



Anas S.p.A. - Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane
 Società con socio unico soggetta all'attività di direzione e coordinamento di
 Ferrovie dello Stato Italiane S.p.A. e concessionaria ai sensi del D.L.
 138/2002 (convertito con L. 178/2002)

Struttura Territoriale Emilia Romagna
 Viale A. Masini, 8 - 40126 Bologna T [+30] 051 6301111 - F [+39] 051 244970
 Pec anas.emiliaromagna@postacert.stradeanas.it - www.stradeanas.it

Miglioramento del collegamento tra S.S. 16 e S.S. 309 dir.

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTISTI: FRANCHETTI S.P.A. Direttore Tecnico: Ing. Paolo Franchetti		GRUPPO DI PROGETTAZIONE FRANCHETTI BRIDGE DIAGNOSTICS AND PREDICTIVE MAINTENANCE Ing. Michele Frizzarin Ing. Francesco Zaccaro Ing. Matteo Nicolodi Ing. Antonio Sbordoni	
IL GEOLOGO Geol. Matteo Scalzotto			
COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE Ing. Paolo Franchetti			
VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO Ing. Francesco Pisani			
PROTOCOLLO	DATA		

RELAZIONE ILLUMINOTECNICA

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO DEL	N. PROG.	171-18_P_2_IE_RE_01.0_Relazione illuminazione			
240117	8813	CODICE ELAB.	TOOIMOOIMPREO1	A	-
A	EMISSIONE	DATA	Ing. Nicolodi	Ing. Zaccaro	Ing. Franchetti
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO



Comune di RAVENNA (RA)

Miglioramento del collegamento tra S.S. 16 e S.S. 309 dir

PROGETTO DEFINITIVO

Lavori di miglioramento del collegamento tra la S.S. 16
"Adriatica" e la S.S. 309 dir "Romea".

RELAZIONE ILLUMINOTECNICA

INDICE

PARTE 1	5
PREMESSA	5
PARTE 2	6
NORMATIVE DI RIFERIMENTO	6
PARTE 3	8
INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELLE ZONE	8
1 STAZIONE DI RIFORNIMENTO AL KM 149+300	8
2 VIA G. SAVINI AL KM 149+800	8
3 STAZIONE DI RIFORNIMENTO AL KM 150+200	9
4 VIALE V. RANDI AL KM 151+200	10
5 SVINCOLI AL KM 151+700	10
6 INTERSEZIONE AL KM 153+300	11
7 S.P. 27 E ACCESSO AL KM 153+750	11
8 S.S. 3BIS AL KM 154+550	12
PARTE 4	13
PRINCIPI DI PROGETTAZIONE	13
1 SCELTE PROGETTUALI	13
1.1 STAZIONE DI RIFORNIMENTO AL KM 149+300	13
1.2 VIA G. SAVINI AL KM 149+800	13
1.3 STAZIONE DI RIFORNIMENTO AL KM 150+200	14
1.4 VIALE V. RANDI AL KM 151+200	14
1.5 SVINCOLI AL KM 151+700	14
1.6 INTERSEZIONE AL KM 153+300	14
1.7 S.P. 27 E ACCESSO AL KM 153+750	14
1.8 S.S. 3BIS AL KM 154+550	14
2 PRINCIPI GENERALI DELLA VISIONE NELL'ILLUMINAZIONE STRADALE	15
3 REQUISITI ILLUMINOTECNICI DELL'IMPIANTO	15
3.1 PROCEDURA PER L'INDIVIDUAZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA	15
3.2 CLASSIFICAZIONE DELLA STRADA E CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI RIFERIMENTO	16
3.3 CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI ESERCIZIO	16
3.4 REQUISITI ILLUMINOTECNICI RICHIESTI	16
3.5 LIMITAZIONE DELLA DISPERSIONE VERSO L'ALTO DEL FLUSSO LUMINOSO	17
4 CRITERI DI CALCOLO	17
4.1 VALORI ILLUMINOTECNICI DI RIFERIMENTO	17
4.2 FOTOMETRIE UTILIZZATE	18
5 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO	19
5.1 PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI	19

5.2	PROTEZIONE CONTRO I CORTOCIRCUITI	19
5.3	CORRENTI DI CORTOCIRCUITO ALL'INTERNO DELL'IMPIANTO	19
5.3.1	Corrente di cortocircuito trifase	20
5.3.2	Corrente di cortocircuito fase-fase	20
5.3.3	Corrente di cortocircuito fase-neutro	20
5.3.4	Corrente di cortocircuito fase-protezione	21
5.4	FATTORE DI TENSIONE E RESISTENZA DEI CONDUTTORI	21
5.4.1	Verifica del potere di chiusura in cortocircuito	21
5.4.2	Valore di cresta I_p della corrente di cortocircuito	22
5.4.3	Verifica dei condotti sbarre	23
5.4.4	Verifica della tenuta del condotto sbarre	23
5.4.5	Calcolo della caduta di tensione	23
5.4.6	Temperatura a regime del conduttore	24
PARTE 5		25
	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE	25
1	SORGENTI DI ALIMENTAZIONE	25
2	QUADRO ELETTRICO DI PROTEZIONE E COMANDO DELL'ILLUMINAZIONE	25
3	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE STRADALE	25
4	PALI DI SUPPORTO ARMATURE STRADALI	26
5	BASAMENTO DEI PALI	26
6	DORSALI DI ALIMENTAZIONE	26
6.1	TUBAZIONI IN POLIETILENE	27
6.2	INTERRAMENTO IN BANCHINA O IN TERRENI IN GENERE	27
7	IMPIANTO DI TERRA	27
7.1	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DI TERRA	27
7.2	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI ACCIDENTALI	28
PARTE 6		29
	DIMENSIONAMENTO E VERIFICHE DEGLI IMPIANTI	29
1	CORSIE DI IMMISSIONE E DI EMISSIONE	29
2	RAMPA S.S.16 – S.S.3BIS	30

PARTE 1

PREMESSA

Il presente documento si inserisce nell'ambito della progettazione definitiva dei lavori di miglioramento del collegamento tra la S.S. 16 "Adriatica" e la S.S. 309 dir "Romea", i quali hanno lo scopo di migliorare il livello di servizio dell'infrastruttura esistente, le condizioni di sicurezza e il *comfort* degli utenti.

In questo documento verrà descritto il progetto illuminotecnico riguardanti gli svincoli presenti all'interno dell'area di progetto lungo la S.S. 16, ovvero:

- Stazione di rifornimento al km 149+300;
- Via G. Savini al km 149+800;
- Stazione di rifornimento al km 150+200;
- Viale V. Randi al km 151+200;
- Svincolo centro commerciale ESP e Rotonda Ungheria al km 151+700;
- Intersezione a rotatoria con Via Ravegnana al km 153+300;
- S.P. 27 e accesso al km 153+750;
- S.S. 3bis al km 154+550.

Il progetto prevede l'adeguamento dell'impianto di illuminazione presente a seguito dell'allargamento della piattaforma stradale, del rifacimento delle corsie di immissione ed emissione e del progetto della nuova rampa di collegamento tra la S.S. 16 e la S.S. 3bis.

