

COMUNE DI SALERNO

COMPARTO EDIFICATORIO CR_28

PROGETTO ESECUTIVO

OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA E SECONDARIA



protocollo:

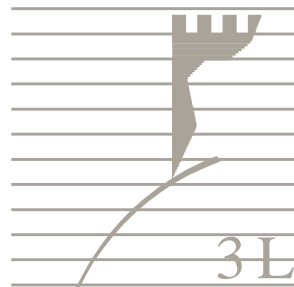
titolo elaborato:

Relazione impianto pubblica illuminazione

Consorzio Il Girasole:

il Presidente: ing. Francesco Tortora;

Studio di Ingegneria Architettura Urbanistica



elaborato n°:

U.L3.IM1.1

data:

Agosto 2019

scala:

progettisti

ing. Sergio Landi
ing. Francesco Tortora

consulente

ing. Carmine PapaBaldo

INDICE

1 PREMESSA

2 OGGETTO

3 NORMATIVE E LEGGI DI RIFERIMENTO

4 RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

5 RELAZIONE DI CALCOLO ILLUMINOTECNICO

5.1 Metodologia di calcolo e verifica

5.1.1 Categoria aree intervento

5.1.2 Classificazione illuminotecnica stradale

5.1.3 Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento

5.1.4 Valori limite di R_n derivanti dalla UNI 10819

5.2 Aree verdi e parcheggi

5.2.1 Classificazione delle zone di analisi ai fini illuminotecnici

5.2.2 Calcoli illuminotecnici

5.2.3 Verifica illuminotecnica delle aree pedonali e delle aree a verde, nonché della piazza antistante la rotonda lato parco Arbostella

5.2.4 Verifica illuminotecnica strade aperte al transito veicolare ed aree di parcheggio

5.3 Viabilità e parcheggio

6 CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO DELLE LINEE ELETTRICHE

6.1 Calcolo delle cadute di tensione

6.2 Portata dei cavi in regime permanente

6.3 Coordinamento delle protezioni

6.3.1 Protezione contro i contatti diretti

6.3.2 Protezione contro i contatti indiretti

6.3.3 Protezione contro i cortocircuiti e le sovracorrenti

6.3.4 Protezione contro i sovraccarichi

6.3.5 Calcoli di dimensionamenti delle linee

7 DETTAGLI COSTRUTTIVI ELETTRICI

7.1 Schema unifilare (allegato)

7.2 Armadi e quadri elettrici – caratteristiche generali

7.2.1 Caratteristiche costruttive generali

7.2.2 Configurazione esterna

7.2.3 Luogo e condizioni di installazione

7.2.4 Grado di protezione

7.2.5 Identificazione e dichiarazione di conformità

7.3 Armadi e quadri elettrici – componenti

7.4 Cablaggio impianto

7.4.1 Caratteristiche generali

7.4.2 Quadri: cablaggio interno

7.5 Cassette – Giunzioni – Derivazioni – Guaine isolante

7.6 Impianto di terra

8 DETTAGLI OPERE CIVILI

8.1 Lavorazioni previste per la realizzazione dei cavidotti

8.2 Scavi

8.3 Plinti di fondazione

8.4. Installazione pozzetti di ispezione

8.4.1 Installazione su strada e nei parcheggi

8.4.2 Installazione nelle aree verdi

8.4.3 Chiusini

8.5 Posa dei tubi di protezione

8.6 Rinterri degli scavi e ripristini

1. PREMESSA

Il presente documento rappresenta la relazione tecnica descrittiva relativa alla realizzazione di un impianto di pubblica illuminazione in località Mariconda - Arbostella del Comune di Salerno. Tale opera rientra in un quadro più ampio di opere di urbanizzazione primaria previste nell'ambito del PUA CR_28 approvato dalla Giunta Comunale del Comune di Salerno, per le quali il soggetto proponente intende presentare istanza di concessione edilizia.

Si evidenzia che l'area oggetto dell'intervento ricade in Zona Omogenea B e rientra nell' Area di Trasformazione ATR_28, individuata e disciplinata dal Piano Urbanistico Comunale, approvato con Decreto della Provincia di Salerno n. 147 del 28.12.2006, pubblicato sul B.U.R.C. n. 2 del 08.01.2007 ed entrato in vigore il 24.01.2007.

La suddetta Area di trasformazione ATR_28, con destinazione abitativa e servizi, ricadente all'interno del Comparto Edificatorio CR_28, rappresenta uno degli ambiti del territorio comunale per i quali è prevista, su base perequativa, la trasformazione edilizia attraverso un insieme sistematico di opere che, definite in un PUA approvato in data 10-06-2011 con delibera n.562 da parte della Giunta Comunale, determinino l'esecuzione:

- dei fabbricati privati con destinazione coerente a quella prevista dal PUC;
- delle opere di urbanizzazione inerenti il nuovo insediamento;
- degli standard conseguenti al carico urbanistico indotto dalla nuova edificazione.

Ciò premesso, tale relazione ha lo scopo di evidenziare tutti gli elementi relativi alle scelte progettuali e costruttive relativamente alla Rete di Illuminazione Pubblica da installare che consentano il rilascio della concessione edilizia.

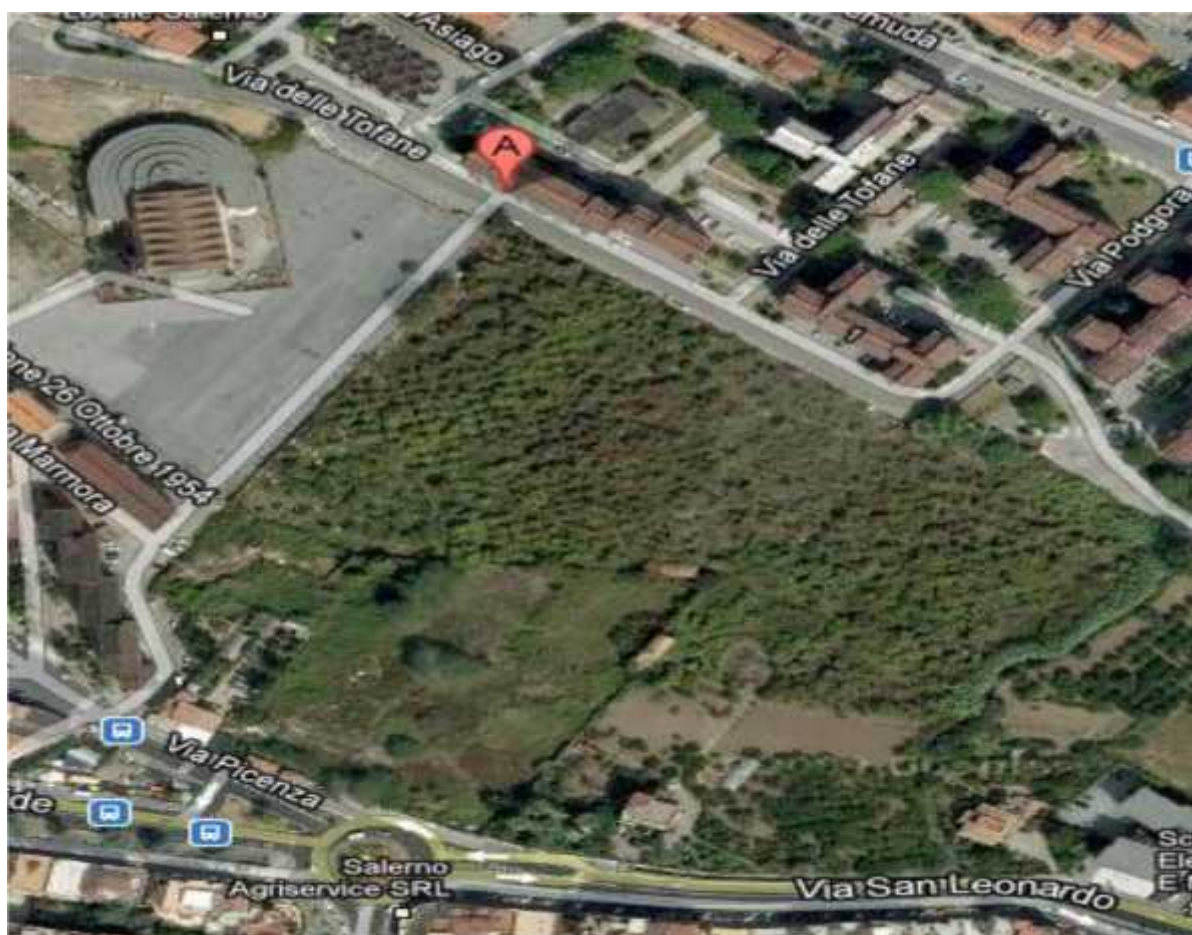


Figura 1: foto del sito oggetto di intervento

Tale progetto è stato eseguito secondo i disposti di cui al **d.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207** "Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE». (G.U. n. 288 del 10 dicembre" 2010).

In particolare la presente relazione è stata predisposta ai sensi delle seguenti disposizioni:

- ✓ Legge n. 109 del 11 febbraio 1994, "Legge quadro in materia di lavori pubblici", e successive modifiche.
- ✓ Delibera dell'autorità per l'energia elettrica ed il gas n. 224/00.
- ✓ DECRETO 22 gennaio 2008, n. 37 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici. (GU Serie Generale n.61 del 12-03-2008)"
- ✓ Guida CEI 02, "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici".
- ✓ Guida CEI 64-14, "Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori".
- ✓ Norma CEI 11-20 e successive varianti
- ✓ Norma CEI 11-27
- ✓ Norma CEI 64-8

Il documento sarà strutturato nel modo seguente:

- ✓ Oggetto ed ambito di intervento: in cui si definisce l'oggetto della progettazione e il contesto ambientale e normativo in cui esso dovrà essere realizzato;
- ✓ Normativa di riferimento: in cui si riportano le leggi e le norme di riferimento per la progettazione degli impianti di pubblica illuminazione, per il calcolo di verifica illuminotecnica;
- ✓ Relazioni tecniche: in cui si riportano le scelte progettuali adottate nel contesto specifico (relazione tecnica illustrativa) e i calcoli e verifiche effettuati per l'ottemperamento alle leggi vigenti (relazioni di calcolo illuminotecnico, elettrico e civile)
- ✓ Dettagli costruttivi: in cui si riportano i dettagli degli elementi che costituiscono l'opera raggruppati nella sezione illuminotecnica (lampade, corpi illuminanti), elettrica (cablaggio, derivazioni, schemi, organi di manovra e protezione dei circuiti elettrici) e civili (plinti di fondazione, pozzetti di ispezione e sezioni di scavo)

2. OGGETTO

Oggetto di tale relazione tecnica è la realizzazione degli impianti di Rete Pubblica Illuminazione in località Mariconda - Arbostella del Comune di Salerno, tutto in uno con servizi e sottoservizi a beneficio del P.U.A. CR_28, di cui è Presidente l'ing. Tortora Francesco.

L'impianto, in ossequio alla omogeneità della installazione in sito di impianti preesistenti nella zona oggetto dell'intervento di Mariconda-Arbostella, sarà composto, per la parte prospiciente i "vecchi" insediamenti, da pali e corpi illuminanti della stessa casa costruttrice e di medesime caratteristiche, vale a dire: GRECHI ILLUMINAZIONE s.r.l. di MAGENTA (MI).

All'interno del nuovo comparto, invece, è stata prevista l'adozione di corpi illuminanti con lampade del tipo a LED di ultima generazione, in ossequio alla necessità di efficientare i consumi e ridurre le emissioni di CO2.

3. NORMATIVE E LEGGI DI RIFERIMENTO

D.Lgs 9 aprile 2008 , n° 81 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

Legge 1/3/1968 n° 186: disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici.

D.P.R. 18/04/1994 n. 392 Regolamento recante disciplina del procedimento di riconoscimento delle imprese ai fini della installazione, ampliamento e trasformazione degli impianti nel rispetto delle norme di sicurezza

LEGGE REGIONALE (Campania) N. 12 DEL 25 luglio 2002 "norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso e del consumo energetico da illuminazione esterna pubblica e privata a tutela dell'ambiente, per la tutela dell'attività svolta dagli osservatori astronomici professionali e non professionali e per la corretta valorizzazione dei centri storici"

Norma UNI 11248 "Illuminazione Stradale" (sostituisce la Uni 10439) entrata in vigore il 17 novembre 2016;
Norma UNI EN 13201-2 che definisce, per mezzo di requisiti fotometrici, le classi di impianti di illuminazione per l'illuminazione stradale

Norme UNI EN 13201-3 e - 4 che definiscono, rispettivamente, le modalità di calcolo specifiche per la progettazione degli impianti da installare e quelle di verifica e collaudo degli impianti stessi;

UNI 10439/06 "Illuminazione stradale";

Norma CEI 64.8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Sez-714 impianti di illuminazione situati all'esterno.

Norma It. CEI 0-2 - Class. CEI 0-2 - CT 0 - Fascicolo 6578 - Anno 2002 - Edizione Seconda Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici

Modello ufficiale per la stesura della dichiarazione di conformità come riportato nel Decreto Ministeriale 19 maggio 2010 "Modifica degli allegati al decreto 22 gennaio 2008, n. 37, concernente il regolamento in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

Norma It. CEI 0-10 - Class. CEI 0-10 - CT 0 - Fascicolo 6366 - Anno 2002 - Edizione Prima Guida alla manutenzione degli impianti elettrici

Norma It. CEI 11-4 - Class. CEI 11-4 - CT 11/7 - Fascicolo 4644 C - Anno 1998 - Edizione Quinta Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne

Norma It. CEI 11-4;Ec - Class. CEI 11-4;Ec - CT 11/7 - Fascicolo 5176 - Anno 1999 - Edizione Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne

Norma It. CEI 11-17 - Class. CEI 11-17 - CT 99 - Fascicolo 8402 - Anno 2006 - Edizione Terza Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica, Linee in cavo

Norma It. CEI 11-27 - Class. CEI 11-27 - CT 78 - Fascicolo 7522 - Anno 2005 - Edizione Terza, Lavori su impianti elettrici

Norma It. CEI EN 60439-1 - Class. CEI 17-13/1 - CT 17 - Fascicolo 5862 - Anno 2000 - Edizione Quarta, Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)

Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)

Norma It. CEI EN 60439-1/A1 - Class. CEI 17-13/1;V1 - CT 17 - Fascicolo 7543 - Anno 2005 - Edizione Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)

Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)

Norma It. CEI EN 60439-2 - Class. CEI 17-13/2 - CT 17 - Fascicolo 5863 - Anno 2000 - Edizione Seconda Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri elettrici per bassa tensione)

Parte 2: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre

Norma It. CEI EN 60439-2/Ec - Class. CEI 17-13/2;Ec - CT 17 - Fascicolo 5922 - Anno 2001 - Edizione Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri elettrici per bassa tensione) Parte 2: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre

Norma It. CEI EN 60439-2/A1 - Class. CEI 17-13/2;V1 - CT 17 - Fascicolo 8452 - Anno 2006 - Edizione Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri elettrici per bassa tensione) Parte 2: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre

Norma It. CEI EN 60439-3 - Class. CEI 17-13/3 - CT 17 - Fascicolo 3445 C - Anno 1997 - Edizione Prima Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso Quadri di distribuzione (ASD)

Norma It. CEI EN 60439-3/A2 - Class. CEI 17-13/3;V1 - CT 17 - Fascicolo 6230 - Anno 2001 - Edizione Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 3: Prescrizioni

particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso Quadri di distribuzione (ASD)

Norma It. CEI 20-19 - Class. CEI 20-19 - CT 20 Cavi con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750 V

Norma It. CEI 20-20 - Class. CEI 20-20 - CT 20 Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V

Norma It. CEI 20-22 - Class. CEI 20-22 - CT 20 Prove d'incendio su cavi elettrici

Norma It. CEI 20-34 - Class. CEI 20-34 - CT 20 Metodi di prova per materiali isolanti e di guaina dei cavi elettrici

Norma It. CEI EN 60332 - Class. CEI 20-35 - CT 20 Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio

Norma It. CEI 20-40 - Class. CEI 20-40 - CT 20 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione

Norma It. CEI EN 60898 - Class. CEI 23-3 - CT 23 Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari

Norma It. CEI EN 61386 - Class. CEI 23-80 - CT 23 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche

Norma It. CEI EN 60998-1 - Class. CEI 23-20 - CT 23 - Fascicolo 7595 - Anno 2005 - Edizione Terza Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per usi domestici e similari

Norma It. CEI EN 60998-2-1 - Class. CEI 23-21 - CT 23 - Fascicolo 7596 - Anno 2005 - Edizione Terza Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per usi domestici e similari Parte 2-1: Prescrizioni particolari per dispositivi di connessione come parti separate con unita di serraggio di tipo a vite

Norma It. CEI EN 61008-1 - Class. CEI 23-42 - CT 23 - Fascicolo 7827 - Anno 2005 - Edizione Terza Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari

Norma It. CEI EN 61009-1 - Class. CEI 23-44 - CT 23 - Fascicolo 8561 - Anno 2006 - Edizione Terza Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari

Norma It. CEI EN 50086-2-4 - Class. CEI 23-46 - CT 23 - Fascicolo 3484 R - Anno 1997 - Edizione Prima Sistemi di canalizzazione per cavi Sistemi di tubi Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati

Norma It. CEI EN 50086-2-4/A1 - Class. CEI 23-46;V1 - CT 23 - Fascicolo 6093 - Anno 2001 - Edizione

Sistemi di canalizzazione per cavi Sistemi di tubi Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati

Norma It. CEI 23-49 - Class. CEI 23-49 - CT 23 Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile

Norma It. CEI 23-51 - Class. CEI 23-51 - CT 23 - Fascicolo 7204 - Anno 2004 - Edizione Seconda Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare

Norma It. CEI EN 60931-1 - Class. CEI 33-8 - CT 33 Condensatori statici di rifasamento di tipo non autorigenerabile per impianti di energia a corrente alternata con tensione nominale inferiore o uguale a 1000V

Parte 1: Generalita - Prestazioni, prove e valori nominali - Prescrizioni di sicurezza Guida per l'installazione e l'esercizio

Norma It. CEI EN 60081 - Class. CEI 34-3 - CT 34 - Fascicolo 6045 - Anno 2001 - Edizione Quarta Lampade fluorescenti a doppio attacco Specifiche di prestazione

Norma It. CEI EN 60598-1 - Class. CEI 34-21 - CT 34 Apparecchi di illuminazione Parte 1: Prescrizioni generali e prove

Norma It. CEI EN 60662 - Class. CEI 34-24 - CT 34 - Fascicolo 6058 - Anno 2001 - Edizione Quarta Lampade a vapori di sodio ad alta pressione

Norma It. CEI EN 50172 - Class. CEI 34-111 - CT 34 - Fascicolo 8248 - Anno 2006 - Edizione Prima - Sistemi di illuminazione di emergenza

Norma It. CEI 64-7 - Class. CEI 64-7 - CT 64 - Fascicolo 4618 - Anno 1998 - Edizione Terza Impianti elettrici di illuminazione pubblica

Norma It. CEI 64-8 - Class. CEI 64-8 - CT 64 - Fascicolo 99999 - Anno 2007 - Edizione VOLUME Norma CEI 64-8 per impianti elettrici utilizzatori Criteri di applicabilita. Prescrizioni di progettazione ed esecuzione. Legge 46/90 e decreti ministeriali attuativi.

