

APPENDICE A
CALCOLI ESECUTIVI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

INDICE

	<u>Pagina</u>
ELENCO DELLE TABELLE	II
A.1 INTRODUZIONE	1
A.2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	2
A.2.1 LEGGI DI RIFERIMENTO	2
A.2.2 NORME E/O GUIDE DI RIFERIMENTO	2
A.2.3 ALTRI DOCUMENTI	3
A.3 SISTEMA DI DISTRIBUZIONE BT	4
A.3.1 GENERALITA'	4
A.3.2 IPOTESI DI CALCOLO	4
A.3.3 ASSETTI E CONFIGURAZIONI DI IMPIANTO	4
A.3.3.1 Assetti	5
A.3.3.2 Configurazioni	5
A.3.4 VALUTAZIONI DELLE CORRENTI DI IMPIEGO	5
A.3.5 CARATTERISTICHE DELLE LINEE	5
A.3.5.1 Generalita'	5
A.3.5.2 Dimensionamento dei Conduttori di Fase	6
A.3.5.3 Condizioni di Regime	6
A.3.6 VALUTAZIONI DELLE CORRENTI DI CORTOCIRCUITO	6
A.3.6.1 Dati di Ingresso	6
A.3.6.2 Modalità di Applicazione dei Guasti	8
A.3.6.3 Modalità di Calcolo	8
A.3.6.4 Risultati	9
A.3.7 CARATTERISTICHE DELLE PROTEZIONI	9
A.3.7.1 Protezione dai Contatti Indiretti	9
A.3.7.2 Protezione delle Condutture dai Sovraccarichi	10
A.3.7.3 Protezione delle Condutture dai Cortocircuiti	10
A.3.8 TABELLE RIEPILOGATIVE	11
A.3.8.1 Quadro +QEG	12
A.3.8.2 Quadro +Q01	13
A.3.8.3 Quadro +Q02	14
A.3.8.4 Quadro +Q03	15
A.3.8.5 Quadro +Q04	16
A.3.8.6 Quadro +QSA	17
A.4 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE	18
A.4.1 SALA CONTROLLO	18

ELENCO DELLE TABELLE

<u>Tabella No.</u>	<u>Pagina</u>
Tabella A.1: Parametri Trasformatori (in rosso i dati ipotizzati)	6
Tabella A.2: Parametri Linee Anello	7
Tabella A.3: Parametri Generatori / Inverter	7
Tabella A.4: Correnti di Cortocircuito Massime (Inviluppo dei Massimi tra Assetti / Configurazioni Esaminati)	9
Tabella A.5: Correnti di Cortocircuito Minime (Inviluppo dei Minimi tra Assetti / Configurazioni Esaminati)	9

APPENDICE A CALCOLI ESECUTIVI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

A.1 INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica illustra i risultati dei calcoli dimensionali relativi agli impianti elettrici e di illuminazione dell'infrastruttura di rete di produzione/carico (nel seguito denominata SPM, Smart Polygeneration Microgrid) da realizzarsi presso il Campus Universitario di Savona, per conto dell'Università degli Studi di Genova.

Gli interruttori “Magazzini e hangar” e “Nuove palazzine” previsti sul quadro elettrico generale (QEG) e destinati all'alimentazione delle utenze esistenti (i cui quadri saranno rimossi), non sono oggetto di valutazione, in quanto verranno impiegati interruttori nuovi ma di caratteristiche analoghe a quelli esistenti.

A.2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

A.2.1 LEGGI DI RIFERIMENTO

- LRif1. D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81 “Attuazione dell’art. 1 della legge 3 aprile 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”;
- LRif2. D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106 “Disposizioni integrative e correttive del D. Lgs. 9 aprile 2008 n. 81 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”;
- LRif3. Legge n. 186/1968: “Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici”;
- LRif4. D.M. 16-02-82: “Modificazioni del decreto ministeriale 27 settembre 1965, concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione”;
- LRif5. D.P.R. 380/1, capo V: “Norme per la sicurezza degli impianti”.
- LRif6. D.P.R. n° 462 del 22 ottobre 2001 “Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici pericolosi”;
- LRif7. “Testo Unico delle disposizioni legislative concernenti le imposte sulla produzione e sui consumi e relative sanzioni penali e amministrative”, approvato con D.L. 26/10/1995 n. 504 ed integrato con le modifiche apportate dal D. Lgs. 02/02/2007 n. 26
- LRif8. Delibera AEEG n. 88/07 “Disposizioni in materia di misura dell’energia elettrica prodotta da impianti di generazione”;
- LRif9. Delibera AEEG n. 84/2012/R/EEL “Interventi urgenti relativi agli impianti di produzione di energia elettrica, con particolare riferimento alla generazione distribuita, per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale”;
- LRif10. Legge regionale n.22 del 29/05/2007 “Norme in materia di energia – Titolo III: disposizioni per il contenimento dell’inquinamento luminoso e il risparmio energetico”.

A.2.2 NORME E/O GUIDE DI RIFERIMENTO

I documenti normativi e/o guide di riferimento, congiuntamente alle varianti e/o errata corrige eventualmente intervenute, sono da intendersi applicabili nella loro edizione in vigore al momento di emissione del presente documento.

L’applicazione di eventuali varianti e/o errata corrige che intervengano dopo l’emissione del presente documento ma prima della realizzazione delle opere potrà essere sottoposta all’attenzione del progettista da parte del soggetto responsabile della costruzione.

- NRif1.CEI 64-8: “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”;
- NRif3. CEI 11-25 (EN 60909-0): “Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata, Parte 0: Calcolo delle correnti”;
- NRif4. CEI 11-1 “Impianti elettrici utilizzatori con tensione nominale superiore a 1kV in corrente alternata”;

- NRif5. CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica”;
- NRif6. CEI 11-37 “Guida per l’esecuzione degli impianti di terra di impianti utilizzatori in cui siano presenti sistemi con tensione maggiore di 1kV”;
- NRif7. CEI 64-14 “Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori”;
- NRif13. CEI 0-16 “Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica”;
- NRif14. “GUIDA PER LE CONNESSIONI ALLA RETE ELETTRICA DI ENEL DISTRIBUZIONE”, ed. 12/2010;

A.2.3 ALTRI DOCUMENTI

I contenuti del presente documento richiamano i contenuti di documentazione di riferimento consegnata dalla Committenza (identificati con la sigla “DC”) nonché di altri documenti costituenti il progetto (identificati con la sigla “DP”).

