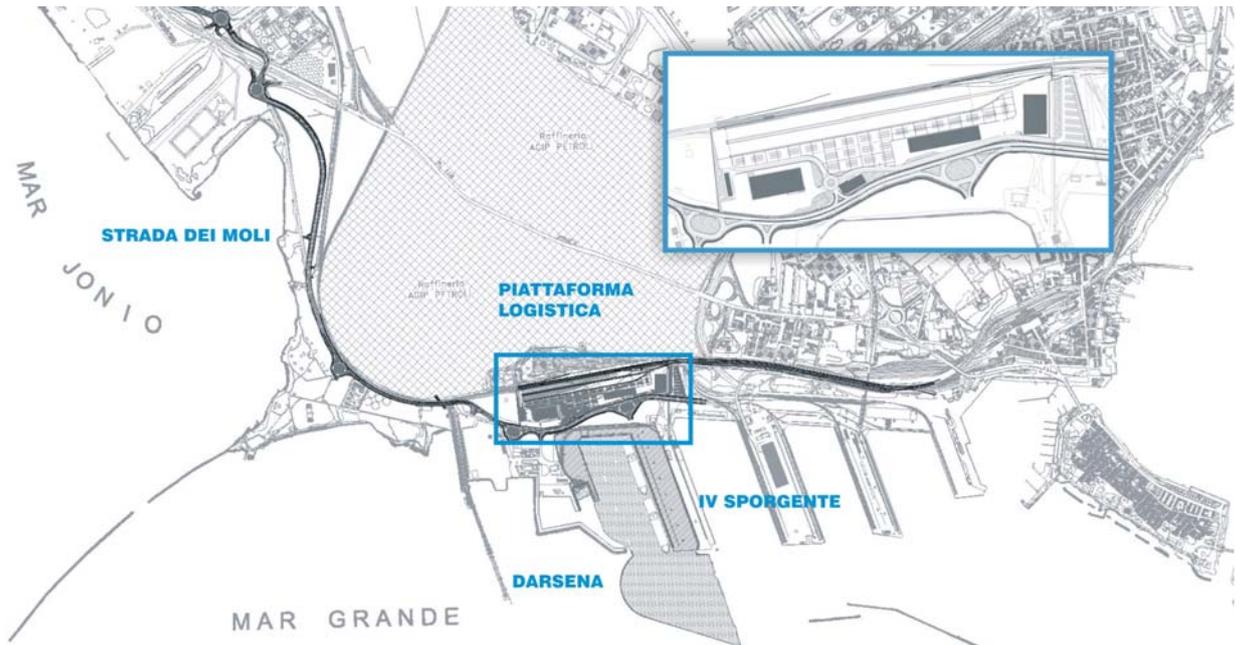




Titolo PROGETTO DEFINITIVO Piattaforma Logistica - Autorimessa - Relazione impianto elettrico e calcolo probabilistico contro i fulmini			Documento no. 123.700 E1 UCG I 015	Rev 01	Pag. 1	di 19
			 Autorità Portuale di Taranto			
Tipo doc. LRL	Emesso da DTP	Commessa no. 123-700	Progetto: Piastra Portuale di Taranto Legge obiettivo delibera CIPE 74/03 Responsabile del procedimento: Ing. D. Daraio			



Progettazione 		Consulenti Progettisti   Il Direttore Tecnico: Dott. Ing. Andrea PANIZZA					
---	--	---	--	--	--	--	--

P	A	M.Canonero	M.Canonero	A.Panizza	G.Geddo	01	Prima Emissione	29-09-2006
P	A	M.Canonero	M.Canonero	A.Panizza	G.Geddo	00	Emissione in bozza	31-05-2006
St.	Sc.	Redatto	Controllato	Controllato	Approvato	Rev.	Tipo di revisione	Data

SOCIETA' DI PROGETTO:

TARANTO LOGISTICA S.p.A.



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG I 015	01	2	19

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	3
3	CONSISTENZA E TIPOLOGIA D’INSTALLAZIONE.....	4
	IMPIANTO ELETTRICO – DISTRIBUZIONE PRINCIPALE.....	4
	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE GENERALE E DI EMERGENZA.....	5
	IMPIANTO DI TERRA.....	5
	IMPIANTO DI PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE.....	5
4	PROTEZIONI CONTRO LE TENSIONI DI CONTATTO.....	6
	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI PER UN GUASTO SULLA BASSA TENSIONE.....	6
	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI.....	6
	<i>Canalizzazioni.....</i>	6
	<i>Scatole di derivazione.....</i>	7
	<i>Giunzioni.....</i>	8
5	LINEE ELETTRICHE BT IN PARTENZA DAI QUADRI.....	9
6	DIMENSIONAMENTO CAVI.....	10
	CALCOLI DI VERIFICA.....	11
	<i>Protezione contro i sovraccarichi (CEI 64.8/4 - 433.2).....</i>	11
	<i>Protezione contro i Corto Circuiti (CEI 64.8/4 - 434.3).....</i>	11
	<i>Protezione contro i Contatti indiretti (CEI 64.8/4 - 413.1.3.3/413.1.4.2).....</i>	11
	<i>Correnti di cortocircuito.....</i>	12
	<i>Verifica dell’energia specifica passante.....</i>	13
	<i>Caduta di tensione.....</i>	13
	<i>Temperatura a regime del conduttore.....</i>	13
	<i>Lunghezza max protetta.....</i>	13
7	CALCOLO PROBABILISTICO CONTRO I FULMINI.....	14
	ALLEGATO 1 – DIMENSIONAMENTO CAVI.....	16



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG I 015	01	3	19

1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione è la progettazione dell'impianto elettrico del parcheggio della piattaforma logistica in intersezione, considerando che trattasi di un'utenza alimentata dall'Ente erogatore in media tensione (20 kV) e distribuita attraverso proprie cabine di trasformazione MT/bt (20/0,4 kV).

