

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA  
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

**TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI  
PROGETTO ESECUTIVO**

**COP4 CANTIERE OPARATIVO MORRIASSI  
RELAZIONE DI COORDINAMENTO PROTEZIONI**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio <b>Cociv</b> Ing. A. Pelliccia	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 0	E	C V	C L	C A 2 0 B 1	0 0 3	A

Progettazione :								
Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima emissione	COCIV	30/10/2014	COCIV	30/10/2014	A.Palomba	30/10/2014	 Dott. Ing. Aldo Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R

n. Elab.:	File: IG5100E_CV_CL_CA20B1_003_A00.DOCX
-----------	---

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51 00 E CV CL CA20B1 003 A00  <b>RELAZIONE DI COORDINAMENTO PROTEZIONI</b></p>

## 1. INDICE

1.	INDICE.....	2
1.	DIMENSIONAMENTO CAVI MT 15 KV .....	4
1.1.	Cavo da cabina GE a cabina C1 .....	4
1.2.	Cavo di alimentazione da Cabina C1 a Cabina C2 .....	5
1.3.	Cavo da cabina C1 a cabina C3.....	6
1.4.	Cavo di alimentazione da Cabina C1 a Cabina C4 .....	7
2.	PROTEZIONE TRASFORMATORE MT/BT - TR1 – CABINA C2.....	8
3.	PROTEZIONE TRASFORMATORE MT/BT - TR1 – CABINA C3.....	9
4.	PROTEZIONE TRASFORMATORE MT/BT - TR1 – CABINA C4.....	10
5.	DETERMINAZIONE POTERE DI INTERRUZIONE INTERRUTTORI BT.....	11
5.1.	Quadro generale b.t. QEG-C2 della cabina C2.....	11
5.2.	Quadro generale b.t. QEG-C3 della cabina C3.....	12
5.3.	Quadro generale b.t. QEG-C4 della cabina C4.....	13
5.4.	Quadro generale b.t. QEG-CGE della cabina CGE – Alimentazione G.E. ....	14
6.	DIMENSIONAMENTO CONDUTTURE E COORDINAMENTO CON I DISPOSITIVI DI PROTEZIONE .....	15
6.1.	Protezione contro il sovraccarico.....	15
6.2.	Protezione contro il corto circuito .....	15
7.	IMPIANTO DI TERRA – CABINA C2 .....	16
7.1.	Messa a Terra del Neutro – Trafo TR1.....	16
7.2.	Messa a Terra del Trasformatore – Trafo TR1.....	16
7.3.	Conduttore di protezione del quadro QEG-C2 .....	16
8.	IMPIANTO DI TERRA – CABINA C3 .....	17
8.1.	Messa a Terra del Neutro – Trafo TR1.....	17
8.2.	Messa a Terra del Trasformatore – Trafo TR1.....	17
8.3.	Conduttore di protezione del quadro QEG-C2 .....	17
9.	IMPIANTO DI TERRA – CABINA C4 .....	18
9.1.	Messa a Terra del Neutro – Trafo TR1.....	18
9.2.	Messa a Terra del Trasformatore – Trafo TR1.....	18
9.3.	Conduttore di protezione del quadro QEG-C2 .....	18
10.	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI.....	19

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG51 00 E CV CL CA20B1 003 A00  
RELAZIONE DI COORDINAMENTO PROTEZIONI

Foglio  
3 di 20

10.1.	Guasto a terra lato MT .....	19
10.2.	Guasto a terra lato b.t. ....	19

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51 00 E CV CL CA20B1 003 A00 RELAZIONE DI COORDINAMENTO PROTEZIONI
	Foglio 4 di 20

## 1. DIMENSIONAMENTO CAVI MT 15 KV

### 1.1. Cavo da cabina GE a cabina C1

Il cavo alimenta la cabina di smistamento C1 dalla cabina di generazione dei G.E..

