

MATRICE DI REVISIONE

REV	DATA	DESCRIZIONE MODIFICA
0		
1		
2		
3		
4		
5		

N.B.: LA TAVOLA SOSTITUISCE QUELLA RELATIVA AL CODICE DEL PROGETTO ESECUTIVO



COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE DALMINE - COMO - VARESE - VALICO DEL GAGGIOLO E OPERE AD ESSO CONNESSE

CODICE C.U.P. F11B06000270007

TRATTE B1, B2, C, D, TRVA13+14, GREENWAY

AS BUILT

TRATTA B1 - SVINCOLO DI LOMAZZO (da Pk -0+850 a Pk +1+800)

IMPIANTI

RELAZIONI

DIMENSIONAMENTO DELLE LINEE ED APPARECCHIATURE DI BASSA TENSIONE

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

CODICE PROGETTO: F00107B

FASE PROGETTUALE	WBS							
	LOTTO	ZONA	OPERA	TRATTO D'OPERA	AMBITO	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVO	REVISIONE
A	0	A0X	IE000	0	IM	RC	002	E

Scala: -

DATA	DESCRIZIONE	REV
Ottobre 2014	Emissione	E

CONCEDENTE



CONCESSIONARIO



Direttore Tecnico:
Ing. Enrico Arini
Referente Tecnico:
Ing. Giuseppe Bilianda

APPROVATO



Il Direttore dei Lavori:
Ing. Francesco Domanico

IMPRESA

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO IMPRESE:

Mandataria
STRABAG
A.G.

Mandante
GLF
Grandi Lavori
Fincosit
S.p.A.

Mandante
Impresa costruzioni
Giuseppe Maltauro
S.p.A.

Mandante cooptata
STRABAG
S.p.A.

STRABAG



IMPRESA COSTRUZIONI GIUSEPPE MALTAURO S.p.A.

STRABAG

PROGETTISTA - PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI:

Mandataria
3TI PROGETTI ITALIA
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

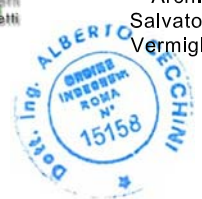
Mandante
GP Ingegneria srl
GESTIONE PROGETTI DI INGEGNERIA

Mandante
CANTIERI
COOPERATI

Mandante
Arch.
Salvatore
Vermiglio

RESPONSABILE DI PROGETTO ED INCARICATO DELL'INTEGRAZIONE FRA LE VARIE PRESTAZIONI:

Ing. Alberto Cecchini



ELABORAZIONE PROGETTUALE

PROGETTISTA:

3TI PROGETTI ITALIA S.p.A

3TI ITALIA S.p.A.
DIRETTORE TECNICO
Ing. Stefano Luca Possati
Ordine degli Ingegneri
Provincia di Roma n. 20809

Redatto: Muzi

Verificato: Sperati

Approvato: Possati



COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE
DALMINE – COMO – VARESE – VALICO DEL GAGGIOLO
E OPERE CONNESSE

AS BUILT

TRATTE B1

**SVINCOLO DI LOMAZZO
IMPIANTI - RELAZIONI**

**DIMENSIONAMENTO DELLE LINEE
ED APPARECCHIATURE
DI BASSA TENSIONE**

A.T.I. PROGETTISTI	URS URS Infrastructure & Environment UK Ltd	3TI PROGETTI ITALIA S.p.A.	COOPROGETTI Soc.Coop.	ZOLLET INGEGNERIA srl
		G.P. INGEGNERIA srl	Arch. Salvatore VERMIGLIO	
		Responsabile Integrazione Prestazioni Specialistiche:		Ing. Alberto CECCHINI

INDICE

1. PREMESSA	5
1.1 OGGETTO DEL DOCUMENTO	5
1.2 NOTE GENERALI	5
1.3 NOTE RELATIVE A MARCHE COMMERCIALI	6
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	7
3. CARATTERISTICHE DELLE ALIMENTAZIONI ELETTRICHE	8
3.1 CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI MEDIA TENSIONE	8
3.2 CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI BASSA TENSIONE	8
3.3 CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEI GRUPPI ELETTROGENI...	9
3.4 CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEI GRUPPI STATICI DI CONTINUITÀ	9
4. POTENZE DELLE FORNITURE ELETTRICHE	10
5. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLE APPARECCHIATURE MT/BT	11
5.1 DIMENSIONAMENTO DEI TRASFORMATORI MT/BT	11
<i>Potenza nominale del trasformatore</i>	11
<i>Parametri equivalenti del trasformatore</i>	11
5.2 DIMENSIONAMENTO DEL RIFASAMENTO	12
<i>Rifasamento fisso dei trasformatori MT/BT</i>	12
5.3 DIMENSIONAMENTO DEL GRUPPO STATICO DI CONTINUITÀ	13
5.4 DIMENSIONAMENTO DEL GRUPPO ELETTROGENO GE	13
<i>Dimensionamento della macchina</i>	14
<i>Dimensionamento del serbatoio carburante</i>	14
6. DIMENSIONAMENTO DELLE CABINE ELETTRICHE MT/BT	15
6.1 CABINA INTERCONNESSIONE A9	15
<i>Dimensionamento trasformatore TR1</i>	15
<i>Dimensionamento rifasamento fisso TR1</i>	16
<i>Dimensionamento del gruppo statico di continuità (UPS)</i>	16

AS BUILT

<i>Dimensionamento gruppo elettrogeno GE</i>	17
<i>Dimensionamento del serbatoio carburante</i>	18
7. DIMENSIONAMENTO DELLE CABINE ELETTRICHE DI AGGOTTAMENTO	19
7.1 CABINA DI AGGOTTAMENTO N.V0A	19
<i>Dimensionamento del gruppo statico di continuità (UPS)</i>	19
8. CRITERI DI CALCOLO DELLE CORRENTI DI CORTO CIRCUITO	20
8.1 CORRENTE DI CORTO CIRCUITO TRIFASE SIMMETRICA.....	20
8.2 CORRENTE DI CORTO CIRCUITO BIFASE	21
8.3 CORRENTE DI CORTO CIRCUITO MONOFASE.....	21
9. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI BT ..	23
9.1 PORTATA DEL CONDUTTORE.....	23
9.2 SCELTA DELLA SEZIONE DEL CONDUTTORE	23
9.3 CADUTA DI TENSIONE	23
9.4 VERIFICA DELLA PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI...	24
10. CRITERI DI SCELTA E DIMENSIONAMENTO DELLE PROTEZIONI	26
10.1 PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI.....	26
<i>Condizioni di sovraccarico</i>	26
<i>Condizioni di corto circuito</i>	27
10.2 COORDINAMENTO TRA LE PROTEZIONI CONTRO I SOVRACCARICHI E CORTO CIRCUITI	28
<i>Protezione assicurata da dispositivi separati</i>	28
<i>Protezione assicurata da un unico dispositivo</i>	28
<i>Note</i> 28	
10.3 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI NEI SISTEMI TN	29
10.4 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI	30
10.5 DIMENSIONAMENTO DEGLI INTERRUTTORI AUTOMATICI	30
<i>Interruttore generale di impianto</i>	30
<i>Interruttori magnetotermici</i>	31

11. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI DI TERRA DI CABINA.....	33
11.1 GENERALITÀ.....	33
11.2 DIMENSIONAMENTO MECCANICO	33
11.3 DIMENSIONAMENTO TERMICO.....	34
11.4 DIMENSIONAMENTO CON RIFERIMENTO ALLE TENSIONI DI CONTATTO E DI PASSO.....	36
11.5 CALCOLO DELLA RESISTENZA DI TERRA DI CABINA.....	37
11.6 CONSIDERAZIONI FINALI.....	39
12. ALLEGATI.....	40

1. PREMESSA

1.1 OGGETTO DEL DOCUMENTO

Il presente documento ha per oggetto il dimensionamento delle linee elettriche BT principali e delle apparecchiature MT/BT di cabina relative alla "Tratta B1 –Svincolo di Lomazzo".

Sono inoltre descritti i criteri generali di dimensionamento degli impianti di messa a terra delle cabine MT/BT.

In particolare le cabine elettriche oggetto del dimensionamento sono le seguenti:

- Cabina elettrica Interconnessione A9
- Cabina elettrica Aggottamento n.V0A

Nel documento vengono descritti i criteri generali di dimensionamento delle condutture BT, nonché i dimensionamenti delle apparecchiature principali di cabina ovvero:

- Trasformatori MT/BT
- Gruppi statici di continuità (UPS)
- Gruppo elettrogeno
- Rifasamento fisso trasformatori

Per quanto riguarda gli impianti di illuminazione degli svincoli si prevede, per ciascuno l'allacciamento diretto con una fornitura in Bassa Tensione a 400V, derivata dalla rete Enel locale o in alternativa l'allacciamento in BT derivato dalla cabina elettrica più vicina, come successivamente descritto. La potenza di fornitura elettrica è specificata direttamente sulle planimetrie di progetto. Per tali forniture non è prevista una cabina/locale elettrico poiché viene installato un quadro da esterno con scomparto dedicato per contatori di misura e scomparto dedicato per le apparecchiature di regolazione del flusso luminoso e protezione circuiti in derivazione.

1.2 NOTE GENERALI

Il presente documento descrive la metodologia di dimensionamento seguita nella progettazione definitiva degli impianti elettrici. In particolare si evidenzia che:

- i calcoli allegati sono sviluppati con programmi software dedicati, i quali utilizzano le apparecchiature elettriche delle principali ditte fornitrici, universalmente riconosciuti di elevata affidabilità e debitamente validati;
- i risultati dei calcoli dimensionali di linee e interruttori sono riportati anche sugli

AS BUILT

schemi unifilari di potenza dei quadri elettrici di cabina, e che alla presente relazione sono allegati quelli relativi alle linee di distribuzione primaria e sono completi anche dei dati non trascrivibili sugli schemi;

- i criteri di calcolo di seguito riportati, dovranno essere utilizzati anche per la progettazione esecutiva;
- i criteri di calcolo dell'impianto di messa a terra si basano su ipotesi da verificare in fase di progettazione esecutiva/costruttiva con particolare riferimento ai parametri di guasto delle reti MT (che devono essere richiesti all'Ente fornitore) ed ai valori di resistività del terreno ove saranno ubicate le cabine elettriche (da misurare con apposita strumentazione prima dell'esecuzione degli impianti).

1.3 NOTE RELATIVE A MARCHE COMMERCIALI

Le indicazioni di tipi e marche commerciali dei materiali nel presente documento e negli altri elaborati di progetto, sono da intendersi come dichiarazione di caratteristiche tecniche.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I calcoli in oggetto sono stati effettuati con riferimento alle seguenti norme CEI:

- CEI 0-16 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle Imprese distributrici di energia elettrica"
- CEI 11-25 1992 I^a Ed. (IEC 909) "Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata"
- CEI 11-28 1993 I^a Ed. (IEC 781) "Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione"
- CEI EN 60947 e CEI 17-5 V^a Ed. 1992 "Apparecchi a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici"
- CEI EN 60898 e CEI 23-3 IV^a Ed. 1991 "Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari"
- CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua"
- CEI UNEL 35023 "Cavi per energia isolati con gomma o con materiale termoplastico avente grado di isolamento non superiore a 4 – Cadute di tensione"
- CEI UNEL 35024/1 "Cavi elettrici isolati con materiale elastometrico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria"
- CEI UNEL 35026 "Cavi di energia per tensione nominale U sino a 1kV con isolante di carta impregnata o elastomerica o termoplastico. Portate di corrente in regime permanente – Posa in aria ed interrata"
- Norma CEI 11-1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata"
- Norme CEI 11-37 "Guida per l'esecuzione degli impianti di terra di stabilimenti industriali sistemi di I, II e III categoria"

3. CARATTERISTICHE DELLE ALIMENTAZIONI ELETTRICHE

Come evidenziato sui documenti di progetto allegati, l'alimentazione di energia elettrica della cabina Interconnessione A9, da parte dell'Ente erogatore, avviene tramite linea MT e pertanto è prevista la realizzazione della cabina di trasformazione MT/BT dedicata agli impianti di linea.

Dal quadro generale power-center di cabina, si dipartiranno le linee di alimentazione ai quadri secondari di cabina, ai quadri di by-pass e al quadro di aggotamento.

Pertanto, alla base dei calcoli, sono state adottate le seguenti caratteristiche elettriche per le diverse sorgenti di energia.