Gli interventi previsti dal presente progetto rispondono alle disposizioni del DPR 27/04/55 n° 547, alla Legge 1/3/68 n° 186, alla Legge 5/3/90 n° 46, DPR 6/12/91 n° 447 e successivo DL 19/09/94 n° 626 riguardano:

- le modifiche nel quadro elettrico bassa tensione 3 (Q.b.t.3);
- il dimensionamento delle apparecchiature installate nel quadro generale autorimessa, (Q.g.a.);
- il dimensionamento delle linee di alimentazione dei circuiti luce del fabbricato in oggetto e dell'impianto di lavaggio automobili;
- l'impianto di illuminazione di servizio e di emergenza;
- l'impianto di terra;
- l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche.

Ogni intervento verrà analizzato nei paragrafi successivi, indicando le caratteristiche di ciascun impianto, i dati principali e le tipologie dei materiali.

Sarà previsto un impianto di illuminazione di servizio distribuito uniformemente in tutto il locale; l'illuminazione di emergenza sarà ubicata lungo le corsie di esodo.

Sarà prevista inoltre l'alimentazione di un impianto lavaggio automobili.

2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- Norme CEI 0-2 - Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- Norme CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo;
- Norme CEI 11-25 - Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata;
- Norme CEI 17-5 - Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici;
- Norme CEI 17-11 - Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 3: Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra - sezionatori e unità combinate con fusibili;
- Norme CEI 17-13/1 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri bt.);
- Norme CEI 17-13/2 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri bt), prescrizioni particolari per i condotti sbarre;
- Norme CEI 17-13/3 - Apparecchiature di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri bt.);
- Norme CEI 20-20 - Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- Norme CEI 20-22/II - Cavi non propaganti l'incendio;
- Norme CEI 20-40 - Guida per l'uso di cavi a bassa tensione;
- Norme CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG I 015	01	4	19

- CENELEC, R 64.001 - Portate di corrente in conduttori e cavi;
- CEI-UNEL 35024/1 - Portate dei cavi, in rame, di bassa tensione: per cavi isolati con materiale elastomerico o termoplastico;
- DPR 27/4/55 n° 547 - “Norme generali Prevenzioni infortuni”;
- Legge 18/10/77 n° 791/77 - “Requisiti materiali elettrici e contrassegni IMQ per i prodotti autorizzati”;
- Legge 1°/3/68 n° 186 - “Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchine e la esecuzione di impianti e installazioni elettrici ed elettronici”;
- Legge 5/3/90 n° 46 - “Norme per la sicurezza degli impianti”;
- DPR 6/12/91 n°447 - “Regolamento di attuazione della Legge 46/90 in materia di sicurezza degli impianti”;
- DPR 19/3/56 n° 303 - “Norme generali per l’igiene sul lavoro”;
- DL 19/09/94 n° 626 - “Attuazione delle direttive 89/391 CEE, 89/654 CEE, 89/655 CEE, 89/656 CEE, 90/269 CEE, 90/270 CEE, 90/394 CEE e 90/679 CEE, riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro”;
- CEI EN 62305-1: "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali"
- CEI EN 62305-2: "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 2: Gestione del rischio"
- CEI EN 62305-3: "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 3: Danno fisico e pericolo di vita"
- CEI EN 62305-4: "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture"
- CEI 81-3 : "Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per kilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico.

3 CONSISTENZA E TIPOLOGIA D’INSTALLAZIONE

Impianto elettrico – distribuzione principale

Nel quadro elettrico generale di bassa tensione n° 3 (Q.b.t.3), a valle dell’interruttore generale, sarà installato un interruttore, automatico magnetotermico, quadripolare, differenziale, $I_n = 175 \div 250$ A, $I_{ntar} = 225$ A, $I_{dtar} = 3$ A P.I. = 36 kA, collegato, attraverso una bobina di sgancio, ad un pulsante di emergenza, posto all’esterno del fabbricato in oggetto.

A valle dell’interruttore di cui sopra sarà derivata una linea in cavo, formazione 3F+N/2+PE, sigla FG7 R, avente sezione $3 \times 1 \times 120 + N1 \times 70 + PE1 \times 70$ mm², che andrà ad alimentare un sezionatore sottocarico, quadripolare, installato nel quadro generale autorimessa (Q.g.a.), $I_n = 250$ A, a valle del quale saranno derivate tutte le linee di alimentazione sopra indicate.

Esse saranno protette da idonei apparecchi di protezione e comando (i cui generali saranno dotati di dispositivo ad intervento differenziale), opportunamente dimensionati e coordinati con la propria conduttura di alimentazione, così come previsto dalle normative (vedi schema elettrico unifilare allegato).

Il sistema elettrico è classificato dalle norme di prima categoria, con propria cabina di trasformazione (sistema TN-S con conduttore di neutro e di protezione separato, Norme CEI 64-8).

