
COMUNE DI SAVOGNA D'ISONZO
PROVINCIA DI GORIZIA

PROGETTO "MOBILITA' LENTA" - OPERE DI MESSA IN SICUREZZA
E RIQUALIFICAZIONE DI VIA I MAGGIO

**REALIZZAZIONE DI UN'AREA DI PARCHEGGIO
E ABBATTIMENTO DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE
DI ACCESSO ALLA SCUOLA PRIMARIA**

- PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO -

RIE

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI
E ILLUMINAZIONE PUBBLICA

PROGETTISTI:

arch. Marcello Fiscelli

arch. Barbara Franco

DIRETTORE DEI LAVORI:

COORD.RE SICUREZZA IN PROGETTAZIONE:

COORD.RE SICUREZZA IN ESECUZIONE:

INDICE

<u>DESCRIZIONE SOMMARIA DEGLI IMPIANTI</u>	<u>2</u>
<u>CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE</u>	<u>3</u>
<u>INDIVIDUAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE</u>	<u>4</u>
<u>DATI DI PROGETTO</u>	<u>5</u>
<u>NORME TECNICHE E DISPOSIZIONI DI LEGGE</u>	<u>7</u>
<u>PARAMETRI DI CALCOLO E RISULTATI ILLUMINOTECNICI</u>	<u>8</u>
<u>SISTEMA DI DISTRIBUZIONE E DI UTILIZZAZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA</u>	<u>11</u>
<u>CRITERI DI DIMENSIONAMENTO E SCELTA DEI COMPONENTI</u>	<u>12</u>
<u>CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO</u>	<u>14</u>
<u>MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI</u>	<u>15</u>
<u>TIPOLOGIA DEGLI IMPIANTI E DEI COMPONENTI ELETTRICI</u>	<u>16</u>
<u>ALLEGATI</u>	<u>23</u>

DESCRIZIONE SOMMARIA DEGLI IMPIANTI

La presente relazione riguarda la realizzazione dell'impianto di illuminazione pubblica per il nuovo parcheggio adiacente a via I° Maggio nel Comune di Savogna d'Isonzo.

Nell'Appalto è prevista l'esecuzione delle seguenti opere e forniture:

- scavo e posa in opera di elementi prefabbricati in c.a. e/o getti di calcestruzzo armato per la formazione di nuovi plinti di fondazione;
- scavi a sezione ristretta per la posa di nuovi cavidotti interrati;
- installazione di pali metallici di tipo conico a sezione circolare per punti luce nuovi o in sostituzione di quelli esistenti;
- stesura di cavi bipolari con guaina entro cavidotti interrati;
- installazione di nuovi apparecchi di illuminazione, cablati con LED;
- installazione di un nuovo quadro generale con protezioni elettriche.

L'alimentazione sarà derivata da un nuovo quadro elettrico e da una nuova alimentazione Enel sempre previste all'interno del parcheggio di nuova realizzazione.

Per l'impianto di illuminazione è stata prevista l'installazione di un interruttore magnetotermico bipolare con $I_n=10A$ e $I_{cn}=10kA$, a protezione esclusiva della nuova parte di impianto.

Vista che l'assorbimento dei corpi illuminanti è esiguo verrà realizzata un'unica linea di alimentazione a fronte di un considerevole risparmio di metri di cavo di alimentazione.

E' prevista la posa di nuovi cavidotti interrati per la realizzazione delle tratte di collegamento ai nuovi punti luce, nonché quella per l'allacciamento al quadro di nuova realizzazione.

I nuovi apparecchi di illuminazione saranno equipaggiati con LED e dotati di alimentatori elettronici con regolazione costante del flusso emesso dalla lampada (CLO). Ogni alimentatore disporrà inoltre di regolazione stand-alone multistep programmabile, che consentirà di ridurre il flusso luminoso emesso secondo esigenza, ed ottenere così significativi risparmi sia in termini di consumi energetici che di spese manutentive.

Per evitare possibili guasti agli apparecchi di illuminazione, conseguenti a scariche di origine atmosferica, nella cassetta di derivazione di ogni palo verrà installato uno specifico limitatore di sovratensione.

CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE

Con riferimento alle nuove norme UNI 11248-2016 , nei luoghi oggetto dell'intervento sono state individuate le zone di studio di seguito elencate:

- tratti di carreggiata della strada di accesso
- parcheggio (viabilità interna e stalli di sosta)
- marciapiede nord
- marciapiede interno al parcheggio
- marciapiede adiacente alla strada di accesso

In base alla classificazione viaria per le suddette zone di studio sono stati individuati i seguenti tipi di strada.

Zona di studio	Ambito territoriale e tipo di strada		Limiti di velocità km/h	Portata di servizio veicoli/h	Categoria illuminotecnica di ingresso
tratti di carreggiata	F	strada locale urbana	50	800	C4
parcheggio	F	strada locale urbana	50	800	P2
tratti di marciapiedi	F	area pedonale			P2

Ai tratti di carreggiata in esame è stata associata la categoria C anziché quella M in quanto quest'ultima non era applicabile in considerazione del limitato sviluppo dei percorsi. In particolare la strada è classificabile M3, ed essendo il coefficiente medio di luminanza $Q_0=0.07$, dal prospetto 6 della norma UNI 11248-2016 si evince che la categoria illuminotecnica comparabile è la C4.

INDIVIDUAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE

Le *categorie illuminotecniche di progetto* sono state ottenute variando le categorie illuminotecniche di ingresso, assunte al punto precedente, in relazione ai parametri di influenza individuati nelle zone di studio. I risultati sono riassunti nel seguente prospetto.

Zona di studio	parametro di influenza	variazione	parametro di influenza	variazione	Categoria illuminotecnica di progetto
tratti di carreggiata	Complessità campo visivo normale	1			C5
parcheggio	Complessità campo visivo normale	1			P3
tratti di marciapiedi	Complessità campo visivo normale	1			P3

Tabella categorie illuminotecniche di progetto

Poiché in tutti i luoghi oggetto dell'intervento, in alcuni periodi della notte e dell'anno, il flusso di traffico reale risulta sicuramente inferiore al 50% della portata di servizio della strada, è possibile individuare delle *categorie illuminotecniche di esercizio* che consentano di ridurre il flusso luminoso emesso dagli impianti, realizzando così un auspicato risparmio energetico.