3.1 CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI MEDIA TENSIONE

In base alla prescrizioni tecniche particolari per la fornitura di MT, le caratteristiche elettriche della fornitura in MT saranno:

- Tensione nominale: 15 kV
- Frequenza nominale: 50Hz
- Sistema elettrico: IT
- Potenza di corto circuito: 500MVA
- Corrente di guasto a terra I_f : da definire a cura di Enel
- Tempo di eliminazione del guasto a terra t_f : da definire a cura di Enel

Dovranno essere richiesti ad ENEL i dati aggiornati della fornitura in modo da definire i valori ammessi di R_t , le tarature delle protezioni in MT e le specifiche richieste per taglie dei trasformatori come da Normative CEI 0-16.

3.2 CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI BASSA TENSIONE

Il sistema di bassa tensione a valle dei trasformatori avrà le seguenti caratteristiche:

- Tensione nominale: 400V
- Frequenza nominale: 50Hz
- Sistema elettrico: TN-S
- Regolazione di tensione a gradini: $\pm 2 \times 2,5\%$

AS BUILT

3.3 CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEI GRUPPI ELETTROGENI

Il gruppo elettrogeno sarà installato in locale appositamente compartimentato REI120 e servirà per l'alimentazione in emergenza delle utenze cosiddette "privilegiate".

Il gruppo elettrogeno avrà le seguenti caratteristiche generali:

- Frequenza nominale in uscita: 50Hz
- Tensione nominale in uscita: 400V
- Psc: 150kVA
- Pse: 175kVA
- Variazione di tensione da vuoto a carico: 2%
- Variazione di frequenza da vuoto a carico: 1%
- Sistema elettrico: TN-S

3.4 CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEI GRUPPI STATICI DI CONTINUITÀ

Sarà previsto un gruppo statico di continuità per l'alimentazione delle utenze cosiddette "continuità assoluta"; a valle del gruppo si avrà un sistema di distribuzione con le seguenti caratteristiche:

- Frequenza nominale in ingresso: 50Hz \pm 5%
- Frequenza nominale in uscita: 50Hz
- Pn: 25kVA
- Tensione nominale in ingresso: 400V \pm 15%
- Tensione nominale in uscita: 400V
- Variazione di tensione da vuoto a carico: \pm 1%
- Variazione di frequenza da vuoto a carico: \pm 0.75%

4. POTENZE DELLE FORNITURE ELETTRICHE

Nella tabella sotto riportata è indicata la potenza elettrica relativa alla fornitura MT prevista per la cabina elettrica in oggetto.

Le potenze indicate sono di 2 tipologie:

- **potenza nominale:** rappresenta la potenza elettrica attiva assorbita dall'impianto e determinata secondo i criteri di calcolo descritti nei successivi capitoli.
- **potenza contrattuale:** rappresenta la potenza elettrica di fornitura contrattuale (o di esercizio) richiesta all'Enel ed è pari alla potenza nominale con una percentuale di margine per eventuali futuri ampliamenti e/o modifiche.

Denominazione Cabina elettrica	Tipologia fornitura	Potenza nominale (kW)	Potenza contrattuale (kW)
Cabina Interconnessione A9	MT	128	150

La cabina di aggettamento sarà alimentata in bassa tensione dal quadro generale power center.

5. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLE APPARECCHIATURE MT/BT

5.1 DIMENSIONAMENTO DEI TRASFORMATORI MT/BT

Il dimensionamento delle macchine è stato sviluppato in base alle seguenti relazioni:

Potenza nominale del trasformatore

Il calcolo della potenza nominale del trasformatore è data dalla seguente relazione:

$$A_T = \frac{4}{3} \times A$$

dove:

- A_T = potenza nominale del trasformatore (kVA)
- A = potenza apparente assorbita dai carichi a valle (kVA)

Parametri equivalenti del trasformatore

Il calcolo dei parametri di impedenza, resistenza e reattanza del trasformatore sono dati dalle seguenti relazioni:

$$Z_T = \frac{U_{cc}\%}{100} \times \frac{U^2}{A}$$

$$R_T = \frac{P_{cu}\%}{100} \times \frac{U^2}{A}$$

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 + R_T^2}$$

dove:

- Z_T = impedenza equivalente del trasformatore riferita al secondario (Ω)
- R_T = resistenza equivalente del trasformatore riferita al secondario (Ω)
- X_T = reattanza equivalente del trasformatore riferita al secondario (Ω)
- U = tensione nominale del trasformatore al secondario (V)
- $U_{cc}\%$ = tensione di corto circuito in percentuale

AS BUILT

- $P_{cu\%} = \text{perdite per effetto joule in percentuale}$

5.2 DIMENSIONAMENTO DEL RIFASAMENTO

Rifasamento fisso dei trasformatori MT/BT

Per il rifasamento fisso dei trasformatori MT/BT di cabina viene prevista una batteria fissa trifase da installare all'interno dell'armadio di macchina, sempre alimentata dalla rete.

Per determinare la taglia della batteria si fa riferimento alla potenza reattiva richiesta dal trasformatore, durante il funzionamento a vuoto ed a pieno carico e riportata nella seguente tabella:

potenza reattiva da installare [kvar]						
potenza nominale [kVA]	trasformatori in olio perdite secondo norma CEI 14-13 lista A		trasformatori in olio basee perdite		Trasformatori in resina norma CEI 14-12	
	Qr a vuoto	Qr a carico	Qr a vuoto	Qr a carico	Qr a vuoto	Qr a carico
100	2,5	6,1	1,5	5,2	2,5	8,1
160	3,7	9,6	2,0	8,2	3,6	12,9
200	4,4	11,9	2,4	10,3	4,2	15,8
250	5,3	14,7	2,7	12,4	4,9	19,5
315	6,3	18,3	3,1	15,3	5,6	24,0
400	7,5	22,9	3,5	19,1	5,9	29,3
500	9,4	28,7	4,4	24,0	7,4	36,7
630	11,3	35,7	5,0	29,6	8,0	45,1
800	13,5	60,8	5,5	53,0	10,2	57,4
1000	14,9	74,1	6,9	66,3	11,8	70,9
1250	17,4	91,4	7,3	81,7	14,7	88,8
1600	20,6	115,4	7,7	103,1	18,9	113,8
2000	23,8	142,0	9,7	128,9	21,6	140,2
2500	27,2	175,2	12,1	161,0	24,5	173,1
3000	29,7	207,5	11,5	190,3		
3150					30,9	250,4

La potenza reattiva realmente necessaria dipende dalla condizione di carico effettiva ed è data dalla seguente relazione:

- $Q_r (kVAR) = Q_{rvuoto} + (Q_{rcarico} - Q_{rvuoto}) \times (I_b/I_n)^2$

dove:

- $I_b = \text{corrente totale del carico (A)}$
- $I_n = \text{corrente nominale del trasformatore (A)}$

5.3 DIMENSIONAMENTO DEL GRUPPO STATICO DI CONTINUITÀ

Il gruppo statico di continuità centralizzato di cabina è dimensionato secondo la seguente relazione:

$$A_{gsc} = \frac{\sum_i P_i}{I_s / I_n}$$

dove:

- A_{gsc} = potenza nominale del gruppo ups (kVA)
- $\sum P_i$ = sommatoria delle potenze di picco (kVA)
- I_s / I_n = capacità di sovraccarico del gruppo ups

Gli aspetti più critici da considerare per il dimensionamento degli UPS che alimentano questi tipi di carichi sono i seguenti:

- la corrente e il cosphi di spunto delle lampade in fase di accensione (corrente di in-rush);
- la possibilità che il carico non sia esattamente bilanciato (occorre lasciare un po' di margine stimando che una fase sarà più caricata delle altre);
- la presenza di terze armoniche di corrente dovute ai carichi non lineari TV C.C., telecamere, amplificatori, reattori elettronici.

5.4 DIMENSIONAMENTO DEL GRUPPO ELETTROGENO GE

Il gruppo elettrogeno di cabina è unico ed alimenta tutte le utenze "privilegiate" del quadro QGBT, come evidenziato sugli schemi elettrici di progetto.

Per il dimensionamento della macchina si deve tenere in considerazione non solo la potenza nominale delle utenze allacciate alla rete "privilegiata", ma è necessario considerare la corrente di spunto (I_{sp}), ovvero considerare il caso maggiormente impegnativo per la macchina che, al mancare dalla tensione di rete normale, deve sopportare l'avviamento del carico.

Il valore indicativo della corrente di spunto per l'illuminazione, trattandosi prevalentemente di lampade a scarica, è pari all'incirca a 2,5 volte il valore della corrente nominale.

A questa si deve aggiungere la corrente nominale delle altre utenze privilegiate (utenze elettroniche/sicurezza, utenze luce/fm by-pass, eventuali aggotamenti, ecc.).

AS BUILT

Si determina, quindi, la corrente I_{spt_1} del ramo.

Dimensionamento della macchina

La potenza attiva richiesta all'albero del motore diesel per garantire l'avviamento si può calcolare con la seguente formula:

$$P_{sp} = [(1,73 \times V_n \times I_{spt_1} \times \cos\phi(avv) \times (1 - \Delta V)) / \eta(alt)] \times 1/1000$$

dove:

- P_{sp} (kW) = potenza meccanica richiesta al diesel
- V_n (V) = tensione nominale
- I_{spt_1} (A) = corrente di spunto totale
- ΔV = caduta di tensione ammessa ai capi del carico
- $\eta(alt)$ = rendimento dell'alternatore
- $\cos\phi(avv)$ = fattore di potenza in fase di avviamento

In base al valore calcolato deve essere individuato il motore diesel più idoneo, facendo riferimento alle caratteristiche di potenza riportate nei cataloghi dei vari costruttori.

Normalmente si ha una potenza ammissibile di spunto che risulta circa il 20% inferiore della potenza nominale, in funzione di una caduta di tensione ai capi dell'alternatore stesso di circa il 20% del valore nominale.

Dimensionamento del serbatoio carburante

Il serbatoio ausiliario di carburante, da installare a servizio del gruppo elettrogeno, può essere dimensionato in base alla seguente relazione:

$$Q = C \times \frac{A}{1000}$$

dove:

- Q = capacità del serbatoio esterno (m^3)
- C = consumo di combustibile del gruppo in funzione (litri/ora)
- A = autonomia richiesta pari a 24 ore

6. DIMENSIONAMENTO DELLE CABINE ELETTRICHE MT/BT

6.1 CABINA INTERCONNESSIONE A9

La cabina elettrica Interconnessione A9 è collocata in prossimità dell'omonimo svincolo.

L'ambito di pertinenza della cabina comprende:

- gli svincoli dell'interconnessione A9 (illuminazione)
- la cabina di aggotamento n.V0A

il tutto come evidenziato sulle planimetrie di progetto.

Dimensionamento trasformatore TR1

Quadro generale Power-Center QGBT	
Utenza – Sezione Normale	Potenza totale [kW]
Quadro QEA illuminazione svincolo Interconnessione A9	37,9
Quadro QEB illuminazione svincolo Interconnessione A9	32,7
Totale Rete Normale	70,6
Utenza – Sezione Privilegiata	Potenza totale [kW]
Quadro servizi di cabina Q_SC/1	13,2
Quadro aggotamento n.V0A Q_AG/1	20
Quadro continuità assoluta Q_CA/1 (PLC, ausiliari ed utenze di sicurezza)	20
Totale Rete Privilegiata	53,2

Il fattore di potenza generale dell'impianto è pari a 0,9, trattandosi prevalentemente di utenze di illuminazione (rifasate singolarmente > 0,9).

La potenza attiva assorbita dall'impianto è pari a:

- $P = P_{normale} + P_{privilegiata} = 70,6 + 53,2 = 123,8 \text{ kW}$
- $I_b = 198,7 \text{ A}$

AS BUILT

A cui corrisponde una potenza apparente pari a:

- $A = P/\cos\varphi = 123,8/0,9 = 137,5 \text{ kVA}$

La potenza di dimensionamento del trasformatore TR1 è data dalla seguente relazione:

- $A_T = A \times 4/3 = 137,5 \times 4/3 = 183,3 \text{ kVA}$

La scelta ricade su un trasformatore di potenza nominale **250 kVA ($I_n = 361 \text{ A}$)**.