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG I 015	01	5	19

Impianto di illuminazione generale e di emergenza

Per l'illuminazione generale dei locali in oggetto, seguendo le linee direttive delle norme di riferimento, che indicano la quantità e la qualità dell'illuminamento nei locali di lavoro, sarà rispettato il valore di illuminamento medio consigliato in base al tipo di locale e attività; saranno inoltre rispettati anche la tonalità di colore, il gruppo resa del colore e la classe di qualità per la limitazione dell'abbagliamento.

Per l'illuminazione dell'autorimessa saranno installati corpi illuminanti, in materiale plastico autoestinguente, aventi grado di protezione minimo IP55, completi di lampada fluorescente 2x58 W

Per l'illuminazione esterna saranno installati corpi illuminanti da esterno, tipo armatura stradale, corpo in alluminio pressofuso, aventi grado di protezione minimo IP55, completi di lampada a scarica di gas, tipo sodio alta pressione 250 W.

Per quanto riguarda l'impianto di illuminazione di emergenza e di sicurezza, così come previsto dal suindicato DPR 547/55 e DL 626/94, saranno installati corpi illuminanti, in materiale termoplastico autoestinguente, aventi grado di protezione minimo IP4X, completi di lampada fluorescente compatta 1x24 W, gruppo inverter e accumulatori ricaricabili al piombo (Pb), tempo di ricarica massimo 12 h, per un'autonomia di almeno 1,5 h.

Impianto di terra

L'impianto di terra sarà eseguito in conformità della normativa CEI di competenza (CEI 64-8 e CEI 11-1).

Saranno installati alcuni dispersori a croce, in appositi pozzetti ispezionabili, collegati tra loro utilizzando una corda in rame nuda, avente sezione 50 mm², che sarà riportata sul polo di terra, installato nel quadro generale autorimessa, dal quale partirà l'impianto di protezione dei fabbricati in oggetto.

Saranno effettuati alcuni collegamenti equipotenziali alla struttura metallica della tettoia, come indicato nelle planimetrie allegate.

Esso sarà costituito da conduttori in rame rivestiti con guaina in PVC di colore giallo/verde, viaggeranno insieme alle condutture di alimentazione ed avranno sezioni idonee in tutti i rami di riporto e di infittimento così come indicato nella Norma CEI 64-8.

Questi ultimi saranno costituiti da conduttori in rame di tipo flessibile, rivestiti con guaina in PVC di colore giallo/verde, aventi sezioni idonee in tutti i rami di riporto e di infittimento; essi avranno, comunque, sezione pari a quella dei conduttori attivi, se posati nella stessa conduttura, ed, infine, non inferiore a 2,5 mm², se posati separatamente e dove è prevista una protezione meccanica, e non inferiori a 4 mm², dove non è prevista una protezione meccanica.

Dovranno essere effettuate anche prove varie a campione di equipotenzialità e continuità elettrica di masse metalliche diverse, contenenti apparecchiature elettriche e di masse metalliche inerti per il conseguimento della equipotenzialità generale; dovrà essere misurata la resistenza di isolamento dell'impianto elettrico, effettuata tra ogni conduttore attivo e la terra delle linee principali, i cui valori dovranno risultare maggiori di quelli indicati nella tab. 61A delle Norme CEI 64-8/6.

Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche

E' stata eseguita una verifica per quanto riguarda la protezione contro le scariche atmosferiche.

Per determinare questi calcoli sono state seguite le indicazioni contenute nelle Norme CEI 81-1 e CEI 81-4, da cui è risultato che lo stabile in oggetto risulta essere **volume protetto**.

Maggiori dettagli sono riportati nello studio specifico allegato al presente progetto.

Anche se la struttura non necessita dell'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche non dobbiamo scordare che l'impianto elettrico generale potrebbe essere sottoposto ad una pericolosa sovratensione indotta,



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG I 015	01	6	19

provocata da una scarica atmosferica sulla linea di alimentazione o attraverso la linea della cabina di ricezione (fulminazione indiretta).

Considerando che l'impianto si trova in una zona orografica ad alto rischio si dovrà prevedere l'installazione di scaricatori, opportunamente coordinati con il ramo dell'impianto, collegati all'inizio nel quadro elettrico generale onde evitare che una fulminazione indiretta possa colpire l'impianto elettrico e, soprattutto, per proteggere le apparecchiature ad esso collegate.

Nel nostro caso si dovrà prevedere a valle del sezionatore sottocarico generale, installato nel quadro generale in oggetto, uno scaricatore, quadripolare, di tipo 2 con corrente transitoria di scarica massima 8/20 pari a 20 kA, tensione nominale $V_n = 400$ V, collegato con conduttori in rame, rivestiti con guaina in PVC, aventi sezione minima 25 mm².

4 PROTEZIONI CONTRO LE TENSIONI DI CONTATTO

Trattandosi di un sistema T-N, per la protezione contro i contatti indiretti sarà utilizzato il sistema “con interruzione automatica di circuito”.

Tutte le masse dell'impianto elettrico utilizzatore (masse bassa tensione), tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili nonché tutte le masse estranee esistenti nei due edifici, saranno collegate allo stesso impianto unico di terra, al quale sono collegate tutte le masse della media tensione (cabina di trasformazione) ed il neutro di bassa tensione del trasformatore.

