

## **Generalità**

Il presente progetto riguarda l'impianto di illuminazione pubblica sulla strada di collegamento il comparto B con il comparto A dell'agglomerato Industriale sito in località aeroporto.

Dati i pericoli di folgorazione derivabili da persone addette e non alla manutenzione, nella progettazione e relativa esecuzione dell'impianto elettrico è stata posta particolare cura alla protezione da accidentali contatti sia indiretti che indiretti.

Le misure da adottare per conseguire questo scopo saranno, in particolare, quella di realizzare un efficiente rete di dispersione a terra ed un buono impianto equipotenziale collegando alla rete di dispersione a terra tutte le masse metalliche dei sostegni e delle armature stradali e di rendere inaccessibili, se non agli operatori autorizzati, i quadri di distribuzione dell'energia elettrica.

L'impianto elettrico dovrà garantire una buona selettività dei vari circuiti in modo che un eventuale guasto su un qualsiasi circuito non generi condizioni di panico o inoperosità del personale addetto e non addetto alla gestione.

Tutto l'impianto dovrà essere realizzato alle attuali normative, in rispetto alle leggi sulla prevenzione degli infortuni sul lavoro, alla normativa CEI 64-8 terza edizione, alla legge 46-90 e s.m.i. di adeguamento degli impianti presenti, ed alla normativa 81.1 in merito alla protezione da scariche atmosferiche.

Tutti i materiali usati nella messa in opera del seguente progetto dovranno essere conformi alle normative CEI in vigore e dovranno portare bene in evidenza il marchio di qualità IMQ o un marchio equivalente.

### ***Prescrizioni Generali:***

***I disegni tecnici allegati sono parte integrante della presente relazione tecnica e viceversa; i particolari indicati sui disegni ma non menzionati nella relazione, o viceversa dovranno ritenersi come se fossero menzionati nella relazione ed indicati sui disegni.***

### ***Criteri generali di progettazione***

L'energia per l'alimentazione degli utilizzatori che saranno installati nel complesso in oggetto sarà distribuita, con sistema TT, alla tensione di 380 V trifase direttamente dall'ENEL.

Tutti gli interruttori, montati sui quadri elettrici di gestione, sono dimensionati in base alle correnti di corto circuito.

Inoltre, la scelta degli stessi sarà effettuata in modo tale da consentire la massima selettività delle protezioni e la limitazione dell'area interessata ad ogni tipo di guasto.

La rete dei cavi che raggiungerà i vari quadri e da questi gli utilizzatori ed i centri luce, è stata dimensionata in base alla portata termica dei conduttori, alla massima caduta di tensione tollerata, e verificata sulle correnti di corto circuito; è stata inoltre prevista una protezione contro i guasti a terra.

La verifica del cavo è stata effettuata, per le linee protette dal corto circuito e dal sovraccarico, dal punto di vista del corto circuito massimo, in relazione alla corrente d'intervento dell'interruttore posto a protezione del cavo; per le linee protette solo dal corto circuito la protezione è stata effettuata sia dal punto di vista del corto circuito massimo che da quello minimo.

In particolare si è verificato che per guasto franco immediatamente a valle dell'apparecchio di protezione, l'energia specifica passante di corto circuito non sia superiore ai valori ammessi dal cavo:

$$\int_0^t I^2 dt \leq K^2 S^2$$

E' stato previsto un possibile futuro ampliamento dell'impianto per cui un aumento di potenza di circa il 30% sarà tollerabile ed è perciò prevista la predisposizione sui quadri generali di parti fisse di varia grandezza per interruttori estraibili in modo da non dovere fare successive modifiche in caso si necessiti di nuove linee in uscita.

### ***Normativa di riferimento***

La seguente relazione di calcolo è stata condotta seguendo le indicazioni, prescritte nelle sotto indicate norme ,leggi e decreti vigenti:

- a) Legge 05/03/1990 n°46 “Norme per la sicurezza degli impianti”; sostituita dal D.M. 37 del 22 gennaio 2008
- b) DPR 06/12/1991 n°447, DPR 547;
  - c) norme CEI- 64-8 (fascicolo 1000, seconda edizione) “impianti elettrici utilizzatori tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”;
- d) norme CSI 64/50 UNI 9620 (fascicolo 1282 G);
- e) norme CEI 20-22 IT (tabella CEI UNEL 35752);
- f) norme CEI CT-20 “scelta ed installazione dei cavi”;
- g) norme CEI CT-23 “apparecchiature a bassa tensione”;
  - h) ”norme CEI 11-1 fascicolo 206 (VII ed. con varianti V.1, V.2 e V.3 ) “norme generali per gli impianti elettrici”;
  - i) norme CBI 11-8 fascicolo 176 e varianti successive “norme generali gli impianti di messa a terra”;
- l) norme CEI 64-10 fascicolo 1050 ed. 1988;
- m) norme CEI 81-1 fascicolo n°687 “protezione di strutture contro i fulmini”;
- n) norme CEI 64-2 “impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione ed incendi”;
- o) norme CEI 64- 10 fascicolo 1050 ed. 1988;

### ***Calcolo della caduta di tensione e dimensionamento dei circuiti***

Il dimensionamento di tutte le linee di distribuzione dai quadri generali fino ai quadri di settore e da questi fino agli utilizzatori dell'energia elettrica e' stato verificato nei riguardi delle cadute di tensione in modo che queste, non superino i seguenti valori:

$$\text{Impianto ill. esterna: } \Delta V\% \leq 4\%$$

E ciò in conformità a quanto prescritto dalle Norme del Comitato Elettrotecnico Italiano.

Le cadute di tensione, nei vari tratti di linea costituenti le reti di distribuzione, sono state verificate con le formule:

$$-\Delta V = 1.73 \times I \times L \times (R \cos\phi + X \sin\phi) \text{ valida per le linee trifasi}$$

$$-\Delta V = 2 \times I \times L \times (R \cos\phi + X \sin\phi) \text{ valida per le linee monofasi}$$

Nei calcoli di verifica delle cadute di tensione, si è tenuto conto uniformemente, per tutte le linee costituenti le reti di distribuzione, dei seguenti valori del fattore di potenza:

$$\text{-- } \cos\phi = 0.9 \text{ per i circuiti di illuminazione}$$

Tutti i circuiti sono dimensionati in modo da assicurare alle seguenti condizioni:

$$I_b < I_n < I_z,$$

dove:

$I_b$  = corrente di impiego del circuito

$I_n$  = corrente nominale dell'organo di protezione

$I_z$  = portata amperometrica del cavo alle determinate condizioni di posa secondo IEC 364- 5-523

Nel calcolo di dimensionamento delle linee elettriche per l'alimentazione dei pali per l'illuminazione si sono fatte, per agevolezza di calcolo, delle ipotesi che permettono di progettare in condizioni di sicurezza rispetto alla situazione reale.

Tali ipotesi sono:

- Considerare l'angolo di sfasamento prodotto dalla linea elettrica trascurabile, così da porre tutte le cadute di tensione in fase sui vari tratti di circuito
- Considerare nullo l'effetto indotto sul conduttore di neutro dalla distribuzione trifase: alimentando la rete elettrica con un sistema trifase ricaviamo che per alcuni tratti di linea le correnti risulteranno nulle compensandosi a vicenda.
- Considerare la sezione della linea montante costante, anche se, essendo le correnti nei vari tratti, diverse, i corrispondenti tratti potrebbero essere scelti con sezione minore

Nella validità delle precedenti ipotesi è stata usata la seguente formula:

$$\Delta E = r_l \times M_r + x_l \times M_l$$

$$r_l = \frac{\rho}{S} [\Omega / Km]$$

Dove:

$$M_r = L_1 \times I_{r1} + L_2 \times I_{r2} + L_3 \times I_{r3} + \dots + L_n \times I_{rn}$$

$$M_l = L_1 \times I_{l1} + L_2 \times I_{l2} + L_3 \times I_{l3} + \dots + L_n \times I_{ln}$$

e

$r_l$  = resistenza unitaria del tratto di linea

$x_l$  = reattanza unitaria del tratto di linea

$\Delta E$  = caduta di tensione ammissibile monofase

$L_1 \dots L_n$  = distanze dei pali dal quadro elettrico

$I_{r1} \dots I_{rn}$  = componente attiva della corrente

$I_{l1} \dots I_{ln}$  = componente reattiva della corrente

$\rho$  = resistività del rame a 20 °C [0.00178  $\Omega m$ ]

$S$  = sezione del cavo [mm<sup>2</sup>]

Dalle precedenti formule si ricava:

$$S = \frac{\rho \times M_r}{\Delta E - x_l \times M_l}$$

che dà il valore teorico della sezione prescelta.

