



COMUNE DI BARLETTA

Medaglia d'oro al merito civile e militare
Citta' della Disfida

AREA TECNICA - SETTORE LAVORI PUBBLICI REALIZZAZIONE DI URBANIZZAZIONI PRIMARIE NEL PIANO DI ZONA DELLA NUOVA 167, 2° E 3° TRIENNIO.

In parziale variante alla viabilità approvata con il P.E.E.P

Responsabile Unico del Procedimento

Dott. Ing. Sebastiano LONGANO



PROGETTO ESECUTIVO STATO DI PROGETTO

Relazione sui Calcoli Esecutivi degli impianti

CODICE ELABORATO:

E 000 IM00 IMP RE 01

REV.

D

SCALA:

NOME FILE: E000IM00IMP01D.doc

CONSORZIO AGGIUDICATARIO:

Research Consorzio Stabile Scarl
Il Rappresentante Legale



IMPRESA AFFIDATARIA

COBAR s.p.a.
L'AMMINISTRATORE
Vito Matteo BAROZZI



Via Selva 101, 70022 - Altamura (Ba)

ATTIVITA' DI PROGETTAZIONE

VAMS Ingegneria
Via Nizza 154, 00198 - ROMA

RESPONSABILE DI PROGETTO:

Dott. Ing. Niccolò Saraca



Responsabili di settore:

Viabilità e corpo stradale	Dott. Ing. F. Ferraro
Idrologia ed Idraulica	Dott. Ing. A. Ademollo
Impianti	Dott. Ing. F. Di Benedetto
Strutture	Dott. Ing. G. Filosa
Geotecnica	Dott. Ing. E. Capanna
Sicurezza	Dott. Ing. F. Ferraro
Ambiente	Dott. G. Politi
Opere a verde	Arch. M. Rosati
Cantierizzazione	Dott. Ing. E. Capanna
Computi e Misure	Dott. Ing. M. Colombatti
Geologia	Dott. Geol. B. Colonnelli
Architettura ed Urb.	Dott. Arch. M. Tataranni

REV.	DESCRIZIONE	DATA	DISEGNATO	VERIFICATO	APPROVATO
A	EMISSIONE PER APPROVAZIONE	Giugno 2015	M.Villanova	F. Ferraro	N.Saraca
B	REVISIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA	Luglio 2015	M.Villanova	F. Ferraro	N.Saraca
C	REVISIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA	Luglio 2015	R.Andrei	F. Ferraro	N.Saraca
D	REVISIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA	Agosto 2015	M.Colombatti	F. Ferraro	N.Saraca



COMUNE DI BARLETTA

Realizzazione di urbanizzazioni primarie nel piano
di zona della nuova 167, 2° e 3° triennio.

Relazione sui calcoli esecutivi degli impianti

Progetto Esecutivo

INDICE

1. PREMESSA E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	1
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
3. IMPIANTI CONNESSI ALLA PUBBLICA ILLUMINAZIONE.....	6
<i>PUBBLICA ILLUMINAZIONE.....</i>	6
<i>LINEE DI ALIMENTAZIONE.....</i>	<i>11</i>
3.1.3 <i>POSA DELLE TUBAZIONI E DEI CAVI.....</i>	<i>13</i>
3.1.4 <i>SICUREZZA ILLUMINOTECNICA.....</i>	<i>13</i>
3.1.5 <i>RETE DI TERRA.....</i>	<i>14</i>
3.1.6 <i>PRESCRIZIONI PER L'INSTALLAZIONE.....</i>	<i>14</i>
4. IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	15
5. ALLEGATI.....	20

IMPRESA ESECUTRICE:



PROGETTAZIONE:

VAMS *Ingegneria*

~ 1 ~



COMUNE DI BARLETTA

Realizzazione di urbanizzazioni primarie nel piano
di zona della nuova 167, 2° e 3° triennio.

Relazione sui calcoli esecutivi degli impianti

Progetto Esecutivo

1. PREMESSA E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento prevede la realizzazione delle opere di urbanizzazione primaria, per il secondo e terzo triennio, della 2^a variante al Piano di Zona, ex legge 167/62, del Comune di Barletta. Questa è stata approvata con deliberazione di C.C. n. 36/2009. L'area è posta nella zona Sud della città ed è delimitata da via degli Ulivi, via delle Querce, via Paolo Ricci, via Palmitessa, via Dante Alighieri, via Boccaccio, l'asse F.F. Bari-Nord e la strada vicinale Crocevia Bonelli.

Come rappresentato negli schemi tipo delle sezioni stradali, la viabilità si divide per categoria e per larghezza della carreggiata in:

❖ Categoria "E" (*Urbana di quartiere, con e senza spartitraffico*)

- strada della larghezza di m 18,00, con spartitraffico.

Costituita da un'unica carreggiata a doppia corsia di marcia, ciascuna delle dimensioni di 5,70 m, dei quali m 2 destinati a parcheggio, con spartitraffico centrale, costituito da una fascia di verde centrale di larghezza mt. 1,80 e da piste ciclabili laterali di dimensioni pari a 1,50 m dotate di fascia di rispetto pavimentata in pietra calcarea adiacente alla corsia di marcia dei veicoli, dell'ampiezza di 0,80 m;

- strada della larghezza di m 16,40, con spartitraffico.

Costituita da un'unica carreggiata a doppia corsia di marcia, ciascuna delle dimensioni di 5,70 m, dei quali m 2 destinati a parcheggio, con spartitraffico centrale, costituito da una fascia di verde centrale di larghezza mt. 0,80 e da piste ciclabili laterali di dimensioni pari a 1,50 m dotate di fascia di rispetto pavimentata in pietra calcarea adiacente alla corsia di marcia dei veicoli, dell'ampiezza di 0,80 m.;

- strada della larghezza di m 15,00, con spartitraffico.

Costituita da un'unica carreggiata a doppia corsia di marcia, ciascuna delle dimensioni di 5,70 m, dei quali m 2 destinati a parcheggio, con spartitraffico centrale, costituito da una fascia di verde centrale di larghezza mt. 0,80 e da piste ciclabili laterali di dimensioni pari a 1,30 m. Detta sezione, in fase di progettazione esecutiva solo nei casi dove non è possibile l'utilizzo di quella da mt 16,40;

- strada della larghezza di m 8,00, senza spartitraffico.



COMUNE DI BARLETTA

Realizzazione di urbanizzazioni primarie nel piano di zona della nuova 167, 2° e 3° triennio.

Relazione sui calcoli esecutivi degli impianti

Progetto Esecutivo

Costituita da un'unica carreggiata a doppia corsia di marcia, ciascuna delle dimensioni di 4,00 m;

❖ Categoria "F" (*Strade locali in ambito urbano*)

➤ strada larga m 10,30 senza spartitraffico.

Costituita da un'unica carreggiata a doppia corsia di marcia, una larga m 3,50 per consentire il transito anche dei mezzi pesanti e l'altra m 2,80 per gli altri veicoli, con parcheggio laterale di m 2,00, ciascuna;

➤ strada larga m 5,80 senza spartitraffico.

Costituita da un'unica carreggiata a senso unico di marcia, larga m 3,80 e parcheggio laterale di m 2,00;

➤ strada larga m 5,70 con banchina laterale.

Costituita da un'unica carreggiata a senso unico di marcia, larga m 3,70 e parcheggio laterale di m 2,00; Detta viabilità interessa la strada vicinale, il crocevia Trianello ed il crocevia Bonelli, le quali, in un successivo progetto saranno adeguate alla viabilità di categoria "E" con spartitraffico centrale con larghezza della carreggiata di m 21,00. Per questa motivazione al momento è stata prevista la realizzazione di un solo marciapiede adiacente i costruendi fabbricati.

Lungo queste strade i marciapiedi, per la maggior parte delle dimensioni di m 1,50 su entrambi i lati, dovranno essere allargati e opportunamente piantumati, previa verifica dell'aggetto dei piani cantinati delle cooperative rispetto al piano stradale. Le verifiche illuminotecniche sono state condotte considerando una larghezza del marciapiede pari a mt. 5,00 .

Il progetto, oltre alla realizzazione della viabilità, prevede la realizzazione di servizi a rete quali la:

- realizzazione della fognatura bianca;
- realizzazione della fognatura nera;
- realizzazione della rete idrica;
- realizzazione dell'impianto di pubblica illuminazione;
- realizzazione del verde lungo la viabilità e le piste ciclabili;
- realizzazione dell'impianto di irrigazione;
- predisposizione di cavidotti per la distribuzione dell'energia elettrica e di quella telefonica.

IMPRESA ESECUTRICE:



PROGETTAZIONE:



~ 2 ~



COMUNE DI BARLETTA

Realizzazione di urbanizzazioni primarie nel piano
di zona della nuova 167, 2° e 3° triennio.

Relazione sui calcoli esecutivi degli impianti

Progetto Esecutivo

Il completamento della rete di distribuzione dell'energia elettrica e telefonica sarà effettuato dagli enti gestori del servizio. La rete del gas metano sarà progettata e realizzata dall'Italgas prima del completamento della pavimentazione stradale.

L'esecuzione delle opere dovrebbe essere eseguita attraverso due fasi:

- 1^ fase – Sistemazione dei rilevati alla quota cassonetto e realizzazione di tutti i sottoservizi.
- 2^ fase – Realizzazione di tutte le pavimentazioni, del verde e del completamento della pubblica illuminazione.

Oggetto di questa relazione specialistica sono gli impianti di pubblica illuminazione da installare a servizio della viabilità di progetto nell'area urbana sopra individuata, nonché quelli di generazione dell'energia elettrica fotovoltaica. In fase di redazione del presente progetto esecutivo l'Amministrazione Comunale di Barletta ha manifestato la intenzione di effettuare una ricognizione più approfondita sui siti di proprietà per verificare la effettiva disponibilità di spazi idonei alla collocazione degli impianti e per valutare, caso per caso, le potenze necessarie al sito.

In calce alla relazione sono riportati i calcoli illuminotecnici per le carreggiate e per i marciapiedi nella tipologia con larghezza 5,00 mt., nonché gli schemi dei quadri elettrici.



COMUNE DI BARLETTA

Realizzazione di urbanizzazioni primarie nel piano
di zona della nuova 167, 2° e 3° triennio.

Relazione sui calcoli esecutivi degli impianti

Progetto Esecutivo

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la progettazione dei differenti tipi di impianto di illuminazione, oltre alla vigente normativa sull'esecuzione dei lavori pubblici ed in materia di sicurezza sul luogo di lavoro, si è fatto riferimento alla normativa tecnica di settore.

L'impianto sarà conforme:

- alle prescrizioni dell'Autorità locale;
- alle prescrizioni ed indicazioni della società che gestisce il servizio;
- alle seguenti disposizioni di Legge e Norme UNI e CEI:
 - CEI 11-4 Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne
 - CEI 11-8 Impianti di messa a terra;
 - CEI 11-17 Impianti di produzione, trasporto, distribuzione energia elettrica. Linee in cavo.
 - CEI 20-22 Norma dei cavi non propaganti l'incendio;
 - CEI 20-35 Prove sui cavi elettrici sottoposti al fuoco;
 - CEI 20-37/I Prove sui gas emessi durante la combustione di cavi elettrici;
 - CEI 20-38 Cavi isolati con gomma non propagante l'incendio con tensione $\leq 1KV$;
 - CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione;
 - Tabella CEI UNEL 35011 Cavi per energia e segnalamento-sigle di designazione;
 - CEI 23-8 Tubi protettivi rigidi in PVC e accessori;
 - CEI 64-7 Impianti di illuminazione pubblica e similari;
 - CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua;
 - CEI 70-1 Grado di protezione degli involucri;
 - UNI 11248 "illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche";
 - UNI EN 13201-2; "Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali";
 - UNI 10819 "Requisiti per la limitazione della luminanza del cielo da luce artificiale";
 - Pubblicazioni C.I.E. Commission International d'Eclairage;
 - Pubblicazioni AIDI, Illuminazione delle strade e delle gallerie;
 - D.Lgs. n° 81/2008 (norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro);
 - Legge 10 Marzo 1968 n° 186 (disposizioni concernenti la realizzazione di materiali e

IMPRESA ESECUTRICE:



PROGETTAZIONE:



~ 4 ~



COMUNE DI BARLETTA

Realizzazione di urbanizzazioni primarie nel piano
di zona della nuova 167, 2° e 3° triennio.

Relazione sui calcoli esecutivi degli impianti

Progetto Esecutivo

impianti a regola d'arte);

- D.P.R. 24 Luglio 1996 n° 503 (Regolamento recante norme per l'abbattimento barriere architettoniche);
- DM n° 37/2008 (ex L. n° 46/90) (norme per la sicurezza degli impianti);
- DPR n° 462/01 del 23/01/2001 (le verifiche di legge sugli impianti di terra);
- L.R. Puglia n° 15 del 23/11/2005 – Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico;
- R.R. Puglia n° 13 del 22/08/2006 – Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico.

E ogni altra norma o regola tecnica applicabile.



COMUNE DI BARLETTA

Realizzazione di urbanizzazioni primarie nel piano di zona della nuova 167, 2° e 3° triennio.

Relazione sui calcoli esecutivi degli impianti

Progetto Esecutivo

3. IMPIANTI CONNESSI ALLA PUBBLICA ILLUMINAZIONE

PUBBLICA ILLUMINAZIONE

Gli impianti di pubblica illuminazione in progetto saranno posti a servizio della viabilità della nuova zona 167 e di due zone da sistemare a verde. La larghezza delle carreggiate stradali utilizzate nel progetto della viabilità sono:

- Carreggiata stradale m 18 marciapiede da min. m 2,50 fino a 5 m su entrambi i lati;
- Carreggiata stradale m 18 marciapiede da min. m 1,50 fino a 5 m su entrambi i lati;
- Carreggiata stradale m 18 marciapiede da min. m 1,50 fino a 5 m su entrambi i lati e parcheggio laterale della larghezza complessiva di m 27,00;
- Carreggiata stradale m 16,40 marciapiede da min. m 2,50 fino a 5 m su entrambi i lati;
- Carreggiata stradale m 16,40 marciapiede da min. m 1,50 fino a 5 m su entrambi i lati;
- Carreggiata stradale m 15 marciapiede da min. m 1,50 fino a 5 m su entrambi i lati;
- Carreggiata stradale m 10,30 marciapiede da min. m 1,50 fino a 5 m su entrambi i lati;
- Carreggiata stradale m 8,00 marciapiede da min. m 1,50 fino a 5 m su entrambi i lati;
- Carreggiata stradale m 5,70 marciapiede da min. m 1,50 fino a 5 m su un lato.

In base ai calcoli illuminotecnici effettuati e riportati nell'Allegato 4 alla relazione, l'altezza dei pali consigliata, per avere un buon illuminamento, è di circa 10 metri per le vie principali e 8 metri per quelle secondarie. Per una migliore distribuzione dell'illuminamento sulle strade, è stato scelto per tutti i pali uno sbraccio di circa 2,5 metri e un angolo di rotazione di circa 10° della lampada rispetto al piano stradale.

Per quanto riguarda i corpi illuminanti saranno del tipo a LED da 200W, 120W e 100W.

Per le strade di maggiore larghezza, si è previsto una disposizione affacciata su due file dei pali; per le strade secondarie si è invece scelta la disposizione a quinconce.

In base ai calcoli illuminotecnici (allegato 4), è stato calcolato che, con un'interdistanza dei corpi illuminanti di 37 metri per le vie di maggiori dimensioni e di 30 metri per le altre, i valori di illuminamento e uniformità prescritti dalla normativa vigente sono pienamente rispettati.

IMPRESA ESECUTRICE:



PROGETTAZIONE:



~ 6 ~



COMUNE DI BARLETTA

Realizzazione di urbanizzazioni primarie nel piano
di zona della nuova 167, 2° e 3° triennio.

Relazione sui calcoli esecutivi degli impianti

Progetto Esecutivo

Tuttavia, nei casi in cui è stato necessario risolvere le esigenze legate ai punti singoli della viabilità (incroci, rotonde etc.), si è scelto di posizionare i pali anche a interdistanze inferiori.

Per poter ridurre il flusso luminoso e conseguire un risparmio energetico come previsto nella Legge Regionale della Regione Puglia del 2005, **ogni apparecchio LED è dotato di un dispositivo di dimmerazione integrato su più livelli di potenza impostabili gestiti da un microprocessore**, che si basa sul calcolo della cosiddetta **mezzanotte virtuale**. L'apparecchio può essere configurato definendo il profilo di dimmerazione fino a 5 livelli diversi, dando la massima elasticità e possibilità di variare il flusso luminoso in maniera più puntuale, anche per tener conto di eventuali esigenze di sicurezza stradale o delle persone, non trascurando il risparmio energetico che si ottiene dalla riduzione della potenza erogata nel corso delle ore notturne.

Ogni palo per l'illuminazione stradale è dotato di un secondo sbraccio e corpo illuminante all'altezza di 3,5 metri, dotato di lampada LED da 60W, del tipo per l'illuminazione del marciapiede pedonale (ottica ciclabile OC), con esclusione dei pali a servizio delle rotatorie.

L'alimentazione dei punti luce avverrà attraverso tre punti di consegna in bassa tensione (si vedano le planimetrie dei corpi illuminanti), con tre impianti indipendenti di cui uno della potenza di 15 kW e due di circa 20 kW ciascuno.

Le scelte progettuali adottate comprendono:

- palo conico a sezione circolare, saldato e curvato, con sporgenza (braccio) sino a 2.5 metri per installazione dell'armatura, asola per morsettiera, piastrina di m.a.t., foro per entrata cavi ed avente altezza fuori terra di 8.00 e 10 m;
- linee di alimentazione interrate in cavidotti ed alloggiato sotto l'area spartitraffico e/o sotto i percorsi pedonali (marciapiedi);
- derivazioni realizzate entro pozzetti di derivazione in calcestruzzo, con chiusino in ghisa per posa su marciapiede classe A125 o su strada classe C250, direttamente internamente ai pali, sulle morsettiere in doppio isolamento da incasso palo, in contenitore con doppio isolamento stampato in resina, grado di protezione minimo IP 23B, complete di portafusibile e fusibile da 4 A;
- apparecchio per illuminazione stradale composto da armatura stradale a LED, classe

IMPRESA ESECUTRICE:



PROGETTAZIONE:



~ 7 ~



COMUNE DI BARLETTA

Realizzazione di urbanizzazioni primarie nel piano
di zona della nuova 167, 2° e 3° triennio.

Relazione sui calcoli esecutivi degli impianti

Progetto Esecutivo

di isolamento 1, di dimensioni ridotte e grado di protezione IP66. Corpo realizzato in alluminio con profilo a bassissima esposizione al vento. Tutti i componenti sono privi di mercurio al 100% e totalmente riciclabili. Finitura superficiale con tecnologia Colorfast Deltaguard®, a garanzia integrale di 10 anni su tutte le parti metalliche. Estrema resistenza alla corrosione, alla abrasione, allo sfogliamento. Stabilità del colore nel tempo anche in presenza di forte esposizione al sole. Modulo LED (Light bar) composto da 10 o da 20 diodi per potenze comprese tra 20 e 120 LED, temperatura di colore 4.000K e resa cromatica ≥ 75 . Struttura di dissipazione termica in alluminio estruso, guarnizione di tenuta interna realizzata per stampaggio e modulata sulla geometria dei rifrattori. Grado di protezione della light bar IP66. Lenti di precisione ad alto rendimento realizzate con tecnologia brevettata NanoOptic®. Curva fotometrica a geometria variabile secondo l'applicazione richiesta. Il sistema di montaggio a snodo permette l'installazione diretta a braccio e a testa palo (90°) con possibilità di regolare l'inclinazione dell'apparecchio con incrementi di 5° (per pali e/o bracci a sezione circolare con diametro esterno 60). Garanzia sui LED e sui driver di 5 anni. Classe di isolamento 1. $\cos \varphi > 0,9$. Grado di protezione IP66. Conforme a EN 60598-1 ; EN 60598-2-3. Alimentazione da 220 - 240Vac 50-60Hz.

I quadri elettrici saranno realizzati con carpenteria in vetroresina e saranno adatti alla installazione all'esterno, posizionati su un apposito zoccolo in cls per consentire l'ingresso delle canalizzazioni del distributore di energia elettrica e l'uscita di quelle relative all'impianto.

I cablaggi dei circuiti di potenza ed ausiliari saranno eseguiti con conduttori isolati in PVC non propagante l'incendio di sezione non inferiore a 1,5 mm², dotati di capicorda a compressione isolati e di collari di identificazione.

Sul fronte dei pannelli saranno disposte targhette e cartelli atti ad indicare, per ogni interruttore, la parte di impianto da esso comandata o controllata.

I cavi elettrici unipolari saranno posati in opera entro tubazioni protettive in materiale termoplastico autoestinguento rispondenti alle vigenti norme CEI.

Per l'impianto di illuminazione è prevista una tubazione in PEAD o PVC per posa interrata del diametro di 110 mm.

E' previsto l'impiego di pozzetti prefabbricati ed interrati.