Nel caso dati statistici o previsionali evidenzino condizioni di traffico inferiori al 25% della portata di servizio della strada, si potrà ridurre ulteriormente il flusso emesso dagli apparecchi secondo la sottostante tabella.

Zona di studio	Categoria illuminotecnica di progetto	Categoria illuminotecnica di esercizio in condizioni ordinarie	Variazione per flusso di traffico < 50%	Categoria illuminotecnica di esercizio in condizioni di traffico <50%	Variazione per flusso di traffico < 25%	Categoria illuminotecnica di esercizio in condizioni di traffico <25%
tratti di carreggiata	C5	C5	1	C5	2	C5
parcheggio	P3	P3	1	P4	2	P5
tratti di marciapiedi	P3	P3	1	P4	2	P5

Tabella categorie illuminotecniche di esercizio

L' impianto di illuminazione è stato dimensionato in modo da ottenere i valori minimi di luminanza o illuminamento richiesti dalle norme UNI 11248-2016, nel rispetto dei limiti imposti dalla Legge Regionale FVG n° 15 del 18-06-2007.

Per ridurre il flusso emesso nelle ore di traffico ridotto, verranno impiegati apparecchi dotati di sistema autonomo bi-potenza in grado di ridurre automaticamente il consumo ed il flusso luminoso emesso nelle ore impostate.

DATI DI PROGETTO

Per il dimensionamento dell'impianto in oggetto sono stati assunti i seguenti dati di ingresso.

Caratteristiche delle strade:	dimensioni della zona di studio
Pavimentazione:	asfalto (classe C2) coefficiente medio di luminanza $Q_0 = 0.07$

Tipologia dei componenti richiesta dall'Amministrazione Comunale:

Tipo di lampada:	led, temp. colore 3000K
Tipo di sostegni:	pali conici a sezione circolare in acciaio zincato
Grado di isolamento:	classe II

Caratteristiche delle alimentazioni elettriche:

sistema di distribuzione:	TT
alimentazione:	230V ; monofase+N
corrente di c.c. alla consegna:	<Icc 6kA
Massima c.d.t. ammessa:	4%

Prescrizioni illuminotecniche secondo Norme UNI EN 13201-2:2016 e UNI 11248-2016 :

Categoria illuminotecnica di riferimento	Luminanza della carreggiata			Indice di incremento della soglia di percezione	Rapporto delle intensità di illuminazione dei dintorni	Illuminamento orizzontale	
	L _m (minimo mantenuto) cd/m ²	U _o (minimo)	U _i (minimo)			f _{Tl} (massimo) %	R _{Ei} (minimo)
C4	-	0.40	-	20	0.5	10	-
C5	-	0.40	-	20	0.5	7.5	-
P2	-	-	-	25	-	10	2.00
P3	-	-	-	25	-	7.5	1.50
P4	-	-	-	30	-	5	1.00
P5	-	-	-	30	-	3	0.60

Prescrizioni illuminotecniche secondo Legge Regionale FVG n° 15 del 18-06-2007:

- Intensità luminosa massima emessa dagli apparecchi di illuminazione pari a 0 cd per 1.000 lumen a 90°
- Riduzione del flusso emesso dall'impianto > 30% entro le ore 23.00 nel periodo di ora solare ed entro le ore 24.00 nel periodo di ora legale salvo disposizioni di normative tecniche e di sicurezza
- Luminanza massima < 1cd/m² salvo disposizioni di normative tecniche e di sicurezza
- Rapporto tra interdistanza e altezza delle sorgenti luminose > 3,7 (solo per nuovi impianti)

NORME TECNICHE E DISPOSIZIONI DI LEGGE

Tutti i lavori oggetto della presente relazione saranno eseguiti secondo le migliori regole d'Arte e nel rispetto scrupoloso di tutti gli obblighi di Legge e normative in vigore. In particolare, ma non in via limitativa, dovranno essere rispettate le seguenti norme specifiche in materia:

- DLgs 9 Aprile 2008 n° 81
- Legge 1 Marzo 1968 n° 186
- Decreto 22 gennaio 2008 n° 37
- Direttiva 93/68/CEE, recepita con D.Lgs 626/94 e D.Lgs 277/97: "Direttiva Bassa Tensione";
- Legge Regionale FVG 18-06-2007 n° 15
- Norme CEI 11-8 Impianti di messa a terra
- Norme CEI 17-13 fasc. 542 Apparecchiature costruite in fabbrica
- Norme CEI 20-14 Cavi isolati in PVC di qualità R2
- Norme CEI 20-15 Cavi isolati con gomma G1
- Norme CEI 20-19 fasc.662 Cavi isolati con gomma con tensione nominale
 $U_o/U < a 450/750V$
- Norme CEI 20-20 fasc.663 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale
 U_o/U non superiore a 450/750V
- Norme CEI 20-22 Prova dei cavi non propaganti l'incendio
- Norme CEI 20/35 Prove sui cavi elettrici sottoposti al fuoco.
Parte 1:prova di non propagazione della fiamma sul singolo cavo verticale
- Norme CEI 20/37 Prove sui gas emessi durante la combustione di cavi elettrici
- Norme CEI 20/38 Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e di gas tossici e corrosivi. Parte 1- tensione nominale U_o/U non superiore a 0,6/1 kv
- Norma CEI 23-51: "Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare";
- Norme CEI 31-33 Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione
- Norme CEI 64-8/1/2/3/4/5/6/7: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua";
- Norme CEI 81/10 Protezione di stutture contro i fulmini
- Norme CEI 64/7 Impianti elettrici di illuminazione pubblica e similari

- Norme UNI 11248-2016 Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche
- Norme UNI EN 13201-2:2016 Illuminazione stradale – Requisiti prestazionali
- Norme UNI EN 13201-3:2016 Illuminazione stradale – Calcolo delle prestazioni
- Norme UNI EN 13201-4:2016 Illuminazione stradale – Calcolo delle prestazioni

PARAMETRI DI CALCOLO E RISULTATI ILLUMINOTECNICI

Fattore di manutenzione

Il fattore di manutenzione di progetto considera il decadimento delle prestazioni illuminotecniche degli apparecchi di illuminazione, nell'intervallo di tempo compreso tra due interventi di manutenzione preventiva programmata, dovuto a:

- riduzione del flusso luminoso emesso dalle lampade
- perdita di efficienza del sistema diffusore/riflettore degli apparecchi

Esso viene espresso, per gli apparecchi dotati di lampade tradizionali, dalla seguente relazione:

$$MF = LLMF \times LSF \times LMF$$

- dove:
- MF = fattore di manutenzione di progetto
 - LLMF = fattore di mantenimento del flusso luminoso della lampada
 - LSF = fattore di sopravvivenza di ciascun tipo di lampada
 - LMF = fattore di manutenzione dell'apparecchio

Il fattore di manutenzione degli apparecchi è stato desunto dalle tabelle inserite nel rapporto “Review of Luminaire Maintenance Factors” pubblicato nel dicembre 2008 dal Transport Research Laboratory di Wokingham (GB) , in quanto meno limitanti delle tabelle “CIE 154:2003”, e di seguito riportate.

E Zone / MH	12 months	24 months	36 months	48 months
E1/E2 6m or less	0.98	0,96	0.95	0,94
E1/E2 >7m	0.98	0,96	0.95	0,94
E3/E4 6m or less	0.94	0,92	0,90	0,89
E3/E4 >7m	0.97	0.96	0.95	0,94

Dove E1..E4 corrispondono al tipo di zona come classificate nelle CIE 150:2003
MH = altezza di installazione dell'apparecchio di illuminazione

Negli apparecchi a LED, il fattore di manutenzione viene valutato secondo criteri diversi rispetto a quanto avviene con le lampade tradizionali.

Come per tutti i componenti elettronici, i parametri vitali sono stimati e non sono frutto di una prova di vita. I costruttori forniscono perciò alcuni parametri che sono frutto di una estrapolazione in considerazione dei risultati delle misure effettuate sull'apparecchio.

IEC definisce la *Vita media utile nominale* descritta come la graduale diminuzione del flusso luminoso emesso in un prodotto basato su una sorgente luminosa a Led. Un valore L è indicato come percentuale di riduzione del flusso luminoso emesso ad un determinato tempo.

e.g. L70 @ 50,000 hours

IEC assume questo valore a B50.. Il valore di B indica la percentuale di prodotti che hanno un valore emesso inferiore alla percentuale indicata dal valore L.

Nel caso di apparecchi a LED, il valore di MF adottato nei calcoli sarà ridotto al solo fattore LMF, ossia la predetta relazione diventa per i LED:

$$MF = LMF$$

dove: MF = fattore di manutenzione di progetto

LMF = fattore di manutenzione dell'apparecchio

Nei calcoli illuminotecnici si assume invece non il valore nominale del flusso luminoso dell'apparecchio, ma bensì quello residuo al termine della vita utile.

Nel presente progetto, sono stati scelti degli apparecchi a LED dotati di alimentatore in grado di compensare nel tempo la perdita di flusso emesso per invecchiamento, agendo sulla corrente di alimentazione dei LED, e mantenendo così costante il flusso emesso fino al termine della vita utile dell'apparecchio (sistema CLO).

Il valore costante del flusso emesso dagli apparecchi individuati ammonta al 90% di quello nominale per un periodo pari a 100.000 ore di funzionamento.

Da cui si ricava la seguente tabella

Zona di studio	Lampada	Ore funzion.	Tipo di zona	H apparecchi (m)	LLMF	LSF	LMF	MF
Impianto bretella	LED	100.000	E2	5	0.90	1	0.94	0.85

Dove per LLMF deve intendersi la percentuale costante del flusso emesso per tutta la durata di vita dell'apparecchio (L90B...)

Griglie di calcolo

Per l'elaborazione dei calcoli illuminotecnici sono state adottate delle griglie di calcolo conformi alle specifiche della norma UNI EN 13201-3.

Per le aree di forma irregolare, sono state adottate delle griglie di calcolo rispettando le distanze minime di cui alla norma UNI EN 13201-3. La forma dell'area e la posizione dei punti di calcolo, sono indicati oltre che nell'elaborato suddetto, anche negli elaborati grafici di progetto

Risultati dei calcoli illuminotecnici

Tutti i risultati di calcolo ottenuti, sono dettagliatamente riportati negli elaborati progettuali

Si evidenzia che la maggior parte delle zone di studio, individuate nel paragrafo 3, ai fini dei calcoli illuminotecnici, sono state in realtà frazionate in numerose sottozone, corrispondenti alle aree comprese tra due diversi punti luce. Ciò in quanto le interdistanze tra gli apparecchi non risultano omogenee o perché trattasi di aree irregolari, e conseguentemente anche il flusso emesso dagli apparecchi LED deve essere tarato diversamente, a seconda delle esigenze della sottozona, per rispettare tutti i parametri illuminotecnici richiesti dalle normative.

Sulle tavole di progetto, è stato quindi indicato il valore nominale del flusso a cui deve essere tarato ogni singolo apparecchio di illuminazione a LED.

I calcoli degli illuminamenti sono stati eseguiti con l'ausilio dell'applicativo Dialux versione 4.13. Per la verifica della limitazione dell'abbagliamento debilitante, i valori di f_{T1} sono stati calcolati con la relazione

$$f_{T1} = 65 \frac{L_v}{(L_i)^{0.8}} \%$$

dove L_v è la luminanza di velo iniziale (calcolata con l'ausilio dell'applicativo Dialux), ed L_i è dato dalla relazione:

$$L_i = \frac{r E_{hi}}{p}$$

dove: E_{hi} è il valore dell'illuminamento medio iniziale della superficie in esame
 r è il fattore di riflessione medio della superficie (valore di default = 0.2)

Per il parcheggio il valore di f_{T1} è risultato:

$$L_i = \frac{r E_{hi}}{p} = \frac{0.2 * 9.73}{p} = 0.62$$

$$f_{T1} = 65 \frac{L_v}{(L_i)^{0.8}} \% = 65 \frac{0.20}{(0.62)^{0.8}} \% = 19.07\%$$

SISTEMA DI DISTRIBUZIONE E DI UTILIZZAZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA

Gli impianti di illuminazione pubblica in oggetto sono tutti impianti di gruppo B, che verranno realizzati in derivazione da sistema monofase TT; tutti gli apparecchi saranno pertanto alimentati ad una tensione pari a 230V.

