



REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA
PROVINCIA DI PORDENONE
COMUNE DI SAN GIORGIO DELLA RICHINVELDA



MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITÀ
CICLOPEDONALE NELLE FRAZIONI DI DOMANINS E RAUSCEDO
A SAN GIORGIO DELLA RICHINVELDA - LOTTO 1.1
CUP E11B19000250006

PROGETTO ESECUTIVO

COMMITTENTE

Comune di San Giorgio della Richinvelda
via Richinvelda, 15
33095 – San Giorgio della Richinvelda (PN)

PROGETTISTA

dott. ing. Ilaria Cimarosti

TITOLO

RELAZIONE DI CALCOLO ED ILLUMINOTECNICA



DATA	INC	REV
16/05/2025	RA920	1

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO
0	20/02/2025	Prima emissione	I. Cimarosti
1	16/05/2025	Prima revisione	I. Cimarosti

SOMMARIO

1.	PREMESSA.....	4
2.	IMPIANTO ELETTRICO	4
3.	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
4.	CONSIDERAZIONI STATO DI FATTO E PROGETTUALI	6
5.	MATERIALI.....	7
6.	GENERALITÀ.....	7
6.1.	Gradi di protezione.....	7
6.2.	Distanziamenti.....	7
7.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E MODALITÀ DI INSTALLAZIONE	8
7.1.	Cavi e conduttori	8
7.1.1.	Caratteristiche specifiche dei cavi	8
7.1.2.	Isolamento dei cavi	8
7.1.3.	Colori distintivi dei cavi.....	8
7.1.4.	Sezioni minime e cadute di tensioni massime ammesse	8
7.1.5.	Sezione minima dei conduttori neutri.....	8
7.1.6.	Sezione dei conduttori di terra e protezione	8
7.1.7.	Propagazione del fuoco lungo i cavi	9
7.1.8.	Modalità di posa.....	9
7.2.	Canalizzazioni, tubi	9
7.2.1.	Tubi per canalizzazioni interrato	9
7.2.2.	Posa dei tubi	10
7.3.	Apparecchi di illuminazione.....	10
7.3.1.	Apparecchio per illuminazione	10
7.3.2.	Cablaggi e equipaggiamento elettrico	10
7.4.	Sostegni.....	10
7.4.1.	Pali per illuminazione stradale	11
7.5.	Derivazioni, cassette, giunzioni	11
7.5.1.	Derivazioni	11
7.5.2.	Cassette	11
7.5.3.	Giunti rapidi	11
7.5.4.	Pozzetti	11
7.5.5.	Plinti di fondazione.....	11
7.6.	Quadri elettrici	11
7.6.1.	Cartelli monitori	11
7.7.	Dimensionamento relativamente alla portata di corrente iz	12
7.7.1.	Cadute di tensione	12
7.7.2.	Protezione contro i corto circuiti.....	12
7.7.3.	Protezione contro i sovraccarichi	12
7.8.	Protezioni contro i contatti diretti ed indiretti	13
7.8.1.	Contatti diretti.....	13
7.8.2.	Contatti indiretti.....	13

7.8.3.	Doppio isolamento	13
7.8.4.	Interruzione automatica del circuito	13
8.	PROTEZIONE CONTRO I FULMINI	14
8.1.	Riferimenti normativi.....	14
8.2.	Prescrizioni particolari	14
9.	ALLEGATI.....	16
9.1.	Calcoli esecutivi linee	16
9.1.1.	Alimentazione.....	16
	Dati generali di impianto	16
9.1.2.	Struttura quadri	16
9.1.3.	Linee	16
9.1.4.	Calcoli e verifiche	16
	Caratteristiche generali della linea	16
9.1.5.	Cavo.....	17
9.1.6.	Verifiche protezioni	17
9.1.7.	Calcoli e verifiche	17
	Caratteristiche generali della linea	17
	Caratteristiche generali della linea	18
	Caratteristiche generali della linea	18
	Caratteristiche generali della linea	19
	Caratteristiche generali della linea	20
9.2.	Calcoli illuminotecnici	21

1. PREMESSA

La presente relazione si riferisce al Lotto 1.1 dell'opera di messa in sicurezza della viabilità ciclopedonale del centro abitato di Domanins, lungo la SR-PN 06, nel tratto che va dall'area di via Belvedere che si sviluppa da via San Martino fino al fabbricato che ospitava l'ex Scuola Materna S. Vincenzo De Paoli e S. Cecilia V. M., e prevede il ridisegno del sedime della carreggiata, il rifacimento del percorso pedonale, la realizzazione di un nuovo parcheggio pubblico, di un nuovo attraversamento pedonale e di nuove recinzioni e interventi sul sistema di illuminazione pubblica e sui sottoservizi.

Il tratto di via Belvedere oggetto del presente intervento è servito da un impianto esistente di illuminazione pubblica, per cui si prevedono delle modifiche, al fine di dare identità alla nuova viabilità ciclopedonale dell'opera complessiva, assicurare un livello di illuminazione adeguato all'impiego e alla destinazione d'uso (norme UNI 13201-2:2016) e rispondere alle esigenze di sicurezza e mobilità.

Il progetto riguarda un tratto di via Belvedere in cui andranno installati nuovi cavidotti, nuovi conduttori, nuovi pali e nuove armature stradali, con alimentazione derivata dalla linea di illuminazione esistente, con linea trifase più neutro. L'opera si propone come un impianto moderno, razionale e rispondente alle nuove esigenze normative, tecnologiche e di sicurezza.

Si prevede l'eliminazione di tre pali luce esistenti, per adeguamento al ridisegno della carreggiata, e il collocamento di tre pali luce a servizio del nuovo parcheggio pubblico e di due pali luce, uno all'inizio di via Belvedere e l'altro in corrispondenza della nuova recinzione dell'ex Scuola materna. I nuovi pali luce saranno simili a quelli già utilizzati dall'amministrazione comunale in recenti interventi e la tipologia delle nuove lampade sarà del tipo a LED. Le nuove armature stradali saranno provviste di scaricatori di protezione, presa di collegamento IP per futuro controllo punto a punto e scheda di regolazione del flusso luminoso da remoto. Si propone inoltre la predisposizione dell'illuminazione del nuovo attraversamento pedonale tramite la posa di un cavidotto corrugato e dei due soli plinti di fondazione per i futuri pali di illuminazione per entrambi i sensi di marcia. Il completamento dell'illuminazione dell'attraversamento e la caratterizzazione dell'altro lato della strada saranno oggetto di altro appalto.

2. IMPIANTO ELETTRICO

SCOPO: fornitura e posa in opera di nuove condutture, nuove linee, installazione di nuovi pali e nuovi proiettori di tipo stradale compresi collegamenti e rimozione esistente.

I lavori previsti sono:

- collegamento ad alimentazione esistente, compreso eventuali intercettazioni linea esistente;
- nuovi cavidotti in PVC interrato, nuovi pozzetti in cls, intercettazione condutture esistenti, compreso scavi ed eventuali ripristini;
- installazione di nuovi pali di acciaio zincato h 5/10 m in plinti adeguati;
- nuove linee di alimentazione in cavo FG16.. (in condutture esistenti o nuove) da esistente a nuovo;
- installazione di nuove plafoniere di tipo stradale, con lampada a LED come esistenti (72,0/78,0W), fusibili di protezione, scaricatori e collegamenti;
- conduttore di terra per collegamento equipotenziale.

Nei lavori sono compresi scavi, rinterri, ripristini, pozzetti di derivazione, chiusini in ghisa, plinti in cls, condutture in PVC e relativi oneri di installazione.

3. RIFERIMENTI NORMATIVI

La normativa di riferimento adottata nella progettazione è:

- Legge Regionale n. 15 del 18 giugno 2007 e s.m.i. – Misure urgenti in tema di contenimento dell'inquinamento luminoso, per il risparmio energetico, nelle illuminazioni per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici
- UNI 11431:2021 Luce e illuminazione Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso
- UNI 11630:2016 Luce e illuminazione - Criteri per la stesura del progetto illuminotecnico

- UNI EN 12464-2:2014 Luce e illuminazione Illuminazione dei posti di lavoro- Parte 2: Posti di lavoro in esterno
- UNI EN 12665:2018 Luce e illuminazione - Termini fondamentali e criteri per i requisiti illuminotecnici
- UNI EN 13201-2:2016 Illuminazione stradale-- Parte 2: Requisiti prestazionali
- UNI EN 13201-3:2016 Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni
- UNI EN 13201-4:2016 Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche
- UNI EN 13201-5:2016 Illuminazione stradale - Parte 5: Indicatori delle prestazioni energetiche
- UNI EN 40-2:2004 Pali per illuminazione pubblica – Parte 2. Requisiti generali e dimensioni
- UNI EN 40-5:2003 Pali per illuminazione pubblica – Requisiti per pali per illuminazione pubblica di acciaio
- UNI EN 40-3-1:2013 Pali per illuminazione pubblica – Parte 3-1: Progettazione e verifica – Specifica dei carichi caratteristici
- UNI EN 40-3-2:2013 Pali per illuminazione pubblica – Parte 3-2: Progettazione e verifica – Verifica tramite prova
- UNI EN 40-3-3:2013 Pali per illuminazione pubblica – Parte 3-3: Progettazione e verifica – Verifica mediante calcolo
- UNI EN 1317-5:2012 Sistemi di ritenuta stradali - Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli
- CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1000V in corrente continua
- CEI 34-33 Apparecchi di illuminazione (Parte 2-3: Prescrizioni particolari. Apparecchiature per illuminazione stradale)
- CEI 11-17 - Impianti di produzione trasporto e distribuzione energia elettrica - Linee in cavo
- CEI 11-46 – Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rate diversi – Progettazione, costruzione, gestione e utilizzo – Criteri generali e di sicurezza
- CEI 11-47 – Impianti tecnologici sotterranei – Criteri generali di posa
- CEI-EN 61439 – Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione
- CEI 20-20 -Cavi isolati con tensione nominale non superiore a 450/750 V in c.a.
- CEI 64-7 Impianti di illuminazione situati all'esterno con alimentazione serie
- CEI EN 61439-1 Class. CEI 121-25: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali
- CEI EN 61439-2 Class. CEI 121-24: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza
- CEI EN 61439-4 Class. CEI 17-117: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 4: Prescrizioni particolari per quadri per cantiere (ASC)
- CEI EN 61439-5 Class. CEI 121-4: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 5: Quadri di distribuzione in reti pubbliche
- CEI EN 60670-24 Class. CEI 23-128: Scatole e involucri per apparecchi elettrici per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari. Parte 24: Prescrizioni particolari per involucri di apparecchi di protezione e di altri apparecchi elettrici che dissipano energia
- CEI EN 60529 Class CEI 70-1: Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
- CEI EN 62262 Class CEI 70-4: Gradi di protezione degli involucri per apparecchiature elettriche contro impatti meccanici esterni (Codice IK)

