

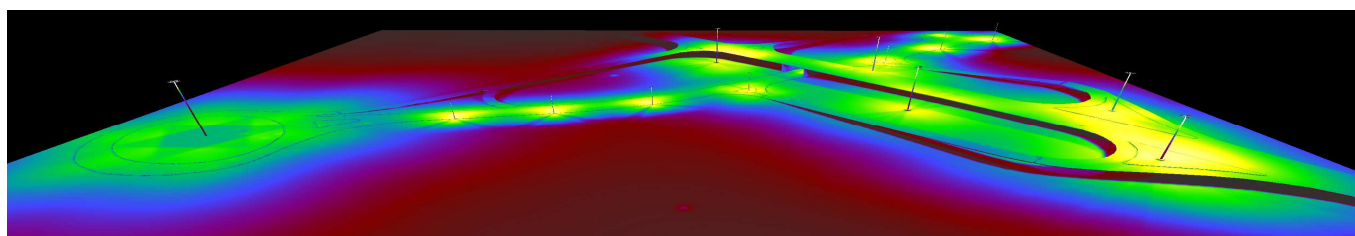


Comune di Terni – ANAS Perugia



Progetto:
ESECUTIVO

Oggetto:
**REALIZZAZIONE DEL NUOVO IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE
DEGLI SVINCOLI TERNI OVEST E TERNI NORD
DEL RACCORDO AUTOSTRADALE TERNI-ORTE**



Elaborato
n° 14

**Relazione Tecnica Specialistica
e Verifiche Illuminotecniche**

Formato:
A4

PROGETTO:	 ASM ASM Terni S.p.A. Via B. Capponi, 100 – TERNI	ESEGUITO:	CONTROLLATO:	APPROVATO:	DATA:
		Dott. M. Cresta	Ing. V. LOPERFIDO	Ing. S.TIRINZI	16 gennaio 2014 Pagina 1 di 11

Indice:

1. Oggetto dei lavori
2. Quadro Normativo di riferimento
3. Progetto e Verifiche Illuminotecniche
4. Scelta dei cavi e protezioni elettriche degli impianti

1. Oggetto dei lavori

I lavori hanno per oggetto il rifacimento dell'impianto di Illuminazione Pubblica degli svincoli Terni Nord e Terni Ovest del Raccordo Autostradale Terni-Orte.

Detto intervento si rende necessario e indifferibile poiché l'attuale impianto, risalente a molti decenni or sono e oggetto nel tempo di varie modifiche ed adattamenti, presenta le due vecchie torri fortemente deteriorate e tali da non garantire la sicurezza degli operatori che dovrebbero salvarvi per le operazioni di manutenzione.

Inoltre le due sole torri poste a distanza di circa 200 metri l'una dall'altra e dotate di vecchi proiettori di scarsa efficienza, anche se attive sarebbero sono ben lungi dal consentire un'illuminazione che solo si possa avvicinare agli standard previsti dalle vigenti norme.

L'ipotesi di poter semplicemente "sostituire" le due torri nella loro posizione attuale è stata scartata in quanto vista la distanza che le separa non sarebbe possibile, anche con i migliori proiettori asimmetrici, garantire un illuminamento sufficientemente uniforme su tutto il tratto di strada comprendente i due svincoli che è necessario illuminare per garantire la corretta visibilità della strada compresi i primi tratti delle corsie di uscita e soprattutto immissione (circa 350 metri).

Per conseguire il livello di illuminamento CE2, obbligatoriamente richiesto dalle caratteristiche della strada (UNI 11248/2012 e UNI-EN 13201-2/2004) si è inteso approntare una soluzione "non convenzionale" che, pur facendo ricorso a "torri-faro", è perfettamente rispettosa della L.R. 20/05 e suo regolamento attuativo 02/07 e consente consumi ben al di sotto del 50% di quelli che si avrebbero con le solite "corone di proiettori asimmetrici", oltre a garantire massimo contenimento dell'inquinamento luminoso (lo svincolo è situato nell'area di confine di due zone di "particolare rispetto" per la presenza di due osservatori astronomici) e la minimizzazione degli effetti in caso di guasto di singoli corpi illuminanti.

In pratica, sulla scorta di accurate simulazioni illuminotecniche realizzate su un modello 3D degli svincoli, si è progettato di installare sulle torri-faro armature stradali da 250 e 400 watt, con particolari regolazioni delle ottiche poste con stesso orientamento a sottogruppi di due o tre sicché lo spegnimento di una singola lampada del sottogruppo non produce effetti apprezzabili.