Dimensionamento rifasamento fisso TR1

Per un trasformatore in resina di taglia 250 kVA i valori di potenza reattiva sono i seguenti:

- $Q_{rvuoto} = 4,9 \text{ kVAR}$
- $Q_{rcarico} = 19,5 \text{ kVAR}$

La potenza reattiva realmente necessaria dipende dalla condizione di carico effettiva ed è data dalla seguente relazione:

- $Q_r = Q_{rvuoto} + (Q_{rcarico} - Q_{rvuoto}) \times (I_b/I_n)^2 = 4,9 + (19,5 - 4,9) \times (206/361)^2 = 9,32 \text{ kVAR}$

La scelta ricade su una batteria fissa trifase di potenza **10 KVAR**.

Dimensionamento del gruppo statico di continuità (UPS)

Il gruppo statico di continuità di cabina alimenta le utenze in "continuità assoluta" ovvero le utenze che non ammettono interruzione di continuità nell'alimentazione elettrica.

Tali utenze sono quelle relative alle utenze elettroniche/sicurezza in cabina MT/BT.

La corrente nominale delle delle utenze in continuità assoluta (PLC, ausiliari ed utenze di sicurezza) è pari a circa 35 A (20 kW)

La potenza di picco della rete in continuità assoluta è data dalla seguente relazione:

- $P_i = 1,73 \times V_n \times I_{sp} = 1,73 \times 400 \times 35 = 24,2 \text{ kVA}$

Considerando una capacità di sovraccarico del gruppo di continuità pari al 150% per la durata di 5 secondi, si determina la potenza nominale della macchina:

- $A_{gsc} = P_i/cap. \text{ sovracc} = 24,2/1,5 = 16,13 \text{ kVA}$

AS BUILT

La scelta ricade su un gruppo di potenza nominale **25 kVA (20 kW – $\cos\phi = 0,9$)**.

L'autonomia tipica prevista è pari a 60 minuti.

Dimensionamento gruppo elettrogeno GE

Si considera l'alimentazione del gruppo pompe di aggotamento n.V0A, il cui valore indicativo della corrente di spunto, considerando l'avviamento "stella-triangolo" dei motori, è pari all'incirca a 4 volte il valore della corrente nominale, ovvero:

- $I_{spt} = 4 \times I_n = 4 \times 15 = 60 \text{ A}$

considerando che il carico complessivo pompe aggotamento n.V0A è pari a 8 kW (15 A).

La corrente nominale delle altre utenze dell'aggotamento è trascurabile.

La corrente nominale delle altre utenze privilegiate di cabina (Q_SC/1 e Q_CA/1) è pari a circa 56 A (33,2 kW)

La I_{spt_1} del ramo è quindi pari a circa:

- $I_{spt_1} = 60 + 56 = 116 \text{ A}$

Calcolo della potenza del gruppo elettrogeno

La potenza attiva richiesta all'albero del motore diesel per garantire l'avviamento si può calcolare con la seguente formula:

- $P_{sp} = [(1,73 \times V_n \times I_{spt_1} \times \cos\phi(avv) \times (1 - \Delta V)) / \eta(alt)] \times 1/1000 = [(1,73 \times 400 \times 116 \times 0,6 \times (1-0,2)) / 0,92] \times 1/1000 = 41.88 \text{ kW}$

avendo assunto un $\cos\phi(avv)$ pari a 0,6 (motori raffreddati ad acqua) ed una caduta di tensione all'avviamento non superiore al 20%.

La potenza meccanica del gruppo è pari a circa il 20% della potenza richiesta allo spunto e di conseguenza si ha:

- $P_{meccanica} = P_{sp} + 20\% = 41.28 + 20\% = 50.3 \text{ kW}$

Dalle tabelle tecniche di potenza riportate sui cataloghi dei vari costruttori, si può scegliere la taglia più idonea del gruppo.

In questo caso la scelta ricade su una macchina avente i seguenti parametri :

- Potenza elettrica (servizio in emergenza) = 175 kVA (140 kW)
- Potenza elettrica (servizio continuo) = 150 kVA (120 kW)
- Motore turbo diesel 4 tempi, 6 cilindri, cilindrata totale 6500 cm³
- Raffreddamento ad acqua

AS BUILT

- 1500 giri/minuto
- consumo carburante 36 litri/ora (al 100% del carico nominale)

Dimensionamento del serbatoio carburante

Il serbatoio ausiliario di carburante, da installare a servizio del gruppo elettrogeno GE, può essere dimensionato in base alla seguente relazione:

- $Q = C_{consumo} \text{ (litri/ora)} \times (\text{autonomia di 24 ore}/1000) = 36 \times (24/1000) = 0,86 \text{ m}^3$

La capacità sopra indicata si riferisce ad un'autonomia pari a 24 ore ed alla condizione di alimentare il 100% del carico. Pertanto è stato adottato un serbatoio da 700 lt.

7. DIMENSIONAMENTO DELLE CABINE ELETTRICHE DI AGGOTTAMENTO

7.1 CABINA DI AGGOTTAMENTO N.V0A

La cabina di aggottamento n.V0A viene alimentata direttamente dalla Cabina elettrica Interconnessione A9, tramite una linea derivata dalla sezione "privilegiata" del quadro QGBT di cabina.

Di conseguenza tutte le utenze di aggottamento si possono considerare di tipo "privilegiato".

Le potenze elettriche previste nell'aggottamento sono le seguenti:

Quadro aggottamento Q_AG/1	
Utenza	Potenza totale [kW]
Quadro pompe di aggottamento	8
Quadro strumentazione e PLC	3
Servizi ausiliari di aggottamento (luce/fm, ecc.)	9
Totale	20

Dimensionamento del gruppo statico di continuità (UPS)

Il gruppo statico di continuità di aggottamento alimenta le utenze in "continuità assoluta" ovvero le utenze che non ammettono interruzione di continuità nell'alimentazione elettrica.

Tali utenze sono quelle relative alla strumentazione e regolazione di impianto (PLC).

La corrente nominale di tali utenze è pari a circa 15 A (3 kW monofase)

La potenza della rete in continuità assoluta è data dalla seguente relazione:

- $P_i = V_n \times I_{sp} = 230 \times 15 = 3,45 \text{ kVA}$

La scelta ricade su un gruppo monofase di potenza nominale **5 kVA (4 kW – cosφ = 0,8)**.

L'autonomia tipica prevista è pari a 60 minuti.

8. CRITERI DI CALCOLO DELLE CORRENTI DI CORTO CIRCUITO

I conduttori elettrici di un circuito devono essere protetti da uno o più dispositivi che interrompono automaticamente l'alimentazione, quando in un punto qualunque del circuito elettrico si produce un corto circuito, a meno che le linee alimentate siano:

- di collegamento tra trasformatori, generatori o batterie con i rispettivi quadri a valle destinate a taluni carichi particolari come elettrosollevatori, ecc.
- relative a taluni circuiti di misura (per esempio i TA).

Per definire i dispositivi di protezione è fondamentale conoscere, oltre ai valori della I_n che devono portare, i valori delle correnti di guasto che possono verificarsi sia a valle del quadro generale del trasformatore MT/BT, sia nei vari punti del circuito elettrico. Il procedimento nel seguito illustrato permette di calcolare con buona approssimazione il valore di tali correnti.

In sede progettuale, nello sviluppo del calcolo, sono state assunte le seguenti semplificazioni peraltro cautelative.

- impedenza rete M.T.: trascurabile
- potenza di corto circuito rete M.T.: infinita
- contributo macchine rotanti: 4 volte la corrente nominale del motore equivalente per il valore simmetrico, 8 volte la corrente nominale del motore per il valore di cresta.
- contributo generatori: 5 volte la corrente nominale del motore equivalente per il valore simmetrico, 8 volte per il valore di cresta.

8.1 CORRENTE DI CORTO CIRCUITO TRIFASE SIMMETRICA

$$I''_k = \frac{U}{\sqrt{3} \times \sqrt{((R_T + R_{L1} + R_{L2})^2 + (X_T + X_{L1} + X_{L2})^2)}} + I_M + I_G$$

dove:

- I''_k = corrente di corto circuito trifase simmetrica (A)
- U = tensione concatenata (V)
- R_T = resistenza equivalente del trasformatore (Ω)
- R_{L1} = resistenza della linea di collegamento tra il trasformatore ed il quadro generale

AS BUILT

BT alla massima temperatura di esercizio (Ω)

- R_{L2} = resistenza della linea di collegamento tra il quadro generale BT ed il sottoquadro alla massima temperatura di esercizio (Ω)
- X_T = reattanza equivalente del trasformatore (Ω)
- X_{L1} = reattanza della linea di collegamento tra il trasformatore ed il quadro generale BT (Ω)
- X_{L2} = reattanza della linea di collegamento tra il quadro generale BT ed il sottoquadro (Ω)
- I_M = contributo degli eventuali motori equivalenti alla corrente di corto circuito (A)
- I_G = contributo dell'eventuale generatore equivalente alla corrente di corto circuito (A)

8.2 CORRENTE DI CORTO CIRCUITO BIFASE

$$I''_{k2} = \sqrt{3} \times \frac{I''_k}{\sqrt{2}}$$

dove:

- I''_{k2} = corrente di corto circuito bifase (A)
- I''_k = corrente di corto circuito trifase simmetrica (A)

8.3 CORRENTE DI CORTO CIRCUITO MONOFASE

$$I''_{k1} = \frac{U}{\sqrt{3} * \sqrt{((R_T + R_{F1} + R_{N1} + R_{F2} + R_{N2})^2 + (X_T + X_{F1} + X_{N1} + X_{F2} + X_{N2})^2)}}$$

dove:

- I''_{k1} = corrente di corto circuito monofase (A)
- U = tensione concatenata (V)
- R_T = resistenza equivalente del trasformatore (Ω)
- R_{F1} = resistenza di fase della linea di collegamento tra il trasformatore ed il quadro generale BT alla massima temperatura di esercizio (Ω)
- R_{N1} = resistenza di neutro della linea di collegamento tra il trasformatore ed il quadro generale BT alla massima temperatura di esercizio (Ω)
- R_{F2} = resistenza di fase della linea di collegamento tra il quadro generale BT ed il sottoquadro alla massima temperatura di esercizio (Ω)

AS BUILT

- R_{N2} = resistenza di neutro della linea di collegamento tra il quadro generale BT ed il sottoquadro alla massima temperatura di esercizio (Ω)
- X_T = reattanza equivalente del trasformatore (Ω)
- X_{F1} = reattanza di fase della linea di collegamento tra il trasformatore ed il quadro generale BT (Ω)
- X_{N1} = reattanza di neutro della linea di collegamento tra il trasformatore ed il quadro generale BT (Ω)
- X_{F2} = reattanza di fase della linea di collegamento tra il quadro generale BT ed il sottoquadro (Ω)
- X_{N2} = reattanza di neutro della linea di collegamento tra il quadro generale BT ed il sottoquadro (Ω)

9. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI BT

9.1 PORTATA DEL CONDUTTORE

$$I_z = I_0 \times K_1 \times K_2$$

dove:

- I_z = portata nominale nelle reali condizioni di posa (A)
- I_0 = portata ordinaria in aria a 30°C (valori indicati nelle tabelle I e II delle norme CEI 35024) (A)
- K_1 = fattore per temperature diverse da 30°C (tabella III delle norme CEI 35024)
- K_2 = fattore di posa (tabelle IV, V e VI delle norme CEI 35024)

Nel calcolo della portata si presuppone che:

- solo i cavi attivi producono riscaldamento e le linee si considerano equilibrate;
- con carichi squilibrati si debba studiare la fase più caricata e verificare la tenuta del neutro, soprattutto in presenza di armoniche;
- la temperatura ambiente sia di 30°C.

9.2 SCELTA DELLA SEZIONE DEL CONDUTTORE

Le tabelle della norma CEI 35024 quindi permettono di calcolare, in determinate posa e ambientali:

- la corrente massima I_z che il cavo può sopportare ininterrottamente, data la sua sezione S;
- la sezione minima del cavo, data la corrente massima ammissibile I_z .