L'adeguamento dell'impianto di illuminazione degli svincoli consiste nel progettare e verificare l'impianto che sarà in grado di dar luce alle varie intersezioni, quindi le corsie di ingresso e di uscita, l'intersezione a rotatoria e la nuova rampa di progetto, e svincoli presenti.

PARTE 2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Gli impianti saranno realizzati a regola d'arte, giusta prescrizione della Legge 1/3/1968, n. 186. Le loro caratteristiche e quelle dei singoli componenti corrisponderanno alle norme vigenti, restando inteso che, gli stessi impianti, dovranno soddisfare tutte le eventuali nuove norme e prescrizioni (o loro aggiornamenti) che nel frattempo saranno state emanate. In particolare, saranno conformi:

- alle prescrizioni applicabili contenute nelle disposizioni legislative;
- alle prescrizioni applicabili contenute nelle Circolari Ministeriali;
- alle prescrizioni delle Norme UNI, CEI ed UNEL;
- alle prescrizioni dei Vigili del Fuoco, degli Enti preposti a vigilare sulla sicurezza e delle Autorità locali;
- alle prescrizioni delle Norme Tecniche ENEL e TELECOM.

Sono di particolare rilevanza per gli impianti oggetto del presente progetto le seguenti norme di riferimento:

- D.M. del 19 aprile 2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali";
- Norma UNI 11248 "Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche";
- Norma UNI EN 13201-2 "Illuminazione stradale – Parte 2 – Requisiti prestazionali";
- Norma UNI 10819 "Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso";
- Norma CEI 0-21 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica";
- Norma CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua";
- CEI 0-16: "Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica";
- CEI 0-21: "Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica";
- CEI 64-8: "Impianti elettrici utilizzatori";
- CEI 64-12: "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario";
- CEI 11-25: "Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata";
- CEI 23-49: "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";
- CEI EN 62208: "Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione - Prescrizioni generali";

- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113): "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali";
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114): "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza";
- CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3): "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)";
- CEI 23-51: "Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare".

PARTE 3

INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELLE ZONE

Come specificato nella premessa, l'impianto di illuminazione non è presente lungo la S.S. 16 per tutta l'area di intervento, ovvero dal km 148+800 al km 154+600, e non verrà riprogettato in tal senso.

Verranno, infatti, adeguati gli impianti di illuminazione attualmente esistenti e verrà progettato un nuovo impianto, invece, per la nuova rampa di collegamento tra la S.S. 16 e la S.S. 3bis.

In questo capitolo della presente relazione si vuole dare un inquadramento geografico delle varie aree esistenti illuminate.

1 STAZIONE DI RIFORNIMENTO AL KM 149+300

Lungo la direzione nord della S.S. 16, al km 149+300, è presente una stazione di servizio 'Eni S.p.A.'. E' presente un impianto di illuminazione nelle corsie di immissione ed emissione nei punti di ingresso ed uscita dalla stazione.

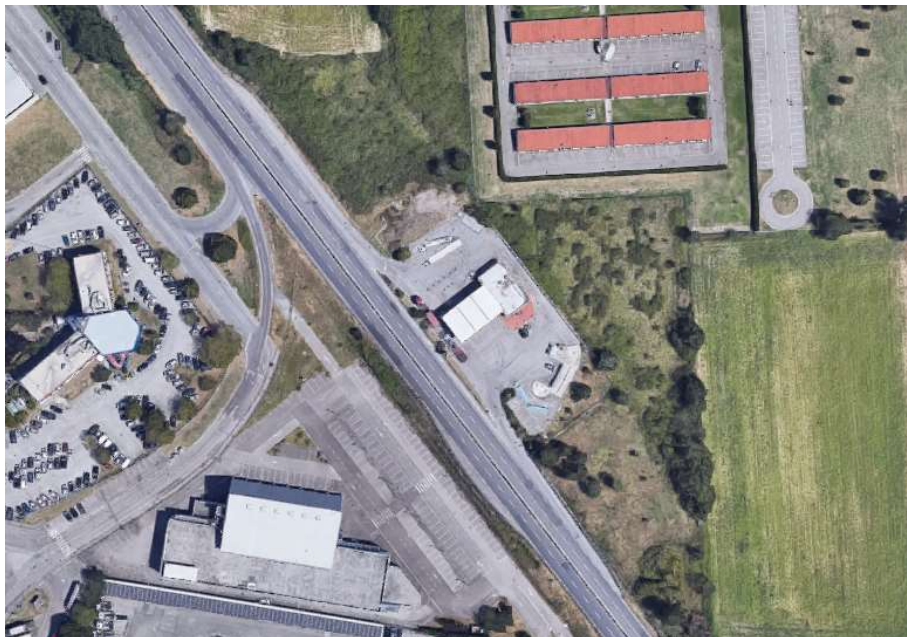


Figura 1: Stazione di rifornimento al km 149+300

2 VIA G. SAVINI AL KM 149+800

La prima intersezione principale che si trova procedendo verso sud è l'intersezione a quadrifoglio, al km 149+800, che collega la S.S. 16 a Via G. Savini e alla Rotonda Portogallo. L'impianto di illuminazione è presente solamente nelle corsie di immissione nella strada principale ed è completato da due torri faro poste asimmetricamente.



Figura 2: Via G. Savini al km 149+800

3 STAZIONE DI RIFORNIMENTO AL KM 150+200

A 400 m circa dall'intersezione con Via G. Savini, al km 150+200, è presente la seconda stazione di servizio, di proprietà della società 'Repsol S.p.A.'. Come per il caso precedente di 'Eni S.p.A.', anche in questo caso vengono illuminate le corsie di accesso ed ingresso, per un tratto più lungo rispetto alla precedente stazione di rifornimento.



Figura 3: Stazione di rifornimento al km 150+200

4 VIALE V. RANDI AL KM 151+200

La seconda intersezione presente lungo la S.S. 16, all'interno dell'area di intervento, al km 151+200, consiste in uno svincolo a rombo utilizzato per accedere a Viale V. Randi. L'impianto di illuminazione in questo caso è presente in tutte le corsie di ingresso ed uscita per e dalla S.S. 16.



Figura 4: Viale V. Randi al km 151+200

5 SVINCOLI AL KM 151+700

Al km 151+700 è presente, lungo la direzione sud della S.S. 16, una corsia di immissione per i veicoli proveniente dal centro commerciale 'Esp' e, lungo la direttrice nord, una corsia di uscita verso la Rotonda Ungheria, Via L. Quaroni e Viale L. B. Alberti.



Figura 5: Svincoli al km 151+700

6 INTERSEZIONE AL KM 153+300

Lungo la S.S. 16, al km 153+300, è presente una intersezione a rotatoria che regola l'incrocio tra l'"Adriatica" e Via Ravegnana, ovvero la S.S. 67. L'area risulta illuminata da una torre faro posizionata in centro dell'isola centrale dell'intersezione e una fila di corpi illuminanti per ciascun ramo della rotatoria.



Figura 6: Intersezione km 153+300

7 S.P. 27 E ACCESSO AL KM 153+750

Al km 153+750 lungo la direzione sud è presente una intersezione minore con la Strada Provinciale S.P. 27; lungo la direttrice nord, invece, sono presenti una corsia di immissione e una di emissione per l'area di parcheggio della ditta 'Stufe Camini Design'.