IMPRESA ESECUTRICE:



PROGETTAZIONE:



~ 8 ~



COMUNE DI BARLETTA

Realizzazione di urbanizzazioni primarie nel piano
di zona della nuova 167, 2° e 3° triennio.

Relazione sui calcoli esecutivi degli impianti

Progetto Esecutivo

Vicino ad ogni palo, che sarà inserito in un plinto di sostegno interrato opportunamente dimensionato, verrà posato un pozzetto di ispezione/derivazione delle dimensioni di 60x60x60 cm.

Ad ogni cambiamento di direzione e nei tratti rettilinei ad una interdistanza di circa 37 m, sarà inserito un pozzetto rompitratta.

E' stata prevista anche l'illuminazione di due zone verdi, realizzata mediante corpi illuminanti da 100 W posizionati su pali dell'altezza fuori terra pari a tre metri.

L'alimentazione elettrica sarà derivata dai punti di consegna "2" per il 1 e "3" per il Parco 2 (si vedano i relativi elaborati grafici).

Ogni parco disporrà di un proprio quadro alimentato dal rispettivo punto di consegna.

Nel Parco 2 è stato previsto un campo sportivo il cui impianto di illuminazione sarà alimentato dal quadro del parco.

Negli allegati 1, 2 e 3 sono riportati sia le sezioni dei cavi di alimentazione degli impianti di illuminazione che gli assorbimenti elettrici, nonché le verifiche elettriche al cto cto e per le cadute di tensione effettuate per ciascun circuito e le portate dei cavi. In base a questi risultati sono stati scelti correttamente gli interruttori da impiegare su ogni circuito e le rispettive curve caratteristiche di funzionamento.

Per il calcolo delle cadute di tensione si è proceduto a calcolare le correnti circolanti nei singoli circuiti e successivamente a determinare la c. di t. tramite le seguente relazione:

$$\Delta V = \Delta U * I * L / 1000$$

dove:

ΔV = caduta di tensione effettiva nei conduttori;

ΔU = caduta di tensione unitaria del conduttore;

I = corrente nominale circolante nel circuito;

L = lunghezza del circuito.



COMUNE DI BARLETTA

Realizzazione di urbanizzazioni primarie nel piano
di zona della nuova 167, 2° e 3° triennio.

Relazione sui calcoli esecutivi degli impianti

Progetto Esecutivo

A titolo di esempio si riporta il calcolo della c. di t. relativamente al circuito 1, alimentato dal punto di consegna 1, come raffigurato nelle tavole di progetto, e composto da cavo FG7(O)R 0.6/1 KV della sezione di 10 mm².

I dati del circuito sono:

$$P = 2.320 \text{ W}$$

$$I_1 = P / 1.73 \cdot 380 = 3.53 \text{ A}$$

$$L_1 = 275 \text{ m}$$

dalla tabella delle cadute di tensione per cavi unipolari e $\cos\varphi = 0.9$ si ricava per la sezione di **10 mmq** il valore

$$\Delta U_1 = 3.60 \text{ mV/A mda cui si ricava:}$$

$$\Delta V_1 = \Delta U_1 \cdot I_1 \cdot L_1 / 1000 = 3.60 \cdot 3.53 \cdot 275 / 1000 = 3.5 \text{ V} = 0.88\%$$

Il punto di consegna 1 alimenterà 88 centri luminosi a LED, di potenza variabile fra 100 e 200 W, per una potenza utile complessiva di **13.610 W** ed impianto rifasato a $\cos\varphi = 0.9$.

Pertanto, dovremo richiedere una fornitura elettrica di 15 KVA.

Per il dimensionamento degli interruttori del quadro del punto di consegna 1, trattandosi di alimentazione da sistema trifase con neutro equilibrato, si ha:

$$\text{Corrente nominale: } I_B = 13610 / 3 \cdot 230 \cdot 0.9 = 21.91 \text{ A}$$

Quale interruttore generale del quadro di comando si utilizzerà un interruttore quadripolare magnetotermico avente corrente nominale doppia rispetto a quella di esercizio e le seguenti altre caratteristiche:

$$I_{cn} = 10 \text{ KA; } I_n = 50 \text{ A; curva caratteristica "C".}$$

L'accensione delle lampade avverrà mediante interruttore crepuscolare e contattore di tipo AC5a.

Il contatore dell'energia ed il quadro di comando saranno ubicati in posizione baricentrica (vedi la planimetria dello schema elettrico unifilare dell'impianto) e da esso saranno alimentati n° 5



COMUNE DI BARLETTA

Realizzazione di urbanizzazioni primarie nel piano
di zona della nuova 167, 2° e 3° triennio.

Relazione sui calcoli esecutivi degli impianti

Progetto Esecutivo

circuiti trifase con neutro equilibrato, cioè ottenuti distribuendo uniformemente le lampade fra le fasi ed il neutro per l'equilibrio dei carichi. Ciò comporterà che la corrente di ritorno nel conduttore di neutro sarà praticamente nulla, mentre la tensione di alimentazione delle lampade sarà monofase (230V).

Dimensionamento degli interruttori di fase:

Circuiti 1, 2, 3, 4 e 5

$I_B = 4.79 \text{ A}$; $I_n = 10 \text{ A}$;

Pertanto, su ciascuna linea monofase si utilizzerà un interruttore unipolare magnetotermico avente le seguenti caratteristiche:

$I_{cn} = 6 \text{ KA}$; $I_n = 10 \text{ A}$; curva caratteristica "B".

Allo stesso modo si è proceduto ad eseguire i calcoli elettrotecnici per i restanti circuiti alimentati da altri 2 punti di consegna. La rappresentazione dei quadri di servizio è riportata negli schemi unifilari del progetto esecutivo.

LINEE DI ALIMENTAZIONE

L'alimentazione dei corpi illuminanti avverrà con sistema elettrico trifase con neutro equilibrato nei carichi, tramite linee che si dipartiranno dai quadri elettrici, che saranno collocati in posizione baricentrica, in modo da contenere la lunghezza massima dei cavi e minimizzare le cadute di tensione.

Le linee elettriche del progetto sono state dimensionate nel rispetto della norma CEI 64-8 parte 4.

Il coordinamento tra le caratteristiche del circuito da proteggere e quelle del dispositivo di protezione è rappresentato dalle seguenti disequazioni:

1) $I_b \leq I_n \leq I_z$

2) $I_f \leq 1,45 \times I_z$



COMUNE DI BARLETTA

Realizzazione di urbanizzazioni primarie nel piano
di zona della nuova 167, 2° e 3° triennio.

Relazione sui calcoli esecutivi degli impianti

Progetto Esecutivo

dove:

I_b = corrente di impiego dei conduttori;

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione;

I_z = portata del conduttore;

I_f = corrente convenzionale di funzionamento.

Tutte le correnti provocate da un corto circuito che si presenti in un punto qualsiasi del circuito devono essere interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile determinata dall'uguaglianza:

$$(I^2 \times t) \leq K^2 \times S^2$$

I = corrente;

t = tempo di durata della corrente;

K = coefficiente caratteristico dell'isolamento del cavo;

S = sezione del conduttore in rame del cavo.

Tutte le linee dorsali dei circuiti saranno realizzate con cavo unipolare isolato con gomma etilpropilenica (EPR) e guaina in PVC, tipo FG7R 0.6/1 KV, non propagante l'incendio e avente sezione variabile da 10 a 25 mm² (Allegato 1). Le dorsali saranno posate entro cavidotti di polietilene (PE) corrugato a doppia parete (liscio internamente, corrugato esternamente) DN 110, per sistemi cavidottistici interrati, tipo normale con marchio IMQ, dotati di manicotto di giunzione, interrato alla profondità di circa 0.80 m, ovvero in PVC. La scelta di cavi è fatta in base alle tensioni d'esercizio, al tipo di posa, alle prescrizioni della normativa CEI, alle condizioni di impiego ed inoltre secondo i criteri di unificazione e di dimensionamento riportati nelle tabelle CEI UNEL.



COMUNE DI BARLETTA

Realizzazione di urbanizzazioni primarie nel piano
di zona della nuova 167, 2° e 3° triennio.

Relazione sui calcoli esecutivi degli impianti

Progetto Esecutivo

Il collegamento dei cavi in partenza dal quadro sarà effettuato mediante morsetti componibili fissati su guida profilata.

L'alimentazione al palo sarà realizzata con un entra-esci del cavo di dorsale che arriverà direttamente e senza derivazione alla morsettiera del palo.

3.1.3 POSA DELLE TUBAZIONI E DEI CAVI

Il numero di cavi o conduttori in ogni tubazione sarà tale da assicurare un comodo infilaggio e sfilaggio, il diametro delle tubazioni sarà rispondente all'impianto progettato. La superficie interna del tubo dovrà essere sufficientemente liscia in modo che l'infilaggio dei cavi non danneggi la guaina isolante di questi.

Le tubazioni in PEAD o PVC, con posa interrata, avranno un percorso rettilineo con minima pendenza per favorire la fuoriuscita di eventuale condensa.

3.1.4 SICUREZZA ILLUMINOTECNICA

Per evitare o meglio limitare i rischi di un completo oscuramento della sede stradale e pedonale, saranno previsti più circuiti indipendenti per ogni lato di strada alimentanti i centri luminosi in modo alternato RST.

I parametri e i requisiti fondamentali per una buona visibilità lungo una strada di traffico sono:

- 1) la luminanza media della pavimentazione ed uniformità di distribuzione;
- 2) la limitazione dell'abbagliamento provocato dai centri luminosi;
- 3) l'illuminazione degli immediati dintorni della strada;
- 4) la guida visiva.

I calcoli relativi sono mostrati nella relazione illuminotecnica (Allegato 4) facente parte del progetto.



COMUNE DI BARLETTA

Realizzazione di urbanizzazioni primarie nel piano
di zona della nuova 167, 2° e 3° triennio.

Relazione sui calcoli esecutivi degli impianti

Progetto Esecutivo

3.1.5 RETE DI TERRA

L'impianto di dispersione a terra sarà realizzato mediante un cavo di terra di sezione opportuna per ogni circuito, comunque non inferiore a 16 mm².

Verrà previsto un picchetto di terra in corrispondenza dei quadri elettrici per il collegamento del differenziale generale protezione delle apparecchiature elettroniche a cui si collegheranno anche le terre dei circuiti.

3.1.6 PRESCRIZIONI PER L'INSTALLAZIONE

Gli apparecchi, le lampade e gli altri componenti da impiegare per la realizzazione degli impianti di illuminazione esterna dovranno essere accompagnati dalle certificazioni del costruttore di conformità alla L.R. 15/05 della Regione Puglia e la relativa documentazione tecnica che attesti tale conformità.

Inoltre, saranno fornite le schede tecniche riportanti in forma grafica e tabellare le misure fotometriche dell'apparecchio, i fattori di utilizzazione, le curve Isolux, il rendimento luminoso e la classe di abbagliamento.

In particolare, gli apparecchi di illuminazione devono avere nella loro posizione di installazione una distribuzione dell'intensità luminosa massima per $g \geq 90^\circ$, compresa fra 0.00 e 0.49 cd per 1000 lumen di flusso luminoso totale emesso.



COMUNE DI BARLETTA

Realizzazione di urbanizzazioni primarie nel piano
di zona della nuova 167, 2° e 3° triennio.

Relazione sui calcoli esecutivi degli impianti

Progetto Esecutivo

4. IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Il fabbisogno energetico per l'illuminazione pubblica a servizio della nuova zona 167 è stimato circa 230.000 kWh/anno, avendo considerato l'accensione delle lampade nel periodo notturno.

A questo fabbisogno energetico si farà fronte con l'installazione di impianti fotovoltaici posizionati sulle coperture degli edifici pubblici, al fine di coprire questa richiesta energetica e rendere l'illuminazione "a costo zero".

La proposta offerta in sede di gara prevede 9 impianti indipendenti per una potenza di picco complessiva di circa 174 kWp, ciascuno composto da un inverter da 20 kW collegato a 7 stringhe di 12 moduli da 230 Wp, la cui collocazione e calibrazione delle effettive potenze da assegnare al singolo impianto, dipendono, come detto in premessa, dalle disponibilità di siti per i quali l'Amministrazione sta effettuando una ricognizione.

I pannelli saranno collegati mediante cavi unipolari anti UV da 4 mm² ai quadri di campo; i quadri di campo saranno collegati all'inverter tramite cavi 2x1x6 mm² (uni o bipolari) di tipo FG7(O)R, non propaganti l'incendio, isolati con gomma etilpropilenica e guaina in pvc, tensione nominale U₀/U 0.6/1KV.

Nel locale, oltre all'inverter, sarà anche presente un trasformatore isolatore della potenza non inferiore a 25 kVA come da elaborato grafico riportante lo schema dell'impianto fotovoltaico.

Ciascun impianto fotovoltaico sarà realizzato disponendo i pannelli sul tetto, su strutture di supporto che presentano una pendenza di circa 20°. L'impianto andrà ad occupare la parte del tetto del fabbricato in direzione sud essendo la parte più esposta ai raggi solari.

Dati di progetto relativi alle condizioni di installazione

Come è noto l'energia generata dipende:

- dal sito di installazione (41° latitudine);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione e angolo di orientazione (20° di inclinazione sul piano e posizionati in direzione sud);
- da eventuali ombreggiamenti o sporcamenti del generatore fotovoltaico (non presenti);

IMPRESA ESECUTRICE:



PROGETTAZIONE:



~ 15 ~



COMUNE DI BARLETTA

Realizzazione di urbanizzazioni primarie nel piano
di zona della nuova 167, 2° e 3° triennio.

Relazione sui calcoli esecutivi degli impianti

Progetto Esecutivo

- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura;
- dalle caratteristiche del resto dell'impianto: efficienza inverter, perdite per disaccoppiamento (o mismatch), perdite nei cavi e cadute sui diodi.

Per queste condizioni il sito europeo di riferimento PVGIS prevede una perdita di potenza circa pari al 14,0% alla quale bisogna aggiungere una perdita per riflessione del vetro pari al 2,7%, sempre secondo le stime PVGIS. La prima quantità è in realtà dipendente in parte dal tipo di pannello, potendosi esprimere in funzione della temperatura nominale di lavoro della cella fotovoltaica NOCT e del coefficiente di decremento della potenza erogata per grado centigrado.

La valutazione esatta di queste perdite si basa sulle caratteristiche dei moduli in termini di:

- Condizioni di Prova Standard (STC) che comprendono le seguenti condizioni di prova normalizzate (CEI EN 60904-3):
- Temperatura di cella: $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.
- Irraggiamento: 1000 W/m^2 , con distribuzione spettrale di riferimento
- Temperatura nominale di lavoro di una cella fotovoltaica (NOCT), temperatura media di equilibrio di una cella solare all'interno di un modulo posto in particolari condizioni ambientali (irraggiamento: 800 W/m^2 , temperatura ambiente: 20 °C , velocità del vento: 1 m/s), elettricamente a circuito aperto ed installato su un telaio in modo tale che a mezzogiorno solare i raggi incidano normalmente sulla superficie esposta (CEI EN 60904-3).
- Coefficiente di variazione della potenza massima in funzione della temperatura, δ , espresso come valore percentuale per grado centigrado di variazione della potenza stessa rispetto al valore reso in STC.
- Temperatura ambiente effettiva media statistica per il periodo preso in esame.
- Moduli fotovoltaici rivolti verso sud.
- Per l'impianto in questione, nelle condizioni di prova, si prevede una producibilità annuale di 230.000 kWh , come mostrato nelle tabelle seguenti.

IMPRESA ESECUTRICE:



PROGETTAZIONE:



~ 16 ~



COMUNE DI BARLETTA

Realizzazione di urbanizzazioni primarie nel piano
di zona della nuova 167, 2° e 3° triennio.

Relazione sui calcoli esecutivi degli impianti

Progetto Esecutivo

Lo schema elettrico sarà dunque organizzato nei seguenti livelli:

- connessione in serie dei moduli utilizzando direttamente i cavi a corredo dei moduli stessi, già forniti di connettori, sigillati opportunamente dal costruttore con procedure di qualità in fabbrica, riducendo l'alea della giunzione in cantiere;
- in cantiere verrà invece realizzata la richiusura della serie fino al quadro di campo (e da qui agli inverter) con cavi elettrici unipolari anti UV della sezione 2x1x4 mm²;
- i quadri di campo saranno collegati direttamente all'inverter che provvederà alla protezione dei circuiti tramite le protezioni interne.
- ogni circuito dorsale sarà dimensionato, in funzione sempre della particolare geometria del circuito stesso, con sezione idonea per contribuire al raggiungimento degli obiettivi energetici definiti (caduta di tensione complessiva totale $\leq 2,5$ %);
- L'inverter sarà direttamente connesso al trasformatore isolatore bt/bt.

Performance of Grid-connected PV

NOTE: before using these calculations for anything serious, you should read [\[this\]](#)

PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 41°18'53" North, 16°16'34" East, Elevation: 25 m a.s.l.,

Solar radiation database used: PVGIS-classic

Nominal power of the PV system: 174.0 kW (crystalline silicon)

Estimated losses due to temperature: 10.7% (using local ambient temperature)

Estimated loss due to angular reflectance effects: 2.9%

Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%

Combined PV system losses: 25.4%

Fixed system: inclination=20°, orientation=0°				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	344.00	10700	2.47	76.5
Feb	443.00	12400	3.22	90.1
Mar	605.00	18700	4.52	140
Apr	749.00	22500	5.71	171
May	816.00	25300	6.41	199
Jun	851.00	25500	6.85	205

IMPRESA ESECUTRICE:



PROGETTAZIONE:



~ 17 ~



COMUNE DI BARLETTA

Realizzazione di urbanizzazioni primarie nel piano di zona della nuova 167, 2° e 3° triennio.

Relazione sui calcoli esecutivi degli impianti

Progetto Esecutivo

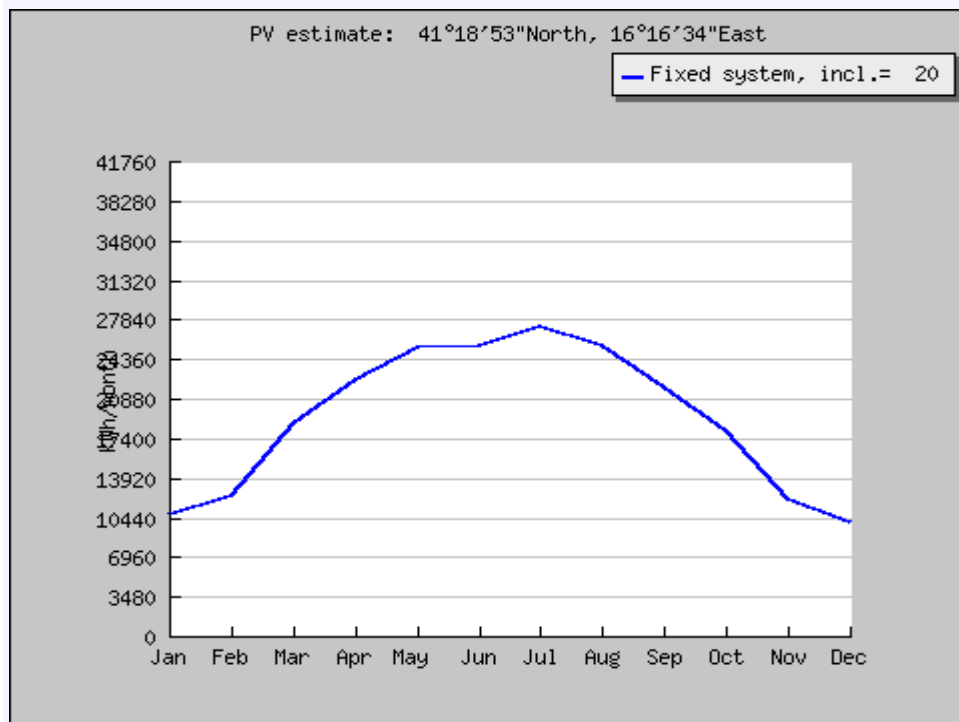
Jul	880.00	27300	7.10	220
Aug	822.00	25500	6.64	206
Sep	727.00	21800	5.69	171
Oct	581.00	18000	4.44	138
Nov	400.00	12000	2.94	88.3
Dec	322.00	9970	2.32	71.9
Yearly average	629	19100	4.87	148
Total for year		230000		1780

E_d : Average daily electricity production from the given system (kWh)

E_m : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

H_d : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

H_m : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)



IMPRESA ESECUTRICE:



PROGETTAZIONE:



~ 18 ~

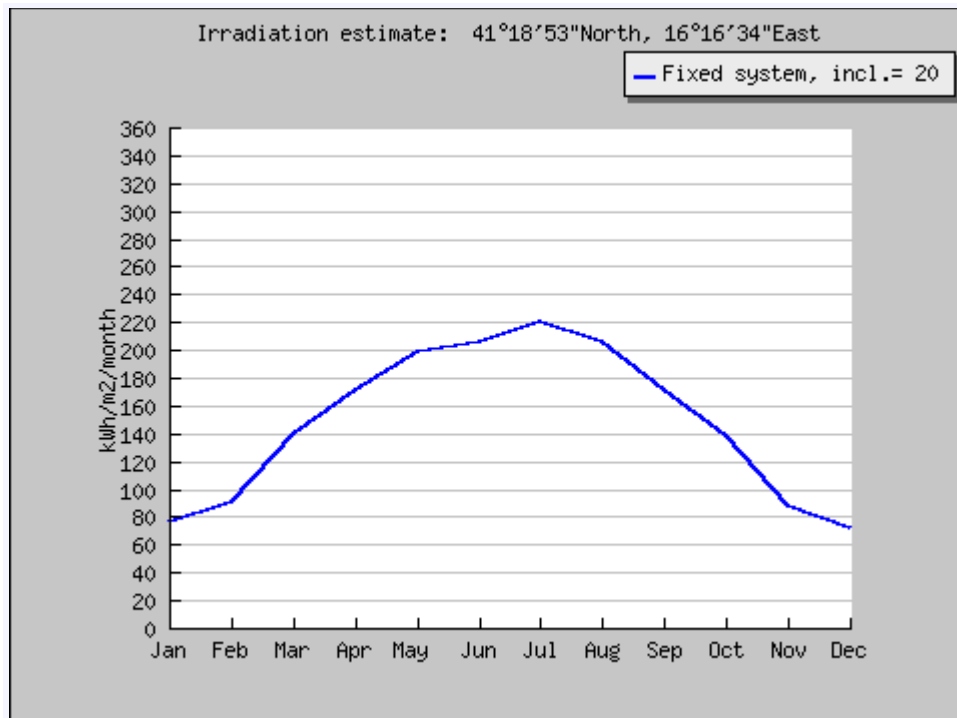


COMUNE DI BARLETTA

Realizzazione di urbanizzazioni primarie nel piano di zona della nuova 167, 2° e 3° triennio.