- DCRif1. Planimetria generale Campus;
- DCRif2. Dis. Agenzia d’architettura 5+1 architetti associati N° En01.3 progetto architettonico “Palazzina nord. Pianta copertura”;
- DCRif3. Dis. Università degli studi di genova Dipartimento gestione e sviluppo patrimonio edilizio N° 007 Palazzina delfino “Planimetria piano terra”;
- DCRif4. Dis. Università degli studi di genova Dipartimento gestione e sviluppo patrimonio edilizio N° 007 Palazzina delfino “Planimetria piano primo”;
- DPRif1. “Elenco elaborati”.

I documenti di progetto richiamati nel presente documento sono riferiti all’elenco elaborati di progetto di cui in DPRif1.

A.3 SISTEMA DI DISTRIBUZIONE BT

A.3.1 GENERALITA'

I calcoli sono stati suddivisi distintamente in quattro fasi:

- a. Valutazione delle correnti di impiego, a partire dalle caratteristiche di targa degli apparecchi utilizzatori previsti.
- b. Definizione della tipologia e formazione dei cavi, nel rispetto dei vincoli di portata di corrente ammissibile e massima caduta di tensione.
- c. Valutazioni delle correnti di cortocircuito massime e minime nei punti del sistema ritenuti più significativi.
- d. Definizione delle caratteristiche dei sistemi di protezione da sovracorrenti e contatti indiretti.

I risultati ottenuti sono riepilogati in forma tabellare al paragrafo A.3.8

I confini che delimitano il sistema elettrico oggetto di studio sono:

- lato alimentazione: i terminali BT del trasformatore esistente;
- lato carichi: le partenze dei quadri di anello +Q01-+Q04 ed il quadro +QSA.

A.3.2 IPOTESI DI CALCOLO

Nell'esecuzione dei calcoli definiti al punto precedente, sono state assunte le seguenti ipotesi:

1. Tensione nominale ai terminali di arrivo linea dal trasformatore esistente sul quadro generale BT, +QEG pari a 400V.
2. I carichi luce e carichi distribuiti sono stati considerati equivalenti ad un unico carico concentrato a fine linea (ipotesi cautelativa, cadute di tensione calcolate superiori a quelle reali).

A.3.3 ASSETTI E CONFIGURAZIONI DI IMPIANTO

Nell'ambito del presente documento, è da intendersi:

Assetto:	modalità di alimentazione dell'impianto di distribuzione oggetto di studio e modalità di funzionamento dei sistemi di generazione / inverter, in termini di potenza (nominale/massima) e fattore di potenza (PF)
Configurazione:	modalità di esercizio dell'impianto di distribuzione oggetto di studio definito dalla posizione di aperto/chiuso di interruttori di linea, sezionatori, congiuntori, ecc.

Per l'impianto in oggetto, sono stati identificati alcuni assetti e configurazioni significative ai fini delle valutazioni dei profili di tensione, flussi di potenza e delle correnti di guasto, di seguito definiti in dettaglio.

A.3.3.1 Assetti

Gli assetti di esercizio dell'impianto, ritenuti maggiormente significativi ai fini dell'esame dei profili di tensione e correnti, sono nel seguito definiti:

- Generatori / Inverter in servizio: tale assetto permette di valutare i contributi alle correnti di guasto forniti dai generatori al fine del calcolo delle correnti di cortocircuito massime;
- Generatori / Inverter non funzionanti: tale assetto permette di trascurare i contributi alle correnti di guasto forniti dai generatori al fine del calcolo delle correnti di cortocircuito minime.

A.3.3.2 Configurazioni

L'esercizio del sistema elettrico oggetto di studio prevede l'impiego delle seguenti configurazioni, significative ai fini della stima delle correnti di guasto, dipendenti dalla modalità di alimentazione del sistema:

- Esercizio normale: alimentazione del sistema BT in anello aperto, con carico equamente distribuito sui due semianelli;
- Esercizio in anello chiuso: alimentazione del sistema BT in anello chiuso. Tale condizione non è prevista nel funzionamento normale, ma viene esclusivamente valutata nell'ambito della presente a fini del calcolo delle possibili correnti di cortocircuito massime sui quadri di anello;
- Condizioni di emergenza – da Linea semianello 1 (+QEG +Q01): alimentazione dell'intero sistema attraverso +QEG-+Q01-+Q02-+Q03-+Q04, con linea +QEG-+Q04 fuori servizio: tale condizione è significativa ai fini della determinazione delle minime correnti di guasto sul quadro di anello +Q04;
- Condizioni di emergenza – da Linea semianello 2 (+QEG-+Q04): alimentazione dell'intero sistema attraverso +QEG-+Q04-+Q03-+Q02-+Q01, con linea +QEG-+Q01 fuori servizio: tale condizione è significativa ai fini della determinazione delle minime correnti di guasto sui quadri di anello +Q01, +Q02, +Q03.

A.3.4 VALUTAZIONI DELLE CORRENTI DI IMPIEGO

Le correnti di impiego delle utenze ritenute più significative sono state valutate in base alle caratteristiche definite nella documentazione di progetto.

A.3.5 CARATTERISTICHE DELLE LINEE

A.3.5.1 Generalità

La distribuzione dell'energia elettrica ai carichi avverrà con sistema di distribuzione di tipo TN-S, mediante cavi a tipologia di posa mista:

- posa entro cavidotti interrati;
- posa entro cavidotti metallici chiuso nella tratta compresa tra la cabina MT/BT e il livello strada;
- posa cavidotti incassati a parete per impianti interni sala controllo, vano tecnico e locale apparati.

I collegamenti tra i quadri elettrici costituenti l'anello e tutte le alimentazioni alle utenze saranno realizzati in cavo del tipo FG7OR 0.6/1kV.

A.3.5.2 Dimensionamento dei Conduttori di Fase

Il dimensionamento delle linee costituenti l'anello è stato effettuato con l'obiettivo di consentire il trasporto di una potenza pari a circa 150kW per ognuno dei due rami di anello aperto.

Il dimensionamento delle linee di distribuzione terminali è stato effettuato sulla base delle caratteristiche delle apparecchiature definite nelle relazioni specialistiche di pertinenza.