### **Protezione da contatti diretti**

La protezione dai contatti diretti sarà assicurata dall'isolamento dei componenti che a tal fine verranno scelti solo se riportanti il marchio di qualità IMQ, cosa che ne assicura la corrispondenza dell'isolamento alle relative norme. In ogni modo l'isolamento o gli involucri avranno grado di protezione almeno IPXXB.

### **Protezione da contatti indiretti**

La protezione dai contatti indiretti verrà effettuata in accordo all'art. 5.4.06 della norma CEI 64-8, mediante l'installazione di un impianto di messa a terra coordinato con il dispositivo di interruzione differenziale: a tale proposito la resistenza di terra  $R_T$  dovrà avere valore:

dove  $I$  è il valore di intervento entro 5 sec. del dispositivo di protezione oppure, nel caso questo trattasi di interruttore differenziale, sarà la corrente di intervento differenziale.

Inoltre in base al DPR n.547 art. 326 la resistenza di terra non dovrà superare il valore di 20  $\Omega$ .

Tutte le protezioni saranno coordinate da interruttori differenziali di sensibilità pari a 300 mA (motori e macchine con dispersioni rilevanti) - 30mA.

### **Sovracorrenti**

La protezione dalle sovracorrenti delle condutture, sarà assicurata da interruttori di tipo automatico magnetometrico o interruttori a fusibili, con portata, corrente di corto circuito e tarature idonee alla protezione del tratto di linea interessato, secondo lo schema di progetto.

### **Generalità sui cavi usati**

I cavi impiegati nella realizzazione degli impianti elettrici saranno rispondenti all'unificazione UNEL ed alle norme CEI. saranno impiegati i seguenti tipi di cavi:

- **FG70-R**: "U<sub>0</sub>/U ( 06/ 1 kV )": cavo multipolare isolato in EPR e con guaina in PVC, non propagante l'incendio accertata secondo la norma CEI 20-37; (impiegato per la distribuzione principale dell'energia, per segnalazione e comando; in particolare modo in ambienti bagnati o all'esterno, posa fissa su muratura e strutture metalliche nelle linee elettriche passanti nei cavidotti esterni o per posa direttamente interrata).

Tutti i cavi considerati sono almeno non propaganti la fiamma, a bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi, e sono rispondenti alle Norme CEI 20- 38, 20-22 H .

La sezione dei conduttori costituenti un cavo non deve comunque essere inferiore a:

- 1 mmq per i circuiti di segnalazione
- 2.5 mmq per i circuiti alimentanti utilizzatori di luce

I cavi saranno contrassegnati in modo da individuare il servizio a cui appartengono ed avranno la seguente colorazione delle guaine:

- I cavi multipolari avranno la colorazione della guaina prevista dalle tabelle CEI UNEL 00721-69
- I cavi multipolari di tipo S, senza conduttore di protezione, avranno la colorazione delle anime conforme alle tabelle CEI UNEL 00722-76
- I cavi multipolari di tipo G, avranno il conduttore di protezione con anima giallo-verde.

- Cavi unipolari

- Conduttori di terra ed equipotenziali: grigio rigato di verde
- Conduttori di neutro: azzurro
- Conduttori per le fasi: nero, marrone, grigio

Saranno opportunamente prese cautele per assicurare la perfetta integrità degli isolanti e degli altri elementi costituenti il cavo: dovranno essere osservati i raggi minimi di curvatura indicati dalle tabelle CEI UNEL, comunque deve essere non inferiore a  $R \geq 5 D$  (se D è il diametro esterno del cavo), mentre il diametro esterno del tubo protettivo deve essere  $\geq 1.3$  il diametro del fascio di cavi che ospita.

I cavi e i conduttori che saranno infilati in uno stesso tubo dovranno appartenere allo stesso campo d'impiego.

Le derivazioni o le giunzioni dei cavi potranno essere eseguite con morsetti volanti a cappuccio isolati; i morsetti dovranno essere contenuti in apposite cassette di derivazione con coperchi rimovibili solamente mediante l'uso di un attrezzo.

### ***Tubi protettivi***

I tubi protettivi, flessibili o rigidi, in materiale isolante ( PVC ) interrati, devono essere di tipo pesante (cavidotti a doppia parete) .