Le nuove potenze nominali installate negli impianti oggetto dell'intervento sono così riassunte:

- strada di accesso	0.18 kW
- parcheggio	0.54 kW

Tutti i carichi dei vari impianti saranno costituiti da apparecchi per illuminazione cablati con lampade a scarica o LED. Ogni apparecchio sarà singolarmente rifasato in modo da contenere il fattore di potenza complessivo ad un valore inferiore a 0,95 .

CRITERI DI DIMENSIONAMENTO E SCELTA DEI COMPONENTI

Tutti i materiali impiegati dovranno essere muniti di marcatura CE, e se previsti in specifiche norme di costruzione, muniti di marchio IMQ (o analogo marchio europeo). Per razionalizzare le scorte dei materiali e le modalità di manutenzione, i componenti e le apparecchiature quali pali di sostegno, apparecchi di illuminazione, lampade, e cassette di derivazione, dovranno essere scelti tra i tipi adottati dall'Amministrazione Comunale.

Nei lavori in oggetto verranno pertanto impiegati i materiali descritti di seguito.

Conduttori – i conduttori di tutti i circuiti dorsali o terminali, facenti parte di condutture interrate, sono stati dimensionati utilizzando le tabelle UNEL35026, adottando i coefficienti indicati sulle tabelle stesse, relativi ai tipi di posa più restrittivi presenti nel circuito in esame.

Per non penalizzare le portate dei conduttori, le condutture sono state organizzate in modo da avere sempre conduttori con sezioni “simili”, ovvero contenute entro tre sezioni adiacenti unificate.

Nel calcolo del numero di circuiti adiacenti, non sono stati considerati i conduttori caricati con correnti inferiori al 30% della loro portata I_z .

E' stato assunto nei calcoli un valore di resistività termica pari a 2,5 K·m/W ed ad una profondità di posa pari 0,5m.

Le sezioni di tutti i conduttori sono state scelte in modo da contenere i valori delle cadute di tensione inferiori al 2% .

Vie di posa – Tutte le tubazioni sono state dimensionate in modo da permettere un agevole infilaggio e sfilaggio dei conduttori, verificando che il diametro minimo interno

della tubazione sia sempre almeno 1.3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi.

Quadri elettrici – i quadri elettrici saranno realizzati con carpenterie metalliche idonee al contenimento di apparecchiature modulari, avranno grado di protezione non inferiore a IP40, e saranno dimensionati per funzionamento in ambienti con temperatura massima di 35°C.

Le carpenterie e le apparecchiature saranno in grado di sopportare le correnti di cortocircuito presunte nel luogo di installazione ed indicate sugli schemi di progetto. Dovranno essere realizzati secondo gli schemi di progetto in conformità alle Norme CEI 17-13 o 23.51 .

Apparecchi di protezione e comando - La scelta di un interruttore di manovra/sezionatore è dipesa dai seguenti parametri:

- 1) tensione nominale (V)
- 2) corrente di impiego I_n (A)
- 3) classe di utilizzazione (esempio : AC23)
- 4) potere di chiusura I_{cm} (kA cresta)
- 5) corrente di breve durata ammissibile I_{cw} (kA/sec)
- 6) numero di poli in funzione del tipo di distribuzione
- 7) coordinamento con un dispositivo di protezione installato a monte (*).

La scelta degli interruttori automatici è stata effettuata secondo il seguente schema di principio:

- scelta della famiglia di appartenenza
- calcolo della della I_{cc} presunta
- calcolo della corrente di impiego I_b del circuito
- verifica tabellare della protezione del conduttore da c.to c.to a inizio e fondo linea (verifica della relazione $(I^2t) < K^2S^2$; se la relazione non fosse verificata per eventuali cortocircuiti a fondo linea, la protezione sarà comunque assicurata dal relè termico dimensionato per sovraccarico)

- verifica tabellare protezione Persone
- verifica tabellare protezione Sovraccarico;

apparecchi di illuminazione – previa una scelta a carattere architettonico relativa a tipo di luce, caratteristiche estetiche dell'apparecchio, e durata di vita delle lampade, sono state eseguite delle verifiche con procedure informatiche, per determinare il numero di apparecchi e la potenza delle relative lampade, da adottare nelle varie zone di studio, tenendo conto dei requisiti illuminotecnici indicati dalle tabelle UNI EN 13201.

blocchi di fondazione – i plinti di fondazione prefabbricati sono stati scelti sulla base delle tabelle di impiegabilità e dei calcoli di stabilità forniti dal costruttore, considerando le caratteristiche geografiche del luogo di installazione e le dimensioni dei sostegni metallici e degli apparecchi di illuminazione.

I plinti di fondazione da realizzare in opera sono stati dimensionati utilizzando il metodo delle tensioni ammissibili.

CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO

Gli impianti sono stati progettati e saranno realizzati a regola d'arte nel rispetto della vigente normativa, in modo da non costituire pericolo alcuno nei riguardi della sicurezza delle persone e delle cose, entro i limiti imposti dalle norme.

Per assicurare nel tempo le condizioni di sicurezza assunte, sarà però necessario che gli stessi siano utilizzati entro i limiti di progetto, e vengano mantenuti e verificati come previsto dalle disposizioni di legge e dalla normativa tecnica.

Ai fini della sicurezza, gli impianti elettrici, così come realizzati secondo gli schemi di progetto, risultano protetti da sovraccorrenti, cortocircuiti, contatti diretti ed indiretti, sovratensioni e, per costruzione, non sono possibile causa primaria di incendio o esplosione. In particolare, per avere una protezione supplementare contro i contatti diretti, a livello dei quadri generali, verranno installati interruttori differenziali ad alta sensibilità dotati di dispositivo di richiusura automatica.

Gli impianti sono stati dimensionati per un servizio continuo alla massima potenza nominale indicata al paragrafo 7. Tuttavia, per consentire futuri sviluppi o ampliamenti, sia sui quadri di comando che le vie di posa sono stati dimensionati con un cospicuo margine di riserva.

Per consentire una facile manutenibilità, tutti i circuiti avranno caratteristiche di sfilabilità.

MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

Tutte le parti di impianto oggetto dell'intervento saranno protette con sistemi passivi utilizzando materiali e componenti con doppio isolamento (classe II).