- CEI EN 60068-3-3 Class CEI 104-58: Prove ambientali Parte 3-3: Documenti di supporto e guida - Metodi di prova sismica per apparecchiature
- CEI EN 60898 Class CEI 23-3: Interruttori automatici di sovra corrente per usi domestici e similari
- CEI EN 60998 Class CEI 23-21/40/35/38: Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per usi domestici e similari Canali in materiale plastico e loro accessori ad uso battiscopa
- CEI EN 61009 Class CEI 23-44/42: Interruttori differenziali per usi domestici e similari
- CEI EN 60947-2/3: Interruttori automatici di sovracorrente, moduli differenziali ed interruttori senza sganciatori di tipo in struttura scatolata
- CEI EN 61008-2-1 Class. CEI 23-43: Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 2-1: Applicabilità delle prescrizioni generali agli interruttori differenziali con funzionamento indipendente dalla tensione di rete
- CEI EN 60669-1 Class. CEI 23-9: Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare. Parte 1: Prescrizioni generali
- DM 22/01/2008 n.37 e s.m.i. – Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11-quaterdecies, comma 13, lettera a), della Legge n. 248 del 02/12/2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici
- DM 18/2/92 n.223 - DM 15/10/96 - DM 3/6/98 - DM 21/6/04 Regolamento recante istruzioni tecniche e prescrizioni per la progettazione, omologazione ed impiego delle barriere stradali di sicurezza. (G.U. 63 del 16.3.92) e successivi aggiornamenti
- GU del 11/03/99 direttiva 3 marzo 1999 della presidenza del Consiglio dei Ministri – “razionale sistemazione del sottosuolo degli impianti tecnologici”
- Legge 186/68 Disposizione concernente la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici.
- D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. – Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro
- DM 27/09/2007 - Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica

Gli impianti dovranno comunque essere realizzati a "regola d'arte",

Certificazioni: UNI EN 12352 L2H, UNI EN 12899 L3

- I certificati comprovanti la rispondenza alle norme specifiche dei materiali (certificazione IMQ, CE).
- Il Progettista con la sottoscrizione delle relazioni e delle tavole grafiche, assume la responsabilità civile e penale della parte progettuale. Il Direttore Lavori, con la sottoscrizione degli elaborati e con le verifiche in cantiere assume la responsabilità per la rispondenza tecnica delle opere del progetto.
- L'installatore degli impianti assume la responsabilità per la conformità dell'opera al progetto ed alle indicazioni del direttore lavori.

4. CONSIDERAZIONI STATO DI FATTO E PROGETTUALI

Lo stato di fatto dell'area oggetto di intervento presenta una via illuminata da armature stradali su pali, con dorsale alimentata, gestita e protetta dal quadro collocato in prossimità della Chiesa. La dorsale è una linea (4x1x10)mm², per: linea tutta notte, linea mezza notte e linea neutro in comune. L'intervento in progetto non prevede modifiche sostanziali, in quanto è prevista la sostituzione per arretramento in seguito ai lavori sulla sede stradale di n. tre armature stradali su palo e la posa di n. due nuove armature stradali per il parcheggio di nuova realizzazione. La montante esistente risulta allo stato di fatto sufficientemente dimensionata a livello di assorbimento di potenze elettriche per le armature esistenti, con margine di aumento di potenza, ed ancora in buono stato, pertanto le due armature che si andranno ad aggiungere non comporteranno un aumento rilevante della potenza, per cui tale linea resta correttamente dimensionata e

non occorre potenziamento, considerando anche che le tre armature in sostituzione avranno una minore potenza a parità di prestazione.

5. MATERIALI

L'Appaltatore, a propria cura e spese, deve ottemperare a tutte le norme, prescrizioni e raccomandazioni emanate od emanate dalle competenti Autorità in materia di accettazione dei materiali. In difetto di prescrizioni particolari o ad integrazione di esse i materiali e manufatti forniti dalla Ditta appaltatrice dovranno essere conformi, sia qualitativamente che dimensionalmente, avuto riguardo al loro impiego, ai tipi unificati di cui alle pubblicazioni dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazione (U.N.I.) e del Comitato Elettrotecnico Italiano (C.E.I.). L'accertamento delle caratteristiche di essi verrà effettuato seguendo le modalità di prova previste nelle tabelle U.N.I. e nelle norme C.E.I. relative. I materiali in genere ed i manufatti occorrenti saranno approvvigionati dall'Appaltatore ove riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, siano riconosciuti dalla migliore qualità e rispondano ai requisiti appresso indicati. Resta tuttavia stabilito che tutti i materiali impiegati in quanto appartengono a categorie ammesse al Marchio di Qualità Italiano ed in quanto il corrispondente tipo abbia conseguito tale Marchio almeno un anno prima della data del presente Capitolato, dovranno essere di tipo marchiato e muniti del relativo contrassegno. L'Appaltatore sarà tenuto a comunicare alla stazione appaltante prima del loro impiego, le caratteristiche e la provenienza dei materiali e dei manufatti approvvigionati affinché la Direzione Lavori possa eseguire tutte le prove e verifiche ritenute necessarie per l'accettazione. A tal fine dovrà fornire, a sua cura e spese, presso gli Uffici della Direzione Lavori e presso i Laboratori Ufficiali, tutti quei campioni di materiali che gli siano richiesti. Le prove saranno sempre a totale carico e spese dell'Appaltatore e dovranno essere ripetute anche per materiali della stessa specie e medesima provenienza ogni qualvolta la Direzione Lavori ne faccia richiesta. I campioni dei materiali prescelti, debitamente contrassegnati, resteranno depositati negli Uffici della Direzione Lavori quali termini di confronto e di riferimento. Per i materiali ed i manufatti di cui esista in commercio una grande varietà di tipi, l'Appaltatore dovrà uniformarsi alle richieste della Direzione Lavori ed esperire tutte le indagini e prove atte a garantire l'idoneità tecnologica dei materiali prescelti in relazione al loro impiego. I materiali che non fossero riconosciuti idonei saranno rifiutati senza che l'Appaltatore possa comunque pretendere alcun compenso, essendo insindacabile il giudizio della Direzione Lavori. L'accettazione dei materiali e dei manufatti da parte della Direzione Lavori non solleva in alcun modo l'Appaltatore dalle sue responsabilità in ordine alla perfetta riuscita dei lavori.

6. GENERALITÀ

Gli impianti in oggetto, posti sulla sede stradale, sono del gruppo B, di tipo indipendente in derivazione. La resistenza di isolamento verso terra dell'intero sistema elettrico, all'atto della verifica, non deve essere inferiore a 0,5 Mohm. La caduta di tensione non dovrà superare il 4%, mentre le perdite in linea non dovranno superare il 5% della potenza attiva assorbita dai centri luminosi. Il fattore di potenza misurato in corrispondenza dell'inizio della linea non deve essere inferiore a 0,9. Per questi valori non si deve tenere conto del transitorio di accensione.

6.1. Gradi di protezione.

I gradi di protezione IP da rispettare per i materiali da impiegarsi sono:

IP 67 per i componenti interrati; **IP 44** per tutti gli altri;

Gli elementi di protezione dell'impianto se smontabili ed installati a meno di tre metri dal suolo, devono potersi rimuovere solo con l'ausilio di chiavi od attrezzi. Per quanto riguarda la protezione dalla corrosione dei materiali ferrosi, zincati, ci si deve attenere a quanto disposto dalla norma CEI 7/6.

6.2. Distanziamenti

La minima distanza dei sostegni dei corpi illuminanti e di ogni parte dell'impianto dai limiti della carreggiata, fino ad un'altezza di 5 metri deve essere:

- 0,50 m per le strade urbane con marciapiedi con cordonatura;
- 1,40 m per le strade extraurbane ed urbane prive di marciapiedi con cordonatura.

Distanze inferiori possono essere adottate nel caso la banchina non consenta il distanziamento sopra indicato, distanze maggiori vanno adottate nel caso di banchine adibite anche a parcheggio.

L'altezza minima sulla carreggiata di qualsiasi strada dovrà essere di m 6.

7. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E MODALITA' DI INSTALLAZIONE

7.1. Cavi e conduttori

7.1.1. Caratteristiche specifiche dei cavi

I cavi utilizzati per la realizzazione delle linee dorsali, le derivazioni dalle dorsali alle cassette dei punti luce, le alimentazioni delle lampade dalla cassetta, saranno del tipo con conduttore flessibile in rame ricotto, con isolamento in gomma EPR ad alto modulo di qualità G16 sotto guaina in EPR, non propaganti l'incendio, tensione nominale 0,6/1 kV, sigla di designazione FG16(O)R. I riferimenti normativi sono i seguenti:

- CEI UNEL 35011 – Cavi per energia e segnalamento – sigle di designazione;
- CEI 20-11 – Caratteristiche tecniche e requisiti di prova delle mescole per isolanti e guaine dei cavi per energia;
- CEI 20-13 – Cavi con isolamento estruso in gomma;
- CEI 20-29 – Conduttori per cavi isolati;
- CEI 20-29 – Prove di incendio per cavi elettrici;

7.1.2. Isolamento dei cavi

I cavi utilizzati devono essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (U_0/U) non inferiori a 450/750 V, simbolo di designazione G16. Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando devono essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500 V, simbolo di designazione 05. Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore;

7.1.3. Colori distintivi dei cavi

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL. 00722-74 E 0071. In particolare, i conduttori di neutro e protezione devono essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. Per quanto riguarda i conduttori di fase, questi devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori nero, grigio (cenere) e marrone;

7.1.4. Sezioni minime e cadute di tensioni massime ammesse

Le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensioni non superi il valore del 5% della tensione a vuoto) devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL.