Protezione contro i contatti indiretti per un guasto sulla Bassa Tensione

La protezione sarà effettuata interrompendo automaticamente l'alimentazione al circuito o al componente guasto entro un tempo convenzionale non superiore a 5 s per i circuiti di distribuzione e 0,4 s per i circuiti terminali, utilizzando dispositivi di massima corrente a tempo inverso o dispositivi a corrente differenziale; in sede di verifica dovrà essere misurata l'impedenza dell'anello di guasto sull'interruttore generale e su tutti i circuiti secondari, che dovrà soddisfare la condizione:

$$I_a \leq \frac{U_0}{Z_g}$$

dove U_0 è la tensione nominale in corrente alternata, valore efficace tra fase e terra; mentre per I_a si intende, nel caso di protezione con interruttore magnetotermico, la corrente di intervento magnetico; impiegando invece interruttore differenziale, per I_a si intende la corrente nominale di intervento del dispositivo differenziale.

Si precisa, comunque, che le prove e le misure menzionate sopra non sono oggetto di fornitura del progetto e non sono a carico della ditta appaltatrice.

Protezione contro i contatti diretti

Canalizzazioni

Le canalizzazioni da prevedere nelle varie condizioni impiantistiche dovranno essere:

- ◆ tubo a parete rigido, serie pesante, piegabile a freddo, colore grigio chiaro RAL 7035, autoestinguente, prodotto certificato da IMQ per la conformità alla Norma CEI 23-8 e UNEL 37118, materiale in polivinile (PVC),



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG I 015	01	7	19

resistenza allo schiacciamento superiore a 750 Newton su 5 cm a + 20 °C, resistenza al fuoco (filo incandescente) superiore alla temperatura di 850 °C;

- ◆ tubo da esterno flessibile, sistema guaina spiralata per raccordi, colore grigio chiaro RAL 7035 , autoestinguento, prodotto certificato da IMQ per la conformità alla Norma CEI EN, materiale in cloruro di polivinile (PVC), resistenza allo schiacciamento superiore a 125 Newton su 5 cm a + 20 °C, resistenza al fuoco (filo incandescente) superiore alla temperatura di 850 °C secondo la Norma IEC 695-2-1 (relazione IMQ 6/93);
- ◆ condotto prefabbricato tipo blindoluce in lamiera d'acciaio zincato a caldo, con sei conduttori in rame elettrolitico, corrente nominale 25 A, alimentazioni di testata in versione a tenuta stagna, grado di protezione IP55, corpo in materiale plastico autoestinguento;
- ◆ passerella in acciaio zincato a caldo dopo lavorazione, procedimento SENDZIMIR, prodotto certificato secondo Norma CEI 23-31, bordo superiore antitaglio esterno, continuità elettrica garantita dalla piastrina di giunzione o con le viti mobili di fissaggio, spessore minimo 10/10 mm, carico ammissibile lineare, con staffe di fissaggio ad una distanza massima di 2 m, circa 100 kg/m, mantenendo una freccia massima inferiore a 1/300 della luce, grado di protezione della asolatura IP20;
- ◆ cavidotto da interro flessibile, a doppia parete (liscio all'interno, corrugato all'esterno), colore rosso, prodotto certificato per la conformità alla Norma NFC 68-171 e conforme ai principi generali di sicurezza Legge 791/77, materiale in polietilene ad alta densità, resistenza allo schiacciamento deformazione $\leq 10\%$ a 750 Newton per 10 minuti, resistenza agli urti superiore a 60 kg cm (6 joule) a - 25 °C.

Per l'installazione delle condutture di cui sopra dovranno altresì essere tenute in considerazione le sottoelencate limitazioni generali previste dalle normative :

- non dovranno essere eseguiti tracciati obliqui;
- non dovranno essere eseguiti raccordi o curve, eccetto quelli necessari per il raccordo con soffitti e pavimenti;
- i coperchi delle canalizzazioni realizzate a vista dovranno poter essere rimossi solo mediante utilizzo di apposito attrezzo;
- possedere percorsi paralleli per circuiti a tensione differente;
- in caso di passaggio tra differenti sistemi di canalizzazione si dovrà comunque realizzare la separazione tra i circuiti a differente tensione.

Per altre prescrizioni particolari si rimanda alla Norma CEI 64-8.

Scatole di derivazione

Le scatole di derivazione dovranno avere caratteristiche adeguate alle condizioni di impiego, nel nostro caso specifico dovranno essere da parete e da incasso: nel primo caso in materiale plastico (PVC) autoestinguento, con pareti lisce, grado di protezione minimo IP4X, con coperchio a chiusura mediante viti in metallo, mentre nel secondo caso in materiale polistirolo espanso, con pareti sfondabili, grado di protezione minimo IP40, con coperchio a chiusura mediante viti in metallo, secondo le Norme CEI 64-8.



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG I 015	01	8	19

Per l'installazione delle scatole di derivazione di cui sopra dovranno altresì essere tenute in considerazione le sottoelencate limitazioni generali previste dalle normative:

- dovranno essere installate a parete con sistema che consenta planarità e parallelismi;
- i coperchi dovranno essere rimossi solo con l'utilizzo di attrezzo;
- sono escluse scatole con chiusura a sola pressione;
- le scatole dovranno avere dimensioni sufficiente per ospitare le giunzioni e derivazioni ed eventuali separatori fra circuiti appartenenti a sistemi diversi;
- dovranno riportare adeguate targhe con numerazione progressiva e l'indicazione del circuito; tali indicazioni dovranno essere riportate sulla documentazione finale.

Giunzioni

Le giunzioni e le derivazioni dovranno essere effettuate all'interno di quadri elettrici o scatole di derivazione a mezzo di apposite morsettiere e morsetti, aventi perfetta rispondenza normativa; sono da escludersi, se non con opportune morsettiere conformi alle normative, connessioni all'interno di canalizzazioni.