2. Quadro Normativo di riferimento

Nel progettare gli interventi verranno rispettate tutte le cogenti normative Tecniche e di Legge applicabili e, in particolare:

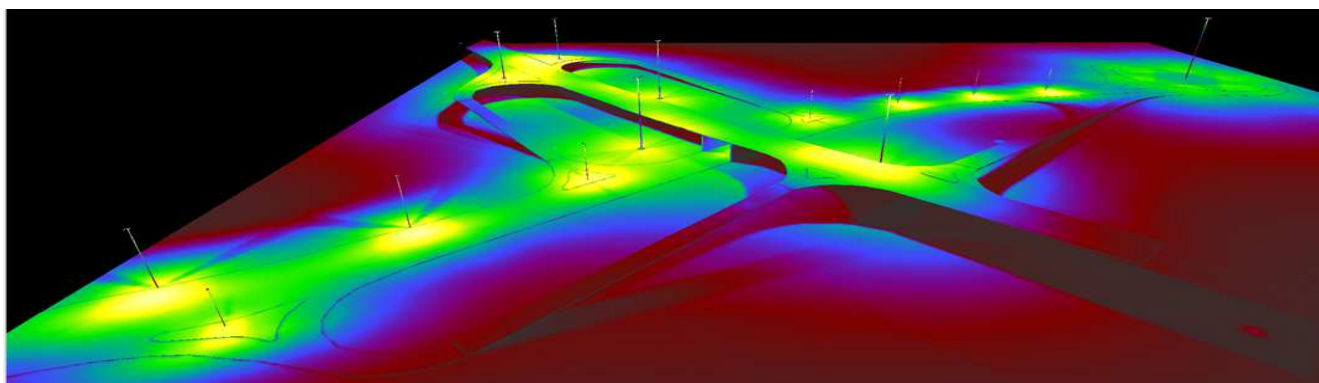
1	Legge 186 dell'1/3/68	Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione di impianti elettrici ed elettronici.	1968
2	DPR 495 del 16/12/1992	Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada.	1992
3	DLgs 626 del 25/11/1996	Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione.	1996
4	DPR 462 del 22/10/2001	Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.	2001
5	L. R. 20 / 2005	Norme in materia di Inquinamento Luminoso e risparmio energetico.	2005
6	Regolam. 2 / 07	Regolamento Regionale Attuativo della Legge Regionale 20/2005.	2007
7	Reg. CE 245-09 del 18/03/2009	Modalità di esecuzione della direttiva 2005/32/CE riguardante le specifiche per la progettazione ecocompatibile di lampade fluorescenti senza alimentatore integrato, lampade a scarica ad alta intensità e di alimentatori e apparecchi di illuminazione in grado di far funzionare tali lampade.	2009
8	CEI 0-2	Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici.	2002
9	CEI 11-4	Norme tecniche per la costruzione di linee elettriche aeree esterne.	2011
10	CEI 11-27	Lavori su impianti elettrici.	2005
11	CEI EN 50110-1	Esercizio degli impianti elettrici.	2005
12	CEI EN 61439	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione,	2013
13	CEI 20-67;V1	Guida per l'uso di cavi 0,6/1 kV	2009
14	CEI EN 60898-1	Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. - Parte 1: Prescrizioni generali.	2012
15	CEI EN 61008-1	Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. - Parte 1: Prescrizioni generali.	2012
16	CEI EN 61009-1	Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. - Parte 1: Prescrizioni generali	2012