L'intersezione risulta illuminata da un punto luminoso, simile ad una torre faro, posto nell'isola triangolare esistente. Le corsie annesse all'accesso lungo la direzione nord sono, entrambe, provviste di più corpi illuminanti lungo tutta la loro lunghezza.



Figura 7: S.P. 27 e accesso al km 153+750

8 S.S. 3BIS AL KM 154+550

L'intersezione tra la S.S. 16 e la S.S. 3bis, al km 154+550, possiede un impianto di illuminazione per ogni corsia e rampa esistente.



Figura 8: S.S. 3bis al km 154+550

PARTE 4 PRINCIPI DI PROGETTAZIONE

I criteri di base che informeranno la progettazione degli impianti saranno i seguenti:

- sicurezza degli operatori, degli utenti e degli impianti;
- affidabilità degli impianti e massima continuità di servizio;
- risparmio energetico;
- semplicità ed economia di manutenzione;
- scelta di apparecchiature improntata a criteri di elevata qualità, semplicità e robustezza, per sostenere le condizioni di lavoro più gravose;
- cura dei vincoli architettonici e di restauro conservativo, in modo da non interferire negativamente con il contesto ambientale.

Inoltre, in ossequio alle disposizioni del D.Lgs. 81/08 che all'art. 22 obbliga i progettisti degli impianti al rispetto dei principi generali di prevenzione in materia di sicurezza e di salute al momento delle scelte progettuali e tecniche ed alla scelta di macchine nonché dispositivi di protezione rispondenti ai requisiti essenziali di sicurezza previsti nelle disposizioni legislative e regolamentari vigenti, si terrà conto delle misure generali di tutela indicate all'art. 15, con particolare riferimento alle seguenti:

- eliminazione dei rischi in relazione alle conoscenze acquisite in base al progresso tecnico e, ove ciò non sia possibile, loro riduzione al minimo;
- sostituzione di ciò che è pericoloso con ciò che non lo è, o è meno pericoloso.

Di seguito si vogliono descrivere, inoltre, le scelte progettuali per ciascun impianto di illuminazione esistente.

1 SCELTE PROGETTUALI

1.1 STAZIONE DI RIFORNIMENTO AL KM 149+300

L'intervento di allargamento della S.S. 16 produce un effetto di traslazione della corsia di immissione e di emissione della stazione e, quindi, anche dell'impianto di illuminazione presente.

Il progetto però non comporta modifiche circa la larghezza o la geometria delle corsie o variazione al punto di accesso e di uscita dalla stazione; questo fatto porta alla decisione progettuale di non dimensionare e verificare un nuovo impianto di illuminazione, ma di adeguare quello esistente alle nuove posizioni imposte dall'allargamento della piattaforma stradale della S.S. 16.

1.2 VIA G. SAVINI AL KM 149+800

L'impianto di illuminazione presente nelle corsie di ingresso alla S.S. 16 saranno sostituite da un nuovo impianto in modo da garantire la corretta illuminazione della piattaforma stradale. Verranno mantenute, inoltre, le due torri faro presente, in modo da garantire una buona illuminazione dell'area generale, anche se le corsie centrali del quadrifoglio verranno demolite o non più utilizzate.

1.3 STAZIONE DI RIFORNIMENTO AL KM 150+200

In questo caso, lungo questo tratto, l'allargamento della piattaforma stradale della S.S. 16 avviene verso il lato ovest. Questo fatto, in aggiunta ad una non variazione delle larghezze, delle dimensioni e delle geometrie delle corsie di accesso e di uscita, ha portato ad una scelta di non intervenire sull'impianto di illuminazione esistente e, quindi, di mantenerlo come si presenta attualmente.

1.4 VIALE V. RANDI AL KM 151+200

Lo svincolo in oggetto presenta 3 rampe 'normali', due di uscita e una di ingresso dalla S.S. 16, e una rampa, a sud-ovest, di emissione dalla S.S. 16 in direzione del centro commerciale 'Esp'. La scelta progettuale consiste nel rifacimento dell'impianto di illuminazione delle prime tre corsie ma di lasciare intatto l'impianto del ramo a sud-ovest dell'intersezione.

1.5 SVINCOLI AL KM 151+700

L'allargamento della piattaforma stradale della S.S. 16 verso il lato est, impone il rifacimento dell'impianto di illuminazione della corsia di emissione verso la Rotonda Ungheria e Viale L. B. Alberti. L'impianto della corsia di immissione lungo il lato ovest dal centro commerciale, invece, rimarrà intatto in quanto non vi saranno sostanziali cambiamenti della carreggiata dallo stato di fatto.

1.6 INTERSEZIONE AL KM 153+300

Per i rami della S.S. 16 che varieranno la loro dimensione e geometria, verranno solamente adeguati gli impianti di illuminazione esistenti, due corpi luminosi nel ramo verso Ferrara e un solo corpo luminoso in direzione Rimini. L'impianto di illuminazione della rotatoria rimarrà così invariato in quanto, anche se la piattaforma stradale risulta più larga, è presente una torre faro nel centro dell'intersezione che illumina in modo adeguato l'area.

1.7 S.P. 27 E ACCESSO AL KM 153+750

Lungo il lato ovest della S.S. 16, lungo la direttrice nord-sud, è presente l'intersezione con la S.P. 27 ed è illuminata da una mini torre faro presente nell'isola triangolare dell'intersezione. L'allargamento verso est del tratto di strada non comporta nessun intervento sull'impianto di illuminazione presente.

L'accesso posto lungo il lato est, invece, come da progetto, verrà chiuso. L'impianto di illuminazione presente nelle corsie di uscita e di entrata dalla S.S. 16, quindi, verrà parzialmente rimosso. I punti luce presenti lungo la corsia di immissione alla S.S. 16, infatti, verranno ruotati di 180° in modo da illuminare la nuova viabilità secondaria, progettata come conseguenza della chiusura dell'accesso, di collegamento tra Via Cella e il parcheggio della ditta 'Stufe Camini Design'.

1.8 S.S. 3BIS AL KM 154+550

L'impianto di illuminazione presente verrà in parte demolito, per quanto riguarda la rampa dell'intersezione che verrà smantellata, in parte progettato ex-novo, per quanto riguarda la nuova rampa di progetto,

e in parte rimarrà invariato, più precisamente lungo le rampe rimanenti.

Il tracciato della nuova rampa interseca un'area ad oggi abbandonata e ad una stazione di rifornimento 'Unione Gas Auto S.p.A.'. Gli impianti di illuminazioni presenti in queste area verranno totalmente dismessi.

2 PRINCIPI GENERALI DELLA VISIONE NELL'ILLUMINAZIONE STRADALE

L'illuminazione stradale deve permettere agli automobilisti di circolare di notte con la massima sicurezza ed il comfort più elevato possibile; l'obiettivo è quello di percepire distintamente, localizzandolo con certezza ed in tempo utile, i punti singolari della strada e gli ostacoli eventuali, per quanto possibile, senza l'aiuto dei fanali dell'autoveicolo.

La percezione sicura e rapida è possibile grazie al contrasto degli oggetti sul fondo; questo fondo è esteso alla totalità del campo visivo del conducente, che comprende, in ordine di importanza decrescente:

- la carreggiata ed i suoi bordi;
- le piazzole di sosta;
- 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 con l'effetto silhouette: l'ostacolo si distacca come ombra scura su fondo chiaro costituito dal rivestimento 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 dintorni 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 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.