Il diametro interno dei tubi protettivi deve essere almeno pari a 1.3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi contenuto nel tubo.

Nella stessa condotta sarà permesso posare conduttori a tensione diversa solo se tutti i conduttori saranno isolati per la tensione nominale più elevata.

Lungo tutte le condutture saranno previste dei pozzetti rompitratta in modo da rendere agevole l'infilaggio dei cavi ed una migliore opera di manutenzione.

Il raggio di curvatura dei tubi dovrà essere tale da non danneggiare i cavi, a tal fine si considera adeguato un raggio di curvatura pari a circa tre volte il diametro esterno del tubo; il che permette anche di infilare più facilmente i cavi.

### ***Cassette***

Le cassette dell'impianto saranno sempre del tipo e della dimensione richiesta dal particolare luogo di installazione.

Le cassette di derivazione dovranno essere in materiale isolante; del tipo ad incasso per installazione in ambienti ordinari e del tipo protetto da parete per l'impiego in ambienti speciali ( umidi, bagnati, AD-FT, etc..)

I coperchi delle cassette dovranno essere saldamente fissati, i cavi e le giunzioni, posti all'interno della cassetta, non dovranno occupare più del 50% del volume della cassetta stessa.

Le connessioni ( giunzioni o derivazioni ) dovranno essere eseguite con appositi morsetti, senza ridurre la sezione dei conduttori e senza lasciare parti conduttrici scoperte.

Non saranno permesse le connessioni entro i tubi, mentre saranno ammesse nei canali, purché le parti attive in tensione siano inaccessibili al dito di prova per chi accede nel canale stesso, grado di protezione  $\geq$ IP2X.

Le giunzioni dovranno unire cavi delle stesse caratteristiche e dello stesso colore.



## ***Impianto di terra***

### **Dispersori**

I dispersori saranno costituiti da dei profilati del tipo a croce di acciaio zincato a caldo con 5mm di spessore di 50 mm di dimensione trasversale e della lunghezza minima complessiva di mt 1.

Essi saranno infissi nel terreno ad una profondità di mt. 0.50 e saranno posti in pozzetti del tipo ispezionabile.

Ogni picchetto sarà collegato al successivo tramite una corda in rame nudo della sezione di 35 mmq costituita da fili singoli il cui diametro non sia inferiore a mm 1.8.

La corda in rame sarà unita ai picchetti tramite un collegamento rigido difficilmente allentabile. Questo collegamento potrà essere effettuato, a discrezione, tramite saldatura autogena o forte o munendo la corda di appositi bulloni di serraggio in acciaio zincato a caldo.

### **Collettore di terra**

I collettori di terra saranno costituiti da piastre in rame trattato o da una morsettiera di opportune dimensioni a cui devono essere collegati i conduttori di terra, i conduttori di protezione, i collegamenti equipotenziali principali e secondari.

I collettori di terra devono essere sufficientemente robusti e situati nelle posizioni indicate nella apposita tavola.

Tutti i collegamenti di cui sopra devono essere effettuati con opportuni dadi o viti di serraggio tra i conduttori ed i collettori di terra.

Si provvederà ad installare tali collettori in numero ed ubicazione indicati nelle apposite tavole: da tali collettori dovranno partire delle linee costituite da cavi del tipo NQ7V-K di colore giallo-verde per collegare ogni singolo locale.

### **Conduttore di terra**

Esso è costituito da un filo di rame isolato che collega i collettori di terra alla griglia di terra esistente attorno allo stabile.

Sarà del tipo N07V - K, dovrà avere una sezione non inferiore a 16 mmq (Norma 64-8) e dovrà essere contrassegnato con il colore giallo- verde

### **Conduttori di protezione**

Sono i conduttori che provvedono al collegamento tra le varie masse ed il collettore principale di terra. Esso può essere anche comune a più utenze.

Sarà del tipo N07V - K e la sua sezione sarà uguale a quella dei conduttori di fase per una sezione dei conduttori di fase minore o uguale a 16 mmq;

Nel caso che il conduttore di protezione sia comune a più impianti utilizzatori si dovrà scegliere una sezione uguale alla più grande sezione delle utilizzazioni servite.

### **Collegamenti equipotenziali**

Tutte le masse metalliche presenti nel lido e già sopra identificate, così come i tubi della rete idrica e del gas, i serbatoi dell'acqua e le ringhiere, le strutture portanti in acciaio, dovranno essere collegate efficacemente a terra tramite dei collegamenti equipotenziali.

