

Via Diocleziano, 107 - 80125 Napoli  
 Tel. 081.19566613 - Fax. 081.7618640  
 www.newgreen.it

**cogein** energy



REGIONE PUGLIA

Comune principale impianto



COMUNE DI ACQUAVIVA  
 DELLE FONTI  
 PROVINCIA DI BARI

Opere connesse

	COMUNE DI GIOIA DEL COLLE PROVINCIA DI BARI		COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE PROVINCIA DI BARI
	COMUNE DI LATERZA PROVINCIA DI TARANTO		COMUNE DI CASTELLANETA PROVINCIA DI TARANTO



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA, AI SENSI DEL D.LGS N. 387 DEL 2003, COMPOSTO DA N° 12 AEREOGENERATORI, PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 72 MW, SITO NEL COMUNE DI ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA) E OPERE CONNESSE NEI COMUNI DI GIOIA DEL COLLE (BA), SANTERAMO IN COLLE (BA), LATERZA (TA) E CASTELLANETA (TA)

COD.REG.	DESCRIZIONE
<input type="text"/>	<b>Calcoli preliminari impianti</b>
COD. INT.	
<b>Elab.22</b>	

*Giuseppe De Masi*

REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	REVISIONE
ing. Giuliana Faella	ing. Giuliana Faella ing. Federica Mallozzi dott. Rino Castaldo	ing. Giuseppe De Masi	Rev.0
			<b>DATA</b>
			06/2021

**INDICE**

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....</b>	<b>3</b>
<b>3. DESCRIZIONE GENERALE.....</b>	<b>4</b>
<b>4. CARATTERISTICHE ELETTRODOTTI MT INTERRATI .....</b>	<b>6</b>
<b>5. STAZIONE DI TRASFORMAZIONE MT/AT UTENTE.....</b>	<b>16</b>
<b>6. CAVIDOTTO AT INTERRATO.....</b>	<b>17</b>
<b>7. COESISTENZA CAVIDOTTI MT/AT ED ALTRE LINEE INTERRATE ED INTERFERENZE CON RETICOLO IDROGRAFICO .....</b>	<b>18</b>

## 1. PREMESSA

La società Cogein Energy srl, con sede a Napoli in via Diocleziano n° 107, è da oltre un decennio impegnata nella progettazione e sviluppo di impianti per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile in diverse regioni del territorio nazionale. Obiettivo del progetto è la realizzazione di un parco eolico interamente ubicato nel comune di Acquaviva delle Fonti (BA) ed opere di connessione realizzate attraverso un cavidotto interrato in parte MT ed in parte AT che attraversa i comuni limitrofi fino ad arrivare al punto di connessione fornito da Terna, rappresentato dalla stazione di trasformazione esistente 150/380 kV, localizzata nel comune di Castellaneta (TA). La potenza complessiva dell'impianto è di 72 MW ottenuti attraverso l'installazione di 12 aerogeneratori di ultima generazione, le WTG Vestas V162 con H hub 119 m, della potenza unitaria di 6 MW.

La soluzione tecnica minima generale elaborata da TERNA, codice pratica 202001017 prevede che la centrale eolica venga collegata in antenna a 150 kV sulla Stazione Elettrica di Terna a 380/150 kV di Castellaneta.

Per l'immissione sulla Rete Trasmissione Nazionale (RTN) dell'energia prodotta dal campo eolico si prevedono le seguenti infrastrutture elettriche:

- cavidotti a 30 kV interrati per l'interconnessione tra i vari aerogeneratori e il collegamento degli stessi al quadro MT 30 kV della stazione di trasformazione 150/30 kV produttore, tutti ricadenti nel comune di Acquaviva delle Fonti;
- una stazione di trasformazione 150/30 kV produttore, completa di tutte le apparecchiature di comando, controllo e protezione, ricadente nel comune di Acquaviva delle Fonti;
- un cavidotto interrato AT a 150 kV esterno al parco, per la connessione tra la suddetta stazione di trasformazione 30/150 kV e la stazione elettrica Terna a 380/150 kV di Castellaneta; tale cavidotto AT attraversa i comuni di Acquaviva delle Fonti, Gioia del Colle, Santeramo in Colle, Laterza e Castellaneta.

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Nella redazione del progetto sono state considerate le seguenti leggi e norme tecniche:

- D.Lgs. 387/2003
- D.Lgs. 28/2011
- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- Norma CEI 11-32: Impianti di produzione di energia elettrica collegati a reti di III categoria;
- Norma CEI 11-32; V1: Impianti di produzione eolica;
- Norma CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- Norma CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici;
- Norma CEI EN 50110-1-2 Esercizio degli impianti elettrici;
- Norma CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- Norma CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;
- Norma CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- Norma CEI 11-37: Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV;
- Norma CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;
- Norma CEI EN 60721-3-3 Classificazioni delle condizioni ambientali;
- Norma CEI EN 60721-3-4 Classificazioni delle condizioni ambientali;
- Norma CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua;
- Norma CEI EN 62271-100 Interruttori a corrente alternata ad alta tensione;

- Norma CEI EN 62271-102 Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata per alta tensione;
- Norma CEI 36-12 Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V;
- Norma CEI EN 60044-1 Trasformatori di corrente;
- Norma CEI EN 60044-2 Trasformatori di tensione induttivi;
- Norma CEI EN 60044-5 Trasformatori di tensione capacitivi;
- Norma CEI EN 60076-1 Trasformatori di potenza;
- Norma CEI EN 60137 Isolatori passanti per tensioni alternate superiori a 1 kV;
- Norma CEI EN 60099-4 Scaricatori ad ossido di zinco senza spinterometri per reti a corrente alternata;
- Norma CEI EN 60099-5 Scaricatori – Raccomandazioni per la scelta e l'applicazione;
- Norma CEI EN 60694 Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione;
- Norma CEI EN 60529 Gradi di protezione degli involucri (Codice IP);
- Norme CEI EN 61284 Linee aeree – Prescrizioni e prove per la morsetteria;
- Norma CEI EN 61400 Sistemi di generazione a turbina eolica;
- Norma CEI-UNEL 35027: Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV - Portate di corrente in regime permanente - Posa in aria ed interrata;
- Guida Terna - Criteri di connessione degli impianti di produzione al sistema di difesa di Terna.