3 REQUISITI ILLUMINOTECNICI DELL'IMPIANTO

Le caratteristiche fotometriche di un impianto di illuminazione stradale sono definite mediante la categoria illuminotecnica; per pervenire alla definizione della categoria, occorre eseguire una valutazione del rischio.

3.1 PROCEDURA PER L'INDIVIDUAZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA

La categoria illuminotecnica dell'impianto si individua come segue:

- 1) definizione della categoria illuminotecnica di ingresso: noto il tipo di strada, mediante il prospetto 1 della Norma UNI 11248;

- 2) definizione della categoria illuminotecnica di progetto: nota la categoria illuminotecnica di ingresso, occorre valutare i parametri di influenza della suddetta Norma, per confermare o modificare la categoria illuminotecnica di ingresso;
- 3) definizione della categoria illuminotecnica di esercizio: in base all'analisi dei rischi ed agli aspetti relativi al contenimento dei consumi energetici, introdurre una o più categorie illuminotecniche di esercizio, specificando le condizioni dei parametri di influenza che rendono corretto il funzionamento dell'impianto secondo la data categoria.

L'adozione di impianti con caratteristiche variabili (variazione del flusso luminoso emesso), purché nel rispetto dei requisiti previsti dalla categoria illuminotecnica di esercizio corrispondente, rappresenta una soluzione per assicurare condizioni di risparmio energetico nell'esercizio e di contenimento del flusso luminoso emesso verso l'alto.

3.2 CLASSIFICAZIONE DELLA STRADA E CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI RIFERIMENTO

In base al codice della strada possiamo classificare la strada oggetto di progettazione come una strada extraurbana principale di tipo B. Per questo tipo di strada si può individuare come categoria di riferimento la M3. Tale categoria è stata anche assunta come categoria illuminotecnica di progetto per la realizzazione di calcoli.

Relativamente alle zone di conflitto nel caso di strade non illuminate, ovvero esattamente come il progetto in esame, la norma indica come categoria di progetto la stessa categoria di progetto utilizzata per la strada con la categoria più alta. La norma specifica che, per le zone di conflitto dove non è possibile effettuare un calcolo di luminanza, come questo caso, è necessario ricorrere alla tabella comparativa delle luminanze con gli illuminamenti.

In questo caso quindi è possibile assumere come categoria per le zone di conflitto la categoria C3.

3.3 CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI ESERCIZIO

In base all'analisi di rischio condotta nel precedente paragrafo, si può osservare che è possibile ridurre la categoria illuminotecnica al ridursi del traffico, utilizzando i seguenti criteri:

- con traffico inferiore al 50% è possibile modificare la categoria illuminotecnica da quella di progetto C3 a quella di esercizio C4;
- con traffico inferiore al 25% è possibile modificare la categoria illuminotecnica da quella di progetto C3 a quella di esercizio C5.

3.4 REQUISITI ILLUMINOTECNICI RICHIESTI

I requisiti di quantità e qualità dell'illuminazione stradale sono indicati dalla Norma UNI EN 13201-2; essi sono espressi in termini di livello ed uniformità di luminanza/illuminamento del manto stradale, illuminazione dei bordi della carreggiata, limitazione dell'abbagliamento, uniformità.

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 richieste per ciascuna categoria illuminotecnica di progetto e di esercizio sono riassunte nella seguente tabella.

Area di calcolo	Categoria	Illuminamento	Uniformità generale
Rampa/Corsia	C3	15 lux	0,4

Tabella 1: Prestazioni richieste per categoria C3

Categoria equivalente in luminanza per il calcolo di riferimento:

Area di calcolo	Categoria	Luminanza	Uniformità long.	Uniformità gen.	Abbagliamento
Rampa/Corsia	M3	1 cd/m ²	0,6	0,4	15%

Tabella 2: Prestazioni richieste per categoria M3

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.

Nel calcolo, infine, si terrà conto di un fattore di manutenzione pari a 0,9, per tener conto del decadimento del flusso emesso dalle lampade e della sporcizia sull'armatura, che ne riduce le prestazioni.

Le pavimentazioni stradali impiegate in Italia rientrano normalmente in due classi, denominate C1 e C2; in mancanza della conoscenza dei parametri globali, un'indicazione di larga massima sulla ripartizione dei coefficienti di luminanza può essere ottenuta associando la classe C1 alle pavimentazioni in calcestruzzo e la classe C2 a quelle in asfalto; nel nostro caso, avendo una pavimentazione in asfalto, si considererà un manto stradale di classe C2, caratterizzato da un coefficiente medio di luminanza Q_0 pari a 0,07.

3.5 LIMITAZIONE DELLA DISPERSIONE VERSO L'ALTO DEL FLUSSO LUMINOSO

Il progetto, per ridurre il flusso disperso, prevede l'adozione di apparecchi di illuminazione con emissione massima a 90° non superiore a 0 cd/klm.

4 CRITERI DI CALCOLO

4.1 VALORI ILLUMINOTECNICI DI RIFERIMENTO

I calcoli effettuati per la determinazione del numero e della distribuzione degli apparecchi hanno seguito il metodo puntuale computerizzato di photon mapping, attraverso l'utilizzo del software illuminotecnico LITESTAR 4D.

I coefficiente di manutenzione degli apparecchi sono stati mantenuti a 0.90, in accordo alla normativa vigente e a quanto dichiarato dai produttori di apparecchi LED in merito alla vita utile del LED.

I valori di luminanza media presi in considerazione nella progettazione, sono stati considerati a livello del piano di calpestio.

Il manto stradale al fine del calcolo delle luminanza è stato considerato di tipo C2 con q_0 pari a 0,07.

I valori principali da raggiungere sono riportati nelle tabelle del paragrafo precedente.

Per effettuare i calcoli si è considerato prima un calcolo di riferimento in luminanza, con griglia di calcolo secondo normativa, da dove si sono ricavati interassi e potenze. Si è poi proceduto ad effettuare dei calcoli reali su stralci di svincolo per verificare la corrispondenza tra valori ricavati in luminanza ed equivalenti in illuminamento. Questo perché non è possibile effettuare calcoli in luminanza all'interno degli svincoli, non avendo tratti rettilinei.

Partendo da quanto indicato nelle tabelle precedenti, si riportano i risultati ottenuti nel calcolo di riferimento e nei calcoli relativi alle aree in esame per un W pari a 2,30 m:

Area di calcolo	Luminanza	Uniformità long.	Uniformità gen.	Abbagliamento
Rampa/Corsia	1,35 cd/m ²	0,63	0,63	9 %

Tabella 3: Risultati

4.2 FOTOMETRIE UTILIZZATE

Gli apparecchi utilizzati avranno le seguenti caratteristiche illuminotecniche:

- Emissione asimmetrica stradale;
- Efficacia <142 lm/W
- Temperatura colore 4000 K
- Potenza 83 W
- Flusso 11800 lm

Di seguito si riporta la fotometria utilizzata per il calcolo illuminotecnico.