I collegamenti equipotenziali secondari potranno essere realizzati tramite cavi del tipo NG7V-K 1x4 di colore giallo-verde

### **Calcolo della resistenza di terra**

L'impianto di terra deve rispettare le prescrizioni delle norme CEI 64-8 e del decreto 547 sulla prevenzione degli infortuni sul lavoro.

Il decreto 547 prescrive che la resistenza di terra dell'impianto non sia superiore a 20  $\Omega$ , mentre la norma 64-8 impone un efficiente coordinamento tra l'impianto di terra e le protezioni dai contatti indiretti.

Come protezioni contro i contatti indiretti si sono utilizzati interruttori magnetotermici differenziali di sensibilità pari a 300 o 500 mA.

In queste condizioni la massima corrente differenziale che si prevede possa fluire complessivamente verso l'impianto di terra è di circa 1 A.

L'impianto di terra dovrà provvedere a che, a causa di questa corrente, non si generi su

nessuna massa presente una tensione maggiore a 50 V.

Affinché ciò si possa verificare, è stata prevista una rete di dispersione: essa è costituita da una corda in rame nudo di 50 mmq posata alla profondità di 0.5 m dal piano di campagna, che interconnette tra di loro i picchetti del tipo descritto situati nelle posizioni indicate nell'apposito schema.

In definitiva la resistenza totale di terra dovrà presentare il seguente valore:

$$R_T = \frac{50}{l} < 50\Omega$$

Per precauzione si può imporre che la resistenza totale di terra non sia superiore a 20  $\Omega$ .

In considerazione della natura del terreno possiamo ritenere con buona approssimazione che la sua resistività non sia superiore a 400  $\Omega \times m$ .

In questo caso la formula da usare, qualora in termini precauzionali ci si riferisca alla sola presenza dei picchetti e, approssimativamente, la seguente:

$$R_T = \frac{\rho_T}{2 * k * \pi L} \left[ \ln \frac{8 * L}{d} - 1 \right]$$

dove  $\rho_z$  è la resistività del suolo L la lunghezza del picchetto e d la distanza tra i dispersori e k il numero di dispersori.

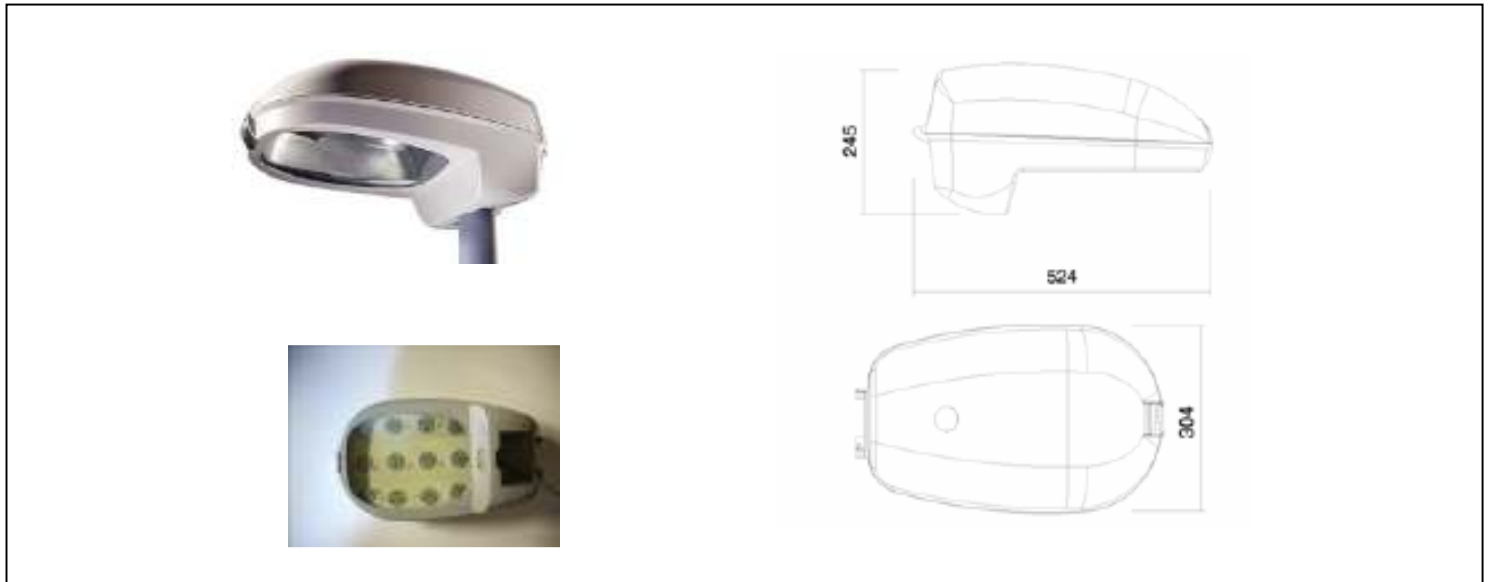
In considerazione della natura del terreno possiamo ritenere con buona approssimazione che la resistenza totale verso terra sia adeguata alle nostre esigenze.