9.3 CADUTA DI TENSIONE

La caduta di tensione fra l'origine di un impianto e qualunque apparecchio utilizzatore sarà contenuta entro il 4% riferita al valore della U_n dell'impianto. Cadute di tensione più elevate saranno ammesse solo per motori alla messa in servizio o per altri componenti elettrici che richiedono assorbimenti più elevati, purché le variazioni di tensione restino entro i limiti indicati nelle relative Norme CEI.

$$\Delta U = k \times (R' \cos \varphi + X' \sin \varphi) \times I_b$$

AS BUILT

dove:

- ΔU = caduta di tensione (V/km o mV/m)
- I_b = corrente assorbita dal carico (A)
- K = coefficiente (1,73 per linee trifasi e 2 per linee monofasi)
- R' = resistenza per fase alla temperatura di regime (Ω/km o $\text{m}\Omega/\text{m}$)
- X' = reattanza di fase a 50 Hz (Ω/km o $\text{m}\Omega/\text{m}$)
- $\cos\varphi$ = fattore di potenza del carico
- L = lunghezza della linea (km o m)

da cui in percentuale:

$$\Delta u \% = \frac{\Delta U}{U_n} \times 100$$

9.4 VERIFICA DELLA PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI

Secondo la Norma CEI 64-8 le sezioni minime dei conduttori devono essere tali da resistere alle sollecitazioni meccaniche e, in caso di guasto, non devono raggiungere temperature pericolose sia per l'ambiente circostante, sia per la buona conservazione dei conduttori stessi e delle relative giunzioni.

Per la protezione dei conduttori contro le sovracorrenti si dovranno coordinare gli stessi con i dispositivi di protezione in modo da soddisfare le seguenti relazioni:

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

dove:

- I_z = portata massima del conduttore secondo le condizioni di posa (A)
- I_f = corrente convenzionale di funzionamento dell'interruttore (A)
- I_n = corrente nominale o di taratura dell'interruttore (A)
- I_b = corrente di impiego dell'utilizzatore (A)

Dalle condizioni di coordinamento sopra citate, ne consegue che il conduttore non risulta protetto se il sovraccarico è compreso tra I_z e I_f in quanto esso può permanere a lungo senza provocare l'intervento della protezione. Ciò può essere evitato fissando il valore di I_b in modo che I_z non venga superato frequentemente.

AS BUILT

$$I^2t = K^2 \times S^2$$

dove:

- I^2t = integrale di Joule o energia specifica lasciata passare, dal dispositivo di protezione, per la durata del corto circuito (A_s^2);
- K = fattore dipendente dal tipo di conduttore (Cu o Al) e isolamento che, per una durata di corto circuito non superiore a 5 s, è pari a:
 - 115 per conduttori in Cu isolati con PVC
 - 135 per conduttori in Cu isolati con gomma ordinaria o gomma butilica
 - 143 per conduttori in Cu isolati con gomma etilenpropilenica e propilene reticolato
 - 74 per conduttori in Al isolati con PVC
 - 87 per conduttori in Al isolati con gomma ordinaria, gomma butilica, gomma etilenpropilenica o propilene reticolato
 - 115 corrispondente ad una temperatura di 160°C per le giunzioni saldate a stagno tra conduttori in Cu
- S = sezione del conduttore (mmq)

10. CRITERI DI SCELTA E DIMENSIONAMENTO DELLE PROTEZIONI

10.1 PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI

I conduttori attivi di un circuito elettrico devono essere protetti da uno o più dispositivi che interrompono automaticamente l'alimentazione quando si produce sovracorrente (sovraccarico o corto circuito). La protezione contro i sovraccarichi e i corto circuiti può essere assicurata sia in modo separato, con dispositivi distinti, sia in modo unico con dispositivi che assicurano entrambe le protezioni. In ogni caso essi devono essere tra loro coordinati.

Per assicurare la protezione il dispositivo deve:

- interrompere sia la corrente di sovraccarico sia quella di corto circuito, interrompendo, nel secondo caso, tutte le correnti di corto circuito che si presentano in un punto qualsiasi del circuito, prima che esse provochino nel conduttore un riscaldamento tale da danneggiare l'isolamento;
- essere installato in generale all'origine di ogni circuito e di tutte le derivazioni aventi portate differenti (diverse sezioni dei conduttori, diverse condizioni di posa e ambientali, nonché un diverso tipo di isolamento del conduttore).

Condizioni di sovraccarico

Gli interruttori per la protezione contro i sovraccarichi sono dimensionati in modo da soddisfare le seguenti relazioni:

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

dove:

- I_z = portata massima del conduttore secondo le condizioni di posa (A)
- I_f = corrente convenzionale di funzionamento dell'interruttore (A)
- I_n = corrente nominale o di taratura dell'interruttore (A)
- I_b = corrente di impiego dell'utilizzatore (A)

Dalle condizioni di coordinamento sopra citate, ne consegue che il conduttore non risulta protetto se il sovraccarico è compreso tra I_z e I_f in quanto esso può permanere a lungo

AS BUILT

senza provocare l'intervento della protezione. Ciò può essere evitato fissando il valore di I_b in modo che I_z non venga superato frequentemente.

Condizioni di corto circuito

Per quanto concerne le condizioni di corto circuito, il dispositivo di protezione:

- può essere installato lungo la condotta ad una distanza dall'origine non superiore a 3 m, purché questo tratto sia rinforzato in modo da ridurre al minimo il rischio di corto circuito;
- non deve essere posto vicino a materiale combustibile o in luoghi con pericolo di esplosione;
- deve avere un potere di interruzione non inferiore alla corrente di corto circuito presunta nel punto in cui è installato. È ammesso tuttavia l'impiego di un dispositivo di protezione con un potere di interruzione inferiore se a monte è installato un altro dispositivo che abbia il necessario potere di interruzione (protezione di sostegno o back-up). In questo caso l'energia specifica (I^2t) lasciata passare dal dispositivo a monte non deve superare quella (I^2t) che può essere ammessa senza danni dal dispositivo o dalle condutture situate a valle;
- deve intervenire in un tempo inferiore a quello che farebbe superare al conduttore la massima temperatura ammessa. Deve cioè essere verificata, qualunque sia il punto della condotta interessata al corto circuito, la condizione:

$$I^2t = K^2 \times S^2$$

Per corto circuiti di durata non superiore a 5 s, il tempo necessario affinché una data corrente di corto circuito porti in condizioni di servizio ordinario un conduttore alla temperatura limite, può essere calcolato in prima approssimazione con la formula (derivata dalla precedente):

$$\sqrt{t} = \frac{K \times S}{I}$$

dove:

- I^2t = integrale di Joule o energia specifica lasciata passare, dal dispositivo di protezione, per la durata del corto circuito (A^2s);
- K = fattore dipendente dal tipo di conduttore (Cu o Al) e isolamento che, per una durata di corto circuito non superiore a 5 s, è pari a:
 - 115 per conduttori in Cu isolati con PVC

AS BUILT

- 135 per conduttori in Cu isolati con gomma ordinaria o gomma butilica
 - 143 per conduttori in Cu isolati con gomma etilenpropilenica e propilene reticolato
 - 74 per conduttori in Al isolati con PVC
 - 87 per conduttori in Al isolati con gomma ordinaria, gomma butilica, gomma etilenpropilenica o propilene reticolato
 - 115 corrispondente ad una temperatura di 160°C per le giunzioni saldate a stagno tra conduttori in Cu
- S = sezione del conduttore (mmq)
 - t = tempo di intervento del dispositivo di protezione assunto < 5 s

10.2 COORDINAMENTO TRA LE PROTEZIONI CONTRO I SOVRACCARICHI E CORTO CIRCUITI

Protezione assicurata da dispositivi separati

Si applicano separatamente le prescrizioni viste ai capitoli precedenti sia al dispositivo di protezione contro i sovraccarichi sia al dispositivo di protezione contro i corti circuiti.

Protezione assicurata da un unico dispositivo

Se il dispositivo unico è coordinato secondo le prescrizioni di cui al capitolo precedente ($I_b \leq I_n \leq I_z$ e $I_f \leq 1,45 I_z$) con il conduttore ed ha un potere di interruzione almeno uguale alle correnti di corto circuito nel punto in cui è installato, si considera che esso assicuri anche la protezione contro i corto circuiti alla conduttura posta a valle di quel punto.

La scelta dei dispositivi di protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in modo che:

- la corrente nominale deve essere scelta in accordo alla condizione $I_b \leq I_n \leq I_z$;
- nel caso di carichi ciclici, i valori di I_n e di I_f devono essere scelti sulla base dei valori di I_b e di I_z corrispondenti a carichi termicamente equivalenti.

Per la scelta dei dispositivi di protezione contro i corto circuiti, l'applicazione delle prescrizioni di cui sopra, per la durata del guasto sino a 5 s, deve tenere conto delle correnti minime e massime di corto circuito.

Note

Per circuiti che alimentano utenze in cui l'apertura intempestiva del circuito potrebbe essere causa di pericolo sarà omessa o sovradimensionata la protezione contro i

AS BUILT

sovraccarichi. Essi possono essere:

- circuiti di eccitazione di macchine rotanti;
- circuiti che alimentano elettromagneti di sollevamento;
- circuiti secondari di trasformatori di corrente;
- circuiti che alimentano dispositivi di estinzione di incendio.

In tutti questi casi si raccomanda un dispositivo di allarme (acustico e/o visivo) che segnali eventuali sovraccarichi. Nei casi sopra descritti, in cui non sia prevista la protezione contro i sovraccarichi, deve essere fatta la verifica in corrispondenza della corrente di corto circuito minima.

La protezione contro i corti circuiti sarà invece omessa:

- per le condutture che collegano generatori, trasformatori, raddrizzatori, batterie di accumulatori ai rispettivi quadri;
- per circuiti la cui apertura intempestiva potrebbe comportare pericoli di funzionamento e per la sicurezza degli impianti interessati;
- alcuni circuiti di misura, a condizione che la conduttura sia realizzata in modo da ridurre al minimo il rischio di corto circuito e la conduttura non sia posta in vicinanza di materiali combustibili.

10.3 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI NEI SISTEMI TN

La protezione contro i contatti indiretti, nel caso specifico di un sistema TN, consiste nel prendere misure intese a proteggere le persone contro i pericoli risultanti dal contatto di parti conduttrici che possono andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale. Gli utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro le tensioni di contatto mediante il collegamento a terra, saranno collegati al conduttore di protezione.

La protezione sarà coordinata in modo tale da assicurare la tempestiva interruzione del circuito se la tensione di contatto assume valori pericolosi, e ciò sarà ottenuto mediante l'installazione di dispositivi di massima corrente a tempo inverso o dispositivi differenziali di caratteristiche tali da avvalorare la seguente relazione:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

dove:

- U_0 = tensione nominale in c.a., valore efficace tra fase e terra;
- I_a = corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro il tempo definito in tabella, in funzione della tensione nominale U_0 oppure entro un

AS BUILT

tempo convenzionale non superiore a 5 s; se si utilizza un dispositivo differenziale la è la corrente differenziale I_{dn} ;

- Z_s = *impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto ed il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente.*

U_0 [V]	Tempo di interruzione [s]
120	0,8
230	0,4
400	0,2
>400	0,1

10.4 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Si attua la protezione contro i contatti diretti ponendo in essere tutte quelle misure e accorgimenti idonei a proteggere le persone dal contatto con le parti attive di un circuito elettrico. La protezione può essere parziale o totale. La scelta tra la protezione parziale o totale dipende dalle condizioni d'uso e d'esercizio dell'impianto (può essere parziale solo dove l'accessibilità ai locali è riservata a persone addestrate).

La Norma CEI 64-8 prevede inoltre quale misura addizionale di protezione contro i contatti diretti l'impiego di dispositivi a corrente differenziale.

10.5 DIMENSIONAMENTO DEGLI INTERRUTTORI AUTOMATICI

Interruttore generale di impianto

Corrente nominale

$$I_n \leq I_z$$

$$I_n \geq 1,3I_r$$

dove:

- I_n = *corrente nominale dell'interruttore (A);*
- I_z = *corrente nominale del cavo delle reali condizioni di posa (A);*
- I_r = *corrente nominale secondaria del trasformatore (A).*

Relè Termico

AS BUILT

$$I_{te} \leq I_r I_t$$

dove:

- I_{te} = corrente di taratura del relè termico (A);
- I_r = corrente nominale secondaria del trasformatore (A).

Relè Magnetico

$$I_m < I_{ccmin}$$
$$t = 0.2s$$

dove:

- I_m = corrente di taratura del relè magnetico (A);
- I_{ccmin} = corrente di corto circuito minima (A);
- t = tempo di ritardo (s).