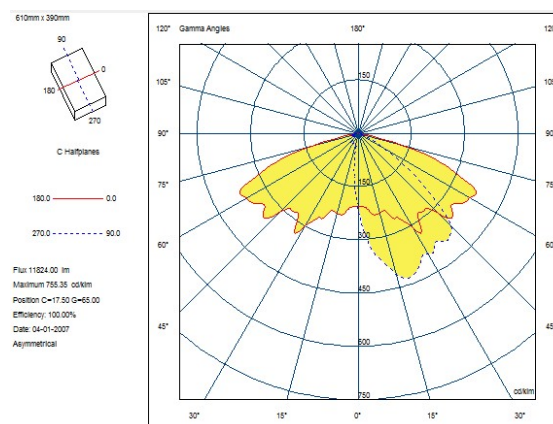


Figura 9: Fotometria

5 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO

5.1 PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI

La verifica della protezione contro i sovraccarichi è stata effettuata secondo i seguenti criteri:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \qquad I_f \leq 1,45 I_z$$

dove:

I_b = Corrente di impiego del circuito

I_n = Corrente nominale del dispositivo di protezione

I_z = Portata in regime permanente della conduttura in funzione del tipo di cavo e del tipo di posa del cavo

I_f = Corrente di funzionamento del dispositivo di protezione

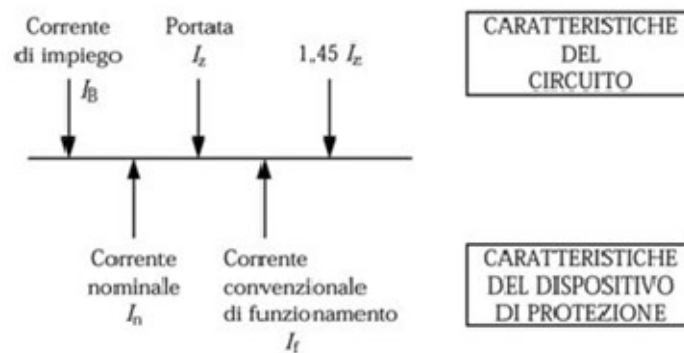


Figura 10: Protezione contro i sovraccarichi

5.2 PROTEZIONE CONTRO I CORTOCIRCUITI

La verifica della protezione contro i cortocircuiti nell'impianto in è stata effettuata secondo i seguenti criteri:

$$I_{ccMax} \leq p.d.i. \qquad I^2t \leq K^2 S^2$$

dove:

I_{ccMax} = Corrente di corto circuito massima

p.d.i. = Potere di interruzione apparecchiatura di protezione

I^2t = Integrale di Joule dalla corrente di corto circuito presunta (valore letto sulle curve delle apparecchiature di protezione)

K = Coefficiente della conduttura utilizzata

S = Sezione della conduttura

5.3 CORRENTI DI CORTOCIRCUITO ALL'INTERNO DELL'IMPIANTO

Nei vari punti dell'impianto le correnti di cortocircuito sono calcolate considerando le impedenze delle

condutture, in accordo a quanto prescritto dalla norma CEI 11-25 e dalla guida CEI 11-28.

5.3.1 Corrente di cortocircuito trifase

$$I_{k3F} = \frac{U_n * C}{k * Z_{cc}}$$

dove:

U_n = Tensione concatenata

C = fattore di tensione

$$K = \sqrt{3}$$

$$Z_{cc} = \sqrt{\sum R_{fase}^2 + \sum X_{fase}^2}$$

5.3.2 Corrente di cortocircuito fase-fase

$$I_{kFF} = \frac{U_n * C}{k * Z_{cc}}$$

dove:

U_n = Tensione concatenata

C = fattore di tensione

$$K = 2$$

$$Z_{cc} = \sqrt{\sum R_{fase}^2 + \sum X_{fase}^2}$$

5.3.3 Corrente di cortocircuito fase-neutro

$$I_{kFN} = \frac{U_n * C}{k * Z_{cc}}$$

dove:

U_n = Tensione concatenata

C = fattore di tensione

$$K = \sqrt{3}$$

$$Z_{cc} = \sqrt{(\sum R_{fase} + \sum R_{neutro})^2 + (\sum X_{fase} + \sum X_{neutro})^2}$$

5.3.4 Corrente di cortocircuito fase-protezione

$$I_{kFP} = \frac{U_n * C}{k * Z_{cc}}$$

dove:

U_n = Tensione concatenata

C = fattore di tensione

$k = \sqrt{3}$

$$Z_{cc} = \sqrt{(\sum R_{fase} + \sum R_{protezione})^2 + (\sum X_{fase} + \sum X_{protezione})^2}$$

5.4 FATTORE DI TENSIONE E RESISTENZA DEI CONDUTTORI

Il fattore di tensione e la resistenza dei cavi assumono valori differenti a seconda del tipo di corrente di cortocircuito che si intende calcolare; in funzione di questi parametri, si ottengono, pertanto, i valori massimo (I_{kMAX}) e minimo (I_{kMIN}), per ciascun tipo di corrente di guasto calcolata (trifase, fase-fase, fase-neutro). I valori assegnati sono riportati nella tabella seguente.

	I_{kMAX}	I_{kMIN}
C Fattore di tensione	1	0,95
R Resistenza	$R_{20^{\circ}C}$	$R = \left[1 + 0.004 \frac{1}{^{\circ}C} (\theta_e - 20^{\circ}C) \right] R_{20^{\circ}C}$ <p>(Guida CEI 11-28 Pag. 11 formula (7))</p>

Tabella 4: Valori assegnati

dove la $R_{20^{\circ}C}$ è la resistenza dei conduttori a 20°C e θ_e è la temperatura scelta per stimare l'effetto termico della corrente di cortocircuito; il valore di riferimento è 145°C (come indicato nell'esempio di calcolo della guida CEI 11-28).

5.4.1 Verifica del potere di chiusura in cortocircuito

(Norme CEI EN 60947-2)

$$I_p \leq I_{CM}$$

dove:

I_p = è il valore di cresta della corrente di cortocircuito (massimo valore possibile della corrente presunta di cortocircuito)

I_{CM} = è il valore del potere di chiusura nominale in cortocircuito

5.4.2 Valore di cresta I_p della corrente di cortocircuito

Il valore di cresta I_p è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.2 da:

$$I_p = K_{CR} \times \sqrt{2} \times I_K''$$

dove:

I_K'' = è la corrente simmetrica iniziale di cortocircuito

K_{CR} = è il coefficiente correttivo ricavabile dalla seguente formula:

$$K_{CR} = 1,02 + 0,98 e^{-3 \cdot R_{cc} / X_{cc}}$$

Il valore di I_p può, tuttavia, essere limitato da apparecchiature installate a monte che abbiano una caratteristica di limitazione del picco (valore letto dall'archivio apparecchiature).