Norma It. CEI 64-8/1 - Class. CEI 64-8/1 - CT 64 - Fascicolo 8608 - Anno 2007 - Edizione Sesta Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali

Norma It. CEI 64-8/2 - Class. CEI 64-8/2 - CT 64 - Fascicolo 8609 - Anno 2007 - Edizione Sesta Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua

Parte 2: Definizioni

Norma It. CEI 64-8/3 - Class. CEI 64-8/3 - CT 64 - Fascicolo 8610 - Anno 2007 - Edizione Sesta

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
Parte 3: Caratteristiche generali

Norma It. CEI 64-8/4 - Class. CEI 64-8/4 - CT 64 - Fascicolo 8611 - Anno 2007 - Edizione Sesta Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza

Norma It. CEI 64-8/5 - Class. CEI 64-8/5 - CT 64 - Fascicolo 8612 - Anno 2007 - Edizione Sesta Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici

Norma It. CEI 64-8/6 - Class. CEI 64-8/6 - CT 64 - Fascicolo 8613 - Anno 2007 - Edizione Sesta Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
Parte 6: Verifiche Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari

Norma It. CEI 64-14 - Class. CEI 64-14 - CT 64 - Fascicolo 8706 - Anno 2007 - Edizione Seconda Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori

Norma It. CEI EN 60529 - Class. CEI 70-1 - CT 70 Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)

Norma It. CEI EN 62041 - Class. CEI 96-20 - CT 96 - Fascicolo 7557 - Anno 2005 - Edizione Prima Trasformatori, unit  di alimentazione, reattori e prodotti simili - Prescrizioni EMC

Norma It. CEI EN 62305-2 - Class. CEI 81-10/2 - CT 81 - Fascicolo 8227 - Anno 2006 - Edizione Prima Protezione contro i fulmini
Parte 2: Valutazione del rischio

Norma It. CEI EN 62305-3 - Class. CEI 81-10/3 - CT 81 - Fascicolo 8228 - Anno 2006 - Edizione Prima Protezione contro i fulmini
Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone

Norma It. CEI EN 62305-4 - Class. CEI 81-10/4 - CT 81 - Fascicolo 8229 - Anno 2006 - Edizione Prima Protezione contro i fulmini
Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture

Norma It. CEI 81-3 - Class. CEI 81-3 - CT 81 - Fascicolo 5180 - Anno 1999 - Edizione Terza Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico

Norma It. UNI 11248:2007 Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche
Norma It. UNI EN 13201-2:2004 Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali

Norma It. UNI EN 13201-3:2004 Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni

Norma It. UNI EN 13201-4:2004 Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche

Norma It. UNI 11095:2003 Luce e illuminazione - Illuminazione delle gallerie

Norma It. UNI 10819:1999 Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso

Norma It. UNI EN 1838:2000 Applicazione dell'illuminotecnica - Illuminazione di emergenza

Norma It. UNI EN 12193:2001 Luce e illuminazione - Illuminazione di installazioni sportive.

Norma It. EN 12464-2:2007 Light and lighting - Lighting of work places - Part 2: Outdoor work places

Norma It. UNI EN 40 Pali per illuminazione. Termini e definizioni.

Norma It. UNI CEI 70030:1998 30/09/1998 Impianti tecnologici sotterranei - Criteri generali di posa.

4. RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

In linea con i principi progettuali complessivi esposti nel PUA e nel vigente PUC del Comune di Salerno, *"La necessit  di integrare il nuovo insediamento in un'area gi  fortemente urbanizzata ha portato ad un attento studio del preesistente.... e quello di raccordare Arbostella con il quartiere Mariconda, caratterizzato da una*

forte presenza di edilizia pubblica e cooperativistica," la progettazione della illuminazione stradale ha cercato di mantenere una sostanziale uniformità di fondo nelle strade esistenti la cui illuminazione va adeguata alle nuove esigenze.

In particolare in via delle Tofane, dal momento che essa rappresenta una delle vie di integrazione tra i quartieri Mariconda ed Arbostella, la scelta progettuale è ricaduta su corpi illuminanti identici a quelli della piazza del Rosario, di relativamente recente installazione, all'interno del quartiere Mariconda.

Nel contempo, nell'ottica di trasformazione complessiva del tessuto urbano, secondo le indicazioni previste dal PUC in cui si prevede che la *"progettazione dei nuovi insediamenti consenta di sviluppare una città più in armonia con se stessa"* , con la popolazione residente, raggiungendo così l'ideale obiettivo di *"città da visitare"*, per quei flussi turistici che si vanno consolidando...", la progettazione illuminotecnica delle opere di urbanizzazione di nuova realizzazione ha previsto l'impiego di corpi illuminanti di ultima generazione, specificamente studiati, per dare al nuovo insediamento urbanistico una specificità in linea con la vocazione cittadina di miglioramento del contesto urbano. La scelta progettuale si è pertanto orientata verso un sistema di illuminazione dal design semplice ed innovativo con lampade e corpi illuminanti che garantissero i seguenti obiettivi:

- ✓ buona qualità di uniformità e livello di illuminamento della sede strade;
- ✓ attenzione all'illuminazione delle zone di passeggio pedonale;
- ✓ soluzioni dal design semplice che valorizzassero il contesto in particolare nelle aree di aggregazione come il parco pubblico, l'asilo e l'area gioco per l'infanzia.

5. RELAZIONE DI CALCOLO ILLUMINOTECNICO

5.1 Metodologia di calcolo a verifica

La metodologia con la quale si è proceduto al calcolo illuminotecnico è quella della verifica. In particolare si è proceduto suddividendo l'area di intervento nelle seguenti zone omogenee per la loro destinazione d'uso:

- Strade esistenti da adeguare
- Strade di nuova realizzazione
- Parcheggio pubblico
- Parco urbano

Per ognuna delle aree è stata individuata la categoria illuminotecnica di riferimento e i valori limite da rispettare secondo la normativa specifica di settore.

Si è proceduto, in funzione delle finalità dell'illuminazione e in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area alla scelta di uno specifico corpo illuminante con lampada abbinata. Si è quindi immaginata una disposizione dei corpi illuminanti e si è proceduto con una simulazione della scena di illuminazione in funzione della quale sono state calcolate le grandezze di riferimento. Si è proceduto poi alla modificazione del lay-out ipotizzato in modo che le grandezze di riferimento (illuminamento medio ed uniformità in particolare) rispettassero i valori limite per legge cercando di ottimizzare nel contempo la numerosità dei corpi illuminanti senza compromettere la qualità delle scene di illuminazione.

5.1.1 Categoria aree intervento

Vengono individuate tre principali macro-aree di intervento che si differenziano per caratteristiche ed esigenze. Tali aree sono indicate nella tabella di seguito riportata:

TIPO	CLASSIFICAZIONE	CARATTERISTICHE	ESIGENZE
A.	Strade ad esclusivo o prevalente traffico veicolare	<ul style="list-style-type: none"> - Velocità notevoli - Lunghezze notevoli - Difficoltà di manutenzione 	<ul style="list-style-type: none"> - Sicurezza stradale - Elevata affidabilità - Elevata efficienza
B.	Aree in contesto urbano con traffico misto (veicolare + ciclo-pedonale)	<ul style="list-style-type: none"> - Presenza di persone - Presenza di attività commerciali e luoghi di aggregazione - Impianti inseriti in contesti urbani, molte volte pregevoli per arte e storia 	<ul style="list-style-type: none"> - Sicurezza percepita - Ottima resa cromatica - Comfort visivo - Ottimo inserimento formale degli impianti
C.	Grandi aree (piazze, parcheggi, piazzali, ecc) con traffico misto	<ul style="list-style-type: none"> - Superfici notevoli - Limitazione nel posizionamento dei punti luce 	<ul style="list-style-type: none"> - Elevata efficienza - Flessibilità delle possibilità di installazione e delle ottiche disponibili

5.1.2 Classificazione illuminotecnica stradale

PROSPETTO 1 DELLA NORMA UNI 11248:2016

Si riporta di seguito un prospetto della Norma UNI 11248:2016. Tale prospetto consente, noto il tipo di strada, di determinare la categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi.

- Le classi M sono intese per utenti di veicoli motorizzati su strade con traffico di media ed alta velocità.
- Le classi C sono intese per utenti di veicoli motorizzati ed altri utenti stradali su strade commerciali, intersezioni stradali, incroci principali, rotatorie, svincoli, sottopassi ed aree di conflitto, a traffico misto, ove non sia applicabile la normativa stradale e la classe P.
- Le classi P sono intese per pedoni e ciclisti utenti di strade ciclopedonali, piste ciclabili, parcheggi, piazze, giardini e parchi (al servizio delle sole aree pedonali).
- Le classi ES ed EV sono classi illuminotecniche aggiuntive da utilizzare per la facilitazione delle superfici verticali od in zone con rischio di attività criminose.

Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h ⁻¹]	Categoria illuminotecnica di ingresso
A ₁	Autostrade extraurbane	Da 130 a 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A ₂	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	Da 70 a 90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	Da 70 a 90	M3
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2) ¹⁾	Da 70 a 90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	Da 70 a 90	M2
D	Strade urbane di scorrimento ²⁾	70	M2
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	M3
F ³⁾	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) ⁴⁾	Da 70 a 90	M2
	Strade locali extraurbane	50	M4
		30	C4/P2
	Strade locali urbane	50	M4
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C3/P1
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2
	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C4/P2
	Strade locali interzonali	50	M3
		30	C4/P2
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali ⁴⁾	Non dichiarato	P2
	Strade a destinazione particolare ⁴⁾	30	

1) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 N° 6792¹⁴⁸.

2) Per le strade di servizio delle strade urbane di scorrimento, definita la categoria illuminotecnica per la strada principale, si applica la categoria illuminotecnica con prestazione di luminanza immediatamente inferiore o la categoria comparabile con questa (prospetto 6).

3) Vedere punto 6.3.

4) Secondo la legge 1 agosto 2003 N° 214 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 27 giugno 2003 N° 151, recante modifiche e integrazioni al codice della strada".

Figura 1 - Estratto dal Prospetto 1 della norma UNI 11248:2016
PROSPETTO 2 DELLA NORMA UNI 11248:2016

Si riporta in Figura 2 il Prospetto 2 della norma UNI 11248. Tale prospetto consente, in sede di redazione dell'analisi dei rischi, di determinare la riduzione della Categoria illuminotecnica di ingresso in funzione dei parametri di influenza costanti nel lungo periodo.

Prospetto 2- Parametri d'influenza costanti nel lungo periodo	
PARAMETRO DI INFLUENZA	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Assenza o bassa densità delle zone di conflitto	1
Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali	1
Segnaletica stradale attiva	1
Assenza di pericoli di aggressione	1

Figura 2

5.1.3 Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento

La norma in particolare individua le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione atte a contribuire, per quanto di pertinenza, alla sicurezza degli utenti delle strade. Fornisce le linee guida per determinare le condizioni di illuminazione in una data zona della strada, identificate e definite in modo esaustivo, mediante l'indicazione di una categoria illuminotecnica.

Le categorie illuminotecniche di riferimento, per i vari tipi di strade classificate secondo la legislazione vigente, sono riportate nelle seguenti Tabelle.

Tabelle prestazionali dalla norma UNI EN 13201-2:2016

Nella Figura 3, nella Figura 4 e nella Figura 5 si riportano i prospetti 1, 2 e 3 della norma UNI 13201- 2:2016, contenenti le prestazioni illuminotecniche corrispondenti alle Categorie illuminotecniche della serie M (basate sulla luminanza), della serie C (basate sull'illuminamento e relative alle zone di conflitto) e della serie P (basate sull'illuminamento e relative alle zone pedonali).

prospetto 1 Categorie illuminotecniche M						
Categoria	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto e bagnato			Abbagliamento debilitante		illuminazione di contiguità
	Asciutto			Bagnato	Asciutto	Asciutto
	L [minima mantenuta] $\text{cd} \times \text{m}^2$	U_s [minima]	$U_l^{(a)}$ [minima]	$U_{se}^{(b)}$ [minima]	$f_{11}^{(c)}$ [massima] %	$R_{d1}^{(d)}$ [minima]
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,30
M6	0,30	0,35	0,40	0,15	20	0,30

a) L'uniformità longitudinale (U_l) fornisce una misura della regolarità dello schema ripetuto di zone luminose e zone buie sul manto stradale e, in quanto tale, è pertinente soltanto alle condizioni visive su tratti di strada lunghi e ininterrotti, e pertanto dovrebbe essere applicata soltanto in tali circostanze. I valori indicati nella colonna sono quelli minimi raccomandati per la specifica categoria illuminotecnica, tuttavia possono essere modificati allorché si determinano, mediante analisi, circostanze specifiche relative alla configurazione o all'uso della strada oppure quando sono pertinenti specifici requisiti nazionali.

b) Questo è l'unico criterio in condizioni di strada bagnata. Esso può essere applicato in aggiunta ai criteri in condizioni di manto stradale asciutto in conformità agli specifici requisiti nazionali. I valori indicati nella colonna possono essere modificati laddove siano pertinenti specifici requisiti nazionali.

c) I valori indicati nella colonna f_{11} sono quelli massimi raccomandati per la specifica categoria illuminotecnica, tuttavia, possono essere modificati laddove siano pertinenti specifici requisiti nazionali.

d) Questo criterio può essere applicato solo quando non vi sono aree di traffico con requisiti illuminotecnici propri adiacenti alla carreggiata. I valori indicati sono in via provvisoria e possono essere modificati quando sono specificati gli specifici requisiti nazionali o i requisiti dei singoli schemi. Tali valori possono essere maggiori o minori di quelli indicati, tuttavia si dovrebbe aver cura di garantire che venga fornito un illuminamento adeguato delle zone.

Figura 3 – Categorie illuminotecniche M e prestazioni previste dalla norma UNI EN 13201-2

Categorie illuminotecniche C basate sull'illuminamento del manto stradale

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	\bar{E} [minimo mantenuto] lx	U_0 [minimo]
C0	50	0,40
C1	30	0,40
C2	20,0	0,40
C3	15,0	0,40
C4	10,0	0,40
C5	7,50	0,40

Figura 4 – Categorie illuminotecniche C e prestazioni previste dalla norma UNI EN 13201-2**Categorie illuminotecniche P**

Categoria	Illuminamento orizzontale		Requisito aggiuntivo se è necessario il riconoscimento facciale	
	\bar{E}^a [minimo mantenuto] lx	E_{\min} [mantenuto] lx	$E_{v,\min}$ [mantenuto] lx	$E_{sc,\min}$ [mantenuto] lx
P1	15,0	3,00	5,0	5,0
P2	10,0	2,00	3,0	2,0
P3	7,50	1,50	2,5	1,5
P4	5,00	1,00	1,5	1,0
P5	3,00	0,60	1,0	0,6
P6	2,00	0,40	0,6	0,2
P7	Prestazione non determinata	Prestazione non determinata		

a) Per ottenere l'uniformità, il valore effettivo dell'illuminamento medio mantenuto non deve essere maggiore di 1,5 volte il valore minimo di \bar{E} indicato per la categoria.

Figura 5 – Categorie illuminotecniche P e prestazioni previste dalla norma UNI EN 13201-2**5.1.4 Valori limite di Rn derivanti dalla UNI 10819**

Per quanto riguarda Rn (rapporto medio di emissione superiore) occorre fare riferimento alla UNI 10819, ed in particolare alla tabella:

Tipo di impianto	Rn max		
	Zona 1	Zona 2	Zona 3
A stradale (ipotesi 65% degli impianti di illuminazione comunale)	1%	3%	3%
A non stradale B, C, D (ipotesi 35% degli impianti di illuminazione comunale)	1%	9%	23%

Si ha che nel caso in esame (Zona 3): $Rn < 23\%$

Grandezze e parametri illuminotecnici

I requisiti tecnici cui un impianto di illuminazione stradale deve rispondere per assicurare soddisfacenti condizioni di visibilità sono:

- Un'adeguata luminanza della strada, in modo che essa sia chiaramente riconoscibile dal guidatore e che venga realizzato un sufficiente contrasto fra possibili ostacoli e sfondo;
- Uniformità della luminanza della strada, allo scopo di consentire in qualsiasi punto il necessario contrasto di luminanza fra ostacoli e sfondo;
- La luminanza dell'abbagliamento da parte dei centri luminosi: la loro presenza nel campo visivo del guidatore non deve portare ad una "luminanza di adattamento" troppo elevata, e quindi eccessivamente discosta da quella corrispondente alla luminanza media della carreggiata; in tali condizioni, infatti, l'occhio avrebbe la necessità di contrasti di luminanza fra oggetto e sfondo ben maggiori di quelli normalmente conseguibili;
- Idoneità, per la strada nel suo complesso, a costituire una sufficiente guida visiva, ossia a permettere al guidatore di riconoscere durante la notte il tracciato che deve seguire.

Nella tabella che segue sono riportate le principali grandezze fotometriche con le relative simbologie comunemente adottate e le rispettive unità di misura.

Grandezza		Tipo di quantità	Unità	
Nome	Simbolo		Nome	Simbolo
Flusso luminoso	ϕ	Quantità di luce (W) emessa da una sorgente luminosa in un determinato intervallo di tempo (t): $\phi = W / t$	lumen	lm
Intensità luminosa	I	Flusso luminoso (ϕ) emesso in una data direzione da una sorgente diviso per l'angolo solido Ω che lo contiene: $I = \phi / \Omega$	candela	cd
Efficienza luminosa	η	Rapporto tra il flusso luminoso (ϕ) e la potenza elettrica assorbita (P) da una lampada e dagli alimentatori: $\eta = \phi / P$	lumen Per Watt	lm/W
Illuminamento	E	Flusso luminoso (ϕ) incidente su una data superficie diviso per l'area della superficie stessa (S): $E = \phi / S$	lux	lx
Luminanza	L	Intensità luminosa (I) emessa in una determinata direzione da una superficie emittente primaria (sorgente) o secondaria (piano illuminato) di area S, divisa per la superficie S', proiezione di S su un piano perpendicolare alla direzione di osservazione: $L = I / S'$	Candela per mq	cd/mq

Particolare importanza riveste l'uniformità della luminanza, che deve essere tale da assicurare in ogni punto della strada un sufficiente contrasto con gli oggetti da individuare. Si suole distinguere in generale l'uniformità di luminanza trasversale, cioè lungo una retta trasversale alla strada, e l'uniformità longitudinale, lungo una retta parallela all'asse stradale: come valori minimi ammessi si intendono i valori riscontrati lungo la retta trasversale o longitudinale.

Per un soddisfacente risultato complessivo, si considera attualmente sufficiente raccomandare dei valori limite soltanto per le due seguenti grandezze:

- **Um** o Uniformità Generale di Luminanza: rapporto fra luminanza minima di tutta la carreggiata e luminanza media L_{min}/L_m ; il valore minimo suggerito è di 0,4. Al di sotto di tale valore, la visibilità nella parte oscura sarebbe compromessa;
- **Ul** o Uniformità Longitudinale di Luminanza: rapporto fra luminanza minima e massima lungo la mezzera di una stessa corsia di marcia; per questa grandezza il valore limite raccomandato varia da 0,7 a 0,5 a seconda dell'importanza della strada.

5.2 Aree verdi e parcheggi

5.2.1 Classificazione delle zone di analisi ai fini illuminotecnici

Per quanto riguarda le aree a verde o parco, dove non prevista la circolazione veicolare è stata attribuita la seguente classificazione illuminotecnica:

- Itinerari pedonali: P5;
- Aree a verde pubblico e quelle adibite a piazza: P5;
- Aree di parcheggio: P2;
- Strade destinate al transito veicolare interquartiere e/o di collegamento tra i quartieri Arbostella e Mariconda: M4.