Dati di dimensionamento :

potenza di dimensionamento (S)	:	2400 kVA
corrente di impiego ( $I_b$ )	:	92 A
fattore di potenza ( $\cos \varphi$ )	:	0,9
lunghezza (L)	:	20 m

Il cavo previsto è di sezione  $3 \times 1 \times 70 \text{ mm}^2$  tipo **RG7H1R 12/20kV**, con le seguenti caratteristiche:

$I_z$ (per posa interrata in tubo)	:	205 A
r (a $90^\circ\text{C}$ )	:	0.344 $\Omega/\text{km}$
x	:	0.13 $\Omega/\text{km}$
$K^2s^2$	:	$1 * 10^8 \text{ A}^2 \text{ s}$

La caduta di tensione risulta essere trascurabile.

Il cavo è protetto da due interruttori ciascuno dei quali con protezione :

tensione massima di esercizio	:	24 kV
corrente nominale	:	630 A
potere di interruzione	:	16 kA
relè di massima corrente	:	100 / 5 A
corrente di impiego ( $I_b$ )	:	92 A
scheda relè di protezione	:	50 / 51
taratura scheda	:	1 <sup>a</sup> soglia = 1 $I_n$ t = 10 s
	:	2 <sup>a</sup> soglia = 2 $I_n$ t = 0.4 s
	:	3 <sup>a</sup> soglia = 6 $I_n$ t = 0.03 s
energia passante massima ( $I^2t$ )	:	$1.87 * 10^7 \text{ A}^2 \text{ s}$
	:	soglia 64 = 0,3 A      t = 1 s

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51 00 E CV CL CA20B1 003 A00 RELAZIONE DI COORDINAMENTO PROTEZIONI <span style="float: right;">Foglio 5 di 20</span>

## 1.2. Cavo di alimentazione da Cabina C1 a Cabina C2

Il cavo alimenta la cabina di trasformazione C2.

Dati di dimensionamento :

potenza di dimensionamento (S)	:	630 kVA
corrente di impiego ( $I_b$ )	:	24,2 A
fattore di potenza ( $\cos \varphi$ )	:	0,8
lunghezza (L)	:	20 m

Il cavo previsto è di sezione  $3 \times 1 \times 35 \text{ mm}^2$  tipo **RG7H1R 12/20kV**, con le seguenti caratteristiche:

$I_z$ (per posa interrata in tubo)	:	141 A
r (a $90^\circ\text{C}$ )	:	$0.67 \Omega/\text{km}$
x	:	$0.14 \Omega/\text{km}$
$K^2s^2$	:	$2.5 * 10^7 \text{ A}^2 \text{ s}$

La caduta di tensione risulta essere trascurabile.

Il cavo è protetto da interruttore con protezione :

tensione massima di esercizio	:	24 kV
corrente nominale	:	630 A
potere di interruzione	:	16 kA
relè di massima corrente	:	50 / 5 A
corrente di impiego ( $I_b$ )	:	24,2 A
scheda relè di protezione	:	50 / 51 / 51N
taratura scheda	:	1 <sup>a</sup> soglia = 1 $I_n$ t = 10 s
	:	2 <sup>a</sup> soglia = 2 $I_n$ t = 0.4 s
	:	3 <sup>a</sup> soglia = 10 $I_n$ t = 0.03 s
energia passante massima ( $I^2t$ )	:	$1.87 * 10^7 \text{ A}^2 \text{ s}$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 00 E CV CL CA20B1 003 A00 RELAZIONE DI COORDINAMENTO PROTEZIONI

Foglio  
6 di 20

### 1.3. Cavo da cabina C1 a cabina C3

Il cavo alimenta la cabina di trasformazione C3.

Dati di dimensionamento :

potenza di dimensionamento (S)	:	1000 kVA
corrente di impiego ( $I_b$ )	:	38,5 A
fattore di potenza ( $\cos \varphi$ )	:	0,9
lunghezza (L)	:	200 m

Il cavo previsto è di sezione  $3 \times 1 \times 35 \text{ mm}^2$  tipo **RG7H1R 12/20kV**, con le seguenti caratteristiche:

$I_z$ (per posa interrata in tubo)	:	141 A
r (a $90^\circ\text{C}$ )	:	$0.67 \Omega/\text{km}$
x	:	$0.14 \Omega/\text{km}$
$K^2s^2$	:	$2.5 * 10^7 \text{ A}^2 \text{ s}$

La caduta di tensione risulta essere trascurabile.