Il valore di I_{CM} è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.1 da:

$$I_{CM} = I_{CU} \cdot n$$

dove:

I_{CU} = è il valore del potere di interruzione estremo in cortocircuito

N = è un coefficiente da utilizzare in funzione della tabella normativa di seguito riportata (interruttori per corrente alternata)

Potere di interruzione in cortocircuito [kA valore efficace]	Fattore di potenza	Valore minimo del fattore n potere di chiusura in cortocircuito potere di interruzione in cortocircuito
$4,5 \leq I \leq 6$	0,7	1,5
$6 < I \leq 10$	0,5	1,7
$10 < I \leq 20$	0,3	2,0
$20 < I \leq 50$	0,25	2,1
$50 < I$	0,2	2,2

Tabella 5: Rapporto n tra potere di chiusura e potere di interruzione in cortocircuito e fattore di potenza relativo

5.4.3 Verifica dei condotti sbarre

(Norme CEI EN 60439-1 e CEI EN 60439-2)

$$I_p \leq I_{PK}$$

$$I^2t \leq I_{CW}^2$$

Valore di cresta I_p della corrente di cortocircuito dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.2 da:

$$I_p = K_{CR} \times \sqrt{2} \times I_K''$$

dove:

I_K'' = è la corrente simmetrica iniziale di cortocircuito

K_{CR} = è il coefficiente correttivo ricavabile dalla seguente formula:

$$K_{CR} = 1,02 + 0,98 e^{-3 \cdot R_{cc}/X_{cc}}$$

5.4.4 Verifica della tenuta del condotto sbarre

$$I^2t \leq I_{CW}^2$$

dove:

I^2t = valore dell'energia specifica passante letto sulla curva I^2t della protezione in corrispondenza delle correnti di corto circuito

I_{CW}^2 = corrente ammissibile di breve durata (1 s) sopportata dal condotto sbarre

5.4.5 Calcolo della caduta di tensione

Il calcolo della caduta di tensione in ogni punto dell'impianto è stato eseguito applicando la seguente formula:

$$\Delta V = K \times I \times L \times (R_l \cos \varphi + X_l \sin \varphi)$$

dove:

I = corrente di impiego I_B (oppure la corrente di taratura I_n espressa in A)

R_l = resistenza (alla TR) della linea in Ω/km (valutata in funzione della reale corrente che percorre il conduttore)

X_l = reattanza della linea in Ω/km

$K = 2$ per linee monofasi - $1,73$ per linee trifasi

L = lunghezza della linea in km

5.4.6 Temperatura a regime del conduttore

Il conduttore attraversato da corrente dissipa energia che si traduce in un aumento della temperatura del cavo. La temperatura viene calcolata come di seguito indicato:

$$T_R = T_Z \times n^2 - T_A (n^2 - 1)$$

dove:

T_R = è la temperatura a regime espressa in °C

T_Z = è la temperatura massima di esercizio relativa alla portata espressa in °C

T_A = è la temperatura ambiente espressa in °C

n = è il rapporto tra la corrente d'impiego I_B e la portata I_Z del cavo, ricavata dalla tabella delle portate adottata per l'esecuzione dei calcoli (UNEL 35024:70, IEC 364-5-523, UNEL 35024/1, UNEL 35026).

PARTE 5 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

1 SORGENTI DI ALIMENTAZIONE

L'impianto di illuminazione sarà alimentato da un punto di consegna dell'energia in bassa tensione nei pressi dell'area di intervento.

In questo caso, il sistema di distribuzione sarà del tipo TT e le caratteristiche dell'energia nel punto di consegna saranno le seguenti:

- | | |
|---------------------------------------|-----------------|
| a) tensione di alimentazione nominale | 400/230 + 10% V |
| b) frequenza nominale | 50 + 1 Hz |
| c) massima corrente di corto circuito | 10 kA |

2 QUADRO ELETTRICO DI PROTEZIONE E COMANDO DELL'ILLUMINAZIONE

Dalla sorgente di alimentazione sarà prelevata l'energia che alimenterà tutti gli impianti di illuminazione, tramite un collegamento in cavo che perverrà al quadro di illuminazione che proteggerà e comanderà l'impianto.

Ogni impianto verrà realizzato in modo da essere un normale proseguimento dell'impianto esistente, collegandosi quindi alla rete e ai quadri elettrici già esistenti.

L'accensione e lo spegnimento dei circuiti di illuminazione verrà comandata da un sensore crepuscolare e da un orologio ed attuata mediante contattore.

Tutti i componenti dell'impianto di illuminazione dovranno essere messi in opera utilizzando materiali e tecniche idonei per l'installazione in un ambiente avente le seguenti caratteristiche:

- | | |
|-----------------------------------|--------------------|
| 1) temperatura interna: | -10 °C < T > 40 °C |
| 2) temperatura esterna: | -20 °C < T > 60 °C |
| 3) umidità relativa interna: | < 80% |
| 4) grado di protezione: | IP65 |
| 5) ambiente secondo le norme CEI: | normale |
| 6) altezza sul livello del mare: | < 1.000 m |

Dal quadro illuminazione trarranno origine le linee di alimentazione previste.

3 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE STRADALE

L'alimentazione degli apparecchi di illuminazione verrà effettuata mediante più circuiti derivanti dai quadri di zona, posizionati nei pressi dell'area; l'alimentazione di ciascun apparecchio verrà effettuata con il sistema "entra - esci" e derivazione in morsettiera posizionata alla base del palo di illuminazione.

I pali saranno in lamiera di acciaio zincato di altezza 10 m f.t., posati entro basamenti prefabbricati, con sbraccio di lunghezza 1,5 m, in modo da non avere ostacoli nello spazio di deformazioni del guardavia.

L'impianto di illuminazione sarà del tipo unilaterale con apparecchi di illuminazione LED in classe II, con potenza pari a 83 W, dalle caratteristiche indicate negli elaborati grafici e nelle relazioni di calcolo, disposti

ad un'interasse di circa 40 m.

Ogni apparecchio di illuminazione sarà dotato di driver dimmerabile completo di mezzanotte virtuale per consentire il risparmio energetico nelle ore notturne, quando il volume di traffico risulta ridotto o scarso.

4 PALI DI SUPPORTO ARMATURE STRADALI

I pali di supporto delle armature stradali saranno del tipo laminato a caldo, saldati longitudinalmente ad alta frequenza, realizzati in lamiera d'acciaio S235JR (Fe 360 BFN) con caratteristiche meccaniche conformi alla UNI EN 10025; saranno zincati a caldo, internamente ed esternamente, e successivamente sottoposti ad un ciclo di verniciatura a polveri.

Avranno una forma conica diritta e saranno completi di sbraccio.

I pali saranno progettati secondo la UNI EN 40 e dotati di marcatura CE.

Questi sostegni avranno le seguenti caratteristiche meccaniche:

- palo conico diritto per posa del corpo illuminante a testa palo
- altezza totale fuori terra (compreso lo sbraccio): 10,00 m
- peso del palo: ~ 120 kg
- diametro di base: 168 mm
- diametro di testa: 60 mm
- spessore: > 4 mm
- portata (zona 4 e categoria di esposizione del terreno I): > 0,12 m²
- lunghezza sbraccio: 1,50 m
- spessore sbraccio: 3 mm

I pali dovranno essere lavorati in fabbrica per l'alloggiamento degli accessori elettrici e dei sistemi di ancoraggio prima del trattamento di superficie di zincatura e della verniciatura esterna; dovranno avere, in corrispondenza della sezione di incastro, un rinforzo protettivo esterno costituito da guaina termorestringente in polietilene applicata con processo a caldo.

5 BASAMENTO DEI PALI

Per il supporto dei pali di illuminazione stradale dovranno essere realizzati plinti di fondazione interrati.