5.2.2 Calcoli illuminotecnici

In relazione al progetto architettonico ed agli ostacoli presenti sul terreno si è proceduto alla dislocazione dei corpi illuminanti, tenendo quindi conto della presenza degli ostacoli costituiti dalla vegetazione, o da elementi di arredo urbano.

I calcoli sono stati condotti in maniera da rispettare quanto previsto dalle norme vigenti, in relazione alla classificazione della categoria illuminotecnica assegnata alle varie aree funzionali ed alle strade di collegamento.

In particolare, con riferimento alle strade ed alle zone pedonali immediatamente prossime alle stesse si è cercato di garantire in tutte le condizioni un buon livello di uniformità, anche attraverso il mantenimento della migliore simmetria possibile nel posizionamento dei corpi illuminanti.

Per quanto possibile i pali sono stati allocati fuori della sede stradale, anche quando questa si rende utile al solo parcheggio degli autoveicoli.

Inoltre, proprio per garantire una buona visibilità ai pedoni e dei pedoni ai veicoli in movimento si è pensato di impiegare corpi illuminanti con ottiche a frazionate a simmetria variabile, capaci di dirottare una porzione del fascio luminoso sulle aree pedonali immediatamente circostanti la carreggiata veicolare.

Pur nel rispetto dell'esigenza di garantire un consumo energetico adeguato ed un'illuminazione non sovradimensionata, i valori garantiti per i vari parametri da rispettare sono comunque superiori ai minimi previsti dalla norma.

Per quanto riguarda le aree verdi ed i parcheggi i calcoli illuminotecnici sono stati condotti, utilizzando corpi illuminanti a LED della Disano, mentre per le strade carrabili sono stati presi a riferimento corpi illuminanti della A&C, anch'essi con lampade di ultima generazione a LED.

Quale temperatura di colore per le lampade LED è stata scelta quella di 4000°K che assicura il miglior compromesso in termini di valorizzazione ambientale ed architettonica oltre che di riconoscimento degli ostacoli eventualmente presenti sulla sede stradale.

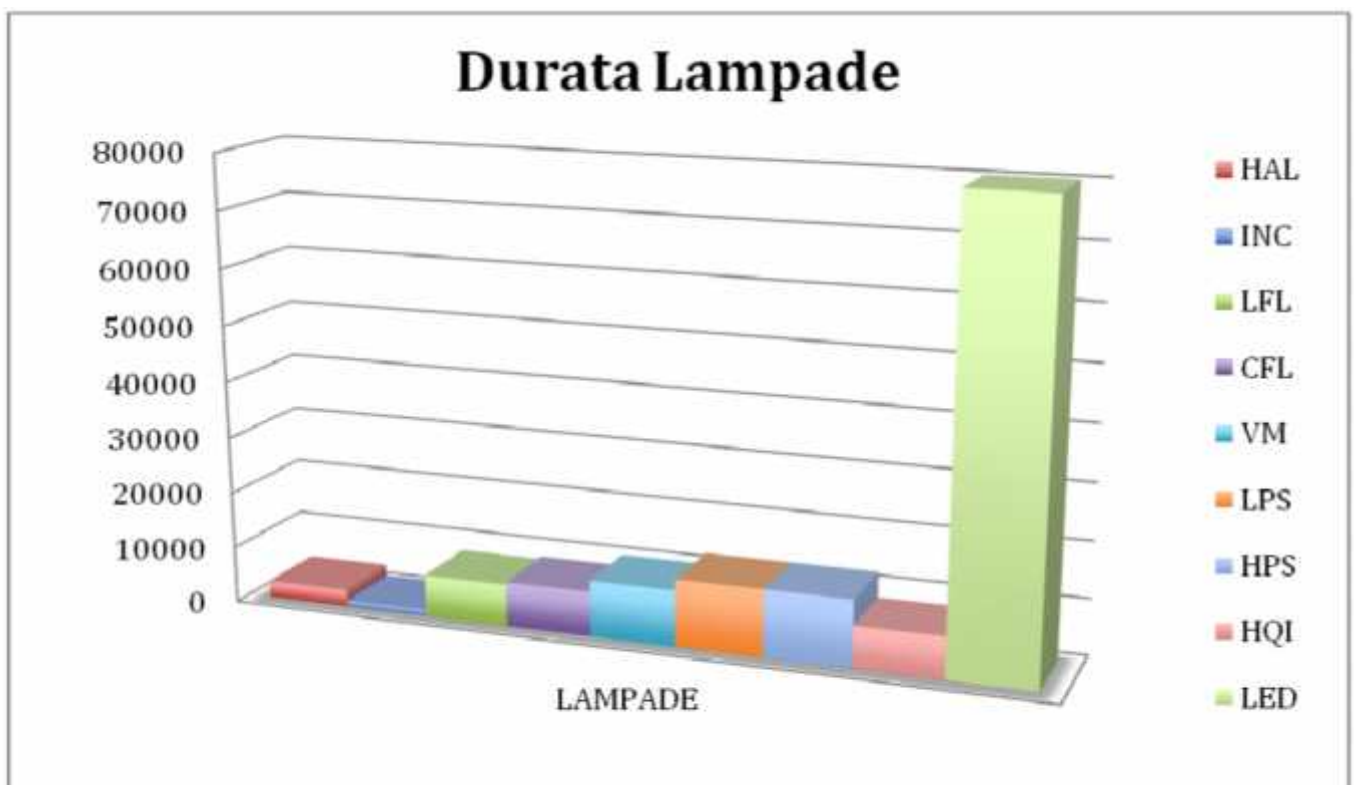
Vantaggi della tecnologia Led:

- In condizioni di illuminazione notturna le lampade a LED garantiscono un risparmio, rispetto alle lampade ai vapori di sodio ad alta pressione, variabile da un 26% ad un 59%;
- La peculiarità che tuttavia più contraddistingue questa tecnologia di illuminazione agli occhi dei non addetti ai lavori è legata al fatto che le sorgenti **LED** non generano luce bianca, ma ottengono il "bianco" attraverso la sintesi additiva dei tre colori fondamentali (da cui la definizione di tecnologia RGB: red-rosso, green-verde, blue-blu). Ciò consente di ottenere una migliore qualità di illuminazione, potendosi generare qualsiasi colore desiderato attraverso l'opportuno dosaggio delle tre fonti primarie di colore;
- Le lampade a LED hanno un indice $R_a > 70$, avendo nella luce tutte le componenti di colore in un rapporto equilibrato al contrario di quelle ai vapori di sodio caratterizzate da un basso indice di resa cromatica tra le lampade a LED $R_a > 70$ e quella ai vapori di sodio **$R_a = 45$** ;
- Massima sicurezza elettrica (alimentazione in bassa tensione c.c.) ed elevatissime velocità di accensione (100 nanosecondi) e di regolazione luminosa in dimmeraggio, con possibilità di

parzializzare il consumo a seconda delle esigenze. Inoltre questi corpi illuminanti possono prevedere un controllo elettronico a distanza che informa sui consumi in tempo reale;

- Assenza di sostanze tossico/nocive nei componenti quali gas/vapori di mercurio, sodio, ecc.) fattore che influisce positivamente sullo smaltimento delle sorgenti luminose esauste, rispetto le tradizionali lampade a scarica;
- Assenza di emissione di radiazione termica ed ultravioletta: nessun danno mutageno sia alle persone che alla pigmentazione monumentale e artistica illuminata. Inoltre, fattore da non trascurare, proprio a causa dell'assenza di queste emissioni, i diodi led non attirano insetti;
- Le sorgenti a LED come ogni altra sorgente luminosa, necessitano di ottiche o lenti affinché il fascio luminoso sia direzionato evitando le emissioni del flusso verso l'alto; dunque le ottiche impiegate nelle lampade a LED evitano fenomeni di inquinamento luminoso, rendendo tutti i prodotti cut-off. Queste caratteristiche costruttive consentono di rispettare le Leggi Regionali e Nazionali contro l'inquinamento luminoso. Allo stesso tempo, le ottiche impiegate direzionano il fascio luminoso in modo tale da ottenere distribuzioni fotometriche, non soltanto idonee all'illuminazione, ma in molti casi addirittura migliorative rispetto alle ottiche tradizionali;
- La luce emessa dalle lampade al sodio è gialla, non corrispondente al picco della sensibilità dell'occhio umano: i colori non sono riprodotti fedelmente ed è quindi necessaria più luce per garantire una visione sicura. Le lampade a LED invece, emettono luce bianca fredda, che permette di raggiungere una illuminazione sicura per gli utenti della strada (abbassa i tempi di reazione all'imprevisto), con minor consumo di energia. La luce bianca attraversa molto meglio la nebbia, rendendo i veicoli più visibili. Inoltre, i LED aumentano anche la qualità delle immagini catturate dalle telecamere di sicurezza;
- La durata di un apparecchio a LED dipende fondamentalmente dalla temperatura di giunzione del chip LED e la vita è calcolata non a completo spegnimento del prodotto, ma al raggiungimento di un decadimento del flusso emesso pari al 30% (standard internazionale LM 80);
- In considerazione della notevole durata delle lampade LED i costi e le esigenze di manutenzione si riducono fortemente con significativi risparmi di gestione.

Nella figura che segue si rappresenta la vita media dei vari tipi di lampade utilizzabili.



N.B. Tutte le armature LED di cui si prevede l'impiego per la realizzazione dell'impianto di pubblica illuminazione, riferibili al presente progetto, saranno azionate in accensione-spegnimento da interruttore crepuscolare astronomico.

Benchè, i progressi tecnologici degli ultimi anni abbiano incrementato gli elementi che rendono la scelta delle lampade LED, ragionevolmente prioritaria, nel caso, però dei corpi illuminanti da disporre sul raddoppio di carreggiata previsto su via Delle Tofane, si è deciso di rispettare i criteri precedentemente adottati e, pertanto, solo su tale tratto stradale le armature ed i pali saranno disposti simmetricamente a quinconce rispetto a quelli già in uso ed avranno le medesime caratteristiche (i pali ed i corpi illuminanti saranno dello stesso tipo di quelli già esistenti se ancora reperibili sul mercato al momento della realizzazione, o almeno simili).

Categorie illuminotecniche comparabili tra zone contigue e tra zone adiacenti

Quando zone adiacenti o contigue presentano categorie illuminotecniche diverse che a loro volta impongono requisiti prestazionali basati sulla luminanza o sull'illuminamento è necessario individuare le categorie illuminotecniche che presentano un livello luminoso comparabile, a seconda del prospetto riportato di sotto.

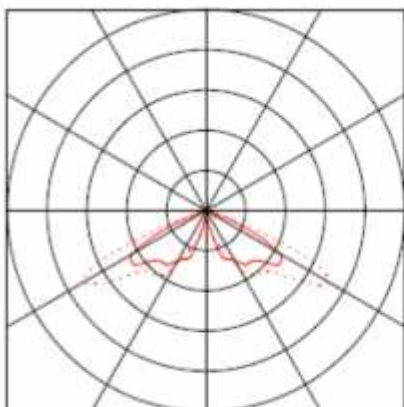
Categoria illuminotecnica								
	M1	M2	M3	M4	M5	M6		
C0	C1	C2	C3	C4	C5			
			P1	P2	P3	P4	P5	P6

5.3.1 - Verifica illuminotecnica delle aree pedonali e delle aree a verde, nonché della piazza antistante la rotatoria lato Arbostella.

1 Dati punti luce

1.1 disano, Disano 3350 16 led CLD CELL an... (330510-00)

1.1.1 Pagina dati



Dati punti luce

Fotometria assoluta	
Rendimento punto luce	85.2 lm/W
Classificazione	A20 ↓ 100.0% ↑ 0.0%
CIE Flux Codes	22 62 98 100 100
Abbagliamento	G*4 / D6
Reattore/Alimentatore	CELL
Potenza	34.6 W
Flusso luminoso	2948 lm
Dimensioni	Ø400 mm x 620 mm

Sorgenti:

Quantità	1
Nome	Led fx 3350 16
Temp. Di Colore	4000K
Resa cromatica	70

1 Dati punti luce

1.2 disano, Disano 3340 12 led CLD CELL sa... (330212-00)

1.2.1 Pagina dati

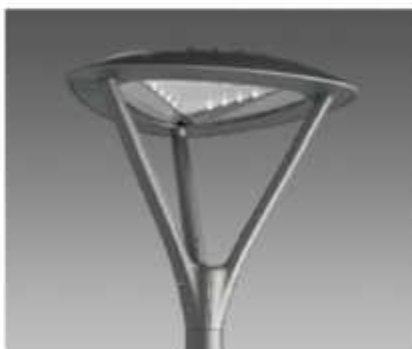
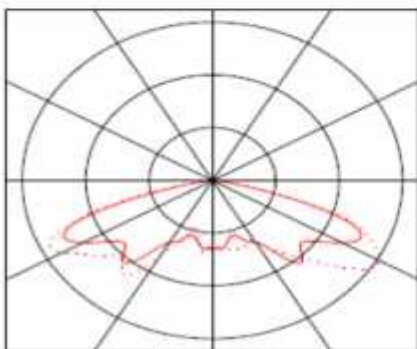
Dati punti luce

Fotometria assoluta	
Rendimento punto luce	93.29 lm/W
Classificazione	A20 ↓ 100.0% ↑ 0.0%
CIE Flux Codes	24 60 96 100 100
Abbagliamento	G*6 / D6
Reattore/Alimentatore	CELL
Potenza	76.5 W
Flusso luminoso	7137 lm

Dimensioni : 585 mm x 565 mm x 650 mm

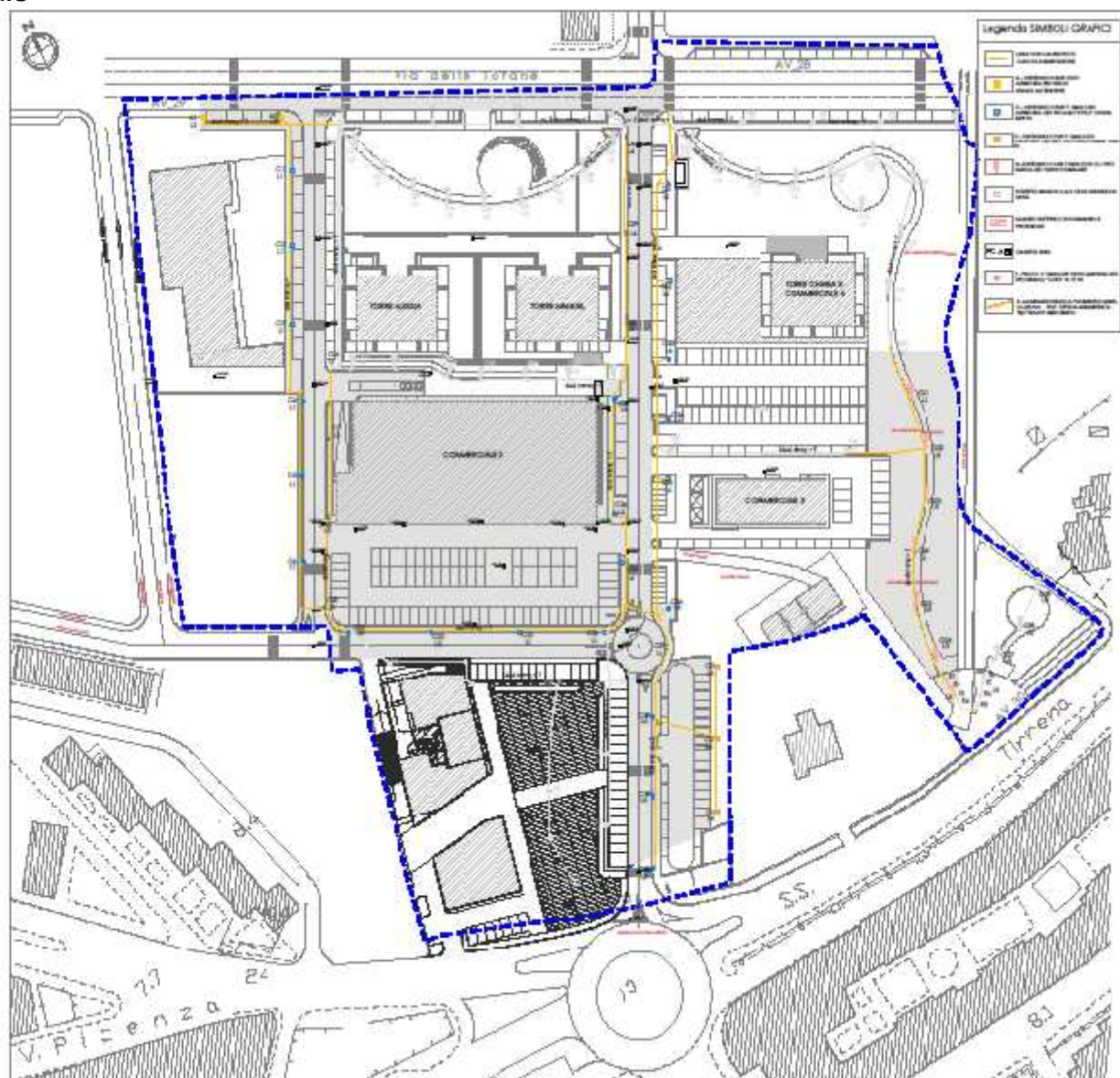
Sorgenti:

Quantità	1
Nome	
Temp. Di Colore	4000K
Resa cromatica	80



2. IMPIANTO ILLUMINAZIONE PUBBLICA

Pianta generale



Planimetria generale comprensorio con individuazione dei punti luce

2.2 Riepilogo, Impianto esterno

2.2.2 Panoramica risultato, Superficie di misurazione 2



Generale

Algoritmo di calcolo utilizzato:

Altezza area di valutazione

Fattore di manut.

Percentuale indiretta media

0.00 m

0.80

Flusso luminoso di tutte le lampade

444676 lm

Potenza totale

3845.6 W

Potenza totale per superficie (41327.66 m²)0.09 W/m²

Illuminamento

Iluminamento medio

Em

20.8 lx

Illuminamento minimo

Emin

10.7 lx

Illuminamento massimo

E_{max}

26 lx

Uniformità Uo

Emin/Em

1:1.94 (0.52)

Uniformità Ud

Emin/Emax

1:2.42 (0.41)

2 36

Codice : 330510-00

Nome punto luce : Disano 3350 16 led CLD CELL anthracite

Sorgenti : 1 x Led fx 3350 16 34.6 W / 2948 lm



Zona classificata come P5

2.2.3 Panoramica risultato, Superficie di misurazione 3

0.09 W/m²

1:32 (0.03)

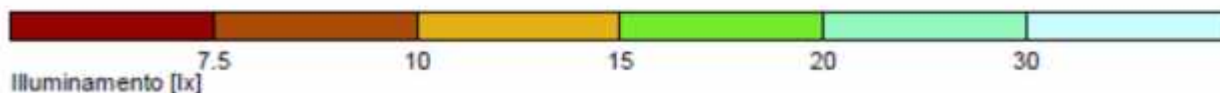
: 1 x Led fx 3350 16 34.6 W / 2948 lm



Zona classificata come P5

2.2 Riepilogo, Impianto esterno

2.2.4 Panoramica risultato, Superficie di misurazione 4



Generale

Algoritmo di calcolo utilizzato:

Altezza area di valutazione

Fattore di manut.

