

**NUOVA LINEA TORINO LIONE - NOUVELLE LIGNE LYON TURIN
PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE - PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE
SEZIONE TRANSFRONTALIERE PARTE IN TERRITORIO ITALIANO
SECTION TRANSFRONTALIERE PARTIE EN TERRITOIRE ITALIEN**

**LOTTO COSTRUTTIVO 1 /LOT DE CONSTRUCTION 1
CANTIERE OPERATIVO 04C /CHANTIER DE CONSTRUCTION 04C
SVINCOLO DI CHIOMONTE IN FASE DI CANTIERE
ECHANGEUR DE CHIOMONTE DANS LA PHASE DE CHANTIER
PROGETTO ESECUTIVO - ETUDES D'EXECUTION
CUP C11J05000030001 - CIG 6823295927**

**ILLUMINAZIONE E IMPIANTI ELETTRICI
CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO CIRCUITI ELETTRICI**

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	28/02/2017	Première diffusion / Prima emissione	C.BELTRAMI (-)	A.LOVISOLO (MUSINET ENG.)	C.GIOVANNETTI (MUSINET ENG.)
A	30/09/2017	Révision suite aux commentaires TELT / Revisione a seguito commenti TELT	A.BIANCHI (MUSINET ENG.)	A.LOVISOLO (MUSINET ENG.)	C.GIOVANNETTI (MUSINET ENG.)
B	29/06/2018	Modifications tire du project/ Modifica titolo progetto	A.BIANCHI (MUSINET ENG.)	A.LOVISOLO (MUSINET ENG.)	L.BARBERIS (MUSINET ENG.)

1	0	4	C	C	1	6	1	6	6	N	V	0	2	T	7
Cat.Lav. Cat.Trav.	Lotto/Lot	Contratto/Contrat				Opera/Oeuvre				Tratto Tronçon	Parte Partie				

E	C	L	I	L	1	3	0	1	B
Fase Phase	Tipo documento Type de document	Oggetto Object		Numero documento Numéro de document				Indice Index	

IL PROGETTISTA/LE DESIGNER



Dott. Arch. Corrado GIOVANNETTI
Albo di Torino
N° 2736

**INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE/
/INTEGRATION SPECIALISTE**



Dott. Ing. Andrea LOVISOLO
Albo di Torino
N° 11173 S

SCALA / ÉCHELLE

-

L'APPALTATORE/L'ENTREPRENEUR

IL DIRETTORE DEI LAVORI/LE MAÎTRE D'ŒUVRE

SOMMAIRE / INDICE

1. INTRODUZIONE	1
2. DIMENSIONAMENTO BASSA TENSIONE	2
2.1 Metodologia di calcolo	2
2.1.1 Protezione contro i sovraccarichi	2
2.1.2 Protezione contro i cortocircuiti	2
2.1.3 Protezione contro i contatti indiretti	3
2.1.4 Energia specifica passante	3
2.1.5 Caduta di tensione	4
2.1.6 Temperatura a regime del conduttore	4
2.1.7 Lunghezza max protetta per guasto a terra	4
2.1.8 Lunghezza max	5
2.2 Formule di calcolo e verifica	6
2.2.1 Correnti di cortocircuito	6
2.2.2 Fattore di tensione	6
2.2.3 Verifica della chiusura in cortocircuito	8
2.2.4 Valore di cresta Ip della corrente di cortocircuito	8
2.3 Dati interpretativi	10
2.3.1 Dati relativi alla linea	10
2.3.2 Secondo Tabelle UNEL 35024/1	10
2.3.3 Secondo Rapporto CENELEC RO 64-001 1991	10
2.3.4 Secondo Tabelle UNEL 35024/70	10
2.3.5 Dati relativi alla protezione	11
2.3.6 Parametri elettrici	11
3. ALLEGATI	12
3.1 QILL-E – Quadro illuminazione esistente cabina SITAF – TL09	12
3.2 QSVRN – Quadro illuminazione svincolo e rinforzo Galleria Giaglione – TL09 ..	13

LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

-

1. INTRODUZIONE

1.1 Oggetto

Nell'ambito dei lavori di costruzione del nuovo svincolo della Maddalena sull'Autostrada A32, in comune di Chiomonte, è necessario provvedere all'alimentazione elettrica delle rampe di accesso ed uscita dello svincolo.