7.1.5. Sezione minima dei conduttori neutri

La sezione dei conduttori neutri non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mmq, la sezione dei conduttori neutri può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, con il minimo tuttavia di 16 mmq (per conduttori in rame), purché siano soddisfatte le condizioni degli artt. 522, 524.1, 524.2, 524.3, 543.1.4. della norma CEI 64-8.

7.1.6. Sezione dei conduttori di terra e protezione

La sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quella indicata nella tabella 1, tratta dalla tab. 54F della norma CEI 64-8. (Vedi anche le prescrizioni riportate agli artt. 543, 547.1.1., 547.1.2. e 547.1.3. della norma CEI 64-8).

SEZIONE DEL CONDUTTORE DI FASE CHE ALIMENTA LA MACCHINA O L'APPARECCHIO mm ²	CONDUTTORE DI PROTEZIONE FACENTE PARTE DELLO STESSO CAVO O INFILATO NELLO STESSO TUBO DEL CONDUTTORE DI FASE	CONDUTTORE DI PROTEZIONE NON FACENTE PARTE DELLO STESSO CAVO E NON INFILATO NELLO STESSO TUBO DEL CONDUTTORE DI FASE
--	--	--

	mm ²	mm ²
≤16	sezione del conduttore di fase	2,5 se protetto meccanicamente, 4 se non protetto meccanicamente
16 < e ≤35	16	16
> 35	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari la sezione specificata dalle rispettive norme	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari., la sezione specificata dalle rispettive norme

7.1.7. Propagazione del fuoco lungo i cavi

I cavi in aria installati individualmente, cioè distanziati fra loro di almeno 250 mm, devono rispondere alla prova di non propagazione della norma CEI 20-35.

Quando i cavi sono raggruppati in ambiente chiuso, nel quale sia da contenere il pericolo di propagazione di un eventuale incendio, essi devono avere i requisiti di non propagazione dell'incendio in conformità alla norma CEI 20-22.

7.1.8. Modalità di posa

La posa deve avvenire evitando di danneggiare l'isolamento, utilizzando protezioni in plastica in tutti i punti delle canalizzazioni metalliche che possono presentare sbavature od angoli taglienti.

Gli sforzi di trazione per la posa dei cavi avvengono sull'anima in rame del conduttore e non sull'isolamento, con uno sforzo massimo comunque non superiore ai 50 Newton per mm². I cavi vengono contrassegnati con apposite fascette riportanti la numerazione del cavo stesso alle estremità in riferimento alle apparecchiature alle quali sono collegati ed inoltre vengono contrassegnati ogni 15 metri circa durante il loro percorso.

I cavi multipolari dei circuiti di controllo regolazione e segnalazione impiegati per apparecchiature di questi circuiti installate tra loro vicine, non vengono utilizzati per il raggruppamento di circuiti appartenenti a sistemi di tensione diversi. Il conduttore di protezione ed il conduttore di neutro, dove impiegato, fanno parte dello stesso cavo di alimentazione dell'apparecchiatura.

7.2. Canalizzazioni, tubi

Le canalizzazioni per l'alloggio dei conduttori dovranno essere scelte valutando le esigenze dettate dalle condizioni ambientali, della tipologia dell'ambiente e dalle esigenze derivanti dalle caratteristiche della distribuzione ed in modo adeguato per fornire garanzia di resistenza meccanica alle sollecitazioni sia in fase di posa che di esercizio dell'impianto.

Nella scelta delle dimensioni delle canalizzazioni si dovrà considerare l'opportunità di poter rimuovere, sostituire o posare conduttori e cavi, quindi si devono realizzare le condutture facendo in modo che il diametro interno dei tubi risulti essere 1,3 volte il diametro circoscritto del fascio, di conduttori e che la sezione del canale sia il doppio della sezione del fascio dei cavi alloggiati. I tubi dovranno essere posati in opera rispettando i raggi di curvatura massimi indicati dalle case costruttrici. Il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve devono essere effettuate con raccordi o piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi. A ogni brusca deviazione a ogni derivazione secondaria dalla linea principale e in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta con pozzetti.

7.2.1. Tubi per canalizzazioni interrato

Per la realizzazione delle condutture per distribuzione interrata verranno impiegate tubazioni in polietilene neutro ad alta densità, di tipo flessibile, a doppio strato, corrugato all'esterno e liscio all'interno. Il tubo dovrà presentare una resistenza allo schiacciamento minima di 750 N, la caratteristica di resistenza elettrica di isolamento sarà superiore a 100 Mohm, la rigidità dielettrica superiore a 800 kV/cm. Dovrà inoltre presentare adeguata resistenza agli agenti chimici. Il tubo verrà posato in trincea su letto di sabbia dello spessore di 10 cm, e con un rinfianco di sabbia di 12,5 cm.

Nei tratti di passaggio carrabile e non il tubo dovrà essere protetto da conglomerato cementizio.

Le giunzioni tra i tubi verranno realizzate con apposito manicotto. I tubi avranno un diametro superiore almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi posato nel tubo stesso.

Il raggio minimo di curvatura dei tubi dovrà garantire un raggio minimo di curvatura per i cavi di 4 volte il diametro esterno massimo dei cavi.

7.2.2. Posa dei tubi

I tubi saranno posati in scavo della larghezza di 50 cm. e profondità 80 cm., con fondo di posa per il cavo privo di sporgenze o spigoli di roccia. Dovrà essere realizzato un letto di posa in sabbia di fiume per cm. 10 di spessore e dopo aver posato le tubazioni, si dovrà stendere un altro strato di sabbia, dello spessore di cm. 10 in corrispondenza della generatrice superiore del tubo. In tutti i tratti dovrà essere eseguita la calottatura del tubo con calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 325, per metro cubo di impasto. Il tubo dovrà essere segnalato con apposito nastro segnalatore

7.3. Apparecchi di illuminazione.

Le armature illuminanti saranno di tipo chiuso, adatte per impiego stradale ed equipaggiate con lampade al sodio alta pressione o con LED adeguati. I riferimenti normativi specifici sono i seguenti:

- CEI 34-21 – Apparecchi di illuminazione: Parte I : prescrizioni generali e prove;
- CEI 34-33 - Apparecchi di illuminazione: Parte II: prescrizioni particolari. Apparecchi per illuminazione stradale.

7.3.1. Apparecchio per illuminazione

Dovrà essere impiegato un corpo illuminante da fissare testa palo.

Il gruppo ottico avrà un grado di protezione IP44 minimo, mentre il vano unità elettrica avrà un grado di protezione pari ad IP44. Classe di isolamento II.

L'equipaggiamento elettrico sarà rifasato e cablato, completo di lampada come indicato.

L'allacciamento elettrico della linea di alimentazione della lampada dovrà essere eseguito con cavo FG16 della sezione di 2 x 2,5 mm².

7.3.2. Cablaggi e equipaggiamento elettrico

I componenti degli apparecchi di illuminazione dovranno essere forniti cablati dal costruttore degli stessi. Gli apparecchi destinati a contenere lampade ai vapori di sodio ad alta pressione dovranno essere cablati con i componenti principali della stessa casa costruttrice in modo di garantire la compatibilità tra i medesimi.

7.4. Sostegni

I sostegni destinati al sostegno delle armature illuminanti saranno di tipo tubolare, di acciaio. Le norme di riferimento sono le seguenti:

- UNI EN 40/2 - Pali per illuminazione. Dimensioni e tolleranze.
- UNI EN 40/3 - Pali per illuminazione pubblica. Materiali.
- UNI EN 40/4 - Pali per illuminazione pubblica. Protezione della superficie dei pali metallici.
- UNI EN 40/6 – Pali per illuminazione pubblica. Ipotesi di carico.
- UNI EN 40/8 – Pali per illuminazione pubblica. Verifica del progetto mediante prove.
- UNI ISO 4200 – Tubi lisci in acciaio, saldati e senza saldatura. Prospetti generali delle dimensioni e delle masse lineiche.
- UNI 5745 – Zincatura a caldo dei tubi in acciaio.
- UNI 7288 – Tubi con estremità lisce saldati, di acciaio non legato di base.
- UNI 7CNR 10011 – Costruzioni di acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo e la manutenzione.
- UNI EN 10025 – Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali.

7.4.1. Pali per illuminazione stradale

Verranno impiegati sostegni in acciaio zincato infissi entro basamento. Il palo sarà in acciaio a sezione circolare conico dritto, ricavato da tubo saldato elettricamente, in acciaio Fe 430. I sostegni dovranno essere zincati mediante metallizzazione a caldo per immersione con una messa a strato di uno spessore di 70 micron. Alla base il palo sarà protetto da manicotto anti corrosione, in guaina termorestringente in polietilene reticolata, della lunghezza di 600 mm. Su palo verrà ricavata la finestrella inferiore in posizione per ingresso dei cavi e un'asola per la posa in opera di cassetta con morsetti adatta al collegamento di cavi della sezione di 25 mm².

Accessori. Per il fissaggio sulle sommità dei pali devono essere previste due serie di tre fori con dadi in acciaio inox.