Possiamo ritenere, quindi, soddisfacente ai fini della protezione da contatti indiretti la rete di terra predisposta nell'impianto.

Essa è costituita da picchetti del tipo precedentemente descritto posti in pozzetti ispezionabili realizzati come mostrato nei disegni in allegato, e da una corda di rame con sezione di 35 mmq direttamente interrata alla profondità di 50 cm dal piano di calpestio

In ogni caso ci si riserva di modificarne la geometria qualora, da un'attenta misurazione della resistenza di terra, essa non risultasse di valore soddisfacente a garantire la protezione da contatti indiretti.

## **ARMATURA STRADALE A TECNOLOGIA LED CHE VERRÀ INSTALLATA**



### **CARATTERISTICHE TECNICHE, DIMENSIONALI E COSTRUTTIVE**

**denominazione : avenida**

**approvazioni : enec,**

**referimenti normativi : en 60 598-1/en 60 598-2-3**

**corpo e coperchio : alluminio pressofuso en ab 46100**

**verniciatura : polveri poliestere colore grigio ral9006**

**chiusura coperchio : clip in acciaio inox**

**vetro : sodico calcico temperato – spess. 5 mm**

**guarnizione vetro : silicone espanso**

**dispositivo di connessione : morsettiera/sezionatore 2x2,5 mm<sup>2</sup>**

**peso kg 8.5**

**classe II di isolamento (non necessita di messa a terra)**

**grado di protezione IP66 globale**

apparecchio illuminante 125 w con piastra equipaggiata da n° 36 led da 1 w cad. – potenza complessiva 45 w e/o apparecchio illuminante 250 w con piastra equipaggiata da n° 63 led da 1 w cad. – potenza complessiva 76 w