### **3. DESCRIZIONE GENERALE**

Nel progetto elettrico, i 12 aerogeneratori eolici sono stati collegati tra di loro con cavidotti in media tensione interrati tramite una soluzione “entra-esce”. Per motivi strettamente connessi alla collocazione delle torri e per una buona flessibilità di esercizio sono state previste 3 linee per il collegamento delle 12 turbine. Ogni circuito trasporta l'energia del gruppo di aerogeneratori relativo fino al quadro MT 30 kV della stazione di trasformazione 150/30 kV produttore.

La scelta delle linee elettriche ha avuto come principi base la minor distanza possibile e la migliore condizione di posa.

I 3 circuiti, tutti interrati, saranno così costituiti:

- il primo, individuato in rosso in figura, consistente nel collegamento degli aerogeneratori denominati H01, H02, H08, H06, con la stazione di trasformazione 30/150 kV, per una lunghezza pari a 7500 m;
- il secondo, individuato in verde in figura, consistente nel collegamento degli aerogeneratori denominati H07, H10, H9, H11, con la stazione di trasformazione 30/150 kV, per una lunghezza pari a 4300 m;
- il terzo, individuato in ciano in figura, consistente nel collegamento degli aerogeneratori denominati H04, H05, H03, H12, con la stazione di trasformazione 30/150 kV, per una lunghezza pari a 5170 m.

Si mostra di seguito uno stralcio dell'elaborato relativo allo schema unifilare:

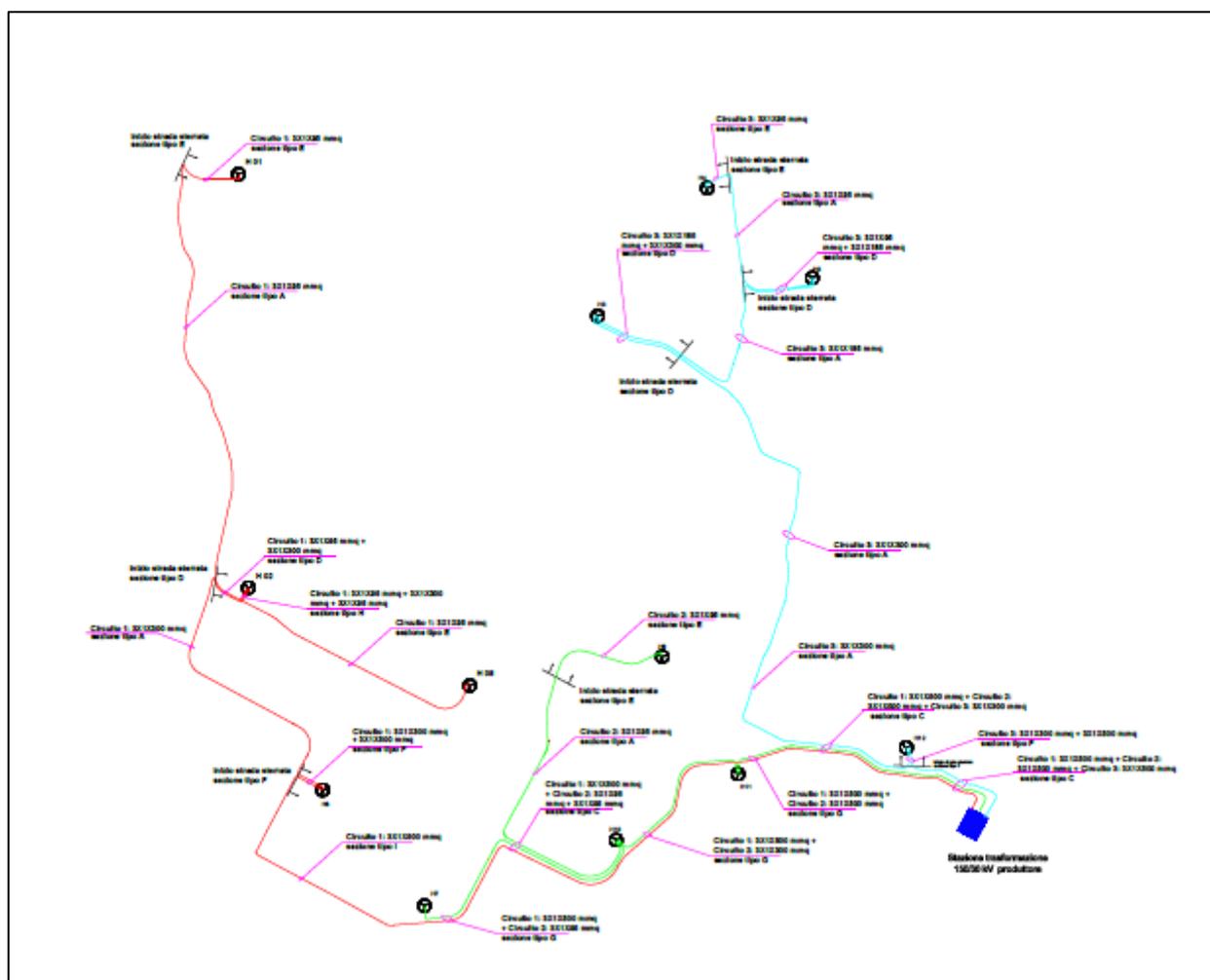


Figura 1 - Nella figura, l'indicazione dei circuiti da realizzare. In rosso il circuito n°1, in verde il circuito n°2 e in ciano il circuito n°3

Da specificare che in fase di realizzazione dell'impianto, i percorsi delle linee elettriche potranno essere definiti con un maggior dettaglio.

#### 4. CARATTERISTICHE ELETTRODOTTI MT INTERRATI

Il percorso dei cavidotti interrati MT sono stati scelti in modo da seguire quanto più possibile la viabilità esistente e quella di nuova realizzazione temporanea per il raggiungimento delle piazzole delle turbine.

La tipologia del cavo da utilizzare è stata opportunamente dimensionata per singolo collegamento. Infatti, le interconnessioni fra le varie turbine hanno diverse sezioni che sono evincibili dalle tabelle di seguito riportate. I cavi utilizzati per il collegamento tra gli aerogeneratori sono del tipo tripolare cordato ad elica visibile ARE4H5EX, con conduttore in alluminio, isolamento a spessore ridotto, schermo in tubo d'alluminio e guaina in PE; i cavi di collegamento sino alla stazione di trasformazione sono tre cavi unipolari per posa interrata a trifoglio ARP1H5EX, con conduttore in alluminio, isolamento a spessore ridotto, schermo in tubo d'alluminio e guaina in PE.