Percentuale indiretta media

0.00 m

0.60

Flusso luminoso di tutte le lampade

444676 lm

Potenza totale

3845.6 W

Potenza totale per superficie (41327.66 m²)

0.09 W/m²

Illuminamento

Illuminamento medio

Em

13.8 lx

Illuminamento minimo

Emin

1.4 lx

Illuminamento massimo

Emax

24.1 lx

Uniformità Uo

Emin/Em

1:10.2 (0.1)

Uniformità Ud

Emin/Emax

1:17.8 (0.06)

2 36



Codice : 330510-00

Nome punto luce : Disano 3350 16 led CLD CELL anthracite

Sorgenti : 1 x Led_fx_3350_16 34.6 W / 2948 lm

Zona classificata come P5

2.2 Riepilogo, Impianto esterno

2.2.5 Panoramica risultato, Superficie di misurazione 5



Generale

Algoritmo di calcolo utilizzato:

Altezza area di valutazione

Fattore di manut.

Percentuale indiretta media

0.00 m

0.80

Flusso luminoso di tutte le lampade

444676 lm

Potenza totale

3845.6 W

Potenza totale per superficie (41327.66 m²)

0.09 W/m²

Illuminamento

Illuminamento medio

Em

16.2 lx

Illuminamento minimo

Emin

0.6 lx

Illuminamento massimo

Emax

59.2 lx

Uniformità Uo

Emin/Em

1:26.8 (0.04)

Uniformità Ud

Emin/Emax

1:98 (0.01)

3

4

Codice

: 330212-00

Nome punto luce

: Disano 3340 12 led CLD CELL sandblasted silver

Sorgenti

: 1 x Luxeonmx530_3340_12 76.5 W / 7137 lm

Zona classificata come P5

5.2.4 - Verifica illuminotecnica strade aperte al transito veicolare ed aree di parcheggio

1.1 AEC ILLUMINAZIONE SRL, STYLO VP 0F3 HPO8L 4.5... (STYLO VP 0F3 HP...)

1.1.1 Pagina dati

Marca: AEC ILLUMINAZIONE SRL

STYLO VP 0F3 HPO8L 4.5-4M

STYLO VP 0F3 HPO8L 4.5-4M

Dati punti luce

Rendimento punto luce : 100%

Rendimento punto luce : 130.92 lm/W

Classificazione : A30 ↓100.0% ↑0.0%

CIE Flux Codes : 40 77 98 100 100

UGR 4H 8H : 38.2 / 25.3

Potenza : 76 W

Flusso luminoso : 9950 lm

Sorgenti:

Quantità : 1

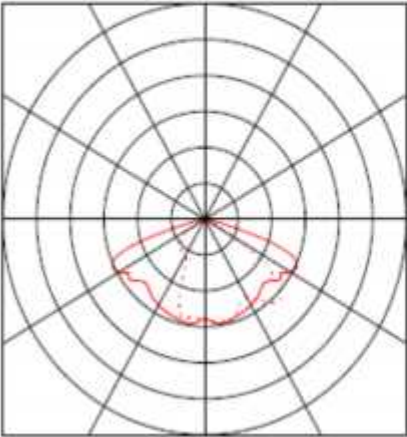
Nome :

Temp. Di Colore : 4000

Flusso luminoso : 9950 lm

Resa cromatica : 70

Dimensioni : 1228 mm x 250 mm x 107 mm



1.2 AEC ILLUMINAZIONE SRL, STYLO VP 0F2H1 STU-M 4... (STYLO VP 0F2H1 ...)

1.2.1 Pagina dati

Marca: AEC ILLUMINAZIONE SRL

STYLO VP 0F2H1 STU-M 4.7-3M

STYLO VP 0F2H1 STU-M 4.7-3M

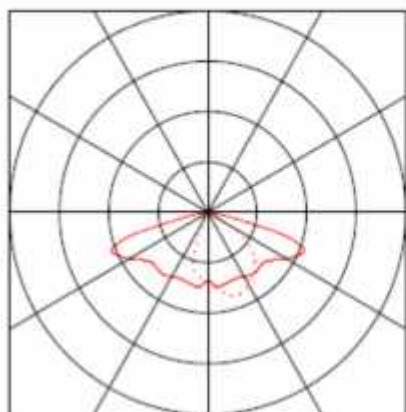
Dati punti luce

Rendimento punto luce : 100%
Rendimento punto luce : 121.21 lm/W
Classificazione : A30 ↓ 100.0% ↑ 0.0%
CIE Flux Codes : 39 71 97 100 100
UGR 4H 8H : 41.5 / 18.0
Potenza : 58 W
Flusso luminoso : 7030 lm

Sorgenti:

Quantità : 1
Nome :
Temp. Di Colore : 4000
Flusso luminoso : 7030 lm
Resa cromatica : 70

Dimensioni : 1228 mm x 250 mm x 107 mm



1.3 AEC ILLUMINAZIONE SRL, STYLO VP 0F2H1 HPO0M 4... (STYLO VP 0F2H1 ...)

1.3.1 Pagina dati

Marca: AEC ILLUMINAZIONE SRL

STYLO VP 0F2H1 HPO0M 4.7-4M

STYLO VP 0F2H1 HPO0M 4.7-4M

Dati punti luce

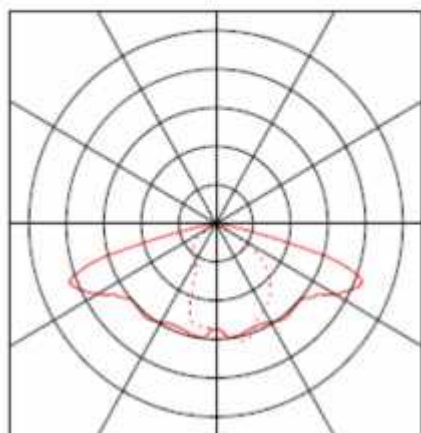
Rendimento punto luce : 100%
Rendimento punto luce : 118.29 lm/W
Classificazione : A30 ↓100.0% ↑0.0%
CIE Flux Codes : 39 71 97 100 100
UGR 4H 8H : 40.2 / 24.4
Potenza : 76 W
Flusso luminoso : 8990 lm

Sorgenti:

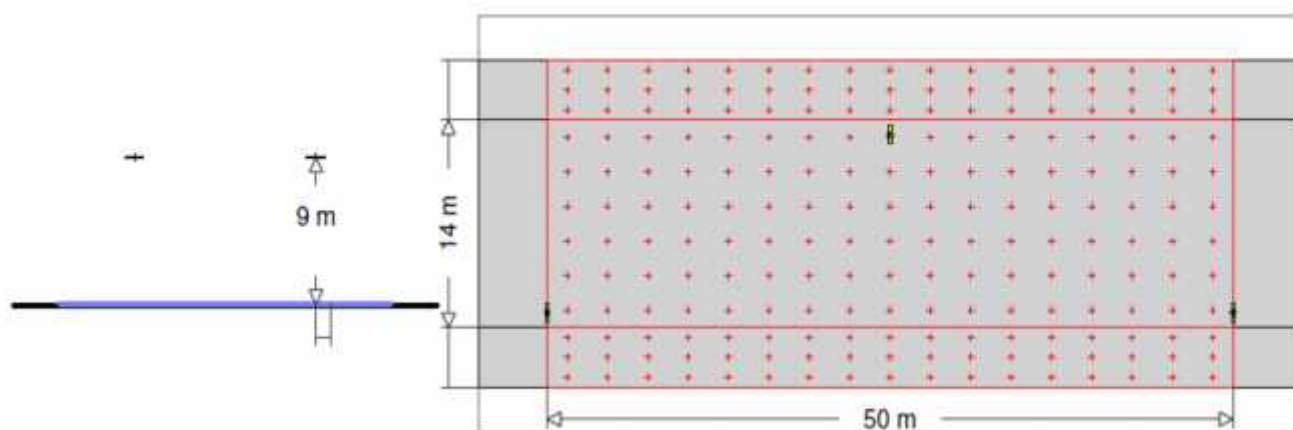
Quantità : 1
Nome :

Temp. Di Colore : 4000
Flusso luminoso : 8990 lm
Resa cromatica : 70

Dimensioni : 1228 mm x 250 mm x 107 mm



A - Tratto stradale tipo



AEC ILLUMINAZIONE SRL

3
Codice : STYLO VP 0F2H1 HPO0M 4.7-4M
Nome punto luce : STYLO VP 0F2H1 HPO0M 4.7-4M
Sorgenti : 1 x L-STY-0F2H1-4000-700-4M-70-25 76 W / 8990 lm

MyLumRow

Posizionamento	: Ambo i lati alternanti	Fattore di manut.	: 0.80
Distanza armature	: 50.00 m	Altezza (centro fotom.)	: 9.00 m
Sporgenza	: 1.00 m	Inclinazione	: 0.00 °
Posizione assoluta	: 1.00 m	Classe di abbaglia.	: D3
Potenza/Km	: 3040 W/km	Classe intensità lum.	: G*3

Strada

Larghezza	: 14.00 m	Corsie	: 2
Superficie	: CIE C2, q0=0.07	Superficie (bagnata)	: -none-, q0=0.1



Luminanza

Area di calcolo: 50m x 14m (17 x 6 Punti)

Osservatore

2 : x=-60.00m, y=10.50m, z=1.50m

1 : x=-60.00m, y=3.50m, z=1.50m

Lane	\bar{E}_m	U_o	U_l	T_l	Re_l
2:(y=10.50)	0.94 cd/m ²	0.47	0.60	11	0.40
1:(y=3.50)	0.94 cd/m ²	0.50	0.60	11	0.40
M4	≥ 0.75 cd/m ²	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.30

Illuminamento

Area di calcolo: 50m x 14m (17 x 6 Punti)

\bar{E}_m	E_{min}	U_o	U_d
13.3 lx	5.93 lx	0.45	0.21

Zona limite (Marciapiede, Sinistra)

Larghezza	: 4.00 m	Posizione assoluta	: 14.00 m
Distanza dalla strada	: 0.00 m		



Illuminamento

Area di calcolo: 50m x 4m (17 x 3 Punti)

	\bar{E}_m	E_{min}	U_o	U_d
	7.22 lx	1.95 lx	0.27	0.08
P4	≥ 5.00 lx	≥ 1.00 lx		

Zona limite (Marciapiede, Destra)

Larghezza : 4.00 m

Distanza dalla strada : 0.00 m

Posizione assoluta

: -0.00 m

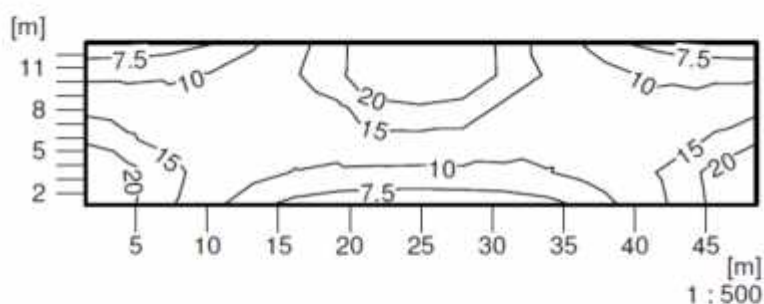


Illuminamento

Area di calcolo: 50m x 4m (17 x 3 Punti)

	\bar{E}_m	E_{min}	U_o	U_d
	7.29 lx	1.95 lx	0.27	0.08
P4	≥ 5.00 lx	≥ 1.00 lx		

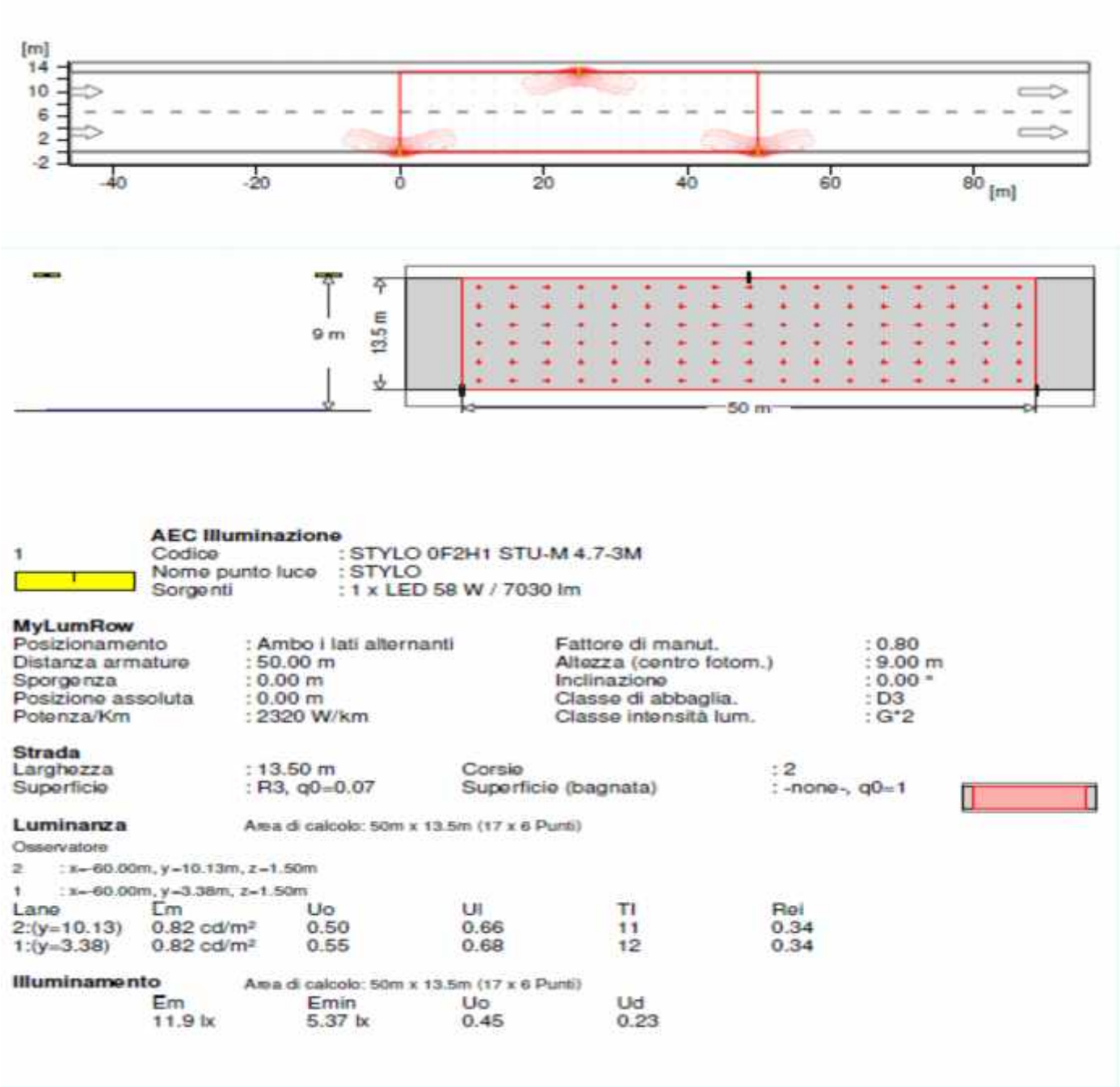
Rappresentazione isolinee, Strada (E orizzontale)



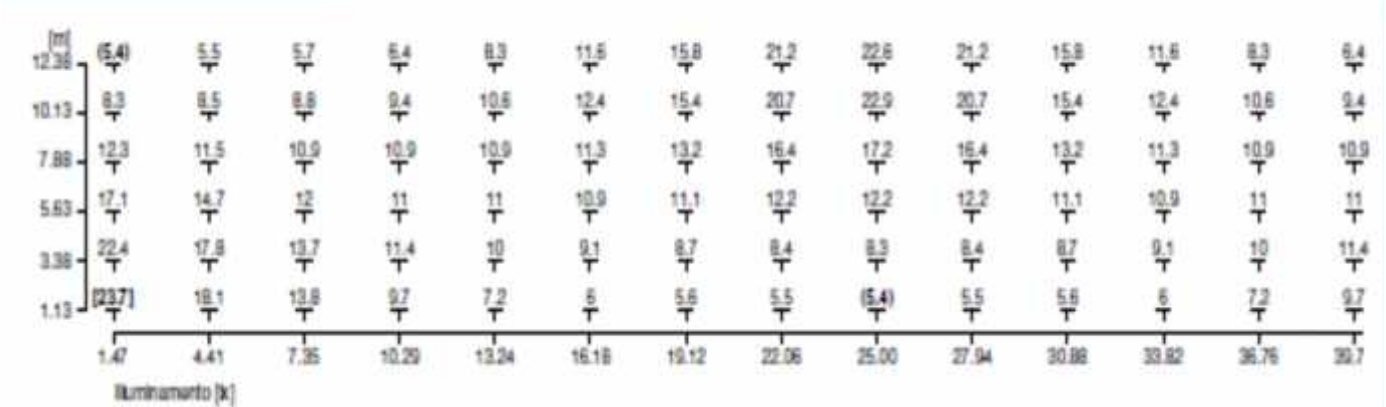
Illuminamento [lx]

Altezza del piano di riferimento		: 0.00 m
Illuminamento medio	\bar{E}_m	: 13.3 lx
Illuminamento minimo	E_{min}	: 5.9 lx
Illuminamento massimo	E_{max}	: 27.9 lx
Uniformità U_o	min/media	: 1 : 2.24 (0.45)
Uniformità U_d	min/max	: 1 : 4.71 (0.21)

B - Area Parcheggio identificata in planimetria generale come P2



Tabella, Strada (Luminanza)





Parco1

Altezza del piano di riferimento	: 0.00 m
Illuminamento medio	: 11.9 lx
Illuminamento minimo	: 5.4 lx
Illuminamento massimo	: 23.7 lx
Uniformità Uo	min/media : 1 : 2.22 (0.45)
Uniformità Ud	min/max : 1 : 4.41 (0.23)

5.7	5.5	(5.4)	
8.8	8.5	8.3	
10.9	11.5	12.3	
12	14.7	17.1	
13.7	17.8	22.4	
13.8	18.1	(23.7)	
11	42.65	45.59	48.53 [m]



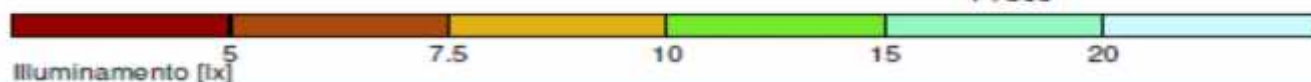
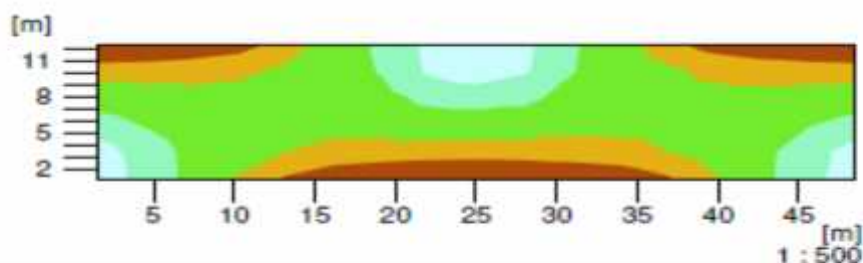
Tabella, Strada (Luminanza)

12.38	1.13	1.2	1.19	1.09	1.04	1.05	0.98	0.91	0.79	0.74	0.63	0.57	0.55	0.6
10.13	0.85	0.91	0.94	0.91	0.88	0.85	0.88	0.88	0.83	0.8	0.68	0.64	0.64	0.62
7.88	0.7	0.72	0.72	0.71	0.71	0.69	0.7	0.77	0.77	0.79	0.71	0.67	0.67	0.65
5.63	0.76	0.74	0.7	0.72	0.74	0.75	0.70	0.82	0.84	0.87	0.85	0.82	0.78	0.71
3.38	0.8	0.73	0.69	0.73	0.82	0.94	1.06	1.14	1.22	(1.28)	1.26	1.13	1.02	0.93
1.13	0.74	0.6	0.49	0.43	(0.41)	0.45	0.58	0.73	0.91	1.08	1.17	1.14	1.06	1.05
	1.47	4.41	7.35	10.29	13.24	16.18	19.12	22.06	25.00	27.94	30.88	33.82	36.75	39.7