Relazione sui calcoli esecutivi degli impianti

Progetto Esecutivo



Descrizione dei particolari componenti del sistema

Moduli fotovoltaici

I moduli considerati nel progetto sono prodotti in Italia da Helios Technology e sono identificati dalla sigla *H3A230P*. Hanno le seguenti caratteristiche:

- rendimento di modulo, con irraggiamento 1000 W/m^2 e temperatura del modulo 25°C (STC), pari al 14 %;
- perdite per riflessione del vetro 2,9%;
- perdite per temperatura 10,7 %;
- altre perdite (cavi, inverter, ecc.): 14.0%
- perdite totali del sistema FV: 25,4%
- tensione di stringa:
 - a vuoto, a 25°C , circa 672 V;
 - in condizioni di P_{MAX} a 50°C , 527 V.
- dimensioni 1650x990x38 mm

IMPRESA ESECUTRICE:



PROGETTAZIONE:





COMUNE DI BARLETTA

Realizzazione di urbanizzazioni primarie nel piano
di zona della nuova 167, 2° e 3° triennio.

Relazione sui calcoli esecutivi degli impianti

Progetto Esecutivo

Inverter

Le loro caratteristiche principali sono:

- rendimento, medio europeo, maggiore o uguale al 97 %;
- gestione del sistema a neutro isolato;
- sistema integrato di rilevazione di perdita di isolamento verso terra;
- funzione PFC, che permette non solo di non creare disturbi agli altri carichi presenti in rete, ma di migliorare la qualità dell'alimentazione;
- possibilità di interfacciarsi con un telecontrollo di rete per la limitazione della produzione in condizioni di emergenza;
- funzioni di autodiagnostica e tele-gestione per l'ottimizzazione della manutenzione on condition;
- funzioni di monitoraggio della funzionalità del impianto fotovoltaico con la possibilità di ingresso di più radiometri e sonde di temperatura sul proprio sottoimpianto;
- protezioni circuiti in ingresso interne.

5. ALLEGATI

Allegato 1: Calcolo della caduta di tensione.

Allegato 2: Calcolo della corrente di corto circuito.

Allegato 3: Verifica termica.

Allegato 4: Relazione illuminotecnica.

Schemi unifilari dei quadri elettrici.



COMUNE DI BARLETTA

Realizzazione di urbanizzazioni primarie nel piano
di zona della nuova 167, 2° e 3° triennio.

Relazione sui calcoli esecutivi degli impianti

Progetto Esecutivo

ALLEGATI

IMPRESA ESECUTRICE:



PROGETTAZIONE:

VAMS Ingegneria

~ 21 ~

Allegato 1 - Calcolo della caduta di tensione

Codice	Apparecchiatura		Carico			Circuito				ΔV	
	Da	Descrizione	Potenza (kW)	Tensione (V)	Corrente (A)	baricentro (km)	L circuito (km)	Formazione mm ²	Tipo	DV (V)	DV (%)
C1	Punto di consegna 1	Circuito 1 (int curva B)	2,32	400	3,53	0,290	0,580	1x5G10	FG7(O)R	3,5	0,88%
C2	Punto di consegna 1	Circuito 2 (int curva B)	2,66	400	4,04	0,280	0,550	1x5G10	FG7(O)R	3,9	0,97%
C3	Punto di consegna 1	Circuito 3 (int curva B)	2,66	400	4,05	0,290	0,570	1x5G10	FG7(O)R	4,0	1,01%
C4	Punto di consegna 1	Circuito 4 (int curva B)	2,82	400	4,29	0,290	0,560	1x5G10	FG7(O)R	4,3	1,07%
C5	Punto di consegna 1	Circuito 5 (int curva B)	3,15	400	4,79	0,460	0,905	1x5G16	FG7(O)R	4,8	1,21%
C6	Punto di consegna 2	Circuito 6 (int curva B)	5,74	400	8,73	0,500	1,030	1x5G16	FG7(O)R	9,6	2,39%
C7	Punto di consegna 2	Circuito 7 (int curva B)	4,85	400	7,38	0,460	0,700	1x5G16	FG7(O)R	7,4	1,86%
C8	Punto di consegna 2	Circuito 8 (int curva B)	3,81	400	5,80	0,400	0,670	1x5G16	FG7(O)R	5,1	1,27%
C9	Punto di consegna 2	Circuito 9 (int curva B)	5,67	400	8,62	0,560	0,900	1x5G16	FG7(O)R	10,6	2,65%
C10	Punto di consegna 3	Circuito 10 (int curva B)	2,34	400	3,56	0,540	0,870	1x5G16	FG7(O)R	4,2	1,05%
C11	Punto di consegna 3	Circuito 11 (int curva B)	3,15	400	4,79	0,600	0,930	1x5G16	FG7(O)R	6,3	1,58%
C12	Punto di consegna 3	Circuito 12 (int curva B)	6,12	400	9,31	0,500	0,900	5x1x25	FG7(O)R	6,6	1,66%
C13	Punto di consegna 3	Circuito 13 (int curva B)	4,80	400	7,30	0,500	0,850	5x1x25	FG7(O)R	5,2	1,30%
C14	Punto di consegna 3	Circuito 14 (int curva B)	3,70	400	5,63	0,800	1,150	5x1x25	FG7(O)R	6,4	1,60%
P1	Punto di consegna 2	Gruppo pompe A	22,50	400	34,23	0,040	0,040	1x5G16	FG7(O)R	3,0	0,75%
P2	Punto di consegna 3	Gruppo pompe B	9,30	400	14,15	0,080	0,080	1x5G6	FG7(O)R	6,7	1,67%
P3	Punto di consegna 3	Gruppo pompe C	45,00	400	68,45	0,380	0,380	5x1x95	FG7(O)R	10,7	2,68%
A1	Punto di consegna 3	QE Parco 2	8,46	400	12,87	0,020	0,020	1x5G16	FG7(O)R	0,6	0,14%
A2	QE Parco 2	Circuito illum. 1	1,40	230	6,41	0,100	0,160	1x3G6	FG7(O)R	4,4	2,04%
A3	QE Parco 2	Circuito illum. 2	1,90	230	8,70	0,130	0,220	1x3G6	FG7(O)R	7,7	3,50%
A4	QE Parco 2	Illuminazione campo	4,80	230	21,97	0,050	0,120	1x3G10	FG7(O)R	4,4	2,04%
B1	Punto di consegna 2	QE Parco 1	2,60	400	3,95	0,060	0,060	1x5G10	FG7(O)R	0,8	0,20%
B2	QE Parco 1	Circuito illum. 4	0,80	230	3,66	0,050	0,090	1x3G6	FG7(O)R	1,3	0,75%
B3	QE Parco 1	Circuito illum. 5	1,10	230	5,03	0,060	0,120	1x3G6	FG7(O)R	2,1	1,10%
B4	QE Parco 1	Circuito illum. 6	0,70	230	3,20	0,040	0,070	1x3G6	FG7(O)R	0,9	0,58%

Allegato 2 - Calcolo della corrente di corto circuito

Codice	Da	Apparecchiatura Descrizione	Carico			Circuito			Icc Max		Icc min	
			Potenza (kW)	Tensione (V)	Corrente (A)	L circuito (km)	Formazione mm ²	Tipo	Zcc (Ohm)	Icc (A)	Zcc (Ohm)	Icc (A)
C1	Punto di consegna 1	Circuito 1 (int curva B)	2,32	400	3,53	0,580	1x5G10	FG7(O)R	1,234	187	2,852	81
C2	Punto di consegna 1	Circuito 2 (int curva B)	2,66	400	4,04	0,550	1x5G10	FG7(O)R	1,172	197	2,707	85
C3	Punto di consegna 1	Circuito 3 (int curva B)	2,66	400	4,05	0,570	1x5G10	FG7(O)R	1,213	191	2,804	82
C4	Punto di consegna 1	Circuito 4 (int curva B)	2,82	400	4,29	0,560	1x5G10	FG7(O)R	1,192	194	2,755	84
C5	Punto di consegna 1	Circuito 5 (int curva B)	3,15	400	4,79	0,905	1x5G16	FG7(O)R	1,222	189	2,825	82
C6	Punto di consegna 2	Circuito 6 (int curva B)	5,74	400	8,73	1,030	1x5G16	FG7(O)R	1,386	167	3,210	72
C7	Punto di consegna 2	Circuito 7 (int curva B)	4,85	400	7,38	0,700	1x5G16	FG7(O)R	0,955	242	2,193	105
C8	Punto di consegna 2	Circuito 8 (int curva B)	3,81	400	5,80	0,670	1x5G16	FG7(O)R	0,915	253	2,100	110
C9	Punto di consegna 2	Circuito 9 (int curva B)	5,67	400	8,62	0,900	1x5G16	FG7(O)R	1,216	190	2,809	82
C10	Punto di consegna 3	Circuito 10 (int curva B)	2,34	400	3,56	0,870	1x5G16	FG7(O)R	1,177	197	2,717	85
C11	Punto di consegna 3	Circuito 11 (int curva B)	3,15	400	4,79	0,930	1x5G16	FG7(O)R	1,255	184	2,902	80
C12	Punto di consegna 3	Circuito 12 (int curva B)	6,12	400	9,31	0,900	5x1x25	FG7(O)R	0,800	289	1,825	127
C13	Punto di consegna 3	Circuito 13 (int curva B)	4,80	400	7,30	0,850	5x1x25	FG7(O)R	0,758	305	1,726	134
C14	Punto di consegna 3	Circuito 14 (int curva B)	3,70	400	5,63	1,150	5x1x25	FG7(O)R	1,009	229	2,321	100
P1	Punto di consegna 2	Gruppo pompe A	22,50	400	34,23	0,040	1x5G16	FG7(O)R	0,124	1862	0,180	1286
P2	Punto di consegna 3	Gruppo pompe B	9,30	400	14,15	0,080	1x5G6	FG7(O)R	0,328	705	0,707	327
P3	Punto di consegna 3	Gruppo pompe C	45,00	400	68,45	0,380	5x1x95	FG7(O)R	0,166	1397	0,277	836
A1	Punto di consegna 3	QE Parco 2	8,46	400	12,87	0,020	1x5G16	FG7(O)R	0,108	2144	0,130	1775
A2	QE Parco 2	Circuito illum. 1	1,40	230	6,41	0,160	1x3G6	FG7(O)R	0,633	363	1,438	160
A3	QE Parco 2	Circuito illum. 2	1,90	230	8,70	0,220	1x3G6	FG7(O)R	0,845	272	1,942	118
A4	QE Parco 2	Illuminazione campo	4,80	230	21,97	0,120	1x3G10	FG7(O)R	0,319	722	0,682	337
B1	Punto di consegna 2	QE Parco 1	2,60	400	3,95	0,060	1x5G10	FG7(O)R	0,180	1287	0,335	691
B2	QE Parco 1	Circuito illum. 4	0,80	230	3,66	0,090	1x3G6	FG7(O)R	0,484	476	1,081	213
B3	QE Parco 1	Circuito illum. 5	1,10	230	5,03	0,120	1x3G6	FG7(O)R	0,589	391	1,333	173
B4	QE Parco 1	Circuito illum. 6	0,70	230	3,20	0,070	1x3G6	FG7(O)R	0,414	556	0,914	252

Allegato 3 - Verifica termica

Codice	Da	Apparecchiatura Descrizione	Carico			Circuito		Corto Circuito massimo				Portata	
			Potenza (kW)	Tensione (V)	Corrente (A)	Formazione mm ²	Tipo	Icc M A	k ² S ² (x10 ⁶) J	I ² t (x10 ⁶) J	Verifica	Iz·k1·k2 (A)	Verifica
C1	Punto di consegna 1	Circuito 1 (int curva B)	2,32	400	3,53	1x5G10	FG7(O)R	6000	2,0	0,036	SI	54	SI
C2	Punto di consegna 1	Circuito 2 (int curva B)	2,66	400	4,04	1x5G10	FG7(O)R	6000	2,0	0,036	SI	54	SI
C3	Punto di consegna 1	Circuito 3 (int curva B)	2,66	400	4,05	1x5G10	FG7(O)R	6000	2,0	0,036	SI	54	SI
C4	Punto di consegna 1	Circuito 4 (int curva B)	2,82	400	4,29	1x5G10	FG7(O)R	6000	2,0	0,036	SI	54	SI
C5	Punto di consegna 1	Circuito 5 (int curva B)	3,15	400	4,79	1x5G16	FG7(O)R	6000	5,2	0,036	SI	72	SI
C6	Punto di consegna 2	Circuito 6 (int curva B)	5,74	400	8,73	1x5G16	FG7(O)R	6000	5,2	0,036	SI	72	SI
C7	Punto di consegna 2	Circuito 7 (int curva B)	4,85	400	7,38	1x5G16	FG7(O)R	6000	5,2	0,036	SI	72	SI
C8	Punto di consegna 2	Circuito 8 (int curva B)	3,81	400	5,80	1x5G16	FG7(O)R	6000	5,2	0,036	SI	72	SI
C9	Punto di consegna 2	Circuito 9 (int curva B)	5,67	400	8,62	1x5G16	FG7(O)R	6000	5,2	0,036	SI	72	SI
C10	Punto di consegna 3	Circuito 10 (int curva B)	2,34	400	3,56	1x5G16	FG7(O)R	6000	5,2	0,036	SI	72	SI
C11	Punto di consegna 3	Circuito 11 (int curva B)	3,15	400	4,79	1x5G16	FG7(O)R	6000	5,2	0,036	SI	72	SI
C12	Punto di consegna 3	Circuito 12 (int curva B)	6,12	400	9,31	5x1x25	FG7(O)R	6000	12,8	0,036	SI	96	SI
C13	Punto di consegna 3	Circuito 13 (int curva B)	4,80	400	7,30	5x1x25	FG7(O)R	6000	12,8	0,036	SI	96	SI
C14	Punto di consegna 3	Circuito 14 (int curva B)	3,70	400	5,63	5x1x25	FG7(O)R	6000	12,8	0,036	SI	96	SI
P1	Punto di consegna 2	Gruppo pompe A	22,50	400	34,23	1x5G16	FG7(O)R	6000	5,2	0,036	SI	72	SI
P2	Punto di consegna 3	Gruppo pompe B	9,30	400	14,15	1x5G6	FG7(O)R	6000	0,7	0,036	SI	36	SI
P3	Punto di consegna 3	Gruppo pompe C	45,00	400	68,45	5x1x95	FG7(O)R	6000	184,6	0,036	SI	220	SI
A1	Punto di consegna 3	QE Parco 2	8,46	400	12,87	1x5G16	FG7(O)R	6000	5,2	0,036	SI	72	SI
A2	QE Parco 2	Circuito illum. 1	1,40	230	6,41	1x3G6	FG7(O)R	2144	0,7	0,005	SI	36	SI
A3	QE Parco 2	Circuito illum. 2	1,90	230	8,70	1x3G6	FG7(O)R	2144	0,7	0,005	SI	36	SI
A4	QE Parco 2	Illuminazione campo	4,80	230	21,97	1x3G10	FG7(O)R	2144	2,0	0,005	SI	54	SI
B1	Punto di consegna 2	QE Parco 1	2,60	400	3,95	1x5G10	FG7(O)R	6000	2,0	0,036	SI	54	SI
B2	QE Parco 1	Circuito illum. 4	0,80	230	3,66	1x3G6	FG7(O)R	1287	0,7	0,002	SI	36	SI
B3	QE Parco 1	Circuito illum. 5	1,10	230	5,03	1x3G6	FG7(O)R	1287	0,7	0,002	SI	36	SI
B4	QE Parco 1	Circuito illum. 6	0,70	230	3,20	1x3G6	FG7(O)R	1287	0,7	0,002	SI	36	SI

3. Progetto illuminotecnico

L'impianto di illuminazione stradale è stato progettato per rispondere ai requisiti richiesti da norma, quali:

- ✓ sicurezza utenti e manutentori,
- ✓ elevati standard di qualità,
- ✓ affidabilità e semplicità impiantistica,
- ✓ cura dei vincoli ambientali.

Indubbiamente l'obiettivo primario è quello di permettere agli automobilisti di circolare di notte con la massima sicurezza ed il comfort più elevato possibile e di percepire distintamente, localizzando con certezza e tempo utile, i punti della strada e gli ostacoli eventuali, per quanto possibile, senza l'aiuto dei fanali del veicolo. La percezione sicura e rapida è possibile grazie al contrasto degli oggetti, sul fondo; questo è esteso alla totalità del campo visivo del conducente, in ordine di importanza decrescente:

- ✓ la carreggiata ed i suoi bordi;
- ✓ il cielo, ivi compresi i punti luminosi formati dalla superficie visibile dei corpi illuminanti e delle lampade.

Più frequentemente, la percezione degli ostacoli si ottiene da contrasto di ombra scura su fondo chiaro; poiché non si conosce a priori la natura dell'ostacolo, è auspicabile prendere tutti i provvedimenti utili affinché il contrasto sia sufficiente. La possibilità di percepire questo contrasto è influenzata da:

- ✓ il livello medio della luminanza del manto stradale;
- ✓ l'uniformità di detta luminanza;
- ✓ l'illuminazione dei bordi e dei contorni della strada; la limitazione dell'abbagliamento causato dall'installazione.

Il livello di illuminamento è un'indicazione della quantità di luce ricevuta dalla carreggiata; si tratta di un'informazione senz'altro utile, ma senza importanza pratica per l'apprezzamento della qualità visuale dell'impianto di illuminazione. Ciò che conta è l'aspetto della carreggiata illuminata, percepita dall'utente della strada;

questo aspetto dipende dalla quantità di luce riflessa verso il conducente dalle diverse parti della carreggiata, ossia dalla luminanza del suo rivestimento.

4. Requisiti illuminotecnici

I requisiti di quantità e qualità dell'illuminazione stradale sono indicati dalla norma UNI 11248; essi sono espressi in termini di livello ed uniformità di luminanza del manto stradale, illuminazione dei bordi della carreggiata, limitazione dell'abbagliamento, guida ottica. Le prescrizioni ivi formulate sono quelle minime per manti asciutti; tuttavia, se l'impianto soddisfa tali condizioni, la sicurezza della circolazione risulta ragionevolmente soddisfacente anche in condizioni di pioggia. Le prestazioni relative a livello di luminanza, uniformità e indice di abbagliamento richieste per le strade di classe E ed F sono indicate in tabella 1:

Classe	Tipo di strada	Indice di categoria illuminotecnica	Valore min lum media mantenuta	uniformità minima		Ind abbagliam max
			Lm (cd/m ²)	U0(%)	UI(%)	TI(%)
E	Strada urbana di quartiere	4	1	40	50	10
F	Strada urbana locale	2	0,5	35	40	15

Tabella 1- Parametri illuminotecnici stradali

L'impianto di illuminazione deve soddisfare, inoltre, le esigenze di guida visiva, in larga misura determinata dalla disposizione dei centri luminosi, dalla loro successione geometrica, dalla loro intensità luminosa e dal colore della luce emessa; affinché tali esigenze siano soddisfatte si eviterà ogni discontinuità dell'impianto che non sia la conseguenza di punti singolari, per i quali sarà necessario richiamare l'attenzione degli automobilisti. Infine nel calcolo si è tenuto

conto di un fattore di manutenzione pari a 0,80, per tenere in considerazione il decadimento del flusso emesso dalle lampade e dalla sporcizia sull'armatura, che ne riduce le prestazioni.