I plinti di fondazione in calcestruzzo, per il supporto dei pali, dovranno essere forniti e posati in opera con predisposizione di un foro verticale di infilaggio del palo e di un foro per il raccordo "orizzontale" con il pozzetto di transito delle condutture di alimentazione. Per la posa dovrà essere eseguita una platea di appoggio in magrone con spessore di circa 100 mm, mentre la sezione cava dovrà essere riempita con terreno ad elevata portanza.

6 DORSALI DI ALIMENTAZIONE

Per la distribuzione dell'alimentazione elettrica, dal quadro illuminazione alle utenze, saranno utilizzati cavi unipolari di qualità ARG16R16 0,6/1 kV, della sezione indicata sugli elaborati grafici, per l'alimentazione dell'impianto di illuminazione.

6.1 TUBAZIONI IN POLIETILENE

Le tubazioni saranno a doppio strato in polietilene strutturato ad alta densità, corrugate esternamente e con parete liscia interna, con resistenza allo schiacciamento di 450 N, complete di giunto a manicotto, conformi alle norme CEI EN 50086-1-2-4, di diametro nominale 110 mm.

Ogni cavidotto sarà segnalato mediante nastro segnalatore indelebile interrato sulla verticale del cavidotto ad una distanza di circa 30 cm da esso.

Lungo i cavidotti, verranno predisposti pozzetti di infilaggio e derivazione in corrispondenza dei centri luminosi, degli attraversamenti, ecc.; i pozzetti avranno dimensioni minime di cm 40 x 40 x 60, comunque tali da permettere l'infilaggio dei cavi, rispettando il raggio di curvatura ammesso.

Attraverso opportune iniezioni in malte cementizie, verrà reso impossibile lo sfilaggio e quindi il furto dei cavi.

6.2 INTERRAMENTO IN BANCHINA O IN TERRENI IN GENERE

La profondità di posa sarà non inferiore a cm 75 dal piano banchina o dal piano campagna, misurata a partire dall'estradosso della protezione in calcestruzzo magro dei cavi.

7 IMPIANTO DI TERRA

7.1 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di messa a terra sarà composto dai seguenti elementi:

- dispersore;
- conduttori di terra;
- nodi o collettori equipotenziali;
- conduttori di protezione;
- conduttori di equipotenzialità.

Il dispersore sarà costituito da una serie di dispersori verticali in acciaio ramato diametro 18 mm, lunghezza 1,50 m, posti all'interno di pozzetti in PVC di dimensioni 400 x 400 x 400 mm, in corrispondenza dei quadri elettrici; saranno fra loro interconnessi da una corda di rame nuda di sezione di 35 mm² posata ad una profondità non inferiore ai 60 cm su un letto di terreno vegetale appositamente riportato e che la dovrà ricoprire per circa 30 cm. Questi dispersori saranno collegati con il nodo equipotenziale presente all'interno del quadro elettrico.

I conduttori di terra costituiscono il raccordo tra il sistema di dispersione ed i nodi equipotenziali; essi sono dimensionati in accordo con la tabella 54A delle Norme CEI 64-8 e dovranno essere collegati al dispersore in modo accurato ed elettricamente soddisfacente.

Nei quadri elettrici ed all'interno dei pozzetti contenenti i dispersori verticali, saranno previste sbarre per costituire collettori di terra a cui faranno capo:

- i conduttori di terra;
- i conduttori di protezione;

- i conduttori principali di equipotenzialità.

I conduttori di protezione verranno collegati all'impianto di dispersione mediante il collettore equipotenziale; il loro dimensionamento è in ossequio alla tabella 54F delle Norma CEI 64-8; in caso di più circuiti nella stessa via cavi, si potrà ricorrere ad un unico PE avente sezione almeno pari alla metà della sezione del conduttore di fase del cavo elettrico di alimentazione di maggiore sezione.

7.2 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI ACCIDENTALI

La protezione contro i contatti diretti avverrà con adeguate misure di isolamento, ostacolo o distanziamento oppure racchiudendo le parti attive entro involucri o barriere con grado di protezione non inferiore a IP20.

La protezione contro i contatti indiretti, invece, si ottiene con l'interruzione automatica dei circuiti.

In generale, però, la protezione contro i contatti indiretti è stata realizzata adottando apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per costruzione od installazione, ossia apparecchi di Classe II.

In uno stesso impianto la protezione con apparecchi di Classe II può coesistere con la protezione mediante messa a terra; tuttavia è vietato collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche accessibili delle macchine, degli apparecchi e delle altre parti dell'impianto di Classe II.

PARTE 6 DIMENSIONAMENTO E VERIFICHE DEGLI IMPIANTI

1 CORSIE DI IMMISSIONE E DI EMISSIONE

Per il dimensionamento e la verifiche degli impianti di illuminazione delle corsie di immissione e di emissioni presenti lungo la S.S. 16 all'interno dell'area di progetto, si è scelto di progettare e verificare l'ipotesi esistente peggiore. In questo modo, utilizzando lo stesso criterio progettuale, verranno verificate tutte le corsie presenti in cui è necessario adeguare l'impianto.

Si è scelto quindi di utilizzare come modello una corsia avente larghezza pari a 4,50 m e lunghezza pari a 120,00 m.

Di seguito si riportano alcuni estratti della verifica della corsia effettuata tramite software.

Rif.Lamp.	Produttore	Nome	Codice	Potenza [W]	Corrente A	Flusso [lm]	Colore [K]	n.
LMP-A		LED	LED	82.90	0.0000	11824	4000	49

Tabella 7: Informazioni sorgente

Risultati	Medio	Minimo	Massimo	Min/Medio	Min/Max	Medio/Max
Illuminamento Orizzontale (E)	22.6 lux	9.0 lux	41.2 lux	0.40 1:2.51	0.22 1:4.58	0.55 1:1.82

Tabella 6: Valori di illuminamento

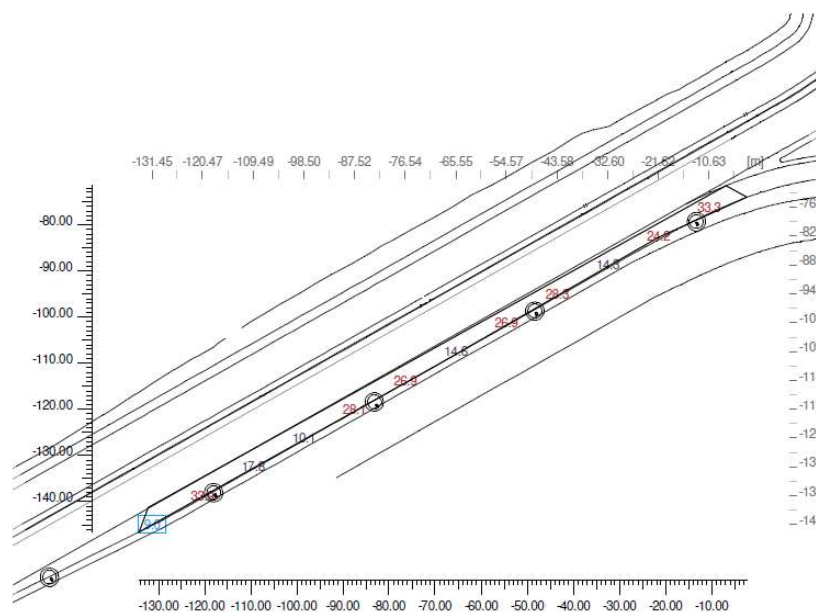


Figura 11: Illustrazione grafica risultati

2 RAMPA S.S.16 – S.S.3BIS

Per il dimensionamento e la verifiche dell'impianto di illuminazione della nuova rampa di progetto di collegamento tra la S.S. 16 e la S.S. 3bis si è modellato un tronco stradale, avente le stesse caratteristiche geometriche della rampa, all'interno del software utilizzato.