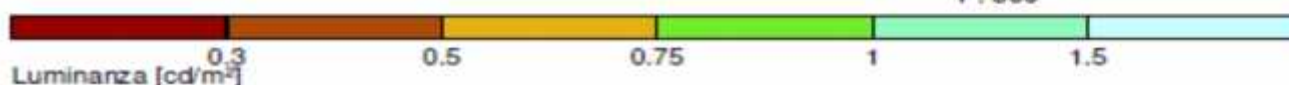
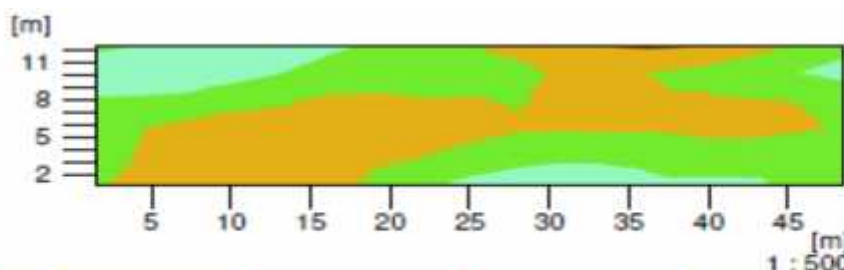
Posizione osservatore 1	: x = -60, y = 3.37, z = 1.5 (dx = 61.47)
Luminanza media	Lm : 0.82 cd/m ²
Luminanza minima	Lmin : 0.46 cd/m ²
Uniformità totale Uo	Lmin/Lm : 0.55
Uniformità longitudinale Ul	Lmin/Lmax : 0.68
Aumento della soglia di percezione	Tl : 12 %
Uniformità Uo	min/media : 1 : 1.81 (0.55)
Uniformità Ud	min/max : 1 : 3.1 (0.32)

0.61	0.78	0.95
0.94	1	1.08
0.73	0.75	0.79
0.69	0.73	0.77
0.86	0.86	0.86
1.04	0.92	0.89
42.55	45.59	48.53



Altezza del piano di riferimento
Illuminamento medio
Illuminamento minimo
Illuminamento massimo
Uniformità U₀
Uniformità U_d

Em : 0.00 m
E_m : 11.9 lx
E_{min} : 5.4 lx
E_{max} : 23.7 lx
min/media : 1 : 2.22 (0.45)
min/max : 1 : 4.41 (0.23)

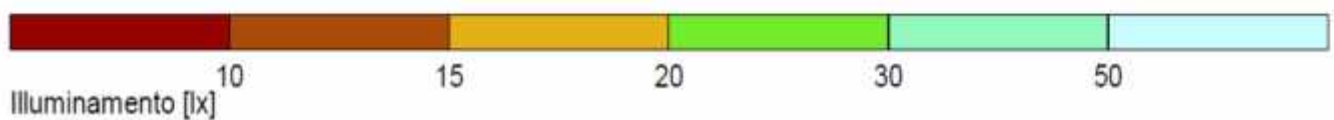


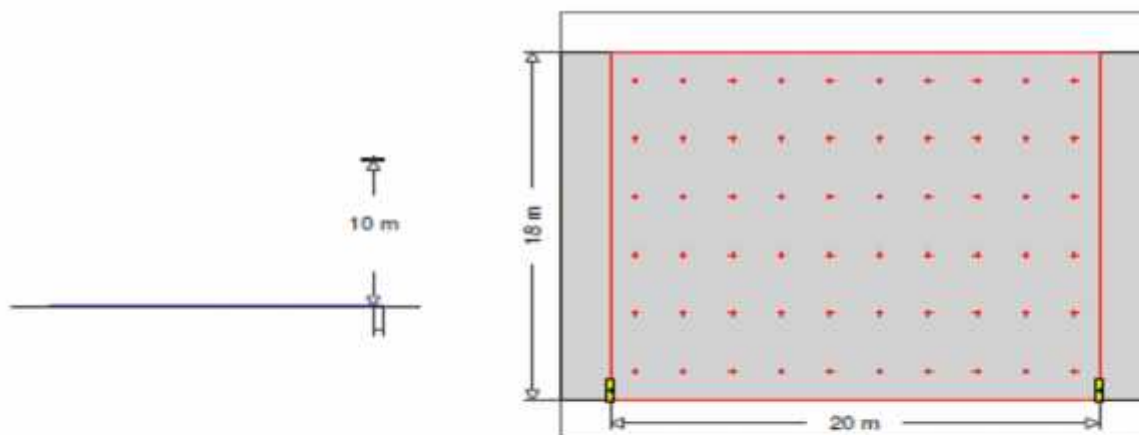
Posizione osservatore 1
Luminanza media
Luminanza minima
Uniformità totale U₀
Uniformità longitudinale U_l
Aumento della soglia di percezione

L_m : x = -60, y = 3.37, z = 1.5 (dx = 61.47)
L_{min} : 0.82 cd/m²
L_{min} : 0.46 cd/m²
L_{min}/L_m : 0.55
L_{min}/L_{max} : 0.68
TI : 12 %

Uniformità U₀
Uniformità U_d

min/media : 1 : 1.81 (0.55)
min/max : 1 : 3.1 (0.32)





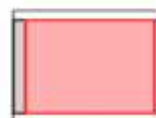
AEC Illuminazione
 2 Codice : STYLO 0F2H1 STU-M 4.5-5M
 Nome punto luce : STYLO
 Sorgenti : 1 x LED 72 W / 9430 lm

MyLumRow

Posizionamento	: Fila a destra	Fattore di manut.	: 0.80
Distanza armature	: 20.00 m	Altezza (centro fotom.)	: 10.00 m
Sporgenza	: 0.50 m	Inclinazione	: 0.00 °
Posizione assoluta	: 0.50 m	Classe di abbaglia.	: D3
Potenza/Km	: 3600 W/km	Classe intensità lum.	: G*2

Strada

Larghezza	: 18.00 m	Corsie	: 2
Superficie	: R3, q0=0.07	Superficie (bagnata)	: -none-, q0=1



Luminanza

Area di calcolo: 20m x 18m (10 x 6 Punti)

Osservatore

2 : x=-60.00m, y=13.50m, z=1.50m

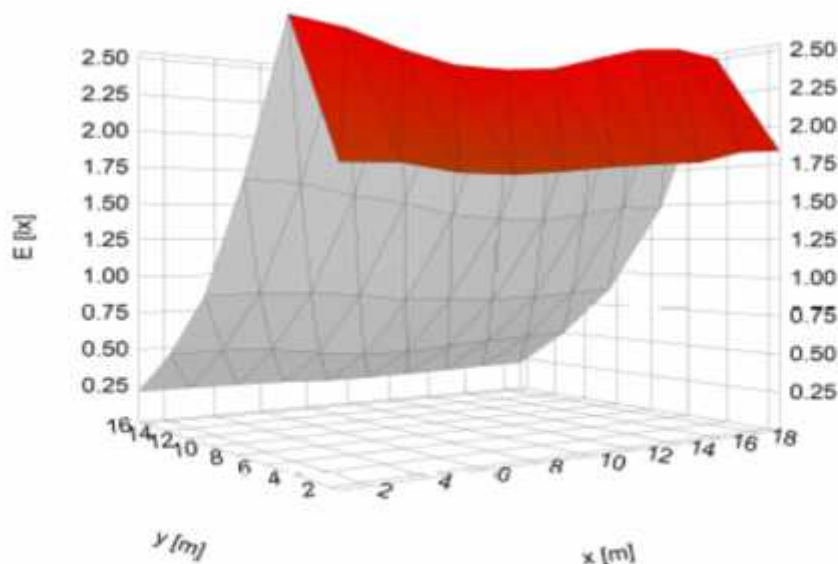
1 : x=-60.00m, y=4.50m, z=1.50m

Lane	Em	Uo	Ui	Ti	Rel
2:(y=13.50)	1.19 cd/m ²	0.16	0.83	3	0.08
1:(y=4.50)	1.04 cd/m ²	0.16	0.88	12	0.32

Illuminamento

Area di calcolo: 20m x 18m (10 x 6 Punti)

Em	Emin	Uo	Ud
16.0 lx	3.37 lx	0.21	0.11



6 – CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO DELLE LINEE ELETTRICHE

6.1 Calcolo delle cadute di tensione

Una eccessiva caduta di tensione determina elevate perdite di energia attraverso i cavi pregiudicando l'efficienza dell'impianto. È necessario quindi non superare il 4% della tensione nominale.

Il valore della caduta di tensione è dato dalla seguente formula:

$$\Delta U = k * I_n * L * (R * \cos\phi + X * \sin\phi)$$

dove:

- I_n : corrente nominale
- k : 2 per circuiti monofase , 1,73 per circuiti trifase
- L : lunghezza della linea
- R : resistenza del cavo
- X : reattanza del cavo
- ϕ : sfasamento

Nel caso presente si avrà:

$$\Delta U = 1,73 * I_n * \rho * L / S \text{ con } \rho = \rho_{20} [1 + \alpha (T - 20)]$$

dove:

- $\rho_{20} = 0,01725 \Omega * \text{mm}^2 / \text{m}$
- L : lunghezza del cavo nel tratto considerato in [m]
- S : sezione del cavo [mm^2]
- I_n : corrente nominale
- $\alpha = 4000 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

Nel rispetto delle tabelle CEI-UNEL 35364, 35747 e 35756 le cadute di tensione saranno inferiori al 4%;

6.2 Portata dei cavi in regime permanente

La sezione dei cavi per il cablaggio nelle varie sezioni di impianto sono tali da assicurare una durata soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati e in condizioni ordinarie di esercizio.

La verifica per sovraccarico è stata eseguita utilizzando le seguenti relazioni:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \text{ e } I_f \leq 1,45 * I_Z$$

dove:

- I_B : corrente di impiego
- I_N : corrente nominale dell'interruttore
- I_Z : portata del cavo
- I_f : corrente convenzionale che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione

6.3 Coordinamento delle Protezioni

6.3.1 Protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti, ovvero contro il contatto delle persone con parti dell'impianto normalmente in tensione, sarà garantita mediante l'utilizzo di cassette o involucri (apribili solo mediante attrezzo) tali da proteggere le parti attive dei circuiti quali morsetti di collegamento, giunzioni, derivazioni, etc.. Gli involucri, le cassette o le barriere utilizzate, quando costruite in metallo, sono collegate all'impianto di terra generale.

6.3.2 Protezione contro i contatti indiretti

La protezione delle persone contro il contatto indiretto accidentale con parti dell'impianto normalmente non in tensione, appunto i contatti indiretti, sarà garantita dal coordinamento delle protezioni poste a monte di ogni linea elettrica (realizzabile con interruttore del tipo automatico magnetotermico o interruttore differenziale), con il valore della resistenza dell'impianto di terra, trattandosi di Sistema TT, con fornitura in

bassa tensione. Il corretto coordinamento delle protezioni è dato dal rapporto seguente:

- $50 / I_d < R_t$
- dove:
- 50 = tensione di contatto massima ammessa dalla Normativa espressa in Volt
- R_t = resistenza globale dell'impianto di terra, espressa in Ohm
- I_d = valore della corrente di intervento delle protezioni poste a monte entro il tempo 0,4 secondi (corrente differenziale).

6.3.3 Protezione contro i cortocircuiti e le sovracorrenti

La protezione delle condutture contro il cortocircuito, sarà garantita dalle apparecchiature di protezione poste a monte di ogni circuito, che possiedono un Potere di Interruzione nominale (P_n) superiore al valore di corrente di cortocircuito presunta sul punto di installazione, che trattandosi di impianto con fornitura in BT, è come previsto dalle Norme, non superiore a 6000 A (sistema trifase).

La protezione contro le sovracorrenti che si fossero verificate in ogni punto delle condutture, sono affidate alle apparecchiature automatiche magnetotermiche installate a monte di ogni circuito, scelte in funzione della seguente relazione:

- $I_2 t > K^2 S^2$
- dove:
- $I_2 t$ = energia specifica lasciata passare dall'interruttore di protezione
- $K^2 S^2$ = energia specifica sopportata dal conduttore, dove $K = 115$ per isolamento in PVC, 135 per isolamento in gomma e 143 per il butile, mentre S è la sezione dei conduttori.

6.3.4 Protezioni contro i sovraccarichi

Le condutture saranno protette dai sovraccarichi, mediante l'utilizzo di apparecchiature di tipo automatico magnetotermico, poste a monte di ogni linea e coordinate secondo le seguenti due relazioni:

- $I_b \leq I_n \leq I_z$
- $I_f \leq 1,45 \cdot I_z$
- dove:
- I_b = corrente di impiego del circuito;
- I_z = portata in regime permanente della conduttura
- I_n = corrente nominale del circuito di protezione
- I_f = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

6.3.5 calcoli di dimensionamento delle linee

Progetto: Illuminazione Pubblica Comparto CR 28 - n.

Dati Impianto

Tensione [V] : 400/230
Sistema di distribuzione : TT
Norma di calcolo : CEI 64-8
Norma posa cavi : CEI UNEL 35024

Alimentazione in BT

Corrente di corto circuito presunta nel punto di consegna		
Corrente di corto circuito trifase :	6,00	
Corrente di corto circuito monofase :	3,00	
Contributo motori alla corrente di C.to C.to	Potenza motori	Coefficiente motori

Progetto: Illuminazione Pubblica Comparto CR 28 - n.

Quadro: Q1 - Q.E.G. Pubblica Illuminazione -

Dati Impianto

Tensione [V]: 400/230
Sistema di distribuzione: TT
P.I. secondo norma: CEI EN 60898 - ICU

Q1 - Q.E.G. Pubblica Illuminazione - Linea: 1 - Generale Illuminazione CR 28

Nuovo Btdin 250 caratt. "C" + modulo diff. tipo "AC" - 4 Poli 6 Moduli

Articolo FV84C25 + G45AC32
Corrente regolata Ir [A] 1 * 25
Intervento magnetico Im [A] 225,00
Ritardo magnetico [S] 0,01
Corrente diff. [A] 0,50
Ritardo diff. [s] 0,00
Fasi della linea L1L2L3N

Backup NO
Potere di interruzione 15,00
PI in backup
Selettività

	Rete	Gruppo
Icc 3F max inizio linea [kA]	5,09	0,00
Icc F/N min fine linea [kA]	2,44	0,00
Icc F/PE min fine linea [kA]	0,00	0,00

	Generale Illuminazione CR 28
Tipo di carico	
Potenza nominale 1 // 2,5	10,10 kW
Coef. Ku/Kc	0,81/1
Potenza effettiva 5,09	8,22
Corrente d'impiego Ib [A]	13,21
Cos(Φ)	0,90
Rendimento	1,00
Armoniche	TH<=15%
Lunghezza [m]	1,00
Sezione di fase	1 // 2,5
Sezione di N / PEN	1 // 2,5
Sezione di PE	1 // 2,5
Materiale e isolante	CU / PVC
Tipo cavo	Unipolare con guaina
N° di circuiti / N° di passerelle	1 / 1
K gruppo	1,00
K temperatura	1,00
K utente	1,00
c.d.t. effettiva/totale %	0,06 / 0,06

Q1 - Q.E.G. Pubblica Illuminazione - Linea: 2 - Generale linea L1

Nuovo Btdin 60 caratt. "C" + modulo diff. tipo "A" - 4 Poli 6 Moduli

Articolo FN84C6 + G43A32
Corrente regolata Ir [A] 1 * 6
Intervento magnetico Im [A] 54,00
Ritardo magnetico [S] 0,01
Corrente diff. [A] 0,03
Ritardo diff. [s] 0,00
Fasi della linea L1L2L3N

Backup NO
Potere di interruzione 6,00
PI in backup
Selettività 0,187

	Rete	Gruppo
Icc 3F max inizio linea [kA]	4,89	0,00
Icc F/N min fine linea [kA]	2,10	0,00
Icc F/PE min fine linea [kA]	0,00	0,00

	Generale linea L1
Tipo di carico	
Potenza nominale	1,50 kW
Coef. Ku/Kc	0,8/1
Potenza effettiva 4,89	1,20
Corrente d'impiego Ib [A]	1,93
Cos(Φ)	0,90
Rendimento	1,00
Armoniche	TH<=15%
Lunghezza [m]	
Sezione di fase	
Sezione di N / PEN	
Sezione di PE	
Materiale e isolante	
Tipo cavo	
N° di circuiti / N° di passerelle	0 /
K gruppo	0,00
K temperatura	0,00
K utente	0,00
c.d.t. effettiva/totale %	

Q1 - Q.E.G. Pubblica Illuminazione - Linea: 3 - Contattore attivazione linea

Articolo	FM2A4N230M		Tipo di carico	Contattore attivazione linea
Corrente regolata Ir [A]	1 * 16		Potenza nominale 1 / 4	1,50 kW
Intervento magnetico Im [A]	0,00		Coeff. Ku/Kc	0,8/1
Ritardo magnetico [S]			Potenza effettiva 4,20	1,20
Corrente diff. [A]			Corrente d'impiego Ib [A]	1,93
Ritardo diff. [s]			Cos(φ)	0,90
Fasi della linea	L1L2L3N		Rendimento	1,00
Backup	NO		Armoniche	TH<=15%
Potere di Interruzione	0,00		Lunghezza [m]	420,00
PI in backup			Sezione di fase	1 / 4
Selettività			Sezione di N / PEN	1 / 4
			Sezione di PE	1 / 4
	Rete	Gruppo	Materiale e isolante	CU / EPR
Ioc 3F max inizio linea [kA]	4,20	0,00	Tipo cavo	Multipolare
Ioc FIN min fine linea [kA]	0,04	0,00	N° di circuiti / N° di passerele	1 / 0
Ioc FPE min fine linea [kA]	0,00	0,00	K gruppo	1,00
			K temperatura	0,93
			K utente	1,00
			c.d.t. effettiva totale %	1,94 / 2,01

Q1 - Q.E.G. Pubblica Illuminazione - Linea: 4 - Generale linea L2 V. Delle Tofane

Nuovo Btdn 60 ceratt. "C" + modulo diff. Epi "A" - 4 Poli 6 Moduli

Articolo	FN54C6 + G43A32		Tipo di carico	Generale linea L2 V. Delle Tofane
Corrente regolata Ir [A]	1 * 6		Potenza nominale	3,20 kW
Intervento magnetico Im [A]	54,00		Coeff. Ku/Kc	0,8/1
Ritardo magnetico [S]	0,01		Potenza effettiva 4,89	2,88
Corrente diff. [A]	0,03		Corrente d'impiego Ib [A]	4,62
Ritardo diff. [s]	0,00		Cos(φ)	0,90
Fasi della linea	L1L2L3N		Rendimento	1,00
Backup	NO		Armoniche	TH<=15%
Potere di Interruzione	6,00		Lunghezza [m]	
PI in backup			Sezione di fase	
Selettività	0,187		Sezione di N / PEN	
	Rete	Gruppo	Sezione di PE	
Ioc 3F max inizio linea [kA]	4,89	0,00	Materiale e isolante	
Ioc FIN min fine linea [kA]	2,10	0,00	Tipo cavo	
Ioc FPE min fine linea [kA]	0,00	0,00	N° di circuiti / N° di passerele	0 /
			K gruppo	0,00
			K temperatura	0,00
			K utente	0,00
			c.d.t. effettiva totale %	