Potere di interruzione

$$P_i > I_{ccmax}$$

dove:

- P_i = potere di interruzione (A);
- I_{ccmax} = corrente di corto circuito massima (A).

Interruttori magnetotermici

Corrente nominale

$$I_n \leq I_z$$
$$I_n > I_b \times (a \times T_a + b)$$

dove:

- I_n = corrente nominale dell'interruttore (A)
- I_z = corrente nominale del cavo delle reali condizioni di posa (A);
- I_b = corrente nominale assorbita dal carico (A);
- T_a = temperatura dell'ambiente di posa dell'interruttore (°C);
- a, b = coefficienti numeri per riportare la corrente di funzionamento dell'interruttore alla temperatura di riferimento.

AS BUILT

Relè Termico

$$I_{te} \leq I_r I_t$$

dove:

- I_{te} = corrente di taratura del relè termico (A);
- I_r = corrente nominale secondaria del trasformatore (A).

Relè Magnetico

$$I_m < I_{ccmin}$$
$$t = 0.2s$$

dove:

- I_m = corrente di taratura del relè magnetico (A);
- I_{ccmin} = corrente di corto circuito minima (A);
- t = tempo di ritardo (s).

Potere di interruzione

$$P_i > I_{ccmax}$$

dove:

- P_i = potere di interruzione (A);
- I_{ccmax} = corrente di corto circuito massima (A).

11. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI DI TERRA DI CABINA

11.1 GENERALITÀ

Gli impianti di terra di cabina devono essere progettati in modo da soddisfare le seguenti prescrizioni:

- avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
- essere in grado di sopportare, da un punto di vista termico, le più elevate correnti di guasto prevedibili (che generalmente sono determinate mediante calcolo);
- evitare danni a componenti elettrici ed a beni;
- garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto a terra.

I parametri da prendere in considerazione nel dimensionamento degli impianti di terra sono quindi:

- valore della corrente di guasto a terra;
- durata del guasto a terra;
- caratteristiche del terreno.

11.2 DIMENSIONAMENTO MECCANICO

I dispersori, essendo direttamente a contatto con il terreno, devono essere costruiti con materiale in grado di sopportare la corrosione (aggressivi chimici o biologici, formazione di coppia elettrolitica, elettrolisi, ecc.). Essi devono resistere alle sollecitazioni meccaniche durante la loro installazione ed a quelle che si verificano durante il servizio ordinario. Si possono impiegare, come elementi del dispersore, anche le armature di acciaio annegate in fondazioni di calcestruzzo, pali di acciaio od altri dispersori di fatto. Le dimensioni minime dei dispersori, indicate nell'Allegato A, sono dettate da considerazioni sulla resistenza meccanica e sulla corrosione.

Per le cabine di tratta in generale si prevede l'utilizzo di corda di rame nuda di sezione 95 mmq.

Essendo il valore minimo ammissibile per questo tipo di materiale la sezione di 25 mmq., risulta verificato il dimensionamento con riferimento alla resistenza meccanica ed alla corrosione.

AS BUILT

ALLEGATO
A normativo

MATERIALE E DIMENSIONI MINIME DEI DISPERSORI PER GARANTIRNE LA RESISTENZA MECCANICA ED ALLA CORROSIONE

Materiale	Tipo di dispersore	Dimensione minima					
		Corpo			Rivestimento/guaina		
		Diametro [mm]	Sezione trasversale [mm ²]	Spessore [mm]	Valori singoli [µm]	Valori medi [µm]	
Acciaio	Piattina ⁽²⁾		90	3	63	70	
	Profilato (inclusi i piatti)		90 (250)	3 (5)	63	70	
	Tubo	25		2	47	55	
	Barra tonda per picchetto	16 (20)			63	70	
	Tondo per dispersore orizzontale	10				50	
	con guaina di piombo ⁽¹⁾	Tondo per dispersore orizzontale	8			1000	
	con guaina di rame estrusa	Barra tonda per picchetto	15			2000 (500)	
con guaina di rame elettrolitico	Barra tonda per picchetto	14.2 (15)			90	100	
Rame	Piattina		50	2			
	Tondo per dispersore orizzontale		25 ⁽³⁾				
	Corda	1,8 ^(*)	25				
	Tubo	20		2			
	stagnato	Corda	1,8 ^(*)	25		1	5
	zincato	Piattina		50	2	20	40
	con guaina di piombo ⁽¹⁾	Corda	1,8 ^(*)	25		1000	
	Filo tondo		25		1000		

(*) per cavetti singoli

(1) non idoneo per posa diretta in calcestruzzo

(2) piattina, arrotondata o tagliata con angoli arrotondati

(3) in condizioni eccezionali, dove l'esperienza mostra che il rischio di corrosione e di danno meccanico è estremamente basso, si può usare 16 mm².

Nota I valori riportati tra parentesi sono comunemente utilizzati in Italia.

11.3 DIMENSIONAMENTO TERMICO

Le correnti che devono essere considerate per il dimensionamento dei conduttori di terra e dei dispersori sono indicate nella Tab. 9-1. della Norma CEI 11-1.

La corrente di guasto è spesso ripartita tra i diversi elementi dell'impianto di terra; è possibile, pertanto, dimensionare ciascun dispersore per la sola porzione della corrente di guasto che gli compete.

DIMENSIONAMENTO LINEE E APPARECCHIATURE BT

A_0_A0X_IE000_0_IM_RC_002_E

Pag 34/40

AS BUILT

Le temperature finali, da considerare nella progettazione ed alle quali si fa riferimento nell'Allegato B, devono essere scelte in modo da evitare la riduzione della resistenza meccanica del materiale ed i danni al materiale circostante, ad esempio calcestruzzo od isolanti.

Il calcolo della sezione dei conduttori di terra o dei dispersori, in funzione del valore e della durata della corrente di guasto, è indicato nell'Allegato normativo B.

Si fa distinzione tra durata di guasto inferiore a 5 s (aumento adiabatico della temperatura) e superiore a 5 s. La temperatura finale deve essere scelta tenendo conto del materiale e dell'ambiente circostante.

In caso di correnti di guasto che vengano interrotte in meno di 5 s (come nell'impianto in oggetto), la sezione del conduttore di terra o del dispersore deve essere calcolata con la seguente formula:

$$A = \frac{I}{K} \sqrt{\frac{t}{\ln \frac{\Theta_f + \beta}{\Theta_i + \beta}}}$$

dove:

- A = sezione in mmq.
- I = corrente del conduttore in ampere (pari a I_f)
- t = durata della corrente di guasto in secondi (pari a t_f)
- K = costante che dipende dal materiale (per il rame è pari a $229 \text{ A mmq s}^{\frac{1}{2}}$)
- β = reciproco del coefficiente di temperatura della resistenza del componente percorso dalla corrente a 0°C (per il rame è pari a $234,5^\circ \text{C}$)
- Θ_i = temperatura iniziale in gradi Celsius, ovvero temperatura del terreno alla profondità di 1 metro (si considera pari a 30°C)
- Θ_f = temperatura finale in gradi Celsius (si assume un valore pari a 400°C per il dispersore e pari a 200°C per i conduttori di terra)

La verifica è possibile solo avendo disponibili dall'Ente fornitore i valori di I_f e t_f .

Ipotizzando una corrente di guasto I_f pari a 300 A ed un tempo di durata del guasto t_f pari a 0,7 secondi (situazione tipica di un sistema a neutro isolato), si ottiene un valore di sezione pari a circa 1,5 mmq.

Ipotizzando invece una corrente di guasto I_f pari a 40 A ed un tempo di durata del guasto t_f

AS BUILT

pari a 10 secondi (situazione tipica di un sistema con neutro compensato o messo a terra tramite impedenza), si ottiene un valore di sezione inferiore a 10 mmq. (valore desunto da fig. B-2a Norma CEI 11-1).

La sezione prevista a progetto pari a 95 mmq. è quindi abbondantemente idonea dal punto di vista termico.

11.4 DIMENSIONAMENTO CON RIFERIMENTO ALLE TENSIONI DI CONTATTO E DI PASSO

La causa di pericolo è il passaggio di corrente attraverso il corpo umano. La pubblicazione IEC 60479-1 fornisce le linee guida sugli effetti della corrente che fluisce attraverso il corpo umano, in funzione del suo valore e della sua durata. In pratica, è più conveniente far riferimento alle tensioni di contatto. I limiti della tensione di contatto dovuta a guasti a terra sono indicati nella seguente tabella, estrapolata dalla norma CEI 11-1:

Valori calcolati della tensione di contatto U_{Tp} ammissibile in funzione della durata t_F del guasto

Durata del guasto t_F [s]	Tensione di contatto ammissibile U_{Tp} [V]
10	80
1.1	100
0.72	125
0.64	150
0.49	220
0.39	300
0.29	400
0.20	500
0.14	600
0.08	700
0.04	800

Per la corrispondente durata del guasto si tiene conto del corretto funzionamento dei dispositivi di protezione e di manovra.

Per calcolare il valore di resistenza massima ammissibile che l'impianto di terra deve avere per garantire il rispetto delle condizioni sopra esposte si deve applicare la seguente relazione:

AS BUILT

- $R_t = U_{tp} / I_e$

Dove I_e è la corrente di terra, convenzionalmente a favore della sicurezza pari al 70% della I_f (norma CEI 0-16).

Riprendendo le due ipotesi precedenti si ha:

Sistema a neutro isolato

$$I_f = 300 \text{ A}$$

$$I_e = 300 \cdot 0,7 = 210 \text{ A}$$

$t_f = 0,7 \text{ s}$ a cui corrisponde una U_{tp} pari a 135 V

- $R_t = U_{tp} / I_f = 135 / 210 = 0,64 \text{ } \Omega$

Sistema a neutro compensato

$$I_f = 40 \text{ A}$$

$$I_e = 40 \cdot 0,7 = 28 \text{ A}$$

$t_f = 10 \text{ s}$ a cui corrisponde una U_{tp} pari a 75 V

- $R_t = U_{tp} / I_f = 75 / 28 = 2,68 \text{ } \Omega$

11.5 CALCOLO DELLA RESISTENZA DI TERRA DI CABINA

La Norma CEI 11-37 dà le indicazioni per calcolare il valore di resistenza di terra di un dispersore ad anello.

L'impianto di terra delle cabina di tratta è generalmente previsto in configurazione ad anello, con sviluppo perimetrale intorno alle cabine stesse. Ad integrazione dell'anello sono inoltre previsti n.8 picchetti tubolari di lunghezza pari a 2 metri e diametro 20 mm.

Il dispersore è costituito da corda di rame nuda di sezione 95 mmq. (diametro 11 mm). Il diametro dell'anello disperdente è di circa 40 m.

La resistenza di terra dell'anello è data dalla seguente relazione:

$$R = \frac{\rho}{\pi^2 D} \ln \frac{2\pi D}{d}$$

dove:

- $R =$ resistenza di terra (Ω)

AS BUILT

- ρ = resistività del terreno (Ω m)
- D = diametro dell'anello disperdente (m)
- d = diametro del conduttore cordato (m)

Ipotizzando la presenza di terreno argilloso/sabbioso, con un valore stimato di resistività media di **200 Ω m** (tabella 3, CEI 11-37), si determina un valore di resistenza dell'anello pari a circa:

- $R_G = 5 \Omega$

Il dispersore ad anello è collegato in parallelo con i dispersori verticali a picchetto, la cui resistenza unitaria è data dalla seguente relazione:

$$R_p = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \frac{4L}{d}$$

dove:

- R_p = resistenza del picchetto (Ω)
- ρ = resistività del terreno (Ω m)
- L = lunghezza del picchetto (m)
- d = diametro del picchetto (m)

Il valore di resistenza del singolo picchetto è quindi pari a circa:

- $R_p = 90 \Omega$

Il valore totale della resistenza di terra (anello + picchetti) è dato dalla seguente relazione:

$$R_{TOT} = \frac{R_G \cdot R_p / n}{R_G + R_p / n}$$

dove:

- R_{TOT} = resistenza totale (Ω)
- R_G = resistività del dispersore ad anello (Ω)
- R_p = resistenza del picchetto (Ω)
- n = numero dei picchetti

AS BUILT

Applicando i valori corrispondenti si ottiene un valore pari a circa:

- $R_{TOT} = 3,5 \Omega$

11.6 CONSIDERAZIONI FINALI

Dal calcolo teorico si determina un valore di resistenza di terra di cabina superiore ai limiti di R_t precedentemente calcolati.

