

# Anas SpA

Direzione Progettazione e Realizzazione Lavori

## A2 - AUTOSTRADA DEL MEDITERRANEO

### ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL km 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA ( D. Lgs. 50/2016)  
già PROGETTO PRELIMINARE

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

IL PROGETTISTA:

Dott. Ing. Gabriele GIOVANNINI  
Ordine Ing. di Roma n. 27047

Dott. Ing. Pia IASIELLO  
Ordine Ing. di Foggia n. 1895

Dott. Ing. Francesco PRIMIERI  
Ordine Ing. di Viterbo n. A 861

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Serena Majetta  
Ordine Geol. del Lazio n. 928

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Geom. Fabio QUONDAM

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Antonio CITARELLA

PROTOCOLLO

DATA

## IMPIANTI

### RELAZIONE TECNICA IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE SVINCOLO

| CODICE PROGETTO |   |          | NOME FILE                   | REVISIONE | SCALA                |
|-----------------|---|----------|-----------------------------|-----------|----------------------|
| PROGETTO        | LIV. PROG.  | N. PROG. | T00IM00IMPRE01__C.dwg       |           |                      |
| L0411X          | P   | 1201     | CODICE ELAB. T00IM00IMPRE01 | C         |                      |
| C               | Sottosez. Polstrada e avvio procedure D.Lgs 50/2016 |          | Mag. 2017                   |           |                      |
| B               | Rimissione per avvio procedure D. Lgs. 50/2016      |          | Lug. 2016                   |           |                      |
| A               | EMISSIONE   |          | Nov. 2012                   | -         | -                    |
| REV.            | DESCRIZIONE   |          | DATA                        | REDATTO   | VERIFICATO APPROVATO |

## INDICE DEI CAPITOLI

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1.0 OGGETTO E SCOPO.....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>2.0 PREMESSA.....</b>   | <b>2</b>  |
| <b>3.0 NORMATIVE TECNICHE DI RIFERIMENTO.....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>4.0 INDICAZIONI GENERALI DELL'IMPIANTO.....</b>   | <b>7</b>  |
| <b>5.0 CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEGLI IMPIANTI.....</b>  | <b>7</b>  |
| <b>6.0 DIMENSIONAMENTO IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE.....</b>  | <b>8</b>  |
| <b>6.1 CARATTERISTICHE TECNICHE DEI PALI DI SOSTEGNO ED<br/>APPARECCHIATURE DI ILLUMINAZIONE.....</b>        | <b>11</b> |
| <b>6.2 GESTIONE E MODALITA' DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO.....</b>  | <b>12</b> |
| <b>7.0 CALCOLI IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE.....</b>  | <b>13</b> |
| <b>7.1 CALCOLI ILLUMINOTECNICI PER STRADA DI LARGHEZZA 7,5 METRI ED<br/>INTERDISTANZA PALI 20 METRI.....</b> | <b>17</b> |
| <b>7.2 CALCOLI ILLUMINOTECNICI PER STRADA DI LARGHEZZA 7,5 METRI ED<br/>INTERDISTANZA PALI 25 METRI.....</b> | <b>19</b> |
| <b>7.3 CALCOLI ILLUMINOTECNICI PER STRADA DI LARGHEZZA 7,5 METRI ED<br/>INTERDISTANZA PALI 30 METRI.....</b> | <b>21</b> |
| <b>7.4 CALCOLI ILLUMINOTECNICI PER STRADA DI LARGHEZZA 13 METRI ED<br/>INTERDISTANZA PALI 20 METRI.....</b>  | <b>23</b> |
| <b>7.5 CALCOLI ILLUMINOTECNICI PER STRADA DI LARGHEZZA 13 METRI ED<br/>INTERDISTANZA PALI 25 METRI.....</b>  | <b>25</b> |
| <b>7.6 CALCOLI ILLUMINOTECNICI PER STRADA DI LARGHEZZA 13 METRI ED<br/>INTERDISTANZA PALI 30 METRI.....</b>  | <b>27</b> |

## **1.0 OGGETTO E SCOPO**

La presente relazione illustrativa e di calcolo ha come scopo quello di descrivere le caratteristiche tecniche ed i criteri di calcolo adottati nel dimensionamento degli impianti di illuminazione previsti a servizio dello svincolo di Eboli al km 30+000 dell'A2 autostrada Mediterranea, già A3 Salerno - Reggio Calabria.

## **2.0 PREMESSA**

L'obiettivo principale per il quale si dimensiona l'impianto di illuminazione di uno svincolo di raccordo è quello di assicurare a chi lo percorre, in qualsiasi momento della giornata (giorno e notte), un senso di sicurezza e di comfort.

Ciò si ottiene quando l'illuminazione rende possibile al conducente una corretta verifica del tracciato che si appresta a percorrere ed una veloce identificazione di eventuali pericoli od ostacoli che dovessero trovarsi lungo la carreggiata.

Le caratteristiche fotometriche considerate importanti in un impianto di illuminazione sono le seguenti:

- livello di luminanza sulla strada;
- uniformità nella distribuzione della luminanza sulla strada;
- controllo dell'abbagliamento.

Tali caratteristiche dipendono, tra l'altro, anche dal flusso di traffico previsto nella strada e svincolo da calcolare.

Per rispettare quanto sopra descritto l'impianto di illuminazione previsto per lo svincolo di progetto e l'asta di collegamento con le due rotatorie dovrà fornire obbligatoriamente le seguenti prestazioni:

- a) illuminare il piano stradale con un adeguato livello di luminanza e di uniformità;
- b) la luce deve avere un angolo di incidenza rispetto al piano di visuale del conducente tale da fornire una elevata visibilità del tracciato.

## **3.0 NORMATIVE TECNICHE DI RIFERIMENTO**

Gli impianti e tutti i componenti elettrici installati, dovranno essere realizzati a regola d'arte in osservanza a quanto dettato dalle Leggi 186/68 e DM 37/08.

In particolare tutti i componenti e i materiali utilizzati dovranno essere forniti di Marcatura CE.

Gli stessi devono presentare caratteristiche di idoneità all'ambiente di installazione ed essere conformi alle Norme di Legge e ai Regolamenti vigenti di uso generale, in particolare alle Norme CEI e relative varianti in materia di impianti elettrici.

- D.P.R. DEL 27/04/55 N. 547 Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.
- Legge del 1° MARZO 1968 N. 186 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione di impianti elettrici ed elettronici (regola d'arte).
- Legge n. 791 del 18/10/1977 "Attuazione direttiva CEE n.73/23 relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro determinati limiti di tensione".
- D.M. del 10/4/1984 "Eliminazione dei radio disturbi".
- Legge n. 818 del 7/12/1984 "Nulla osta provvisorio per le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi".
- D.M. del 08/03/1985 direttive urgenti per la prevenzione incendi.
- Legge 46/90 norme per la sicurezza degli impianti.
- DPR 447/91 "Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n. 46 in materia di sicurezza degli impianti".
- D.M. 20/2/1992 "Approvazione del modello di dichiarazione di conformità previsto dalla Legge 46/90".
- D. Lgs 626/96; attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione.
- D. Lgs 494/96 "Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili".
- D.P.R. n. 302 del 19/03/1956 "Norme generali per l'igiene del lavoro".
- D.P.R. n. 320 del 20/03/1956 "Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro in sotterraneo".
- Legge n. 615 del 13/07/1966 "Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico" e regolamento attuazione in vigore.
- Circolare M.I. 31/08/1982 n. 31 "Norme di sicurezza per l'installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o macchina operatrice".
- D.M. 26/06/1984 "Classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi".
- D.M. LL.PP. del 12/12/1985 "Norme tecniche per le tubazioni".
- Legge 26/10/1995 n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico".
- D.M. del 10/03/1998 "Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro".

- D.P.R. n. 554 del 21/12/1999 “Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11/02/1994 n. 109 e successive modifiche”.
- Decreto legislativo 12 novembre 1996 n°615 (attuazione della direttiva europea 89/536 CEE - Compatibilità elettromagnetica).
- DM del 23 maggio 1992 n°314 “Regolamento recante disposizioni di attuazione della legge 28 maggio 1991 n°109, in materia di allacciamenti e collaudi degli impianti telefonici interni”.
- DM del 15 ottobre 1993 n°519 “Regolamento recante autorizzazione dell’Istituto superiore di prevenzione e sicurezza del lavoro a esercitare attività omologate di primo o nuovo impianto per la messa a terra e la protezione delle scariche atmosferiche”.
- DL del 19 settembre 1994 n°626 + DL del 18 marzo 1996 n°242 “...attuazione delle direttive 89/391/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza dei lavoratori sul luogo di lavoro”.
- Decreto legislativo del 14 agosto 1996 n°496 “Segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro”.
- Circolare Ministeriale n. 7938 del 06/12/1999 dell’ex Ministero dei Lavori Pubblici, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale del 09/03/2000 n. 57.
- Circolare Direzione Generale ANAS protocollo 7735 del 08/09/1999.
- UNI 10439 “Requisiti illuminotecnica delle strade con traffico motorizzato”.
- CIE 88/90 “Guide for the lighting of the road tunnels”.
- Prescrizioni ANAS.
- Norme I.E.C. (Commissione Elettrotecnica Internazionale).
- Tabelle di unificazioni UNEL.
- Norme C.E.I. (Comitato Elettrotecnico Italiano).
- Leggi regionali che definiscono i limiti di inquinamento luminoso.

In particolare l’impianto elettrico di illuminazione è stato progettato e dovrà essere costruito in conformità alle seguenti norme CEI:

- CEI 0-2: guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici.
- CEI 0-3: legge 46/90 Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati.
- Norma CEI 3-1 “Segni grafici per schemi elettrici; elementi dei segni grafici, segni grafici distintivi e segni di uso generale”.
- Norma CEI 3-15 “Segni grafici per schemi; conduttori e dispositivi di connessione”.
- Norma CEI 3-18 “Segni grafici per schemi; produzione trasformazione e conversione dell’energia elettrica”.
- Norma CEI 3-19 “Segni grafici per schemi; apparecchiature e dispositivi di comando e protezione”.

- Norma CEI 3-20 “Segni grafici per schemi; strumenti di misura, lampade e dispositivi di segnalazione”.
- Norma CEI 3-23 “Segni grafici per schemi; schemi e piani di installazione architettonici e topografici”.
- Norma CEI 3-25 “Segni grafici per schemi; generalità”.
- Norma CEI 3-32 “Raccomandazioni generali per la preparazione degli schemi elettrici”.
- Norma CEI 17-5 “Interruttori automatici per corrente alternata e tensione nominale non superiore a 1000 V e per corrente continua e tensione nominale non superiore a 1200 V”.
- Norma CEI 17-6 “Apparecchiature prefabbricate con involucro metallico per tensioni da 1 a 72.5 kV”.
- CEI 17-13/1: apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS).
- CEI 17-13/2: apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri elettrici per bassa tensione) - Parte 2: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre.
- 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 17-13/4: apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 4: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate per cantiere (ASC).
- Norma CEI 17-43 Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione per le apparecchiature di assieme di protezione e di manovra per bassa tensione non di serie (ANS).
- Norma CEI 20-14 “Cavi isolati con polivinilcloruro di qualità R2 con grado di isolamento superiore a 3 (per sistemi con tensione nominale da 1 a 20 kV)”.
- Norma CEI 20-19 “Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V”.
- Norma CEI 20-20 “Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V”.
- Norma CEI 20-22 “Cavi non propaganti l'incendio”.
- Norma CEI 20-29 “Conduttori per cavi isolati”.
- Norma CEI 20-32 “Cavi con neutro concentrico isolati con gomma etilpropilenica ad alto modulo, per sistemi a corrente alternata con tensione non superiore a 1 kV”.
- Norma CEI 20-37 “Cavi elettrici: prove sui gas emessi durante la combustione”.