Q1 - Q.E.G. Pubblica Illuminazione - Linea: 5 - Contattore attivazione linea

Articolo	FM2A4N230M		Tipo di carico	Contattore attivazione linea
Corrente regolata Ir [A]	1 * 16		Potenza nominale 1 / 4	3,20 kW
Intervento magnetico Im [A]	0,00		Coeff. Ku/Kc	0,8/1
Ritardo magnetico [S]			Potenza effettiva 4,20	2,88
Corrente diff. [A]			Corrente d'impiego Ib [A]	4,62
Ritardo diff. [s]			Cos(φ)	0,90
Fasi della linea	L1L2L3N		Rendimento	1,00
Backup	NO		Armoniche	TH<=15%
Potere di Interruzione	0,00		Lunghezza [m]	150,00
PI in backup			Sezione di fase	1 / 4
Selettività			Sezione di N / PEN	1 / 4
	Rete	Gruppo	Sezione di PE	1 / 4
Ioc 3F max inizio linea [kA]	4,20	0,00	Materiale e isolante	CU / EPR
Ioc FIN min fine linea [kA]	0,12	0,00	Tipo cavo	Multipolare
Ioc FPE min fine linea [kA]	0,00	0,00	N° di circuiti / N° di passerele	1 / 0
			K gruppo	1,00
			K temperatura	0,93
			K utente	1,00
			c.d.t. effettiva totale %	1,67 / 1,74

Q1 - Q.E.G. Pubblica Illuminazione - Linea: 6 - Generale linea L3

Nuovo Btdn 60 caratt. "C" + modulo diff. tipo "A" - 4 Poli 6 Moduli

Articolo	FN84C6 + G43A32		Tipo di carico	Generale linea L3
Corrente regolata Ir [A]	1 * 6		Potenza nominale	1,20 kW
Intervento magnetico Im [A]	54,00		Coeff. KufKic	0,75/1
Ritardo magnetico [S]	0,01		Potenza effettiva 4,69	0,90
Corrente diff. [A]	0,03		Corrente d'impiego Ib [A]	1,45
Ritardo diff. [s]	0,00		Cos(φ)	0,90
Fasi della linea	L1L2L3N		Rendimento	1,00
Backup	NO		Armoniche	TH<15%
Potere di interruzione	6,00		Lunghezza [m]	
PI in backup			Sezione di fase	
Selettività	0,167		Sezione di N / PEN	
	Rate	Gruppo	Sezione di PE	
Ioc 3F max inizio linea [kA]	4,89	0,00	Materiale e isolante	
Ioc FIN min fine linea [kA]	2,10	0,00	Tipo cavo	
Ioc FIPE min fine linea [kA]	0,00	0,00	N° di circuiti / N° di passerelle	0 /
			K gruppo	0,00
			K temperatura	0,00
			K utente	0,00
			c.d.t. effettiva totale %	

Q1 - Q.E.G. Pubblica Illuminazione - Linea: 7 - Contattore attivazione linea

Articolo	FM2A4N230M		Tipo di carico	Contattore attivazione linea
Corrente regolata Ir [A]	1 * 16		Potenza nominale 1 / 4	1,20 kW
Intervento magnetico Im [A]	0,00		Coeff. KufKic	0,75/1
Ritardo magnetico [S]			Potenza effettiva 4,20	0,90
Corrente diff. [A]			Corrente d'impiego Ib [A]	1,45
Ritardo diff. [s]			Cos(φ)	0,90
Fasi della linea	L1L2L3N		Rendimento	1,00
Backup	NO		Armoniche	TH<15%
Potere di interruzione	0,00		Lunghezza [m]	370,00
PI in backup			Sezione di fase	1 / 4
Selettività			Sezione di N / PEN	1 / 4
	Rate	Gruppo	Sezione di PE	1 / 4
Ioc 3F max inizio linea [kA]	4,20	0,00	Materiale e isolante	CU / EPR
Ioc FIN min fine linea [kA]	0,05	0,00	Tipo cavo	Multipolare
Ioc FIPE min fine linea [kA]	0,00	0,00	N° di circuiti / N° di passerelle	1 / 0
			K gruppo	1,00
			K temperatura	0,03
			K utente	1,00
			c.d.t. effettiva totale %	1,28 / 1,35

Q1 - Q.E.G. Pubblica Illuminazione - Linea: 8 - Generale linea L4

Nuovo Btdn 60 caratt. "C" + modulo diff. tipo "A" - 4 Poli 6 Moduli

Articolo	FN84C6 + G43A32		Tipo di carico	Generale linea L4
Corrente regolata Ir [A]	1 * 6		Potenza nominale	1,20 kW
Intervento magnetico Im [A]	54,00		Coeff. KufKic	0,7/1
Ritardo magnetico [S]	0,01		Potenza effettiva 4,69	0,84
Corrente diff. [A]	0,03		Corrente d'impiego Ib [A]	1,35
Ritardo diff. [s]	0,00		Cos(φ)	0,90
Fasi della linea	L1L2L3N		Rendimento	1,00
Backup	NO		Armoniche	TH<15%
Potere di interruzione	6,00		Lunghezza [m]	
PI in backup			Sezione di fase	
Selettività	0,167		Sezione di N / PEN	
	Rate	Gruppo	Sezione di PE	
Ioc 3F max inizio linea [kA]	4,89	0,00	Materiale e isolante	
Ioc FIN min fine linea [kA]	2,10	0,00	Tipo cavo	
Ioc FIPE min fine linea [kA]	0,00	0,00	N° di circuiti / N° di passerelle	0 /
			K gruppo	0,00
			K temperatura	0,00
			K utente	0,00
			c.d.t. effettiva totale %	

Q1 - Q.E.G. Pubblica Illuminazione - Linea: 9 - Contattore attivazione linea

Articolo	FM2A4N230M	Tipo di carico	Contattore attivazione linea
Corrente regolata Ir [A]	1 * 16	Potenza nominale 1 / 4	1,20 kW
Intervento magnetico Im [A]	0,00	Coeff. Kuf/Kc	0,7/1
Ritardo magnetico [S]		Potenza effettiva 4,20	0,84
Corrente diff. [A]		Corrente d'impiego Ib [A]	1,95
Ritardo diff. [s]		Cos(φ)	0,90
Fasi della linea	L1L2L3N	Rendimento	1,00
Backup	NO	Armoniche	TH<15%
Potere di interruzione	0,00	Lunghezza [m]	220,00
PI in backup		Sezione di fase	1 / 4
Selettività		Sezione di N / PEN	1 / 4
		Sezione di PE	1 / 4
		Materiale e isolante	CU / EPR
loc 3F max inizio linea [kA]	Rate 4,20 Gruppo 0,00	Tipo cavo	Multipolare
loc FN min fine linea [kA]	0,08 0,00	N° di circuiti / N° di passerele	1 / 0
loc FPE min fine linea [kA]	0,00 0,00	K gruppo	1,00
		K temperatura	0,93
		K utente	1,00
		c.d.t. effettiva totale %	0,71 / 0,77

Q1 - Q.E.G. Pubblica Illuminazione - Linea: 10 - Generale linea L5

Nuovo Btdn 60 caratt. "C" + modulo diff. tipo "A" - 4 Poli 6 Moduli

Articolo	FN64C6 + G43A32	Tipo di carico	Generale linea L5
Corrente regolata Ir [A]	1 * 6	Potenza nominale	1,50 kW
Intervento magnetico Im [A]	54,00	Coeff. Kuf/Kc	0,8/1
Ritardo magnetico [S]	0,01	Potenza effettiva 4,80	1,20
Corrente diff. [A]	0,03	Corrente d'impiego Ib [A]	1,93
Ritardo diff. [s]	0,00	Cos(φ)	0,90
Fasi della linea	L1L2L3N	Rendimento	1,00
Backup	NO	Armoniche	TH<15%
Potere di interruzione	0,00	Lunghezza [m]	
PI in backup		Sezione di fase	
Selettività	0,187	Sezione di N / PEN	
		Sezione di PE	
		Materiale e isolante	
loc 3F max inizio linea [kA]	Rate 4,89 Gruppo 0,00	Tipo cavo	
loc FN min fine linea [kA]	2,10 0,00	N° di circuiti / N° di passerele	0 /
loc FPE min fine linea [kA]	0,00 0,00	K gruppo	0,00
		K temperatura	0,00
		K utente	0,00
		c.d.t. effettiva totale %	

Q1 - Q.E.G. Pubblica Illuminazione - Linea: 11 - Contattore attivazione linea

Articolo	FM2A4N230M	Tipo di carico	Contattore attivazione linea
Corrente regolata Ir [A]	1 * 16	Potenza nominale 1 / 2,5	1,50 kW
Intervento magnetico Im [A]	0,00	Coeff. Kuf/Kc	0,8/1
Ritardo magnetico [S]		Potenza effettiva 4,20	1,20
Corrente diff. [A]		Corrente d'impiego Ib [A]	1,93
Ritardo diff. [s]		Cos(φ)	0,90
Fasi della linea	L1L2L3N	Rendimento	1,00
Backup	NO	Armoniche	TH<15%
Potere di interruzione	0,00	Lunghezza [m]	270,00
PI in backup		Sezione di fase	1 / 2,5
Selettività		Sezione di N / PEN	1 / 2,5
		Sezione di PE	1 / 2,5
		Materiale e isolante	CU / EPR
loc 3F max inizio linea [kA]	Rate 4,20 Gruppo 0,00	Tipo cavo	Multipolare
loc FN min fine linea [kA]	0,04 0,00	N° di circuiti / N° di passerele	1 / 0
loc FPE min fine linea [kA]	0,00 0,00	K gruppo	1,00
		K temperatura	0,93
		K utente	1,00
		c.d.t. effettiva totale %	2 / 2,07

Q1 - G.E.G. Pubblica Illuminazione - Linea: 12 - Generale linea L8

Nuovo Btdn 60 caratt. "C" + modulo diff. tipo "A" - 4 Poli 6 Moduli

Articolo	FN84C6 + G4SA32	
Corrente regolata Ir [A]	1 * 6	
Intervento magnetico Im [A]	54,00	
Ritardo magnetico [S]	0,01	
Corrente diff. [A]	0,03	
Ritardo diff. [s]	0,00	
Fasi della linea	L1L2L3N	
Backup	NO	
Potere di interruzione	6,00	
PI in backup		
Selettività	0,167	

	Rate	Gruppo
loc 3F max inizio linea [kA]	4,89	0,00
loc F/N min fine linea [kA]	2,10	0,00
loc F/PE min fine linea [kA]	0,00	0,00

Tipo di carico	Generale linea L8
Potenza nominale	1,50 kW
Coeff. K _u K _u C	0,8/1
Potenza effettiva 4,60	1,20
Corrente d'impiego Ib [A]	1,93
cos(φ)	0,90
Rendimento	1,00
Armoniche	TH<=15%
Lunghezza [m]	
Sezione di fase	
Sezione di N / PEN	
Sezione di PE	
Materiale e isolante	
Tipo cavo	
N° di circuiti / N° di passerelle	0 /
K gruppo	0,00
K temperatura	0,00
K utente	0,00
c.d.t. effettiva totale %	

Q1 - G.E.G. Pubblica Illuminazione - Linea: 13 - Contatore attivazione linea

Articolo	FM2A4N230M	
Corrente regolata Ir [A]	1 * 16	
Intervento magnetico Im [A]	0,00	
Ritardo magnetico [S]		
Corrente diff. [A]		
Ritardo diff. [s]		
Fasi della linea	L1L2L3N	
Backup	NO	
Potere di interruzione	0,00	
PI in backup		
Selettività		

	Rate	Gruppo
loc 3F max inizio linea [kA]	4,20	0,00
loc F/N min fine linea [kA]	0,09	0,00
loc F/PE min fine linea [kA]	0,00	0,00

Tipo di carico	Contatore attivazione linea
Potenza nominale 1 // 4	1,50 kW
Coeff. K _u K _u C	0,8/1
Potenza effettiva 4,20	1,20
Corrente d'impiego Ib [A]	1,93
cos(φ)	0,90
Rendimento	1,00
Armoniche	TH<=15%
Lunghezza [m]	210,00
Sezione di fase	1 // 4
Sezione di N / PEN	1 // 4
Sezione di PE	1 // 4
Materiale e isolante	CU / EPR
Tipo cavo	Multipolare
N° di circuiti / N° di passerelle	1 / 0
K gruppo	1,00
K temperatura	0,93
K utente	1,00
c.d.t. effettiva totale %	0,97 / 1,03

Q1 - G.E.G. Pubblica Illuminazione - Linea: 14 - Protezione disp. acc. automatica

Portafusibili bipolare 2 Moduli

Articolo	F312 + T/6	
Corrente regolata Ir [A]	1 * 6	
Intervento magnetico Im [A]	90,00	
Ritardo magnetico [S]	0,01	
Corrente diff. [A]		
Ritardo diff. [s]		
Fasi della linea	L1N	
Backup	NO	
Potere di interruzione	50,00	
PI in backup		
Selettività		

	Rate	Gruppo
loc 3F max inizio linea [kA]	0,00	0,00
loc F/N min fine linea [kA]	2,10	0,00
loc F/PE min fine linea [kA]	0,00	0,00

Tipo di carico	Protezione disp. acc. automatica
Potenza nominale	0,00 kW
Coeff. K _u K _u C	0/1
Potenza effettiva 0,00	0,00
Corrente d'impiego Ib [A]	0,00
cos(φ)	0,90
Rendimento	1,00
Armoniche	TH<=15%
Lunghezza [m]	
Sezione di fase	
Sezione di N / PEN	
Sezione di PE	
Materiale e isolante	
Tipo cavo	
N° di circuiti / N° di passerelle	0 /
K gruppo	0,00
K temperatura	0,00
K utente	0,00
c.d.t. effettiva totale %	

Q1 - Q.E.G. Pubblica Illuminazione - Linea: 15 - Crepuscolare con orologio astronomico

Articolo			Tipo di carico		epuscolare con orologio astronomico
Corrente regolata Ir [A]	1 * 0		Potenza nominale	0,00	kW
Intervento magnetico Im [A]	0,00		Coeff. Kulk/c	1/1	
Ritardo magnetico [S]			Potenza effettiva	0,00	
Corrente diff. [A]			Corrente d'impiego I0 [A]	0,00	
Ritardo diff. [s]			Cos(φ)	0,90	
Fasi della linea	L1N		Rendimento	0,90	
Backup	NO		Armoniche	THd<15%	
Potere di Interruzione	0,00		Lunghezza [m]		
PI in backup			Sezione di fase		
Selettività			Sezione di N / PEN		
			Sezione di PE		
			Materiale e isolante		
loc 3F max inizio linea [kA]	Rete 0,00	Gruppo 0,00	Tipo cavo		
loc FIN min fine linea [kA]	0,00	0,00	N° di circuiti / N° di passerelle	0 /	
loc FIRE min fine linea [kA]	0,00	0,00	K gruppo	0,00	
			K temperatura	0,00	
			K utente	0,00	
			c.d.t. effettiva totale %		

Q1 - Q.E.G. Pubblica Illuminazione - Linea: 16 - Uscita interrutt. crepusc. I soglia

Articolo			Tipo di carico		Uscita interrutt. crepusc. I soglia
Corrente regolata Ir [A]	1 * 0		Potenza nominale 1 Ø 1,5	0,00	kW
Intervento magnetico Im [A]	0,00		Coeff. Kulk/c	1/1	
Ritardo magnetico [S]			Potenza effettiva	0,00	
Corrente diff. [A]			Corrente d'impiego I0 [A]	0,00	
Ritardo diff. [s]			Cos(φ)	0,90	
Fasi della linea	L1N		Rendimento	1,00	
Backup	NO		Armoniche	THd<15%	
Potere di Interruzione	0,00		Lunghezza [m]	1,00	
PI in backup			Sezione di fase	1 Ø 1,5	
Selettività			Sezione di N / PEN	1 Ø 1,5	
			Sezione di PE	1 Ø 1,5	
			Materiale e isolante	CU / PVC	
loc 3F max inizio linea [kA]	Rete 0,00	Gruppo 0,00	Tipo cavo	Unipolare con guaina	
loc FIN min fine linea [kA]	1,51	0,00	N° di circuiti / N° di passerelle	1 / 1	
loc FIRE min fine linea [kA]	0,00	0,00	K gruppo	1,00	
			K temperatura	1,00	
			K utente	1,00	
			c.d.t. effettiva totale %	0 / 0,00	

Q1 - Q.E.G. Pubblica Illuminazione - Linea: 17 - Interruttore accensione manuale

Bidin sezionatore NON accessibile - 1 Modulo

Articolo			Tipo di carico		Interruttore accensione manuale
Corrente regolata Ir [A]	F72N16 1 * 16		Potenza nominale 1 Ø 1,5	0,00	kW
Intervento magnetico Im [A]	0,00		Coeff. Kulk/c	1/1	
Ritardo magnetico [S]			Potenza effettiva	0,00	
Corrente diff. [A]			Corrente d'impiego I0 [A]	0,00	
Ritardo diff. [s]			Cos(φ)	0,90	
Fasi della linea	L1N		Rendimento	1,00	
Backup	SI		Armoniche	THd<15%	
Potere di Interruzione	0,00		Lunghezza [m]	1,00	
PI in backup	0,00		Sezione di fase	1 Ø 1,5	
Selettività			Sezione di N / PEN	1 Ø 1,5	
			Sezione di PE	1 Ø 1,5	
			Materiale e isolante	CU / PVC	
loc 3F max inizio linea [kA]	Rete 0,00	Gruppo 0,00	Tipo cavo	Unipolare con guaina	
loc FIN min fine linea [kA]	1,58	0,00	N° di circuiti / N° di passerelle	1 / 1	
loc FIRE min fine linea [kA]	0,00	0,00	K gruppo	1,00	
			K temperatura	1,00	
			K utente	1,00	
			c.d.t. effettiva totale %	0 / 0,00	

7 - DETTAGLI COSTRUTTIVI ELETTRICI

7.1 Schema unifilare

Vedi documentazione allegata.

7.2 Armadi e quadri elettrici - caratteristiche costruttive

7.2.1 Caratteristiche costruttive generali

L'armadio contenitore del quadro e le apparecchiature costituenti lo stesso devono essere realizzati con materiali (SMC, VTR o Termoplastico) atti a resistere alle sollecitazioni meccaniche, elettriche e termiche, nonché agli effetti di un'umidità relativa del 95%.

Le distanze di isolamento in aria e superficiali devono essere conformi alle prescrizioni dei singoli prodotti o componenti e alle ulteriori indicazioni di cui al p. 7.1.2 CEI EN 60439-1.

Gli armadi contenitori dovranno avere dimensioni massime di ingombro contenute nei seguenti intervalli:

a) Contenitore per quadro senza vano contatore

Larghezza: da 320 a 750 mm

Altezza: da 400 a 750 mm

Profondità: da 210 a 450 mm

b) Contenitore per quadro completo di vano contatore

Larghezza: da 320 a 750 mm

Altezza: da 1250 a 1450 mm

Profondità: da 210 a 450 mm

Gli armadi contenitori devono alloggiare una struttura portante metallica, in elementi modulari per il fissaggio dei componenti di protezione e manovra a loro volta fissati su barre DIN.

Gli armadi contenitori senza vano contatore, nel caso di installazione su basamento di calcestruzzo, devono essere completi di zoccolo di base in VTR o Termoplastico.

Deve essere previsto un sistema di ricircolo interno dell'aria.