Le sezioni dei cavi sono state scelte in modo da rispettare la condizione $I_z \geq I_B$ e verificare il criterio della massima caduta di tensione ammissibile, definita pari al 4% a regime in corrispondenza della corrente di impiego I_B .

La massima caduta di tensione ammissibile si intende verificata considerando la tensione nominale di 400V ai terminali di arrivo linea di alimentazione sul quadro generale BT (+QEG).

Nei calcoli è stato impiegato, a beneficio di cautelatività, un fattore di riduzione della portata pari a circa 0,7 per tutti i collegamenti e per tutte le condizioni di posa considerate.

A.3.5.3 Condizioni di Regime

La corrente di impiego I_B , è stata valutata considerando tutti i carichi funzionanti a $\cos\phi = 0.9$.

Nelle valutazioni analitiche sono stati impiegati a beneficio di cautelatività coefficienti di utilizzazione pari al 100% per tutte le utenze e di contemporaneità pari al 100% per tutti i quadri di anello e per il quadro elettrico generale.

A.3.6 VALUTAZIONI DELLE CORRENTI DI CORTOCIRCUITO

A.3.6.1 Dati di Ingresso

CARATTERISTICHE DELLA RETE MT

Sono state ipotizzate le seguenti caratteristiche:

- tensione nominale: 15kV ($\pm 10\%$);
- corrente di cortocircuito massima trifase: 12.5kA;
- frequenza nominale: 50Hz.

TRASFORMATORE

I dati tecnici del trasformatore esistente, considerati nel modello di calcolo sono sintetizzati nella seguente tabella:

Tabella A.1: Parametri Trasformatori (in rosso i dati ipotizzati)

Nome	SN [kva]	Gruppo	Vn1 [kv]	Vn2 [kv]	Vcc %	Perdite Vuoto [kw]	Perdite Carico [kw]
TR	800	Dyn11	15	0,4	6%	n.d. 2,4	n.d. 9,4

LINEE ANELLO BT

Le lunghezze delle linee di anello sono state dedotte dai documenti di progetto: in sintesi, le linee considerate nel modello di calcolo sono illustrate nella seguente tabella, nella quale le resistenze sono definite ad un valore di temperatura pari a 20°C.

Tabella A.2: Parametri Linee Anello

ID	Formazione	Nodo 1	Nodo 2	Vn [V]	L [m]	Ru [Ω /km]	Xu [Ω /km]	Iz [A]
L-A-1	FG7OR 3x1x185+1x95	+QEG	+Q01	400	35	0.106	0.0908	250
L-A-4	FG7OR 3x1x185+1x95	+QEG	+Q04	400	175	0.106	0.0908	250
L-1-2	FG7OR 3x1x185+1x95	+Q01	+Q02	400	55	0.106	0.0908	250
L-2-3	FG7OR 3x1x185+1x95	+Q02	+Q03	400	185	0.106	0.0908	250
L-3-4	FG7OR 3x1x185+1x95	+Q03	+Q04	400	275	0.106	0.0908	250

LINEE UTENZE BT

Le lunghezze delle linee di alimentazione alle utenze principali, derivate dai singoli quadri di anello (+Q01-+Q04), sono state dedotte dai documenti di progetto.

Il dettaglio delle lunghezze considerate è riportato nelle tabelle di cui in A.3.8.

GENERATORI / INVERTER

I dati tecnici dei generatori e dei relativi inverter considerati nel modello di calcolo sono sintetizzati nella seguente tabella:

Tabella A.3: Parametri Generatori / Inverter

Nome	Descrizione	Pn [kW] lato ca	Vn [V] lato ca	In [A] lato ca	cos ϕ n	Icc ca [A]
FV	Generatore Fotovoltaico e relativo inverter	50	400	72	>0,99	1,5 xIn (110A)
SE	Storage Elettrico reversibile e relativo inverter	50	400	72	>0,99	1,5 xIn (110A)
TG	Microturbina a gas e relativo inverter	65	400	100	>0,99	150
TG (1)	Microturbina a gas e relativo inverter	65	400	100	>0,99	150
CSP	n.2 Generatore solare Trinum	1	230	4	>0,99	trascurabile
Note:						
(1) La seconda microturbina rientra nell'ambito di una probabile implementazione futura della struttura. A beneficio di cautelatività, nei calcoli è stato considerato il contributo alle correnti di corto circuito da parte di tale sorgente addizionale						

Ai fini dell'impostazione del modello di calcolo gli inverter sono stati considerati come una macchina sincrona caratterizzata da un valore di X''_d tale da fornire una corrente di cortocircuito pari a quanto indicato nella precedente 0.

QUADRI ELETTRICI

I quadri elettrici facenti parte del sistema di distribuzione ad anello sono caratterizzati da una corrente nominale di sbarra pari a $I_n = 1250A$ per il quadro +QEG e $I_n = 250A$ per i quadri +Q01, +Q02, +Q03, +Q04.

A.3.6.2 Modalità di Applicazione dei Guasti

TIPOLOGIA DI GUASTI APPLICATI

La tipologia di guasti applicati è stata definita con l'obiettivo di rappresentare le situazioni potenzialmente in grado di determinare le maggiori e minori correnti di guasto sul sistema.

Tale criterio ha condotto alla scelta delle seguenti tipologie di guasti:

- guasto simmetrico trifase;
- guasto bifase (minimo);
- guasto monofase a terra (minimo);

UBICAZIONE PUNTI DI GUASTO

L'ubicazione dei punti di guasto è stata definita con l'obiettivo di determinare per ciascun quadro del sistema di anello le correnti di cortocircuito massime e minime.

Tale criterio ha condotto all'identificazione dei seguenti punti di applicazione del guasto:

- sbarra BT del quadro elettrico generale, +QEG;
- sbarre BT dei singoli quadri di anello (+Q01 ÷ +Q04).

A partire dai valori ottenuti, sono state poi condotte le valutazioni delle correnti di cortocircuito minime per ciascuna partenza prevista nei singoli quadri di anello.

A.3.6.3 Modalità di Calcolo

STRUMENTI DI CALCOLO

Le elaborazioni analitiche sono state condotte secondo quanto previsto nell'ambito della norma CEI 11-25 (IEC909-0) e con l'ausilio dei software di calcolo NEPLAN® ver. 5.4.5. e ABB DOC® ver. 2.0.0.0051.