5. Sorgenti luminose e tipologie impiantistiche

Per quanto riguarda la viabilità relativa al tratto considerato il progetto prevede l'utilizzo di centri luminosi trasversali, cioè disposti perpendicolarmente all'asse della strada, costituiti da punti luce tradizionali (pali ed armatura stradale) con l'impiego di lampade al sodio alta pressione da 250 W e da 150 W. La scelta di utilizzare lampade a vapori di sodio alta pressione, e ad alta efficienza, è dovuta all'ottima resa. Non sono state prese in considerazione lampade al sodio bassa pressione in quanto, pur avendo un migliore rendimento, hanno caratteristiche decisamente inferiori per ciò che riguarda la resa cromatica. Nella definizione dei gruppi ottici più idonei ai fini progettuali, si è ricercato il migliore equilibrio tra il comfort visivo (abbagliamento), la migliore risposta all'inquinamento luminoso ed al suo rendimento che nel caso di utilizzo di punti luce su palo associati a lampade al sodio alta pressione, ha permesso, a parità di illuminamento, una maggiore interdistanza fra i punti luce stessi rispetto a punti concentrati, ottenendo di conseguenza un minor costo di primo impianto. L'intero impianto sarà caratterizzato da pali di altezza fuori terra dagli 8 ai 10 m completi, a cima palo, di un'armatura stradale (atta a limitare l'inquinamento luminoso) con lampada a led da 200 W o 120 W o 100 W per i pali che vanno dagli 8 ai 10 m di altezza fuori terra, caratterizzata da elevato flusso luminoso. L'interdistanza tra i punti luce, disposti unilateralmente, è di 37 e 30 m.

Occorre osservare che nella esecuzione dei calcoli, si è tenuto conto delle disposizioni previste dalla Legge Regionale del 23 novembre 2005, n.15 - "misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico", le quali definiscono i requisiti da soddisfare nella progettazione degli impianti di illuminazione.

Nello specifico per questi ultimi, essa richiede il soddisfacimento dei seguenti requisiti minimi:

a) essere costituiti da apparecchi illuminanti aventi un'intensità massima di 0 candele (cd) per 1000 lumen (lm) di flusso luminoso totale emesso a 90 gradi e oltre;

b) essere equipaggiati con lampade ad avanzata tecnologia ed elevata efficienza luminosa, quali al sodio ad alta o bassa pressione, in luogo di quelle con efficienza luminosa inferiore.

c) avere luminanza media mantenuta delle superfici da illuminare e illuminamenti nel rispetto dei seguenti elementi guida:

1) classificazione delle strade in base a quanto disposto dal decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti del 5 novembre 2001 (Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade), che in particolare dispone che le strade residenziali devono essere classificate di tipo F, di rete locale, a esclusione di quelle urbane di quartiere, tipo E, di penetrazione verso la rete locale;

2) impiego, a parità di luminanza, di apparecchi che conseguano impegni ridotti di potenza elettrica, condizioni ottimali di interesse dei punti luce e ridotti costi manutentivi. In particolare, i nuovi impianti di illuminazione stradali tradizionali, fatta salva la prescrizione dell'impiego di lampade con la minore potenza installata in relazione al tipo di strada e alla sua categoria illuminotecnica, devono garantire un rapporto fra interdistanza e altezza delle sorgenti luminose non inferiore al valore di 3,7. Sono consentite soluzioni alternative solo in presenza di ostacoli quali alberi o in quanto funzionali alla certificata e documentata migliore efficienza generale dell'impianto. Soluzioni con apparecchi lungo entrambi i lati della strada (bilaterali frontali) sono accettabili, se necessarie, solamente per strade classificate con indice illuminotecnico 5 e 6;

d) essere provvisti di appositi dispositivi in grado di ridurre in base al flusso di traffico, entro l'orario stabilito con atti delle amministrazioni comunali e comunque

non oltre la mezzanotte, l'emissione di luci degli impianti in misura non inferiore al 30 per cento rispetto al pieno regime di operatività: la riduzione non va applicata qualora le condizioni d'uso della superficie illuminata siano tali da comprometterne la sicurezza.

Di seguito si riportano le caratteristiche del progetto:

h pali (m)	Interdistanza (m)	Rapporto tra interdistanza e altezza pali da L.R.	Rapporto tra interdistanza e altezza pali da progetto	verificato	Rn max da UNI 10819	Rn da progetto	verificato
10	37	3,7	3,7	SI	3%	0,06 %	SI
8	30	3,7	3,75	SI	3%	0,06 %	SI

Tabella 2 - Parametri illuminotecnici stradali

Inoltre come indicato nella relazione tecnica dell'impianto elettrico, sono stati predisposti dei dispositivi per la dimmerazione su più livelli di potenza per gli apparecchi illuminanti, i quali serviranno ad ottimizzare i consumi per ridurre gli sprechi e conseguire il risparmio energetico.

Motivazioni tecniche legate alla scelta dei corpi illuminanti Led

Al fine di ridurre i consumi energetici e gli interventi manutentivi in fase di gestione degli impianti di illuminazione stradale, essa sarà affidata a corpi illuminanti con tecnologia LED in sostituzione delle tradizionali lampade.

La luce bianca emessa dai LED permette una migliore percezione dei colori, aumentando significativamente il grado di sicurezza per gli utenti. Inoltre i minori

consumi rispetto alle comuni lampade ai vapori di sodio ad alta pressione, l'ottimizzazione del flusso luminoso verso il piano stradale e il controllo del flusso luminoso nel funzionamento giorno/notte, producono a una riduzione dei costi in fase di esercizio.

La vita utile del LED è maggiore di 90.000 ore, equivalenti a circa 10 anni di funzionamento, nettamente superiori alle lampade tradizionali.

A differenza del corpo illuminante a sodio ad alta pressione, ciascun parametro di funzionamento della lampada a LED come temperatura, flusso luminoso e stato può essere monitorato in remoto dal sistema e opportunamente regolato attraverso un dispositivo di dimerrazione che consente la regolazione del flusso luminoso in funzione delle reali esigenze determinate dalle condizioni di luce e dal traffico nelle diverse ore della giornata.

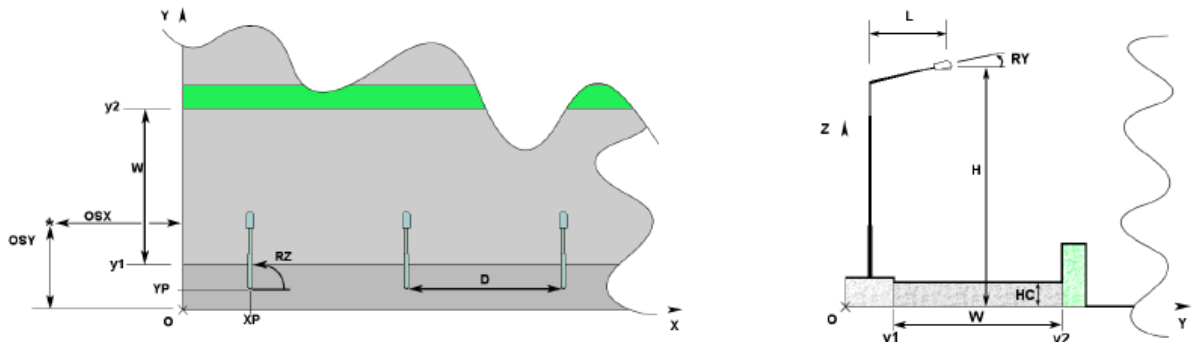
Inoltre il fault di un LED in un corpo illuminante non pregiudica il funzionamento del circuito serie di cui fa parte.

La diagnosi di ciascun corpo illuminate e la durata nettamente superiore dei LED garantiscono una diminuzione degli interventi manutentivi necessari e una loro pianificazione a lungo termine, minimizzando i disservizi agli utenti e i costi di manutenzione.

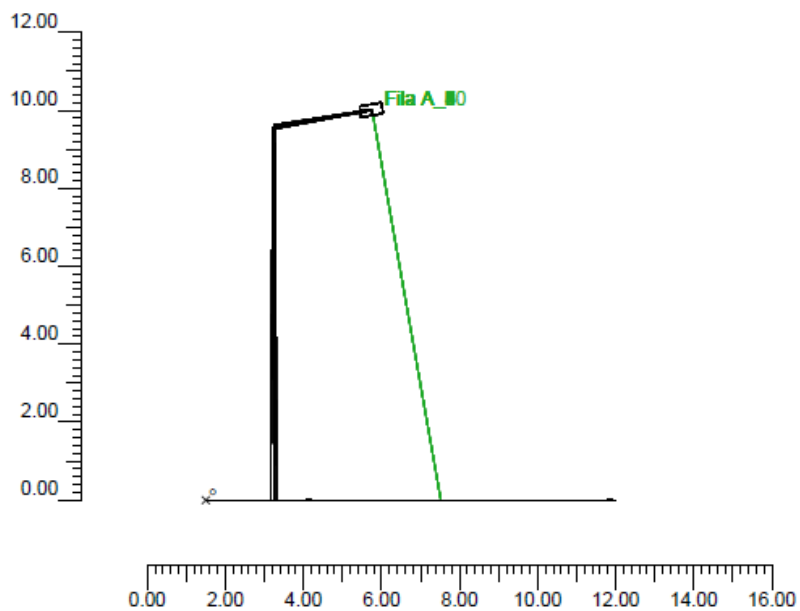
6. Riepilogo risultati calcoli illuminotecnici

Di seguito vengono riportati disegni e risultati del calcolo illuminotecnico:

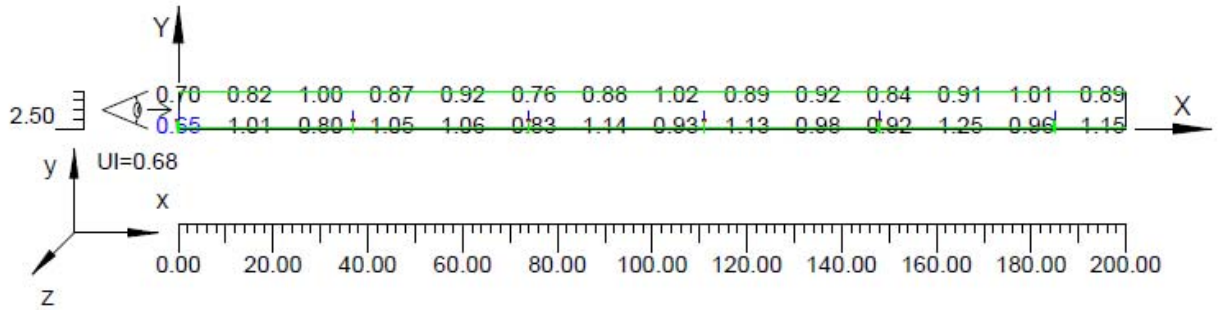
(TIPO A1)



Disposizione dei pali e corpi illuminanti



Luminanza Carreggiata Sx



Luminanza Carreggiata Dx

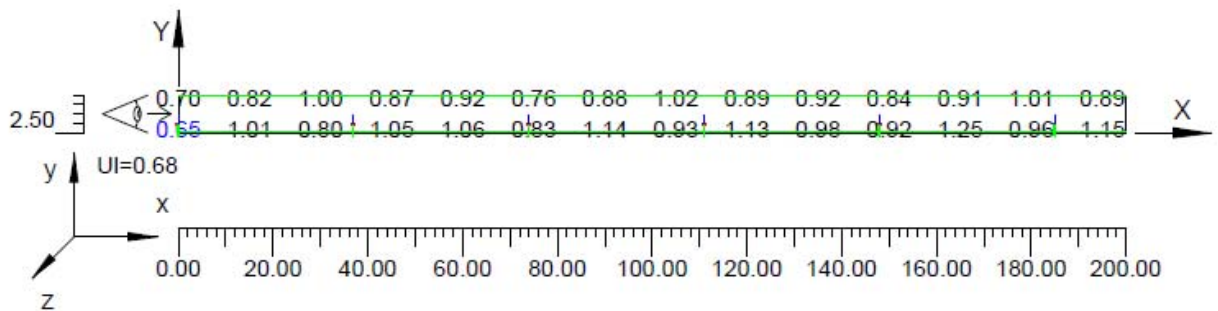
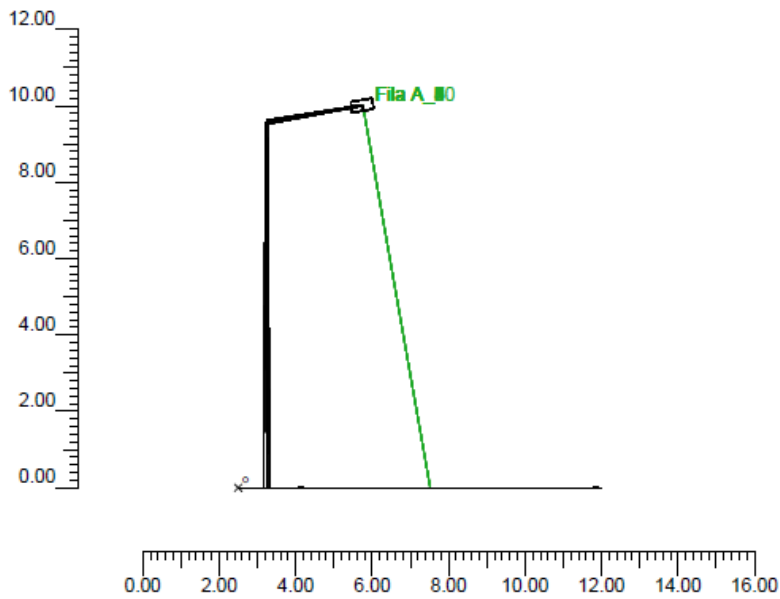


Tabella 3 – valori delle luminanze e dei requisiti illuminotecnici

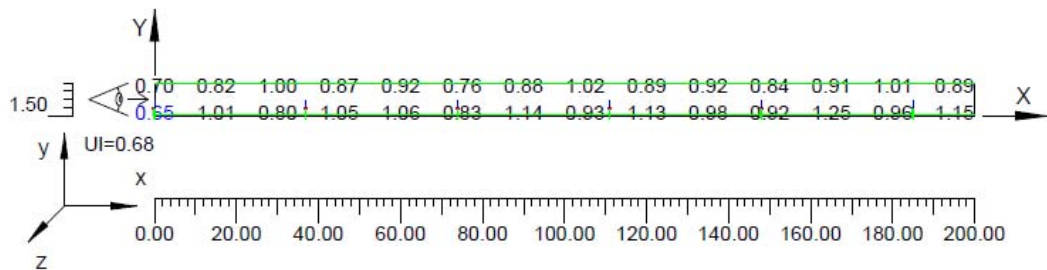
	Lm [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	1,31	0,62	0,68	9,50
Valori nominali secondo la classe ME3c:	≥ 1	≥ 0.4	≥ 0,5	≤ 10
Rispettato/non rispettato:	SI	SI	SI	SI

(TIPO A2)

Disposizione dei pali e corpi illuminanti



Luminanza Carreggiata Sx



Luminanza Carreggiata Dx

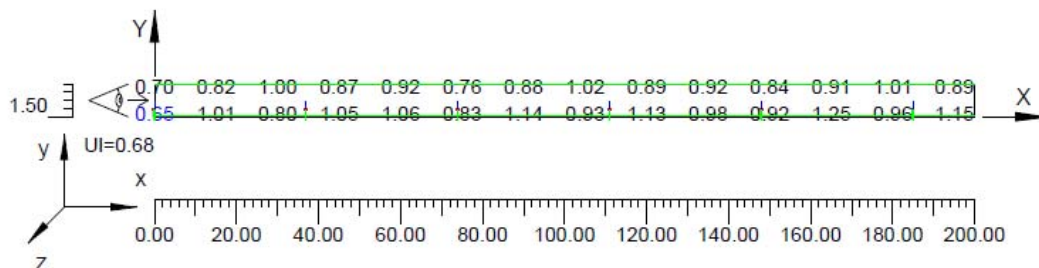
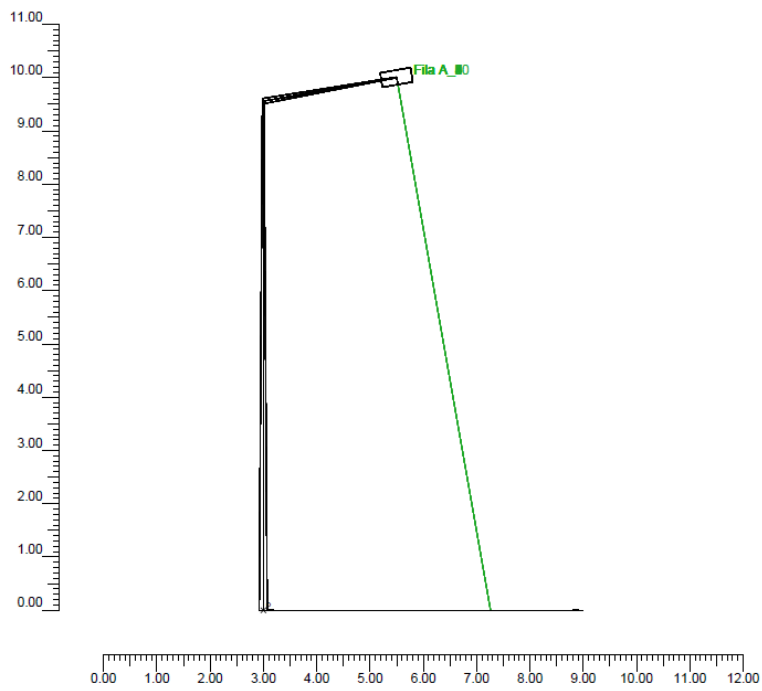


Tabella 4 – valori delle luminanze e dei requisiti illuminotecnici

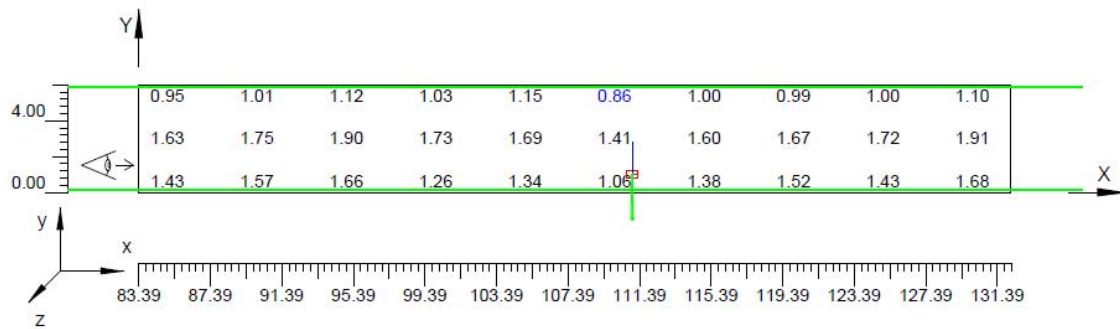
	Lm [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	1,31	0,67	0,68	9,50
Valori nominali secondo la classe ME3c:	≥ 1	≥ 0.4	≥ 0,5	≤ 10
Rispettato/non rispettato:	SI	SI	SI	SI

(TIPO A3 CARREGGIATA)

Disposizione dei pali e corpi illuminanti



Luminanza Carreggiata Sx



Luminanza Carreggiata Dx

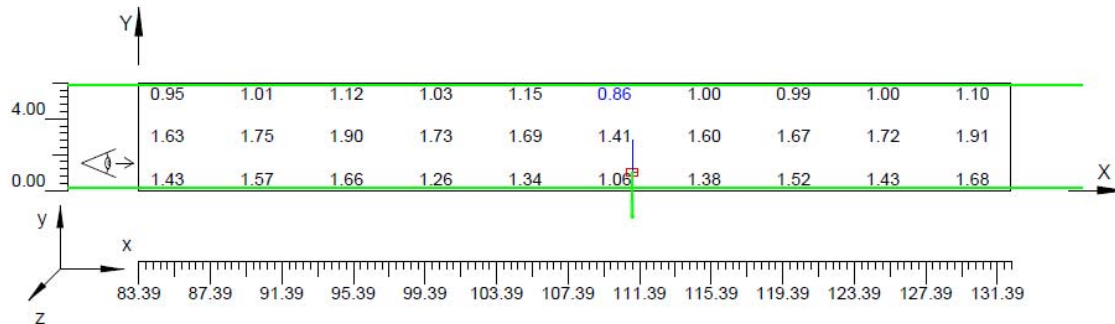
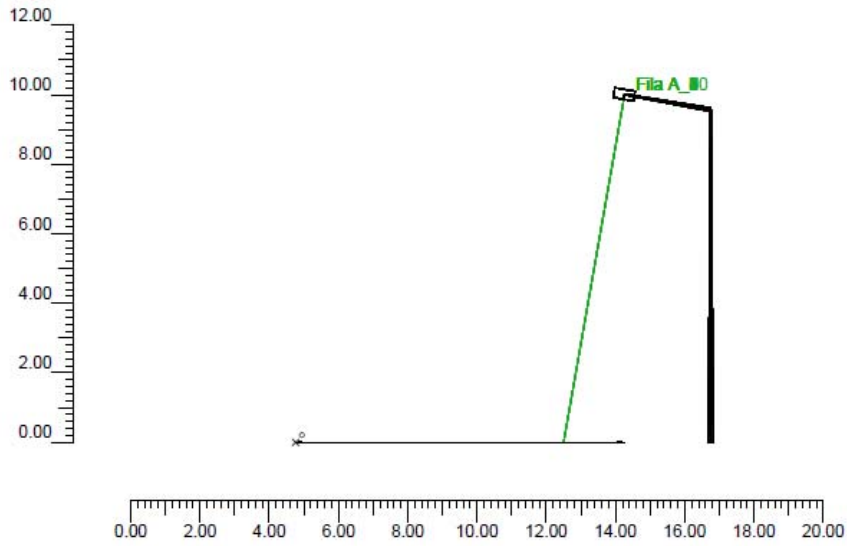