I morsetti per giunzioni, derivazioni e nodi equipotenziali saranno conformi a quanto stabilito dalle norme di prodotto CEI EN 60998-1 (prescrizioni generali) e CEI EN 60998-2-1 (prescrizioni particolari); saranno inoltre provvisti di marchio IMQ e di marcatura CE.

Caratteristiche tecniche

I morsetti per giunzioni, derivazioni e nodi equipotenziali dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Tipo	a serraggio indiretto
Materiali	Corpo: policarbonato trasparente Piastrina di contatto: rame stagnato Elementi di serraggio: acciaio trattato e zincato Viti : acciaio classe 8.8 zincate Eventuale attacco per guida din : acciaio trattato e zincato o policarbonato
Resistenza a temperature elevate	Temperatura massima: 85°C
Resistenza alla fiamma	Autoestingente V-0 (UL 94)
Tensione nominale	450 V
Grado di protezione	IP 20 (CEI EN 60529)

Installazione



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG I 015	01	9	19

Per l'installazione dei suddetti morsetti si ricorda che l'uso improprio di morsetti, anche se provvisti di marchio IMQ, comporta la realizzazione di impianti fuori norma; l'installazione sarà quindi effettuata attenendosi alle istruzioni fornite dal costruttore.

Particolare attenzione sarà posta alla capacità di connessione dei morsetti, definita dal numero e dalla sezione dei conduttori, rigidi o flessibili, che possono essere connessi ai morsetti stessi.

Le connessioni tra i conduttori e tra i conduttori e gli altri componenti devono assicurare una continuità elettrica duratura e presentare un'adeguata resistenza meccanica.

Esse devono essere situate in involucri che forniscano una protezione meccanica adeguata; la scelta dei mezzi di connessioni deve tenere conto del materiale dei conduttori e del loro isolamento, del numero e della forma delle anime dei conduttori, della sezione dei conduttori e del numero dei conduttori da collegare assieme.

Tutte le connessioni devono essere accessibili per l'ispezione, le prove e la manutenzione, con l'eccezione dei seguenti casi:

- giunzione di cavi interrati;
- giunzioni impregnate con un composto o incapsulate;
- connessioni tra le estremità fredde e gli elementi riscaldanti dei sistemi di riscaldamento dei soffitti e dei pavimenti.

5 LINEE ELETTRICHE BT IN PARTENZA DAI QUADRI

La scelta del tipo di cavo elettrico sarà fatta in base alle disposizioni della Norma CEI 64-8/5 cap. 52, in relazione al tipo di posa ed alla ubicazione:

- a) per posa entro tubi protettivi o canali incassati o posati a parete (tipi di posa 3-4-5-31-32-33-34-41-42 / Rif. tab. 52B-52C): cavi unipolari senza guaina, tensione di isolamento 450/750 V;
- b) per posa su passerella o con fissaggio a parete/soffitto (tipi di posa 11-12-13-14-15-16 / Rif. tab. 52B-52C): cavi unipolari o multipolari con guaina, tensione di isolamento 450/750 V;
- c) per cavi sospesi o incorporati in fili o corde di supporto (tipi di posa 17-18 / Rif. tab. 52B-52C): cavi unipolari o multipolari con guaina, tensione di isolamento 0,6/1 kV;
- d) per posa interrata o entro cunicolo interrato (tipi di posa 61-62-63 / Rif. tab. 52B-52C): cavi unipolari o multipolari con guaina, tensione di isolamento 0,6/1 kV.

Per le linee bt di cui trattasi sarà possibile un tipo di posa di cui ai punti a), b) e d):

- ◆ per quanto riguarda il tipo di posa a) dovranno essere installati dei cavi senza guaina, non propaganti l'incendio, di tipo unipolare, in corda di rame flessibile isolati in PVC qualità R₂ antifiamma, tensione nominale di isolamento 450/750 V, sigla **N07V-K** e cavi con guaina, non propaganti l'incendio, di tipo uni/multipolare, in corda di rame isolati con guaina in gomma EPR qualità G7 ad alto modulo, guaina interna costituita da riempitivo antifiamma e guaina esterna in PVC qualità Rz antifiamma colore grigio RAL 7035, tensione nominale di isolante 0,6/1 kV, sigla **FG7 R e FG7OR**;

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG I 015	01	10	19

- ◆ per quanto riguarda il tipo di posa b) dovranno essere installati dei cavi con guaina, non propaganti l'incendio, di tipo uni/multipolare, in corda di rame isolati con guaina in gomma EPR qualità G7 ad alto modulo, guaina interna costituita da riempitivo antifiamma e guaina esterna in PVC qualità Rz antifiamma colore grigio RAL 7035, tensione nominale di isolante 0,6/1 kV, sigla **FG7 R e FG7OR**.
- ◆ per quanto riguarda il tipo di posa d) dovranno essere installati dei cavi con guaina, non propaganti l'incendio, di tipo uni/multipolare, in corda di rame isolati con guaina in gomma EPR qualità G7 ad alto modulo, guaina interna costituita da riempitivo antifiamma e guaina esterna in PVC qualità Rz antifiamma colore grigio RAL 7035, tensione nominale di isolante 0,6/1 kV, sigla **FG7 R e FG7OR**.