7.5. Derivazioni, cassette, giunzioni

7.5.1. Derivazioni

La derivazione agli apparecchi di alimentazione, in cavo bipolare di adeguata sezione, verrà realizzata con l'impiego di cassetta di connessione in classe II, collocata nell'apposito alloggiamento ricavato sul palo, con transito nella medesima dei cavi unipolari di dorsale. La risalita dei cavi alla cassetta sarà riservata unicamente alla fase interessata ed al neutro, escludendo le altre due fasi. Per le derivazioni eseguite sulla linea dorsale all'interno di pozzetti, verrà utilizzata una giunzione rapida in gel. Tutti i conduttori infilati dentro i pali, fino alla cassetta di derivazione saranno ulteriormente protetti da tubo flessibile corrugato in PVC.

7.5.2. Cassette

La cassetta di derivazione da installare a base palo nell'apposita predisposizione, dovrà garantire un grado di protezione minimo IP44, sarà in classe II completa coperchio apribile solo con attrezzo, morsetti, porta fusibile da 4A.

7.5.3. Giunti rapidi

Per la derivazione realizzata in pozzetto sarà utilizzato un giunto rapido in gel. La giunzione tra la linea dorsale e il tratto di cavo di alimentazione della lampada sarà realizzata con crimpatura dei conduttori senza interruzione degli stessi e con protezione eseguita in involucro con riempitivo in gel polimerico reticolato. Classe II. I giunti dovranno resistere alla flessione ed alla torsione ed alla immersione in acqua. Il giunto dovrà essere realizzato con componenti inerti privi di scadenza di stoccaggio, chimicamente inerti. I giunti dovranno essere accessibili.

7.5.4. Pozzetti

I pozzetti utilizzati saranno del tipo prefabbricato in calcestruzzo vibrato, comprendenti un elemento a cassa con fori di drenaggio ed un chiusino removibile. Sulle pareti dei pozzetti devono essere predisposti i fori per l'innesto dei tubi. Il chiusino sarà di tipo prefabbricato in ghisa sferoidale UNI EN 124 classe C250.

7.5.5. Plinti di fondazione

Per la posa in opera del sostegno verrà realizzato un plinto di fondazione delle dimensioni di 90x70x100 cm., in conglomerato cementizio gettato in opera, dosato a q.li. 3,00 di cemento per mc. di impasto, completo del tubo in cls per alloggiamento del sostegno e della tubazione in PVC annegata nel plinto per il passaggio cavi di alimentazione del punto luce.

7.6. Quadri elettrici

Sarà utilizzato il quadro elettrico esistente che non verrà modificato.

7.6.1. Cartelli monitori

Presso i quadri elettrici si dovranno installare i cartelli monitori con indicato il pericolo di corrente elettrica, il divieto di spegnere incendi sul quadro con acqua e l'indicazione riportante che il quadro può essere aperto (accesso alle parti attive) solo dagli elettricisti. Tutte le apparecchiature installate sui quadri elettrici dovranno riportare una targhetta con descritto il circuito di riferimento. Presso ogni quadro elettrico dovrà essere conservata una copia dello schema.

7.7. Dimensionamento relativamente alla portata di corrente iz

La scelta dei conduttori deve essere effettuata in considerazione dell'assorbimento di corrente dei carichi alimentati, della massima temperatura ambientale indicata in 30 gradi, del raggruppamento dei conduttori all'interno delle canalizzazioni, del tipo di posa, dalla estensione delle linee e delle caratteristiche dei materiali impiegati per l'isolamento. Il dimensionamento è stato eseguito nel rispetto di quanto indicato dalle norme CEI e dalle tabelle UNEL.

7.7.1. Cadute di tensione

Il massimo valore della caduta di tensione è considerato dalla differenza tra il potenziale che si rileva al punto di partenza della linea dal quadro elettrico, che va ad alimentare un certo carico. ed il potenziale a valle della linea all'utilizzatore stesso, considerando il carico funzionante alla massima corrente di impiego, ma senza tenere conto dei transitori di avviamento.

Il valore percentuale ricavato nelle verifiche eseguite da questa differenza non deve superare il 5% della tensione di alimentazione. Le verifiche devono essere eseguite con il metodo dei millivolt per ampere per metro, considerando i valori ricavati in base a resistenza e reattanza del cavo relativamente alle sezioni nominali ricavate dalle tabelle UNEL, e tenendo conto per il calcolo un fattore di potenza pari ad uno, il che rende dei risultati di caduta di tensione in eccesso.

7.7.2. Protezione contro i corto circuiti

I dispositivi di protezione installati, interruttori automatici magnetotermici e fusibili, dovranno avere un potere di interruzione minimo pari almeno alla corrente di corto circuito prevista nel punto di installazione dell'apparecchiatura, tale corrente è la più elevata che si può produrre in relazione alla configurazione dell'impianto. Per i sistemi di distribuzione TT il valore indicato dall'ente distributore è di 4,5 KA per la fornitura monofase e 6 KA per la fornitura trifase. Nel coordinamento tra conduttore e protezione deve essere rispettata la condizione seguente:

$$I^2 \times t < K^2 \times S^2 \quad \text{Dove:}$$

- $I^2 \times t$ è il valore in ampere quadrato secondi dell'integrale di Joule passante attraverso il dispositivo di protezione per il tempo t di durata del corto circuito assunto \leq a 5 secondi (energia passante)
- K è un valore costante tipico del cavo, $K = 115$ per i cavi isolati in PVC e $= 135$ per i cavi isolati in gomma.
- S è il valore in mm^2 della sezione del cavo.

La rispondenza a tale condizione va verificata nelle tabelle con riportate le curve della $I^2 \times t$, che le case costruttrici realizzano, verificando che la suddetta curva si trovi al di sotto del punto relativo al $K^2 \times S^2$ del cavo che l'interruttore o fusibile, andrà a proteggere. Un corretto coordinamento tra la corrente nominale dell'interruttore e la portata del cavo da proteggere solitamente garantisce la condizione richiesta.

Il dispositivo di protezione contro i corto circuiti deve essere installato sempre a monte della condotta da proteggere. La protezione contro il corto circuito può essere omessa per i primi tre metri dall'origine delle condutture, purché questa si realizzi in modo da ridurre al minimo il pericolo di corto circuito, con adeguata protezione contro le influenze esterne ed in caso di corto circuito il pericolo di incendi e danni per le persone sia minimo.

7.7.3. Protezione contro i sovraccarichi

Nelle linee degli impianti di pubblica illuminazione normalmente non si considera la possibilità di trovarsi in presenza di sovraccarichi, in quanto il carico resta costante nel normale funzionamento. Comunque i dispositivi di protezione contro i sovraccarichi (interruttori magnetotermici e fusibili), che corrispondono ai dispositivi di protezione dai corto circuiti, possono essere installati in qualsiasi punto delle condutture, purché a monte non esistano derivazioni e la condotta sia protetta da corto circuito. Nel caso specifico questi dispositivi saranno installati nel quadro generale.

Per la scelta delle apparecchiature devono essere rispettate le condizioni seguenti:

$$I_b < I_n < I_z \quad I_f < 1,45 \times I_z$$

Dove:

- I_b in ampere è il valore della corrente di impiego delle condutture (carico)

- In in ampere è il valore della corrente nominale del dispositivo di protezione
- Iz in ampere è il valore della portata delle condutture
- If in ampere è il valore della corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione.

Ad ogni modo gli impianti di pubblica illuminazione non si considerano soggetti a sovraccarichi, in quanto il carico rappresentato dalle lampade rimane costante.

7.8. Protezioni contro i contatti diretti ed indiretti

7.8.1. Contatti diretti

Al fine di garantire la protezione contro i contatti tutte la parti attive dell'impianto dovranno essere coperte con materiale isolante, che potrà essere rimosso solamente con la sua distruzione. Le parti attive dovranno essere contenute in contenitori (quadri, cassette etc) che garantiscano un adeguato grado di protezione (IPXXD). La protezione contro i contatti diretti si può ottenere, in alcuni casi specifici mediante barriere e distanziamenti (CEI 64-8). L'utilizzo di interruttori differenziali e l'esecuzione dell'impianto di terra forniscono una protezione supplementare contro i contatti diretti.

7.8.2. Contatti indiretti.

Il contatto indiretto si verifica quando una persona va a contatto con una parte conduttrice normalmente non in tensione, ma che può trovarsi in tensione a causa di cedimento dell'isolamento principale. La protezione si ottiene tramite la realizzazione di un impianto di terra e tramite l'interruzione automatica del circuito od in alternativa con l'utilizzo di apparecchiature a doppio isolamento.

7.8.3. Doppio isolamento

La protezione contro i contatti indiretti può essere ottenuta mediante l'impiego di apparecchiature a doppio isolamento, classe II. Viene garantito un isolamento supplementare in caso di guasto dell'isolamento principale dell'apparecchiatura stessa in modo da evitare il contatto indiretto ed il manifestarsi di una tensione pericolosa sulle parti accessibili dei componenti elettrici. Gli involucri isolanti devono essere in grado di sopportare le sollecitazioni meccaniche elettriche e termiche che possono andare a prodursi. Qualora l'apparecchiatura sia provvista di coperchi che possano essere rimossi senza l'uso di chiave od attrezzi, tutte le parti conduttrici accessibili a coperchio aperto, devono trovarsi dietro una barriera isolante che garantisca un grado di protezione minimo pari ad IPXXB, che può essere rimossa solo con uso di attrezzo. Le parti conduttrici racchiuse nell'involucro che garantisca il doppio isolamento non devono essere collegate al conduttore di protezione. Le armature stradali utilizzate saranno del tipo a doppio isolamento.