Il cavo è protetto da interruttore con protezione :

tensione massima di esercizio	:	24 kV
corrente nominale	:	630 A
potere di interruzione	:	16 kA
relè di massima corrente	:	50 / 5 A
corrente di impiego ( $I_b$ )	:	38,5 A
scheda relè di protezione	:	50 / 51 / 64
taratura scheda	:	1 <sup>a</sup> soglia = 1,2 $I_n$ t = 10 s
	:	2 <sup>a</sup> soglia = 3.6 $I_n$ t = 0.4 s
	:	3 <sup>a</sup> soglia = 10 $I_n$ t = 0.03 s
	:	soglia 64 = 0,3 A    t = 0.3 s
energia passante massima ( $I^2t$ )	:	$1.87 * 10^7 \text{ A}^2 \text{ s}$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51 00 E CV CL CA20B1 003 A00 RELAZIONE DI COORDINAMENTO PROTEZIONI
	Foglio 7 di 20

#### 1.4. Cavo di alimentazione da Cabina C1 a Cabina C4

Il cavo alimenta la cabina di trasformazione C4.

Dati di dimensionamento :

potenza di dimensionamento (S)	:	630 kVA
corrente di impiego ( $I_b$ )	:	24,2 A
fattore di potenza ( $\cos \varphi$ )	:	0,8
lunghezza (L)	:	310 m

Il cavo previsto è di sezione  $3 \times 1 \times 35 \text{ mm}^2$  tipo **RG7H1R 12/20kV**, con le seguenti caratteristiche:

$I_z$ (per posa interrata in tubo)	:	141 A
r (a $90^\circ\text{C}$ )	:	$0.67 \Omega/\text{km}$
x	:	$0.14 \Omega/\text{km}$
$K^2s^2$	:	$2.5 * 10^7 \text{ A}^2 \text{ s}$

La caduta di tensione risulta essere trascurabile.

Il cavo è protetto da interruttore con protezione :

tensione massima di esercizio	:	24 kV
corrente nominale	:	630 A
potere di interruzione	:	16 kA
relè di massima corrente	:	50 / 5 A
corrente di impiego ( $I_b$ )	:	24,2 A
scheda relè di protezione	:	50 / 51 / 51N
taratura scheda	:	1 <sup>a</sup> soglia = 1 $I_n$ t = 10 s
	:	2 <sup>a</sup> soglia = 2 $I_n$ t = 0.4 s
	:	3 <sup>a</sup> soglia = 10 $I_n$ t = 0.03 s
energia passante massima ( $I^2t$ )	:	$1.87 * 10^7 \text{ A}^2 \text{ s}$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51 00 E CV CL CA20B1 003 A00 RELAZIONE DI COORDINAMENTO PROTEZIONI
	Foglio 8 di 20

## 2. PROTEZIONE TRASFORMATORE MT/BT - TR1 – CABINA C2

### Caratteristiche:

Potenza (S)	:	630 kVA
Rapporto di Trasformazione	:	15000±2x2,5% / 400 V
Tensione di Cortocircuito ( $U_{cc}$ )	:	6%
Collegamento	:	Dyn11
Corrente nominale primaria	:	$I_{1n} = 24,2$ A
Corrente nominale secondaria	:	$I_{2n} = 909$ A
Corrente di inserzione	:	$k_j = 11$ $I_{oi} = 266.2$ A
Corrente di cortocircuito al secondario	:	$I_k = 15,2$ kA
Corrente di cto-cto massima riportata la primario	:	$I'_k = 404$ A