- Norma CEI 20-38 "Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi; parte I - tensione nominale non superiore a 0.6/1 kV".
- CEI 20-40: guida per l'uso di cavi a bassa tensione.
- Norma CEI 20-45 "Cavi resistenti al fuoco isolati con mescola elastomerica con tensione nominale  $U_0/U$  non superiore a 0,6/1 kV".
- Norma CEI 23-3 "Interruttori automatici di sovracorrente per usi domestici e similari (per tensione alternata non superiore a 415 V".
- Norma CEI 23-5 "Prese a spina per usi domestici e similari".
- Norma CEI 23-8 "Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro e accessori".
- Norma CEI 23-11 "Interruttori e commutatori per apparecchi per usi domestici e similari".
- Norma CEI 23-12 "Prese a spina per usi industriali".
- Norma CEI 23-14 "Tubi protettivi flessibili in PVC e loro accessori".
- Norma CEI 23-18 "Interruttori differenziali per usi domestici e similari e interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati, per usi domestici e similari".
- Norma CEI 23-25 "Tubi per installazioni elettriche; prescrizioni generali".
- Norma CEI 23-28 "Tubi per installazioni elettriche - parte II: norme particolari per tubi - sez. tubi metallici".
- Norma CEI 23-29 "Tubi in materiale plastico rigido per cavidotti interrati".
- Norma CEI 23-31 "Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e porta apparecchi".
- CEI 23-51: prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
- Norma CEI 33-5 I Ed. 1984: "Condensatori statici di rifasamento di tipo autorigenerabile per impianti di energia a corrente alternata con tensione nominale inferiore o uguale a 660V".
- Norma CEI 34-21 "Apparecchi di illuminazione. Parte I; prescrizioni generali e prove".
- Norma CEI 34-22 "Apparecchi di illuminazione. Parte II; requisiti particolari: apparecchi di illuminazione di emergenza".
- Norma CEI 34-23 "Apparecchi di illuminazione. Parte II; requisiti particolari: apparecchi fissi per uso generale".
- CEI 64-7: impianti elettrici di illuminazione pubblica.
- Norma CEI 64-8 ultima edizione: "Impianti elettrici utilizzatori con tensione nominale fino a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua.
- CEI 64-12 "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario" per quanto riguarda i dispersori ad elementi di fatto.
- Norma CEI 64-14 Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori.
- Norma CEI C.T. 70 Involucri di protezione. (Riferimenti costruttivi apparecchi).

- CEI UNEL 35023 1970: “Cavi per energia isolati con gomma o con materiale termoplastico avente grado di isolamento non superiore a 4 - Cadute di tensione”.
- CEI UNEL 35024/1 1997: “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.”.
- CEI UNEL 35024/2 1997: “Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria”.

#### **4.0 INDICAZIONI GENERALI DELL’IMPIANTO**

L’impianto in oggetto prevede l’illuminazione dello svincolo di Eboli e della asta di collegamento e le relative rotatorie con le strade vicinali.

L’impianto farà capo ad un unico quadro elettrico alimentato da una consegna ENEL in bassa tensione ad esso dedicata, vista la modesta potenza impiegata.

Qui di seguito è riportata una tabella riepilogativa:

#### **5.0 CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEGLI IMPIANTI**

Le caratteristiche elettriche principali dell’impianto di illuminazione sono le seguenti:

- |  |   |
|--|---|
| • Linea in ingresso:                     | In cavo B.T. 3F+N (400/230Vca)                        |
| • Punto di consegna:                     | contatore ENEL o morsetti del quadro ANAS             |
| • Tensione:                              | 400/230Vca  |
| • Frequenza:                             | 50Hz  |
| • Stato del neutro:                      | distribuito   |
| • Sistema di distribuzione:              | TT – Trifase + Neutro                                 |
| • Corrente di c.c. presunta all’origine: | 10kA massimi  |
| • Tipologie dei carichi allacciati:      | apparecchi di illuminazione                           |
| • Potenza impegnata:                     | 10-15 kW  |
| • C.d.t. massima % ammessa:              | 4% da punto consegna cabina e/o da consegna b.t. ENEL |



La distribuzione dell'energia agli impianti verrà realizzata con cavi unipolari o multipolari dotati di guaina protettiva tipo FG7(O)R/4 posati entro tubazioni interrate in PVC pesante.

Le linee elettriche di distribuzione sono state dimensionate in modo di ottenere una massima caduta di tensione, sulle lampade poste in fondo alla linea, pari al 4%.

L'impianto dispersore di terra, ottenuto con corda di rame nuda da 35 mmq, è stato previsto lungo tutti i percorsi di collegamento tra i pali di illuminazione inseriti a progetto allo scopo di rendere minimi i rischi di folgorazione, secondo quanto indicato dalle norme CEI/UNI.

L'impianto di illuminazione sarà realizzato da pali con altezze fuori terra di 8,5 m interdistanziati di circa 25 m.

Il palo sarà alloggiato da una armatura stradale di tipo cut-off per evitare l'abbagliamento e sarà al sodio alta pressione.

Il quadro elettrico è costituito da 2 carpenterie in vetroresina; la prima sarà utilizzata per la sezione consegna ENEL (compreso contatore) e la seconda utilizzata per la sezione distribuzione utente.

Il quadro elettrico prevede le seguenti apparecchiature di controllo e protezione:

- scaricatori contro le sovratensioni;
- interruttore generale di protezione consegna ENEL
- strumenti di misura per il controllo dei parametri elettrici durante il funzionamento dell'impianto;
- interruttore crepuscolare ed interruttore orario per l'inserimento tutta notte – mezza notte dei circuiti;
- interruttori differenziali a bassa sensibilità 0,3 A sulle linee di illuminazione;
- interruttore differenziale a bassa sensibilità 0,3 A sull'alimentazione ausiliaria interna al quadro;
- interruttore differenziale ad alta sensibilità 0,03 A sulla presa di servizio interna al quadro;
- dispositivi contatore inseriti sulle linee di alimentazione.

## **6.0 DIMENSIONAMENTO IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE**

Le strade in esame presentano una larghezza media pari a circa 7,5 metri, larghezza la quale può aumentare nei punti dove vi sono corsie di accelerazione o decelerazione fino a 13÷15 metri.

Tenendo conto di questi dati iniziali si è potuto iniziare lo studio dei pali di sostegno e delle apparecchiature di illuminazione idonee a soddisfare i requisiti elettrici, illuminotecnici e meccanici. Nella progettazione sono stati inoltre considerati anche gli aspetti ambientali, la configurazione e utilizzazione della strada e non ultimo l'arredo urbano.

Le grandezze geometriche caratteristiche di un impianto stradale che si sono dovute stabilire sono:

- disposizione dei centri luminosi;
- sporgenza dei centri luminosi sulla carreggiata;
- altezza dei centri luminosi;
- inclinazione degli apparecchi d'illuminazione sulla carreggiata;
- distanza tra i centri luminosi.

### DISPOSIZIONE DEI CENTRI LUMINOSI

La disposizione dei centri luminosi dipende dalla larghezza della carreggiata e dal tracciato della strada. Essendo la stessa larga mediamente 7,5 metri, in base alle norme CEI, si è deciso di disporre i centri luminosi in modo unilaterale, adatto per strade di larghezza non superiore a 10 ÷ 12 m.

### SPORGENZA DEI CENTRI LUMINOSI SULLA CARREGGIATA

La sporgenza del centro luminoso rispetto al bordo della carreggiata da illuminare ha notevole influenza sull'uniformità dell'illuminamento della carreggiata e sul coefficiente di utilizzazione dell'apparecchio di illuminazione. Si è cercato di allontanare il palo dal bordo della carreggiata per limitare il più possibile i pericoli di urto con gli autoveicoli, utilizzando quindi uno sbraccio di lunghezza di 1,5 m.

La lunghezza è stata definita affinché il centro luminoso si venisse a trovare in una posizione favorevole a migliorare l'uniformità dell'illuminamento sulla carreggiata.

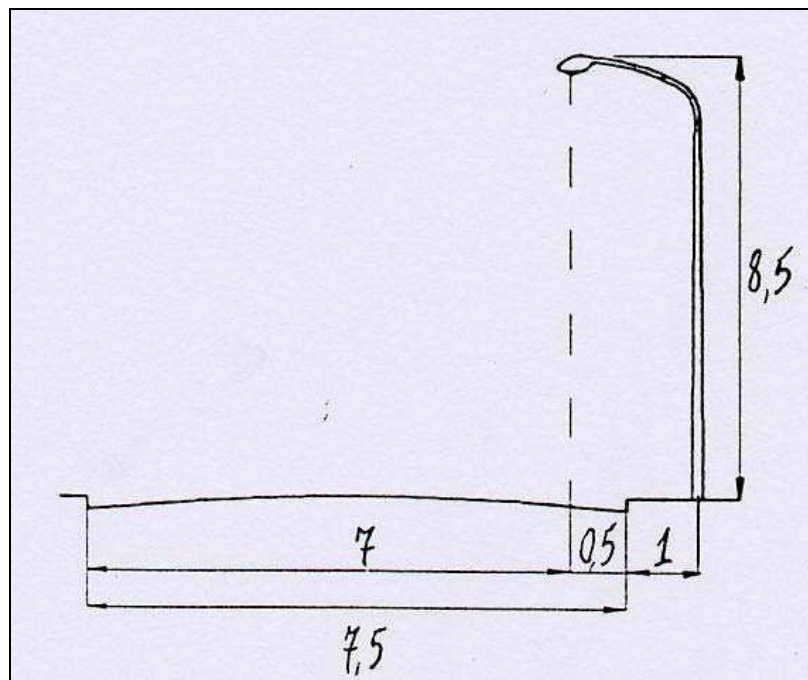
Il palo è stato quindi posizionato ad 1 metro circa dal limite della carreggiata in conformità alle norme CEI 64-7 Art. 4.6.01

### ALTEZZA DEI CENTRI LUMINOSI

L'altezza dei centri luminosi dipende dalla loro disposizione e sporgenza, nonché dalla larghezza della carreggiata stradale. Secondo le norme CEI, scegliendo una disposizione unilaterale si ha:

|  |
|--|
| <i>Disposizione unilaterale: <math>H = 1 \div 1,2 l</math></i> |
|--|

dove  $l$  è la distanza fra la verticale dell'apparecchio di illuminazione e il limite opposto della carreggiata e nel nostro caso è di 7 metri circa. (vedi figura qui sotto)



Seguendo la regola sopra riportata avremmo:

$$H = 1 \div 1,2 * 7 \Rightarrow H = 7 \div 8,4 \text{ m}$$

Nel nostro caso si è perciò deciso di scegliere dei pali di sostegno con altezza fuori terra di 8,5 m.