Tabella 5 – valori delle luminanze e dei requisiti illuminotecnici

	Lm [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	1,43	0,63	0,74	9,82
Valori nominali secondo la classe ME3c:	≥ 1	≥ 0,4	≥ 0,5	≤ 10
Rispettato/non rispettato:	SI	SI	SI	SI

(TIPO A3 parcheggio)

Disposizione dei pali e corpi illuminanti



Luminanza Parcheggio

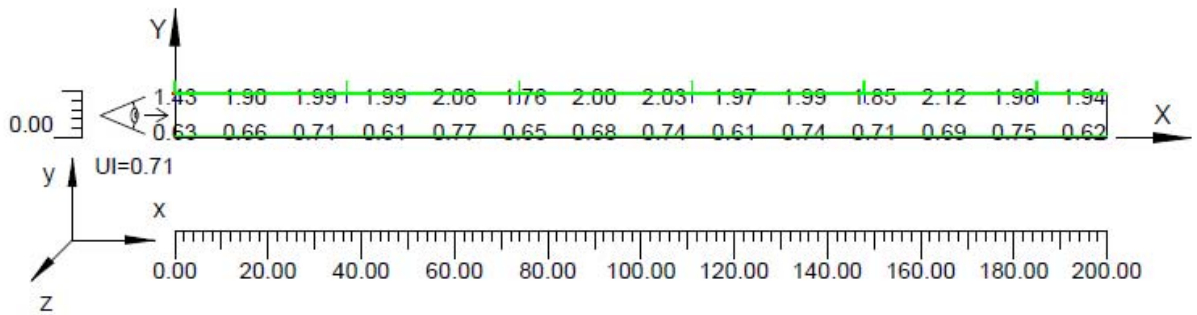
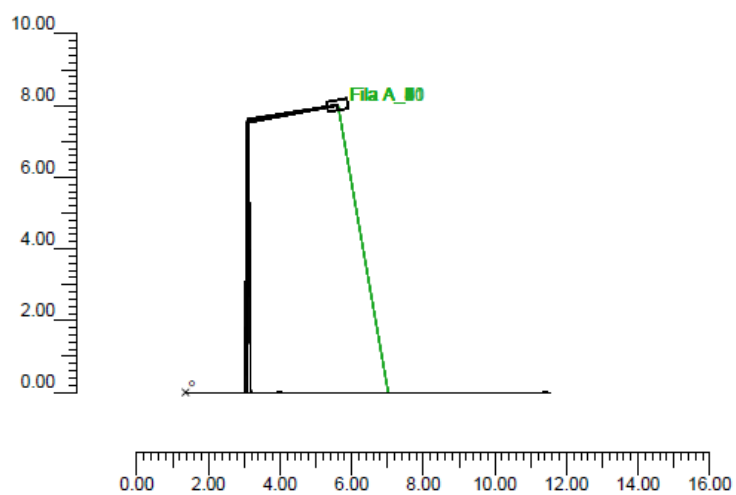


Tabella 6 – valori delle luminanze e dei requisiti illuminotecnici

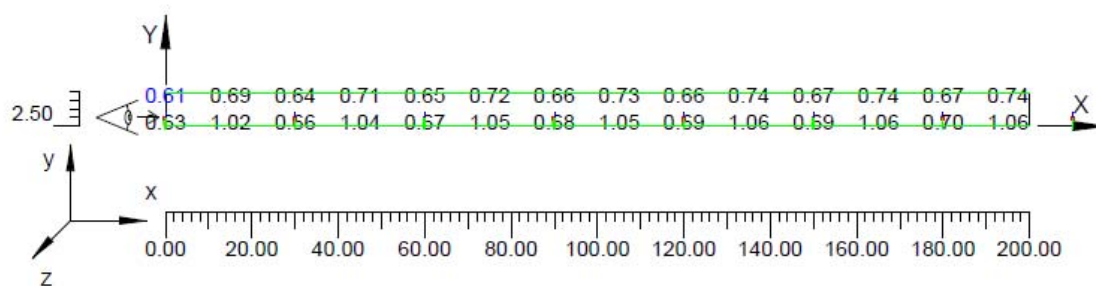
	Lm [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	1,21	0,56	0,71	7,77
Valori nominali secondo la classe ME3c:	≥ 1	≥ 0.4	≥ 0,5	≤ 10
Rispettato/non rispettato:	SI	SI	SI	SI

Tipo B1

Disposizione dei pali e corpi illuminanti



Luminanza Carreggiata Sx



Luminanza Carreggiata Dx

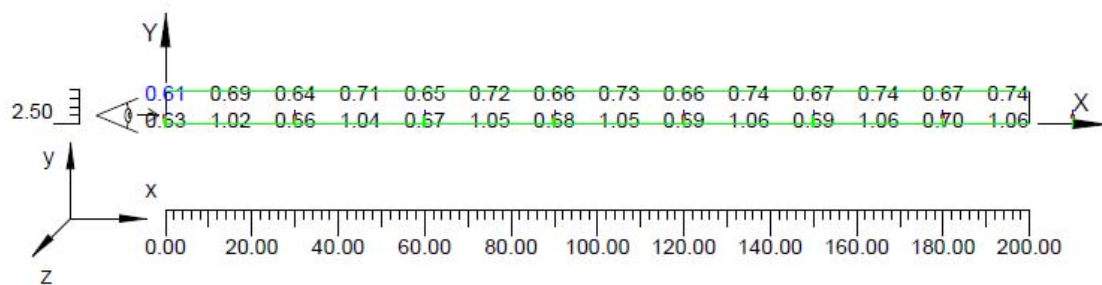
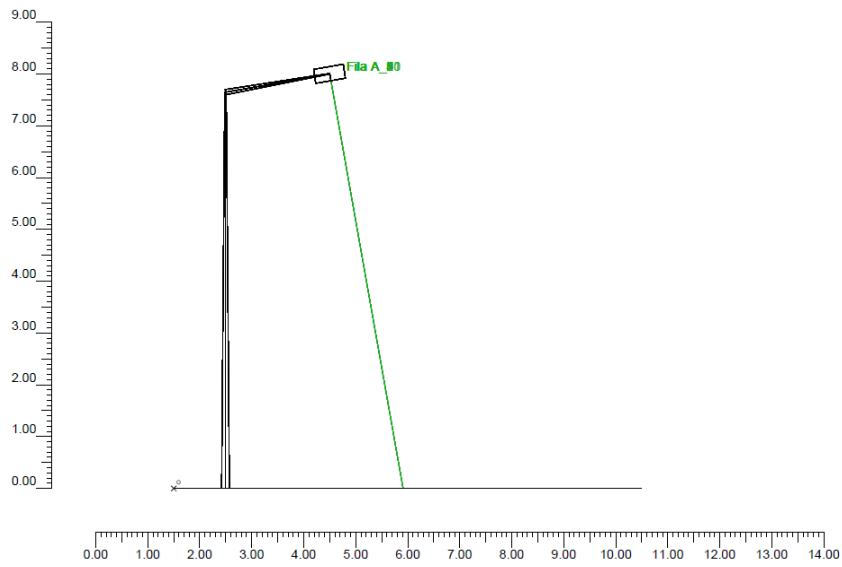


Tabella 7 – valori delle luminanze e dei requisiti illuminotecnici

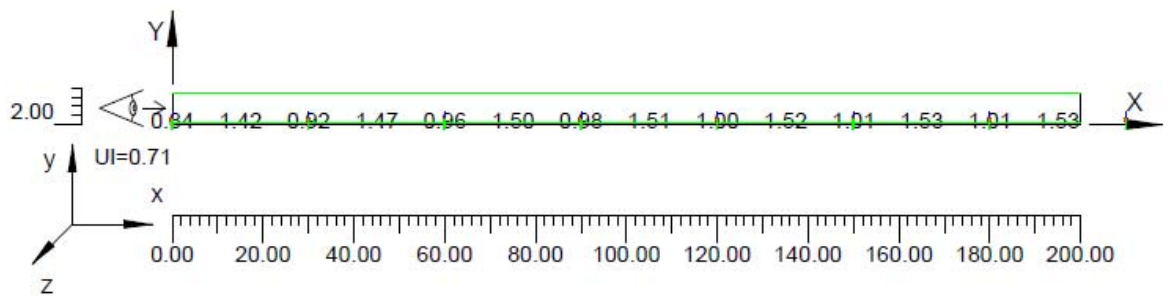
	Lm [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	1,09	0,58	0,71	9,96
Valori nominali secondo la classe ME3c:	≥ 1	≥ 0.4	≥ 0,5	≤ 10
Rispettato/non rispettato:	SI	SI	SI	SI

Tipo B2

Disposizione dei pali e corpi illuminanti



Luminanza Carreggiata Sx



Luminanza Carreggiata Dx

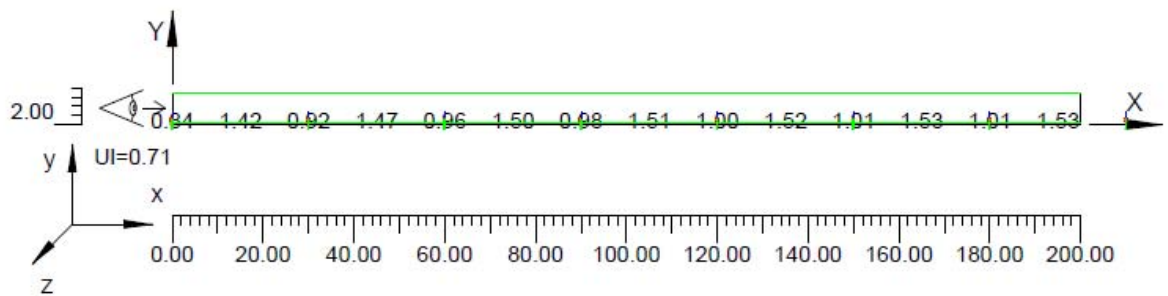
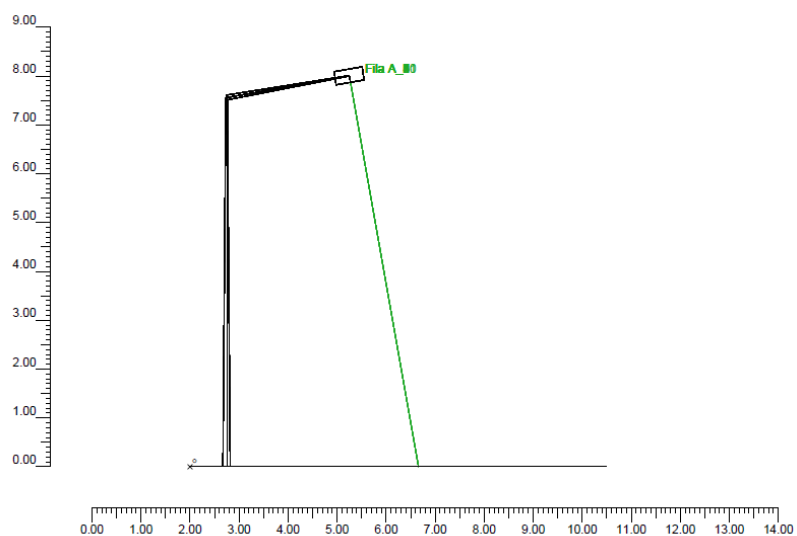


Tabella 8 – valori delle luminanze e dei requisiti illuminotecnici

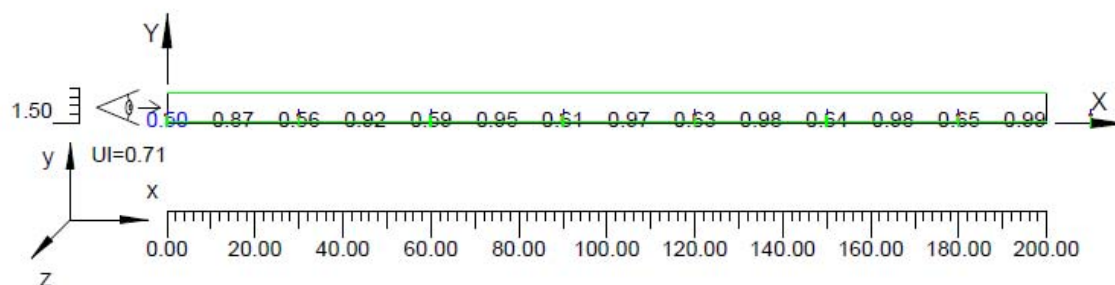
	Lm [cd/m ²]	U ₀	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	1,19	0,55	0,71	9,95
Valori nominali secondo la classe ME3c:	≥ 1	≥ 0.4	≥ 0,5	≤ 10
Rispettato/non rispettato:	SI	SI	SI	SI

Tipo C

Disposizione dei pali e corpi illuminanti



Luminanza Carreggiata Sx



Luminanza Carreggiata Dx

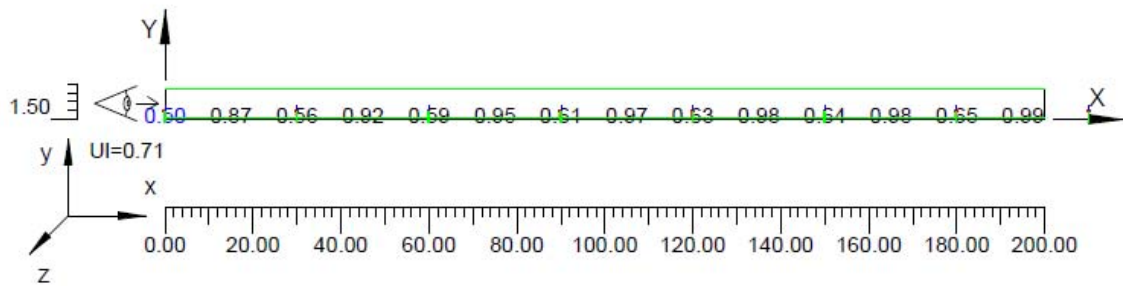
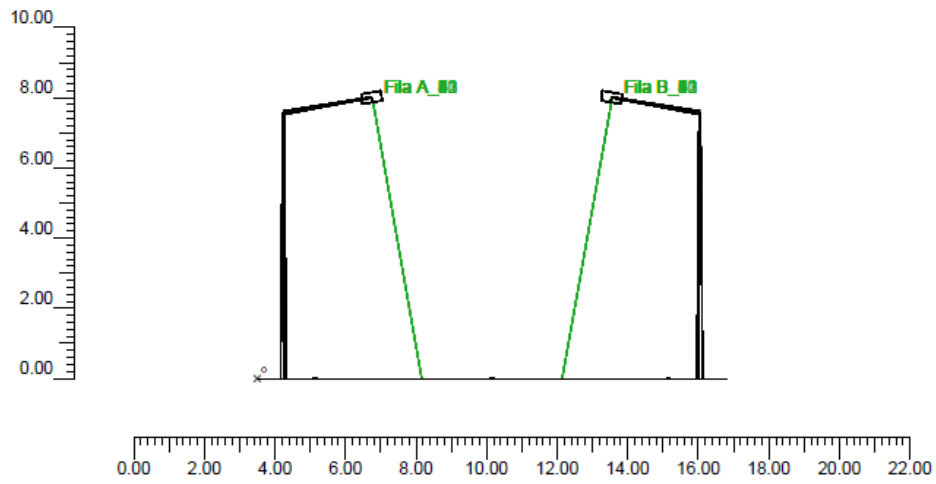


Tabella 9 – valori delle luminanze e dei requisiti illuminotecnici

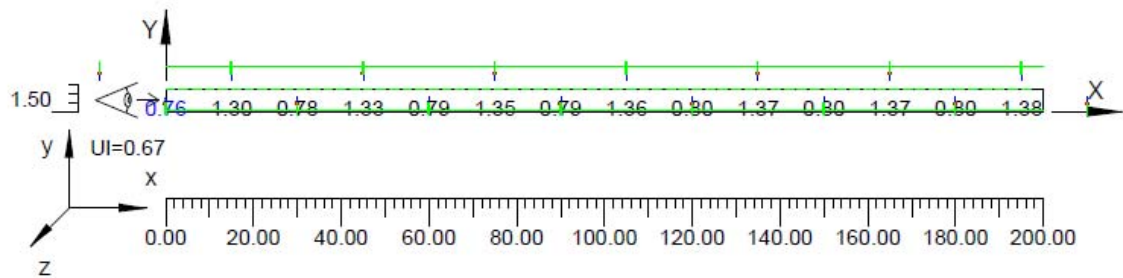
	Lm [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	1,16	0,50	0,71	9,54
Valori nominali secondo la classe ME3c:	≥ 1	≥ 0.4	≥ 0,5	≤ 10
Rispettato/non rispettato:	SI	SI	SI	SI

Tipo D

Disposizione dei pali e corpi illuminanti



Luminanza Carreggiata Sx



Luminanza Carreggiata Dx

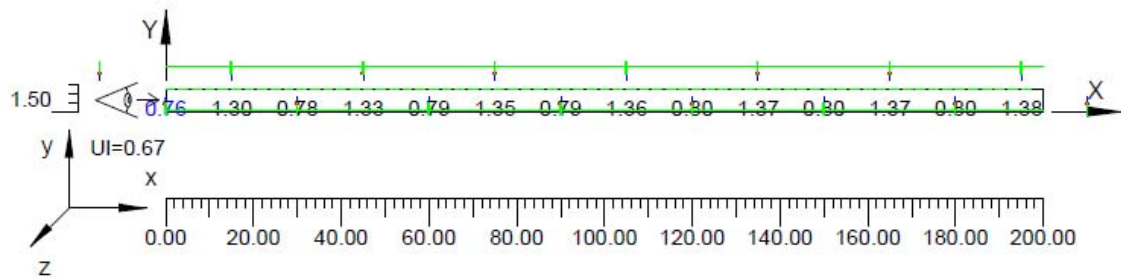
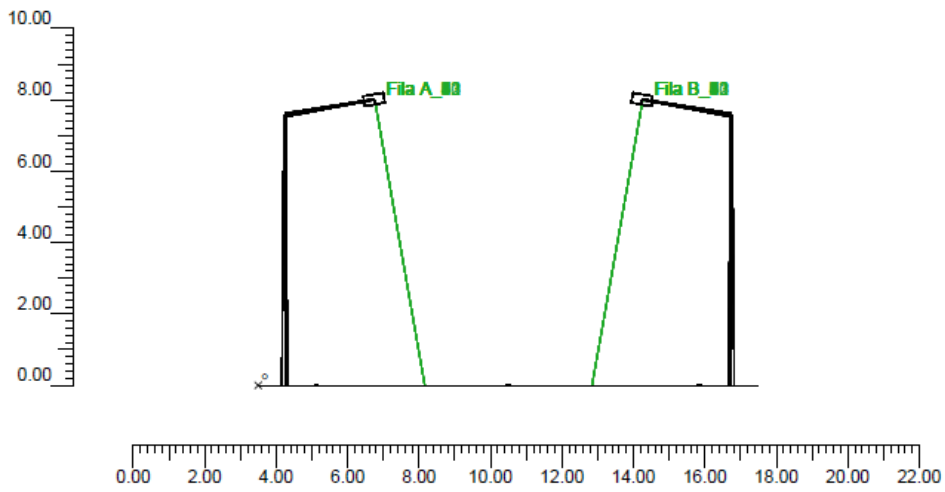


Tabella 10 – valori delle luminanze e dei requisiti illuminotecnici

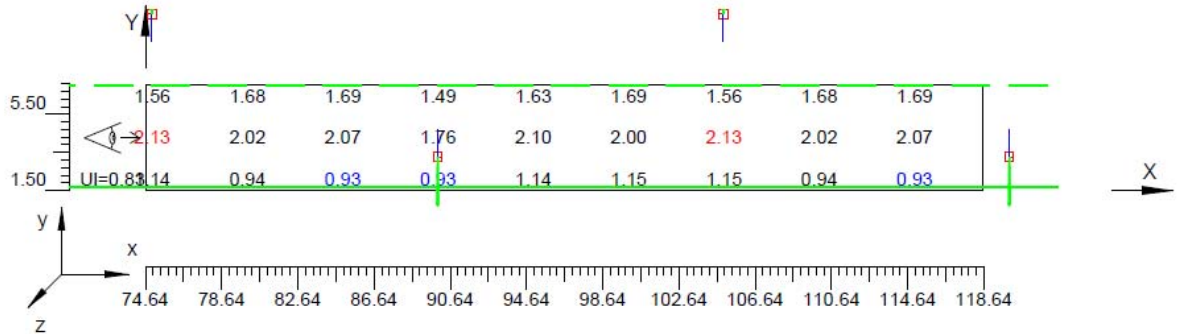
	Lm [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	1,14	0,67	0,77	7,07
Valori nominali secondo la classe ME4b:	≥ 0,5	≥ 0.35	≥ 0,40	≤ 15
Rispettato/non rispettato:	SI	SI	SI	SI