### Tarature:

Relè indiretti : TA 100 / 5

corrente d'impiego ( $I_b$ )	:	24,2 A
corrente nominale ( $I_n$ )	:	50 A
scheda relè di protezione	:	50 / 51 / 51N
taratura scheda	:	1 <sup>a</sup> soglia = 0,6 $I_n$ t = 10 s
	:	2 <sup>a</sup> soglia = 1,7 $I_n$ t = 0.4 s
	:	3 <sup>a</sup> soglia = 5 $I_n$ t = 0.03 s
energia passante massima ( $I^2t$ )	:	$1.87 * 10^7$ A <sup>2</sup> s

Taratura centralina T154:

- Allarme	:	120 °C
- Sgancio	:	130 °C

Taratura Interruttore Generale BT: ( $I_r = 1000$  A)

- Regolazione Termica	:	$I_{tr} = 1000$ A
- Regolazione Magnetica	:	$I_m = 10000$ A



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51 00 E CV CL CA20B1 003 A00 RELAZIONE DI COORDINAMENTO PROTEZIONI

Foglio  
9 di 20

### 3. PROTEZIONE TRASFORMATORE MT/BT - TR1 – CABINA C3

#### Caratteristiche:

Potenza (S)	:	1000 kVA
Rapporto di Trasformazione	:	15000±2x2,5% / 400 V
Tensione di Cortocircuito ( $U_{cc}$ )	:	6%
Collegamento	:	Dyn11
Corrente nominale primaria	:	$I_{1n} = 38,5$ A
Corrente nominale secondaria	:	$I_{2n} = 1443$ A
Corrente di inserzione	:	$k_j = 10$ $I_{oi} = 385$ A
Corrente di cortocircuito al secondario	:	$I_k = 24$ kA
Corrente di cto-cto massima riportata la primario	:	$I'_k = 641$ A

#### Tarature:

Relè indiretti : TA 50 / 5

corrente d'impiego ( $I_b$ )	:	38,5 A
corrente nominale ( $I_n$ )	:	50 A
scheda relè di protezione	:	50 / 51 / 51N
taratura scheda	:	1 <sup>a</sup> soglia = 1 $I_n$ t = 10 s
	:	2 <sup>a</sup> soglia = 3 $I_n$ t = 0.4 s
	:	3 <sup>a</sup> soglia = 10 $I_n$ t = 0.03 s
energia passante massima ( $I^2t$ )	:	$1.87 * 10^7$ A <sup>2</sup> s

Taratura centralina T154:

- Allarme	:	120 °C
- Sgancio	:	130 °C

Taratura Interruttore Generale BT: ( $I_r = 1600$  A)

- Regolazione Termica	:	$I_{tr} = 1600$ A
- Regolazione Magnetica	:	$I_m = 12800$ A

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51 00 E CV CL CA20B1 003 A00 RELAZIONE DI COORDINAMENTO PROTEZIONI

Foglio  
10 di 20

#### 4. PROTEZIONE TRASFORMATORE MT/BT - TR1 – CABINA C4

##### Caratteristiche:

Potenza (S)	:	630 kVA
Rapporto di Trasformazione	:	15000±2x2,5% / 400 V
Tensione di Cortocircuito ( $U_{cc}$ )	:	6%
Collegamento	:	Dyn11
Corrente nominale primaria	:	$I_{1n} = 24,2$ A
Corrente nominale secondaria	:	$I_{2n} = 909$ A
Corrente di inserzione	:	$k_j = 11$ $I_{oi} = 266.2$ A
Corrente di cortocircuito al secondario	:	$I_k = 15,2$ kA
Corrente di cto-cto massima riportata la primario	:	$I'_k = 404$ A

##### Tarature:

Relè indiretti : TA 100 / 5

corrente d'impiego ( $I_b$ )	:	24,2 A
corrente nominale ( $I_n$ )	:	50 A
scheda relè di protezione	:	50 / 51 / 51N
taratura scheda	:	1 <sup>a</sup> soglia = 0,6 $I_n$ t = 10 s
	:	2 <sup>a</sup> soglia = 1,7 $I_n$ t = 0.4 s
	:	3 <sup>a</sup> soglia = 5 $I_n$ t = 0.03 s
energia passante massima ( $I^2t$ )	:	$1.87 * 10^7$ A <sup>2</sup> s