Si ricorda, inoltre, che si dovranno rispettare le colorazioni dei cavi previste dalle Norme e cioè il colore giallo/verde per i conduttori di terra e di protezione, il blu chiaro per il conduttore di neutro, mentre la Norma non richiede colori particolari per i conduttori di fase (CEI 64-8/5 art. 514.3.1).
Tutti i cavi utilizzati dovranno rispettare, comunque, le Norme CEI 20-13 e CEI 20-22/II e dovranno recare il marchio IMQ.

6 DIMENSIONAMENTO CAVI

I quadri elettrici dell'impianto sono stati opportunamente dimensionati con un software apposito il quale rilascia oltre agli schemi unifilari anche il dimensionamento cavi.

Per il corretto dimensionamento dei cavi, il software richiede i dati del carico P, cos ϕ , tipo di alimentazione e tipologia cioè se si tratta di un carico generico, di un motore o di condensatori, per tenere in considerazione del loro contributo in caso di un eventuale cortocircuito.

Tali parametri servono al dimensionamento tenendo conto della corrente effettiva del carico detta corrente di impiego I_b (per l'esatta valutazione della caduta di tensione), nel caso non venissero inseriti questi dati, si terrà in considerazione della corrente nominale dell'interruttore detta I_n .

Il software ha in memoria le tabelle delle portate dei cavi sia unipolari che multipolari con isolamento in PVC, EPR, gomma G2 e G5 e per qualunque condizione di posa (tabelle UNEL 35024/70, UNEL-CEI 35024/1, IEC 364-5-523 e CENELEC RO 64-001 1991).

Il valore della portata assegnato può essere modificato con due coefficienti minori di 1, detti K_1 e K_2 , che riguardano rispettivamente la temperatura ambiente e la presenza o meno di condutture adiacenti che possono influenzare la portata (I_z) del cavo in oggetto per il cosiddetto *effetto di prossimità*.

Il coefficiente K_1 merita una spiegazione approfondita; i cavi hanno tutti un limite di temperatura per il corretto utilizzo ed invecchiamento che equivale a 70°C per quelli isolati in PVC o gomma di tipo G e di 90°C per i cavi isolati in EPR o XLPE.

In rapporto alla temperatura ambiente si ha quindi un delta di temperatura ($\Delta\theta$), detto sovratemperatura, che il cavo può sopportare senza danneggiarsi; va da sé che più la temperatura ambiente è bassa e maggiore sarà la sovratemperatura che il cavo può sopportare e quindi maggiore valore di corrente I_z .

Un'ulteriore verifica viene eseguita confrontando le curve dell'energia specifica passante che il cavo può sopportare [curve K^2S^2] con quelle che l'interruttore lascia transitare [curve I^2t], per la protezione contro il cortocircuito, ed evitare quindi un precoce deterioramento dell'isolante il quale invecchia in modo esponenziale se sottoposto a sovrature temperature eccessive.

Questo controllo ha anche la funzione di verifica della massima lunghezza del cavo protetto dal dispositivo di protezione scelto; controlla cioè che la minima corrente di cortocircuito presunta a valle del circuito (corto monofase), deve essere maggiore della corrente minima di intervento magnetico dell'interruttore automatico.

Se ciò non è verificato, vuol dire che la conduttura ha una sezione troppo piccola o che si deve diminuire la lunghezza del circuito per conservare il cavo.

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG I 015	01	11	19

In pratica quello appena detto vuol dire che il dispositivo di protezione deve intervenire sempre, indipendentemente dal punto in cui si verifica il guasto (CEI 64-8/434.3.2), per salvaguardare la conduttura e rispettando così l'integrale di Joule

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

CALCOLI DI VERIFICA

Di seguito vengono riportate le formule utilizzate nei calcoli dal software con i riferimenti normativi che le identificano.

Protezione contro i sovraccarichi (CEI 64.8/4 - 433.2)

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

dove

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

Protezione contro i Corto Circuiti (CEI 64.8/4 - 434.3)

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

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

dove

I_{ccMax}	=	Corrente di corto circuito massima
p.d.i.	=	Potere di interruzione apparecchiatura di protezione
I^2t	=	Integrale di Joule dalla corrente di corto circuito 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 propilene reticolato
S	=	Sezione della conduttura

Protezione contro i Contatti indiretti (CEI 64.8/4 - 413.1.3.3/413.1.4.2)

per sistemi TT

$$R_A \times I_a \leq 50V$$

dove R_A = è la somma delle resistenze del dispersore e del conduttore di protezione in ohm [Ω]

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG I 015	01	12	19

I_a = è la corrente che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione, in ampere

per sistemi TN:

$$Z_s \times I_a \leq U_o$$

dove 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 la tabella CEI 64.8/4 - 41A del dispositivo di protezione.

Correnti di cortocircuito

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

dove per I_{cc} trifase:

V = 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:

V = tensione concatenata

C = fattore di tensione

$$k = 2$$

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

per I_{cc} fase-neutro:

V = 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:

V = tensione concatenata

C = fattore di tensione

$$k = \sqrt{3}$$

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

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:

	I_{ccMAX}	I_{ccmin}
C	1	0.95
R	$R_{20^\circ C}$	$R = \left[1 + 0.004 \frac{1}{^\circ C} (\theta_e - 20^\circ C) \right] R_{20^\circ C}$ (CEI 11.28 Pag. 11 formula (7))

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG I 015	01	13	19

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.

Verifica dell'energia specifica passante

			$I^2t \leq K^2S^2$
dove	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
dove	K	=	coefficiente del tipo di cavo (115,135,143)
	S	=	sezione della conduttura

Caduta di tensione

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

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:

			$T_R = T_Z \times n^2 - T_A (n^2 - 1)$
dove	T_R	=	è la temperatura a regime;
	T_Z	=	è la temperatura quando la corrente che attraversa il cavo è pari alla sua portata.
	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).