7.8.4. Interruzione automatica del circuito

Nel caso non vengano realizzati impianti che garantiscano una classe di isolamenti II, le protezioni attive dovranno essere coordinate in modo tale da assicurare la tempestiva interruzione del circuito, nel caso la tensione di contatto vada ad assumere valori tali da compromettere la sicurezza. Per l'attivazione di tale protezione ottenuta mediante dispositivi di massima corrente (interruttori magnetotermici) e / o con interruttori differenziali, dovrà essere rispettata la condizione:

$$R_t \times I < = 50$$

dove R_t è la resistenza in ohm impianto di terra nelle condizioni più sfavorevoli ed I è il valore della corrente di intervento del dispositivo di protezione nel tempo di 5 secondi. I valori massimi di resistenza di terra per ottenere l'adeguato coordinamento sono indicati nella tabella che segue:

PROTEZIONE CON INTERRUTTORI DIFFERENZIALI		PROTEZIONE CON INTERRUTTORI MAGNETOTERMICI (CURVA C)		
I (ampere)	Rt max (ohm)	Calibro	I nom. (ampere)	Rt max (ohm)
0,03	1.666	6	5	2,0
0,30	166	9	8	1,3
0,50	100	15	14	0,7
1,00	50	22	20	0,5

8. PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

8.1. Riferimenti normativi

CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1): Protezione contro i fulmini - Parte 1: Principi generali

CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2): Protezione contro i fulmini - Parte 2: Valutazione del rischio

CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3): Protezione contro i fulmini - Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone

CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4): Protezione contro i fulmini - Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture

8.2. Prescrizioni particolari

La verifica di idoneità delle misure di protezione contro i fulmini è necessaria nei seguenti casi:

- strutture con rischio di esplosione;
- altre strutture in cui in caso di guasto interno si possa verificare una situazione di pericolo immediato per una persona.

A tale scopo devono essere utilizzate le norme CEI EN 62305. La norma CEI EN 62305-2 permette di valutare i rischi da fulminazione. La protezione contro i fulmini può essere necessaria su:

- strutture;
- servizi entranti nella struttura.

Ai fini dell'utilizzo della norma CEI EN 62305-1 il fulmine deve essere considerato come una sorgente di danno che varia a seconda del punto di impatto rispetto alla struttura o al servizio da proteggere:

STRUTTURA DA PROTEGGERE	SERVIZIO DA PROTEGGERE
S1: fulmine sulla struttura	S1: fulmine sulla struttura servita
S2: fulmine vicino alla struttura	
S3: fulmine sui servizi entranti nella struttura	S3: fulmine sul servizio entrante nella struttura
S4: fulmine in prossimità dei servizi entranti nella struttura	S4: fulmine in prossimità del servizio entrante nella struttura

Le tipologie di danno che possono essere causate dalle sorgenti di fulmine sopraelencate e che devono essere prese in considerazione sono le seguenti:

STRUTTURA DA PROTEGGERE	SERVIZIO DA PROTEGGERE
D1: danni ad esseri viventi dovuto a tensione di contatto e di passo	
D2: danni materiali (incendio, esplosione, distruzione meccanica, rilascio di sostanze chimiche)	D2: danni materiali (incendio, esplosione, distruzione meccanica, rilascio di sostanze chimiche) dovuti agli effetti termici della corrente di fulmine
D3: guasti agli impianti interni dovuti ad effetti elettromagnetici della corrente di fulmine (LEMP)	D3: guasti agli impianti elettrici ed elettronici a causa delle sovratensioni

Infine sono elencate le tipologie di perdite:

STRUTTURA DA PROTEGGERE	SERVIZIO DA PROTEGGERE
L1: perdita di vite umane	
L2: perdita di servizio pubblico	L2: perdita di servizio pubblico

L3: perdita di patrimonio culturale insostituibile	
L4: perdita economica (struttura e suo contenuto)	L4: perdita economica (servizi e perdita di attività)

I rischi corrispondenti alle tipologie di perdita suddette sono i seguenti:

- R1: perdita di vite umane
- R2: perdita di servizio pubblico
- R3: perdita di patrimonio culturale insostituibile

Tramite la valutazione dei rischi, come indicato nella Norma CEI EN 62305-2, è possibile valutare la necessità di installare un sistema di protezione contro i fulmini. Devono essere considerati i rischi provocati da perdite sociali (R1, R2 e R3) in modo che sia rispettata la seguente disequazione:

$$R \leq RT$$

R = rischio provocato da perdite sociali (R1, R2 e R3)

RT = rischio tollerabile

Nel caso la disequazione suddetta non sia rispettata si deve procedere affinché il valore del rischio R scenda al di sotto del valore di rischio tollerabile RT. La protezione contro il fulmine induce una convenienza economica sull'oggetto protetto se rispetta la seguente disequazione:

$$CRL + CPM < CL$$

CRL = costo residuo della perdita L4 dopo l'installazione della protezione contro il fulmine

CPM = costo della protezione contro il fulmine

CL = costo della perdita totale in assenza di protezione

Nel caso sia stata valutata la necessità o la convenienza economica di installare una protezione contro i fulmini quest'ultima deve essere scelta in modo che porti alla riduzione delle perdite e di conseguenza ai danni e rischi ad esse legati (secondo le relazioni individuate nello schema A)

	DANNO DA RIDURRE	
Struttura	Danno da ridurre D1	Adeguato isolamento delle parti conduttive esposte Equipotenzializzazione del suolo per mezzo di un dispersore di maglia (non efficace contro le tensioni di contatto) Barriere e cartelli ammonitori
	Danno da ridurre D2	Impianto di protezione contro il fulmine (LPS)
	Danno da ridurre D3	Impianto di protezione contro gli effetti elettromagnetici della corrente di fulmine (LEMP) ottenuto tramite i seguenti provvedimenti da utilizzare soli o congiuntamente: 1) Messa a terra ed equipotenzializzazione 2) Schermatura 3) Percorso delle linee 4) Sistema di Spd
Servizio	Danno da ridurre D2	Funi di guardia
	Danno da ridurre D3	Limitatori di sovratensione (SPD) distribuiti lungo la linea Cavi schermati

Le misure di protezione devono soddisfare la normativa di riferimento e devono essere progettate affinché rispettino i livelli di protezione prestabili i cui parametri sono espressi nella norma CEI EN 62305-1. Devono essere stabilite delle zone di protezione delimitate dall'installazione di dispositivi di protezione contro i fulmini, all'interno delle quali, le caratteristiche del campo elettromagnetico siano compatibili con l'oggetto da proteggere. La norma CEI EN 62305-1 impone di rispettare i seguenti livelli minimi di protezione (LPZ):

LPZ minimo per ridurre D1 e D2	LPZ0 _B
LPZ minimo per ridurre D3	LPZ1

LPZ0B = zona protetta contro la fulminazione diretta, ma dove il pericolo è l'esposizione al totale campo magnetico.

LPZ1 = zona in cui la corrente è limitata dalla suddivisione della corrente di fulmine e dalla presenza di SPD al confine della zona stessa.

9. ALLEGATI

Si allegano nei capitoli seguenti:

- 8.1 Calcoli esecutivi linee,
- 8.2 Calcoli illuminotecnici.

9.1. Calcoli esecutivi linee

La verifica della linea è effettuata per verificare la caduta di tensione ai singoli punti luce (pali illuminazione) sottratti ed aggiunti rispetto quanto esistente, quindi verificare la sezione. La linea sarà una sostituzione di un tratto di quanto esistente.

9.1.1. Alimentazione

DATI GENERALI DI IMPIANTO

Tensione Nominale [V]	Sistema di Neutro	Distribuzione	P. Contrattuale [kW]	Frequenza[Hz]
400	TT U _I =50 R _a =1 I _g =50	3 Fasi + Neutro	1,76	50

9.1.2. Struttura quadri

Q.GEN - Quadro Generale

9.1.3. Linee

Utenza	Siglatura	Ph/N/PE Derivazione	P [kW]	Cos φ	Tensione [V]	I _b [A]
--------	-----------	------------------------	--------	-------	--------------	--------------------

Quadro: [Q.GEN] Quadro Generale

punto 1	-U0.1.1	F+N+PE	0,4	0,90	230	1,92
punto 2	-U0.1.2	F+N+PE	0,4	0,90	230	1,92
punto 3	-U0.1.3	F+N+PE	0,4	0,90	230	1,92
punto 4	-U0.1.4	F+N+PE	0,4	0,90	230	1,92
punto 5 - park	-U0.1.5	F+N+PE	0,6	0,90	230	2,88

9.1.4. Calcoli e verifiche

Linea: interruttore linea esistente

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _{b L1} [A]	I _{b L2} [A]	I _{b L3} [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	□
1,76	5,38	5,38	1,53	1,53	0,89		0,8	

9.1.5. Cavo

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistivit à [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circui ti	K sicu r.
-WC1	3F+N+PE	uni	1	61			1,0	0,8	ravv.		1

Sezione Conduttori [mm ²]			R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	□V _{cavo} [%]	□V _{tot} [%]	□V _{max prog} [%]
fase	neutro	PE							
1x 10	1x 10	1x 10	1,85	0,12	14,55	22,12	0	0	2,8

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
5,38	59	10	9,59	6,97	0,05

Designazione / Conduttore
FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3/Cu

9.1.6. Verifiche protezioni

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	-	-	-

9.1.7. Calcoli e verifiche

Linea: punto 1

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _{b L1} [A]	I _{b L2} [A]	I _{b L3} [A]	cos □□ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	□
0,4	1,92	1,92	0	0	0,9	1		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistivit à [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circui ti	K sicu r.
-WC0.1.1	F+N+PE	uni	45	61			1,0	0,8	ravv.		1

Sezione Conduttori [mm ²]			R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	□V _{cavo} [%]	□V _{tot} [%]	□V _{max prog} [%]
fase	neutro	PE							
1x 10	1x 10	1x 10	83,34	5,35	97,89	27,47	0,15	0,16	2,8

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
1,92	70	9,19	1,36	0,6	0,05

Designazione / Conduttore
FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3/Cu

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI

Linea: punto 2

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	$I_b [A]/I_{nm} [A]$	$I_{b L1} [A]$	$I_{b L2} [A]$	$I_{b L3} [A]$	$\cos \phi_b$	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	ϕ
0,4	1,92	0	1,92	0	0,9	1		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh [m]	Posa 64-8	$T_{emp.} [^{\circ}C]$	n° supp.	Resistività [$^{\circ}K m/W$]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
-WC0.1.2	F+N+PE	uni	80	61			1,0	0,8	ravv.		1