Si deve in ogni caso considerare che all'impianto di messa a terra esterno di cabina si collegano i ferri di fondazione dell'edificio, le maglie elettrosaldate dei locali, i collegamenti equipotenziali principali e supplementari, ecc.

Per le cabine che alimentano parte di un'unica galleria è inoltre previsto il collegamento tra gli impianti di terra di entrambe le cabine.

Tutti questi collegamenti, che non sono facilmente calcolabili, permettono sicuramente di realizzare un sistema equipotenziale tale da ridurre il valore di resistenza totale di terra e migliorare la protezione in riferimento alle tensioni di passo e contatto.

In ogni caso si dovrà prevedere, prima di dare tensione all'impianto elettrico di cabina, di effettuare la completa campagna di misure riguardo alla resistenza totale di terra. Se i valori riscontrati non garantiscono un corretto coordinamento con le protezioni dell'Ente Distributore dovrà essere effettuata una campagna di misure delle tensioni di passo e contatto in un significativo numero di punti interni ed esterni alla cabina ed alla galleria di pertinenza. La campagna di misura dovrà essere effettuata con idonea strumentazione e personale specializzato, con produzione finale dei report delle misure effettuate.

12. ALLEGATI

Fanno parte del presente documento gli allegati di seguito riportati, che illustrano i calcoli delle principali linee BT ed in particolare:

- Premessa generale ai calcoli
- Cabina Interconnessione A9 – calcoli quadro QGBT

Committente :

Indirizzo :

Città :

EXEL S.r.l.

CALCOLI E VERIFICHE

Progetto INTEGRA

Scheda riepilogativa riguardante i dati del circuito : QBT.00

Circuito: **LINEA DA TRASFORMATORE TR 250kVA**

Dati generali relativi al quadro "QUADRO GENERALE BT - QGTB" a cui è sottesa l'utenza considerata

Sistema di distribuzione in relazione allo stato del neutro	TN-S	
Tensione di esercizio nominale a vuoto	15.000/400	[V]
Corrente di cortocircuito I _k massima presunta	5,82	[kA]
Caduta di tensione percentuale massima ammissibile	5	[%]

Dati relativi al circuito di alimentazione dell'utenza

Sigla	QBT.00	
Sezione	---	[mm ²]
Lunghezza	---	[m]
Modalità di posa	---	

Dati relativi alla protezione

Tipo - Marca	NSX400N-Mic.2.3 LSoI 400A-MERLIN GERIN	
Numero di poli	4 x 400	
Corrente nominale	400	[A]
Potere di interruzione	50	[kA]
Corrente differenziale	---	[A]
I di intervento protezione	4.400	[A]

Parametri elettrici relativi al circuito in considerazione

I _k max fondo linea	5.819	[A]
I _{gt} fase - protezione fondo linea	5.053	[A]
I ² t max inizio linea / K ² S ² fase.....	---/---	[A ² s]
I ² t max inizio linea / K ² S ² neutro.....	---/---	[A ² s]
I ² t max inizio linea / K ² S ² protezione...	---/---	[A ² s]
Corrente di impiego I _b	216	[A]
Corrente regolata I _r	400	[A]
Portata del cavo I _z	---	[A]
Corrente di funzionamento I _f	480	[A]
Valore di 1,45 I _z	---	[A]
Caduta di tensione con I _b	0,12	[%]
Lunghezza max protetta	---	[m]

Considerazioni finali

- E' verificata la condizione I_k <= P.d.i.
 - La tensione dell'apparecchiatura è idonea alla tensione del sistema
 - La caduta di tensione con I_b è minore di quella massima consentita
 - E' garantita la protezione contatti indiretti
- Cavo non presente

Committente :

Indirizzo :

Città :

EXEL S.r.l.

CALCOLI E VERIFICHE

Progetto INTEGRA

Scheda riepilogativa riguardante i dati del circuito : QBT.02

Circuito: **QUADRO QEA ILLUMINAZIONE SVINCOLO**

Dati generali relativi al quadro "QUADRO GENERALE BT - QGTB" a cui è sottesa l'utenza considerata

Sistema di distribuzione in relazione allo stato del neutro	TT	
Tensione di esercizio nominale a vuoto	15.000/400	[V]
Corrente di cortocircuito I _k massima presunta	5,82	[kA]
Caduta di tensione percentuale massima ammissibile	5	[%]

Dati relativi al circuito di alimentazione dell'utenza

Sigla	QBT.02	
Sezione	4(1x70)+(1PE35)	[mm ²]
Lunghezza	50	[m]
Modalità di posa	143/9U61_/30/0,744	

Dati relativi alla protezione

Tipo - Marca	NSX160E-TM125D 4r + Vigi MH-MERLIN GERIN	
Numero di poli	4 x 160	
Corrente nominale	160	[A]
Potere di interruzione	16	[kA]
Corrente differenziale	1 - Cl. A	[A]
I di intervento protezione	1	[A]

Parametri elettrici relativi al circuito in considerazione

I _k max fondo linea	4.684	[A]
I _{gt} fase - protezione fondo linea	4,98	[A]
I ² t max inizio linea / K ² S ² fase.....	414.329/100.200.100	[A ² s]
I ² t max inizio linea / K ² S ² neutro.....	400.088/100.200.100	[A ² s]
I ² t max inizio linea / K ² S ² protezione...	0/25.050.025	[A ² s]
Corrente di impiego I _b	63	[A]
Corrente regolata I _r	125	[A]
Portata del cavo I _z	137	[A]
Corrente di funzionamento I _f	150	[A]
Valore di 1,45 I _z	198	[A]
Caduta di tensione con I _b	0,55	[%]
Lunghezza max protetta	590	[m]

Considerazioni finali

- E' verificata la condizione I_k <= P.d.i.
- La tensione dell'apparecchiatura è idonea alla tensione del sistema
- La caduta di tensione con I_b è minore di quella massima consentita
- E' garantita la protezione contatti indiretti
- E' verificata la condizione I_b <= I_n <= I_z
- E' verificata la condizione I²t <= K²S²

Committente :

Indirizzo :

Città :

EXEL S.r.l.

CALCOLI E VERIFICHE

Progetto INTEGRA

Scheda riepilogativa riguardante i dati del circuito : QBT.03

Circuito: **QUADRO QEB ILLUMINAZIONE SVINCOLO**

Dati generali relativi al quadro "QUADRO GENERALE BT - QGTB" a cui è sottesa l'utenza considerata

Sistema di distribuzione in relazione allo stato del neutro	TT	
Tensione di esercizio nominale a vuoto	15.000/400	[V]
Corrente di cortocircuito I _k massima presunta	5,82	[kA]
Caduta di tensione percentuale massima ammissibile	5	[%]

Dati relativi al circuito di alimentazione dell'utenza

Sigla	QBT.03	
Sezione	3(1x120)+(1x70)+(1PE70)	[mm ²]
Lunghezza	840	[m]
Modalità di posa	143/9U61_/30/0,744	

Dati relativi alla protezione

Tipo - Marca	NSX160E-TM125D 3r + Vigi MH-MERLIN GERIN	
Numero di poli	3P x 160 + N	
Corrente nominale	160	[A]
Potere di interruzione	16	[kA]
Corrente differenziale	1 - Cl. A	[A]
I di intervento protezione	1	[A]

Parametri elettrici relativi al circuito in considerazione

I _k max fondo linea	1.277	[A]
I _{gt} fase - protezione fondo linea	4,84	[A]
I ² t max inizio linea / K ² S ² fase.....	414.329/294.465.600	[A ² s]
I ² t max inizio linea / K ² S ² neutro.....	400.088/100.200.100	[A ² s]
I ² t max inizio linea / K ² S ² protezione...	0/100.200.100	[A ² s]
Corrente di impiego I _b	55	[A]
Corrente regolata I _r	125	[A]
Portata del cavo I _z	187	[A]
Corrente di funzionamento I _f	150	[A]
Valore di 1,45 I _z	271	[A]
Caduta di tensione con I _b	3,88	[%]
Lunghezza max protetta	1.090	[m]

Considerazioni finali

- E' verificata la condizione I_k ≤ P.d.i.
- La tensione dell'apparecchiatura è idonea alla tensione del sistema
- La caduta di tensione con I_b è minore di quella massima consentita
- E' garantita la protezione contatti indiretti
- E' verificata la condizione I_b ≤ I_n ≤ I_z
- E' verificata la condizione I²t ≤ K²S²

Committente :

Indirizzo :

Città :

EXEL S.r.l.

CALCOLI E VERIFICHE

Progetto INTEGRA

Scheda riepilogativa riguardante i dati del circuito : QBT.04

Circuito: **QUADRO Q_CA/1 (BYPASS UPS)**

Dati generali relativi al quadro "QUADRO GENERALE BT - QGTB" a cui è sottesa l'utenza considerata

Sistema di distribuzione in relazione allo stato del neutro	TN-S	
Tensione di esercizio nominale a vuoto	15.000/400	[V]
Corrente di cortocircuito I _k massima presunta	5,82	[kA]
Caduta di tensione percentuale massima ammissibile	5	[%]

Dati relativi al circuito di alimentazione dell'utenza

Sigla	QBT.04	
Sezione	1(5G35)	[mm ²]
Lunghezza	20	[m]
Modalità di posa	143/2M33A/30/0,8	

Dati relativi alla protezione

Tipo - Marca	NSX160E-TM63D 4r.- MERLIN GERIN	
Numero di poli	4 x 160	
Corrente nominale	160	[A]
Potere di interruzione	16	[kA]
Corrente differenziale	---	[A]
I di intervento protezione	600	[A]

Parametri elettrici relativi al circuito in considerazione

I _k max fondo linea	5.043	[A]
I _{gt} fase - protezione fondo linea	3.257	[A]
I ² t max inizio linea / K ² S ² fase.....	411.781/25.050.025	[A ² s]
I ² t max inizio linea / K ² S ² neutro.....	386.066/25.050.025	[A ² s]
I ² t max inizio linea / K ² S ² protezione...	397.891/25.050.025	[A ² s]
Corrente di impiego I _b	51	[A]
Corrente regolata I _r	63	[A]
Portata del cavo I _z	102	[A]
Corrente di funzionamento I _f	76	[A]
Valore di 1,45 I _z	148	[A]
Caduta di tensione con I _b	0,41	[%]
Lunghezza max protetta	214	[m]

Considerazioni finali

- E' verificata la condizione I_k <= P.d.i.
- La tensione dell'apparecchiatura è idonea alla tensione del sistema
- La caduta di tensione con I_b è minore di quella massima consentita
- E' garantita la protezione contatti indiretti
- E' verificata la condizione I_b <= I_n <= I_z
- E' verificata la condizione I²t <= K²S²

Committente :

Indirizzo :

Città :

EXEL S.r.l.

CALCOLI E VERIFICHE

Progetto INTEGRA

Scheda riepilogativa riguardante i dati del circuito : QBT.05

Circuito: **RISERVA**

Dati generali relativi al quadro "QUADRO GENERALE BT - QGTB" a cui è sottesa l'utenza considerata

Sistema di distribuzione in relazione allo stato del neutro	TN-S	
Tensione di esercizio nominale a vuoto	15.000/400	[V]
Corrente di cortocircuito I _k massima presunta	5,82	[kA]
Caduta di tensione percentuale massima ammissibile	5	[%]

Dati relativi al circuito di alimentazione dell'utenza

Sigla	QBT.05	
Sezione	---	[mm ²]
Lunghezza	---	[m]
Modalità di posa	---	

Dati relativi alla protezione

Tipo - Marca	NSX160E-TM63D 4r.- MERLIN GERIN	
Numero di poli	4 x 160	
Corrente nominale	160	[A]
Potere di interruzione	16	[kA]
Corrente differenziale	---	[A]
I di intervento protezione	600	[A]

Parametri elettrici relativi al circuito in considerazione

I _k max fondo linea	5.741	[A]
I _{gt} fase - protezione fondo linea	4.906	[A]
I ² t max inizio linea / K ² S ² fase.....	---/---	[A ² s]
I ² t max inizio linea / K ² S ² neutro.....	---/---	[A ² s]
I ² t max inizio linea / K ² S ² protezione...	---/---	[A ² s]
Corrente di impiego I _b	0	[A]
Corrente regolata I _r	63	[A]
Portata del cavo I _z	---	[A]
Corrente di funzionamento I _f	76	[A]
Valore di 1,45 I _z	---	[A]
Caduta di tensione con I _b	0,12	[%]
Lunghezza max protetta	---	[m]

Considerazioni finali

- E' verificata la condizione I_k <= P.d.i.
 - La tensione dell'apparecchiatura è idonea alla tensione del sistema
 - La caduta di tensione con I_b è minore di quella massima consentita
 - E' garantita la protezione contatti indiretti
- Cavo non presente

Committente :

Indirizzo :

Città :

EXEL S.r.l.