Taratura centralina T154:

- Allarme	:	120 °C
- Sgancio	:	130 °C

Taratura Interruttore Generale BT: ( $I_r = 1000$  A)

- Regolazione Termica	:	$I_{tr} = 1000$ A
- Regolazione Magnetica	:	$I_m = 10000$ A

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51 00 E CV CL CA20B1 003 A00  RELAZIONE DI COORDINAMENTO PROTEZIONI</p>
	<p>Foglio 11 di 20</p>

## 5. DETERMINAZIONE POTERE DI INTERRUZIONE INTERRUTTORI BT

### 5.1. Quadro generale b.t. QEG-C2 della cabina C2

A favore della sicurezza sverrà considerata solamente l'impedenza di fase del trasformatore MT/bt 15/0.4 kV.

Calcolo dell'impedenza del trasformatore TR1:

$$S = 630 \text{ kVA}$$

$$V_1 / V_{20} = 15 / 0.4 \text{ kV}$$

$$I_{2n} = 909 \text{ A}$$

$$V_{cc} \% = 6\%$$

$$Z_{tr} \approx X_{tr} = \frac{V_{cc} * V_{20}}{100 * \sqrt{3} * I_{2n}} = j 0.0152 \Omega$$

Calcolo della corrente di corto circuito massima :

$$I_{cc \max} = \frac{V_{20}}{\sqrt{3} * Z_{tr}} = 15193 \text{ A}$$

L'interruttore generale del QE di bassa tensione è previsto con  $P_i = 20 \text{ kA}$ .

Gli interruttori previsti per la protezione delle linee in partenza sono del tipo :

- scatolati con  $P_i \geq 20 \text{ kA}$
- modulari con  $P_i \geq 20 \text{ kA}$  (con coordinamento in Back-up)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51 00 E CV CL CA20B1 003 A00 RELAZIONE DI COORDINAMENTO PROTEZIONI

## 5.2. Quadro generale b.t. QEG-C3 della cabina C3

A favore della sicurezza sverrà considerata solamente l'impedenza di fase del trasformatore MT/bt 15/0.4 kV.

Calcolo dell'impedenza del trasformatore TR1:

$$S = 1000 \text{ kVA}$$

$$V_1 / V_{20} = 15 / 0.4 \text{ kV}$$

$$I_{2n} = 1443 \text{ A}$$

$$V_{cc} \% = 6\%$$

$$Z_{tr} \approx X_{tr} = \frac{V_{cc} * V_{20}}{100 * \sqrt{3} * I_{2n}} = j 0.0096 \Omega$$

Calcolo della corrente di corto circuito massima :

$$I_{cc \max} = \frac{V_{20}}{\sqrt{3} * Z_{tr}} = 24056 \text{ A}$$

L'interruttore generale del QE di bassa tensione è previsto con  $P_i = 25 \text{ kA}$ .

Gli interruttori previsti per la protezione delle linee in partenza sono del tipo :

- scatolati con  $P_i \geq 25 \text{ kA}$
- modulari con  $P_i \geq 25 \text{ kA}$  (con coordinamento in Back-up)

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51 00 E CV CL CA20B1 003 A00  RELAZIONE DI COORDINAMENTO PROTEZIONI</p>
	<p>Foglio 13 di 20</p>

### 5.3. Quadro generale b.t. QEG-C4 della cabina C4

A favore della sicurezza sverrà considerata solamente l'impedenza di fase del trasformatore MT/bt 15/0.4 kV.

Calcolo dell'impedenza del trasformatore TR1:

$$S = 630 \text{ kVA}$$

$$V_1 / V_{20} = 15 / 0.4 \text{ kV}$$

$$I_{2n} = 909 \text{ A}$$

$$V_{cc} \% = 6\%$$

$$Z_{tr} \approx X_{tr} = \frac{V_{cc} * V_{20}}{100 * \sqrt{3} * I_{2n}} = j 0.0152 \Omega$$

Calcolo della corrente di corto circuito massima :

$$I_{cc \max} = \frac{V_{20}}{\sqrt{3} * Z_{tr}} = 15193 \text{ A}$$

L'interruttore generale del QE di bassa tensione è previsto con  $P_i = 20 \text{ kA}$ .