Sezione Conduttori [mm ²]			$R_{cavo} [m\Omega]$	$X_{cavo} [m\Omega]$	$R_{tot} [m\Omega]$	$X_{tot} [m\Omega]$	$\phi V_{cavo} [%]$	$\phi V_{tot} [%]$	$\phi V_{max prog} [%]$
fase	neutro	PE							
1x 10	1x 10	1x 10	148,16	9,52	162,71	31,64	0,27	0,28	2,8

$I_b [A]$	$I_z [A]$	$I_{cc max inizio linea} [kA]$	$I_{cc max Fine linea} [kA]$	$I_{ccmin fine linea} [kA]$	$I_{cc Terra} [kA]$
1,92	70	9,19	0,8	0,35	0,05

Designazione / Conduttore

FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3/Cu

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI

Linea: punto 3

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	$I_b [A]/I_{nm} [A]$	$I_{b L1} [A]$	$I_{b L2} [A]$	$I_{b L3} [A]$	$\cos \phi_b$	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	ϕ
0,4	1,92	0	0	1,92	0,9	1		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistivit à [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
-WC0.1.3	F+N+PE	uni	125	61			1,0	0,8	ravv.		1

Sezione Conduttori [mm ²]			R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	□V _{cavo} [%]	□V _{tot} [%]	□V _{max prog} [%]
fase	neutro	PE							
1x 10	1x 10	1x 10	231,5	14,88	246,05	36,99	0,43	0,43	2,8

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
1,92	70	9,19	0,52	0,22	0,05

Designazione / Conduttore
FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3/Cu

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI

Linea: punto 4

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _{b L1} [A]	I _{b L2} [A]	I _{b L3} [A]	cos □□ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	□
0,4	1,92	1,92	0	0	0,9	1		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistivit à [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
-WC0.1.4	F+N+PE	uni	100	61			1,0	0,8	ravv.		1

Sezione Conduttori [mm ²]			R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	□V _{cavo} [%]	□V _{tot} [%]	□V _{max prog} [%]
fase	neutro	PE							
1x 10	1x 10	1x 10	185,2	11,9	199,75	34,02	0,34	0,35	2,8

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
1,92	70	9,19	0,65	0,28	0,05

Designazione / Conduttore
FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3/Cu

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI

Linea: punto 5 - park

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	$I_b [A]/I_{nm} [A]$	$I_{b L1} [A]$	$I_{b L2} [A]$	$I_{b L3} [A]$	$\cos \varphi_b$	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	η
0,6	2,88	2,88	0	0	0,9	1		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	$T_{emp.} [^{\circ}C]$	n° supp.	Resistività [$^{\circ}K m/W$]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K secur.
-WC0.1.5	F+N+PE	uni	110	61			1,0	0,8	ravv.		1

Sezione Conduttori [mm^2]			$R_{cavo} [m\Omega]$	$X_{cavo} [m\Omega]$	$R_{tot} [m\Omega]$	$X_{tot} [m\Omega]$	$\Delta V_{cavo} [%]$	$\Delta V_{tot} [%]$	$\Delta V_{max prog} [%]$
fase	neutro	PE							
1x 4	1x 4	1x 4	509,3	15,73	523,85	37,85	1,4	1,4	2,8

$I_b [A]$	$I_z [A]$	$I_{cc max inizio linea} [kA]$	$I_{cc max Fine linea} [kA]$	$I_{ccmin fine linea} [kA]$	$I_{cc Terra} [kA]$
2,88	41	9,19	0,24	0,1	0,05

Designazione / Conduttore

FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3/Cu

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI

9.2. Calcoli illuminotecnici

La verifica illuminotecnica è stata condotta per una sezione rappresentativa del tratto viario, associandola ad uno scenario prestabilito che individua nella media le caratteristiche del tratto di strada oggetto di studio. Il valore della larghezza della carreggiata corrisponde ad un valore medio della larghezza del campo di calcolo delimitato, secondo la norma UNI EN 13201-3, dai bordi esterni delle corsie di marcia per strada motorizzata.

La Classificazione della strada è stata effettuata in base a quanto definito dal codice della strada (D.Lgs. 285 del 0/04/1992 e successive modifiche) e sulla base del D.M. n.6792 del 05/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" emanato dal Ministero delle Infrastrutture e trasporti. La selezione della categoria illuminotecnica di riferimento secondo la norma UNI 11248. La scelta della categoria illuminotecnica di progetto è stata effettuata in concerto con l'Amministrazione Comunale seguendo i criteri dell'analisi di rischio richiesti dalla normativa vigente. Pertanto, trattandosi di strada locale urbana con limite di velocità pari a 50 km/h, risulta una strada di tipo F, con categoria illuminotecnica di progetto M4. Per il marciapiede è stata adottata la categoria illuminotecnica P4.

Sono proposte armature led.

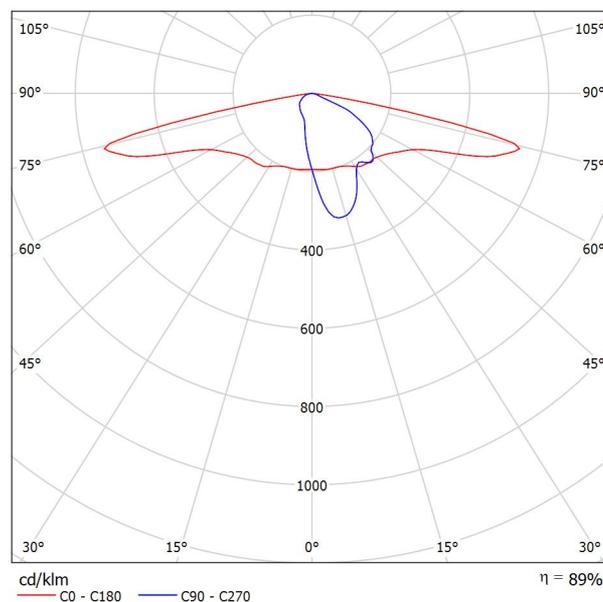
Domanins

Redattore Ing. F. Panzacchi
 Telefono
 Fax
 e-Mail

PHILIPS BGP704I-efda9728-0e1d-48eb-bbf5-94a70032fc33 BGP704 T25 LED110-4S/740 PSD DX65 FG / Scheda tecnica apparecchio



Emissione luminosa 1:



Classificazione lampade secondo CIE: 100
 CIE Flux Code: 34 64 93 100 89

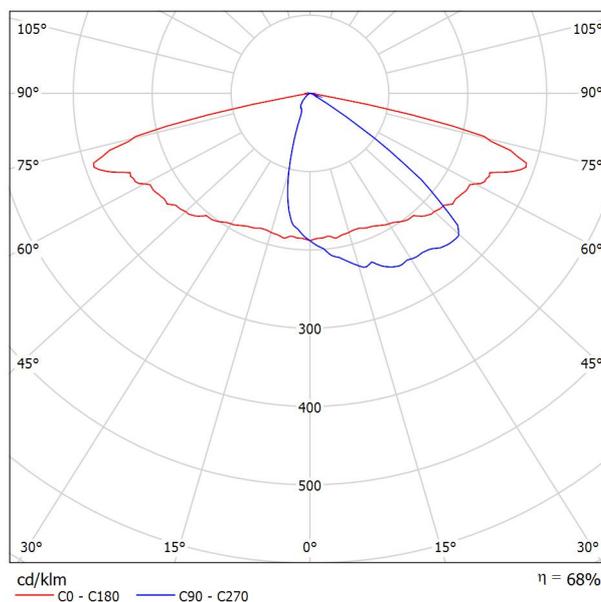
Luma gen2 è la nuova generazione della serie di apparecchi Luma LED, ridisegnata e ottimizzata per fornire la migliore soluzione per l'illuminazione stradale. Pur mantenendo le caratteristiche distintive del design della prima generazione, Luma gen2 offre i vantaggi della più moderna tecnologia, grazie all'architettura System Ready, all'utilizzo della piattaforma LEDgine-O con LED e ottiche che garantiscono le più elevate prestazioni illuminotecniche in una vasta gamma di applicazioni. Inoltre le operazioni di installazione e manutenzione risultano più semplici e rapide, grazie al sistema Signify Service tag, con cui si può accedere alla documentazione e configurazione di prodotto, in loco, in qualsiasi momento. Luma gen2 offre tutte le opzioni di connettività e regolazione: nella versione System Ready, può essere utilizzato in combinazione con sistemi di gestione dell'illuminazione come Interact City, e con diversi sensori SR. Luma gen2 è stato sviluppato per ottimizzare e semplificare gli interventi di manutenzione e sostituzione dei componenti, grazie alla nuova unità elettrica GearFlex con connettori plug-and-play, che racchiude tutti i dispositivi elettrici in un'unità di facile accesso e gestione. Consci dell'impatto che la luce può avere sull'ambiente e la biodiversità, abbiamo inoltre dotato Luma gen2 di soluzioni dedicate per preservare al meglio gli ecosistemi animali (ClearField) o per limitare l'inquinamento luminoso (ClearSky).

A causa dell'assenza di simmetria, per questa lampada non è possibile rappresentare la tabella UGR.