### INCLINAZIONE DEGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE

Le apparecchiature di illuminazione previste, garantiscono un'inclinazione da  $-15^\circ$  a  $+15^\circ$ . Nel nostro caso abbiamo optato per un'inclinazione di  $+10^\circ$ , inclinazione idonea all'illuminazione di strade in generale dove non si necessita illuminamento sul marciapiede.

### DISTANZA TRA I CENTRI LUMINOSI

La distanza tra i centri luminosi va scelta in funzione del tipo di apparecchio d'illuminazione e dell'altezza del centro luminoso sulla superficie stradale.

| TIPO DI LAMPADA   | APPARECCHI CUT-OFF | APPARECCHI SEMI CUT-OFF | APPARECCHI NON CUT-OFF |
|---|--------------------|-------------------------|------------------------|
| - SODIO A BASSA PRESSIONE<br>- MERCURIO O AL SODIO AD ALTA PRESSIONE CON BULBO FLUORESCENTE | 3                  | 3,5                     | 4                      |
| - SODIO AD ALTA PRESSIONE CON BULBO TRASPARENTE   | 3,5                | 4                       | 4,5                    |

La tabella sopra riportata indica i valori orientativi del rapporto d/H dei centri luminosi per le diverse classi fotometriche degli apparecchi di illuminazione e per i tipi di lampade più impiegati.

Seguendo la tabella sopra riportata avremmo:

$$d = H * 3,5 \quad \Rightarrow \quad d = 8,5 * 3,5 = 29,75 \text{ m}$$

con "H" indicante l'altezza fuori terra del palo e 3,5 valore ricavato dalla tabella sopra riportata avendo scelto un apparecchiatura di illuminazione cut-off con lampada SAP a bulbo trasparente. Nel nostro caso si è deciso quindi di tenere una distanza d fra i pali di 30 metri circa, la quale può diminuire fino a 20 ÷ 25 metri in prossimità di curve in funzione del loro raggio di curvatura, per garantire una sufficiente uniformità di illuminamento ed una maggiore visibilità di ostacoli presenti lungo la carreggiata..

## **6.1 CARATTERISTICHE TECNICHE DEI PALI DI SOSTEGNO ED APPARECCHIATURE DI ILLUMINAZIONE**

Si è adottato il principio di installare tutti i sostegni di illuminazione di altezza uguale utilizzando apparecchi per lampade SAP (sodio ad alta pressione) da 150W.

Il palo sarà del tipo laminato conico in acciaio zincato a caldo, con diametro alla base di 155mm, diametro alla sommità di 90mm per pali installati con basamento in zona viadotti; per i pali installati su plinto in aree verdi il diametro alla base è 140mm con diametro alla sommità di 60mm. L'altezza dei relativi pali è pari a 9,3m per quelli posati entro plinto su aree verdi, mentre per i pali posati sul viadotto l'altezza sarà pari a 8,8m mantenendo comunque un'altezza fuori terra per entrambi i pali di 8,5m ed uno sbraccio pari ad 1,5m.

Per entrambi i pali è previsto un manicotto in acciaio zincato a caldo di giunzione tra lo sbraccio ed il palo.

Per i pali posti su eventuale viadotto devono essere previsti i seguenti accorgimenti:

- collare di rinforzo palo di altezza h=400mm fissato su viadotto con tasselli ad espansione e corredato di bulloni per ancoraggio sul palo stesso;
- mini plinto di rinforzo con tiranti inglobati su viadotto;
- foro di sostegno del palo con profondità pari a circa 300 mm;
- flangia saldata in opera per ancoraggio tra palo e tiranti del plinto;
- integrazione dei ferri di armatura posti nel punto di ancoraggio.

Le armature sono previste con corpo in alluminio presso fuso, riflettore in alluminio 99.85 stampato, ossidato anodicamente e brillantato con ottica "antinquamento luminoso"; diffusore in policarbonato trasparente antiabbagliamento infrangibile ad autoestinguente V2, stabilizzato ai raggi UV, con portalampada in ceramica e contatti argentati e verniciato color grafite e copertura a polvere poliestere colore grigio RAL 7030, previo trattamento di fosfocromatazione, resistente alla corrosione e alle nebbie saline.

Inoltre questi apparecchi di illuminazione sono di classe II, cut-off (vedi tabella qui sotto), grado di protezione del vano lampada IP66 e grado di protezione del vano accessori IP43.

| Classe dell'apparecchio | Massimo valore ammesso dell'intensità luminosa rispetto la verticale (cd/klm) |             | Direzione dell'emissione di massima intensità' |
|-------------------------|---|-------------|--|
|                         | 80°   | 90°         |  |
| Cut-off (schermato)     | 30  | 10          | <= 65°   |
| Semi cut-off            | 100   | 50          | <= 75°   |
| Non cut-off             | qualsiasi   | max 1000 cd |  |

## **6.2 GESTIONE E MODALITA' DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO**

L'impianto prevede un funzionamento di tipo automatico, l'accensione e lo spegnimento saranno comandati attraverso un dispositivo fotoelettrico (cellula) che sarà installato all'interno del quadro elettrico, con sensore alloggiato in testa ad una armatura illuminante (altezza da terra circa 8,5 m). Quando la luce solare raggiungerà un livello predeterminato (minimo) la fotocellula invierà un impulso e comanderà direttamente l'accensione di tutte le linee di illuminazione stradale ed inversamente, la stessa, annullerà il comando precedente al superamento della soglia di illuminazione naturale.

Mediante l'intervento di un interruttore orario (ora impostata da operatore) sarà possibile disinserire i circuiti predisposti per illuminazione "Mezza Notte".

Attualmente sono stati previsti circuiti di "Mezza Notte" per le sole strade secondarie mentre per la strada principale l'illuminazione è prevista per l'intera notte.

Oltre al comando automatico su ogni linea sarà previsto un comando manuale con il quale saranno possibili le normali operazioni di manutenzione che si svolgeranno con illuminazione naturale.

Su ogni linea sarà inserito un contatore che provvederà a segnalare il tempo di funzionamento di ogni linea e quindi sarà possibile verificare i tempi di sostituzione delle lampade, la cui vita è prevista di circa 6.000 ÷ 8000 ore.

L'impianto di illuminazione sarà strutturato in modo che un guasto su una linea non comprometta il funzionamento dell'intero impianto di illuminazione.

## 7.0 CALCOLI IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

### PRESTAZIONI ILLUMINOTECNICHE

In accordo con le norme CEI e secondo la norma tecnica italiana UNI 10439, sono state previste le seguenti prestazioni illuminotecniche:

|  |   |
|--|---|
| - Tipo di strada:                        | autostrade extraurbane/ strade principali extraurbane |
| - Classe:                                | 2   |
| - Zone laterali:                         | non illuminate  |
| - Luminanza media mantenuta:             | $L_m = 2 \text{ cd/m}^2$                              |
| - Rapporto di uniformità:                | $U_0 \geq 0,4$<br>$U_1 \geq 0,7$                      |
| - Indice dell'abbagliamento molesto:     | $G \geq 6$  |
| - Indice dell'abbagliamento debilitante: | $T/I \leq 10$   |

Tutte le terminologie e le definizioni, relative alla identificazione dei coefficienti e comunque dei valori necessari per i calcoli, sono esclusivamente quelli utilizzati dalle norme UNI 10439 sopramenzionate.

In particolare si intende per:

- Luminanza media mantenuta, indicata con il termine  $L_m$ , è il rapporto tra l'intensità luminosa di una sorgente nella direzione di un osservatore e la superficie emittente apparente così come viene vista dall'osservatore stesso, ed è espressa in  $\text{cd/m}^2$ ;
- Rapporto di uniformità  $U_0$ , il rapporto fra luminanza minima e luminanza media su tutta la strada;
- Rapporto di uniformità  $U_1$ , il rapporto fra luminanza minima e massima lungo la mezziera di ciascuna corsia;
- Indice dell'abbagliamento molesto, indicato con il termine  $G$ , è l'abbagliamento prodotto da centri luminosi che da luogo ad una sensazione fastidiosa, senza necessariamente compromettere la visione.

- Indice dell'abbagliamento debilitante, indicato con il termine  $Tl$ , è l'abbagliamento prodotto dai centri luminosi, che può compromettere la visione, senza necessariamente provocare una forte sensazione fastidiosa.

Qui di seguito viene riportata la tabella riguardante le prestazioni illuminotecniche secondo le norme UNI 10439.

| Gruppo                           | Tipo di strada e ambito territoriale      | Classe         | Zone laterali  | Luminanza media mantenuta | Rapporti di uniformità |            | Limitazione abbagliamento |           |
|----------------------------------|---|----------------|----------------|---------------------------|------------------------|------------|---------------------------|-----------|
|                                  |   |                |                |                           | $U_0$                  | $U_1$      | $G$                       | $Tl$      |
|                                  |   |                |                | $L_m$                     |                        |            |                           |           |
|                                  |   |                |                | $cd/m^2$                  |                        |            |                           | %         |
|                                  | 1)  | 2)             | 3)             |                           | 4)                     | 5)         | 6)                        | 7)        |
| 1                                | Autostrade extraurbane                    | A              | qualsiasi      | 2                         | $\geq 0,4$             | $\geq 0,7$ | $\geq 6$                  | $\leq 10$ |
| 2                                | Autostrade urbane                         | A              | illuminare     | 2                         | $\geq 0,4$             | $\geq 0,7$ | $\geq 5$                  | $\leq 10$ |
|                                  |   |                | non illuminare |                           |                        |            | $\geq 6$                  |           |
|                                  | Strade principali extraurbane             | B              | illuminare     | 2                         | $\geq 0,4$             | $\geq 0,7$ | $\geq 5$                  | $\leq 10$ |
|                                  |   |                | non illuminare |                           |                        |            | $\geq 6$                  |           |
| 3                                | Strade secondarie extraurbane             | C              | illuminare     | 2                         | $\geq 0,4$             | $\geq 0,5$ | $\geq 5$                  | $\leq 20$ |
|                                  |   |                | non illuminare | 1                         |                        |            | $\geq 6$                  | $\leq 10$ |
|                                  | Strade di servizio principali extraurbane | B              | illuminare     | 2                         | $\geq 0,4$             | $\geq 0,5$ | $\geq 5$                  | $\leq 20$ |
|                                  |   |                | non illuminare | 1                         |                        |            | $\geq 6$                  | $\leq 10$ |
| 4                                | Strade di scorrimento principali urbane   | D              | illuminare     | 2                         | $\geq 0,4$             | $\geq 0,5$ | $\geq 4$                  | $\leq 20$ |
| 5                                | Strade di scorrimento di servizio urbane  | D              | illuminare     | 1                         | $\geq 0,4$             | $\geq 0,5$ | $\geq 4$                  | $\leq 20$ |
|                                  |   |                | non illuminare | 0,5                       |                        |            | $\geq 5$                  |           |
|                                  | Strade di quartiere urbane                | E              | illuminare     | 1                         | $\geq 0,4$             | $\geq 0,5$ | $\geq 4$                  | $\leq 20$ |
|                                  |   |                | non illuminare | 0,5                       |                        |            | $\geq 5$                  |           |
| Strade locali urbane/extraurbane | F   | illuminare     | 1              | $\geq 0,4$                | $\geq 0,5$             | $\geq 4$   | $\leq 20$                 |           |
|                                  |   | non illuminare | 0,5            |                           |                        | $\geq 5$   |                           |           |

### CALCOLI ILLUMINOTECNICI

Qui di seguito vengono riportati i calcoli illuminotecnici suddivisi in sei capitoli:

- 1) Strada extraurbana di larghezza media 7,5 metri con un'interdistanza fra i pali di sostegno di 20 metri.
- 2) Strada extraurbana di larghezza media 7,5 metri con un'interdistanza fra i pali di sostegno di 25 metri.
- 3) Strada extraurbana di larghezza media 7,5 metri con un'interdistanza fra i pali di sostegno di 30 metri
- 4) Strada extraurbana di larghezza media 13 metri con un'interdistanza fra i pali di sostegno di 20 metri.