Nella tabella sono esplicitate le sezioni dei cavi, le lunghezze e la tipologia di cavo utilizzate per i collegamenti interni al campo:

Circuito	Collegamento	Sezione cavo	Tipo cavo	Lunghezza
1	Torre H01 - Torre H02	3x1x95 mmq	Tripolare ad elica visibile - ARE4H5EX	1900 m
	Torre H08 - Torre H02	3x1x95 mmq	Tripolare ad elica visibile - ARE4H5EX	1000 m
	Torre H02 - Torre H06	3x1x300 mmq	Tripolare ad elica visibile - ARE4H5EX	1000 m
	Torre H06 - Staz. 150/30 kV	3x1x500 mmq	Unipolari a trifoglio - ARP1H5E	3600 m
2	Torre H07 - Torre H10	3x1x95 mmq	Tripolare ad elica visibile - ARE4H5EX	1000 m
	Torre H09 - Torre H10	3x1x95 mmq	Tripolare ad elica visibile - ARE4H5EX	1600 m
	Torre H10 - Torre H11	3x1x300 mmq	Tripolare ad elica visibile - ARE4H5EX	600 m
	Torre H11 - Staz. 150/30 kV	3x1x500 mmq	Unipolari a trifoglio - ARP1H5E	1100 m
3	Torre H04 - Torre H05	3x1x95 mmq	Tripolare ad elica visibile - ARE4H5EX	770 m
	Torre H05 - Torre H03	3x1x185 mmq	Tripolare ad elica visibile - ARE4H5EX	1300 m
	Torre H03 - Torre H12	3x1x300 mmq	Tripolare ad elica visibile - ARE4H5EX	2800 m
	Torre H12 - Staz. 150/30 kV	3x1x500 mmq	Unipolari a trifoglio - ARP1H5E	500 m

Tabella 1 - Nella tabella sono riportate la composizione dei circuiti, le sezioni, le lunghezze e la tipologia dei cavi utilizzati

I cavi interrati, che collegano gli aerogeneratori, del tipo tripolare ad elica visibile, saranno in alluminio e presenteranno le seguenti sezioni:

- sezione 3 x 1 x 95mm<sup>2</sup>
- sezione 3 x 1 x 185 mm<sup>2</sup>
- sezione 3 x 1 x 300 mm<sup>2</sup>

Le caratteristiche tecniche di tali cavi interrati a 30 kV sono:

- a) cavi tripolari ad elica visibile di sezione 3 x 1 x 95 mm<sup>2</sup> tipo ARE4H5EX
  - tensione nominale: 30kV
  - frequenza nominale: 50Hz
  - corrente massima, corrispondente alla potenza di 6 MW (1 aerogeneratore) e  $\cos \Phi$  0,95:

$$I = 6.000.000 / (30.000 \times 1,732 \times 0,95) = 121,7 \text{ A}$$

- portata in corrente in servizio normale (come definita dalla CEI 11/60)
- >  $I_{sn} = 204 \text{ A}$  per resistività del terreno pari a  $200^\circ\text{C cm/W}$
- >  $I_{sn} = 256 \text{ A}$  per resistività del terreno pari a  $100^\circ\text{C cm/W}$ .

b) cavi tripolari ad elica visibile di sezione  $3 \times 1 \times 185 \text{ mm}^2$  tipo ARE4H5EX

- tensione nominale: 30kV
- frequenza nominale: 50Hz
- corrente massima, corrispondente alla potenza di 12,0 MW (2 aerogeneratore) e  $\cos \Phi = 0,95$ :  
 $I = 12.000.000 / (30.000 \times 1,732 \times 0,95) = 243,4 \text{ A}$
- portata in corrente in servizio normale (come definita dalla CEI 11/60)
- >  $I_{sn} = 272 \text{ A}$  per resistività del terreno pari a  $200^\circ\text{C cm/W}$
- >  $I_{sn} = 365 \text{ A}$  per resistività del terreno pari a  $100^\circ\text{C cm/W}$ .

c) cavi tripolari ad elica visibile di sezione  $3 \times 1 \times 300 \text{ mm}^2$  tipo ARE4H5EX

- tensione nominale: 30kV
- frequenza nominale: 50Hz
- corrente massima, corrispondente alla potenza di 18,0 MW (3 aerogeneratori) e  $\cos \Phi = 0,95$ :  
 $I = 18.000.000 / (30.000 \times 1,732 \times 0,95) = 365,1 \text{ A}$
- portata in corrente in servizio normale (come definita dalla CEI 11/60)
- >  $I_{sn} = 386 \text{ A}$  per resistività del terreno pari a  $200^\circ\text{C cm/W}$
- >  $I_{sn} = 483 \text{ A}$  per resistività del terreno pari a  $100^\circ\text{C cm/W}$ .

I cavi interrati, che collegano il campo eolico con la stazione di trasformazione utente, saranno costituiti da tre cavi unipolari in alluminio e presenteranno le seguenti sezioni:

- sezione  $3 \times 1 \times 500 \text{ mm}^2$

Le caratteristiche tecniche sono:

d) cavi unipolari a trifoglio di sezione  $3 \times 1 \times 500 \text{ mm}^2$  tipo ARPIH5EX

- tensione nominale 30kV;
- frequenza nominale 50Hz;
- corrente massima, corrispondente alla potenza di 24 MW (4 aerogeneratori):  
e  $\cos \Phi = 0,95$  :

$$I = 24.000.000 / (30.000 \times 1,732 \times 0,95) = 486,8 \text{ A};$$

- portata in corrente in servizio normale (come definita dalla CEI 11/60)
- >  $I_{sn} = 515 \text{ A}$  per resistività del terreno pari a  $200^\circ\text{C cm/W}$
- >  $I_{sn} = 665 \text{ A}$  per resistività del terreno pari a  $100^\circ\text{C cm/W}$ .

## → Dimensionamento elettrico

Nel seguito si elencano i parametri elettrici del suddetto collegamento elettrico:

- Cavo: 3x1x95 mm<sup>2</sup> tripolare ad elica visibile sigla ARE4H5EX 18/30 kV;
- Cavo: 3x1x185 mm<sup>2</sup> tripolare ad elica visibile sigla ARE4H5EX 18/30 kV;
- Cavo: 3x1x300 mm<sup>2</sup> tripolare ad elica visibile sigla ARE4H5EX 18/30 kV;
- Cavo: 3x1x500 mm<sup>2</sup> tre cavi unipolari a trifoglio sigla ARP1H5EX 18/30 kV;
- Tipologia del sistema: trifase;
- Frequenza: 50 Hz;
- Tensione nominale: 30 kV;
- Tensione massima del sistema: 36 kV;
- Tensione nominale di riferimento per l'isolamento a frequenza d'esercizio tra un conduttore isolato qualsiasi e la terra:  $U_0 = 18$  kV;
- Modalità di posa: in tubo interrato - N (CEI 11.17).