Come già evidenziato nella relazione tecnica, elaborato 104C_C16166_NV02_T_7_E_CL_IE_1300, gli impianti elettrici di illuminazione delle rampe di salita/discesa dovranno essere ribaltati e alimentati dalla cabina elettrica TL09 SITAF esistente (Autostrada A32), all'imbocco della Galleria Giaglione.

In fase definitiva l'alimentazione sarà quindi derivata da un nuovo quadro "illuminazione svincolo e rinforzo Galleria Giaglione" (QSVRN) da installarsi all'interno della suddetta cabina, che oltre alle rampe di salita/discesa, alimenterà in nuovo impianto di illuminazione di rinforzo della Galleria Giaglione, da installarsi in uscita dalla canna Nord direzione Bardonecchia lato Francia. Quest'ultimo dovrà essere alimentato da un nuovo interruttore magnetotermico da installarsi all'interno del quadro elettrico di illuminazione esistente, interno alla cabina stessa.

1.2 Scopo

Il presente documento tratta le metodologie di calcolo ed i risultati relativamente al dimensionamento delle linee di bassa tensione.

Gli allegati in coda al documento sintetizzano i risultati dei calcoli di dimensionamento di bassa tensione.

2. DIMENSIONAMENTO BASSA TENSIONE

2.1 Metodologia di calcolo

Sono di seguito indicate le metodologie utilizzate per la compilazione delle schede tecniche di calcolo e verifica allegate alla presente relazione.

2.1.1 Protezione contro i sovraccarichi

(Secondo Norma CEI 64-8/4 - 433.2)

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

ove:

I_b = Corrente di impiego del circuito

I_n = Corrente nominale del dispositivo di protezione

I_z = Portata in regime permanente della conduttura

I_f = Corrente di funzionamento del dispositivo di protezione

2.1.2 Protezione contro i cortocircuiti

(Secondo Norma CEI 64-8/4 - 434.3)

$$I_{ccMax} \leq P.d.i.$$

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

ove:

I_{ccMax} = Corrente di cortocircuito massima

P.d.I. = Potere di interruzione apparecchiatura di protezione

I^2t = Integrale di Joule della corrente di cortocircuito presunta (valore letto sulle curve delle apparecchiature di protezione)

K = Coefficiente della conduttura utilizzata

115 per cavi isolati in PVC

135 per cavi isolati in gomma naturale e butilica

143 per cavi isolati in gomma etilenpropilenica e polietilene reticolato

S = Sezione della conduttura

2.1.3 Protezione contro i contatti indiretti

(Norma CEI 64-8/4 - 413.1.3.3/413.1.4.2/413.1.5.3/413.1.5.5/413.1.5.6)

Per i sistemi TN se è soddisfatta la condizione:

$$Z_s \times I_a \leq U_o$$

ove:

$U_o =$	Tensione nominale in c.a., valore efficace tra fase e terra, in Volt
$Z_s =$	Impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo e di protezione tra punto di guasto e la sorgente
$I_a =$	Valore in Ampere, della corrente di intervento in 5 sec. o secondo le tabelle CEI 64-8/4 - 41A e/o 48A del dispositivo di protezione

2.1.4 Energia specifica passante

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

ove:

$I^2t =$	valore dell'energia specifica passante letto sulla curva I^2t della protezione in corrispondenza delle correnti di corto circuito
$K^2S^2 =$	Energia specifica passante sopportata dalla conduttura
$K =$	coefficiente del tipo di cavo (115,135,143)
$S =$	sezione della conduttura

2.1.5 Caduta di tensione

$$\Delta V = K \times I_b \times L \times (R_l \cos \varphi + X_l \sin \varphi)$$

ove:

I_b =	corrente di impiego I_b o corrente di taratura I_n espressa in A
R_l =	resistenza (alla T_R) della linea in Ω/km
X_l =	reattanza della linea in Ω/km
K =	2 per linee monofasi - 1,73 per linee trifasi
L =	lunghezza della linea

2.1.6 Temperatura a regime del conduttore

Il conduttore attraversato da corrente dissipa energia che si traduce in un aumento della temperatura del cavo. La temperatura viene calcolata come di seguito indicato:

$$T_R = T_Z \times n^2 - T_A (n^2 - 1)$$

ove:

T_R =	è la temperatura a regime espressa in °C
T_Z =	è la temperatura massima di esercizio relativa alla portata espressa in °C
T_A =	è la temperatura ambiente espressa in °C
n =	è il rapporto tra la corrente d'impiego I_b e la portata I_z del cavo, ricavata dalla tabella delle portate adottata dall'utente (Unel 35024/70, IEC 364-5-523, CEI - Unel 35024/1)

2.1.7 Lunghezza max protetta per guasto a terra

$$I_{cc \text{ min a fondo linea}} > I_{int}$$

ove:

$I_{cc \text{ min}}$ =	corrente di corto circuito minima tra fase e protezione calcolata a fondo linea considerando la sommatoria delle impedenze di protezione a monte del tratto in esame.
I_{int} =	corrente di corto circuito necessaria per provocare l'intervento della protezione entro 5 secondi o nei tempi previsti dalle tabelle CEI 64-8/4 - 41A, 41B e 48A . (valore rilevato dalla curva I^2t della protezione) o, infine, il valore di intervento differenziale.