- 5) Strada extraurbana di larghezza media 13 metri con un'interdistanza fra i pali di sostegno di 25 metri
- 6) Strada extraurbana di larghezza media 13 metri con un'interdistanza fra i pali di sostegno di 30 metri.

In tutti i capitoli si è deciso di adottare i medesimi parametri generali di progetto i quali sono:

- Tipo di installazione: unilaterale destro
- Tipo di lampada: SAP 150 W
- Tipo di pavimentazione stradale: C2; (vedi nota \*1)
- Coefficiente di manutenzione: 0,8; (vedi nota \*2)
- N° carreggiate: 1
- Corsie per carreggiata: 2
- Altezza punto luce [m]: 8,5
- Inclinazione App. [°]: 10

NOTA \*1)

In base a quanto indicato nella sottostante tabella 7.0A si è scelto come tipo di pavimentazione stradale il tipo C2, corrispondente ad una generica pavimentazione di asfalto con coefficiente medio di luminanza di 0,07 ed un fattore di specularità maggiore di 0,4. Dalla tabella 7.0B invece si possono notare invece i valori di illuminamento medi richiesti per i vari tipi di strada; per una strada importante con pavimentazione R3 (C2), il valore consigliato va da 15 ai 20 lux.

TABELLA 7.0A

| Gruppo | Aspetto della pavimentazione         | Esemplificazione di pavimentazioni   | Coefficiente medio di luminanza Q <sub>0</sub> | Fattore di specularità S <sub>1</sub> |
|--------|--------------------------------------|--|--|---------------------------------------|
| R1     | Molto chiara e molto scabra          | In conglomerato bituminoso con additivi sintetici di colore tendente al bianco a grana grossa o media.   | 0,10   | 0,25                                  |
| R2     | Chiara con scabrezza elevata o media | <ul style="list-style-type: none"> <li>• In conglomerato bituminoso con aggregati litici chiari a grana grossa o media.</li> <li>• In conglomerato bituminoso con additivi sintetici chiari a grana fine.</li> </ul> In calcestruzzo.      | 0,07   | 0,58                                  |
| R3     | Scura con scabrezza elevata o media  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• In conglomerato bituminoso con aggregati litici scuri a grana grossa o media.</li> </ul> Rigide in pietra scura.  | 0,07   | 1,11                                  |
| R4     | Scura e levigata                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• In asfalto compresso, con aggregati fini e scuri.</li> <li>• In emulsioni bituminose a freddo (con bitumi liquidi).</li> <li>• In trattamenti superficiali con bitume o catrame caldo.</li> </ul> | 0,08   | 1,55                                  |



|    |  |   |      |       |
|----|--|---|------|-------|
|    |  | In polvere di rocce asfaltiche (con il 10% di bitume) |      |       |
| C1 |  | Pavimentazioni di calcestruzzo.                       | 0,10 | ≤ 0,4 |
| C2 |  | Pavimentazioni di asfalto                             | 0,07 | > 0,4 |

**TABELLA 7.0B**

| Classe della strada | Tipo della strada  | Luminanza media cd/m <sup>2</sup> | Illuminamenti iniziali lux |           |          |           | Uniformità illuminamenti Emin/Emax | Classe dell'apparecchio |
|---------------------|--|-----------------------------------|----------------------------|-----------|----------|-----------|------------------------------------|-------------------------|
|                     |  |                                   | R1 chiaro                  | R2 calce. | R3 scuro | R4 liscio |                                    |                         |
| A                   | Strada a scorrimento veloce                                      | 1                                 | 12                         | 14        | 20       | 24        | 0,4                                | Cut-off (schermato)     |
| B1                  | Strade importanti o strade principali                            | 1                                 | 12                         | 14        | 20       | 24        | 0,4                                | Cut-off (schermato)     |
| B2                  |  | 0,7                               | 8                          | 10        | 15       | 18        | 0,4                                | Cut-off (schermato)     |
| C1                  | Circonvallazione o strade radiali con limiti di velocità 70 km/h | 1                                 | 12                         | 14        | 20       | 24        | 0,4                                | Cut-off (schermato)     |
| C2                  |  | 0,7                               | 8                          | 10        | 15       | 18        | 0,4                                | Cut-off (schermato)     |
| D                   | Strade principali  | 1                                 | 12                         | 14        | 20       | 24        | 0,4                                | Cut-off (schermato)     |
|                     | Vie commerciali di vendita                                       |                                   | 9                          | 10        | 15       | 18        | 0,4                                | Semi Cut-off            |
| E                   | Strade di collegamento locali                                    | 0,5                               | 6                          | 8         | 10       | 12        | 0,3                                | Cut-off (schermato)     |
|                     |  |                                   | 5                          | 6         | 8        | 10        |                                    | Semi Cut-off            |
|                     | Strade con traffico irrilevante                                  |                                   | 5                          |           |          |           | 0,3                                | Non Cut-off             |

**NOTA \*2)**

Il coefficiente di manutenzione tiene conto della riduzione del rendimento luminoso degli apparecchi di illuminazione per effetto dell'insudiciamento delle ottiche e del deperimento dei riflettori. Nel nostro caso avendo un apparecchiatura di illuminazione del tipo chiuso, in un ambiente con presenza di polveri quale può essere una strada, abbiamo optato per un coefficiente di manutenzione di 0,8. (vedi tabella qui sotto)

| AMBIENTE  | TIPO DI APPARECCHIO DI ILLUMINAZIONE |                    |
|---|--------------------------------------|--------------------|
|   | APERTO                               | CHIUSO             |
| CON PRESENZA DI POLVERI, FUMI, ESALAZIONI, ECC. | 0,65 - 0,70                          | <b>0,75 - 0,80</b> |
| IN ATMOSFERA PULITA                             | 0,80 - 0,85                          | 0,85 - 0,90        |

**7.1 CALCOLI ILLUMINOTECNICI PER STRADA DI LARGHEZZA 7,5 METRI ED INTERDISTANZA PALI 20 METRI**

TABELLA 7.1°

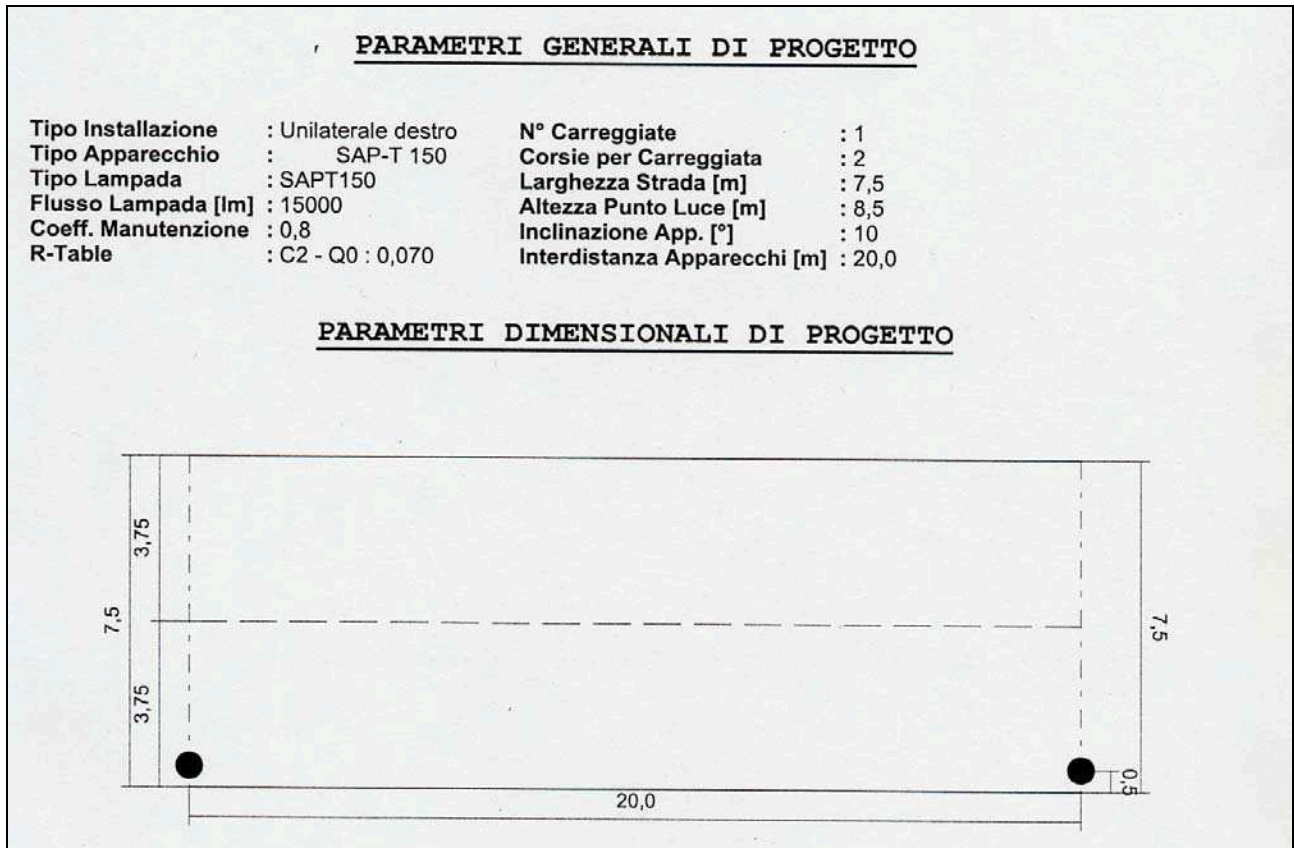


TABELLA 7.1B

**TABELLA ILLUMINAMENTI ORIZZONTALI [lux]**

Interdistanza Apparecchi [m] : 20,0

|     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                            |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------------------|
| 6,9 | 28,7 | 30,6 | 27,0 | 23,8 | 22,4 | 21,3 | 22,4 | 23,8 | 27,0 | 30,6 | 28,7 | Larghezza Strada [m] : 7,5 |
| 5,6 | 36,8 | 37,8 | 33,5 | 30,1 | 28,8 | 29,7 | 28,8 | 30,1 | 33,5 | 37,8 | 36,8 |                            |
| 4,4 | 44,9 | 44,1 | 40,2 | 36,2 | 34,1 | 34,6 | 34,1 | 36,2 | 40,2 | 44,1 | 44,9 |                            |
| 3,1 | 50,2 | 47,6 | 43,9 | 39,0 | 35,1 | 35,0 | 35,1 | 39,0 | 43,9 | 47,6 | 50,2 |                            |
| 1,9 | 47,9 | 44,0 | 41,1 | 37,6 | 33,2 | 32,7 | 33,2 | 37,6 | 41,1 | 44,0 | 47,9 |                            |
| 0,6 | 37,4 | 34,3 | 30,7 | 30,2 | 27,1 | 26,4 | 27,1 | 30,2 | 30,7 | 34,3 | 37,4 |                            |
| [m] | 0,0  | 2,0  | 4,0  | 6,0  | 8,0  | 10,0 | 12,0 | 14,0 | 16,0 | 18,0 | 20,0 |                            |