Per la determinazione della portata dei cavi si è fatto riferimento alla seguente condizione operativa definita dalla norma CEI- Une135027:

- Profondità posa: 1,20 m su strada (0,80 m su strada sterrata);
- Temperatura del terreno di riferimento: 20°C;
- Resistività termica del terreno: 1,5 Km/W.

La modalità di posa impiegate nel suddetto calcolo relativamente alla sezione 30 kV è quella prevista per la posa dei cavi tripolari, posati dentro un tubo il cui diametro esterno  $\Phi = 160$  mm (superiore a 1,5 volte il diametro del cavo circoscritto), mentre per i cavi unipolari saranno posati dentro un tubo il cui diametro esterno  $\Phi = 200$  mm.

La norma CEI EN 35027 definisce i criteri per la determinazione della portata dei cavi di energia con tensione nominale da 1 kV a 30 kV.

La formula per il calcolo della portata è la seguente (CEI EN 35027):

$$I_z = I_0 \times k$$

$$k = k_t \times K_d \times K_p \times K_r$$

$I_0$  = Portata definita dalle tabelle della norma CEI EN 35027, corrispondente a specificate condizioni di posa interrata;

$K$  = coefficiente correttivo che tiene conto dell'effettiva condizione di posa;

$K_t$  = coefficiente di correzione per temperatura del terreno diversa da 20°C;

$K_d$  = coefficiente di correzione per spaziatura 250 mm piuttosto che 70 mm, valido per cavi direttamente interrati;

$K_p$  = coefficiente di correzione per valori di profondità di posa differenti da 0,8 m;

$K_r$  = coefficiente di correzione per valori di resistività termica del terreno differenti da 1,5 Km/W.

Per i cavi dotti a 30 kV costituente l'impianto del produttore, si adottano i valori riportati nella "Tabella di sintesi calcolo elettrico".

In merito alla profondità di posa si rileva che la portata definita dalle tabelle della CEI 35027 si riferisce ad un valore di 0,8 m, assumendo come riferimento il centro del tubo. Il cavidotto 30 kV in oggetto è

realizzato attraverso sezioni di scavo la cui composizione e dimensione dipende dal tipo di strada su cui è installato (vedi tavole grafiche allegate). Considerato che il diametro del tubo è 160/200 mm, si configurano due casi:

- Strada sterrata privata: profondità scavo - 0.8 m;
- Strada asfaltata pubblica: profondità scavo -1.2 m.

Il calcolo della sezione dei cavi a 30 kV dell'impianto di utenza sarà realizzato nel soddisfacimento dei seguenti punti:

- 1) Verifica della portata
- 2) Verifica della massima caduta di tensione
- 3) Verifica di coordinamento tra la sezione del cavo ed il corto circuito
- 4) Verifica di coordinamento tra la sezione del cavo ed il sovraccarico

Nella "Tabella di sintesi calcolo elettrico" sono riportati i valori delle verifiche eseguite, analizzate nei paragrafi seguenti.

#### 1) Verifica della portata

Il valore della corrente nominale sul lato MT di ciascun aerogeneratore componente il parco eolico è:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot V_n} = \frac{6000000}{\sqrt{3} \cdot 30000 \cdot 0,95} = 121,7$$

Si è assunto un fattore di potenza 0,95.

Pertanto per ciascun aerogeneratore si considera come valore della corrente d'impiego il valore  $I_B = 121,7$  A.

Nella "Tabella di sintesi calcolo elettrico" sono riportati i valori di calcolo eseguito.

Pertanto la verifica della portata è soddisfatta.

#### 2) Verifica della massima caduta di tensione

Per il calcolo della caduta di tensione lungo la linea si è utilizzata la seguente formula:

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot L \cdot I_B \cdot (R_L \cos \varphi + X_L \sin \varphi)$$

dove:

DV: caduta di tensione [V]

L: lunghezza della linea [km]

IB: corrente di impiego [A]

$\cos \Phi$ : fattore di potenza

$R_L$ : resistenza del cavo elettrico [W/km]

$X_L$ : reattanza del cavo elettrico [W /km]

In valore percentuale la caduta di tensione è stata calcolata come:

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{V_n} \cdot 100$$

$V_n$  : Tensione nominale del sistema = 30000 V.

In base al dimensionamento eseguito emerge che il valore percentuale della caduta di tensione massima delle linee MT di collegamento tra il parco eolico e le sbarre del quadro 30 kV della stazione 150/30 kV utente è contenuto al di sotto del valore massimo fissato al valore del 4%, valore limite ritenuto accettabile in relazione al servizio, come richiesto dalla norma CEI 11.17.

In "Tabella di sintesi calcolo elettrico" sono indicati i valori del suddetto calcolo.

In seguito al calcolo della caduta di tensione si procede anche alla verifica delle perdite elettriche associate al suddetto collegamento elettrico. A tale scopo si adotta la seguente relazione:

$$P_{joule} = 3 \cdot R_L \cdot I_B^2 \cdot L$$

dove:

$P_{joule}$ : perdite joule [W];

$R_L$ : resistenza elettrica della linea [W /km];

L: lunghezza della linea [km];

$I_B$ : corrente d'impiego del tratto [A].

In valore percentuale, si ottiene:

$$P_{joule} \% = \frac{P_{joule}}{P_{trasmessa}} \cdot 100$$

In "Tabella di sintesi calcolo elettrico" sono riportati i valori derivanti dal calcolo in oggetto.