2.1.8 Lunghezza max

Lunghezza massima determinata oltre che dalla lunghezza massima per guasto a terra, anche dalla corrente di corto circuito a fondo linea (se richiesta la verifica) e dalla caduta di tensione a fondo linea.

2.2 Formule di calcolo e verifica

2.2.1 Correnti di cortocircuito

$$I_{cc} = \frac{U_n * C}{k * Z_{cc}}$$

ove

per I_{cc} trifase: U_n = tensione concatenata

C = fattore di tensione

$$K = \sqrt{3}$$

$$Z_{CC} = \sqrt{\sum R_{fase}^2 + \sum X_{fase}^2}$$

per I_{cc} fase-fase: U_n = tensione concatenata

C = fattore di tensione

$$K = 2$$

$$Z_{CC} = \sqrt{\sum R_{fase}^2 + \sum X_{fase}^2}$$

per I_{cc} fase-neutro: U_n = tensione concatenata

C = fattore di tensione

$$K = \sqrt{3}$$

$$Z_{CC} = \sqrt{(\sum R_{fase} + \sum R_{neutro})^2 + (\sum X_{fase} + \sum X_{neutro})^2}$$

per I_{cc} fase-protezione: U_n = tensione concatenata

C = fattore di tensione

$$K = \sqrt{3}$$

$$Z_{CC} = \sqrt{(\sum R_{fase} + \sum R_{protez.})^2 + (\sum X_{fase} + \sum X_{protez.})^2}$$

2.2.2 Fattore di tensione

Il fattore di tensione e la resistenza dei cavi assumono valori differenti a seconda della corrente di cortocircuito calcolata. I valori assegnati sono riportati nella tabella seguente:

	IccMAX	Iccmin
C	1	0.95
R	$R_{20^{\circ}\text{C}}$	$R = \left[1 + 0.004 \frac{1}{^{\circ}\text{C}} (\theta_e - 20^{\circ}\text{C}) \right] R_{20^{\circ}\text{C}}$ (Norma CEI 11-28 Pag. 11 formula (7))

dove la $R_{20^{\circ}\text{C}}$ è la resistenza del cavo a 20°C e θ_e è la temperatura impostata dall'utente nella impostazione dei parametri per il calcolo.

Il valore della $R_{20^{\circ}\text{C}}$ viene riportato nella tabella “Resistenze e Reattanze” riportata di seguito.

2.2.3 Verifica della chiusura in cortocircuito

(Norme CEI EN 60947-2)

$$I_P \leq I_{CM}$$

Dove:

I_P = è il valore di cresta della corrente di cortocircuito (massimo valore possibile della corrente presunta di cortocircuito)

I_{CM} = è il valore del potere di chiusura nominale in cortocircuito

2.2.4 Valore di cresta I_P della corrente di cortocircuito

Il valore di cresta I_P è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.2 da:

$$I_P = K_{CR} \times \sqrt{2} \times I_K''$$

Dove:

I_K'' = è la corrente simmetrica iniziale di cortocircuito

K_{CR} = è il coefficiente correttivo ricavabile dalla seguente formula:

$$K_{CR} = 1,02 + 0,98 e^{3 \cdot R_{cc} / X_{cc}}$$

Il valore di I_{CM} è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.1 da:

$$I_{CM} = I_{CU} \cdot n$$

ove:

I_{CU} = è il valore del potere di interruzione estremo in cortocircuito

n = è un coefficiente da utilizzare in funzione della tabella normativa di seguito riportata

Estratto dalla Tabella 2 – Rapporto n tra potere di chiusura e potere di interruzione in cortocircuito e fattore di potenza relativo (interruttori per corrente alternata)

Potere di interruzione in cortocircuito kA valore efficace	Fattore di potenza	Valore minimo del fattore n $n = \frac{\text{potere di interruzione in cortocircuito}}{\text{potere di chiusura in cortocircuito}}$
$4,5 \leq I \leq 6$	0,7	1,5