Valori Caratteristici [lux] : Med: 34,84  
Max: 50,20  
Min: 21,28

Valori di Uniformità : Min/Med: 0,61  
Min/Max: 0,42  
Max/Med: 1,44

Coeff. Utilizzazione : 0,35

Uniformità Longitudinale : 0,68 Min/Max  
0,76 Min/Max

Corsia 1 : 1,9 [m]  
Corsia 2 : 5,6 [m]

TABELLA 7.1C

**TABELLA LUMINANZE [cd/m<sup>2</sup>]**

Interdistanza Apparecchi [m] : 20,0

|     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |                            |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|----------------------------|
| 6,9 | 1,4 | 1,5 | 1,4 | 1,2 | 1,2 | 1,1  | 1,2  | 1,2  | 1,3  | 1,5  | 1,4  | Larghezza Strada [m] : 7,5 |
| 5,6 | 1,9 | 2,0 | 1,8 | 1,7 | 1,7 | 1,7  | 1,6  | 1,6  | 1,7  | 1,9  | 1,9  |                            |
| 4,4 | 2,4 | 2,4 | 2,3 | 2,1 | 2,1 | 2,2  | 2,1  | 2,1  | 2,2  | 2,4  | 2,4  |                            |
| 3,1 | 2,8 | 2,9 | 2,9 | 2,6 | 2,5 | 2,6  | 2,5  | 2,5  | 2,6  | 2,7  | 2,9  |                            |
| 1,9 | 2,9 | 3,0 | 3,0 | 2,9 | 2,7 | 2,9  | 2,8  | 2,7  | 2,6  | 2,6  | 2,9  |                            |
| 0,6 | 2,2 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,3 | 2,5  | 2,4  | 2,2  | 2,0  | 2,1  | 2,2  |                            |
| [m] | 0,0 | 2,0 | 4,0 | 6,0 | 8,0 | 10,0 | 12,0 | 14,0 | 16,0 | 18,0 | 20,0 |                            |

Valori Caratteristici [cd/m<sup>2</sup>] : Med: 2,17  
Max: 3,03  
Min: 1,13

Pos. Oss. [m] X: -60,0 Y: 1,9 Z: 1,5

Uniformità Globale : 0,52 Min/Med

Abbagliamento Molesto (G) : (7,05)

Uniformità Longitudinale : 0,86 Min/Max  
0,81 Min/Max

Incremento di Soglia (TI %) : 4,53

Pos. Oss. [m] : X: -60,0 Y: 1,9 Z: 1,5  
X: -60,0 Y: 5,6 Z: 1,5  
X: -19,2 Y: 1,9 Z: 1,5

## 7.2 CALCOLI ILLUMINOTECNICI PER STRADA DI LARGHEZZA 7,5 METRI ED INTERDISTANZA PALI 25 METRI

TABELLA 7.2°

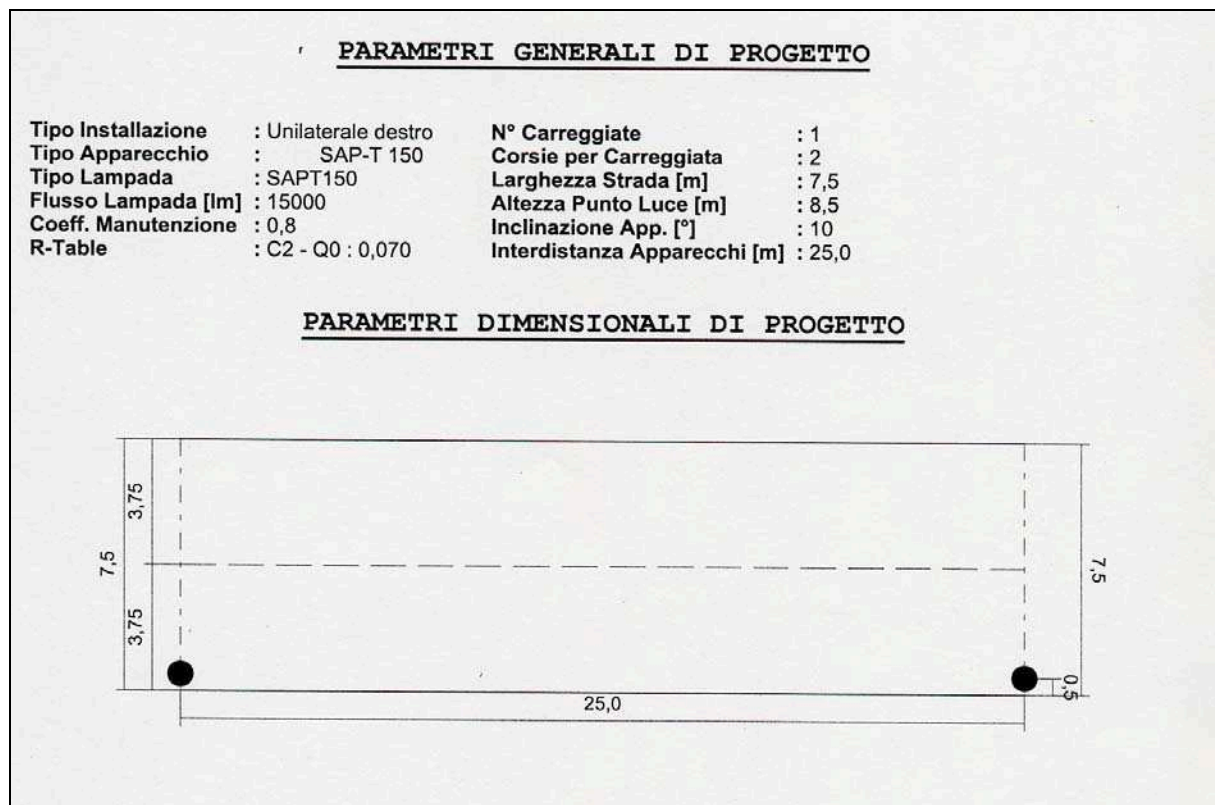


TABELLA 7.2B

**TABELLA ILLUMINAMENTI ORIZZONTALI [lux]**

Interdistanza Apparecchi [m] : 25,0

|     |                            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|     | Larghezza Strada [m] : 7,5 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 6,9 | 21,4                       | 23,8 | 21,9 | 19,9 | 18,0 | 18,8 | 18,0 | 19,9 | 21,9 | 23,8 | 21,4 |
| 5,6 | 28,8                       | 29,5 | 27,1 | 25,3 | 23,5 | 22,4 | 23,5 | 25,3 | 27,1 | 29,5 | 28,8 |
| 4,4 | 37,3                       | 35,8 | 32,8 | 30,1 | 26,6 | 23,7 | 26,6 | 30,1 | 32,8 | 35,8 | 37,3 |
| 3,1 | 43,6                       | 40,0 | 36,3 | 31,1 | 26,4 | 22,3 | 26,4 | 31,1 | 36,3 | 40,0 | 43,6 |
| 1,9 | 43,2                       | 37,9 | 35,0 | 29,2 | 23,8 | 19,2 | 23,8 | 29,2 | 35,0 | 37,9 | 43,2 |
| 0,6 | 34,3                       | 29,3 | 26,9 | 23,7 | 18,4 | 14,6 | 18,4 | 23,7 | 26,9 | 29,3 | 34,3 |
| [m] | 0,0                        | 2,5  | 5,0  | 7,5  | 10,0 | 12,5 | 15,0 | 17,5 | 20,0 | 22,5 | 25,0 |

Valori Caratteristici [lux] : Med: 27,90      Valori di Uniformità : Min/Med: 0,52  
 Max: 43,62      Min/Max: 0,33  
 Min: 14,61      Max/Med: 1,56

Coeff. Utilizzazione : 0,35

Uniformità Longitudinale : 0,45 Min/Max      Corsia 1 : 1,9 [m]  
 0,76 Min/Max      Corsia 2 : 5,6 [m]

TABELLA 7.2C

| <b>TABELLA LUMINANZE [cd/m<sup>2</sup>]</b> |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |
|---|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| Interdistanza Apparecchi [m] : 25,0         |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |
| [m]   | 0,0 | 2,5 | 5,0 | 7,5 | 10,0 | 12,5 | 15,0 | 17,5 | 20,0 | 22,5 | 25,0 |
| 6,9   | 0,9 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,0  | 1,1  | 1,0  | 1,1  | 1,1  | 1,1  | 0,9  |
| 5,6   | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,5  | 1,4  | 1,4  | 1,4  | 1,4  | 1,4  | 1,2  |
| 4,4   | 1,6 | 1,7 | 1,9 | 2,0 | 1,9  | 1,8  | 1,9  | 1,9  | 1,8  | 1,6  | 1,6  |
| 3,1   | 1,9 | 2,0 | 2,3 | 2,4 | 2,3  | 2,0  | 2,2  | 2,2  | 2,1  | 1,9  | 1,9  |
| 1,9   | 1,9 | 2,0 | 2,3 | 2,6 | 2,5  | 2,2  | 2,5  | 2,4  | 2,2  | 1,9  | 1,9  |
| 0,6   | 1,5 | 1,6 | 1,9 | 2,0 | 2,0  | 1,8  | 2,1  | 2,1  | 1,7  | 1,5  | 1,5  |

Larghezza Strada [m] : 7,5

Valori Caratteristici [cd/m<sup>2</sup>] : Med: 1,74      Pos. Oss. [m] X: -60,0 Y: 1,9 Z: 1,5  
 Max: 2,57  
 Min: 0,90