Redattore Ing. F. Panzacchi
 Telefono
 Fax
 e-Mail

**PHILIPS BGP704I-46a09c2e-d23c-4bec-a895-9f3599a06183 BGP704 T25 LED70-4S/740
 PSD DM10 BL1 FG / Scheda tecnica apparecchio**

Emissione luminosa 1:



Classificazione lampade secondo CIE: 100
 CIE Flux Code: 37 72 96 100 68

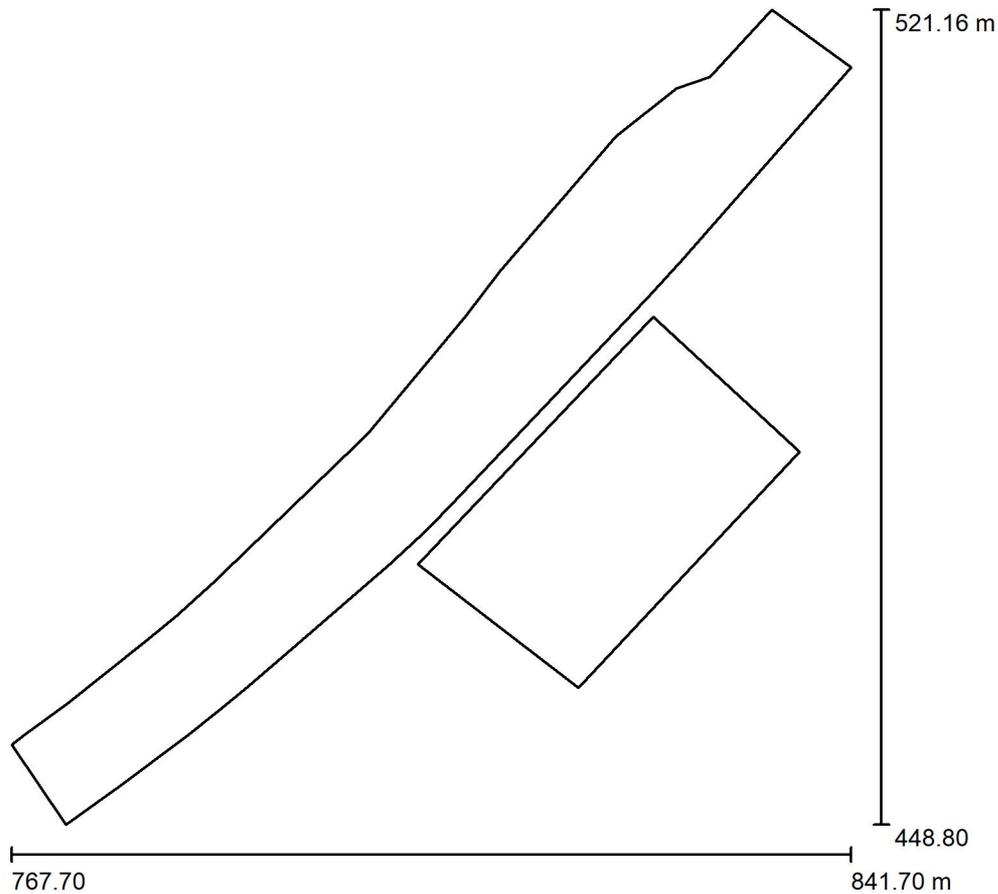
Luma gen2 è la nuova generazione della serie di apparecchi Luma LED, ridisegnata e ottimizzata per fornire la migliore soluzione per l'illuminazione stradale. Pur mantenendo le caratteristiche distintive del design della prima generazione, Luma gen2 offre i vantaggi della più moderna tecnologia, grazie all'architettura System Ready, all'utilizzo della piattaforma LEDgine-O con LED e ottiche che garantiscono le più elevate prestazioni illuminotecniche in una vasta gamma di applicazioni. Inoltre le operazioni di installazione e manutenzione risultano più semplici e rapide, grazie al sistema Signify Service tag, con cui si può accedere alla documentazione e configurazione di prodotto, in loco, in qualsiasi momento. Luma gen2 offre tutte le opzioni di connettività e regolazione: nella versione System Ready, può essere utilizzato in combinazione con sistemi di gestione dell'illuminazione come Interact City, e con diversi sensori SR. Luma gen2 è stato sviluppato per ottimizzare e semplificare gli interventi di manutenzione e sostituzione dei componenti, grazie alla nuova unità elettrica GearFlex con connettori plug-and-play, che racchiude tutti i dispositivi elettrici in un'unità di facile accesso e gestione. Consci dell'impatto che la luce può avere sull'ambiente e la biodiversità, abbiamo inoltre dotato Luma gen2 di soluzioni dedicate per preservare al meglio gli ecosistemi animali (ClearField) o per limitare l'inquinamento luminoso (ClearSky).

A causa dell'assenza di simmetria, per questa lampada non è possibile rappresentare la tabella UGR.



Redattore Ing. F. Panzacchi
 Telefono
 Fax
 e-Mail

Scena esterna 1 / Dati di pianificazione



Fattore di manutenzione: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Scala 1:671

Distinta lampade

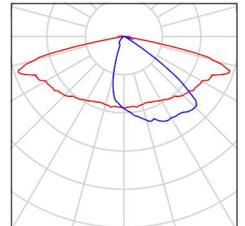
No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS BGP704I-46a09c2e-d23c-4bec-a895-9f3599a06183 BGP704 T25 LED70-4S/740 PSD DM10 BL1 FG (1.000)	4776	7000	39.9
2	1	PHILIPS BGP704I-efda9728-0e1d-48eb-bbf5-94a70032fc33 BGP704 T25 LED110-4S/740 PSD DX65 FG (1.000)	9742	11000	62.2
Totale:			28846	39000	221.8



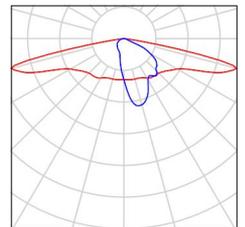
Redattore Ing. F. Panzacchi
 Telefono
 Fax
 e-Mail

Scena esterna 1 / Lista pezzi lampade

4 Pezzo PHILIPS BGP704I-46a09c2e-d23c-4bec-a895-9f3599a06183 BGP704 T25 LED70-4S/740 PSD DM10 BL1 FG
 Articolo No.: BGP704I-46a09c2e-d23c-4bec-a895-9f3599a06183
 Flusso luminoso (Lampada): 4776 lm
 Flusso luminoso (Lampadine): 7000 lm
 Potenza lampade: 39.9 W
 Classificazione lampade secondo CIE: 100
 CIE Flux Code: 37 72 96 100 68
 Dotazione: 1 x LED70-4S/740 (Fattore di correzione 1.000).



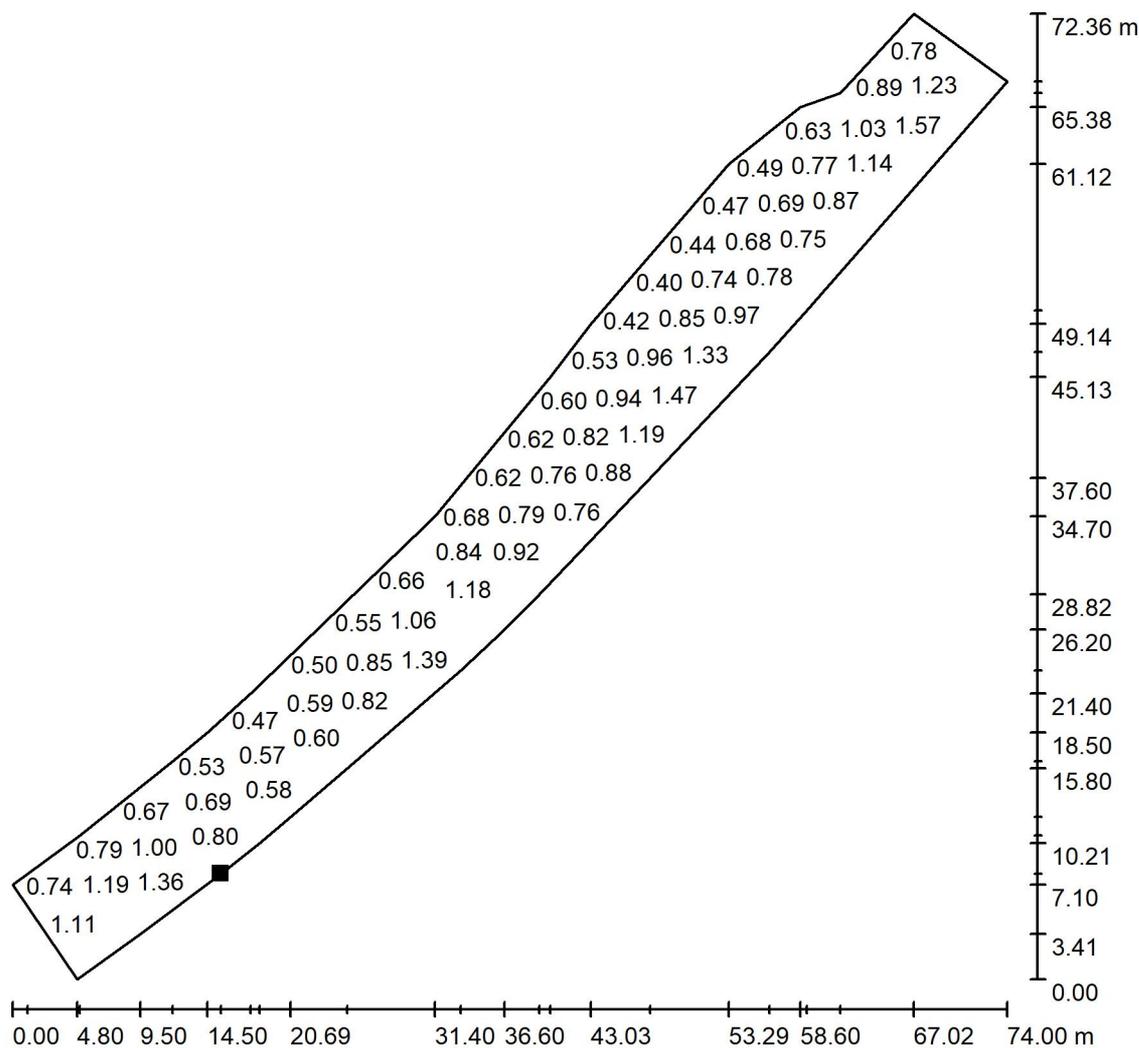
1 Pezzo PHILIPS BGP704I-efda9728-0e1d-48eb-bbf5-94a70032fc33 BGP704 T25 LED110-4S/740 PSD DX65 FG
 Articolo No.: BGP704I-efda9728-0e1d-48eb-bbf5-94a70032fc33
 Flusso luminoso (Lampada): 9742 lm
 Flusso luminoso (Lampadine): 11000 lm
 Potenza lampade: 62.2 W
 Classificazione lampade secondo CIE: 100
 CIE Flux Code: 34 64 93 100 89
 Dotazione: 1 x LED110-4S/740 (Fattore di correzione 1.000).