Gli strumenti di calcolo impiegati adottano termini e definizioni consolidati nell'ambito della normativa di riferimento (I_k'' , I_p , ecc.).

OBIETTIVO DEI CALCOLI

Obiettivo dei calcoli è stata la stima dei valore massimi e minimi delle correnti di cortocircuito per ogni punto e tipologia di guasto definiti in A.3.6.2 e per ogni stato del sistema definito in 3.3.2.

In virtù di quanto disposto in normativa CEI 11-25 (IEC909-0), per il particolare sistema oggetto dello studio è stato dunque assunto un fattore di tensione pari a:

- $c = 1.1$, nella valutazione dei valori massimi (valore cautelativo, valido per sistemi BT con tolleranza del +10%);
- $c = 0.95$ nella valutazione dei valori minimi.

A.3.6.4 Risultati

Sulla base delle possibili combinazioni tra assetti, configurazioni e tipologie di guasto definite in A.3.3, sono state effettuate le elaborazioni analitiche, le cui risultanze, in termini di corrente nel punto di applicazione del guasto e di sua ripartizione nel sistema elettrico oggetto dello studio, sono qui di seguito proposte.

**Tabella A.4: Correnti di Cortocircuito Massime
(Inviluppo dei Massimi tra Assetti / Configurazioni Esaminati)**

Tipo di guasto	Sbarra BT QEG [kA]	Sbarra BT Q01 [kA]	Sbarra BT Q02 [kA]	Sbarra BT Q03 [kA]	Sbarra BT Q04 [kA]
Guasto 3F max l''k	20,7	16,0	11,9	7,6	9,0
Guasto 3F max lp	51,1	31,9	21,0	12,3	15,0

**Tabella A.5: Correnti di Cortocircuito Minime
(Inviluppo dei Minimi tra Assetti / Configurazioni Esaminati)**

Tipo di guasto	Sbarra BT QEG [kA]	Sbarra BT Q01 [kA]	Sbarra BT Q02 [kA]	Sbarra BT Q03 [kA]	Sbarra BT Q04 [kA]
Guasto 3F min l''k	17,5	1,8	2,0	2,7	2,2
Guasto 2F min l''k	15,2	1,6	1,7	2,4	1,9
Guasto 1F-T min l''k	17,5	0,58	0,63	0,88	0,73

A.3.7 CARATTERISTICHE DELLE PROTEZIONI

A.3.7.1 Protezione dai Contatti Indiretti

La protezione da contatti indiretti, mirata a garantire un accettabile grado di sicurezza in caso di contatto con parti dell'impianto elettrico normalmente non attive, sarà conseguita applicando le seguenti soluzioni:

- interruzione automatica dell'alimentazione in caso di guasto a massa del sistema;
- collegamento dei conduttori di protezione all'impianto di messa a terra;
- utilizzo di componenti elettrici di Classe II o con isolamento equivalente.

Le soluzioni dovranno essere opportunamente coordinate: a tale scopo, si prevede il raggiungimento di un buon compromesso tecnico/economico utilizzando:

- componenti di Classe II;
- interruttori automatici differenziali quali organi di intervento, secondo le tarature indicate nelle colonne relative ai relè differenziali, per gli impianti rimanenti.

A.3.7.2 Protezione delle Condotture dai Sovraccarichi

Come stabilito da normativa CEI 64-8/4 par. 433.2, occorre ricercare il rispetto delle seguenti condizioni:

1. $I_B \leq I_n \leq I_z$
2. $I_f \leq 1.45 I_z$

dove I_n è la corrente nominale del dispositivo di protezione. Per i dispositivi di protezione regolabili, la corrente I_n è la corrente di regolazione scelta per il dispositivo di protezione contro il sovraccarico.

La protezione delle condutture dal sovraccarico sarà ottenuta mediante adozione di interruttori automatici dotati di sganciatori termici o elettronici (funzione L: sovraccarico).

La protezione da sovraccarichi si intende assicurata rispettando le tarature dettagliate nelle colonne relative alla corrente di regolazione dello sganciatore.

A.3.7.3 Protezione delle Condotture dai Cortocircuiti

La protezione delle condutture dai cortocircuiti sarà ottenuta mediante adozione di interruttori automatici.

Come stabilito da normativa CEI 64-8/4 par. 434.3, occorre fare in modo che ogni dispositivo di protezione risponda alle due seguenti condizioni:

- il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione:

$$PI \geq I''_{k \max}$$

dove $I''_{k \max}$ è il valore efficace della corrente di corto circuito simmetrica massima, cioè per guasto ad inizio linea (vedi tabelle riassuntive).

In condizioni di corto circuito, l'energia specifica lasciata passare dall'interruttore (o serie di interruttori) a monte del punto di guasto deve essere inferiore all'energia specifica tollerabile dal cavo in esame:

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

con $K=143$ per i conduttori in rame isolati con gomma etilenpropilenica.

Inoltre, il potere di stabilimento (o potere di chiusura) dell'interruttore deve essere maggiore del valore di cresta i_p della corrente di corto circuito massima, calcolato secondo la norma CEI EN 60909-0 (CEI 11.25) par. 4.3.1.1, come:

$$i_p = k \sqrt{2} I''_k$$

con k funzione del rapporto X/R della linea a monte del dispositivo

Dovrà essere garantita la selettività di intervento tra gli interruttori automatici generali di quadro e gli interruttori automatici posti sulle singole partenze.

La protezione dai cortocircuiti si intende assicurata rispettando le caratteristiche degli interruttori automatici dettagliati nelle tabelle riassuntive e negli schemi unifilari.

A.3.8 TABELLE RIEPILOGATIVE

Nelle tabelle seguenti vengono riepilogati i risultati dei calcoli e delle verifiche per le utenze ritenute più significative, suddivise in base al quadro elettrico da cui sono derivate.