CALCOLI E VERIFICHE

Progetto INTEGRA

Scheda riepilogativa riguardante i dati del circuito : QBT.06

Circuito: **RISERVA**

Dati generali relativi al quadro "QUADRO GENERALE BT - QGTB" a cui è sottesa l'utenza considerata

Sistema di distribuzione in relazione allo stato del neutro	TN-S	
Tensione di esercizio nominale a vuoto	15.000/400	[V]
Corrente di cortocircuito I _k massima presunta	5,82	[kA]
Caduta di tensione percentuale massima ammissibile	5	[%]

Dati relativi al circuito di alimentazione dell'utenza

Sigla	QBT.06	
Sezione	---	[mm ²]
Lunghezza	---	[m]
Modalità di posa	---	

Dati relativi alla protezione

Tipo - Marca	NSX160E-TM63D 4r.- MERLIN GERIN	
Numero di poli	4 x 160	
Corrente nominale	160	[A]
Potere di interruzione	16	[kA]
Corrente differenziale	---	[A]
I di intervento protezione	600	[A]

Parametri elettrici relativi al circuito in considerazione

I _k max fondo linea	5.741	[A]
I _{gt} fase - protezione fondo linea	4.906	[A]
I ² t max inizio linea / K ² S ² fase.....	---/---	[A ² s]
I ² t max inizio linea / K ² S ² neutro.....	---/---	[A ² s]
I ² t max inizio linea / K ² S ² protezione...	---/---	[A ² s]
Corrente di impiego I _b	0	[A]
Corrente regolata I _r	63	[A]
Portata del cavo I _z	---	[A]
Corrente di funzionamento I _f	76	[A]
Valore di 1,45 I _z	---	[A]
Caduta di tensione con I _b	0,12	[%]
Lunghezza max protetta	---	[m]

Considerazioni finali

- E' verificata la condizione I_k <= P.d.i.
 - La tensione dell'apparecchiatura è idonea alla tensione del sistema
 - La caduta di tensione con I_b è minore di quella massima consentita
 - E' garantita la protezione contatti indiretti
- Cavo non presente

Committente :

Indirizzo :

Città :

EXEL S.r.l.

CALCOLI E VERIFICHE

Progetto INTEGRA

Scheda riepilogativa riguardante i dati del circuito : QBT.07

Circuito: **RISERVA**

Dati generali relativi al quadro "QUADRO GENERALE BT - QGTB" a cui è sottesa l'utenza considerata

Sistema di distribuzione in relazione allo stato del neutro	TN-S	
Tensione di esercizio nominale a vuoto	15.000/400	[V]
Corrente di cortocircuito I _k massima presunta	5,82	[kA]
Caduta di tensione percentuale massima ammissibile	5	[%]

Dati relativi al circuito di alimentazione dell'utenza

Sigla	QBT.07	
Sezione	---	[mm ²]
Lunghezza	---	[m]
Modalità di posa	---	

Dati relativi alla protezione

Tipo - Marca	NSX160E-TM63D 4r.- MERLIN GERIN	
Numero di poli	4 x 160	
Corrente nominale	160	[A]
Potere di interruzione	16	[kA]
Corrente differenziale	---	[A]
I di intervento protezione	600	[A]

Parametri elettrici relativi al circuito in considerazione

I _k max fondo linea	5.741	[A]
I _{gt} fase - protezione fondo linea	4.906	[A]
I ² t max inizio linea / K ² S ² fase.....	---/---	[A ² s]
I ² t max inizio linea / K ² S ² neutro.....	---/---	[A ² s]
I ² t max inizio linea / K ² S ² protezione...	---/---	[A ² s]
Corrente di impiego I _b	0	[A]
Corrente regolata I _r	63	[A]
Portata del cavo I _z	---	[A]
Corrente di funzionamento I _f	76	[A]
Valore di 1,45 I _z	---	[A]
Caduta di tensione con I _b	0,12	[%]
Lunghezza max protetta	---	[m]

Considerazioni finali

- E' verificata la condizione I_k <= P.d.i.
 - La tensione dell'apparecchiatura è idonea alla tensione del sistema
 - La caduta di tensione con I_b è minore di quella massima consentita
 - E' garantita la protezione contatti indiretti
- Cavo non presente

Committente :

Indirizzo :

Città :

EXEL S.r.l.

CALCOLI E VERIFICHE

Progetto INTEGRA

Scheda riepilogativa riguardante i dati del circuito :

Circuito: **SEZIONE NORMALE**

Dati generali relativi al quadro "QUADRO GENERALE BT - QGTB" a cui è sottesa l'utenza considerata

Sistema di distribuzione in relazione allo stato del neutro	TN-S	
Tensione di esercizio nominale a vuoto	15.000/400	[V]
Corrente di cortocircuito I _k massima presunta	5,82	[kA]
Caduta di tensione percentuale massima ammissibile	5	[%]

Dati relativi al circuito di alimentazione dell'utenza

Sigla		
Sezione	---	[mm ²]
Lunghezza	---	[m]
Modalità di posa	---	

Dati relativi alla protezione

Tipo - Marca	INS630-MERLIN GERIN	
Numero di poli	3P x 630 + N	
Corrente nominale	630	[A]
Potere di interruzione	---	[kA]
Corrente differenziale	---	[A]
I di intervento protezione	4.400	[A]

Parametri elettrici relativi al circuito in considerazione

I _k max fondo linea	5.817	[A]
I _{gt} fase - protezione fondo linea	5.049	[A]
I ² t max inizio linea / K ² S ² fase.....	---/---	[A ² s]
I ² t max inizio linea / K ² S ² neutro.....	---/---	[A ² s]
I ² t max inizio linea / K ² S ² protezione...	---/---	[A ² s]
Corrente di impiego I _b	49	[A]
Corrente regolata I _r	400	[A]
Portata del cavo I _z	---	[A]
Corrente di funzionamento I _f	480	[A]
Valore di 1,45 I _z	---	[A]
Caduta di tensione con I _b	0,13	[%]
Lunghezza max protetta	---	[m]

Considerazioni finali

- E' verificata la condizione $I_p \leq I_{cm}$
 - La tensione dell'apparecchiatura è idonea alla tensione del sistema
 - La caduta di tensione con I_b è minore di quella massima consentita
 - E' garantita la protezione contatti indiretti
- Cavo non presente

Committente :

Indirizzo :

Città :

EXEL S.r.l.

CALCOLI E VERIFICHE

Progetto INTEGRA

Scheda riepilogativa riguardante i dati del circuito :

Circuito:

Dati generali relativi al quadro "QUADRO GENERALE BT - QGTB" a cui è sottesa l'utenza considerata

Sistema di distribuzione in relazione allo stato del neutro	TN-S	
Tensione di esercizio nominale a vuoto	15.000	[V]
Corrente di cortocircuito I _k massima presunta	5,82	[kA]
Caduta di tensione percentuale massima ammissibile	5	[%]

Dati relativi al circuito di alimentazione dell'utenza

Sigla		
Sezione	---	[mm ²]
Lunghezza	---	[m]
Modalità di posa	---	

Dati relativi alla protezione

Tipo - Marca	INS400-MERLIN GERIN	
Numero di poli	3P x 400 + N	
Corrente nominale	400	[A]
Potere di interruzione	---	[kA]
Corrente differenziale	---	[A]
I di intervento protezione	2.464	[A]

Parametri elettrici relativi al circuito in considerazione

I _k max fondo linea	5.817	[A]
I _{gt} fase - protezione fondo linea	5.045	[A]
I ² t max inizio linea / K ² S ² fase.....	---/---	[A ² s]
I ² t max inizio linea / K ² S ² neutro.....	---/---	[A ² s]
I ² t max inizio linea / K ² S ² protezione...	---/---	[A ² s]
Corrente di impiego I _b	49	[A]
Corrente regolata I _r	400	[A]
Portata del cavo I _z	---	[A]
Corrente di funzionamento I _f	0	[A]
Valore di 1,45 I _z	---	[A]
Caduta di tensione con I _b	0,13	[%]
Lunghezza max protetta	---	[m]

Considerazioni finali

- E' verificata la condizione $I_p \leq I_{cm}$
 - La tensione dell'apparecchiatura è idonea alla tensione del sistema
 - La caduta di tensione con I_b è minore di quella massima consentita
 - E' garantita la protezione contatti indiretti
- Cavo non presente

Committente :

Indirizzo :

Città :

EXEL S.r.l.

CALCOLI E VERIFICHE

Progetto INTEGRA

Scheda riepilogativa riguardante i dati del circuito : QBT.10

Circuito: **QUADRO Q_SC/1 SERVIZI CABINA**

Dati generali relativi al quadro "QUADRO GENERALE BT - QGTB" a cui è sottesa l'utenza considerata

Sistema di distribuzione in relazione allo stato del neutro	TN-S	
Tensione di esercizio nominale a vuoto	15.000	[V]
Corrente di cortocircuito I _k massima presunta	5,82	[kA]
Caduta di tensione percentuale massima ammissibile	5	[%]

Dati relativi al circuito di alimentazione dell'utenza

Sigla	QBT.10	
Sezione	1(5G16)	[mm ²]
Lunghezza	20	[m]
Modalità di posa	143/2M33A/30/0,8	

Dati relativi alla protezione

Tipo - Marca	NSX160E-TM40D 4r.- MERLIN GERIN	
Numero di poli	4 x 160	
Corrente nominale	160	[A]
Potere di interruzione	16	[kA]
Corrente differenziale	---	[A]
I di intervento protezione	576	[A]

Parametri elettrici relativi al circuito in considerazione

I _k max fondo linea	4.281	[A]
I _{gt} fase - protezione fondo linea	2.170	[A]
I ² t max inizio linea / K ² S ² fase.....	408.919/5.234.944	[A ² s]
I ² t max inizio linea / K ² S ² neutro.....	369.851/5.234.944	[A ² s]
I ² t max inizio linea / K ² S ² protezione...	390.527/5.234.944	[A ² s]
Corrente di impiego I _b	17	[A]
Corrente regolata I _r	40	[A]
Portata del cavo I _z	64	[A]
Corrente di funzionamento I _f	48	[A]
Valore di 1,45 I _z	93	[A]
Caduta di tensione con I _b	0,32	[%]
Lunghezza max protetta	97	[m]

Considerazioni finali

- E' verificata la condizione $I_k \leq P.d.i.$
- La tensione dell'apparecchiatura è idonea alla tensione del sistema
- La caduta di tensione con I_b è minore di quella massima consentita
- E' garantita la protezione contatti indiretti
- E' verificata la condizione $I_b \leq I_n \leq I_z$
- E' verificata la condizione $I^2t \leq K^2S^2$

Committente :

Indirizzo :

Città :

EXEL S.r.l.

CALCOLI E VERIFICHE

Progetto INTEGRA

Scheda riepilogativa riguardante i dati del circuito : QBT.11

Circuito: **UPS GENERALE CABINA 25kVA**

Dati generali relativi al quadro "QUADRO GENERALE BT - QGTB" a cui è sottesa l'utenza considerata

Sistema di distribuzione in relazione allo stato del neutro	TN-S	
Tensione di esercizio nominale a vuoto	15.000	[V]
Corrente di cortocircuito I _k massima presunta	5,82	[kA]
Caduta di tensione percentuale massima ammissibile	5	[%]

Dati relativi al circuito di alimentazione dell'utenza

Sigla	QBT.11	
Sezione	1(3x35+(1x25))+(1PE25)	[mm ²]
Lunghezza	20	[m]
Modalità di posa	143/2M33A/30/0,8	

Dati relativi alla protezione

Tipo - Marca	NSX160E-TM40D 4r.- MERLIN GERIN	
Numero di poli	4 x 160	
Corrente nominale	160	[A]
Potere di interruzione	16	[kA]
Corrente differenziale	---	[A]
I di intervento protezione	576	[A]

Parametri elettrici relativi al circuito in considerazione

I _k max fondo linea	4.969	[A]
I _{gt} fase - protezione fondo linea	2.970	[A]
I ² t max inizio linea / K ² S ² fase.....	408.919/25.050.025	[A ² s]
I ² t max inizio linea / K ² S ² neutro.....	369.851/12.780.625	[A ² s]
I ² t max inizio linea / K ² S ² protezione...	390.527/12.780.625	[A ² s]
Corrente di impiego I _b	29	[A]
Corrente regolata I _r	40	[A]
Portata del cavo I _z	102	[A]
Corrente di funzionamento I _f	48	[A]
Valore di 1,45 I _z	148	[A]
Caduta di tensione con I _b	0,3	[%]
Lunghezza max protetta	177	[m]

Considerazioni finali

- E' verificata la condizione I_k <= P.d.i.
- La tensione dell'apparecchiatura è idonea alla tensione del sistema
- La caduta di tensione con I_b è minore di quella massima consentita
- E' garantita la protezione contatti indiretti
- E' verificata la condizione I_b <= I_n <= I_z
- E' verificata la condizione I²t <= K²S²

Committente :

Indirizzo :

Città :

EXEL S.r.l.