Uniformità Globale : 0,52 Min/Med  
 Abbagliamento Molesto (G) : (7,10)

Uniformità Longitudinale : 0,72 Min/Max      Pos. Oss. [m] : X: -60,0 Y: 1,9 Z: 1,5  
 0,78 Min/Max      X: -60,0 Y: 5,6 Z: 1,5  
 Incremento di Soglia (TI %) : 5,24      X: -19,2 Y: 1,9 Z: 1,5



### 7.3 CALCOLI ILLUMINOTECNICI PER STRADA DI LARGHEZZA 7,5 METRI ED INTERDISTANZA PALI 30 METRI

TABELLA 7.3°

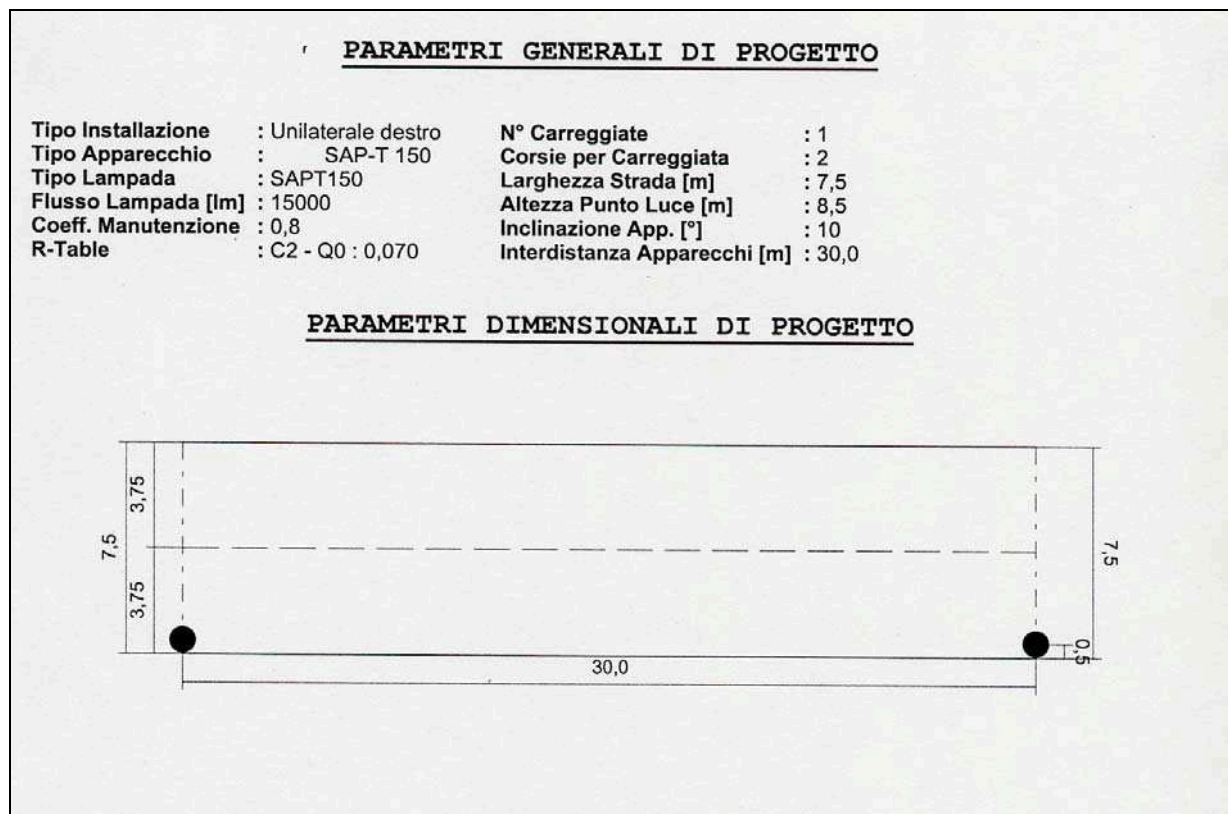


TABELLA 7.3B

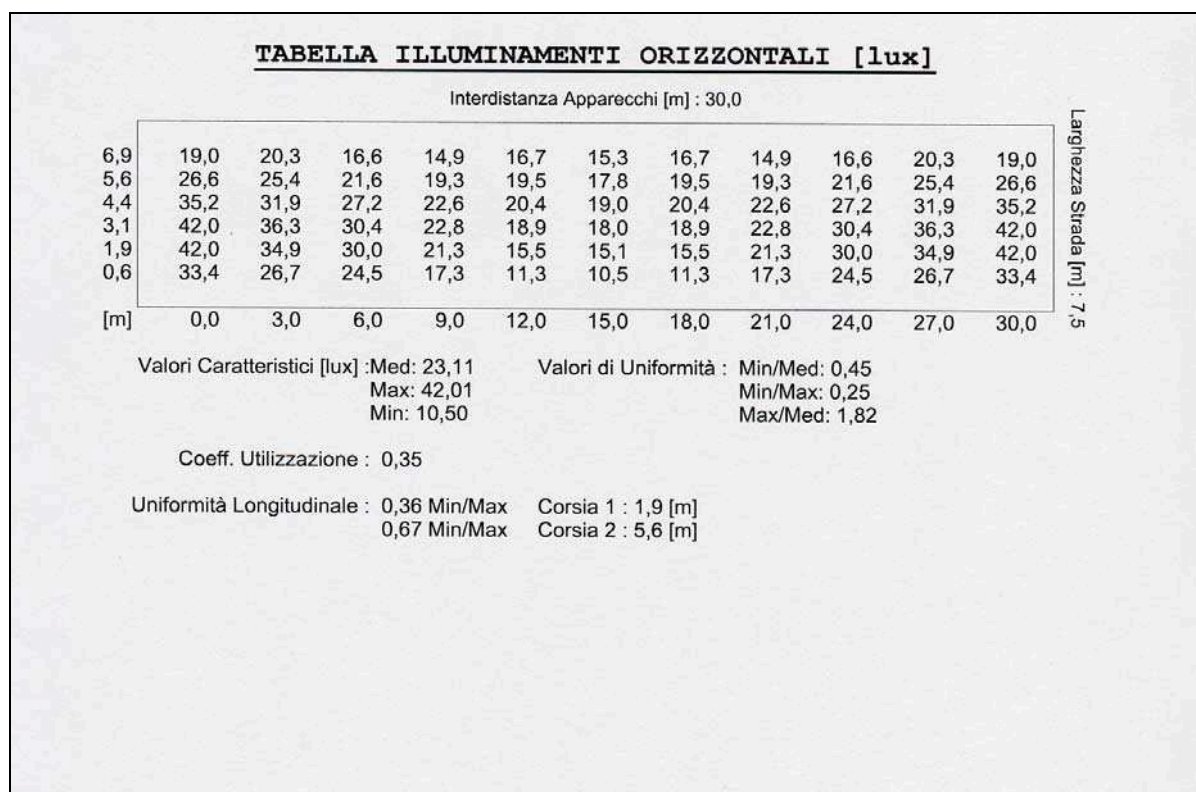


TABELLA 7.3C

| <b>TABELLA LUMINANZE [cd/m<sup>2</sup>]</b> |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |                            |
|---|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|----------------------------|
| Interdistanza Apparecchi [m] : 30,0         |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |                            |
| [m]   | 0,0 | 3,0 | 6,0 | 9,0 | 12,0 | 15,0 | 18,0 | 21,0 | 24,0 | 27,0 | 30,0 | Larghezza Strada [m] : 7,5 |
| 6,9   | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 1,0  | 1,0  | 1,1  | 0,9  | 0,9  | 0,9  | 0,7  |                            |
| 5,6   | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,1 | 1,4  | 1,3  | 1,4  | 1,2  | 1,2  | 1,1  | 1,0  |                            |
| 4,4   | 1,3 | 1,2 | 1,3 | 1,5 | 1,7  | 1,7  | 1,7  | 1,6  | 1,6  | 1,4  | 1,3  |                            |
| 3,1   | 1,6 | 1,4 | 1,5 | 1,8 | 2,0  | 2,0  | 2,0  | 2,0  | 1,9  | 1,6  | 1,6  |                            |
| 1,9   | 1,6 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,1  | 2,2  | 2,1  | 2,2  | 2,1  | 1,6  | 1,6  |                            |
| 0,6   | 1,2 | 1,1 | 1,3 | 1,5 | 1,6  | 1,7  | 1,7  | 1,9  | 1,7  | 1,3  | 1,2  |                            |

Valori Caratteristici [cd/m<sup>2</sup>] : Med: 1,45      Pos. Oss. [m] X: -60,0 Y: 1,9 Z: 1,5  
 Max: 2,24  
 Min: 0,71

Uniformità Globale : 0,49 Min/Max  
 Abbagliamento Molesto (G) : (7,15)

Uniformità Longitudinale : 0,63 Min/Max      Pos. Oss. [m] : X: -60,0 Y: 1,9 Z: 1,5  
 0,71 Min/Max      X: -60,0 Y: 5,6 Z: 1,5  
 Incremento di Soglia (TI %) : 6,07      X: -19,2 Y: 1,9 Z: 1,5