Redattore Ing. F. Panzacchi
 Telefono
 Fax
 e-Mail

Scena esterna 1 / Strada M4 / Superficie 1 / Grafica dei valori (L)

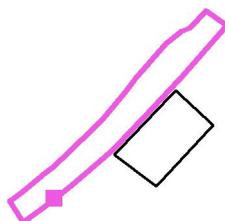


Valori in Candela/m², Scala 1 : 566

Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

Posizione della superficie nella
 scena esterna:

Punto contrassegnato:
 (783.189 m, 456.716 m, 0.000 m)



Reticolo: 128 x 128 Punti

L_m [cd/m²]
 0.84

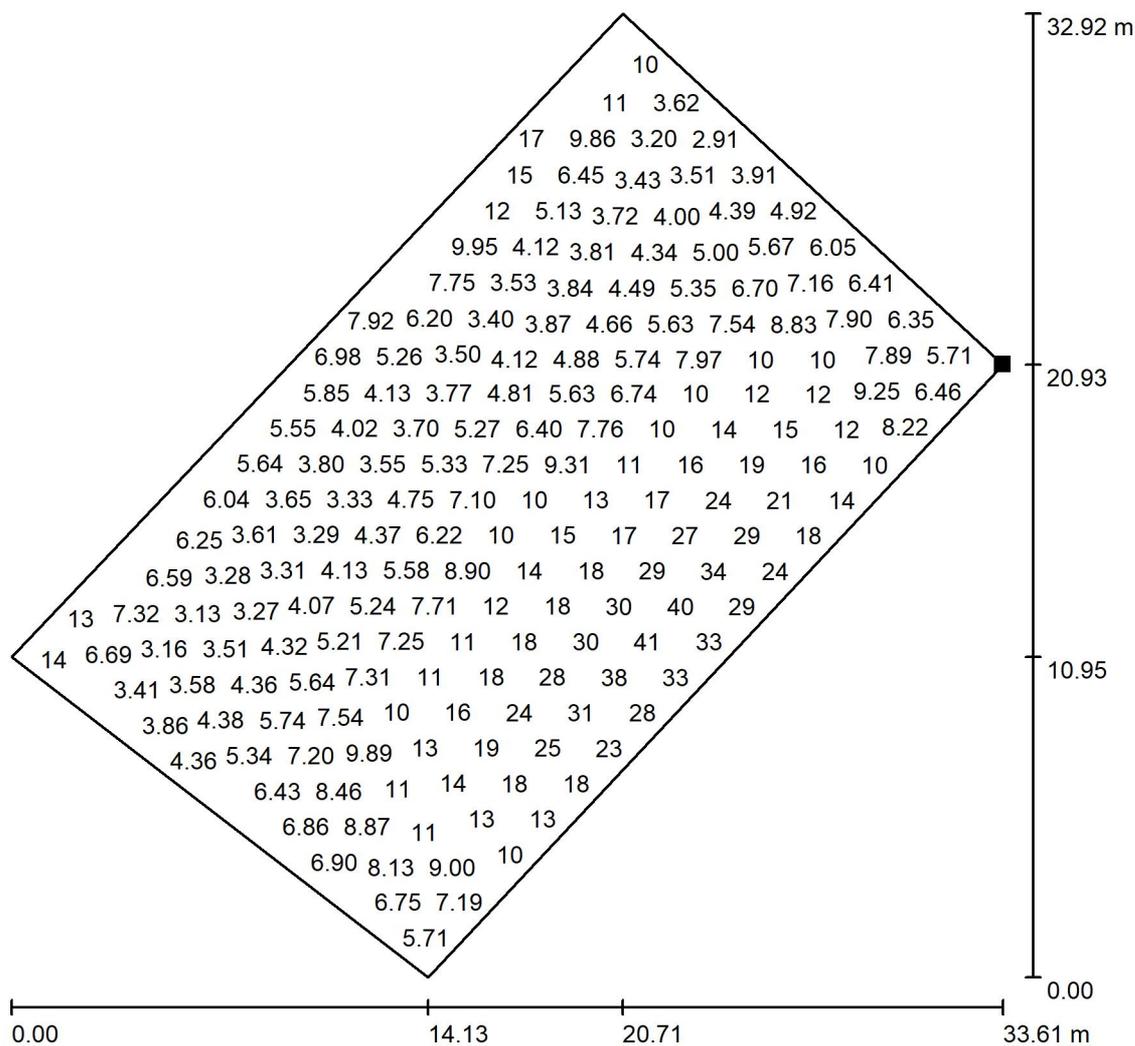
L_{min} [cd/m²]
 0.20

L_{max} [cd/m²]
 1.85



Redattore Ing. F. Panzacchi
 Telefono
 Fax
 e-Mail

Scena esterna 1 / Parcheggio / Superficie 1 / Grafica dei valori (E)

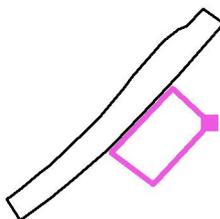


Valori in Lux, Scala 1 : 258

Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

Posizione della superficie nella
 scena esterna:

Punto contrassegnato:
 (837.148 m, 481.891 m, 0.000 m)



Reticolo: 128 x 128 Punti

E_m [lx]
 10

E_{min} [lx]
 2.39

E_{max} [lx]
 43

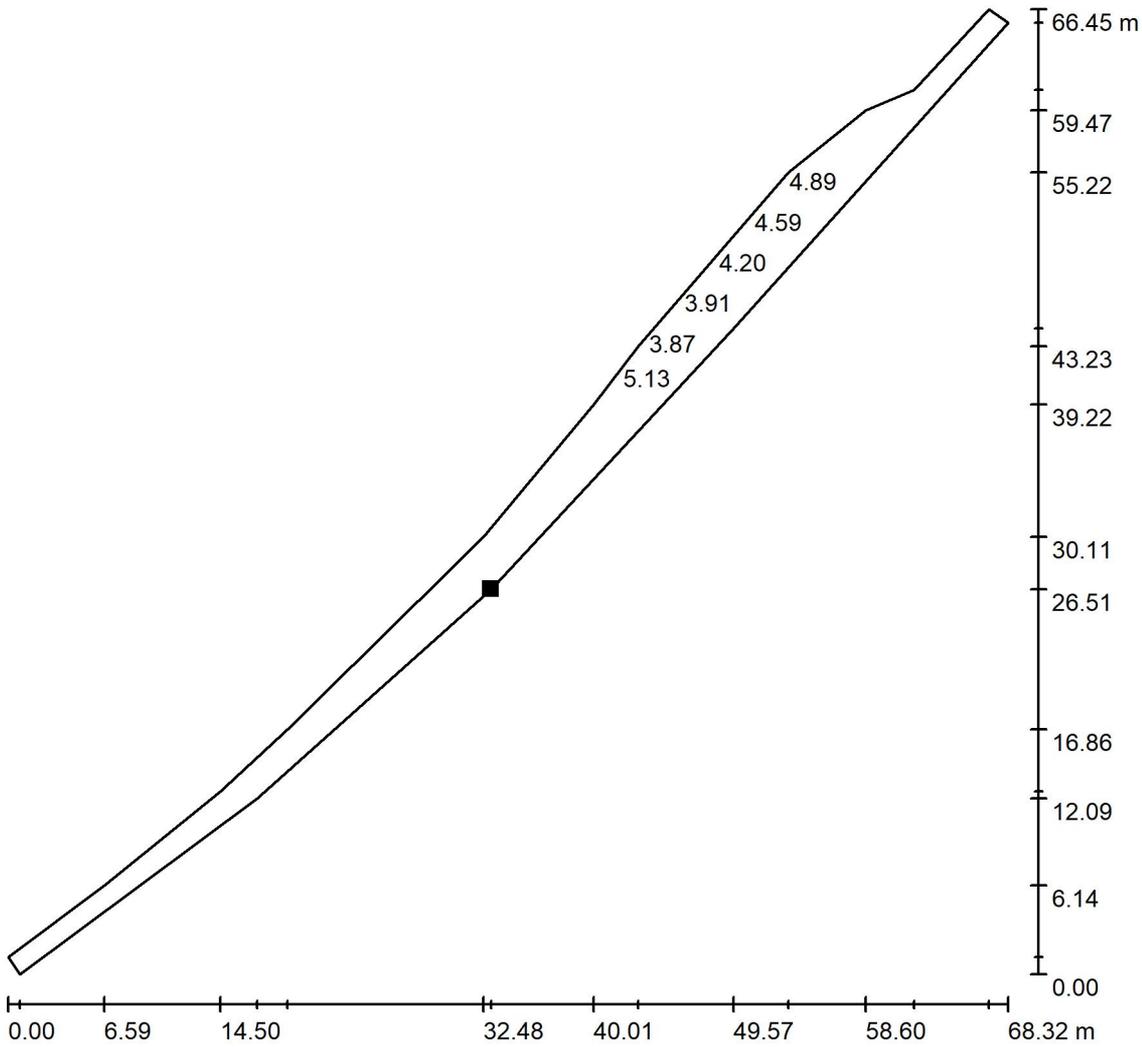
E_{min} / E_m
 0.233

E_{min} / E_{max}
 0.056



Redattore Ing. F. Panzacchi
 Telefono
 Fax
 e-Mail

Scena esterna 1 / Pista ciclabile / Superficie 1 / Grafica dei valori (E)



Valori in Lux, Scala 1 : 520

Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

Posizione della superficie nella
 scena esterna:
 Punto contrassegnato:
 (800.684 m, 481.218 m, 0.000 m)



Reticolo: 128 x 128 Punti

E_m [lx]
5.35

E_{min} [lx]
2.01

E_{max} [lx]
8.73

E_{min} / E_m
0.376

E_{min} / E_{max}
0.230