In particolare, anche per il collegamento tra la cassetta di derivazione alla base del palo metallico e l'apparecchio di illuminazione in testa al sostegno, verranno impiegati cavi multipolari di tipo FG7R0.6/1kV.

MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

La protezione contro i contatti diretti sarà attuata in ogni parte dell'impianto attraverso l'adozione di misure totali, mediante isolamento delle parti attive e/o mediante involucri o barriere con grado di protezione non inferiore a IPXXB; le superfici orizzontali superiori degli involucri e delle barriere a portata di mano, avranno un grado di protezione non inferiore a IPXXD.

L'isolamento delle parti potrà essere rimosso solo mediante distruzione e presenterà sufficiente resistenza agli sforzi elettrici, meccanici e termici.

L'apertura di un involucro o la rimozione di una barriera potrà avvenire solo con l'uso di una chiave o di un attrezzo, oppure previo sezionamento delle parti attive garantito da un interblocco.

TIPOLOGIA DEGLI IMPIANTI E DEI COMPONENTI ELETTRICI

Gli impianti saranno realizzati utilizzando condutture aeree ed in parte condutture interrate.

Nelle condutture interrate saranno utilizzati cavi con isolamento non inferiore a 0.6kV, tipo FG7R se unipolari o FG7OR se multipolari; le linee dovranno essere prive di giunzioni e/o derivazioni interrate.

I colori distintivi dei cavi utilizzati rispecchieranno le indicazioni disposte dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722-74 e 007712 come di seguito specificato:

- nero, grigio, marrone per i conduttori di fase a 230/400V.
- blu chiaro per il conduttore neutro;
- giallo-verde per i conduttori di terra e di protezione;

I conduttori verdi e gialli non potranno essere utilizzati.

Per agevolare la ricerca dei conduttori in caso di manutenzione, tutti i circuiti verranno segnalati con apposite targhette identificatrici indelebili; in particolare tutti i cavi e conduttori saranno numerati in partenza, all'arrivo nei quadri, e nelle cassette di infilaggio e di derivazione.

La derivazione agli apparecchi di illuminazione ,in cavo tripolare tipo FG7OR-0,6/1kV con sezione $> 2.5 \text{ mm}^2$, sarà effettuata con l'impiego di cassette di connessione di classe II, del tipo "La Conchiglia" (o equivalente), collocate nell'apposito alloggiamento del palo.

Si dovrà porre particolare cura al serraggio dei morsetti onde evitare pericolosi surriscaldamenti ai conduttori.

Nella posa interrata, i cavi saranno installati entro cavidotti costituiti da polifore conglobate in cassonetti di calcestruzzo aventi funzione di protezione delle tubazioni. Il letto inferiore in sabbia su cui saranno adagate le tubazioni dovrà avere uno spessore minimo di 9 cm; anche lo strato superiore di sabbia che ricoprirà le stesse, avrà uno spessore di almeno 9 cm. Le tubazioni saranno flessibili, in PE ad alta densità corrugate

a doppia parete, con resistenza allo schiacciamento non inferiore a 450N e resistenza all'urto 5 kg a -5 °C, conformi alle Norme CEI 23-39 e CEI 23-46.

I cavidotti saranno interrati ad una profondità non inferiore a 50 cm all'estradosso e dovranno seguire, per quanto possibile, andamenti rettilinei, secondo i percorsi indicati sui disegni di progetto. Ad ogni sensibile cambio di direzione e comunque ogni 30m di percorso, le condutture saranno interrotte da pozzetti di ispezione prefabbricati in CA con fondo aperto per il drenaggio.

La distanza dei cavidotti da altre opere o impianti (gasdotti, linee telefoniche, edifici, serbatoi, tubazioni metalliche, etc..) non dovrà essere inferiore alle misure indicate nelle vigenti leggi e normative.

I pozzetti, di tipo prefabbricato, comprenderanno un elemento a cassa, con due fori di drenaggio, ed un coperchio removibile. Detti manufatti, di calcestruzzo vibrato, avranno sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi di plastica, costituita da zone circolari con parete a spessore ridotto.

Gli spazi tra pareti in CLS e le tubazioni in ingresso nei manufatti dovranno essere sigillati con malta di cemento.

I chiusini dei pozzetti dovranno essere di tipo carreggiabile, in ghisa; sui marciapiedi o sui viali pedonali, i chiusini potranno essere, previa autorizzazione della D.L. di tipo in acciaio zincato.

Le condutture aeree dell'impianto verranno realizzate con cavi per energia autoportanti ad elica visibile, tipo RE4E4X0.6/1kV, isolati in polietilene reticolato, con guaina esterna in PVC, conformi alle norme CEI 20-31 e CEI 20-35, e conduttori in corda rigida rotonda non compatta di rame semicrudo.

La regolazione della tesatura deve avvenire nei range indicati dalle tabelle ENEL DU6175 e DU6225 in relazione della lunghezza della campata, della temperatura di posa, della sezione del conduttore, e della tipologia della tratta. I conduttori tesati non dovranno mai trovarsi ad una altezza verticale sul piano di campagna < a 5 m. , ed < a 6 m su strade statali e/o comunali. Dovranno essere osservate le distanze di rispetto dalle linee di distribuzione di energia elettrica, dalle linee di telecomunicazione, e dai relativi sostegni, secondo le disposizioni del D.M. LL.PP. 21.03.1988 n° 449.

La derivazione agli apparecchi di illuminazione ,in cavo bipolare tipo FG5OR-0,6/1kV con sezione > 2.5 mm², sarà effettuata con l'impiego di adeguati morsetti a perforazione d'isolante, o entro cassette di derivazione da palo di classe II.

In relazione alla loro collocazione, gli apparecchi di illuminazione dovranno essere conformi al tipo adottato dall'Ammnistrazione Comunale.

Dovranno inoltre essere rispondenti alle Norme CEI 34-21 , CEI 34-24 e CEI 34-33; pertanto essi dovranno essere cablati dal costruttore e forniti di ausiliari elettrici rifasati.

In linea generale saranno adottati soltanto apparecchi in classe di isolamento II.