Tipo E

Disposizione dei pali e corpi illuminanti



Luminanza Carreggiata Sx



Luminanza Carreggiata Dx

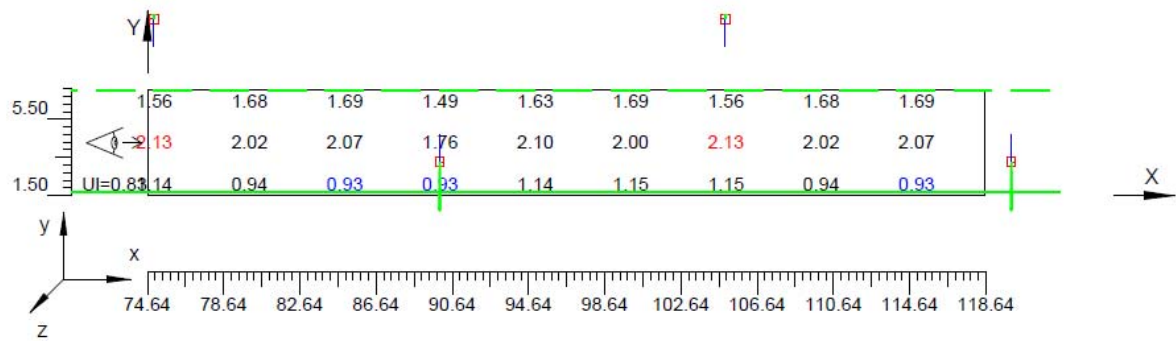
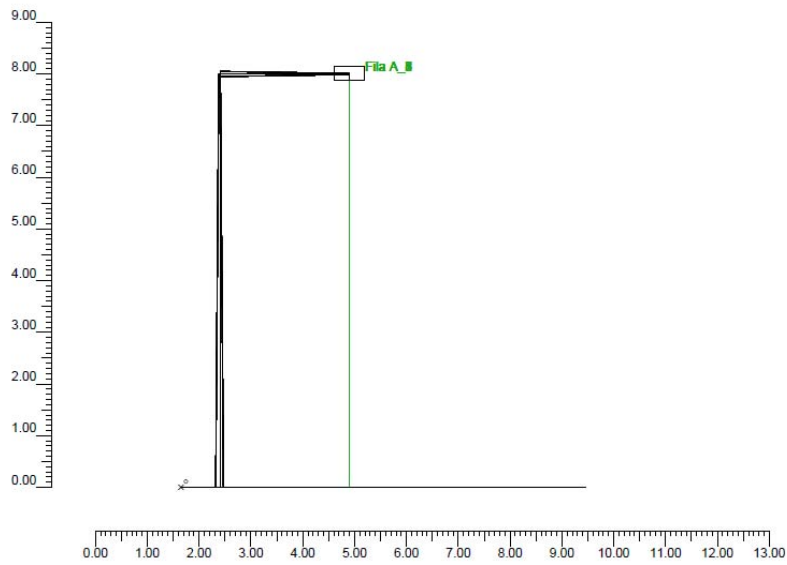


Tabella 11 – valori delle luminanze e dei requisiti illuminotecnici

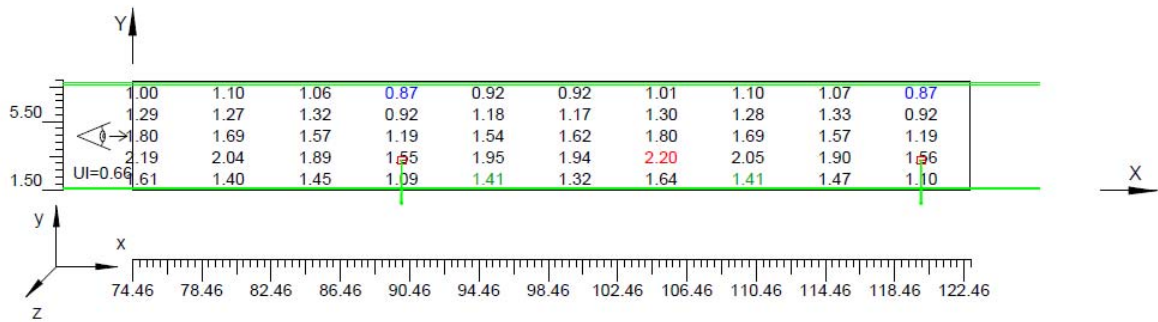
	Lm [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	1,63	0,67	0,83	9,38
Valori nominali secondo la classe ME3c:	≥ 1	≥ 0.4	≥ 0,5	≤ 10
Rispettato/non rispettato:	SI	SI	SI	SI

Tipo F

Disposizione dei pali e corpi illuminanti



Luminanza Carreggiata Sx



Luminanza Carreggiata Dx

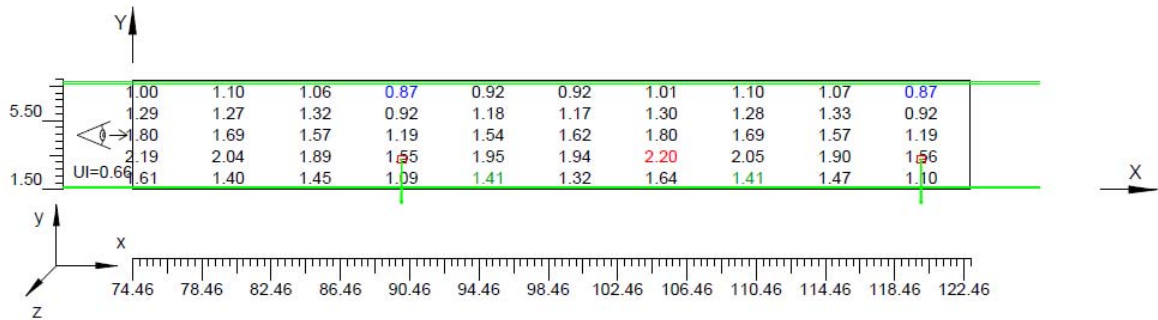


Tabella 12 – valori delle luminanze e dei requisiti illuminotecnici

	Lm [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	1,40	0,63	0,66	12,89
Valori nominali secondo la classe ME4b:	≥ 0,5	≥ 0.35	≥ 0,40	≤ 15
Rispettato/non rispettato:	SI	SI	SI	SI

Conclusioni per l'impianto di illuminazione delle strade oggetto di intervento

Dai valori sopra riportati, riscontrabili nei calcoli allegati, si evince che sono rispettate le prestazioni richieste dalla attuale normativa italiana di riferimento, ovvero la norma UNI 11248 "Selezione delle categorie illuminotecniche".

L'impianto di illuminazione progettato prevede corpi illuminanti a tecnologia led di potenza pari a 200 W o 120 W o 100 W, a seconda delle esigenze e delle caratteristiche geometriche dell'area di ubicazione. Essi verranno installati su pali di altezza fuori terra tra i 10 e gli 8 m caratterizzati da una interdistanza di 37 o 30 m gli uni dagli altri a seconda della classe illuminotecnica di appartenenza (E o F).

In questo modo vengono soddisfatti correttamente i requisiti illuminotecnici per la categoria stradale previsti dalla norma, e le condizioni di visibilità e sicurezza per tutti gli utenti.

Intervento sulle rotatorie

La rotatoria è una particolare intersezione a raso, caratterizzata dalla presenza di un'area centrale circolare e inaccessibile, circondata da un anello, percorribile in una sola direzione ed in senso antiorario dal traffico proveniente da più entrate. Pertanto, rappresentando un punto sensibile del tessuto stradale, occorre focalizzare l'attenzione su due elementi rilevanti nella progettazione dell'illuminazione di una rotatoria:

- ✓ Fare in modo che la rotatoria sia visibile come ostacolo anche a distanza durante la percorrenza su un mezzo dalla strada cui essa è collegata.
- ✓ Il rispetto di un luminanza che consenta una percezione corretta della strada e di qualunque elemento o ostacolo la possa occupare.

Occorre inoltre tener conto delle esigenze di avere un livello di luminanza pari a quello di una classe superiore rispetto al maggiore tra quelli previsti per le strade

che insistono sulla rotonda.

Pertanto ai fini di conseguire il risultato desiderato si è scelto di installare armature stradali con lampade a tecnologia led per garantire le prestazioni richieste dalla norma e dalla buona tecnica.

Di seguito in tabella 9 si riportano in dettaglio i risultati del calcolo illuminotecnico eseguiti per le diverse tipologie di rotonde:

Tabella 13 – Riepilogo risultati illuminotecnici rotonde

	ROTONDA	ROTONDA	ROTONDA	ROTONDA
	1	2	3	4
R (m)	20	19	8,5	10
Lum media (cd/m ²)	1,60	1,58	1,61	1,63
Valori previsti da norma (cd/m ²)	1,50	1,50	1,50	1,50
Verifica	SI	SI	SI	SI
h pali (m)	10	8	8	8
Pot lampade (W)	120	120	100	100

Figura 1 - Luminanza colori sfalzati - Rotonda da 20 m

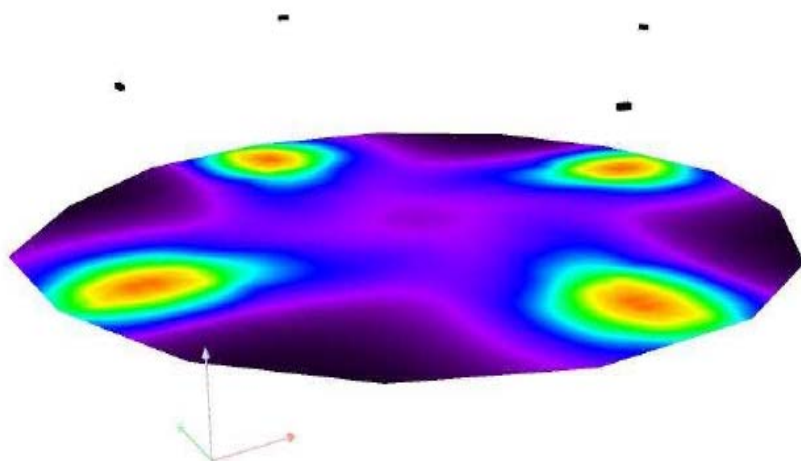


Figura 2 - Luminanza colori sfalzati - Rotonda da 19m

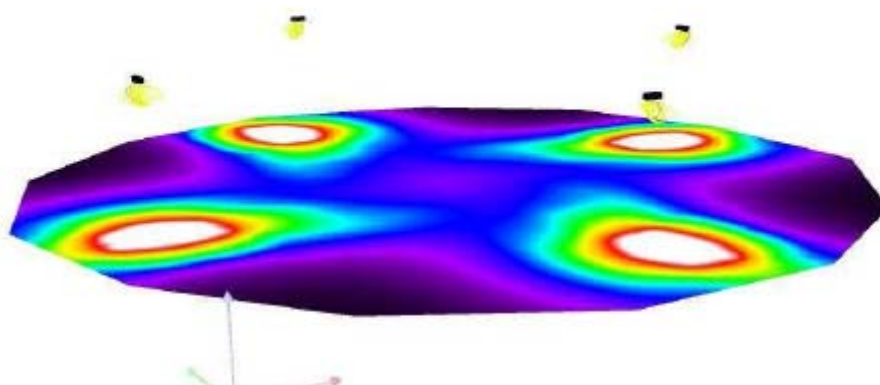


Figura3- Luminanza colori sfalzati - Rotonda da 8,50 m

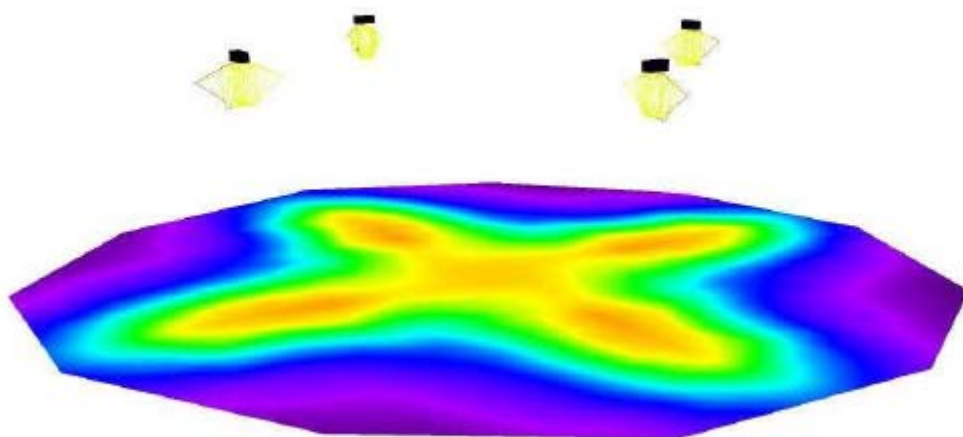
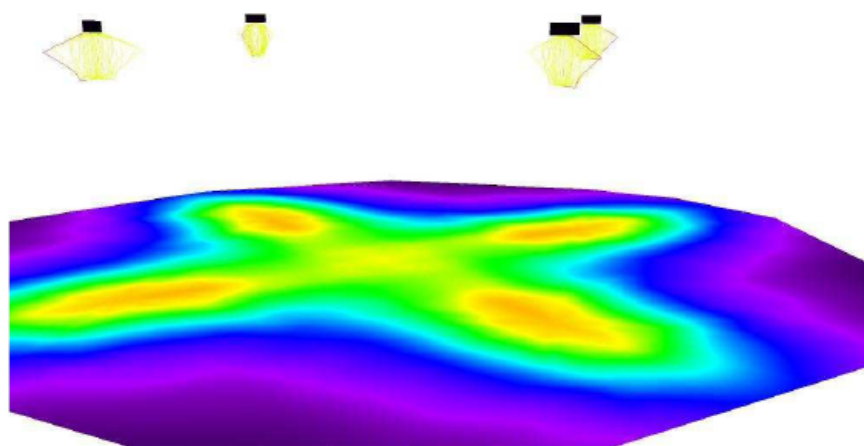


Figura 4- Luminanza colori sfalzati - Rotonda da 10m



Conclusioni per l'impianto di illuminazione delle rotatorie

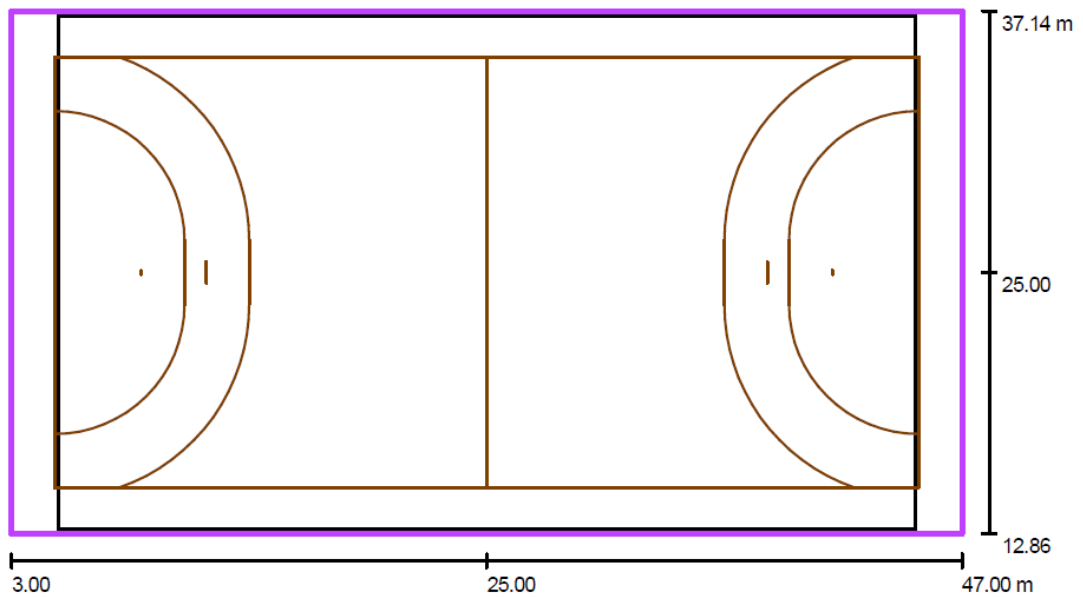
Per tanto a seguito della verifica illuminotecnica eseguita sulle rotatorie oggetto di studio, si evince che in tutte le casistiche poste sotto osservazione sono rispettati i requisiti illuminotecnici, che garantiscono il giusto comfort visivo e le condizioni di sicurezza per la viabilità.

Studio illuminotecnico per il campo di calcio

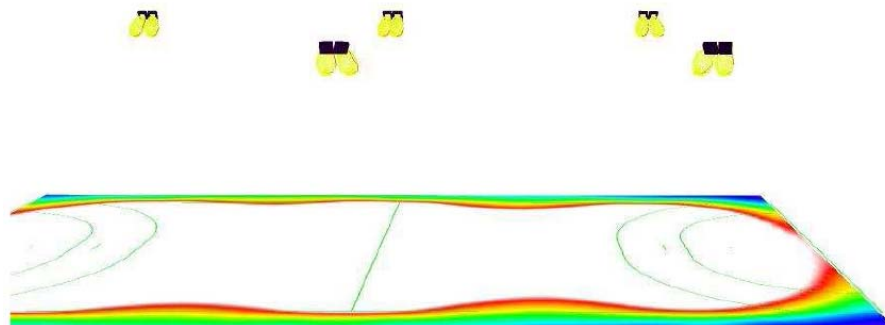
Per quanto riguarda l'impianto di illuminazione relativo al nuovo campo da calcio, si è proceduto alla verifica illuminotecnica del suddetto. Nella scelta dei corpi illuminanti si sono seguiti criteri prestazionali e di economicità. Si è scelto di posizionare due fari da 400 Wsu ciascun palo. Ogni coppia sarà installata ad una altezza di 10 m fuori terra su pali dritti. Il tipo di corpo illuminante scelto è del tipo a sodio ad alta pressione. Questo tipo di lampade assicurano:

- ✓ Ottima efficienza luminosa
- ✓ Lunga durata
- ✓ Risparmio energetico

Planimetria del campo



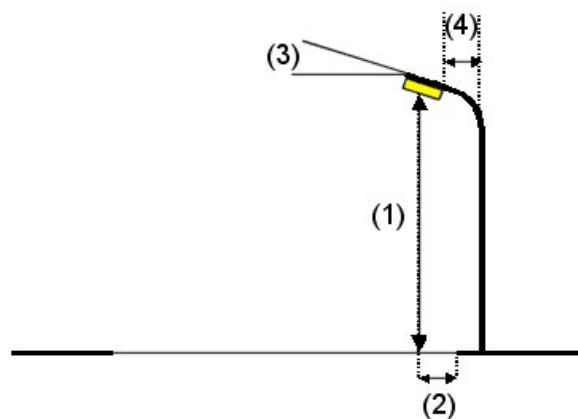
Isolinee a colori sfalzati



Pertanto a seguito di verifica illuminotecnica, si riscontra il rispetto dei requisiti minimi di illuminamento richiesti dalla norma. (con riferimento alla norma UNI 12193). Tale scelta è stata effettuata basandosi sia su criteri economici che tecnici e prestazionali.

ALLEGATO

VERIFICHE ILLUMINOTECNICHE MARCIAPIEDE DA 5,00 mt.



Lo schema grafico del lampione è da intendersi valido sia per la lampada stradale che per quella che illumina il marciapiede. Nei calcoli che seguono deve intendersi :

- 1) L'altezza del corpo illuminante (ad esempio 8,00 m. per luce stradale e 3,50 m. per luce pedonale)
- 2) La distanza della lampada rispetto al ciglio strada ;
- 3) Inclinazione sbraccio
- 4) Lunghezza sbraccio(ad esempio 2,50 m. per luce stradale e 0,00 m. per luce pedonale).

Le verifiche illuminotecniche riportate nell'All. 4 (capitolo precedente) riguardano il solo corpo stradale, con altezze della lampada posta a quota 8 e 10 m ed interdistanza 30 e 37 m, e sono state effettuate per tutte le tipologie stradali.

Le grandezze che si misurano sono la luminanza media (L_m), l'uniformità (U_o e U_l) e l'abbagliamento (T_i).

Per i marciapiedi tali valori non hanno significato, non solo perché la riflessione della luce è diversa, ma anche perché non ha senso parlare di abbagliamento del pedone o del ciclista.

Ragion per cui la norma UNI 11248 stabilisce per la classe illuminotecnica (S3) relativa ai marciapiedi si misurino 2 valori di illuminamento: quello medio (E_m) e quello minimo (E_{min}).