**temperatura colore: 6000 k**

**efficienza luminosa 120 lm/w @ 1 w**

**temperatura esercizio (- 30 + 110 °c)**

**durata 70000 h (c.a. 16 anni) con decadimento dell'intensità luminosa del 50% dopo tale periodo**

**alimentazione in bts (eliminazione del pericolo di folgorazione).**

**predisposta per la telegestione e telediagnosi**

**predisposta per alimentazione fotovoltaica 12-24 v dc**

**accensione istantanea**

**inquinamento luminoso nullo**

**modulo diodi facilmente sostituibile**

**modulo alimentatore facilmente sostituibile**

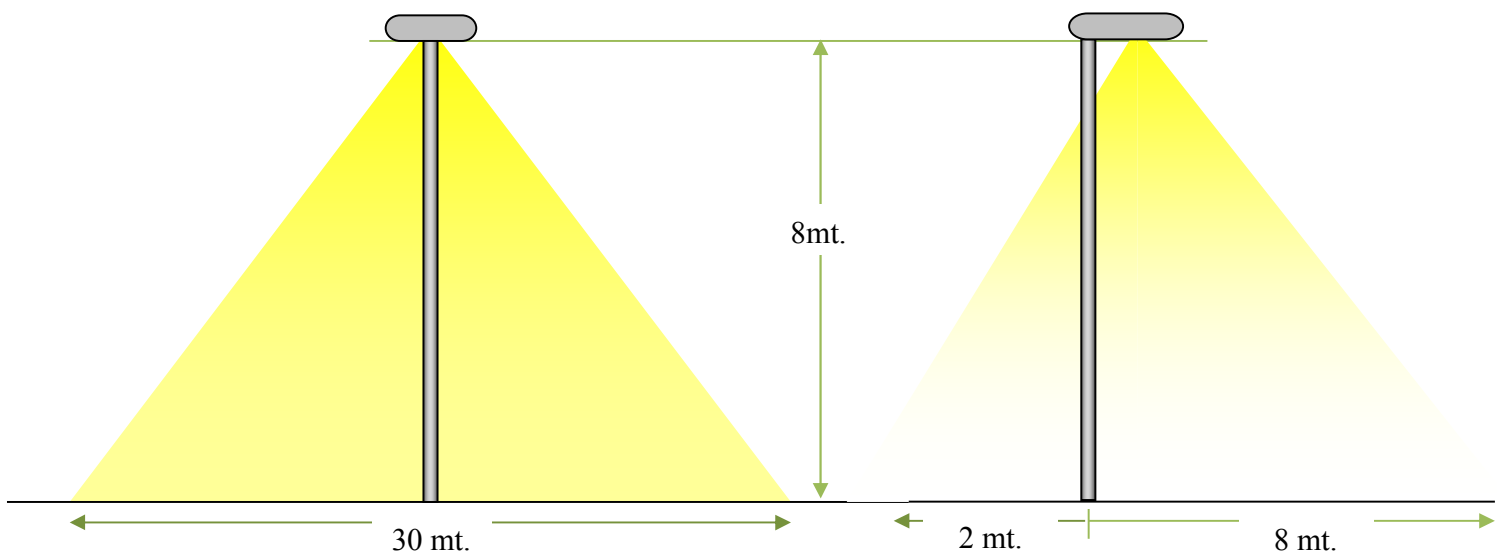
**munita di elettronica di controllo che provvede alla funzione di dimmer per la regolazione dell'intensità luminosa**

**prodotto robusto.**

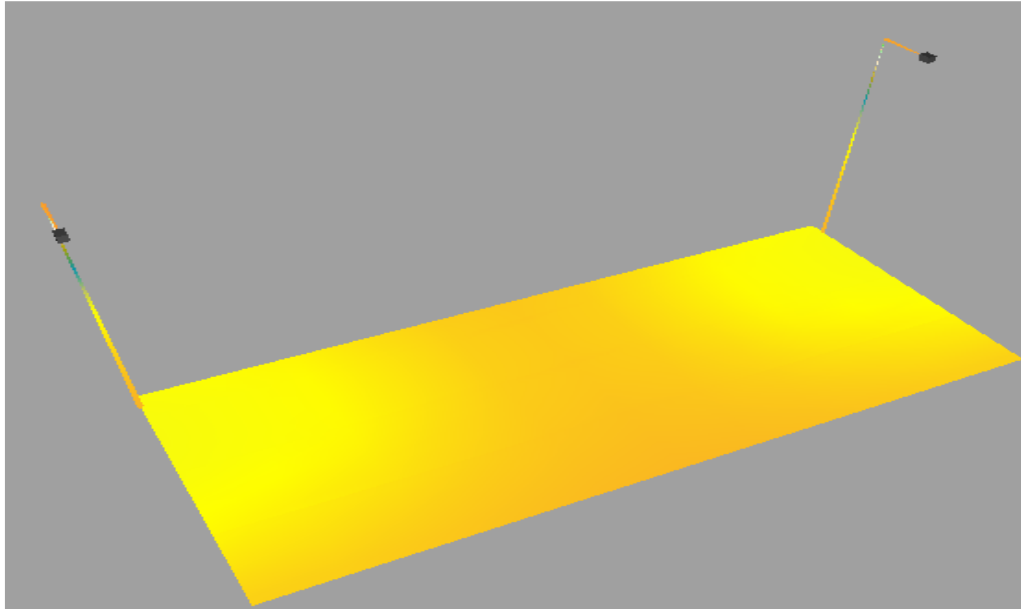
**armatura munita di regolatore di luminosità elettronico a microcontrollore dotato di funzione crepuscolare (disinseribile) con successiva variazione di luminosità temporizzata a tre gradini**

**le armature a led non necessitano di rifasamento**

**l'armatura, con un opportuno sistema opzionale, attraverso accumulatori tamponi, e' in grado di affrontare possibili black-out. estremamente importante in tema di pubblica sicurezza**



### Valori di Illuminamento Orizzontale su Carreggiata



<i>Risultati</i>	Altez. App.[m]	Medio [ lux]	Minimo [ lux]	Massimo [ lux]
	8.00	8	3.5	15