Gli interruttori previsti per la protezione delle linee in partenza sono del tipo :

- scatolati con  $P_i \geq 20 \text{ kA}$
- modulari con  $P_i \geq 20 \text{ kA}$  (con coordinamento in Back-up)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51 00 E CV CL CA20B1 003 A00 RELAZIONE DI COORDINAMENTO PROTEZIONI
	Foglio 14 di 20

#### 5.4. Quadro generale b.t. QEG-CGE della cabina CGE – Alimentazione G.E.

Sono attualmente previsti n.4 gruppi elettrogeni di potenza 800kVA, di cui tre in servizio continuativo.

La corrente di cortocircuito trifase di ogni singolo gruppo è uguale :

$$I''_k = \frac{U_0}{X''_d} = \frac{100 * In}{x''_d}$$

Considerando una reattanza subtransitoria  $X''_d$  pari al 13%, si ottiene

$$I''_k = \frac{100 * 1154}{13} = 8876$$

In realtà la corrente di cortocircuito di maggiore intensità è quella monofase (fase-neutro) dovuta dalla reattanza omopolare  $X_0$ , tipicamente la corrente di cortocircuito monofase è 1,4-1,5 volte la corrente di corto circuito trifase  $I''_k$ , da cui:

$$I''_{k1} = 1,5 * I''_k = 13315A$$

Considerando la simultaneità di tre gruppi risulta una corrente di cortocircuito massima di: 39945A

Essendo tale valore inferiore a quello calcolato con l'alimentazione da rete MT e comunque inferiori al potere di interruzione indicato nel paragrafo precedente si possono confermare i poteri di interruzione già indicati.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 00 E CV CL CA20B1 003 A00 RELAZIONE DI COORDINAMENTO PROTEZIONI
	Foglio 15 di 20

## 6. DIMENSIONAMENTO CONDUTTURE E COORDINAMENTO CON I DISPOSITIVI DI PROTEZIONE

Il dimensionamento dei cavi è stato calcolato secondo le Norme CEI 64-8 applicando la tabella CEI UNEL 35024/1, in modo che siano soddisfatte le seguenti relazioni.

### 6.1. Protezione contro il sovraccarico

$$I_b \leq I_n \leq I_z \qquad I_f \leq 1.45 I_z$$

dove :  $I_b$  = corrente di impiego

$I_n$  = corrente nominale dell'interruttore

$I_z$  = portata del cavo nelle condizioni di posa

$I_f$  = corrente di sicuro funzionamento dell'interruttore

La portata dei cavi è stata calcolata secondo la tabella CEI UNEL 35024 considerando un coefficiente di temperatura  $K_1 = 1.00$  (temperatura ambiente pari a 30°C) ed un coefficiente di posa  $K_2 = 0.7/0.8$ .

### 6.2. Protezione contro il corto circuito

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

dove :  $I^2 t$  = integrale di Joule relativo all'interruttore

$K^2 s^2$  = energia passante riferita al cavo con  $K = 115$  per PVC  $143$  per EPR

I risultati sono riportati nelle tabelle riepilogative allegate.

Per gli interruttori è stato assunto come  $I^2 t$  il valore massimo fornito dal costruttore, indipendentemente dalle correnti di corto circuito effettive, ipotizzando perciò le condizioni più gravose.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 00 E CV CL CA20B1 003 A00 RELAZIONE DI COORDINAMENTO PROTEZIONI
	Foglio 16 di 20

## 7. IMPIANTO DI TERRA – CABINA C2

### 7.1. Messa a Terra del Neutro – Trafo TR1

Corrente di cortocircuito massima Fase-Terra al secondario del trasformatore:

$$I_k = 15193 \text{ A}$$

Corrente di cortocircuito riportata la primario :

$$I'_k = 405 \text{ A}$$

La corrente è interrotta dalla protezione di media tensione (prot. 50) in 0.03s più tempo di apertura dell'interruttore (70/90ms)