A.3.8.1 Quadro +QEG

	UtENZE (4)	Dati Carico				Linea					Dispositivo di protezione (2)						Verifiche				
		Tensione (V)	Ib (A)	Cosphi	Fasi - Sist di distribuzione	Tipo	Formazione	Fattore totale di riduzione della portata	Iz (A) (1)	Lunghezza (m)	Tipo	Poli	P.I. (kA)	In (A)	Ith (A)	Im (A)	Id (A) (5)	cdt a Ib (%) limite = 4%	Sovrac- carico	Corto circuito	Contatti indiretti
Alimentazione da trasformatore 800kVA	Arrivo da TR-800kVA (7)	400	1000	0,90	LLLLN / TN-S	-	-	-	-	MCCB (LSI)	4P	50	1250	1250	3000 t=0,5s	-	-	-	-		
	Alimentazione Q04 (da QEG)	400	120	0,90	LLLLN / TN-S	FG7OR	3x(1x185)+1x95+1G95	0,7	250	175	MCCB (LSIG)	4P	36	250	250	2500 t=0,25s	50 t=0,5s	0,95	OK	OK	OK
	Alimentazione Q03 (da Q04) (3)	400	60	0,90	LLLLN / TN-S	FG7OR	3x(1x185)+1x95+1G95	0,7	250	275								1,70	OK	OK	OK
	Alimentazione Q02 (da Q03) (3)	400	60	0,90	LLLLN / TN-S	FG7OR	3x(1x185)+1x95+1G95	0,7	250	185								0,34	OK	OK	OK
	Alimentazione Q01 (da Q02) (3)	400	120	0,90	LLLLN / TN-S	FG7OR	3x(1x185)+1x95+1G95	0,7	250	55								0,19	OK	OK	OK
	Alimentazione Q01 (da QEG)	400	60	0,90	LLLLN / TN-S	FG7OR	3x(1x185)+1x95+1G95	0,7	250	35								0,45	OK	OK	OK

Note:

(1) In caso di condizioni di posa mista (es. interrata e su passerelle aeree), la corrente Iz indicata in tabella è quella valutata nelle condizioni di posa più gravose

(2) MCCB (Molded Case Circuit Breaker) (LSIG) = Interruttore automatico scatolato con sganciatore elettronico con funzioni di protezione da sovraccarico (L), cortocircuito (S / I), guasto a terra (G)
MCCB (Molded Case Circuit Breaker) (LSI) = Interruttore automatico scatolato con sganciatore termomagnetico o elettronico con funzioni di protezione da sovraccarico (L) e cortocircuito (S / I)
MCB (Modular Circuit Breaker) = Interruttore automatico modulare
BD = blocco differenziale (interruttore modulare)
SD = Sganciatore differenziale (interruttore scatolato)

(3) Il cavo non è una partenza di QEG ma, poiché la protezione di ciascun cavo di anello è demandata ai due interruttori automatici posti sulle due partenze di QEG, le verifiche su tutti i cavi di anello sono raggruppate nel presente documento

(4) La verifica sulla protezione dal corto circuito, dal sovraccarico e dai contatti indiretti è stata effettuata (cautelativamente) in assetto di anello aperto alimentando tutto il sistema dal semianello QEG-Q04...Q01
Le verifiche sulla caduta di tensione a fine linea è stata effettuata in assetto di anello aperto alimentando con un semianello Q01-Q02 e con l'altro semianello Q03-Q04 (condizioni di esercizio normale)

(5) Taratura della funzione G per MCCB con sganciatore LSIG

A.3.8.2 Quadro +Q01

	Utenze (3)	Dati Carico				Linea					Dispositivo di protezione (2)						Verifiche				
		Tensione (V)	Ib (A)	Cospfi	Fasi - Sist di distribuzione	Tipo	Formazione	Fattore totale di riduzione della portata	Iz (A) (1)	Lunghezza (m)	Tipo	Poli	P.I. (kA)	In (A)	Ith (A)	Im (A)	Id (A)	cdt a Ib (%) limite = 4%	Sovrac- carico	Corto circuito	Contatti indiretti
Alimentazione da QEG/ Q02	Generatore 1 - FV	400	72,2	1,00	LLL / TN-S	FG7OR	4G25/16	0,7	80	50	MCCB (LSI) + SD	4P	16	100	75	750	0,3	1,35	OK	OK	OK
	Generatore 2 - CSP	230	8,7	1,00	LN / TN-S	FG7OR	3G4	0,7	33	50	MCB + BD	4P	16	32	32	320	0,3	1,93	OK	OK	OK
	Generatore 3 - Disp.	400	-	-	LLLN / TN-S	-	-	-	-	-	MCB + BD	4P	16	16	16	160	0,3	-	-	-	-
	Carico 1 - Disp.	230	-	-	LN / TN-S	-	-	-	-	-	MCB + BD	2P	16	16	16	160	0,3	-	-	-	-
	Carico 2 - Disp.	400	-	-	LLLN / TN-S	-	-	-	-	-	MCB + BD	4P	16	63	63	630	0,3	-	-	-	-
	Carico 3 - Alim. Sez. Ord. QSA	400	25,7	0,90	LLLN / TN-S	FG7OR	5G6	0,7	35	50	MCB + BD	4P	16	32	32	320	0,3	1,88	OK	OK	OK
	Ausiliari Generatore 1 - FV	230	7,2	0,90	LN / TN-S	FG7OR	3G2,5	0,7	21,1	25	MCB + BD	2P	16	10	10	100	0,3	1,24	OK	OK	OK
	Ausiliari Generatore 2 - CSP	230	7,2	0,90	LN / TN-S	FG7OR	3G2,5	0,7	21,1	25	MCB + BD	2P	16	10	10	100	0,3	1,24	OK	OK	OK
	Ausiliari Generatore 3 - Disp.	230	-	-	LN / TN-S	-	-	-	-	-	MCB + BD	2P	16	10	10	100	0,3	-	-	-	-
	Illuminazione esterna	230	2,4	0,90	LN / TN-S	FG7OR	3G2,5	0,7	21,1	5	MCB + BD	2P	16	10	10	100	0,3	0,26	OK	OK	OK

Note:

(1) In caso di condizioni di posa mista (es. interrata e su passerelle aeree), la corrente Iz indicata in tabella è quella valutata nelle condizioni di posa più gravose

(2) MCCB (Molded Case Circuit Breaker) (LSIG) = Interruttore automatico scatolato con sganciatore elettronico con funzioni di protezione da sovraccarico (L), cortocircuito (S / I), guasto a terra (G)
MCCB (Molded Case Circuit Breaker) (LSI) = Interruttore automatico scatolato con sganciatore termomagnetico o elettronico con funzioni di protezione da sovraccarico (L) e cortocircuito (S / I)
MCB (Modular Circuit Breaker) = Interruttore automatico modulare
BD = blocco differenziale (interruttore modulare)
SD = Sganciatore differenziale (interruttore scatolato)