7.2.2 Configurazione esterna

L'armadio deve essere completamente chiuso ed essere munito di sportello anteriore cieco con serratura con chiave speciale per ogni vano. Nel caso di armadio con vano contatore i due vani devono essere separati, muniti di sportello anteriore cieco con serratura, tipo cremonese o similare, per ogni vano; inoltre deve essere predisposta adeguata segregazione per passaggio della conduttura elettrica di alimentazione del gruppo di misura.

Può essere richiesta serratura del tipo con sistema by-passabile a mezzo di chiave a impronta triangolare secondo standard di mercato (no unificata ENEL)

7.2.3 Luogo e condizioni di installazione

Il quadro deve essere fissato su basamento in cemento e deve poter essere utilizzato nelle normali condizioni di servizio per installazioni all'esterno.

7.2.4 Grado di protezione

A sportelli aperti le parti interne del quadro devono avere grado di protezione almeno IP20.

Potrebbero comunque essere richieste forniture di quadri con grado di protezione superiore all'IP44.

7.2.5 Identificazione e dichiarazione di conformità

I quadri in questione conterranno le apparecchiature di manovra e protezione, a norme CEI 23-3 o CEI 17-5, di cui agli schemi elettrici allegati, compreso apposita morsettiera per alloggio conduttori equipotenziali della struttura in oggetto per il collegamento con il conduttore di protezione generale dell'impianto. Inoltre i quadri elettrici di Bassa Tensione, di cui sopra basati su involucri a norma CEI 17-13/1, dovranno essere Certificati dal costruttore dello stesso secondo quanto richiesto dalla norma CEI 1713/1.

Targa d'identificazione

- Nome o marchio di fabbrica del costruttore;
- Tipo numero o altro mezzo d'identificazione;
- Etichettatura visibile, leggibile e indelebile;

Dichiarazione di conformità CE e fascicolo tecnico

- Dichiarazione di conformità secondo CEI1713/1 nome o marchio di fabbrica del costruttore;
- Tipo numero o altro mezzo d'identificazione;
- Elenco caratteristiche meccaniche, elettriche e condizioni d'impiego rapporto prove effettuate da strumento di misura;
- Elenco materiali utilizzati;
- Schemi elettrici con siglatura dei circuiti e dei componenti;
- Disposizioni di sicurezza, avvertenze;

7.3 Armadi e quadri elettrici - componenti

I quadri, su richiesta, devono avere capienza sufficiente da alloggiare eventuali sistemi di telecontrollo, con allocazione fisica complessiva pari a 32 moduli DIN .

I componenti che devono essere contenuti nel quadro sono:

- Un Interruttore generale magnetotermico – differenziale quadripolare, la cui corrente nominale dovrà essere non minore della somma delle correnti nominali degli interruttori delle partenze moltiplicata per 0,5, di base con $P_{di} \geq 15\text{kA}$, curva "D", corrente differenziale 0,5 A, Tipo AC, secondo norma CEI EN 60947- 2, completo di eventuale dispositivo coprिमorsetti per i terminali di ingresso dell'alimentazione elettrica, che dovrà avvenire esclusivamente dall'alto ;
- N° 1 interruttore di protezione del tipo sezionatore portafusibili $I_n=6\text{A}$, P.I.=10kA, a protezione dei circuiti ausiliari, secondo norma CEI EN 60947-2 ;
- N°6 interruttori magnetotermico – differenziale di tipo quadripolare, con P.I.=6,0 kA, curva "C", norma CEI EN 60947-2 e corrente nominale correlata alla sezione dei cavi uscenti su ogni linea in uscita, corrente differenziale 30mA, tipo A;
- N°6 contattore quadripolare di inserzione linea con corrente nominale maggiore della portata dell'interruttore generale, in AC3, norma CEI EN 60497-4, completo di dispositivo di chiusura manuale, manovrabile esclusivamente fuori tensione;
- N. 1 scaricatore di sovratensione di classe II P.I 40kA;
- Morsettiera di ingresso ed uscita, di sezione minima per i circuiti di potenza pari a 25 mm², con morsettiera di ingresso linea protette da ulteriore schermo di protezione;
- N°1 interruttore crepuscolare con orologio astronomico con amplificatore a regolazione di soglia selezionabile su almeno due livelli per il comando automatico di inserzione e ingresso su morsetti per comando di inizio e fine ciclo tramite la chiusura di un contatto fornito esternamente (fotocellula);
- N.1 commutatore manuale/automatico per il comando di funzionamento (by pass del crepuscolare);
- Inoltre il quadro dovrà possedere le seguenti caratteristiche costruttive:
- Collegamenti interni con cavo NO7V-K con un minimo di 6 mmq per i circuiti di potenza e 1,5 mmq per i circuiti di comando;
- Canaline in PVC o VTR per raccolta cavi, di tipo ispezionabile, e tali che i cavi occupino il 50% della sezione totale;
- Collegamenti e derivazioni realizzati "a regola d'arte".

7.4 Cablaggio impianto

Il tipo di conduttura in cavo, è stata scelta in base al particolare tipo di posa, alle esigenze di assorbimento e con riferimento alla normativa in vigore CEI 20-22 riguardante i cavi per energia.

Le linee dorsali esistenti, poste entro cavidotto interrato, in cavo tipo **FG160M16** 0,6-1kV, saranno integrate con il quarto filo per realizzare un sistema trifase con neutro, tensione di fase 220V;

poiché dal quadro di manovra si dipartono 4 linee di pubblica illuminazione a servizio di zone funzionalmente distinte, per mantenere il carico il più possibile equilibrato sulle tre fasi si è deciso di distribuire la linea di alimentazione all'illuminazione stradale locale ed interquartiere con linea trifase più neutro, mentre le altre linee, di tipo monofase, sono distribuite in modo da mantenere il carico essenzialmente equilibrato.

Le sezioni tipiche sono 2x2,5 mmq, 2x4 mmq, 4x4mmq, 4x6 mmq.

7.4.1 Caratteristiche generali

I cavi scelti sono a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL, grado d'isolamento di ≥ 3 kV.

Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- Conduttore di fase: grigio / marrone / nero
- Sono previsti cavi per energia elettrica identificati dalle seguenti sigle di designazione:
- cavi unipolari con guaina con sezione sino a 6 mm²: cavo 1 x a U/RG7OR-0,6/1 kV
- cavi unipolari con guaina con sezione superiore a 6 mm²: cavo 1 x a U/RG7OR-0,6/1 kV
- cavi bipolari della sezione di 2,5 mm²: cavo 2 x 2,5 U/RG7OR-0,6/1 kV

Tutti i cavi saranno rispondenti alla Norma CEI 20-13 e varianti e dovranno disporre di certificazione IMQ od equivalente. Nelle tavole di progetto sono riportati schematicamente, ma nella reale disposizione planimetrica, il percorso, la sezione ed il numero dei conduttori.

Durante la messa in opera ci si dovrà attenersi scrupolosamente a quanto indicato nei disegni, salvo eventuali diverse prescrizioni della Direzione Lavori.

Tutte le linee dorsali d'alimentazione, per posa sia aerea che interrato, saranno costituite da quattro cavi unipolari uguali. In alcune tratte terminali d'alimentazione saranno impiegati cavi tripolari con sezione di 2,5 mm². I cavi per la derivazione agli apparecchi di illuminazione saranno bipolari, con sezione di 2,5 mm².

I cavi multipolari avranno le guaine isolanti interne colorate in modo da individuare la fase relativa. Per i cavi unipolari la distinzione delle fasi e del neutro dovrà apparire esternamente sulla guaina protettiva. E' consentiva l'apposizione di fascette distintive ogni tre metri in nastro adesivo, colorate in modo diverso (marrone fase R - bianco fase S - verde fase T - blu chiaro neutro).

I cavi infilati entro pali o tubi metallici saranno ulteriormente protetti da guaina isolante.

7.4.2 Quadri: cablaggio interno

Sono stati scelti dei conduttori in rame isolati in materiale termoplastico PVC tensione nominale 450/750 V, tensione di prova a frequenza industriale 3kV, non propagante l'incendio a norme CEI 20-22, **tipo FS17**.

7.5 Cassette - Giunzioni - Derivazioni - Guaine isolanti

La derivazione agli apparecchi di illuminazione, in cavo bipolare della sezione di 1,5 mm², sarà effettuata con l'impiego di cassetta di connessione in classe II del tipo della ditta "La Conchiglia" tipo SGVP, o similare, collocata nell'alloggiamento con transito nella medesima dei cavi unipari di dorsale. La salita all'asola dei cavi unipolari sarà riservata unicamente alla fase interessata ed al neutro escludendo le restanti due fasi; per

tratti di dorsali rilevanti dovrà essere previsto altresì un sezionamento dell'intera linea facendo transitare le tre fasi ed il neutro in una cassetta di connessione collocata nell'asola di un palo secondo indicazione del Direttore dei Lavori.

Per le giunzioni o derivazioni su cavo unipolare, con posa in cavidotto, è previsto l'impiego di muffole tipo 3M SCOTCHCAST o similare. Dette muffole saranno posate esclusivamente nei pozzetti in muratura o prefabbricati.



Figura 4: derivazione alimentazione lampade all'interno del pozzetto

Come detto, tutti i conduttori infilati entro i pali e bracci metallici, saranno ulteriormente protetti, agli effetti del doppio isolamento, da una guaina isolante di diametro adeguato; tale guaina dovrà avere rigidità dielettrica $\sim 10 \text{ kV/mm}$; il tipo di guaina isolante dovrà comunque essere approvato dal Direttore dei Lavori.

7.6 Impianto di messa a terra

L'impianto di terra avrà origine dalla barra di terra posta all'interno del quadro elettrico generale e si svilupperà per tutto l'impianto di illuminazione esterna.

L'impianto di terra sarà costituito dall'infissione di dispersori in acciaio zincato a croce, delle dimensioni di $50 \times 50 \times 5 \text{ mm}$ e di lunghezza $1,5 \text{ m}$, posti in appositi pozzetti ispezionabili. Di norma saranno posati un dispersore ogni tre punti luce.

Detti dispersori saranno collegati tra loro a mezzo di corda isolata Giallo/Verde, N07V-K, della sezione di $1 \text{ G}16 \text{ mm}^2$, posata insieme alle linee di energia.

Da ogni pozzetto, posto in prossimità dei punti luce, saranno derivati due conduttori costituiti da corde isolate Giallo/Verdi, N07V-K, uno di sezione $1 \text{ G}35 \text{ mm}^2$, per il collegamento del palo, ed uno di sezione pari alla sezione del conduttore di alimentazione, fino al portello del palo per il collegamento del corpo illuminante.

Anche se il portello e l'apparecchio di illuminazione sono in classe II, è richiesto che il conduttore di protezione PE, di colore Giallo/Verde, sia ugualmente presente all'interno del portello e dell'apparecchio di illuminazione (ciò per sopperire al caso di successiva **sostituzione** del corpo illuminante con altre di classe I). Tutte le masse poste nell'area dell'impianto utilizzatore saranno collegate ad un impianto di terra unico.

Particolare attenzione dovrà essere posta nell'evitare fenomeni di tipo corrosivo tra metalli di natura diversa. In particolare nelle connessioni tra materiali di rame e zinco si deve avere cura di utilizzare componenti neutri quali stagno o ottone.

8 DETTAGLI OPERE CIVILI

8.1 Lavorazioni previste per la realizzazione dei cavidotti

Nell'esecuzione dei cavidotti saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché i percorsi, indicati nei disegni di progetto. Saranno, inoltre, rispettate le seguenti prescrizioni:

- per Via Delle Tofane, ove è previsto l'allargamento della carreggiata, il taglio del tappetino bituminoso e dell'eventuale sottofondo in agglomerato dovrà avvenire mediante l'impiego di un tagliasfalto munito di martello idraulico con vanghetta. Il taglio avrà una profondità minima di 25 cm e gli spazi del manto stradale non tagliato non dovranno superare in lunghezza il 50% del taglio effettuato con la vanghetta idraulica;
- esecuzione dello scavo in trincea, con le dimensioni indicate nel disegno;
- fornitura e posa, nel numero stabilito dal disegno, di tubazioni rigide in materiale plastico a sezione circolare, con diametro esterno di 100 mm, peso 730 g/m, per il passaggio dei cavi di energia;
- la posa delle tubazioni in plastica del diametro esterno di 100 mm verrà eseguita mediante l'impiego di selle di supporto in materiale plastico a uno od a due impronte per tubi del diametro di 110 mm. Detti elementi saranno posati ad un'interdistanza massima di 1,5 m, al fine di garantire il sollevamento dei tubi dal fondo dello scavo ed assicurare in tal modo il completo conglobamento della stessa nel cassonetto di calcestruzzo;
- formazione di cassonetto in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, a protezione delle tubazioni in plastica; il calcestruzzo sarà superiormente lisciato in modo che venga impedito il ristagno d'acqua;
- il riempimento dello scavo dovrà effettuarsi con materiali di risulta o con ghiaia naturale vagliata, sulla base delle indicazioni fornite dai tecnici comunali. Particolare cura dovrà porsi nell'operazione di costipamento da effettuarsi con mezzi meccanici; l'operazione di riempimento dovrà avvenire dopo almeno 6 ore dai termine del getto di calcestruzzo; trasporto alla discarica del materiale eccedente.
- Durante la fase di scavo dei cavidotti, dei blocchi, dei pozzetti, ecc. dovranno essere approntati tutti i ripari necessari per evitare incidenti ed infortuni a persone, animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti.
- Durante le ore notturne la segnalazione di scavo aperto o di presenza di cumulo di materiali di risulta altro materiale sul sedime stradale, dovrà essere di tipo luminoso a fiamma od a sorgente elettrica, tale da evidenziare il pericolo esistente per il transito pedonale e veicolare. Nessuna giustificazione potrà essere addotta per lo spegnimento di dette luci di segnalazione durante la notte anche se causato da precipitazioni meteoriche.
- Tutti i ripari (cavalletti, transenne, ecc.) dovranno riportare il nome della Ditta appaltatrice dei lavori, il suo indirizzo e numero telefonico.

8.2 Scavi

Gli scavi dovranno essere eseguiti con i mezzi più idonei ed in relazione alle caratteristiche ambientali, alla stratigrafia del terreno ed ai servizi presenti nel sottosuolo nonché alla tipologia dell'impianto. La larghezza dello scavo deve essere la più stretta possibile e deve essere dimensionata alla conformazione del pacco tubi. Quando vi sia pericolo di frane lo scavo deve essere convenientemente armato. Il fronte dello scavo dovrà essere, di norma, di lunghezza tale da poter essere richiuso al termine della giornata lavorativa. La profondità dello scavo deve essere mantenuta il più possibile costante in modo da evitare bruschi cambi di pendenza. Gli attraversamenti stradali, quando non sia autorizzata la chiusura al traffico, devono essere condotti in modo tale che rimanga sempre disponibile, per la circolazione del traffico, una sufficiente porzione della sede stradale; negli attraversamenti stradali l'infrastruttura di tubi dovrà essere posata, di norma, direttamente in trincea senza tubi camicia.

Gli scavi di profondità superiore a 150 cm devono essere eseguiti nel rispetto del Dlgs 81/08 e s.m.i. in merito alla tutela dei lavoratori che operano nello scavo stesso. Pertanto si dovrà provvedere ad allargare convenientemente la trincea e ad armare le pareti della stessa, al fine di permettere l'agibilità negli scavi degli operatori e la sicurezza per eventuali smottamenti. Si devono mettere in atto tutti i provvedimenti (opere provvisorie incluse) al fine di garantire la stabilità degli impianti di terzi presenti nello scavo e nelle sue immediate vicinanze. Gli scavi devono essere mantenuti asciutti, se occorre con l'uso di pompe; il

materiale scavato deve essere collocato regolarmente lungo lo scavo stesso, lasciando la banchina praticabile.

Eventuale guasti riscontrati o provocati, nonché le fughe e le infiltrazioni da vicine condotte di gas o di acqua devono essere segnalati immediatamente agli Enti interessati, per i provvedimenti del caso. Tutti i materiali non riutilizzabili provenienti dai disfacimenti e/o dagli scavi devono essere trasportati alle discariche indicate dagli Enti Locali competenti per territorio.

Al fine di garantire la corretta protezione meccanica delle infrastrutture sotterranee, gli scavi devono consentire, di norma, i seguenti estradossi minimi:

- per scavi su marciapiede 30-40cm;
- per scavi longitudinali e trasversali su carreggiata 50-60 cm.

Resta comunque l'obbligo di rispettare l'altezza degli estradossi e/o le profondità di scavo prescritte nei disciplinari e/o negli atti di assenso emessi dall'Ente proprietario della strada. Il fondo dello scavo deve essere accuratamente spianato e privato di sassi o spuntoni. Sul fondo dello scavo, per la posa di tubi di qualsiasi tipo, occorre predisporre un letto di sabbia o inerti a granulometria molto fine.

8.3 Plinti di fondazione

I plinti di fondazione dovranno essere prefabbricati o realizzati in getto di calcestruzzo, con tubo di cemento o PVC per innesto palo, di diametro non inferiore a 1,5 volte il diametro di base del palo stesso, e della lunghezza minima di cm. 80.

I plinti dovranno essere completi di pozzetto ispezionabile, il quale dovrà essere posizionato nelle immediate vicinanze del palo, con chiusino in ghisa carrabile UNI EN 124, avente luce netta minima pari a 40x40 cm e 50x50 in funzione del plinto, senza personalizzazione, completo di fori di aggancio per apertura con attrezzo apri-chiusini. La classe di portata sarà la B125.

I pali dovranno essere posizionati all'interno del plinto in modo che la parte interrata sia quella richiesta dal costruttore, e che la protezione a base palo si venga a trovare nella zona d'incastro. I pali dovranno essere infine bloccati all'interno della loro sede mediante l'uso di sola sabbia costipata, al fine di garantirne l'eventuale successiva sfilabilità. Non sarà ammesso l'impiego di materiali diversi dalla sola sabbia.

Nell'esecuzione dei blocchi di fondazione per il sostegno dei pali saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive indicate nel disegno allegato.

Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del blocco;
- formazione del blocco in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto;
- esecuzione della nicchia per l'incastro del palo, con l'impiego di cassaforma;
- fornitura e posa, entro il blocco in calcestruzzo, di spezzone di tubazione in plastica del diametro esterno Φ 100 mm per il passaggio dei cavi;
- riempimento eventuale dello scavo con materiale di risulta o con ghiaia naturale accuratamente costipata;
- trasporto alla discarica del materiale eccedente;
- sistemazione del cordolo in pietra eventualmente rimosso.

L'eventuale rimozione dei cordoli del marciapiede è compreso nell'esecuzione dello scavo del blocco.

Per tutte le opere elencate nel presente articolo è previsto il ripristino del suolo pubblico.