Circuito	Tratto	Lunghezza [km]	Potenza [MW]	Cosp.	Corrente d'impiego In [A]	Sezione cavo [mmq]	TIPO DI CAVO	RL [Ω/km]	XL [Ω/km]	Iz [A]	Io [A]	ΔV [V]	ΔV [%]	Perdite potenza [kW]
Circuito 1	Torre H01-Torre H02	1,90	6	0,95	121,7	95 mmq	ARE4H5EX	0,418	0,11	204,8	256	172,58	0,58%	11,76
	Torre H08-Torre H02	1,00	6	0,95	121,7	95 mmq	ARE4H5EX	0,418	0,11	204,8	256	90,83	0,30%	6,19
	Torre H02-Torre H06	1,00	18	0,95	365,1	300 mmq	ARE4H5EX	0,134	0,100	386,4	483	100,12	0,23%	17,86
	Torre H06-Staz. 30/150 kV	3,60	24	0,95	486,8	500 mmq	ARP1H5EX	0,089	0,10	499,2	624	350,98	1,07%	75,92
	<b>Totale</b>	<b>7,50</b>											<b>2,18%</b>	<b>99,87</b>
Circuito 2	Torre H07-Torre H10	1,00	6	0,95	121,7	95 mmq	ARE4H5EX	0,418	0,11	204,8	256	90,83	0,30%	6,19
	Torre H09-Torre H10	1,60	6	0,95	121,7	95 mmq	ARE4H5EX	0,418	0,11	204,8	256	145,33	0,48%	9,90
	Torre H10-Torre H11	0,60	18	0,95	365,1	300 mmq	ARE4H5EX	0,134	0,100	386,4	483	60,07	0,20%	10,72
	Torre H11-Staz. 30/150 kV	1,10	24	0,95	486,8	500 mmq	ARP1H5EX	0,089	0,100	499,2	624	107,24	0,36%	23,20
	<b>Totale</b>	<b>4,30</b>											<b>1,34%</b>	<b>50,01</b>
Circuito 3	Torre H04-Torre H05	0,77	6	0,95	121,7	95 mmq	ARE4H5EX	0,418	0,11	204,8	256	69,94	0,23%	4,77
	Torre H05-Torre H03	1,30	12	0,95	243,4	185 mmq	ARE4H5EX	0,217	0,110	294,4	368	131,64	0,44%	16,71
	Torre H03-Torre H12	2,60	18	0,95	365,1	300 mmq	ARE4H5EX	0,134	0,100	386,4	483	260,31	0,87%	46,43
	Torre H12-Staz. 30/150kV	0,50	24	0,95	486,8	500 mmq	ARP1H5EX	0,089	0,100	499,2	624	48,75	0,16%	10,54
	<b>Totale</b>	<b>2,57</b>											<b>0,83%</b>	<b>78,46</b>
													<b>TOTALE PERDITE CAVI/DOTTO 30 kV</b>	<b>228,43</b>
													<b>PERDITE TR 80 MVA - 150/30 kV</b>	<b>400,00</b>
													<b>PERDITE TOTALE IMPIANTO</b>	<b>628,43</b>
													<b>0,87%</b>	

Tabella 2 – Tabella di sintesi calcolo elettrico

3. Verifica di coordinamento tra la sezione del cavo ed il corto circuito

La sezione del conduttore viene scelta in maniera tale che la temperatura raggiunta dal conduttore per effetto della sovracorrente non sia dannosa, come entità e durata, per l'isolamento o per gli altri materiali con cui il conduttore è in contatto o in prossimità.

Qualora la sovracorrente sia praticamente costante e il fenomeno termico sia di breve durata (cortocircuito) in modo da potersi considerare di puro accumulo (regime adiabatico), il cavo risulta protetto se è soddisfatta la seguente relazione (integrale di Joule):

$$\int_0^{t_g} i^2 dt \leq K^2 S^2$$

i: valore istantaneo della corrente di cortocircuito;

$\int_0^{t_g} i^2 dt$  : energia specifica passante nel dispositivo di protezione;

$t_g$ : tempo d'interruzione del guasto (tempo d'apertura dei contatti + tempo d'estinzione dell'arco elettrico)= 0,25 s;

S: sezione del cavo;

$K^2 S^2$ : energia ammissibile dal cavo (ipotesi di sistema adiabatico).

K è una costante caratteristica del cavo. E' un valore indicato dalle Norme (CEI 11-17) ed è stabilito in funzione della temperatura massima ammissibile di funzionamento del conduttore (90°C), della temperatura massima di cortocircuito per i diversi isolanti specificati nella Norma 11-17 (250°C) e del tipo di conduttore. Per un cavo isolato in EPR/XLPE, con conduttore in alluminio K=92.

Se tale disuguaglianza è soddisfatta, in corrispondenza del passaggio di una corrente di corto circuito all'interno del cavo, è rispettata la condizione di non superamento della temperatura massima ammissibile del cavo in corto circuito. Nell'ipotesi che il fenomeno abbia una durata superiore ad un decimo di secondo è sufficientemente verificata la seguente relazione:

$$I_{cc}^2 \cdot t_g \leq K^2 S^2$$

$I_{cc}$  = valore efficace della componente simmetrica della corrente di cortocircuito.

Ai fini cautelativi si considera la massima corrente di corto circuito che si può verificare sull'impianto 16 kA (valore di dimensionamento delle sbarre quadro a 30 kV della stazione 150/30 kV).

$$I_{cc} = 16 \text{ kA}$$

Nota il valore della corrente di corto circuito si passa alla determinazione della sezione minima:

$$S \geq \frac{I_{cc}}{K} \cdot \sqrt{t_g} \quad \Rightarrow \quad S = (16000/92) \times 0.5 = 86,97 \text{ mm}^2$$

Pertanto in riferimento al sistema elettrico in progetto, risulta calcolato il valore della sezione minima del cavo 30kV in alluminio isolato in EPR / XLPE protetta dal corto circuito. Essendo la sezione minima dei cavi 30 kV pari a 95 mm<sup>2</sup> è soddisfatta la condizione di verifica al corto-circuito.

#### 4. Verifica di coordinamento tra la sezione del cavo ed il sovraccarico

In merito alla condizione di verifica al sovraccarico, occorre seguire quanto prescritto all'interno della norma CEI 11.17; è necessario evitare che valori di corrente superiori alla portata del cavo possano determinare fenomeni di invecchiamento precoce dell'isolante del cavo stesso. A tale fine è sufficiente che la corrente di taratura della soglia termica dell'interruttore magnetotermico installato a protezione del cavo in oggetto ( $I_r$ ) non sia maggiore della portata del cavo stesso. Pertanto occorre regolare la soglia di intervento termico affinché risulti  $I_r < I_Z$ .

In conclusione le sezioni dei cavi 30 kV previste (95, 185 e 500 mm<sup>2</sup>) in alluminio risultano essere tali da soddisfare tutti i vincoli elettrici indicati ai punti precedenti 1) 2) 3) e 4).

#### →Posa cavidotti

In generale, il percorso del cavidotto interno al campo sarà realizzato principalmente a bordo strada. I conduttori a 30 kV, saranno protetti da un tubo corrugato e posati in un letto di sabbia. Saranno eseguiti scavi con sezioni differenti a secondo del numero dei cavi passanti all'interno dello stesso ingombro. I collegamenti passeranno su strade asfaltate o su terreni agricoli.