Il collegamento sarà realizzato in cavo con isolamento in PVC di colore giallo-verde, che dovrà avere sezione:

$$S \geq \frac{I_k \sqrt{t}}{K} \geq \frac{15193 \sqrt{0.12}}{143} \geq 36,8 \text{ mm}^2 \Rightarrow 50 \text{ mm}^2$$

### 7.2. Messa a Terra del Trasformatore – Trafo TR1

La corrente di guasto più elevata che può interessare il conduttore di messa a terra della massa del trasformatore, si verifica per un guasto fase-terra sul secondario del trasformatore ( $I_k=24\text{kA}$ ) come per la messa a terra del neutro.

Pertanto si utilizzerà un cavo identico a quello di messa a terra del neutro.

### 7.3. Conduttore di protezione del quadro QEG-C2

A favore della sicurezza si considera che la corrente di guasto più elevata che può interessare il conduttore di protezione sia la stessa corrente di cortocircuito ai morsetti del trasformatore, da cui:

$$S \geq \frac{I_k \sqrt{t}}{K} \geq \frac{15193 \sqrt{0.05}}{143} \geq 23,7 \text{ mm}^2 \Rightarrow 50 \text{ mm}^2$$

Sempre realizzata in cavo con isolamento in PVC di colore giallo-verde.



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51 00 E CV CL CA20B1 003 A00 RELAZIONE DI COORDINAMENTO PROTEZIONI
	Foglio 17 di 20

## 8. IMPIANTO DI TERRA – CABINA C3

### 8.1. Messa a Terra del Neutro – Trafo TR1

Corrente di cortocircuito massima Fase-Terra al secondario del trasformatore:

$$I_k = 24056 \text{ A}$$

Corrente di cortocircuito riportata la primario :

$$I'_k = 641 \text{ A}$$

La corrente è interrotta dalla protezione di media tensione (prot. 50) in 0.03s più tempo di apertura dell'interruttore (70/90ms)

Il collegamento sarà realizzato in cavo con isolamento in PVC di colore giallo-verde, che dovrà avere sezione:

$$S \geq \frac{I_k \sqrt{t}}{K} \geq \frac{24056 \sqrt{0.12}}{143} \geq 58,3 \text{ mm}^2 \Rightarrow 70 \text{ mm}^2$$

### 8.2. Messa a Terra del Trasformatore – Trafo TR1

La corrente di guasto più elevata che può interessare il conduttore di messa a terra della massa del trasformatore, si verifica per un guasto fase-terra sul secondario del trasformatore ( $I_k=24\text{kA}$ ) come per la messa a terra del neutro.

Pertanto si utilizzerà un cavo identico a quello di messa a terra del neutro.

### 8.3. Conduttore di protezione del quadro QEG-C2

A favore della sicurezza si considera che la corrente di guasto più elevata che può interessare il conduttore di protezione sia la stessa corrente di cortocircuito ai morsetti del trasformatore, da cui:

$$S \geq \frac{I_k \sqrt{t}}{K} \geq \frac{24056 \sqrt{0.05}}{143} \geq 37,6 \text{ mm}^2 \Rightarrow 70 \text{ mm}^2$$

Sempre realizzata in cavo con isolamento in PVC di colore giallo-verde.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51 00 E CV CL CA20B1 003 A00 RELAZIONE DI COORDINAMENTO PROTEZIONI
	Foglio 18 di 20

## 9. IMPIANTO DI TERRA – CABINA C4

### 9.1. Messa a Terra del Neutro – Trafo TR1

Corrente di cortocircuito massima Fase-Terra al secondario del trasformatore:

$$I_k = 15193 \text{ A}$$

Corrente di cortocircuito riportata la primario :

$$I'_k = 405 \text{ A}$$

La corrente è interrotta dalla protezione di media tensione (prot. 50) in 0.03s più tempo di apertura dell'interruttore (70/90ms)

Il collegamento sarà realizzato in cavo con isolamento in PVC di colore giallo-verde, che dovrà avere sezione:

$$S \geq \frac{I_k \sqrt{t}}{K} \geq \frac{15193 \sqrt{0.12}}{143} \geq 36,8 \text{ mm}^2 \Rightarrow 50 \text{ mm}^2$$

### 9.2. Messa a Terra del Trasformatore – Trafo TR1

La corrente di guasto più elevata che può interessare il conduttore di messa a terra della massa del trasformatore, si verifica per un guasto fase-terra sul secondario del trasformatore ( $I_k=24\text{kA}$ ) come per la messa a terra del neutro.