## 7.4 CALCOLI ILLUMINOTECNICI PER STRADA DI LARGHEZZA 13 METRI ED INTERDISTANZA PALI 20 METRI

TABELLA 7.4°

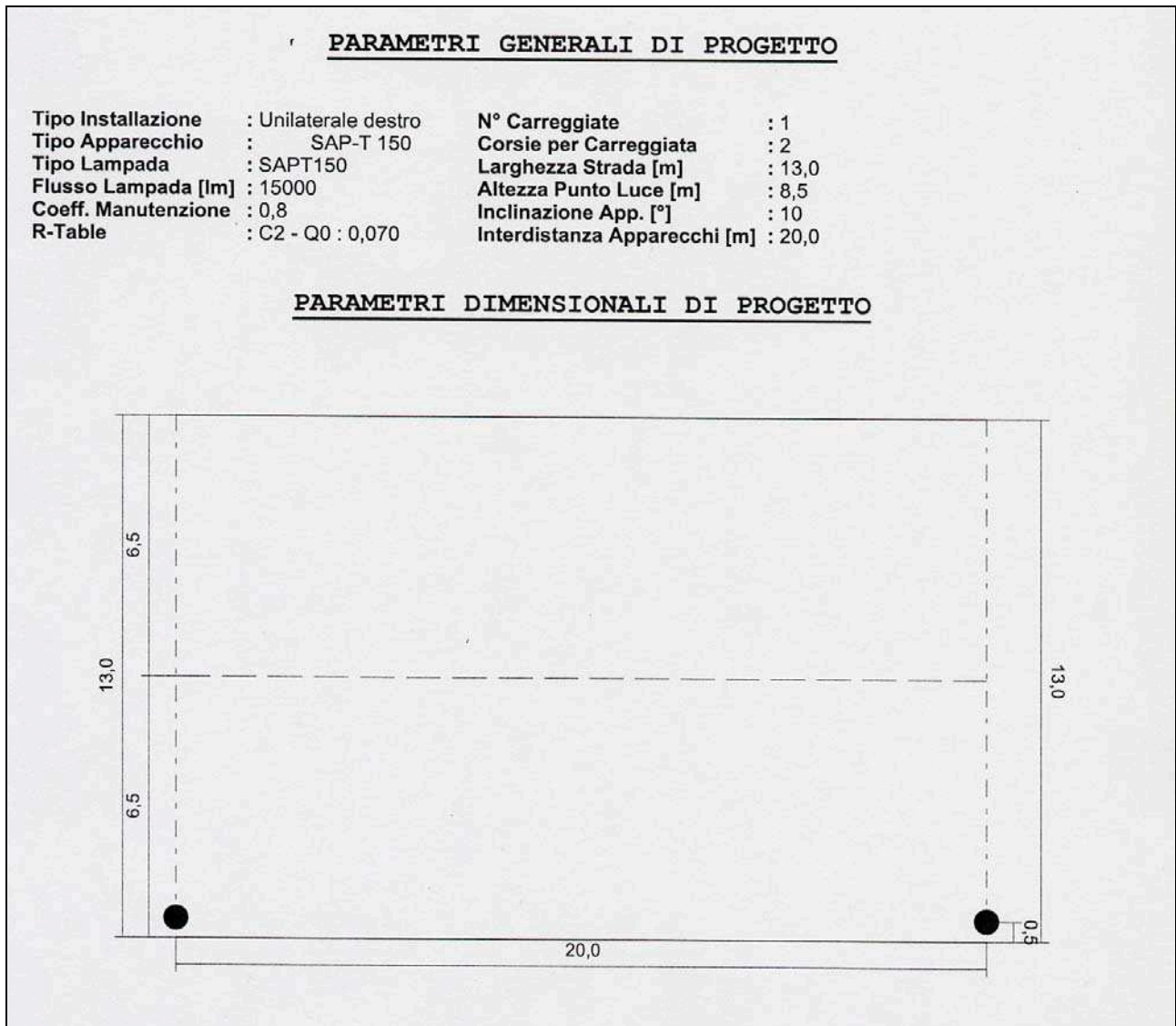




TABELLA 7.4B

**TABELLA ILLUMINAMENTI ORIZZONTALI [lux]**

Interdistanza Apparecchi [m] : 20,0

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                             |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------------------|
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                             |
| 11,9 | 8,3  | 8,9  | 8,3  | 6,6  | 5,9  | 5,7  | 5,9  | 6,6  | 8,3  | 8,9  | 8,3  | Larghezza Strada [m] : 13,0 |
| 9,8  | 15,0 | 16,0 | 14,0 | 11,8 | 10,5 | 9,4  | 10,5 | 11,8 | 14,0 | 16,0 | 15,0 |                             |
| 7,6  | 24,8 | 26,5 | 23,7 | 20,4 | 18,7 | 17,9 | 18,7 | 20,4 | 23,7 | 26,5 | 24,8 |                             |
| 5,4  | 38,3 | 39,0 | 34,7 | 31,1 | 29,9 | 30,7 | 29,9 | 31,1 | 34,7 | 39,0 | 38,3 |                             |
| 3,2  | 50,2 | 47,5 | 43,8 | 38,9 | 35,2 | 35,2 | 35,2 | 38,9 | 43,8 | 47,5 | 50,2 |                             |
| 1,1  | 41,6 | 37,6 | 35,0 | 33,7 | 29,8 | 29,3 | 29,8 | 33,7 | 35,0 | 37,6 | 41,6 |                             |
| [m]  | 0,0  | 2,0  | 4,0  | 6,0  | 8,0  | 10,0 | 12,0 | 14,0 | 16,0 | 18,0 | 20,0 |                             |

Valori Caratteristici [lux] : Med: 25,36      Valori di Uniformità : Min/Med: 0,22  
 Max: 50,22      Min/Max: 0,11  
 Min: 5,69      Max/Med: 1,98

Coeff. Utilizzazione : 0,44

Uniformità Longitudinale : 0,70 Min/Max      Corsia 1 : 3,2 [m]  
 0,59 Min/Max      Corsia 2 : 9,8 [m]

TABELLA 7.4C

**TABELLA LUMINANZE [cd/m<sup>2</sup>]**

Interdistanza Apparecchi [m] : 20,0

|      |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |                             |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|-----------------------------|
|      |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |                             |
| 11,9 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3  | 0,3  | 0,3  | 0,4  | 0,4  | 0,4  | Larghezza Strada [m] : 13,0 |
| 9,8  | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,5  | 0,5  | 0,6  | 0,7  | 0,8  | 0,8  |                             |
| 7,6  | 1,2 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 1,0 | 0,9  | 0,9  | 1,0  | 1,2  | 1,3  | 1,3  |                             |
| 5,4  | 2,0 | 2,1 | 1,9 | 1,8 | 1,8 | 1,7  | 1,7  | 1,7  | 1,8  | 2,1  | 2,0  |                             |
| 3,2  | 3,0 | 3,1 | 3,0 | 2,6 | 2,6 | 2,7  | 2,5  | 2,6  | 2,6  | 2,8  | 3,0  |                             |
| 1,1  | 2,4 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,6  | 2,6  | 2,4  | 2,2  | 2,3  | 2,4  |                             |
| [m]  | 0,0 | 2,0 | 4,0 | 6,0 | 8,0 | 10,0 | 12,0 | 14,0 | 16,0 | 18,0 | 20,0 |                             |

Valori Caratteristici [cd/m<sup>2</sup>] : Med: 1,53      Pos. Oss. [m] X: -60,0 Y: 3,2 Z: 1,5  
 Max: 3,07  
 Min: 0,28

Uniformità Globale : 0,18 Min/Med  
 Abbagliamento Molesto (G) : (6,91)

Uniformità Longitudinale : 0,83 Min/Max      Pos. Oss. [m] : X: -60,0 Y: 3,2 Z: 1,5  
 0,60 Min/Max      X: -60,0 Y: 9,8 Z: 1,5  
 Incremento di Soglia (TI %) : 9,12      X: -19,2 Y: 3,2 Z: 1,5

## 7.5 CALCOLI ILLUMINOTECNICI PER STRADA DI LARGHEZZA 13 METRI ED INTERDISTANZA PALI 25 METRI

TABELLA 7.5°

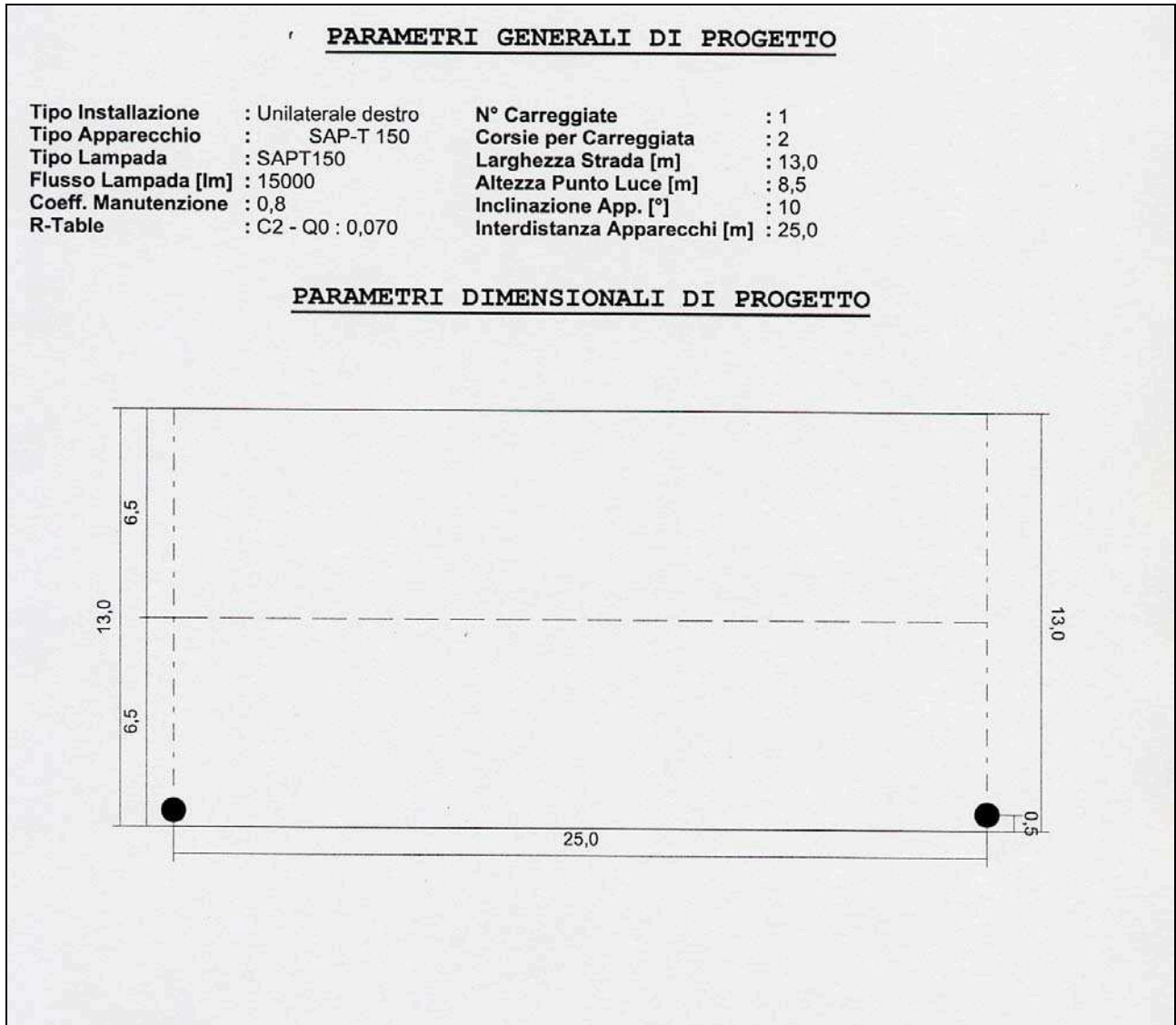


TABELLA 7.5B

**TABELLA ILLUMINAMENTI ORIZZONTALI [lux]**

Interdistanza Apparecchi [m] : 25,0

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                             |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------------------|
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Larghezza Strada [m] : 13,0 |
| 11,9 | 7,0  | 7,7  | 6,4  | 5,2  | 4,6  | 4,5  | 4,6  | 5,2  | 6,4  | 7,7  | 7,0  |                             |
| 9,8  | 11,3 | 12,8 | 11,3 | 9,2  | 8,2  | 8,9  | 8,2  | 9,2  | 11,3 | 12,8 | 11,3 |                             |
| 7,6  | 18,1 | 20,5 | 18,7 | 16,8 | 15,5 | 15,9 | 15,5 | 16,8 | 18,7 | 20,5 | 18,1 |                             |
| 5,4  | 30,3 | 30,4 | 27,9 | 26,3 | 24,1 | 22,9 | 24,1 | 26,3 | 27,9 | 30,4 | 30,3 |                             |
| 3,2  | 43,5 | 39,8 | 36,3 | 31,3 | 26,5 | 22,5 | 26,5 | 31,3 | 36,3 | 39,8 | 43,5 |                             |
| 1,1  | 37,9 | 32,4 | 30,7 | 26,2 | 20,7 | 16,4 | 20,7 | 26,2 | 30,7 | 32,4 | 37,9 |                             |
| [m]  | 0,0  | 2,5  | 5,0  | 7,5  | 10,0 | 12,5 | 15,0 | 17,5 | 20,0 | 22,5 | 25,0 |                             |