Queste ultime verifiche non tengono conto dell'effetto della luce del palo alto stradale, ma solo della lampada montata in direzione del marciapiede, perciò opposta alla prima.

Infatti, la verifica effettuata dei valori E_m ed E_{min} riguarda una lampada posta ad altezza 3.50 m, nelle due ipotesi di interdistanza, 30 e 37 m.

L'effetto del flusso luminoso della lampada, posta in corrispondenza del corpo stradale e più in alto, è trascurabile nel caso dell'illuminazione a Led.

Con riferimento alla protezione della base del palo di sostegno dell'armatura illuminante, il prodotto da installare avrà le caratteristiche descritte nel capitolato tecnico al paragrafo 2, perciò sarà dotato di tutte le certificazioni che il costruttore ha l'obbligo di fornire per garantire la rispondenza della qualità del manufatto alla normativa vigente.

In particolare, come indicato nella scheda allegata al capitolato tecnico, il palo sarà conforme alla Norma UNI EN 40.

In conformità al C.S.A. a base di gara, pertanto, la protezione della base del palo alla base non si eseguirà con una fascia bituminosa, bensì con manicotto di rinforzo in acciaio S235JR, di altezza pari a circa 500 mm, applicato in mezzeria del punto d'incastro al basamento mediante saldatura circonferenziale.

Con riferimento al posizionamento dei cavidotti, sarà ovunque rispettata la distanza minima dalla base degli alberi di 1.50 m.

Ad ulteriore garanzia della protezione dall'apparato radicale, la predetta distanza potrà essere estesa sino a 3.00 m ove gli spazi per l'alloggiamento del cavidotto lo consentissero.

Come indicato nella relazione di calcolo degli impianti di illuminazione, gli stessi saranno dotati di impianto di dispersione a terra, realizzato mediante un cavo di terra di sezione opportuna per ogni circuito, comunque non inferiore a 16 mm², e di un picchetto dispersore infisso in corrispondenza del quadro elettrico, per il collegamento del differenziale generale di protezione delle apparecchiature elettroniche a cui si collegheranno anche le terre dei circuiti.

Per tale ragione l'apparecchio per illuminazione stradale può essere composto da armatura stradale a LED con classe di isolamento I e grado di protezione IP66.

Ciò nonostante, dovendo garantire la conformità del prodotto fornito alle prescrizioni del C.S.A. a base di gara, lo stesso apparecchio di illuminazione sarà fornito in classe di isolamento II e l'impianto di terra fungerà da protezione aggiuntiva (solo per la massa metallica dei pali di sostegno), sebbene non più obbligatoria, essendo l'intero impianto di illuminazione costruito da elementi tutti in doppio isolamento.

Con riferimento agli scaricatori di sovratensione, alle caratteristiche degli interruttori differenziali impiegati ed al commutatore manuale/automatico per il comando degli impianti, si rimanda agli schemi dei quadri elettrici allegati, che sono stati modificati per

tener conto dell'inserimento degli scaricatori di sovratensione, conformi alla norma IEC 61643, per la protezione delle apparecchiature elettriche dalle sovratensioni provenienti dalla rete di distribuzione dell'energia elettrica, dell'impiego di interruttori generali differenziali di tipo selettivo, con $I_{dn} = 300\text{mA}$, posti a protezione delle dorsali trifase in partenza da ciascun quadro per l'alimentazione dei corpi illuminanti, nonché della commutazione del funzionamento degli impianti da automatico a manuale.

Con riferimento alla posa del cavidotto interrato di alloggiamento dei cavi di alimentazione dei corpi illuminanti, una volta ricoperti con il rinterro, sarà posizionato a 20 cm di distanza dalla generatrice superiore della condotta il nastro di segnalazione del sottoservizio, riportante la scritta "**Pubblica Illuminazione**".

Con riferimento ai chiusini di copertura dei pozzetti di derivazione, come indicato nella relazione di calcolo degli impianti di illuminazione saranno in calcestruzzo ghisa, di classe A125 per posa su marciapiede e di classe C250 per posa su strada.

In conformità alle prescrizioni del C.S.A. a base di gara, i pozzetti saranno realizzati mediante anelli in CLS senza fondo ispezionabili con chiusino riportante la scritta "**Città di Barletta - Pubblica Illuminazione**", completi di fori di aggancio per apertura con attrezzo apri-chiusini.

Come riportato nella relazione di calcolo degli impianti di illuminazione, per poter ridurre il flusso luminoso e conseguire il risparmio energetico, in conformità alla Legge Regionale Puglia n° 15/2005, **ogni apparecchio LED è dotato di serie di un dispositivo di dimmerazione integrato su più livelli di potenza impostabili gestiti da un microprocessore**, che si basa sul calcolo della cosiddetta **mezzanotte virtuale**.

Pertanto, l'apparecchio può essere configurato definendo la riduzione di potenza distribuita fino a 5 livelli diversi, dando la massima elasticità e possibilità di variare il flusso luminoso anche in maniera puntuale, ad esempio per tener conto in zone particolari di eventuali esigenze di sicurezza stradale o delle persone nel corso delle ore notturne.

Gli apparecchi illuminanti che saranno impiegati sono dotati di un dispositivo per la dimmerazione (attenuazione del flusso luminoso) su diversi livelli di potenza che reimpostati o programmabili dal cliente, si basano sul calcolo della mezzanotte virtuale.

Il dispositivo è integrato nell'apparecchio e non richiede alcuna modifica sull'impianto da parte dell'installatore.

L'apparecchio deve essere cablato normalmente con cavo bipolare (fase+neutro) o tripolare in caso di apparecchio in classe di isolamento (fase+neutro+terra).

La commutazione del relay avviene tra 2 contatti di scambio che permettono ai driver di essere in funzione o meno a seconda di come è stato realizzato il cablaggio.

Il sistema presenta una grande semplicità d'installazione ed è affidabile: la regolazione segue gradini pre-impostati, i risultati in termini di risparmio sono ottimali in quanto il dispositivo si aggiorna automaticamente in funzione degli orari di accensione e spegnimento dell'impianto.

La riduzione del flusso luminoso avviene attraverso un processo di autoapprendimento dell'apparecchio, che, in funzione delle accensioni e spegnimenti pregressi, determina l'ipotetica "mezzanotte virtuale", media tra l'istante di accensione (tramonto) e quello di spegnimento (alba) e rappresenta il punto di riferimento per il dispositivo.

Un microprocessore calcola il tempo di commutazione desiderato partendo da questo punto di riferimento.

Di solito, le impostazioni di fabbrica sono 3 ore prima (circa le 22) e 4 ore dopo (circa le 5) rispetto alla "mezzanotte naturale".

La durata può essere facilmente modificata dall'utente finale in qualsiasi momento.

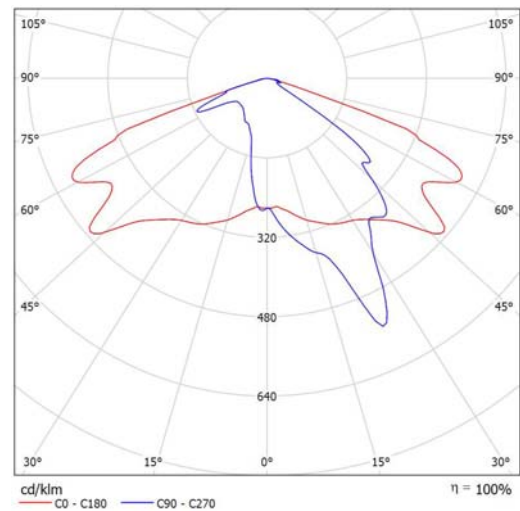
VERIFICA MARCIAPIEDE

larghezza 5,0 mt
interdistanza pali :30mt

DLEDS ASYMMETRIC 33A DLEDS ASYMMETRIC 33A / Scheda tecnica apparecchio

Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 43 77 97 100 103

Emissione luminosa 1:



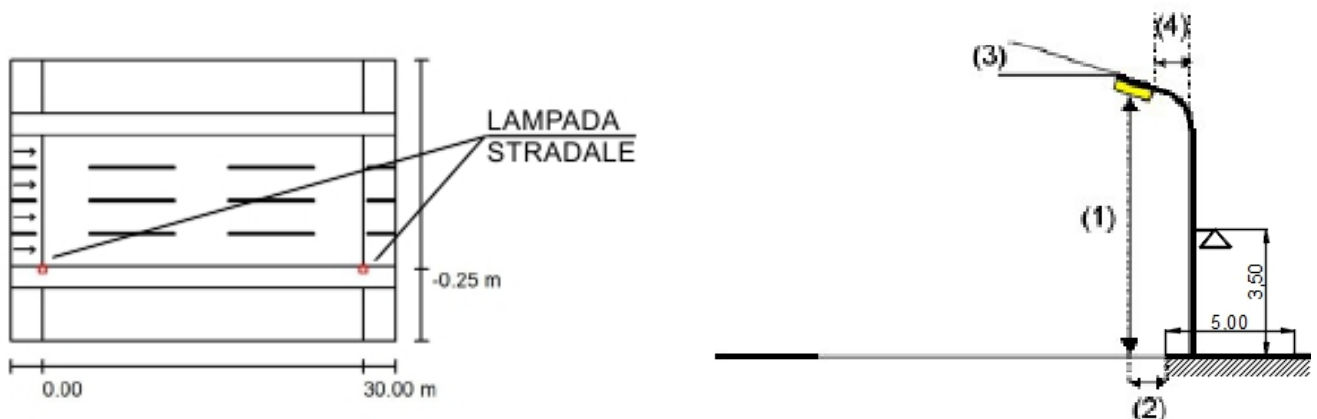
Strada 1/Dati di pianificazione

Profilo strada

Marciapiede 2	(Larghezza: 5.00 m)
Stallo di sosta 1	(Larghezza: 2.00 m)
Carreggiata 2	(Larghezza: 12.30 m, Numero corsie: 4, Manto stradale: R3, q0: 0.070)
Stallo di sosta 2	(Larghezza: 2.00 m)
Marciapiede 1	(Larghezza: 5.00 m)

Fattore di manutenzione: 0.67

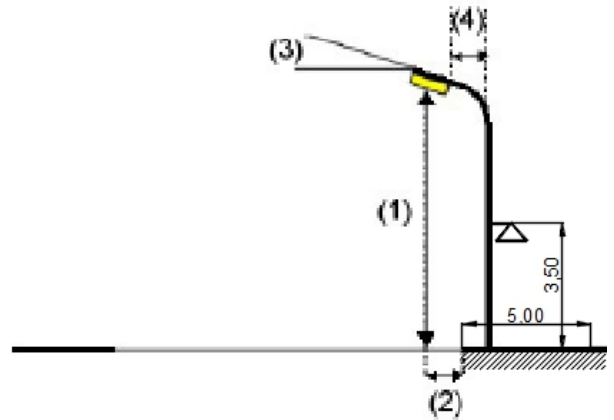
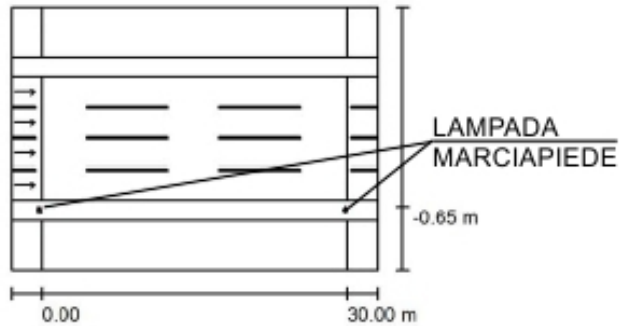
Disposizioni lampade



Lampada:	Dleds Stratos T 12M850 N23A	Stratos T 12M850 N23A
Flusso luminoso (Lampada):	12048 lm	Valori massimi dell'intensità luminosa
Flusso luminoso (Lampadine):	12048 lm	per 70°: 607 cd/klm
Potenza lampade:	108.0 W	per 80°: 61 cd/klm
Disposizione:	un lato, in basso	per 90°: 0.00 cd/klm
Distanza pali:	30.00 m	Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo indicato con le verticali inferiori.
Altezza di montaggio (1):	8.00 m	Nessuna intensità luminosa superiore a 90°.
Altezza fuochi:	7.93 m	La disposizione rispetta la classe di intensità luminosa G3.
Distanza dal bordo stradale (2):	-0.25 m	La disposizione rispetta la classe degli indici di abbagliamento D.6.
Inclinazione braccio (3):	0.0 °	
Lunghezza braccio (4):	2.50 m	

Strada 1/Dati di pianificazione

Disposizioni lampade



Lampada:	Dleds DLEDS ASYMMETRIC 33A DLEDS ASYMMETRIC 33A
Flusso luminoso (Lampada):	1000 lm
Flusso luminoso (Lampadine):	1000 lm
Potenza lampade:	108.0 W
Disposizione:	un lato, in basso
Distanza pali:	30.000 m
Altezza di montaggio (1):	3.500 m
Altezza fuochi:	3.499 m
Distanza dal bordo stradale (2):	-0.650 m
Inclinazione braccio (3):	0.0 °
Lunghezza braccio (4):	0.000 m

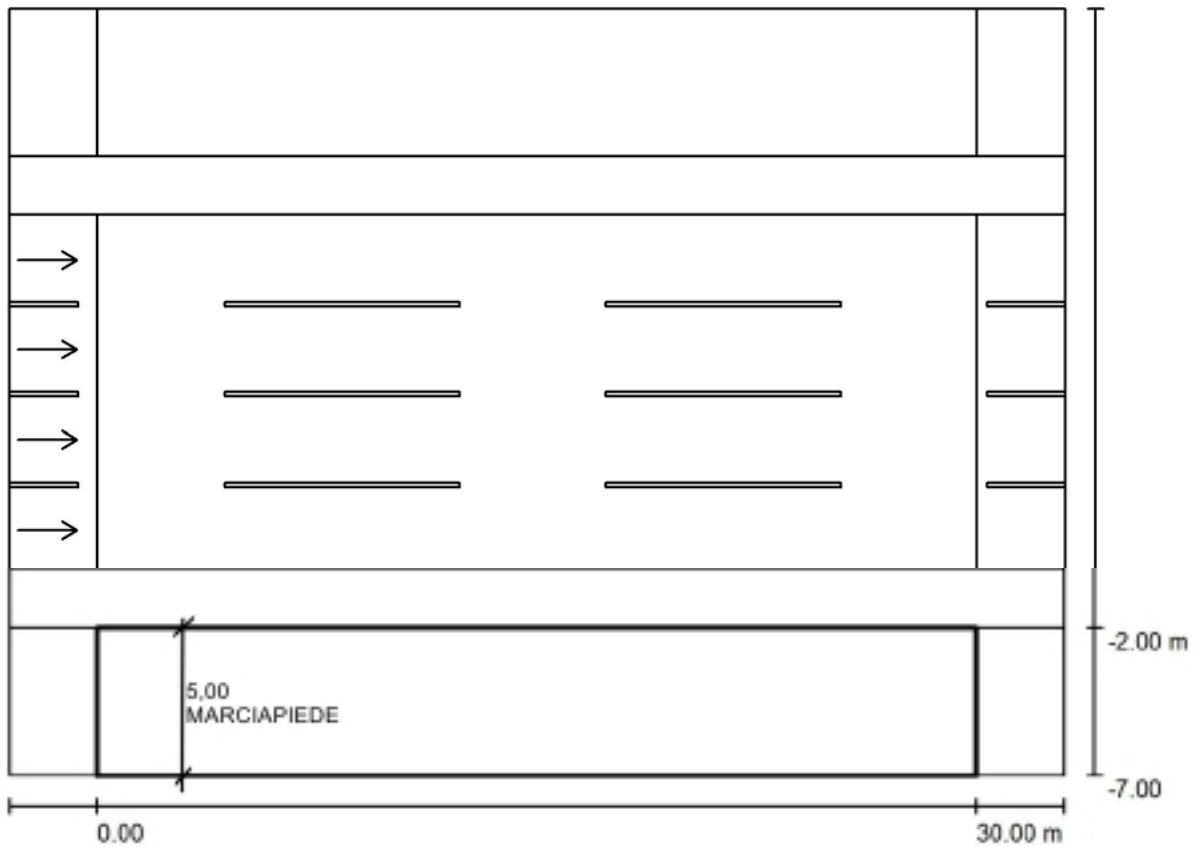
Valori massimi dell'intensità luminosa
per 70°: 557 cd/klm
per 80°: 23 cd/klm
per 90°: 0.00 cd/klm

Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo indicato con le verticali inferiori.

Nessuna intensità luminosa superiore a 90°.
La disposizione rispetta la classe di intensità luminosa G3.

La disposizione rispetta la classe degli indici di abbagliamento D.6.

Strada 1 / Campo di valutazione Marciapiede 1 / RISULTATI DI CALCOLO



Fattore di manutenzione: 0.67

Scala 1:258

Reticolo: 10 x 4 Punti

Elementi stradali corrispondenti: Marciapiede 1.

Classe di illuminazione selezionata: S3

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

Valori reali calcolati:

Valori nominali secondo la classe:

Rispettato

E_m [lx]

8.66

≥ 7.50

✓

E_{min} [lx]

2.71

≥ 1.50

✓

VERIFICA MARCIAPIEDE

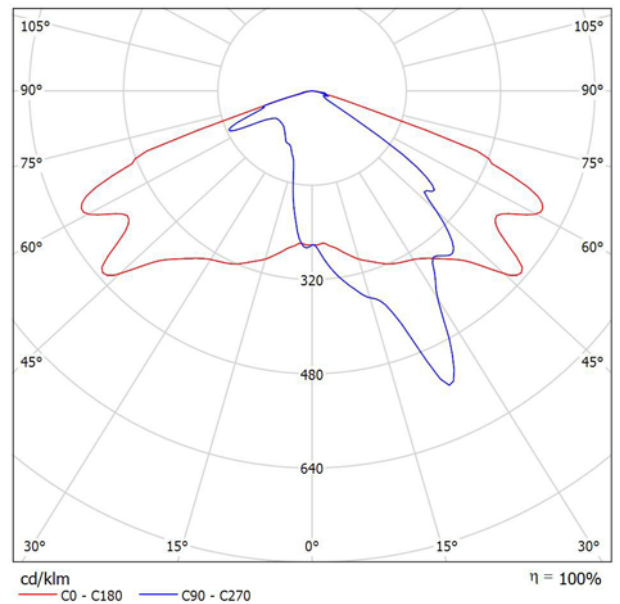
larghezza 5,0 mt

interdistanza pali :37,0mt

DLEDS ASYMMETRIC 33A DLEDS ASYMMETRIC 33A / Scheda tecnica apparecchio

Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 43 77 97 100 103

Emissione luminosa 1:



Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 43 77 97 100 103

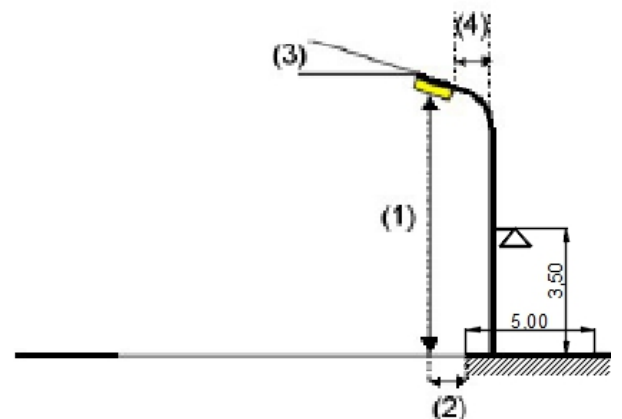
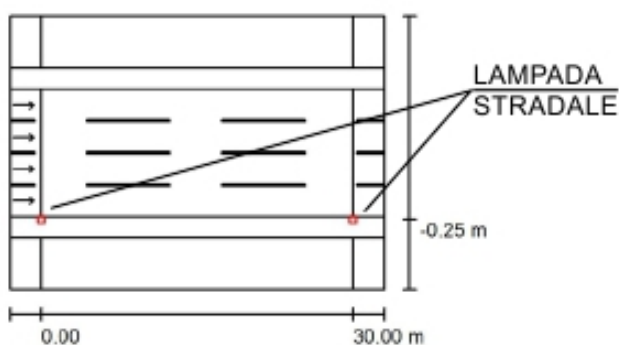
Strada 1/Dati di pianificazione

Profilo strada

Marciapiede 2	(Larghezza: 5.00 m)
Stallo di sosta 1	(Larghezza: 2.00 m)
Carreggiata 2	(Larghezza: 12.30 m, Numero corsie: 4, Manto stradale: R3, q0: 0.070)
Stallo di sosta 2	(Larghezza: 2.00 m)
Marciapiede 1	(Larghezza: 5.00 m)

Fattore di manutenzione: 0.67

Disposizioni lampade



Lampada: Dleds Stratos T 12M850 N23A Stratos T 12M850 N23A
 Flusso luminoso (Lampada): 12048 lm
 Flusso luminoso (Lampadine): 12048 lm
 Potenza lampade: 108.0 W
 Disposizione: un lato, in basso
 Distanza pali: 37.00 m
Altezza di montaggio (1): 8.00 m
 Altezza fuochi: 7.930 m
 Distanza dal bordo stradale (2): -0.250 m
 Inclinazione braccio (3): 0.0 °
 Lunghezza braccio (4): 2.50 m

Valori massimi dell'intensità luminosa
 per 70°: 607 cd/klm
 per 80°: 61 cd/klm
 per 90°: 0.00 cd/klm

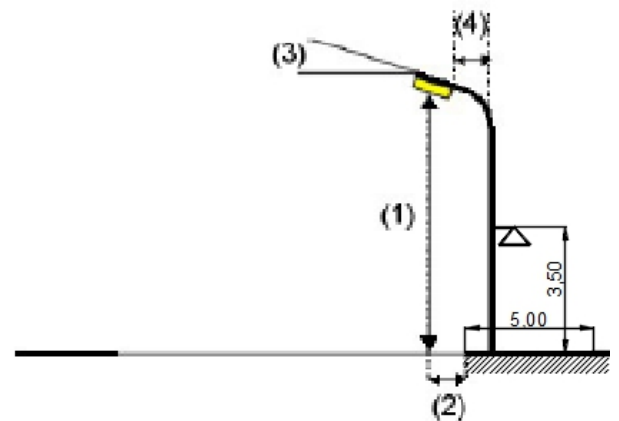
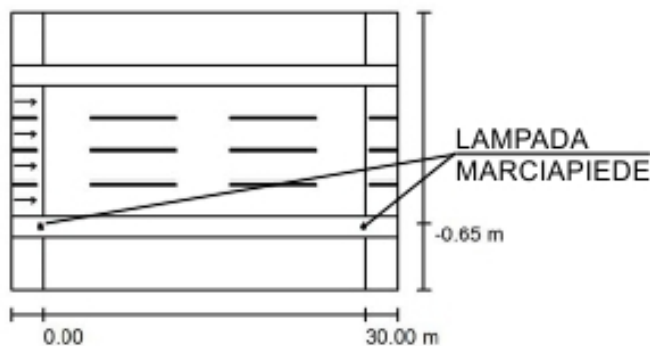
Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo indicato con le verticali inferiori.