Illuminazione e impianti elettrici – Calcoli di dimensionamento circuiti elettrici

$6 < I \leq 10$	0,5	1,7
$10 < I \leq 20$	0,3	2,0
$20 < I \leq 50$	0,25	2,1
$50 < I$	0,2	2,2

2.3 Dati interpretativi

2.3.1 Dati relativi alla linea

Sigla = identificativo alfanumerico introdotto nello schema

Sezione = formazione e sezione della conduttura
es.: 4X50+PE16 per cavo di neutro = cavo di fase
es.: 2Fj+1Nh+PEg per cavo di neutro diverso dal cavo di fase o con cavi fase (F), neutro (N), protezione (PE); in parallelo (1F, 2F, 3F ecc.).
(la lettera minuscola indica la sezione ed è riportata di seguito nelle tabelle)

lunghezza = lunghezza della conduttura in metri

2.3.2 Secondo Tabelle UNEL 35024/1

modalità di posa = stringa codificata di quattro elementi es.115/1U__2/30/1
Tipo isolante (115 = PVC, 143 = EPR)
Rif. metodo d'installazione _Rif. tipo di posa secondo CEI 64-8
Temperatura di esercizio
Coefficiente correttivo di portata

2.3.3 Secondo Rapporto CENELEC RO 64-001 1991

modalità di posa = stringa codificata di quattro elementi es.115/A2__2/30/1
Tipo isolante (115 = PVC, 143 = EPR)
Rif. metodo d'installazione _Rif. tipo di posa secondo CEI 64-8 (vedere tabelle dei paragrafi 4.2.2 e 4.2.3)
Temperatura di esercizio
Coefficiente correttivo di portata

2.3.4 Secondo Tabelle UNEL 35024/70

modalità di posa = stringa codificata di quattro elementi (es.115/01-01/30/1)
Tipo isolante (115 = PVC, 135 = Gomma G2, 143 = EPR)
Colonne portate/modo (vedere tabella nella pagina successiva)
Temperatura di esercizio
Coefficiente correttivo di portata

2.3.5 Dati relativi alla protezione

(letti da archivio apparecchiature)

tipo e curva =	Stringa di testo del tipo di apparecchiatura
numero dei poli =	Poli dell'apparecchiatura
corrente nominale (I_n) =	Corrente di taratura della protezione
potere di interruzione (P.d.I.) =	Potere di interruzione della apparecchiatura
corrente differenziale (I_d) =	Corrente differenziale della protezione
corrente di intervento =	Corrente di intervento della protezione

2.3.6 Parametri elettrici

$I^2t \leq K^2S^2$ (valori calcolati o letti sull'archivio apparecchiature)

I_{cc} max a fondo linea =	Corrente di corto circuito massima a fine linea
I_{gt} fase/protezione a f.l. =	Corrente di corto circuito minima a fondo linea
I^2t inizio linea =	Energia specifica passante massima ad inizio linea
I^2t fondo linea =	Energia specifica passante massima a fondo linea
K^2S^2 =	Energia specifica passante sopportata dalla conduttura
I_b =	Corrente nominale del carico
I_n =	Corrente di taratura della protezione
I_z =	Portata della conduttura
I_f =	Corrente di funzionamento della protezione
C.d.t. con I_b =	Caduta di tensione con la corrente del carico
C.d.t. con I_n =	Caduta di tensione con la corrente di taratura
Lungh. max protetta per g.t. =	Lunghezza massima della conduttura per avere un valore di corto circuito tra fase e protezione tale da garantire l'apertura automatica dell'organo di protezione entro i 5 secondi, o secondo la tabella CEI 64-8/4 - 41A
Lunghezza max =	Lunghezza massima della conduttura per avere un valore di corto circuito tra fase e protezione tale da garantire l'apertura automatica dell'organo di protezione entro i 5 secondi, o secondo la tabella CEI 64-8/4 - 41A, per avere un corto circuito Trifase / Fase - Fase / Fase - Neutro superiore alla corrente di intervento della protezione (se richiesta la verifica), per avere una caduta di tensione inferiore al valore massimo impostato.