Valori Caratteristici [lux] : Med: 20,31  
 Max: 43,47  
 Min: 4,51

Valori di Uniformità : Min/Med: 0,22  
 Min/Max: 0,10  
 Max/Med: 2,14

Coeff. Utilizzazione : 0,44

Uniformità Longitudinale : 0,52 Min/Max Corsia 1 : 3,2 [m]  
 0,64 Min/Max Corsia 2 : 9,8 [m]

TABELLA 7.5C

**TABELLA LUMINANZE [cd/m<sup>2</sup>]**

Interdistanza Apparecchi [m] : 25,0

|      |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |                             |
|------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----------------------------|
|      |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      | Larghezza Strada [m] : 13,0 |
| 11,9 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,3  | 0,3  | 0,4  | 0,3  |                             |
| 9,8  | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,4  | 0,5  | 0,4  | 0,5  | 0,6  | 0,6  | 0,5  |                             |
| 7,6  | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9  | 0,9  | 0,8  | 0,9  | 0,9  | 1,0  | 0,8  |                             |
| 5,4  | 1,3 | 1,4 | 1,6 | 1,7 | 1,6  | 1,5  | 1,5  | 1,5  | 1,4  | 1,4  | 1,3  |                             |
| 3,2  | 1,9 | 2,1 | 2,4 | 2,6 | 2,4  | 2,1  | 2,3  | 2,2  | 2,1  | 1,9  | 1,9  |                             |
| 1,1  | 1,6 | 1,7 | 2,0 | 2,2 | 2,2  | 2,0  | 2,2  | 2,2  | 1,9  | 1,6  | 1,7  |                             |
| [m]  | 0,0 | 2,5 | 5,0 | 7,5 | 10,0 | 12,5 | 15,0 | 17,5 | 20,0 | 22,5 | 25,0 |                             |

Valori Caratteristici [cd/m<sup>2</sup>] : Med: 1,23  
 Max: 2,59  
 Min: 0,23

Pos. Oss. [m] X: -60,0 Y: 3,2 Z: 1,5

Uniformità Globale : 0,19 Min/Med  
 Abbagliamento Molesto (G) : (6,95)

Uniformità Longitudinale : 0,73 Min/Max  
 0,70 Min/Max

Incremento di Soglia (TI %) : 10,57

Pos. Oss. [m] : X: -60,0 Y: 3,2 Z: 1,5  
 X: -60,0 Y: 9,8 Z: 1,5  
 X: -19,2 Y: 3,2 Z: 1,5

## 7.6 CALCOLI ILLUMINOTECNICI PER STRADA DI LARGHEZZA 13 METRI ED INTERDISTANZA PALI 30 METRI

TABELLA 7.6°

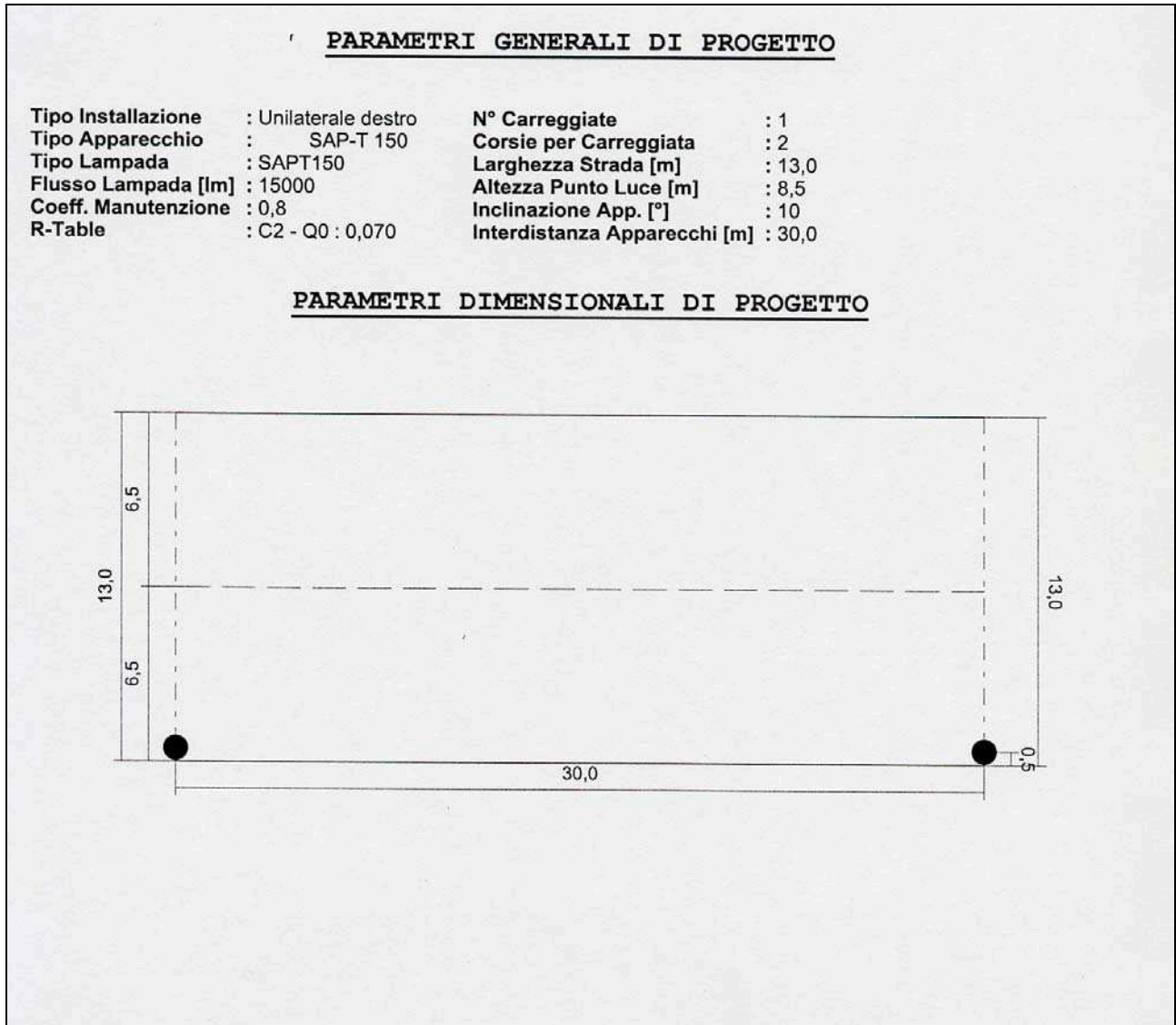




TABELLA 7.6B

**TABELLA ILLUMINAMENTI ORIZZONTALI [lux]**

Interdistanza Apparecchi [m] : 30,0

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                             |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------------------|
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Larghezza Strada [m] : 13,0 |
| 11,9 | 5,8  | 6,4  | 4,9  | 4,2  | 4,1  | 4,0  | 4,1  | 4,2  | 4,9  | 6,4  | 5,8  |                             |
| 9,8  | 9,3  | 10,5 | 8,3  | 7,6  | 8,0  | 7,6  | 8,0  | 7,6  | 8,3  | 10,5 | 9,3  |                             |
| 7,6  | 15,6 | 17,3 | 14,2 | 12,8 | 14,3 | 13,7 | 14,3 | 12,8 | 14,2 | 17,3 | 15,6 |                             |
| 5,4  | 28,1 | 26,5 | 22,5 | 20,0 | 19,9 | 18,1 | 19,9 | 20,0 | 22,5 | 26,5 | 28,1 |                             |
| 3,2  | 41,8 | 36,1 | 30,2 | 22,9 | 19,2 | 18,3 | 19,2 | 22,9 | 30,2 | 36,1 | 41,8 |                             |
| 1,1  | 36,9 | 30,0 | 27,3 | 19,1 | 12,9 | 12,3 | 12,9 | 19,1 | 27,3 | 30,0 | 36,9 |                             |
| [m]  | 0,0  | 3,0  | 6,0  | 9,0  | 12,0 | 15,0 | 18,0 | 21,0 | 24,0 | 27,0 | 30,0 |                             |

Valori Caratteristici [lux] : Med: 16,84  
Max: 41,81  
Min: 4,01

Valori di Uniformità : Min/Med: 0,24  
Min/Max: 0,10  
Max/Med: 2,48

Coeff. Utilizzazione : 0,44

Uniformità Longitudinale : 0,44 Min/Max  
0,73 Min/Max

Corsia 1 : 3,2 [m]  
Corsia 2 : 9,8 [m]

TABELLA 7.6C

**TABELLA LUMINANZE [cd/m<sup>2</sup>]**

Interdistanza Apparecchi [m] : 30,0

|      |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |                             |
|------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----------------------------|
|      |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      | Larghezza Strada [m] : 13,0 |
| 11,9 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,3  | 0,3  |                             |
| 9,8  | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4  | 0,4  | 0,4  | 0,4  | 0,4  | 0,4  | 0,4  |                             |
| 7,6  | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,7 | 0,9  | 0,8  | 0,9  | 0,7  | 0,7  | 0,8  | 0,6  |                             |
| 5,4  | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 1,5  | 1,4  | 1,5  | 1,3  | 1,2  | 1,2  | 1,1  |                             |
| 3,2  | 1,6 | 1,4 | 1,6 | 1,9 | 2,2  | 2,1  | 2,0  | 2,0  | 1,9  | 1,6  | 1,6  |                             |
| 1,1  | 1,3 | 1,2 | 1,4 | 1,5 | 1,7  | 1,9  | 1,8  | 2,1  | 1,9  | 1,4  | 1,3  |                             |
| [m]  | 0,0 | 3,0 | 6,0 | 9,0 | 12,0 | 15,0 | 18,0 | 21,0 | 24,0 | 27,0 | 30,0 |                             |

Valori Caratteristici [cd/m<sup>2</sup>] : Med: 1,02  
Max: 2,17  
Min: 0,21

Pos. Oss. [m] X: -60,0 Y: 3,2 Z: 1,5

Uniformità Globale : 0,21 Min/Med  
Abbagliamento Molesto (G) : (7,00)

Uniformità Longitudinale : 0,66 Min/Max  
0,87 Min/Max

Incremento di Soglia (TI %) : 12,26

Pos. Oss. [m] : X: -60,0 Y: 3,2 Z: 1,5  
X: -60,0 Y: 9,8 Z: 1,5  
X: -19,2 Y: 3,2 Z: 1,5