Lunghezza max protetta

			$I_{cc \text{ min}} > I_{int}$
dove	$I_{cc \text{ min}}$	=	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.



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG I 015	01	14	19

I_{int} = corrente di corto circuito necessaria per provocare l'intervento della protezione entro 5 secondi o nei tempi previsti dalla tabella CEI 64.8/4 - 41A. (valore rilevato dalla curva I^2t della protezione) o ,infine, il valore di intervento differenziale.

Alla presente relazione vengono allegate le tabelle riepilogative dei calcoli effettuati per ciascun quadro elettrico divisionale (vedi allegato 1).

7 CALCOLO PROBABILISTICO CONTRO I FULMINI

Caratteristiche della struttura metallica e ambientali

Lunghezza struttura (m): 85

Larghezza struttura (m): 50

Altezza struttura (m): 5,7

Tipo di suolo: asfalto

Coefficiente di posizione: altezza della struttura maggiore o uguale a quella degli oggetti circostanti ($C_d = 0,5$)

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Numero di fulmini all'anno al kilometro quadrato N_t : 2,5

Valori di rischio

Componente di rischio relativa alle tensioni di contatto e di passo R_A : 1,78E-08

Valore di rischio tollerato dalla norma R_T : 1,00E-05

CONSIDERATO:

(con riferimento alla fulminazione diretta della struttura metallica)

- che la struttura metallica in questione non contiene materiali combustibili, né infiammabili e quindi la componente di rischio relativa ad incendi ed esplosioni è nulla ($R_B = 0$);
- che si assume un valore medio del danno per tensioni di contatto e di passo L_t pari a 0,01.

SI ATTESTA:

che la suddetta struttura metallica, posta all'aperto, non è di notevoli dimensioni, ai sensi del DPR 27-4-1955 n. 547, art. 39, e che non necessita quindi di collegamento a terra in modo da garantire la dispersione delle scariche atmosferiche. Conseguentemente non ricorre l'obbligo di omologazione, né di denuncia all'Asl/Arpa e all'Ispepl dei dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche (messa a terra) di cui al DPR 22-10-2001 n. 462, art. 2. Parimenti non sussiste l'obbligo per il datore di lavoro di far sottoporre a verifica periodica i dispositivi in questione da parte dell'Asl/Arpa o di un organismo abilitato, secondo l'art. 3 dello stesso decreto.



Società Iniziative Nazionali Autostradali S.p.A.

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG I 015	01	15	19



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piattaforma Logistica - Autorimessa	123.700 E 1 UCG I 015_ALL1	A	16	19

ALLEGATO 1 – DIMENSIONAMENTO CAVI

Quadro: Q.g.a.					Tavola:							Impianto: Progetto Definitivo Impianto Elettrico													
Sigla Arrivo:					Cliente: Piattaforma Logistica							Descrizione Quadro: QUADRO GENERALE AUTORIMESSA													
Sistema di distribuzione: TN-S					Resistenza di terra: 0,5 [Ω]							C.d.t. % Max ammessa: 4				Icc di barratura: 5,1 [kA]				Tensione: 400 [V]					
Dati circuito					Dati apparecchiatura							Corto circuito								Sovraccarico			Test		
Lunghezza ≤ Lunghezza MAX C.D.T. % con I _b ≤ C.D.T. MAX												Icc MAX ≤ P.D.I.				$I^2t \leq K^2 S^2$				I _b ≤ I _n ≤ I _z			I _f ≤ 1,45 I _z		
												FASE		NEUTRO		PROTEZIONE									
DESCRIZIONE	SEZIONE	L	L. MAX	CDT % CON I _b	TIPO	DISTRIBUZIONE	I _d	P.D.I.	ICC MAX	I di Interv. Protez	I _{gt} FONDO LINEA	I ² t MAX INIZIO LINEA	K ² S ²	I ² t MAX INIZIO LINEA	K ² S ²	I ² t MAX INIZIO LINEA	K ² S ²	I _b	I _n	I _z	I _f	1,45 I _z			
	[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]			
SEZIONATORE GENERALE QUADRO		---	---	1,37	T3D 250	Quadripolare	3	---	5,1	3	2.060	---	---	---	---	---	---	116	225	---	293	---	SI		
PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI	1(4(1X25))+PE25	1	33.791	1,37	E933N/125 22x58	Quadripolare	3	100	5,1	3	1.994	90.521	8.265.625	90.521	8.265.625	89.937	12.780.625	0	80	89	128	129	SI		
LINEA IMPIANTO LAVAGGIO AUTO	1(5G35)	60	>99999	2,47	T1B 160 TMD100+RC221	Quadripolare	0,3 - A	16	5,1	0,3	1.102	181.258	25.050.025	60.684	25.050.025	62.110	25.050.025	75	100	118	130	171	SI		
LINEA AUSILIARIE STRUMENTO QUADRO	1(4(1X1,5))+PE1,5	1	>99999	1,37	S204 M+DDA204	Quadripolare	0,03 - AC	10	5,1	0,03	1.373	5.756	29.756	2.680	29.756	3.163	46.010	0,15	10	12	15	18	SI		
LINEA BLINDOLUCE 1	1(5G1,5)	55	>99999	2,25	S204 M+DDA204	Quadripolare	0,03 - AC	10	5,1	0,03	103	5.756	46.010	2.680	46.010	3.163	46.010	3,127	10	18	15	26	SI		