### - Cavidotti su strade asfaltata

Per i collegamenti passanti su strada esistente asfaltata si possono distinguere n°3 tipologie di sezione di scavo:

- la prima, per il passaggio di un singolo cavo elettrico, avente una larghezza di 0,40 m e una profondità di 1,20 m, così come riportato in figura n°2;
- la seconda, per il passaggio di n°2 cavi elettrici, avente una larghezza di 0,60 m e una profondità di 1,20 m, così come riportato in figura n°3;
- la terza, per il passaggio di n°3 cavi elettrici, avente una larghezza di 0,80 m e una profondità di 1,20 m, così come riportato in figura n°4.

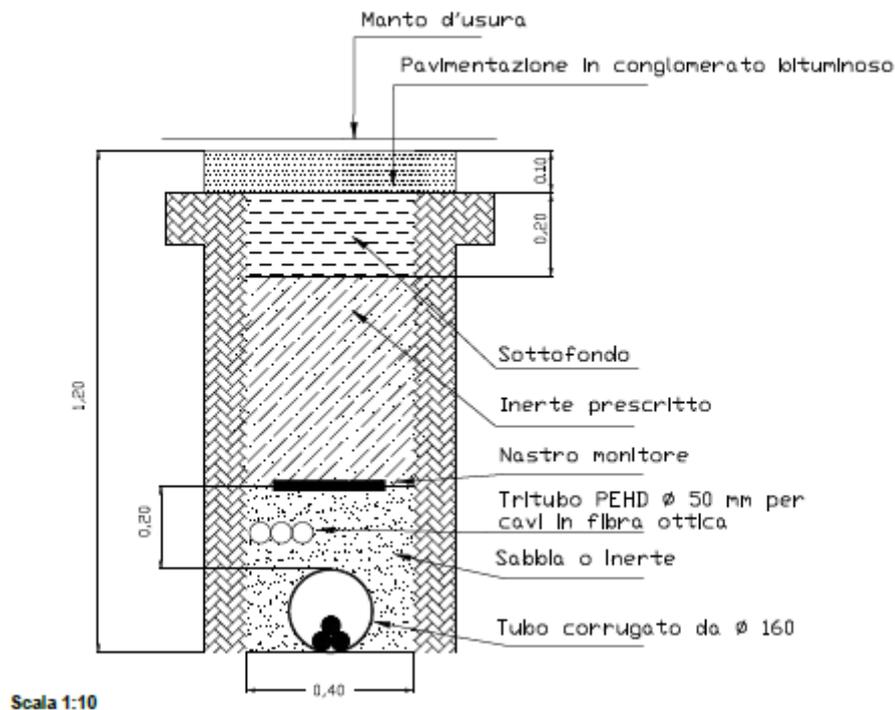


Figura 23 - Sezione su strada asfaltata - posa di n°1 cavo MT

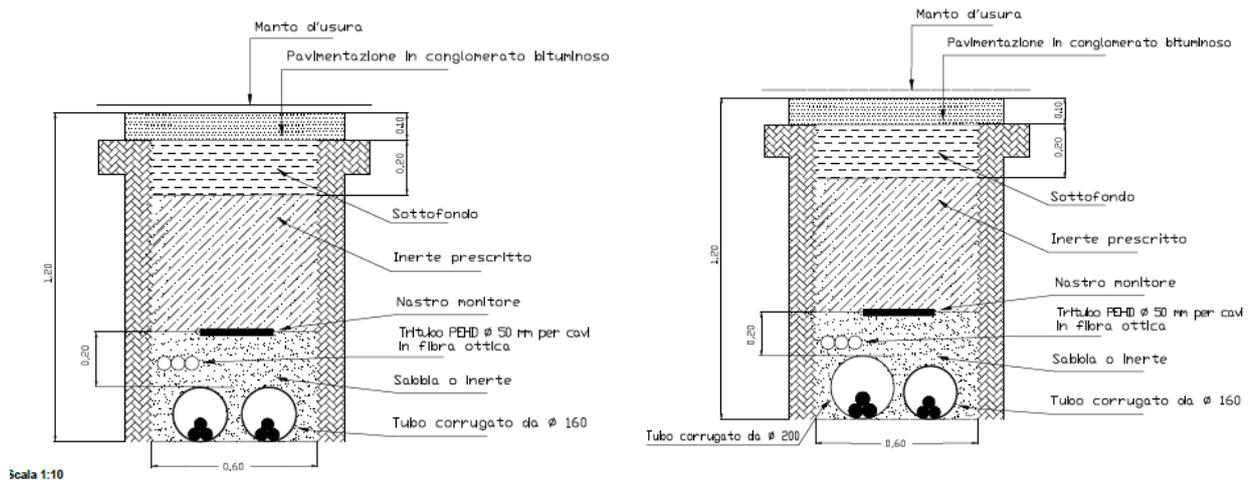


Figura 34 - Sezione su strada asfaltata - posa di n°2 cavi MT

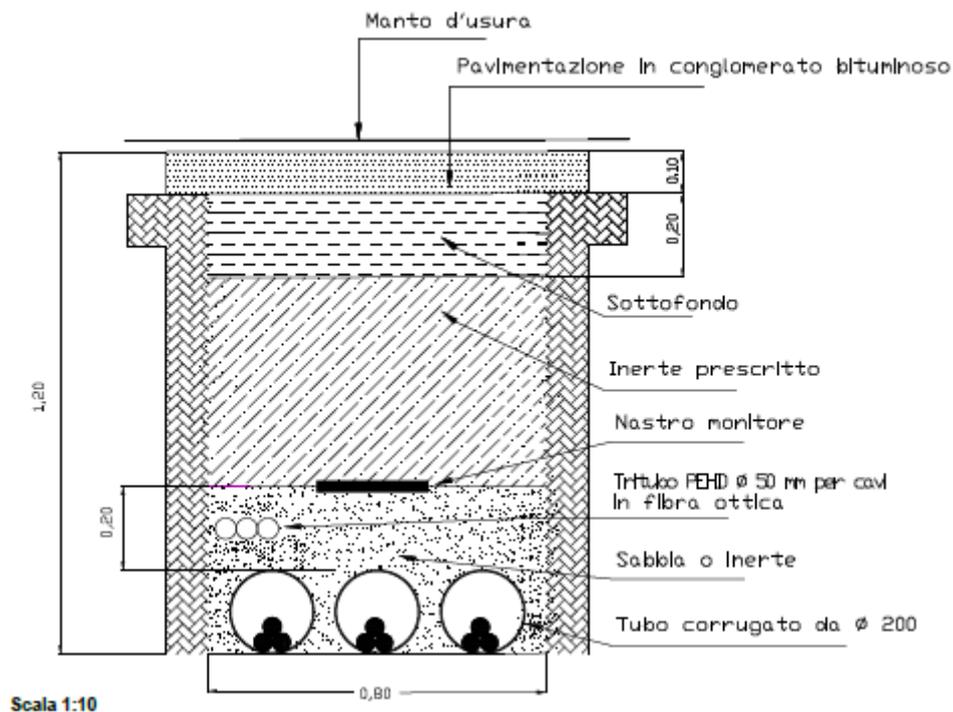


Figura 45 - Sezione su strada asfaltata - posa di n°3 cavi MT

I cavi elettrici, posati sul fondo dello scavo, saranno protetti da un tubo corrugato e ricoperti da uno strato di 0.20 m di sabbia. Inoltre, la sezione sarà completata da uno strato di inerte, uno strato di sottofondo stradale, uno strato di conglomerato bituminoso e dal manto di usura. Le tubazioni saranno opportunamente segnalate nello scavo con nastro monitor "Cavi elettrici".

#### - Cavidotti su strade sterrate o terreno agricolo

Per i collegamenti passanti su strade sterrate o terreni agricoli, si possono distinguere n°3 tipologie di sezione di scavo:

- la prima, per il passaggio di un singolo cavo elettrico, avente una larghezza di 0,40 m e una profondità di 0,80 m, così come riportato in figura n°5;
- la seconda, per il passaggio di n°2 cavi elettrici, avente una larghezza di 0,60 m e una profondità di 0,80 m, così come riportato in figura n°6;