Sugli apparecchi di illuminazione dovranno essere indicati in modo chiaro ed indelebile, ed in posizione che siano visibili durante la manutenzione, i dati previsti dalla Norma CEI 34-21, quali :

- marchio di origine;
- tensione nominale;
- temperatura ambiente nominale massima se diversa da 25 °C;
- segno grafico per apparecchi di Classe II, se applicabile;
- simbolo del grado IP;
- numero modello o riferimento del tipo;
- potenza nominale in watt e numero e tipo di lampade;
- segno grafico indicante l'idoneità all'installazione su superfici normalmente infiammabili, se applicabile;
- segno grafico, se applicabile, indicante la distanza minima dagli oggetti illuminati (per proiettori).

Apparecchi di illuminazione impiegati:

- apparecchio LED per l'illuminazione stradale con ottica asimmetrica luce diretta, finalizzato all'impiego di sorgenti luminose con led di potenza. Il vano ottico, ed il sistema di attacco al palo sono realizzati in lega di alluminio EN1706AC 46100LF, e sottoposti a un processo di pre-trattamento multi step, in cui le fasi principali sono sgrassaggio, fluorozirconatura (strato protettivo superficiale) e sigillatura (strato nanostrutturato ai silani). La fase verniciatura è realizzata con primer e vernice acrilica

liquida, cotta a 150 °C, che fornisce un'alta resistenza agli agenti atmosferici ed ai raggi UV. Possibilità di regolazione, anche tramite scala graduata, dell'inclinazione rispetto al manto stradale di $\pm 15^\circ$. Diffusore siliconato al corpo in vetro sodico calcico spessore 4mm. Vetro e cornice chiudono il vano ottico nella parte inferiore. Cornice inferiore e calotta sono fissati tra loro tramite 4 viti imperdibili; l'alto grado IP è garantito dalla guarnizione siliconica grigia 60 Shore interposta tra i due elementi. Sulla cornice sono ricavate asole per il deflusso dell'acqua piovana. Completo di circuito con led monocromatici di potenza nel colore Warm White, riflettori in alluminio silver. Sostituibilità led in laboratorio a gruppi di 12. Gruppo di alimentazione, collegato con connettori ad innesto rapido, asportabile tramite clip . Driver con sistema automatico di controllo della temperatura interna. Driver con 3 profili di funzionamento differenti senza ausilio di controlli esterni, profili (1_2) fissi al 100% corrispondenti a due differenti livelli di lumen output e profilo (4) con riconoscimento della mezzanotte con lumen output riferito al profilo 1. Profili selezionabili tramite micro interruttori (possibilità di realizzare cicli di funzionamento personalizzati mediante software dedicato ed interfaccia USB dedicata) . Alimentatore elettronico selv 220240Vac 50/60Hz. Gruppo alimentazione sostituibile. Il vano ottico è fissato all'attacco applique o testapalo tramite due viti di serraggio. Tipo iGuzzini modello Lavinia codici BP37; BP38; BP41 (o equivalenti) regolati per flusso nominale e potenza massima assorbita come da indicazioni di progetto.

I pali dovranno essere protetti dalla corrosione con zincatura a caldo eseguita secondo le prescrizioni delle Norme CEI 7-6 fascicolo n.239.

In corrispondenza del punto di incastro del palo nel blocco di fondazione dovrà essere riportato un collare di rinforzo della lunghezza di cm 40, con spessore identico a quello del palo stesso e saldato alle due estremità a filo continuo.

La base del palo, per una lunghezza non inferiore al metro, dovrà inoltre possedere una protezione aggiuntiva contro la corrosione, ottenuta con guaina o verniciatura bituminosa.

I pali dovranno essere posati nell'alloggiamento del plinto e bloccati con sabbia costipata. Il foro sarà quindi bloccato con un collare in calcestruzzo.

Nei pali dovranno essere praticate due aperture delle seguenti dimensioni: un foro ad asola della dimensione 150x50 mm, per il passaggio dei conduttori, una finestrella d'ispezione delle dimensioni 200x75 mm, posizionata con l'asse orizzontale parallelo al piano verticale passante per l'asse longitudinale dell'apparecchio di illuminazione, e collocata dalla parte opposta al senso di transito del traffico veicolare, con il bordo inferiore ad almeno 600 mm al di sopra del livello del suolo. La chiusura della finestrella d'ispezione dovrà avvenire mediante un portello realizzato in lamiera d'acciaio, o alluminio pressofuso, a filo palo con bloccaggio mediante chiave triangolare. Tale portello dovrà essere montato in modo da soddisfare il grado minimo di protezione IP33.

La finestrella d'ispezione dovrà consentire l'accesso all'alloggiamento elettrico che dovrà essere munito di un dispositivo di fissaggio destinato a sostenere la morsettiera di connessione in classe II.

Per la protezione di tutte le parti in acciaio è richiesta la zincatura a caldo secondo la Norma CEI 7-6.

Pali di sostegno impiegati:

- palo ottenuto mediante formatura a freddo di lamiera, controllato elettronicamente ad una temperatura di circa 700°C, da tubi in acciaio calmato del tipo Fe510-B UNI EN 10025, zincato a caldo per immersione in bagno di zinco fuso secondo UNI EN 40/4, verniciatura bituminosa sulla parte da interrare, manicotto di rinforzo di lunghezza 400mm saldato al palo nella sezione di incastro, completo di asola ingresso cavi, asola per morsettiera da incasso e bullone di messa a terra, lunghezza complessiva 8,80 m, diametro alla base 148mm, diametro in testa 60mm, spessore 3mm;

I blocchi di fondazione per il sostegno dei pali saranno realizzati rispettando le caratteristiche dimensionali e costruttive indicate nei disegni di progetto. Lo scavo dovrà avere misure adeguate alle dimensioni del blocco, che sarà formato con calcestruzzo dosato a 250kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto. La nicchia per l'incastro del palo sarà ottenuta con una cassforma o con elementi prefabbricati in cemento precompresso con diametro interno indicato sul progetto. Nel blocco dovranno essere

annegate una o più tubazioni in plastica del diametro esterno di 60 mm per il passaggio dei cavi tra il pozzetto ed il palo. Il dimensionamento maggiore dei blocchi di fondazione rispetto alle misure indicate in progetto non darà luogo a nessun ulteriore compenso.