CALCOLI E VERIFICHE

Progetto INTEGRA

Scheda riepilogativa riguardante i dati del circuito : QBT.12

Circuito: **QUADRO N.V0A AGGOTTAMENTO**

Dati generali relativi al quadro "QUADRO GENERALE BT - QGTB" a cui è sottesa l'utenza considerata

Sistema di distribuzione in relazione allo stato del neutro	TN-S	
Tensione di esercizio nominale a vuoto	15.000	[V]
Corrente di cortocircuito I _k massima presunta	5,82	[kA]
Caduta di tensione percentuale massima ammissibile	5	[%]

Dati relativi al circuito di alimentazione dell'utenza

Sigla	QBT.12	
Sezione	3(1x70)+(1x35)+(1PE35)	[mm ²]
Lunghezza	670	[m]
Modalità di posa	143/9U61_/30/0,744	

Dati relativi alla protezione

Tipo - Marca	NSX160E-Mic.2.2 LSol 100A-MERLIN GERIN	
Numero di poli	4 x 160	
Corrente nominale	160	[A]
Potere di interruzione	16	[kA]
Corrente differenziale	---	[A]
I di intervento protezione	208	[A]

Parametri elettrici relativi al circuito in considerazione

I _k max fondo linea	1.080	[A]
I _{gt} fase - protezione fondo linea	267	[A]
I ² t max inizio linea / K ² S ² fase.....	182.082/100.200.100	[A ² s]
I ² t max inizio linea / K ² S ² neutro.....	173.987/25.050.025	[A ² s]
I ² t max inizio linea / K ² S ² protezione...	174.661/25.050.025	[A ² s]
Corrente di impiego I _b	32	[A]
Corrente regolata I _r	63	[A]
Portata del cavo I _z	137	[A]
Corrente di funzionamento I _f	76	[A]
Valore di 1,45 I _z	198	[A]
Caduta di tensione con I _b	2,86	[%]
Lunghezza max protetta	851	[m]

Considerazioni finali

- E' verificata la condizione I_k <= P.d.i.
- La tensione dell'apparecchiatura è idonea alla tensione del sistema
- La caduta di tensione con I_b è minore di quella massima consentita
- E' garantita la protezione contatti indiretti
- E' verificata la condizione I_b<=I_n<=I_z
- E' verificata la condizione I²t <= K²S²

Quadro: Quadro elettrico Q.E."A"					Tavola:			Impianto: Progetto Impianto Elettrico																
Sigla Arrivo: Q0					Cliente:			Descrizione Quadro: Quadro Illuminazione svincolo Lomazzo																
Sistema di distribuzione: TT					Resistenza di terra: 10 [Ω]			C.d.t. % Max ammessa: 5 %				Icc di barratura: 4,684 [kA]				Tensione: 15.000/400 [V]								
Circuito					Apparecchiatura			Corto circuito										Sovraccarico		Test				
Lunghezza ≤ Lunghezza max C.d.t. % con I _b ≤ C.d.t. max								Icc max ≤ P.d.I.					I ² t ≤ K ² S ²						I _b ≤ I _n ≤ I _z			I _f ≤ 1,45 I _z		
													FASE		NEUTRO		PROTEZIONE							
Sigla utenza	Sezione	L	L max	C.d.t.% con I _b	Tipo	Distribuzione	I _d	P.d.I.	Icc max	I di Int. Prot.	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]		
Q0	---	---	---	0,61	S804 N+DDA 804 A	Quadripolare	0,5 - Cl. A	36	4,68	0,5	4,98	---	---	---	---	---	---	63	80	---	104	---	SI	
Q9	4(1x10)	110	3.775	0,74	S204 L	Quadripolare	---	6	4,58	---	---	29.189	2.044.900	18.800	2.044.900	---	---	1,54	32	44	42	64	SI	
Q10	4(1x10)	110	2.744	0,79	S204 L	Quadripolare	---	6	4,58	---	---	29.189	2.044.900	18.800	2.044.900	---	---	2,117	32	44	42	64	SI	
Q11	4(1x6)	700	2.103	2,07	S204 L	Quadripolare	---	6	4,58	---	---	29.189	736.164	18.800	736.164	---	---	1,684	32	33	42	47	SI	
Q2	---	---	---	0,63	S254	Quadripolare	0,5	10	4,58	0,5	4,98	---	---	---	---	---	---	58	63	---	82	---	SI	
REGOLATORE	---	---	---	0	---	Quadripolare	---	---	4,55	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Q3	4(1x10)	110	654	0,85	S204 L	Quadripolare	---	6	0,84	---	---	2.727	2.044.900	2.541	2.044.900	---	---	9,496	32	44	42	64	SI	
Q4	4(1x50)	630	2.442	1,3	S204 L	Quadripolare	---	6	0,84	---	---	2.727	51.122.500	2.541	51.122.500	---	---	11	32	112	42	162	SI	
Q5	4(1x16)	370	891	2,08	S204 L	Quadripolare	---	6	0,84	---	---	2.727	5.234.944	2.541	5.234.944	---	---	11	32	57	42	83	SI	

EXEL Engineering & Software

CALCOLI E VERIFICHE

Progetto INTEGRA

Quadro: Quadro elettrico Q.E."A"					Tavola:					Impianto: Progetto Impianto Elettrico													
Sigla Arrivo: Q0					Cliente:					Descrizione Quadro: Quadro Illuminazione svincolo													
Sistema di distribuzione: TN-S					Resistenza di terra: 10 [Ω]					C.d.t. % Max ammessa: 5 %				Icc di barratura: 4,684 [kA]				Tensione: 15.000/400 [V]					
Circuito					Apparecchiatura					Corto circuito								Sovraccarico			Test		
Lunghezza ≤ Lunghezza max C.d.t. % con I _b ≤ C.d.t. max										Icc max ≤ P.d.I.				I ² t ≤ K ² S ²				I _b ≤ I _n ≤ I _z			I _f ≤ 1,45 I _z		
														FASE		NEUTRO							
Sigla utenza	Sezione	L	L max	C.d.t.% con I _b	Tipo	Distribuzione	I _d	P.d.I.	Icc max	I di Int. Prot.	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]	
Q5	4(1x35)	510	2.120	1,21	S204 L	Quadripolare	---	6	0,84	---	---	2.727	25.050.025	2.541	25.050.025	---	---	9,749	32	90	42	131	SI
Q7	4(1x10)	230	745	1,55	S204 L	Quadripolare	---	6	0,84	---	---	2.727	2.044.900	2.541	2.044.900	---	---	8,356	32	44	42	64	SI
Q8	4(1x50)	530	2.470	1,09	S204 L	Quadripolare	---	6	0,84	---	---	2.727	51.122.500	2.541	51.122.500	---	---	11	32	112	42	162	SI

Quadro: Quadro elettrico Q.E."B"					Tavola:					Impianto: Progetto Impianto Elettrico													
Sigla Arrivo: Q0					Cliente:					Descrizione Quadro: Quadro Illuminazione svincolo Lomazzo													
Sistema di distribuzione: TT					Resistenza di terra: 10 [Ω]					C.d.t. % Max ammessa: 5 %				Icc di barratura: 1,277 [kA]				Tensione: 15.000/400 [V]					
Circuito					Apparecchiatura					Corto circuito								Sovraccarico			Test		
Lunghezza ≤ Lunghezza max C.d.t. % con I _b ≤ C.d.t. max										Icc max ≤ P.d.I.				I ² t ≤ K ² S ²				I _b ≤ I _n ≤ I _z			I _f ≤ 1,45 I _z		
														FASE		NEUTRO							
Sigla utenza	Sezione	L	L max	C.d.t.% con I _b	Tipo	Distribuzione	I _d	P.d.I.	Icc max	I di Int. Prot.	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]	
Q0	---	---	---	3,94	S804 N+DDA 804 A	Quadripolare	0,5 - Cl. A	36	1,28	0,5	4,84	---	---	---	---	---	---	55	80	---	104	---	SI
Q9	4(1x6)	65	339	4,14	S204 L	Quadripolare	---	6	1,26	---	---	4.778	736.164	1.658	736.164	---	---	2.526	32	33	42	47	SI
Q10	4(1x16)	510	1.909	4,22	S204 L	Quadripolare	---	6	1,26	---	---	4.778	5.234.944	1.658	5.234.944	---	---	1.155	32	57	42	83	SI
Q11	4(1x16)	360	1.909	4,14	S204 L	Quadripolare	---	6	1,26	---	---	4.778	5.234.944	1.658	5.234.944	---	---	1.155	32	57	42	83	SI
Q12	4(1x16)	165	521	4,28	S204 L	Quadripolare	---	6	1,26	---	---	4.778	5.234.944	1.658	5.234.944	---	---	4,21	32	57	42	83	SI
Q2	---	---	---	3,96	S204	Quadripolare	0,5	10	1,26	0,5	4,84	---	---	---	---	---	---	49	50	---	65	---	SI
REGOLATORE	---	---	---	0	---	Quadripolare	---	---	1,26	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Q3	4(1x10)	130	1.178	0,56	S204 L	Quadripolare	---	6	0,54	---	---	1.621	2.044.900	1.108	2.044.900	---	---	5,318	32	44	42	64	SI
Q4	4(1x25)	100	1.499	0,35	S204 L	Quadripolare	---	6	0,54	---	---	1.621	12.780.625	1.108	12.780.625	---	---	10	32	74	42	108	SI

EXEL Engineering & Software

CALCOLI E VERIFICHE

Progetto INTEGRA

Quadro: Quadro elettrico Q.E."B"					Tavola:			Impianto: Progetto Impianto Elettrico																
Sigla Arrivo: Q0					Cliente:			Descrizione Quadro: Quadro Illuminazione svincolo Lomazzo																
Sistema di distribuzione: TN-S					Resistenza di terra: 10 [Ω]			C.d.t. % Max ammessa: 5 %				Icc di barratura: 1,277 [kA]				Tensione: 15.000/400 [V]								
Circuito					Apparecchiatura			Corto circuito										Sovraccarico		Test				
Lunghezza ≤ Lunghezza max C.d.t. % con I _b ≤ C.d.t. max								Icc max ≤ P.d.I.					I ² t ≤ K ² S ²						I _b ≤ I _n ≤ I _z			I _f ≤ 1,45 I _z		
													FASE		NEUTRO		PROTEZIONE							
Sigla utenza	Sezione	L	L max	C.d.t.% con I _b	Tipo	Distribuzione	I _d	P.d.I.	Icc max	I di Int. Prot.	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]		
Q5	4(1x25)	250	1.950	0,65	S204 L	Quadripolare	---	6	0,54	---	---	1.621	12.780.625	1.108	12.780.625	---	---	7,808	32	74	42	108	SI	
Q5	4(1x50)	200	2.405	0,43	S204 L	Quadripolare	---	6	0,54	---	---	1.621	51.122.500	1.108	51.122.500	---	---	11	32	112	42	162	SI	
Q7	4(1x6)	25	759	0,17	S204 L	Quadripolare	---	6	0,54	---	---	1.621	736.164	1.108	736.164	---	---	5,022	32	33	42	47	SI	
Q8	4(1x35)	65	1.791	0,2	S204 L	Quadripolare	---	6	0,54	---	---	1.621	25.050.025	1.108	25.050.025	---	---	12	32	90	42	131	SI	