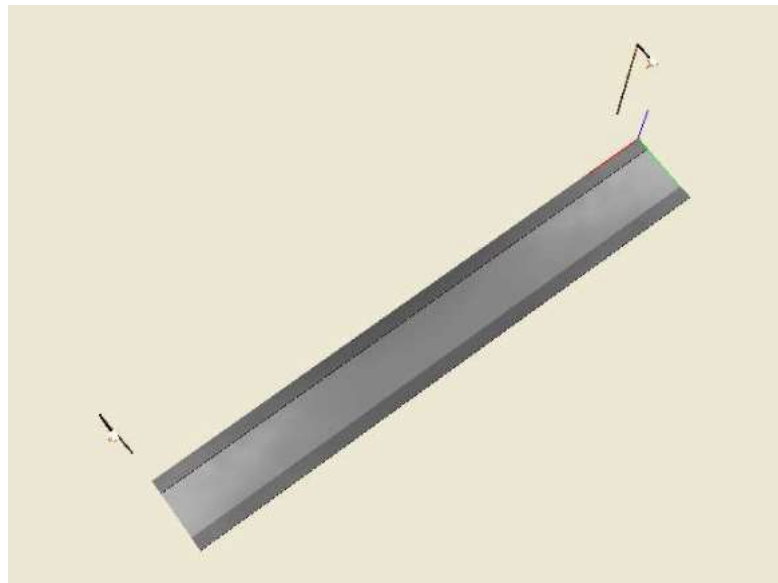


Figura 12: Modellazione tronco rampa

Di seguito viene mostrata la tabella delle caratteristiche del tronco stradale modellato e degli apparecchi utilizzati.

Zona	Tipo Zona	Corsia	Senso di marcia	Larghezza [m] (W)	y1 [m]	y2 [m]	Pt.Calc.Y (E)	Pt.Calc.Y (L)	Alt. Zona [m] (HC)	Tabella R	Coeff.Rifl. Fattore q0
1. Sidewalk A	Banchina	Sidewalk		1.00	0.00	1.00	3	3	0.00		0.07
2. Carriageway A	Carrabile	Lane 1	<---	4.00	1.00	4.50	3	3	0.00	C2	0.07
3. Sidewalk B	Banchina	Sidewalk		1.00	4.50	5.50	3	3	0.00		0.07

Tabella 9: Dati strada

Nome Fila	1° Palo x [m] (XP)	1° Palo y [m] (YP)	Altez.App. [m] (H)	Num. Pali	Interd. [m] (D)	Sbraccio [m] (L)	Ang.Incl. [°] (RX)	Rot.Sbraccic [°] (RZ)	Ang.Rot.App [°] (RZ)	Ang.Incl.Lat [°] (RY)	Fatt.Manut. [%s]	Codice Apparecchio	Flusso [lm]	Rif.
Row A	0.00	-2.30	10.00	---	40.00	1.50	0	0	0	0	0.90	S-PA120PYEG4	11824	A

Tabella 8: Dati installazione apparecchi

Di seguito si riportano, invece, il riepilogo dei risultati ottenuti dai calcoli, il calcolo energetico, la potenza del sistema e altre informazioni utili.

Riepilogo Risultati dei Calcoli

EN 13201:2015

1 - Sidewalk A	Risultati Valori di Riferimento - Classe P4	EAV = 18.48 lux ✓ EAV ≥ 5.00 lux	EMIN = 8.72 lux ✓ EMIN ≥ 1.00 lux	
2 - Carriageway A	Risultati Valori di Riferimento - Classe M3 (Asci)	LAV = 1.35 cd/m ² ✓ LAV ≥ 1.00 cd/m ²	Uo(L) = 0.63 ✓ Uo(L) ≥ 0.40	UL = 0.63 ✓ UL ≥ 0.60
	Oss. 1) [x=100.00 y=2.75] m Oss. Ti [x=63.38 y=2.75] m Lv = 0.20	LAV = 1.35 cd/m ² *	Uo(L) = 0.63 *	UL = 0.63 * fTI = 9.24 % *
3 - Sidewalk B	Risultati Valori di Riferimento - Classe P4	EAV = 17.79 lux ✓ EAV ≥ 5.00 lux	EMIN = 12.20 lux ✓ EMIN ≥ 1.00 lux	fTI = 9 % ✓ fTI ≤ 15 % REI = 0.71 ✓ REI ≥ 0.30 R=0.71 L=0.8

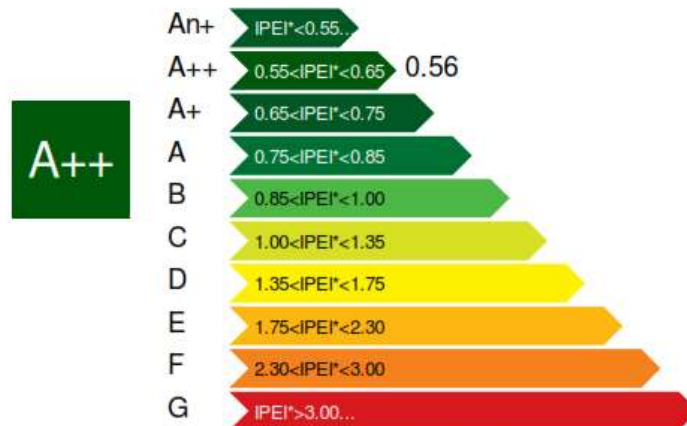
Valutazione Efficienza Energetica

Dati Installazione Apparecchi
Comune:
Ubicazione:
Apparecchio:
Ambito:

Compilatore
Nome:
Ditta:
Data installazione:
Rif.prot.:

Indicatore di Densità di Potenza IPEI* (Dp) * = 0.022 W/(lx·m²)

* NOTA: Dp calcolato con Coeff.Manut. Apparecchi =0.8



Fila Apparecchi	Potenza Operativa (P) [W]	Q.tà App.
Row A	82.90	1.00

Potenza Operativa (P)	82.90 W
Potenza Aggiuntiva (Pad)	0.00 W
Potenza Totale di Sistema	82.90 W

Tabella 10: Potenza di sistema

Sottoarea	Area da Illuminare (A) [m ²]	Illuminamento Calcolato (E) [lux]
Sidewalk A	40.00	18.48
Carriageway A	160.00	19.45
Sidewalk B	40.00	17.79

Tabella 12: Area illuminata

Ore di Funzionamento Annuali [h]	Indicatore di Densità di Potenza (Dp) [W/(lx·m ²)]	Indicatore del Consumo Annuale di Energia (De) [Wh/m ²]
4000	0.020	1507

Tabella 11: Indicatori della performance energetica