- la terza, per il passaggio di n°3 cavi elettrici, avente una larghezza e un profondità di 0,80 m, così come riportato in figura n°7.

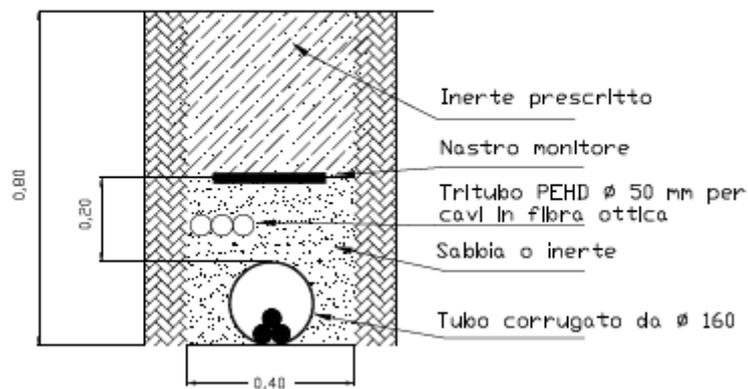


Figura 5 - Sezione su strada sterrata o terreno agricolo - posa di n°1 cavo MT

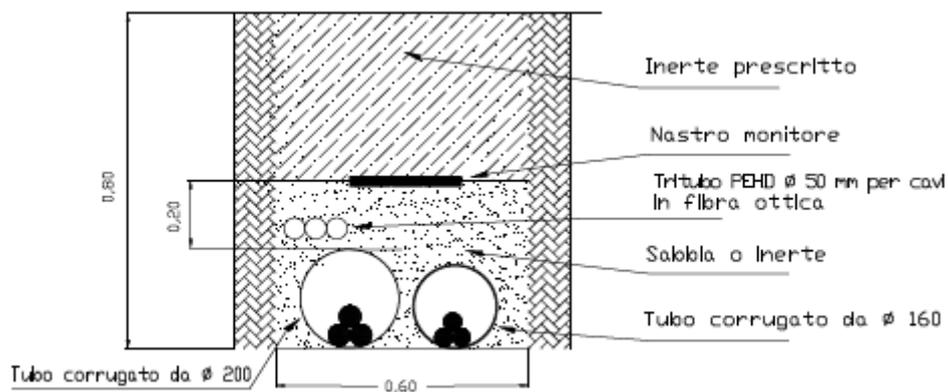


Figura 6 - Sezione su strada sterrata o terreno agricolo - posa di n°2 cavi MT

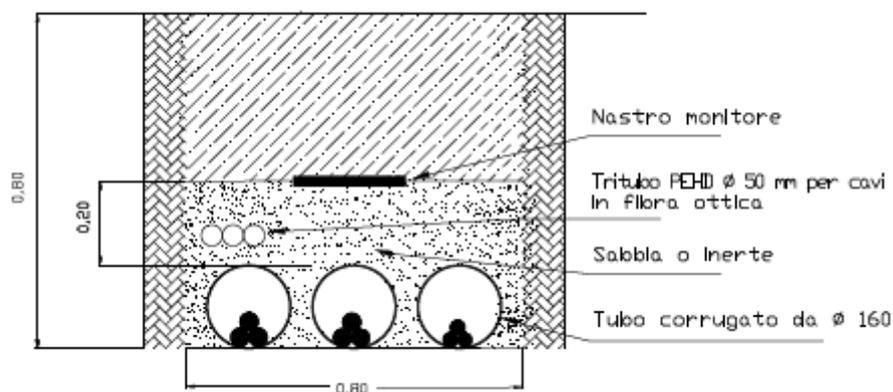


Figura 7 - Sezione su strada sterrata o terreno agricolo - posa di n°3 cavi MT

I cavi elettrici, posati sul fondo dello scavo, saranno protetti da un tubo corrugato e ricoperti da uno strato di 0.20 m di sabbia e uno strato di inerte. Le tubazioni saranno opportunamente segnalate nello scavo con nastro monitor "Cavi elettrici".

L'installazione dei cavi dovrà soddisfare tutti i requisiti imposti dalla normativa vigente e dalle norme tecniche ed in particolare le CEI 11-17.

La progettazione dei cavi e le modalità per la loro messa in opera sono rispondenti alle norme contenute nel DM 21/03/1988, regolamento di attuazione della legge n. 339 del 28/06/1986, alle norme CEI 11-17, nonché al DPCM 08/07/2003 per quanto concerne i limiti massimi di esposizione ai campi magnetici.

**Per tutto quanto qui non esplicitato o meno dettagliato, si rimanda alle relazioni ed agli elaborati specialistici redatti dall'Ing. Nasta (RT01 – Relazione tecnica sistemi elettrici, RT02 - Relazione tecnica campi elettrici e magnetici, TAV.E01-E08).**

## 5. STAZIONE DI TRASFORMAZIONE MT/AT UTENTE

L'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori viene convogliata tramite cavidotti a 30 kV alla stazione di trasformazione 150/30 kV, localizzata nel comune di Acquaviva delle Fonti, dove la tensione elettrica verrà innalzata da 30 kV a 150 kV, per consentire il collegamento allo stallo della stazione elettrica Terna di Castellaneta (TA).