3. ALLEGATI

3.1 QILL-E – Quadro illuminazione esistente cabina SITAF – TL09

Quadro: QUADRO GENERALE ILLUMINAZIONE ESISTENTE					Tavola:			Impianto: Progetto Impianto Elettrico - CABINA ELETTRICA TL09														
Sistema di distribuzione: TN-S					Resistenza di terra [Ohm] 0,5			C.d.t. Max ammessa % 4		Ik di barratura [kA]: 7,07				Tensione [V]: 6.000/400								
Circuito					Apparecchiatura			Corto circuito								Sovraccarico			Test			
Lunghezza ≤ Lunghezza max								Ik max ≤ P.d.I.				I²t ≤ K²S²				I_b ≤ I_n ≤ I_c			I_Δ ≤ 1,45 I_c			
C.d.t. % con I_b ≤ C.d.t. max																						
												FASE		NEUTRO		PROTEZIONE						
Sigla utenza	Sezione	L	L max	C.d.t.% con I_b	Tipo	Distribuzione	I_a	P.d.I.	Ik max	I di Int. Prot.	I gt Fondo Linea	I²t max Inizio Linea	K²S²	I²t max Inizio Linea	K²S²	I²t max Inizio Linea	K²S²	I_b	I_n	I_c	I_Δ	1.45 I_c
	[mm ²]	[m]	[m]	[%]			[A]	[kA]	[kA]	[A]	[A]	[A ² S]	[A ² S]	[A ² S]	[A ² S]	[A ² S]	[A ² S]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]
22	35G25	10	484	0,5	Imod-C	Quadripolare	1- CLAC	10	7,06	1	4,122	3,40E+04	128E+07	2,69E+04	128E+07	3,03E+04	128E+07	23	32	84	42	22 SI

3.2 QSVRN – Quadro illuminazione svincolo e rinforzo Galleria Giaglione – TL09

Quadro: QUADRO ILLUM. SVINCOLO E RINFORZO GIAGLIONE - QSVRN					Tavola:		Impianto: Progetto Impianto Elettrico - CABINA ELETTRICA TL09																				
Sistema di distribuzione: TN-S					Resistenza di terra [Ohm]		0,5		C.d.t. Max ammessa %				4 Ik di barratura [kA]:				6,32		Tensione [V]: 6.000/400								
Circuito					Apparecchiatura			Corto circuito											Sovraccarico			Test					
Lunghezza ≤ Lunghezza max								Ik max ≤ P.d.I.				I²t ≤ K²S²											I₀ ≤ Iₙ ≤ I₂			I₁ ≤ 1,45 I₂	
C.d.t. % con Iₙ ≤ C.d.t. max																											
												FASE		NEUTRO		PROTEZIONE											
Sigla utenza	Sezione	L	L max	C.d.t.% con Ib	Tipo	Distribuzione	Iₙ	P.d.I.	Ik max	I di Int. Prot.	Igt Fondo Linea	I²t max Inizio Linea	K² S²	I²t max Inizio Linea	K² S²	I²t max Inizio Linea	K² S²	I₀	Iₙ	I₂	I₁	145I₁					
	[mm²]	[m]	[m]	[%]			[A]	[kA]	[kA]	[A]	[A]	[A² S]	[A² S]	[A² S]	[A² S]	[A² S]	[A² S]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]					
IG	---	---	---	0,54	Imod-C	Quadrifilare	1- Cl. A	10	6,32	0,5	3,729	---	---	---	---	---	---	23	25	---	33	---					
I1	---	---	---	0,54	Imod-C	Monofase L1+N	0,3- Cl. AC	10	4,86	0,3	2,55	---	---	---	---	---	---	0	10	---	13	---					
I2	4(x15)+(PE35)	852	1238	2,93	Imod-C	Quadrifilare	0,3- Cl. AC	10	5,9	0,3	100	106E+04	5,23E+06	5,94E+03	5,23E+06	8,32E+03	3,79E+07	5,741	16	58	21	85					
I3	4(x15)+(PE35)	670	1658	1,95	Imod-C	Quadrifilare	0,3- Cl. AC	10	5,9	0,3	127	106E+04	5,23E+06	5,94E+03	5,23E+06	8,32E+03	3,79E+07	4,298	16	58	21	85					
I4	4(x10)+(PE10)	160	365	2,07	Imod-C	Quadrifilare	0,3- Cl. AC	10	5,9	0,3	238	2,45E+04	2,04E+06	153E+04	2,04E+06	193E+04	3,10E+06	12	32	43	42	63					
I5	2(x15)+(PE15)	10	365	0,67	Imod-C	Monofase L1+N	0,3- Cl. AC	10	4,86	0,3	473	126E+03	4,60E+04	8,75E+02	4,60E+04	126E+03	6,97E+04	0,962	6	15	7,8	22					