Potranno essere impiegati anche plinti di fondazione prefabbricati rispettando comunque i limiti minimi dimensionali di progetto; detti manufatti andranno posati su uno strato di magrone di livellamento e dovranno essere completamente inseriti nel terreno.

I quadri elettrici dovranno essere realizzati, provati e certificati in conformità alle Norme CEI 17-13 o CEI 23-51; in particolare dovranno essere muniti di targa di identificazione indicante il nome o marchio del costruttore ed il tipo o il numero di identificazione.

Ogni quadro dovrà essere provvisto di schema elettrico e di un documento indicante le norme di riferimento, la frequenza di funzionamento, la tensione nominale e di isolamento, la tensione nominale dei circuiti ausiliari, le correnti nominali, la tenuta al corto circuito, il grado di protezione, la protezione delle persone, le condizioni di servizio, le dimensioni, e la massa.

Verrà generalmente impiegato un unico contenitore, suddiviso verticalmente in due vani con aperture separate, di cui una destinata a contenere i gruppi di misura installati dall'Ente Distributore, e l'altra destinata a contenere le apparecchiature di comando, di sezionamento e protezione così come definite negli schemi di progetto. Tale contenitore, in resina poliestere rinforzata con fibre di vetro, avrà grado di protezione minimo IP54. Le chiusure delle due portine dovranno essere del tipo concordato rispettivamente con l'Ente Distributore e con i tecnici del Comune.

Il contenitore dovrà appoggiare su apposito zoccolo di c.l.s. che consenta l'ingresso dei cavi sia del Distributore dell'energia elettrica che dell'impianto di in oggetto. Il tipo di contenitore, le apparecchiature ivi contenute ed il relativo quadro dovranno comunque avere la preventiva approvazione della Direzione Lavori.

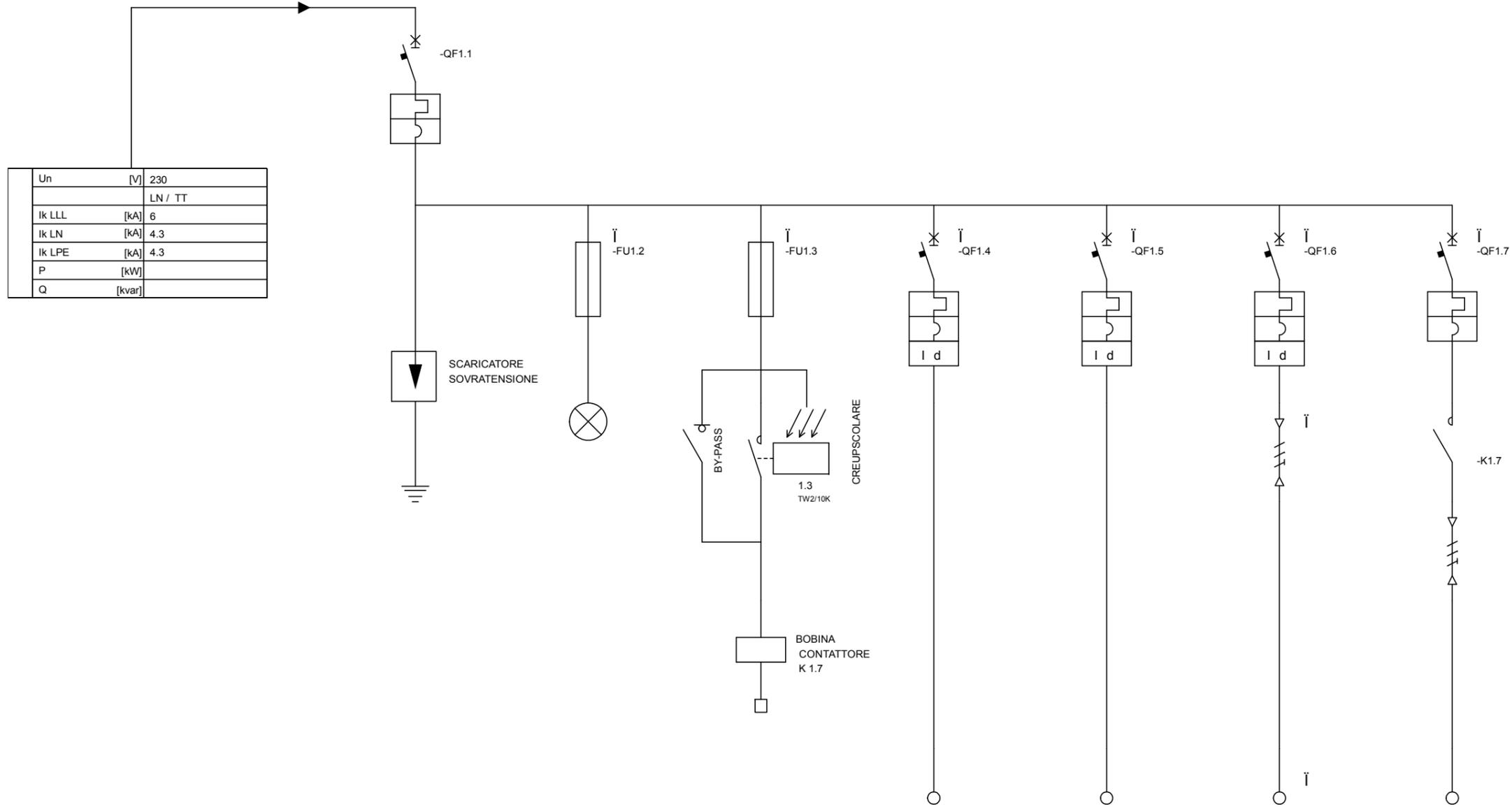
I quadri dovranno essere costruiti con isolamento in classe II, come il resto dell'impianto.

Le carpenterie dovranno essere idonee al contenimento di apparecchiature modulari: quindi munite di apposite staffe di sostegno e di pannelli di tamponamento sfinestrati con passo modulo 17,5mm.