La stazione di trasformazione 150/30 kV, in prossimità del campo eolico in progetto, avente una superficie di 120 mq, sarà costituita, da uno stallo trasformatore 150/30 kV – 80 MVA e un edificio contenente i locali dei quadri a 30 kV, dei quadri di comando controllo e protezione, dei quadri S.A.BT, delle apparecchiature di misura dell'energia elettrica.

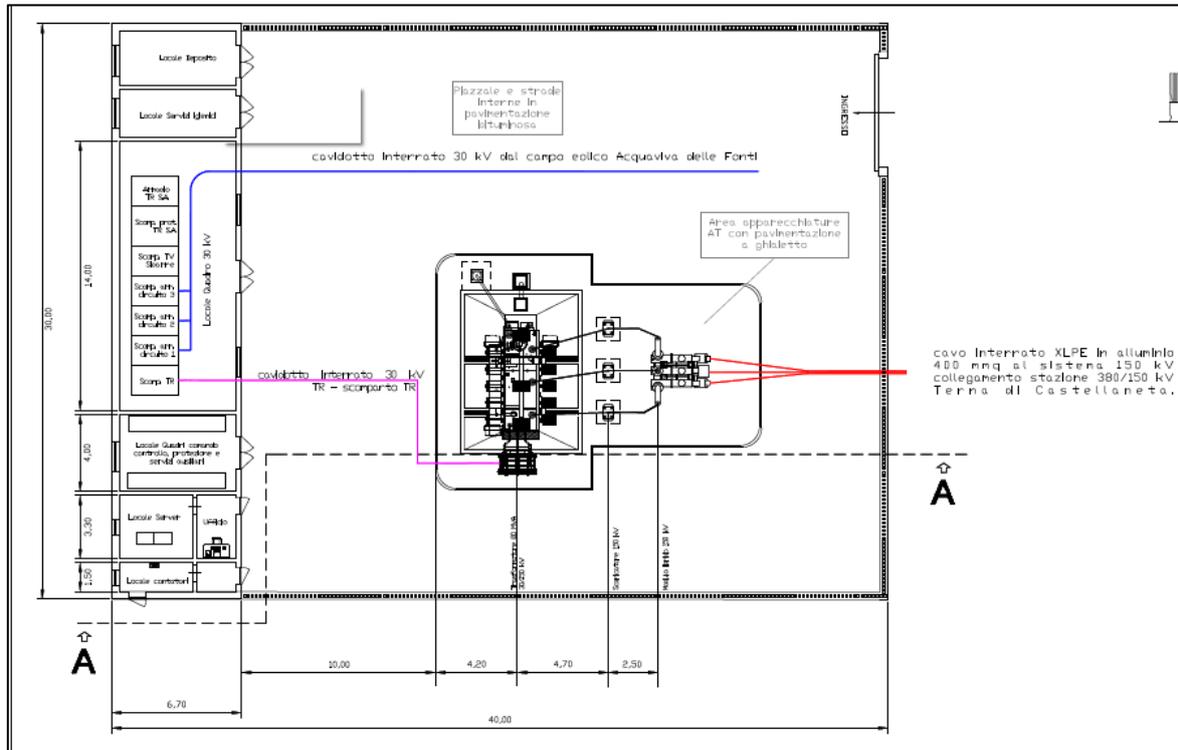


Figura 8 - Planimetria stazione di trasformazione 30/150 kV

## 6. CAVIDOTTO AT INTERRATO

Il collegamento tra la stazione di trasformazione produttore, sita nel comune di Acquaviva delle Fonti, e la SE Terna 150/380 kV, sarà realizzato mediante un cavidotto in AT a 150 kV interrato, passante su strada esistente, per una lunghezza pari a circa 23 km. Per tale collegamento saranno utilizzati cavi unipolari in isolante estruso (XLPE), con conduttore in alluminio della sezione di 400 mm<sup>2</sup>.

In particolare, il cavidotto interrato AT percorre i comuni di Acquaviva delle Fonti (BA) (sede delle turbine eoliche e della stazione di trasformazione utente), Gioia del Colle (BA), Santeramo in Colle (BA), Laterza (TA) e Castellaneta (TA).

Le principali caratteristiche tecniche sono:

- tensione: 150 kV
- corrente in servizio normale: 557 A
- corrente massima, corrispondente alla potenza di 72,0 MW (12 aerogeneratori) e  $\cos \Phi = 0,95$ :  
 $I = 72.000.000 / (150.000 \times 1,732 \times 0,95) = 291,7 \text{ A}$ .

**Per tutto quanto qui non esplicitato o meno dettagliato, si rimanda alle relazioni ed agli elaborati specialistici redatti dall'Ing. Nasta (RT01 – Relazione tecnica sistemi elettrici, RT02 - Relazione tecnica campi elettrici e magnetici, TAV.E01-E08).**

## **7. COESISTENZA CAVIDOTTI MT/AT ED ALTRE LINEE INTERRATE ED INTERFERENZE CON RETICOLO IDROGRAFICO**

In generale, la coesistenza di linee interrato è possibile se vengono seguiti alcuni accorgimenti.

In questa fase progettuale, la ditta ha provveduto ad individuare alcune interferenze con linee interrato esistenti. Se nelle fasi successive di progettazione dovessero verificarsi ulteriori interferenze, il proponente provvederà a tenerne conto e ad attuare delle misure che ne permettano la coesistenza.

Le linee individuate sono del tipo:

- Rete fognaria;
- Rete idrica;
- Linea ferroviaria.

Tali interferenze riguardano il tracciato del cavidotto AT di collegamento tra la stazione di trasformazione utente e la SE Terna. Il cavidotto verrà quindi posato ad una profondità almeno di 2 m dal fondo della rete/linea, a vantaggio di sicurezza.

Con la stessa ottica, anche per le interferenze con il reticolo idrografico i cavidotti (sia MT che AT) verranno posati ad almeno 2 m al di sotto del fondo alveo, utilizzando la Tecnica Orizzontale Controllata.

**Per un maggior dettaglio, si rimanda alle tavole TAV.14(1-3)"Interferenze con il reticolo idrografico, rete idrica, ferrovia, condotte e relative modalità di attraversamento" ed all'elaborato ELAB.4.2 – Relazione idraulica.**