Nessuna intensità luminosa superiore a 90°.
 La disposizione rispetta la classe di intensità luminosa G3.

La disposizione rispetta la classe degli indici di abbagliamento D.6.

Strada 1/Dati di pianificazione

Disposizioni lampade



Lampada: Dleds DLEDS ASYMMETRIC 33A DLEDS ASYMMETRIC 33A
 Flusso luminoso (Lampada): 1500 lm
 Flusso luminoso (Lampadine): 1500 lm
 Potenza lampade: 108.0 W
 Disposizione: un lato, in basso
 Distanza pali: 37.000 m
Altezza di montaggio (1): 3.500 m
 Altezza fuochi: 3.499 m
 Distanza dal bordo stradale (2): -0.650 m
 Inclinazione braccio (3): 0.0 °
 Lunghezza braccio (4): 0.000 m

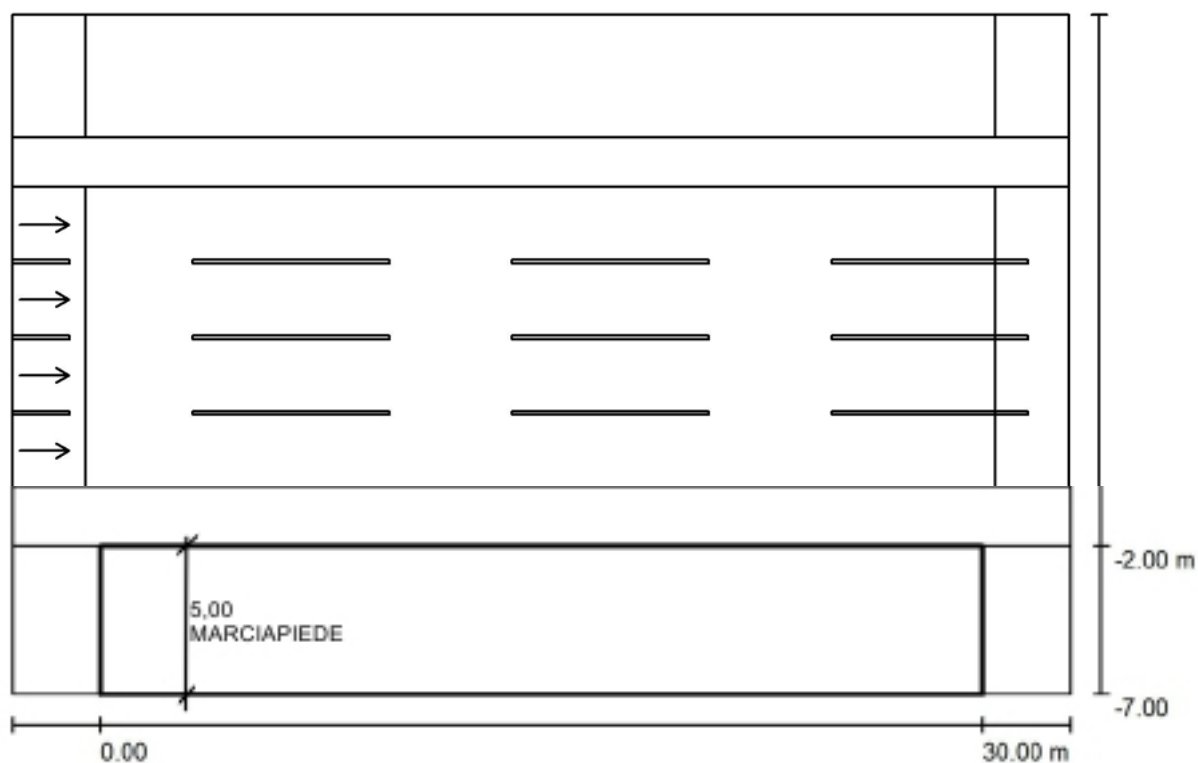
Valori massimi dell'intensità luminosa
 per 70°: 557 cd/klm
 per 80°: 23 cd/klm
 per 90°: 0.00 cd/klm

Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo indicato con le verticali inferiori.

Nessuna intensità luminosa superiore a 90°.
 La disposizione rispetta la classe di intensità luminosa G3.

La disposizione rispetta la classe degli indici di abbagliamento D.6.

Strada 1 / Campo di valutazione Marciapiede 1 / RISULTATI DI CALCOLO



Fattore di manutenzione: 0.67

Scala 1:308

Reticolo: 13 x 4 Punti

Elementi stradali corrispondenti: Marciapiede 1.

Classe di illuminazione selezionata: S3

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

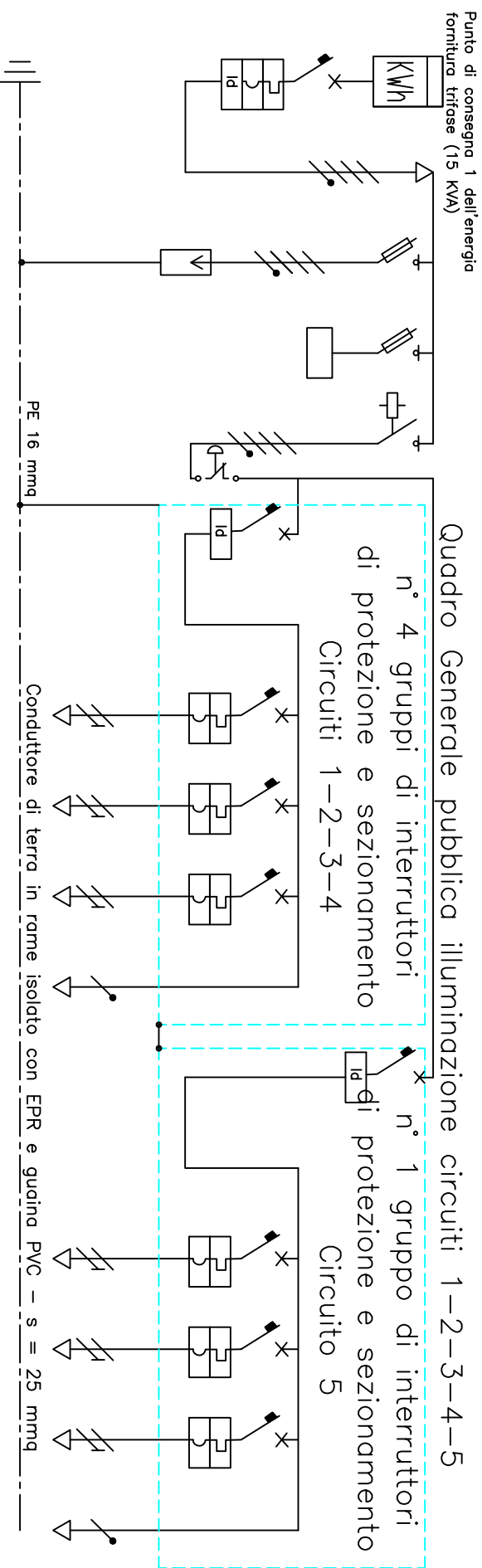
Valori reali calcolati:

Valori nominali secondo la classe:

Rispettato:

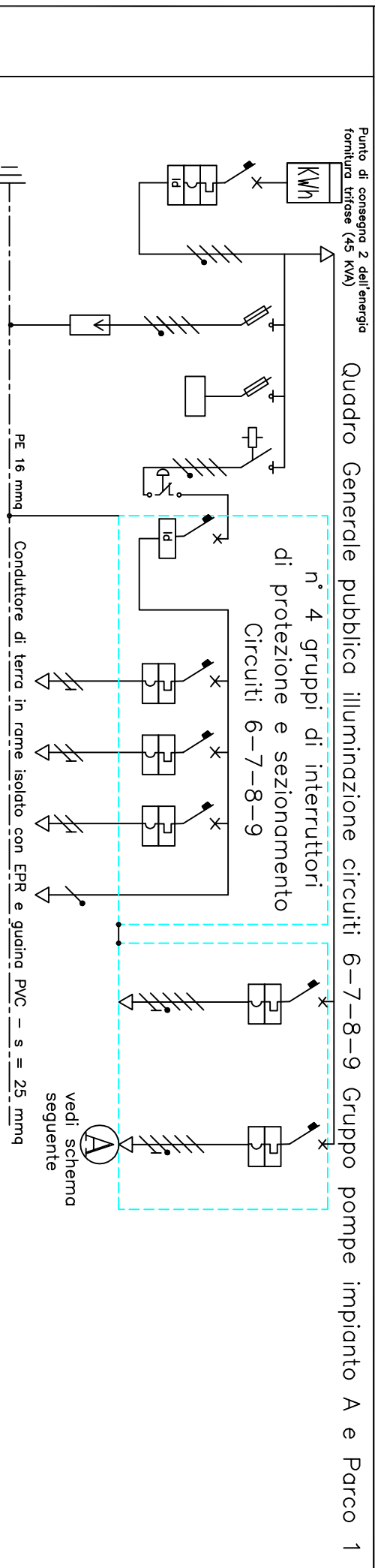
E_m [lx]	E_{min} [lx]
7.66	2.04
≥ 7.50	≥ 1.50
✓	✓

SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE DI DISTRIBUZIONE DAL PUNTO DI CONSEGNA 1



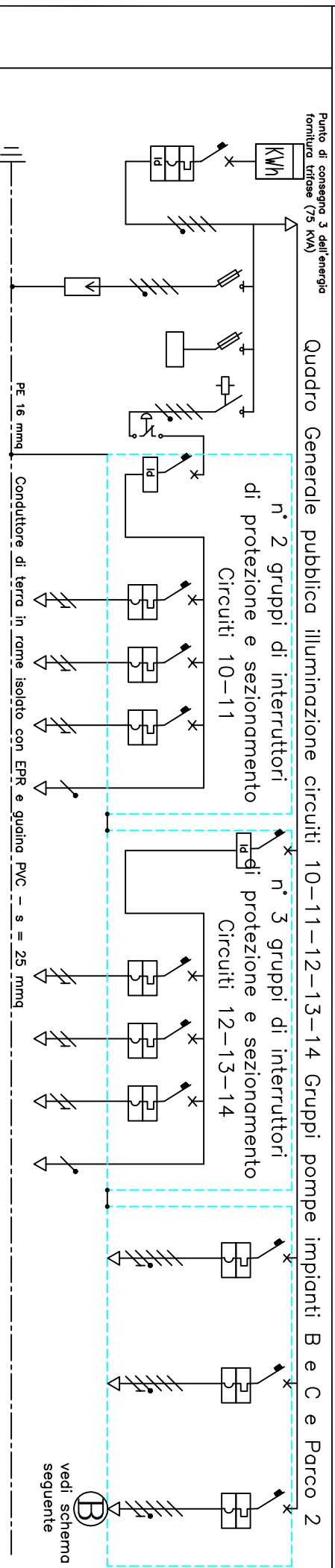
Servizio e/o Destinazione	Alimentazione da contatore	Scoricatori	Interruttore crepuscoli	Contattore di accensione	Sezionamento circuiti illuminazione stradale quattro linee				Sezionamento circuiti illuminazione stradale una linea						
					R-S-T-N	R-S-T-N	R-S-T-N	R-S-T-N	R-S-T-N	R-S-T-N	R-S-T-N	R-S-T-N			
FASI	TIPO	R-S-T-N	R-S-T-N	R-N	R-S-T-N	R	S	T	N	R-S-T-N	R	S	T	N	
	N. Poli	CURVA C	SPD L	Fusibile	AC-5A	differentiale	1 ^a fase	2 ^a fase	3 ^a fase	neutro	differentiale	1 ^a fase	2 ^a fase	3 ^a fase	neutro
INTERRUT.	In A	4	4	6	3	4	1	1	1	1	4	1	1	1	1
	Idn mA	40	Fus. 125	6	63	40	10	10	10	1	25	10	10	10	1
	Ion KA	Tipo S/300		max 70		Tipo AC/30					Tipo AC/30				
	Tipo						6	6	6	6	6	6	6	6	6
LINEA di POTENZA	Portata A	FG7(O)R		FG7R		FG7R	FG7R	FG7R	FG7R	FG7R	FG7R	FG7R	FG7R	FG7R	FG7R
	Sez. (mmq)	56		22		43	43	43	43	43	56	56	56	56	56
	n. condut.	16		1.5		10	10	10	10	10	16	16	16	16	16
		4		2		1 + G/V	1 + G/V	1 + G/V	1 + G/V	1	1 + G/V	1 + G/V	1 + G/V	1 + G/V	1

SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE DI DISTRIBUZIONE DAL PUNTO DI CONSEGNA 2



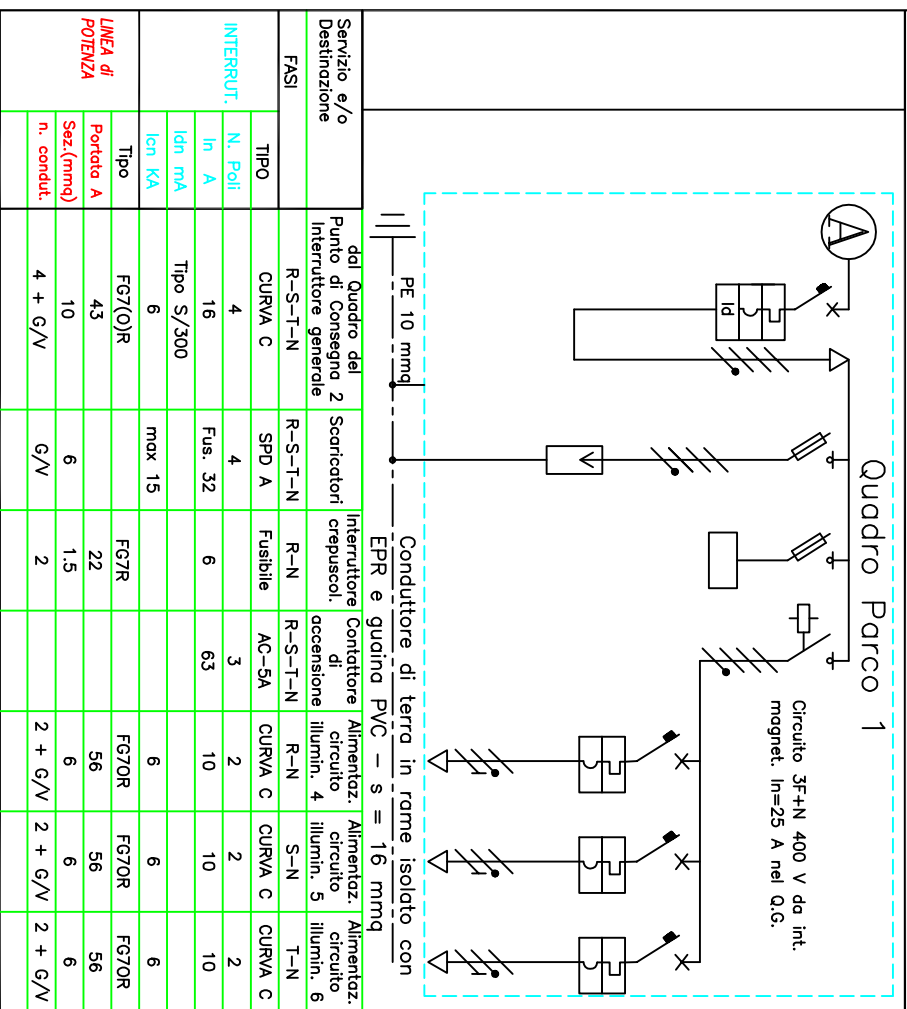
Servizio e/o Destinazione	Alimentazione da contatore	Scaricatori	Interruttore crepuscoli	Contattore di accensione	Sezionamento circuiti illuminazione stradale quattro linee	Centri luminosi 1° fase	Centri luminosi 2° fase	Centri luminosi 3° fase	Centri luminosi neutro	Alimentazione quadro gruppo pompe impianto A - Q.P. A	Alimentazione O.E. 1 Parco 1
FASI	R-S-T-N	R-S-T-N	R-N	R-S-T-N	R-S-T-N	R	S	T	N	R-S-T-N	R-S-T-N
TIPO	CURVA C	SPD L	Fusibile	AC-5A	differenziale	CURVA B	CURVA B	CURVA B	N	CURVA C	CURVA C
INTERRUPT.	N. Poli In A Idn mA Icn KA	4 4 Fus. 125 max 70	4 6	3 63	4 40 Tipo AC/30	1 16	1 16	1 16	1 16	4 63	4 25
LINEA di POTENZA	TIPO	FG7(O)R	FG7R	Interruttore di commutazione manuale/automatico		6	6	6	6	6	6
	Portata A	71	22			FG7R	FG7R	FG7R	FG7R	FG7OR	FG7OR
	Sez.(mmq)	25	6			16	16	16	16	16	10
	n. condutt.	4	2			1 + G/V	1 + G/V	1 + G/V	1	4 + G/V	4 + G/V

SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE DI DISTRIBUZIONE DAL PUNTO DI CONSEGNA 3



Servizio e/o Destinazione	Alimentazione da conduttore	Scorciatoari	Interruttore crespuscoi.	Contattore di accensione	Sezionamento circuiti illuminazione strodde due linee	Centri luminosi 1° fase	Centri luminosi 2° fase	Centri luminosi 3° fase	Centri luminosi neutro	Sezionamento circuiti illuminazione strodde due linee	Centri luminosi 1° fase	Centri luminosi 2° fase	Centri luminosi 3° fase	Centri luminosi neutro	Alimentazione quadro gruppo pompe impianto B - Q.P. B	Alimentazione quadro gruppo pompe impianto C - Q.P. C	Alimentazione Q.E. 2 Parco 2
FASI	R-S-T-N	R-S-T-N	R-N	R-S-T-N	R-S-T-N	R	S	T	N	R-S-T-N	R	S	T	N	R-S-T-N	R-S-T-N	R-S-T-N
TIPO	CURVA C	SPD L	Fusibile	AC-5A	differenziale	CURVA B	CURVA B	CURVA B	N	differenziale	CURVA B	CURVA B	CURVA B	N	CURVA C	CURVA B	CURVA C
N. Poli	4	4	6	3	4	1	1	1	1	4	1	1	1	4	4	4	4
In A	125	Fus. 125	6	63	40	16	16	16	1	40	16	16	16	25	25	80	50
In mA	Tipo S/300				Tipo AC/30					Tipo AC/30							
Ich kA	16	max 70			6	6	6	6	1	6	6	6	6	6	10	10	6
Tipo	FG7(O)R		FG7R		FG7R	FG7R	FG7R	FG7R	FG7R	FG7R	FG7R	FG7R	FG7R	FG7R	FG7OR	FG7OR	FG7OR
Portata A	137		22			56	56	56	56		73	73	73	43	43	148	56
Sez.(mmq)	70		1,5			16	16	16	16		25	25	25	6	6	95	16
n. condut.	4	G/V	2	Interruttore di commutazione manuale/automatico		1 + G/V	1 + G/V	1 + G/V	1		1 + G/V	1 + G/V	1 + G/V	4 + G/V	4 + G/V	4 + G/V	4 + G/V

SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE DI DISTRIBUZIONE Q.E. 1



SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE DI DISTRIBUZIONE Q.E. 2