(3) Le verifiche sono state effettuate ipotizzando cautelativamente un assetto di anello aperto alimentando il quadro con semianello QEG-Q04-Q03-Q02-Q01

A.3.8.3 Quadro +Q02

	Utenze (3)	Dati Carico				Linea					Dispositivo di protezione (2)						Verifiche				
		Tensione (V)	Ib (A)	Cosphi	Fasi - Sist di distribuzione	Tipo	Formazione	Fattore totale di riduzione della portata	Iz (A) (1)	Lunghezza (m)	Tipo	Poli	P.I. (kA)	In (A)	Ith (A)	Im (A)	Id (A)	cdt a Ib (%) limite = 4%	Sovrac- carico	Corto circuito	Contatti indiretti
Alimentazione da Q01 / Q03	Generatore 1 - Storage	400	100,0	1,00	LLLN / TN-S	FG7OR	3x(1x50)+1x25	0,70	105,8	25	MCCB (LSI) + SD	4P	16	125	100	1000	0,3	0,91	OK	OK	OK
	Generatore 2 - Disp.	230	-	1,00	LN / TN-S	-	-	-	-	-	MCB + BD	4P	16	32	32	320	0,3	-	-	-	-
	Generatore 3 - Disp.	400	-	-	LLLN / TN-S	-	-	-	-	-	MCB + BD	4P	16	16	16	160	0,3	-	-	-	-
	Carico 1 - Disp	230	-	-	LN / TN-S	-	-	-	-	-	MCB + BD	2P	16	16	16	160	0,3	-	-	-	-
	Carico 2 - Plug	400	60,0	0,90	LLLN / TN-S	FG7OR	5G25/16	0,70	65,0	5	MCB + BD	4P	16	63	63	630	0,3	0,48	OK	OK	OK
	Carico 3 - Disp.	400	-	-	LLLN / TN-S	-	-	-	-	-	MCB + BD	4P	16	32	32	320	0,3	-	-	-	-
	Ausiliari Generatore 1 - Storage	230	7,2	0,90	LN / TN-S	FG7OR	3G2,5	0,70	21,1	25	MCB + BD	2P	16	10	10	100	0,3	1,39	OK	OK	OK
	Ausiliari Generatore 2 - Disp.	230	-	-	LN / TN-S	-	-	-	-	-	MCB + BD	2P	16	10	10	100	0,3	-	-	-	-
	Ausiliari Generatore 3 - Disp.	230	-	-	LN / TN-S	-	-	-	-	-	MCB + BD	2P	16	10	10	100	0,3	-	-	-	-
	Illuminazione esterna	230	2,4	0,90	LN / TN-S	FG7OR	3G2,5	0,70	21,1	5	MCB + BD	2P	16	10	10	100	0,3	0,41	OK	OK	OK
Note:																					
(1) In caso di condizioni di posa mista (es. interrata e su passerelle aeree), la corrente Iz indicata in tabella è quella valutata nelle condizioni di posa più gravose																					
(2) MCCB (Molded Case Circuit Breaker) (LSIG) = Interruttore automatico scatolato con sganciatore elettronico con funzioni di protezione da sovraccarico (L), cortocircuito (S / I), guasto a terra (G) MCCB (Molded Case Circuit Breaker) (LSI) = Interruttore automatico scatolato con sganciatore termomagnetico o elettronico con funzioni di protezione da sovraccarico (L) e cortocircuito (S / I) MCB (Modular Circuit Breaker) = Interruttore automatico modulare BD = blocco differenziale (interruttore modulare) SD = Sganciatore differenziale (interruttore scatolato)																					
(3) Le verifiche sono state effettuate ipotizzando cautelativamente un assetto di anello aperto alimentando il quadro con semianello QEG-Q04-Q03-Q02																					

A.3.8.4 Quadro +Q03

	Utenze (3)	Dati Carico				Linea					Dispositivo di protezione (2)						Verifiche				
		Tensione (V)	Ib (A)	Cosphi	Fasi - Sist di distribuzione	Tipo	Formazione	Fattore totale di riduzione della portata	Iz (A) (1)	Lunghezza (m)	Tipo	Poli	P.I. (kA)	In (A)	Ith (A)	Im (A)	Id (A)	cdt a Ib (%) limite = 4%	Sovrac- carico	Corto circuito	Contatti indiretti
Alimentazione da Q02/ Q04	Generatore 1 - Disp.	400	-	-	LLL / TN-S	-	-	-	-	-	MCCB (LSI) + SD	4P	16	125	125	1250	0,3	-	-	-	-
	Generatore 2 - Disp.	230	-	-	LN / TN-S	-	-	-	-	-	MCB + BD	4P	16	32	32	320	0,3	-	-	-	-
	Generatore 3 - Disp.	400	-	-	LLL / TN-S	-	-	-	-	-	MCB + BD	4P	16	16	16	160	0,3	-	-	-	-
	Carico 1 - Disp.	230	-	-	LN / TN-S	-	-	-	-	-	MCB + BD	2P	16	16	16	160	0,3	-	-	-	-
	Carico 2 - Disp.	400	-	-	LLL / TN-S	-	-	-	-	-	MCB + BD	4P	16	63	63	630	0,3	-	-	-	-
	Carico 3 - Disp.	400	-	-	LLL / TN-S	-	-	-	-	-	MCB + BD	4P	16	32	32	320	0,3	-	-	-	-
	Ausiliari Generatore 1 - Disp.	230	-	-	LN / TN-S	-	-	-	-	-	MCB + BD	2P	16	10	10	100	0,3	-	-	-	-
	Ausiliari Generatore 2 - Disp.	230	-	-	LN / TN-S	-	-	-	-	-	MCB + BD	2P	16	10	10	100	0,3	-	-	-	-
	Ausiliari Generatore 3 - Disp.	230	-	-	LN / TN-S	-	-	-	-	-	MCB + BD	2P	16	10	10	100	0,3	-	-	-	-
	Illuminazione esterna	230	2,4	0,90	LN / TN-S	FG7OR	3G2,5	0,70	21,1	5	MCB + BD	2P	16	10	10	100	0,3	1,77	OK	OK	OK

Note:

(1) In caso di condizioni di posa mista (es. interrata e su passerelle aeree), la corrente Iz indicata in tabella è quella valutata nelle condizioni di posa più gravose

(2) MCCB (Molded Case Circuit Breaker) (LSIG) = Interruttore automatico scatolato con sganciatore elettronico con funzioni di protezione da sovraccarico (L), cortocircuito (S / I), guasto a terra (G)
MCCB (Molded Case Circuit Breaker) (LSI) = Interruttore automatico scatolato con sganciatore termomagnetico o elettronico con funzioni di protezione da sovraccarico (L) e cortocircuito (S / I)
MCB (Modular Circuit Breaker) = Interruttore automatico modulare
BD = blocco differenziale (interruttore modulare)
SD = Sganciatore differenziale (interruttore scatolato)

(3) Le verifiche sono state effettuate ipotizzando cautelativamente un assetto di anello aperto alimentando il quadro con semianello QEG-Q04-Q03

A.3.8.5 Quadro +Q04

	Utenze (3)	Dati Carico				Linea					Dispositivo di protezione (2)						Verifiche				
		Tensione (V)	Ib (A)	Cosphi	Fasi - Sist di distribuzione	Tipo	Formazione	Fattore totale di riduzione della portata	Iz (A) (1)	Lunghezza (m)	Tipo	Poli	P.I. (kA)	In (A)	Ith (A)	Im (A)	Id (A)	cdt a Ib (%) limite = 4%	Sovrac- carico	Corto circuito	Contatti indiretti
Alimentazione da Q03/ QEG	Generatore 1 - Disp.	230		-	LN / TN-S	-	-	-	-	-	MCB + BD	4P	16	16	16	160	0,3	-	-	-	-
	Generatore 2 - Disp.	230		-	LN / TN-S	-	-	-	-	-	MCB + BD	4P	16	32	32	320	0,3	-	-	-	-
	Generatore 3 - Turbina a gas	400	93,8	1,00	LLLL / TN-S	FG7OR	4G50/25	0,7	105,0	5	MCCB (LSI) + SD	4P	16	125	100	1000	0,3	1,03	OK	OK	OK
	Carico 1 - Disp.	230	-	-	LN / TN-S	-	-	-	-	-	MCB + BD	2P	16	16	16	160	0,3	-	-	-	-
	Carico 2 - Plug	400	60,0	0,90	LLLL / TN-S	FG7OR	5G25/16	0,7	65,4	5	MCB + BD	4P	16	63	63	630	0,3	1,04	OK	OK	OK
	Carico 3 - Disp.	400		-	LLLL / TN-S	-	-	-	-	-	MCB + BD	4P	16	32	32	320	0,3	-	-	-	-
	Ausiliari Generatore 1 - Eolico	230	7,2	0,90	LN / TN-S	FG7OR	3G2,5	0,7	21,1	25	MCB + BD	2P	16	10	10	100	0,3	2,00	OK	OK	OK
	Ausiliari Generatore 2 - Disp.	230		-	LN / TN-S	-	-	-	-	-	MCB + BD	2P	16	10	10	100	0,3	-	-	-	-
	Ausiliari Generatore 3 - Turbina a gas	230	7,2	0,90	LN / TN-S	FG7OR	3G2,5	0,7	21,1	5	MCB + BD	2P	16	10	10	100	0,3	1,16	OK	OK	OK
	Illuminazione esterna	230	2,4	0,90	LN / TN-S	FG7OR	3G2,5	0,7	21,1	5	MCB + BD	2P	16	10	10	100	0,3	1,02	OK	OK	OK

Note:

(1) In caso di condizioni di posa mista (es. interrata e su passerelle aeree), la corrente Iz indicata in tabella è quella valutata nelle condizioni di posa più gravose

(2) MCCB (Molded Case Circuit Breaker) (LSIG) = Interruttore automatico scatolato con sganciatore elettronico con funzioni di protezione da sovraccarico (L), cortocircuito (S / I), guasto a terra (G)
MCCB (Molded Case Circuit Breaker) (LSI) = Interruttore automatico scatolato con sganciatore termomagnetico o elettronico con funzioni di protezione da sovraccarico (L) e cortocircuito (S / I)
MCB (Modular Circuit Breaker) = Interruttore automatico modulare
BD = blocco differenziale (interruttore modulare)
SD = Sganciatore differenziale (interruttore scatolato)

(3) Le verifiche sono state effettuate ipotizzando cautelativamente un assetto di anello aperto alimentando il quadro con semianello QEG-Q01-Q02-Q03-Q04