Pertanto si utilizzerà un cavo identico a quello di messa a terra del neutro.

### 9.3. Conduttore di protezione del quadro QEG-C2

A favore della sicurezza si considera che la corrente di guasto più elevata che può interessare il conduttore di protezione sia la stessa corrente di cortocircuito ai morsetti del trasformatore, da cui:

$$S \geq \frac{I_k \sqrt{t}}{K} \geq \frac{15193 \sqrt{0.05}}{143} \geq 23,7 \text{ mm}^2 \Rightarrow 50 \text{ mm}^2$$

Sempre realizzata in cavo con isolamento in PVC di colore giallo-verde.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51 00 E CV CL CA20B1 003 A00 RELAZIONE DI COORDINAMENTO PROTEZIONI	Foglio 19 di 20

## 10. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

### 10.1. Guasto a terra lato MT

Per guasto a terra lato MT 15kV la normativa applicabile è la CEI 99-3.

Il sistema di distribuzione risulta in configurazione IT, per cui la corrente di guasto è convenzionalmente pari a :

$$I_F = U(0,003 \cdot L_1 + 0,2 \cdot L_2)$$

Dove:

U è la tensione nominale tra le fasi della rete in kV:

L<sub>1</sub> è la somma delle lunghezze in km delle linee aeree;

L<sub>2</sub> è la somma delle lunghezze in km delle linee in cavo, ordinariamente collegate metallicamente fra loro durante il funzionamento della rete in condizioni normali.

Da cui:  $I_F = 15 \cdot (0,2 \cdot 0,5) = 1,5A$

Considerando un tempo di eliminazione del guasto superiore a 1 secondo le tensioni di contatto (V<sub>c</sub>) e di passo (V<sub>p</sub>) non dovranno superare il valore di 120 V, secondo la Norma citata.

Al termine dei lavori di realizzazione dell'impianto sarà misurata la resistenza di terra che dovrà soddisfare la seguente relazione prevista dalla stessa Norma :

$$R_E \leq \frac{U_{Tp}}{I_f} \leq \frac{120}{1,5} \leq 80\Omega$$

Si ritiene che tale valore sia facilmente ottenibile.

### 10.2. Guasto a terra lato b.t.

In caso di guasto a terra lato b.t. la normativa applicabile è la CEI 64-8 art. 413.1.3.3. valida per i sistemi TN :

$$Z_s I_a \leq V_0 \quad \text{ovvero} \quad I_a \leq V_0 / Z_s$$

dove : I<sub>a</sub> = corrente di intervento in un tempo stabilito dell'interruttore (0.4 s)

V<sub>0</sub> = tensione verso terra (230 V)

Z<sub>s</sub> = impedenza dell'anello di guasto

Nelle tabelle riepilogative sono riportati i valori delle impedenze degli anelli di guasto dei vari circuiti, calcolate con la formula :

$$Z_t = Z_c + Z_{pe} \quad (\text{somma vettoriale})$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51 00 E CV CL CA20B1 003 A00 <b>RELAZIONE DI COORDINAMENTO PROTEZIONI</b>	Foglio 20 di 20

dove :  $Z_c$  = impedenza del conduttore di fase

$Z_{pe}$  = impedenza del conduttore di protezione

Nel nostro caso tutti i circuiti saranno protetti da interruttore differenziale con  $I_d \leq 3 A$  , per cui si ritiene che la condizione della Norma sia abbondantemente soddisfatta nonostante le approssimazioni introdotte nel calcolo.

Genova, 30 ottobre 2014

il progettista