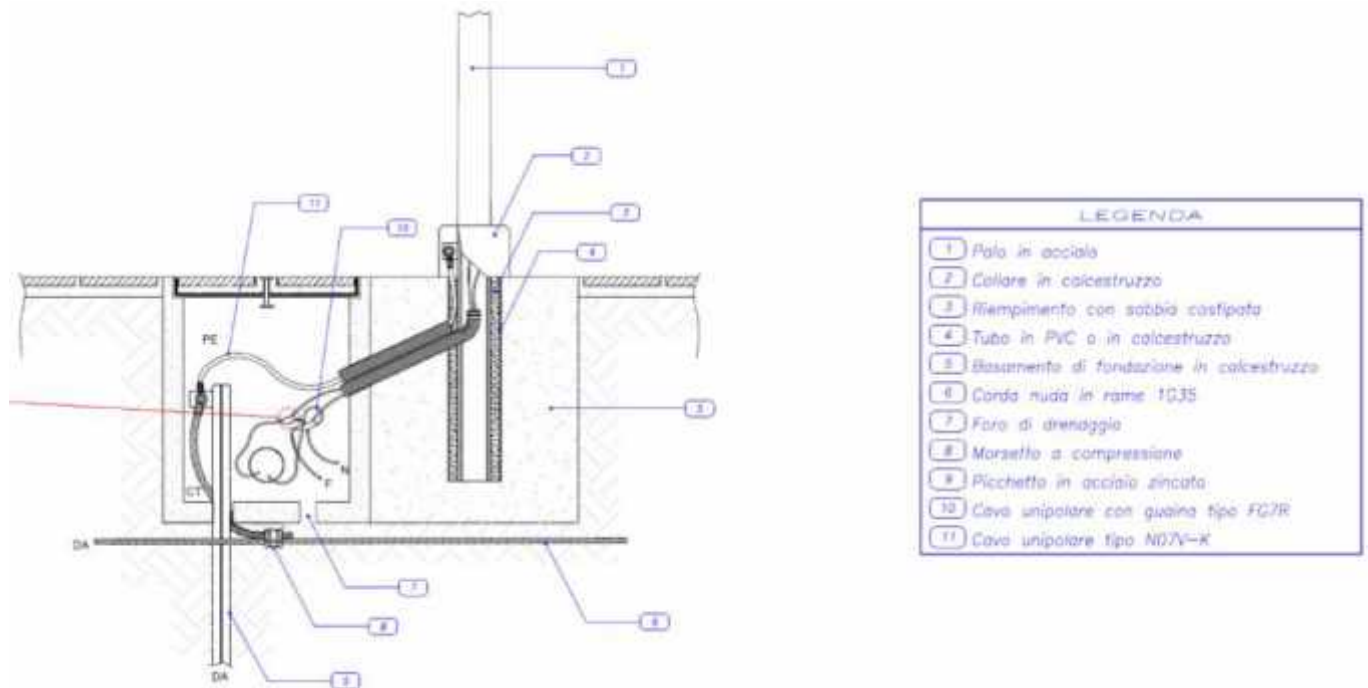


Figura 5: particolare del collegamento tra pozzetto e palo e vista del plinto di fondazione

8.4 Installazione pozzetti di ispezione

Nell'esecuzione dei pozzetti saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché l'ubicazione, indicate nei disegni allegati.

Saranno, inoltre, rispettate le seguenti prescrizioni:

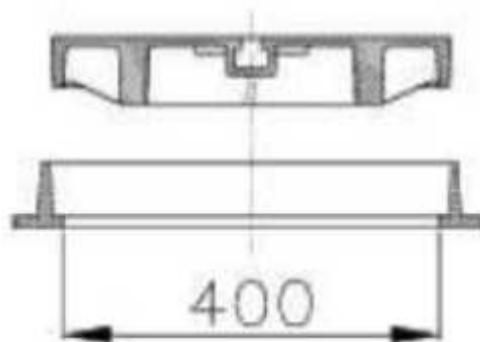
- esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del pozzetto;
- formazione di platea in calcestruzzo dosata a 200 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, con fori per il drenaggio dell'acqua;
- formazione della muratura laterale di contenimento, in mattoni pieni e malta di cemento, conglobamento, nella muratura di mattoni, delle tubazioni in plastica interessate dal pozzetto;
- sigillature con malta di cemento degli spazi fra muratura e tubo;
- formazione, all'interno del pozzetto, di rinzafo in malta di cemento grossolanamente lisciata;
- fornitura e posa in opera di chiusino in ghisa sferoidale UNI EN 124, avente luce netta minima pari a 40x40 cm e 50x50 in funzione del plinto, senza personalizzazione, completo di fori di aggancio per apertura con attrezzo apri-chiusini. La classe di portata sarà la B125.;
- riempimento del vano residuo con materiale di risulta o con ghiaia naturale costipati;
- trasporto alla discarica del materiale eccedente.

E' consentito in alternativa l'esecuzione in calcestruzzo delle pareti laterali dei pozzetti interrati con chiusino in ghisa. Lo spessore delle pareti e le modalità di esecuzione dovranno essere preventivamente concordati con la Direzione Lavori.

E' previsto l'impiego di pozzetti prefabbricati ed interrati, comprendenti un elemento a cassa, con due fori di drenaggio, ed un coperchio rimovibile. 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.

8.4.1 Installazione su strada e nei parcheggi

I pozzetti dovranno essere realizzati mediante anelli in CLS, senza fondo, ispezionabili, con chiusino in ghisa carrabile UNI EN 124 aventi luce netta minima pari a 40x40 cm senza personalizzazione (ENEL/TELECOM), completi di fori di aggancio per apertura con attrezzo apri-chiusini.

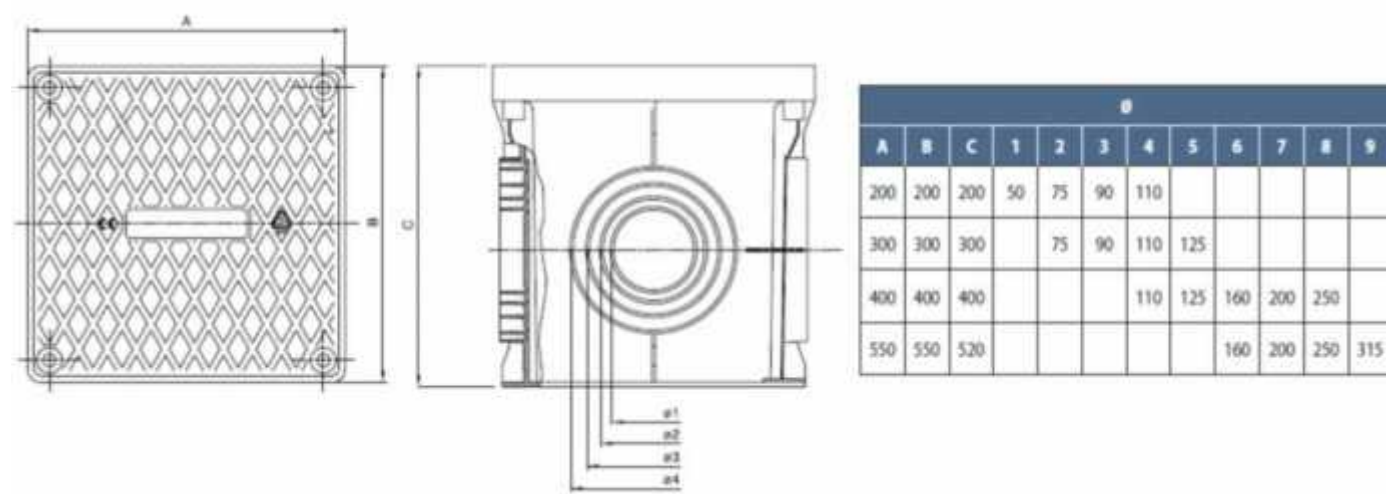


I pozzetti dovranno essere posizionati in corrispondenza di ciascuna derivazione e di ciascun cambio di direzione, ed almeno ogni 30 ÷ 35 m nei tratti rettilinei.

8.4.2 Installazione nelle aree verdi

Nelle aree verdi si realizzeranno dei pozzetti di ispezione e derivazione dei corpi illuminanti mediante dei pozzetti in PVC con chiusino in PVC di colorazione verde.

Nella posa in opera il pozzetto sarà ancorato saldamente al terreno. Si raccomanda una platea di almeno 10 cm di calcestruzzo per l'alloggio del fondo, affogando il resto in terra e cemento, facendo attenzione a non creare dislivello fra il coperchio del pozzetto e la pavimentazione.



8.4.3 Chiusini

I materiali utilizzati per la fabbricazione dei dispositivi di chiusura e di coronamento, saranno in ghisa a grafite sferoidale.

Tutti i chiusini, griglie e telai devono portare una Tipotura leggibile e durevole indicante:

- UNI EN 124 (come riferimento alla presente norma) la classe corrispondente (per esempio D 400) o le classi corrispondenti per i quadri utilizzati per più classi (per esempio D 400 - E 600)
- il nome e/o il marchio di identificazione del fabbricante e il luogo di fabbricazione che può essere in codice
- il marchio di un ente di certificazione

Le Tipoture di cui sopra devono essere riportate in maniera chiara e durevole e devono, dove possibile, essere visibili quando l'unità è installata.

8.5 Posa dei tubi di protezione

8.5.1 Caratteristiche dei cavidotti

I cavidotti dovranno essere in PEAD flessibile corrugato a doppia parete, protetti da cassatura in CLS, e da posa di apposito nastro con scritta "illuminazione pubblica", posati all'interno di scavi con sottofondo, rinfiando e ricoprimento del tubo in sabbia, ad una profondità minima di 0,5 m dal piano di calpestio.

Il diametro interno del cavidotto dovrà essere pari ad almeno 1,5 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi e comunque non inferiore a 125 mm nominale esterno (110 mm interno utile);

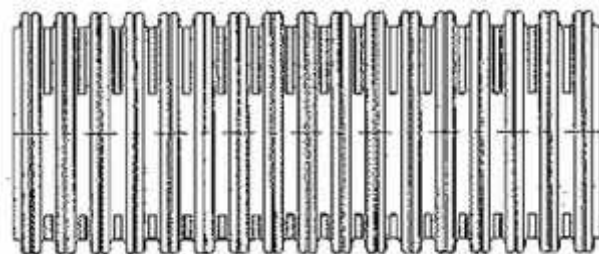


Figura 6: particolare tubo corrugato

8.5.2 Esecuzione della posa

La realizzazione oltre che rispettare il progetto dovrà anche garantire la possibilità di eseguire agevolmente la posa dei cavi. La posa dei tubi deve essere eseguita tra pozzetto e pozzetto con andamento rettilineo, rispettando comunque i raggi minimi di curvatura dei tubi, al fine di garantire la corretta posa dei cavi. La posa dei tubi fra pozzetto e pozzetto deve avvenire, di norma, senza la creazione di punti di giunzione. I monotubi corrugati posati in trincea dovranno essere mantenuti compatti ricorrendo alla legatura ogni 2 metri con fascette metalliche o plastica.

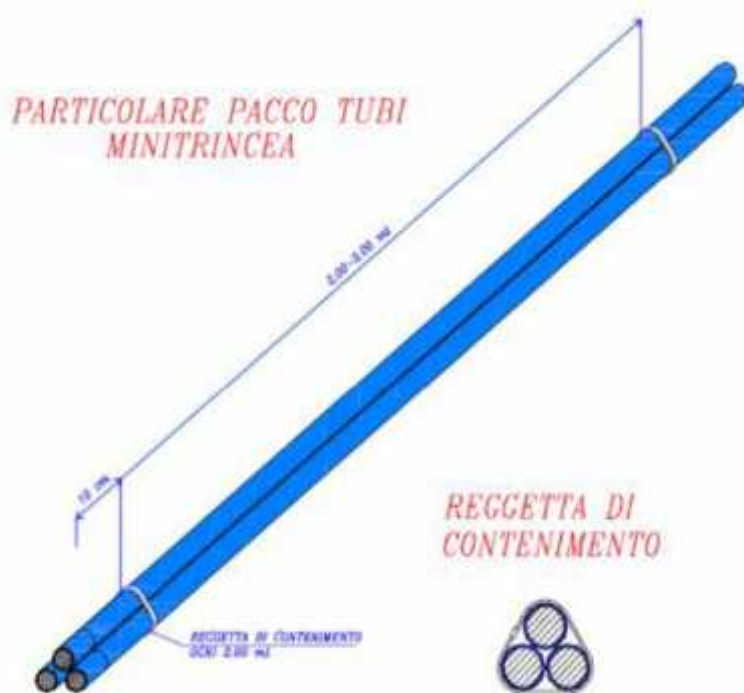


Figura 7: particolare fascettatura del pacco tubi

Prima della posa nel fondo dello scavo le teste dei tubi devono essere chiuse con gli appositi tappi di chiusura. I tubi devono entrare e uscire, di norma, dalle pareti più corte; soltanto nei cambi di direzione della dorsale i tubi potranno uscire dal lato lungo del pozzetto e dal setto più lontano rispetto al punto di ingresso.

Per ogni tratta di tubi da giuntare, nei casi dove non sono previsti pozzetti, si devono lasciare le 2 teste sovrapposte per circa 1 metro e chiuse con tappi. Qualora sia necessario procedere alla curvatura dei tubi sia sul piano orizzontale che verticale, a causa della presenza di altri sottoservizi nello scavo, occorre rispettare il raggio di curvatura dei tubi. L'infrastruttura dovrà essere posta alla profondità di posa contemplata dai disciplinari emessi dagli Enti proprietari delle strade. Al fine di preservare nel tempo l'infrastruttura di tubi da possibili schiacciamenti questa dovrà essere circondata da un letto di sabbia, pozzolana e/o altri inerti a granulometria molto fine e ben costipata, nella quantità minima di 5 cm per ogni lato. Qualora lo scavo debba essere riempito completamente in magrone di calcestruzzo, o calcestruzzo alveolare, non è necessaria la posa della sabbia intorno ai tubi. Nel caso di terreno permeabile che presenti forti pendenze, al fine di evitare che eventuali infiltrazioni d'acqua possano dilavare la sabbia circostante, quest'ultima dovrà essere sostituita con misto stabilizzato con cemento. Ove non sia possibile rispettare l'estradosso minimo di 30 cm tra il pacco tubi ed il piano di calpestio o rotolamento, l'infrastruttura dovrà essere adeguatamente protetta.

8.5.3 Raccordo con i pozzetti di ispezione

Il raccordo fra l'infrastruttura di tubi con il pozzetto deve essere realizzato rispettando le seguenti prescrizioni:

- I tubi devono accedere ai lati del pozzetto in modo da garantire il rispetto dei raggi di curvatura degli stessi;
- I tubi devono essere bloccati con malta cementizia sia nel lato interno che esterno del pozzetto;
- Allo scopo di mantenere la corretta formazione dei tubi all'interno del pozzetto, deve essere posata una selletta di contenimento a 10 cm di distanza dalla parete esterna del pozzetto;
- I singoli tubi devono risultare all'interno del pozzetto divisi e distanziati orizzontalmente e verticalmente di almeno 4 cm l'uno dall'altro;
- I tubi devono sporgere di circa 5 cm all'interno dei pozzetti. Completate le operazioni di terminazione dei tubi nel manufatto, quest'ultimo deve risultare perfettamente stuccato e lisciato, sia lato ingresso tubi, sia tra gli elementi del pozzetto.

8.5.4 Giunzioni dei tubi

Quando la distanza tra i pozzetti e/o la presenza dei sottoservizi è tale richiedere la giunzione dei monotubi, questo dovrà essere realizzata in modo da evitare che acqua e polvere entrino nei tubi e che le estremità da giuntare siano disallineate. La giunzione dei tubi deve essere effettuata dopo aver avuto la certezza che il tubo abbia raggiunto, nella sua sede, la configurazione definitiva e in modo da evitare gradini, sbavature, disassamenti, ecc., che aumenterebbero le difficoltà al successivo tiro dei cavi. La giunzione dei tubi dovrà essere eseguita utilizzando gli appositi manicotti autobloccanti previsti dalla specifica tecnica. I manicotti autobloccanti sono costituiti da due semigusci che si autobloccano con la semplice pressione delle mani sulle due superfici esterne del corrugato, e da una calza in gomma morbida che si interpone tra la superficie esterna corrugata del tubo e la superficie interna dei semigusci.

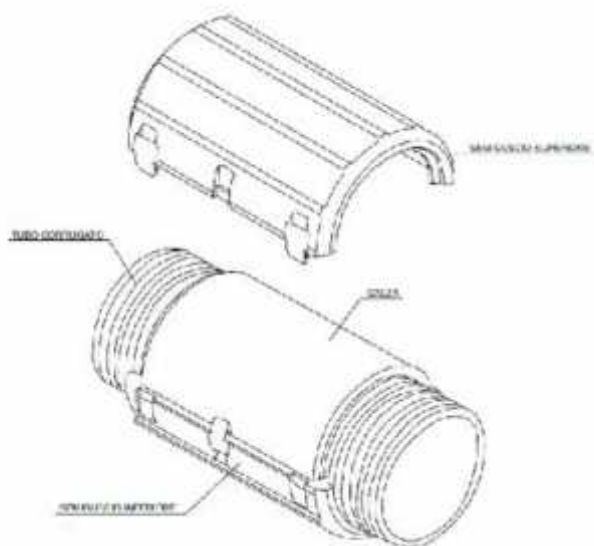


Figura 8: manicotto autobloccante per la giunzione tra due tubi corrugati

Onde evitare che corpi estranei, come polvere e acqua, penetrino nei tubi, in tutte le fasi operative i tubi dovranno essere sempre protetti alle estremità con gli appositi tappi ad espansione. Al fine di eseguire le successive operazioni di infilaggio del cavo, in ciascun tubo dovrà essere inserito un cordino di tiro con carico di rottura di 250 Kg, che dovrà essere collegato all'apposita asola del dispositivo di chiusura. Il cordino deve essere spinto all'interno del tubo mediante un sistema pneumatico. Dopo aver fatto "riposare" il cordino, al fine di consentire di riacquistare la lunghezza originale, si chiuderà il tubo mediante l'apposito tappo ad espansione. Tale operazione dovrà essere realizzata avendo l'accortezza di lasciare all'interno del foro una sufficiente ricchezza di cordino.

8.6 Rinterri degli scavi e ripristini

Per operazioni di rinterro si intendono il riempimento degli scavi effettuati, in tutto od in parte, con materiale di risulta, sabbia, materiale inerte o stabilizzato, conglomerati in calcestruzzo e/o bituminosi, ecc. Salvo diversa disposizione dell'Ente proprietario della strada ed al fine di evitare successivi cedimenti, il materiale di rinterro, sia esso terra proveniente dallo scavo sia materiale inerte, deve essere accuratamente costipato in strati successivi di circa 20 cm con mezzi idonei, (vibrocostipatrici, compattatori, ecc)..

Qualora la parte superiore dello scavo debba essere riempita con conglomerati in calcestruzzo e/o bituminosi e tale operazione, su richiesta dell'Ente proprietario della strada, non venga effettuata immediatamente, il riempimento totale dello scavo deve essere eseguito fino al livello del piano stradale (con terra di risulta o inerte) in modo da evitare avvallamenti o rilievi pericolosi per la pubblica incolumità. Il successivo riempimento della parte superiore deve essere effettuato con la preventiva realizzazione di un idoneo cassonetto, trasporto del materiale di risulta alle discariche, e successiva posa degli strati di conglomerato cementizio o bituminoso previsto dall'Ente proprietario della strada. Al fine di evitare il deterioramento dello strato di binder (in attesa della costruzione del manto superficiale), dovuto alle piogge, al traffico, ecc., deve essere effettuata, per una larghezza di circa 1 metro, una opportuna sabbiatura associata a materiale bituminoso liquido. Si deve provvedere alla manutenzione del rinterro, eseguendo le necessarie ricariche, fino a benessere dell'Ente interessato per l'esecuzione dei manti superficiali nei tempi e secondo le modalità stabilite. I riempimenti degli scavi devono essere eseguiti con le caratteristiche tecniche e nelle quantità stabilite e concordate preventivamente con i proprietari delle strade. Per operazioni di ripristino si intendono le opere relative al rifacimento del manto stradale da effettuarsi nella tipologia e nelle quantità previste nei disciplinari o negli atti di assenso dei proprietari delle strade.