A.3.8.6 Quadro +QSA

	UtENZE (3)	Dati Carico				Linea					Dispositivo di protezione (2)						Verifiche					
		Tensione (V)	Ib (A)	Cosphi	Fasi - Sist di distribuzione	Tipo	Formazione	Fattore totale di riduzione della portata	Iz (A) (1)	Lunghezza (m)	Tipo	Poli	P.I. (kA)	In (A)	Ith (A)	Im (A)	Id (A)	cdt a Ib (%) limite = 4%	Sovrac- carico	Corto circuito	Contatti indiretti	
Alimentazione dal quadro di anello Q01	Sezione ordinaria	Arrivo linea da Q01 (5)	400	25,7	0,90	LN / TN-S	FG7OR	5G6	0,7	35,0	50	Differenziale puro	4P	-	40	40	-	0,03	1,88	OK	OK	OK(4)
		Alim. Aux. Misuratore fiscale FV	230	4,3	0,90	LN / TN-S	FG7OR	3G1,5	0,7	15,4	5	MCB (curva C)	2P	6	10	10	100	-	2,11	OK	OK	OK(4)
		Alim. Aux. QS-FV	230	4,3	0,90	LN / TN-S	FG7OR	3G1,5	0,7	15,4	30	MCB (curva C)	2P	6	10	10	100	-	2,89	OK	OK	OK(4)
		Illuminazione vano tecnico / sala apparati	230	8,7	0,90	LN / TN-S	FG7OR	3G2,5	0,7	21,1	10	MCB (curva C)	2P	6	10	10	100	-	2,2	OK	OK	OK(4)
		Prese ordinarie sala controllo / vano tecnico e sala apparati	230	13,0	0,90	LN / TN-S	FG7OR	3G4	0,7	28,0	10	MCB (curva C)	2P	6	20	20	200	-	2,42	OK	OK	OK(4)
		Chiller	400	3,2	0,90	LLLN / TN-S	FG7OR	5G2,5	0,7	18,2	10	MCB (curva C)	4P	6	16	16	160	-	1,97	OK	OK	OK(4)
		Centrale rivelazione incendi	230	6,5	0,90	LN / TN-S	FG7OR	3G1,5	0,7	15,4	10	MCB (curva C)	2P	6	10	10	100	-	2,17	OK	OK	OK(4)
		Centrale rivelazione antintrusione	230	6,5	0,90	LN / TN-S	FG7OR	3G1,5	0,7	15,4	10	MCB (curva C)	2P	6	10	10	100	-	2,34	OK	OK	OK(4)
		Alim. ord. automazione sala apparati	230	6,5	0,90	LN / TN-S	FG7OR	3G2,5	0,7	21,1	10	MCB (curva C)	2P	6	10	10	100	-	2,31	OK	OK	OK(4)
		Alim. UPS	400	19,2	0,90	LLLN / TN-S	FG7OR	5G10	0,7	42,0	5	MCB (curva C)	4P	6	40	40	400	-	0,26	OK	OK	OK(4)
Alimentazione da UPS 20kVA vano tecnico	Sezione privilegiata	Arrivo linea da UPS	400	19,2	0,90	LLLN / TN-S	FG7OR	5G10	0,7	42,0	5	Differenziale puro	4P	-	63	63	-	0,03	0,26	OK	OK	OK(4)
		Alim. Servizi privilegiati sala controllo - Prese linea 1	230	9,6	0,90	LN / TN-S	FG7OR	3G4	0,7	28,0	10	Portafusibile - Fus.UR	2P	4,5	20	-	-	-	1,96	OK	OK	OK(4)
		Alim. Servizi privilegiati sala controllo - Prese linea 2	230	9,6	0,90	LN / TN-S	FG7OR	3G4	0,7	28,0	10	Portafusibile - Fus.UR	2P	4,5	20	-	-	-	2,13	OK	OK	OK(4)
		Alim. privilegiati automazione sala apparati	230	7,2	0,90	LN / TN-S	FG7OR	3G2,5	0,7	21,0	10	Portafusibile - Fus.UR	2P	4,5	10	-	-	-	2,44	OK	OK	OK(4)
		Aux. privilegiati QEG	230	4,8	0,90	LN / TN-S	FG7OR	3G6	0,7	34,4	80	Portafusibile - Fus.UR	2P	4,5	6	-	-	-	2,53	OK	OK	OK(4)
		Aux. privilegiati Q01	230	4,8	0,90	LN / TN-S	FG7OR	3G6	0,7	34,4	50	Portafusibile - Fus.UR	2P	4,5	6	-	-	-	2,35	OK	OK	OK(4)
		Aux. privilegiati Q02	230	4,8	0,90	LN / TN-S	FG7OR	3G6	0,7	34,4	80	Portafusibile - Fus.UR	2P	4,5	6	-	-	-	2,94	OK	OK	OK(4)
		Aux. privilegiati Q03	230	4,8	0,90	LN / TN-S	FG7OR	3G6	0,7	34,4	170	Portafusibile - Fus.UR	2P	4,5	6	-	-	-	3,58	OK	OK	OK(4)
		Aux. privilegiati Q04	230	4,8	0,90	LN / TN-S	FG7OR	3G6	0,7	34,4	130	Portafusibile - Fus.UR	2P	4,5	6	-	-	-	3,29	OK	OK	OK(4)
		Illuminazione sala controllo	230	4,8	0,90	LN / TN-S	FG7OR	3G1,5	0,7	15,4	10	Portafusibile - Fus.UR	2P	4,5	10	-	-	-	2,49	OK	OK	OK(4)

- (1) In caso di condizioni di posa mista (es. interrata e su passerelle aeree), la corrente Iz indicata in tabella è quella valutata nelle condizioni di posa più gravose
- (2) MCCB (Molded Case Circuit Breaker) (LSIG) = Interruttore automatico sciolto con sganciatore elettronico con funzioni di protezione da sovraccarico (L), cortocircuito (S / I), guasto a terra (G)
MCCB (Molded Case Circuit Breaker) (LSI) = Interruttore automatico sciolto con sganciatore termomagnetico o elettronico con funzioni di protezione da sovraccarico (L) e cortocircuito (S / I)
MCB (Modular Circuit Breaker) = Interruttore automatico modulare
BD = blocco differenziale (interruttore modulare)
SD = Sganciatore differenziale (interruttore sciolto)
- (3) Le verifiche sono state effettuate ipotizzando cautelativamente un assetto di anello aperto alimentando il quadro con semianello QEG-Q04-Q03-Q02-Q01
- (4) La protezione dai contatti indiretti è garantita dagli interruttori differenziali da 30mA sugli arrivi della sezione ordinaria e della sezione privilegiata del QSA
- (5) La linea riportata è la stessa presente nella tabella di +Q01 sulla partenza "Carico 3"

A.4 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

A.4.1 SALA CONTROLLO

Come in dettaglio descritto nei documenti di progetto (Tav. 17), all'interno della sala di controllo sarà realizzato un impianto di illuminazione costituito da n.9 apparecchi illuminanti a soffitto equipaggiati ciascuno con lampade fluorescenti 4x13W: con la disposizione indicata è previsto il raggiungimento di un livello medio di illuminamento pari a circa 500 lux sul piano di lavoro.

I calcoli illuminotecnici relativi all'impianto di illuminazione interno della cabina e all'impianto di illuminazione esterna in corrispondenza di ciascun quadro di anello sono stati condotti utilizzando il software di calcolo illuminotecnico Dialux®.

In particolare, per quanto riguarda l'illuminazione esterna, sono stati considerati i requisiti prestazionali imposti a carico delle sorgenti di illuminazione da parte della L.R. 29/05/2007 n. 22, ed i corpi illuminanti impiegati dovranno essere in tal senso idonei a tali requisiti.

I risultati sono riportati in allegato.

Eventuali marche ed i modelli indicati per i corpi illuminanti rappresentano una soluzione puramente indicativa: corpi illuminanti prodotti da altri costruttori, potranno essere proposti dall'Appaltatore, congiuntamente ad una nuova valutazione analitica dei parametri illuminotecnici, che evidenzii prestazioni non inferiori a quanto definito