ALLEGATI

- SCHEMA QUADRO ELETTRICO**
- SCHEMA QUADRO A BLOCCHI**
- DETTAGLIO QUADRO GENERALE CON CONTATORE
DI ENERGIA DELL'ENTE EROGATORE**

QUADRO ELETTRICO

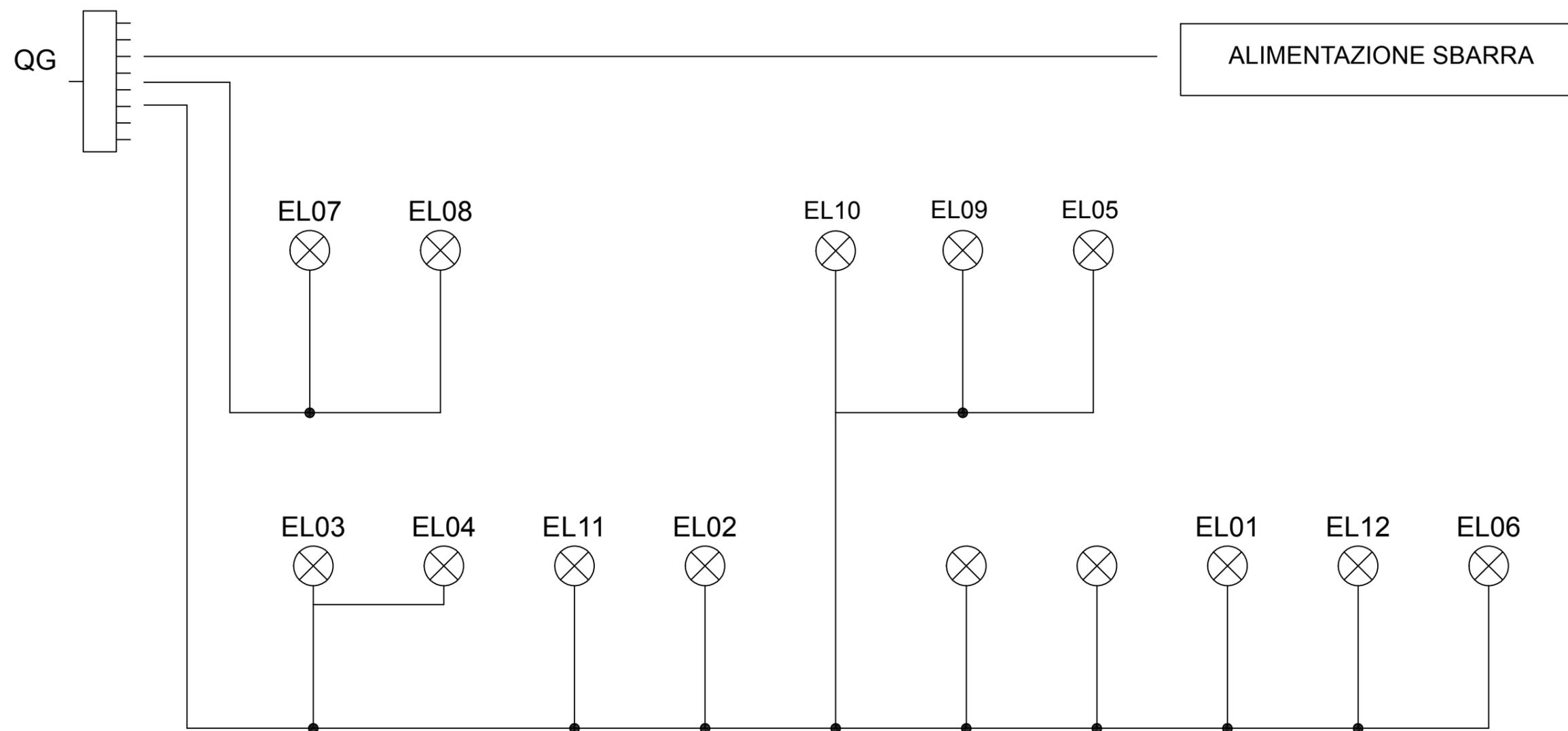


Un	[V]	230
		LN / TT
Ik LLL	[kA]	6
Ik LN	[kA]	4.3
Ik LPE	[kA]	4.3
P	[kW]	
Q	[kvar]	

Utenza	Descrizione		
	Tensione	[V]	dV %
	Potenza attiva	[kW]	Fattore util. %
Comandi / Protezioni	In	[A]	Cosphi
	Produttore		
	Interruttore / Sezionatore / Fusibile		
	Poli	In	[A]
	Ith	[A]	Idn [A]
	Im	[A]	Icu/Icn [kA]
	Fusibile	Taglia	[A]
	Contattore	In	[A]
	Contattore	In	[A]
	Relè termico	Settaggio	[A]
Linea di potenza	Tipo di cavo		
	Formazione		
	Lunghezza	[m]	Iz [A]
	IB L1	[A]	Num. di Posa
	IB L2	[A]	dV %
	IB L3	[A]	Ib min [kA]
	IB N	[A]	Ib max [kA]

U_DEN U_DEN1		U_DEN U_DEN1		U_DEN U_DEN1		U_DEN U_DEN1		U_DEN U_DEN1		U_DEN U_DEN1		U_DEN U_DEN1		U_DEN U_DEN1	
I_VN	U_DV														
UT_KW	U_FU														
U_IB	U_COSPHI														
PRODUTTORE		PRODUTTORE		PRODUTTORE		PRODUTTORE		PRODUTTORE		PRODUTTORE		PRODUTTORE		PRODUTTORE	
I_TIPO	D_TIPO														
I_POLI	I_IN														
I_ITH	D_IDN														
I_IM	I_ICU														
F_TIPO	F_IN														
C_TIPO	C_IN														
C_STAR_TIPO	C_STAR_IN														
R_TIPO	R_TARA														
L_TIPO		L_TIPO		L_TIPO		L_TIPO		L_TIPO		L_TIPO		L_TIPO		L_TIPO	
L_FORMA		L_FORMA		L_FORMA		L_FORMA		L_FORMA		L_FORMA		L_FORMA		L_FORMA	
L_LUNG	L_IJZ														
L_IBL1	L_POSA														
L_IBL2	L_DV														
L_IBL3	L_IKMIN														
L_IBN	L_IKMAX														

(*)L'interruttore è coordinato (Selettività) con altri interruttori
 (**)L'interruttore è coordinato (Back-Up) con altri interruttori
 (!)Importanti informazioni da verificare nel Report di selettività



QUADRO GENERALE CON CONTATORE DI ENERGIA DELL'ENTE EROGATORE