Quadro: Q.g.a.					Tavola:					Impianto: Progetto Definitivo Impianto Elettrico															
Sigla Arrivo:					Cliente: Piattaforma Logistica					Descrizione Quadro: QUADRO GENERALE AUTORIMESSA															
Sistema di distribuzione: TN-S					Resistenza di terra: 0,5 [Ω]					C.d.t. % Max ammessa: 4				Icc di barratura: 5,1 [kA]				Tensione: 400 [V]							
Dati circuito					Dati apparecchiatura					Corto circuito								Sovraccarico			Test				
Lunghezza ≤ Lunghezza MAX C.D.T. % con I _b ≤ C.D.T. MAX										Icc MAX ≤ P.D.I.				$I^2t \leq K^2 S^2$				I _b ≤ I _n ≤ I _z			I _f ≤ 1,45 I _z				
														FASE		NEUTRO		PROTEZIONE							
DESCRIZIONE	SEZIONE	L	L. MAX	CDT % CON I _b	TIPO	DISTRIBUZIONE	Id	P.D.I.	ICC MAX	I di Interv. Protez	I _{gt} FONDO LINEA	I ² _t MAX INIZIO LINEA	K ² S ²	I ² _t MAX INIZIO LINEA	K ² S ²	I ² _t MAX INIZIO LINEA	K ² S ²	I _b	I _n	I _z	I _f	1,45 I _z			
	[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]			
LINEA BLINDOLUCE 2	1(5G1,5)	65	>99999	2,4	S204 M+DDA204	Quadripolare	0,03 - AC	10	5,1	0,03	88	5.756	46.010	2.680	46.010	3.163	46.010	3,127	10	18	15	26	SI		
LINEA BLINDOLUCE 3	1(5G1,5)	75	>99999	2,56	S204 M+DDA204	Quadripolare	0,03 - AC	10	5,1	0,03	77	5.756	46.010	2.680	46.010	3.163	46.010	3,127	10	18	15	26	SI		
LINEA BLINDOLUCE 4	1(5G1,5)	85	>99999	2,72	S204 M+DDA204	Quadripolare	0,03 - AC	10	5,1	0,03	68	5.756	46.010	2.680	46.010	3.163	46.010	3,127	10	18	15	26	SI		
LINEA BLINDOLUCE 5	1(5G1,5)	95	>99999	2,87	S204 M+DDA204	Quadripolare	0,03 - AC	10	5,1	0,03	61	5.756	46.010	2.680	46.010	3.163	46.010	3,127	10	18	15	26	SI		
LINEA LUCI DI EMERGENZA	4(3G1,5)	80	>99999	2,09	DS951 AC	Monofase L2+N	0,03 - AC	6	2,89	0,03	257	3.020	46.010	2.460	46.010	3.020	46.010	3,368	10	77	15	111	SI		
GENERALE SERVIZI		---	---	1,38	S204 M+DDA204	Quadripolare	0,3 - A	10	5,1	0,3	1.928	---	---	---	---	---	---	2,406	25	---	36	---	SI		
LINEA IMPIANTO TVCC	1(2(1X1,5))+PE1,5	20	20.419	1,38	S951N	Monofase L2+N	0,3	6	2,74	0,3	258	2.836	29.756	2.231	29.756	2.836	46.010	0	10	14	15	20	SI		
LINEA LUCI ESTERNE		---	---	1,38	S204 M+DDA204	Quadripolare	0,3 - AC	10	5,1	0,3	1.867	---	---	---	---	---	---	2,694	16	---	23	---	SI		

Quadro: Q.g.a.					Tavola:					Impianto: Progetto Definitivo Impianto Elettrico															
Sigla Arrivo:					Cliente: Piattaforma Logistica					Descrizione Quadro: QUADRO GENERALE AUTORIMESSA															
Sistema di distribuzione: TN-S					Resistenza di terra: 0,5 [Ω]					C.d.t. % Max ammessa: 4				Icc di barratura: 5,1 [kA]				Tensione: 400 [V]							
Dati circuito					Dati apparecchiatura					Corto circuito								Sovraccarico				Test			
Lunghezza ≤ Lunghezza MAX C.D.T. % con I _b ≤ C.D.T. MAX										Icc MAX ≤ P.D.I.				$I^2t \leq K^2 S^2$				I _b ≤ I _n ≤ I _z			I _f ≤ 1,45 I _z				
														FASE		NEUTRO		PROTEZIONE							
DESCRIZIONE	SEZIONE	L	L. MAX	CDT % CON I _b	TIPO	DISTRIBUZIONE	I _d	P.D.I.	ICC MAX	I di Interv. Protez	I _{gt} FONDO LINEA	I ² _t MAX INIZIO LINEA	K ² S ²	I ² _t MAX INIZIO LINEA	K ² S ²	I ² _t MAX INIZIO LINEA	K ² S ²	I _b	I _n	I _z	I _f	1.45I _z			
	[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]			
LINEA DESTRA	1(5G2,5)	100	33.284	1,78	---	Quadripolare	0,3	---	4,55	0,3	95	8.508	127.806	3.945	127.806	4.386	127.806	1,347	16	24	23	35	SI		
LINEA SINISTRA	1(5G2,5)	100	33.284	1,78	---	Quadripolare	0,3	---	4,55	0,3	95	8.508	127.806	3.945	127.806	4.386	127.806	1,347	16	24	23	35	SI		