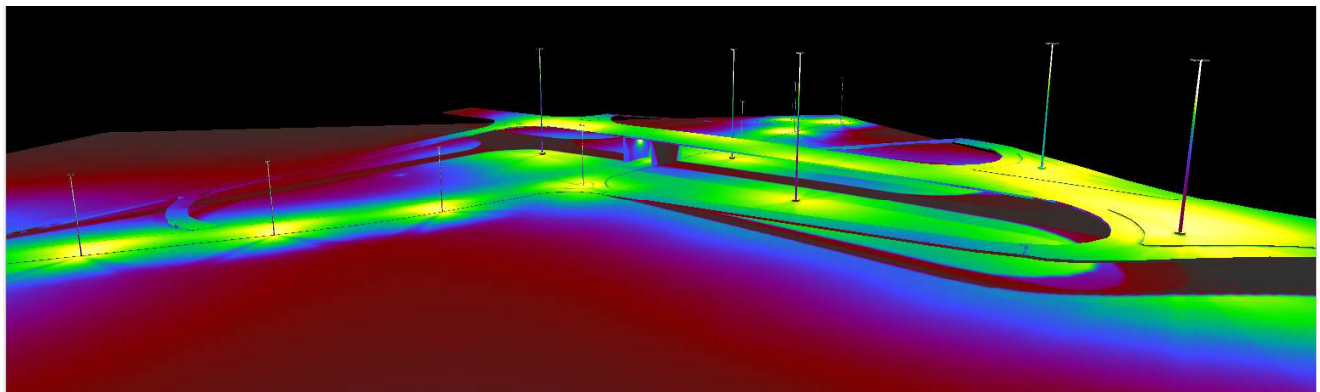
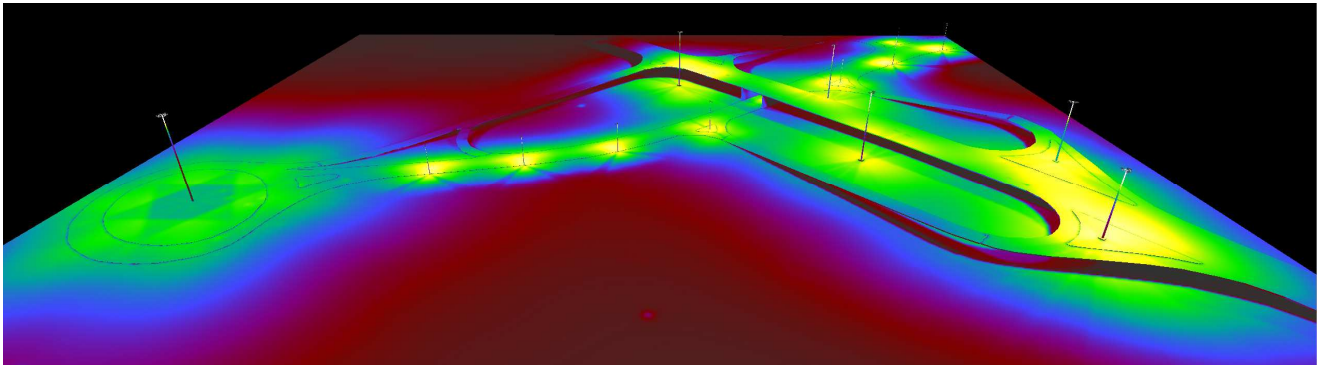
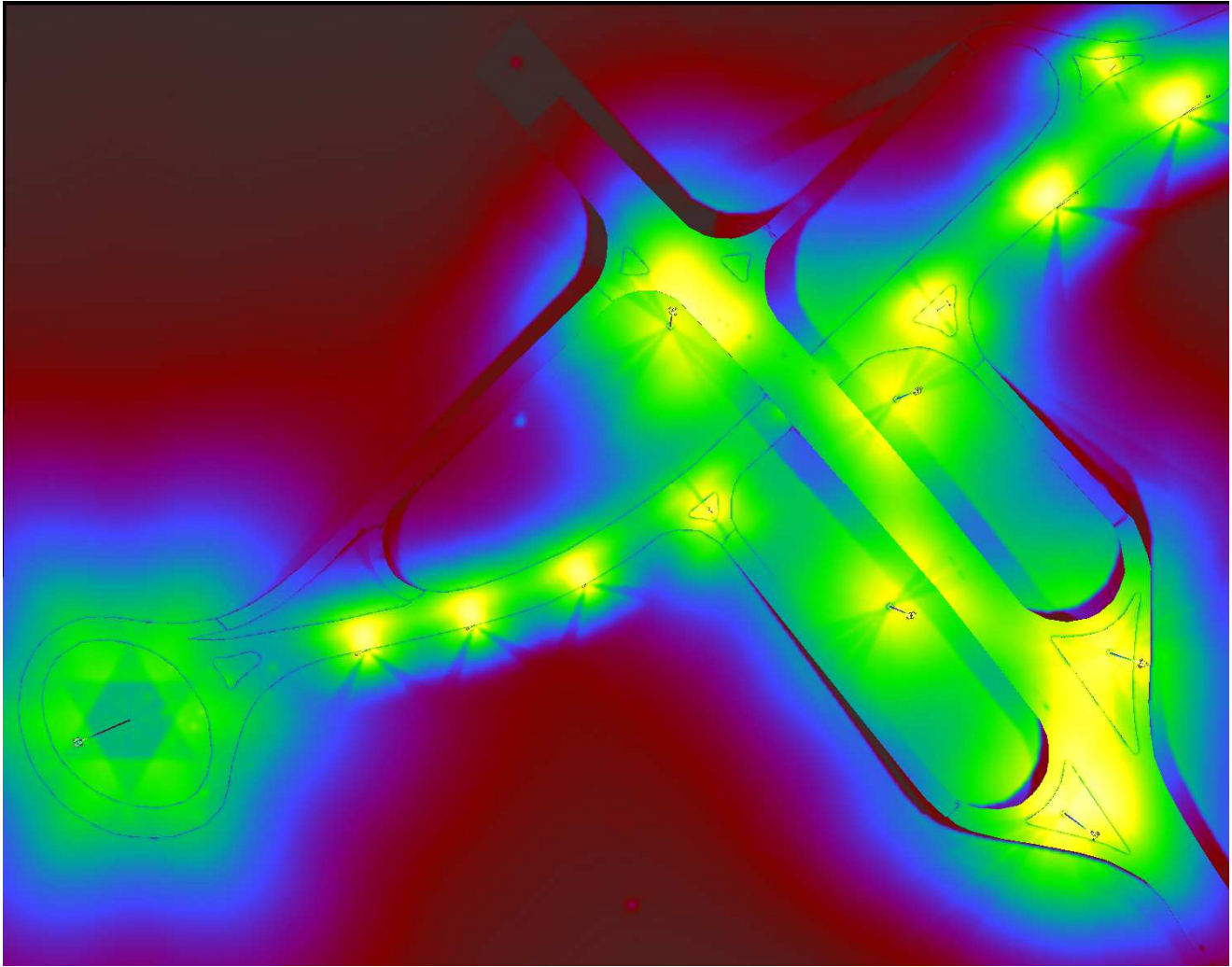
17	CEI EN 50086-2-4	Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche - Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi	2001
18	CEI 23-51	Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare	2004
19	CEI EN 60598-1	Apparecchi di illuminazione - Parte 1: Prescrizioni generali e prove	2009
20	CEI EN 60662	Lampade a vapori di sodio ad alta pressione - Specifiche di prestazione	2013
21	CEI EN 60901	Lampade fluorescenti mono attacco – Prescrizioni di prestazione.	2004
22	CEI EN 62031	Moduli LED per illuminazione generale – Specifiche di sicurezza	2012
23	CEI EN 61347-2	Unità di alimentazione di lampada – Parte 2: prescrizioni particolari per unità di alimentazione elettroniche alimentate in c.c. o in c.a. per moduli LED,	2013
24	CEI EN 62471	Sicurezza fotobiologica delle lampade e dei sistemi di lampade,	2009
25	CEI 76-10	Sicurezza fotobiologica delle lampade e dei sistemi di lampada - Parte 2: Guida ai requisiti costruttivi relativi alla sicurezza da radiazione ottica non laser	2011
26	CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata o a 1500 V in corrente continua. Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali. Parte 2: Definizioni. Parte 3: Caratteristiche generali. Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza. Parte 5: Scelta e installazione dei componenti elettrici. Parte 6: Verifiche. Parte 7: Ambienti e applicazioni particolari.	2012
27	CEI-UNEL 35024/1	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	1997
29	CEI-UNEL 35026	Cavi elettrici isolati con materiale elastometrico o termoplastico per tensioni non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per pose interrata.	2000
30	UNI EN 40-2	Pali per illuminazione pubblica – Parte 2: requisiti generali e dimensioni.	2004
31	UNI EN 40-5	Pali per illuminazione pubblica. Specifiche per pali di illuminazione pubblica in acciaio.	2003
32	UNI EN 40-6	Pali per illuminazione pubblica. Requisiti per pali per illuminazione pubblica in alluminio.	2004
33	UNI 11248	Selezione delle categorie illuminotecniche	2012
34	UNI EN 13201-2	Illuminazione stradale – Requisiti Prestazionali	2004
35	UNI EN 13201-3	Illuminazione stradale – Calcolo delle Prestazioni	2004
36	UNI EN 13201-4	Illuminazione stradale – Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche	2004

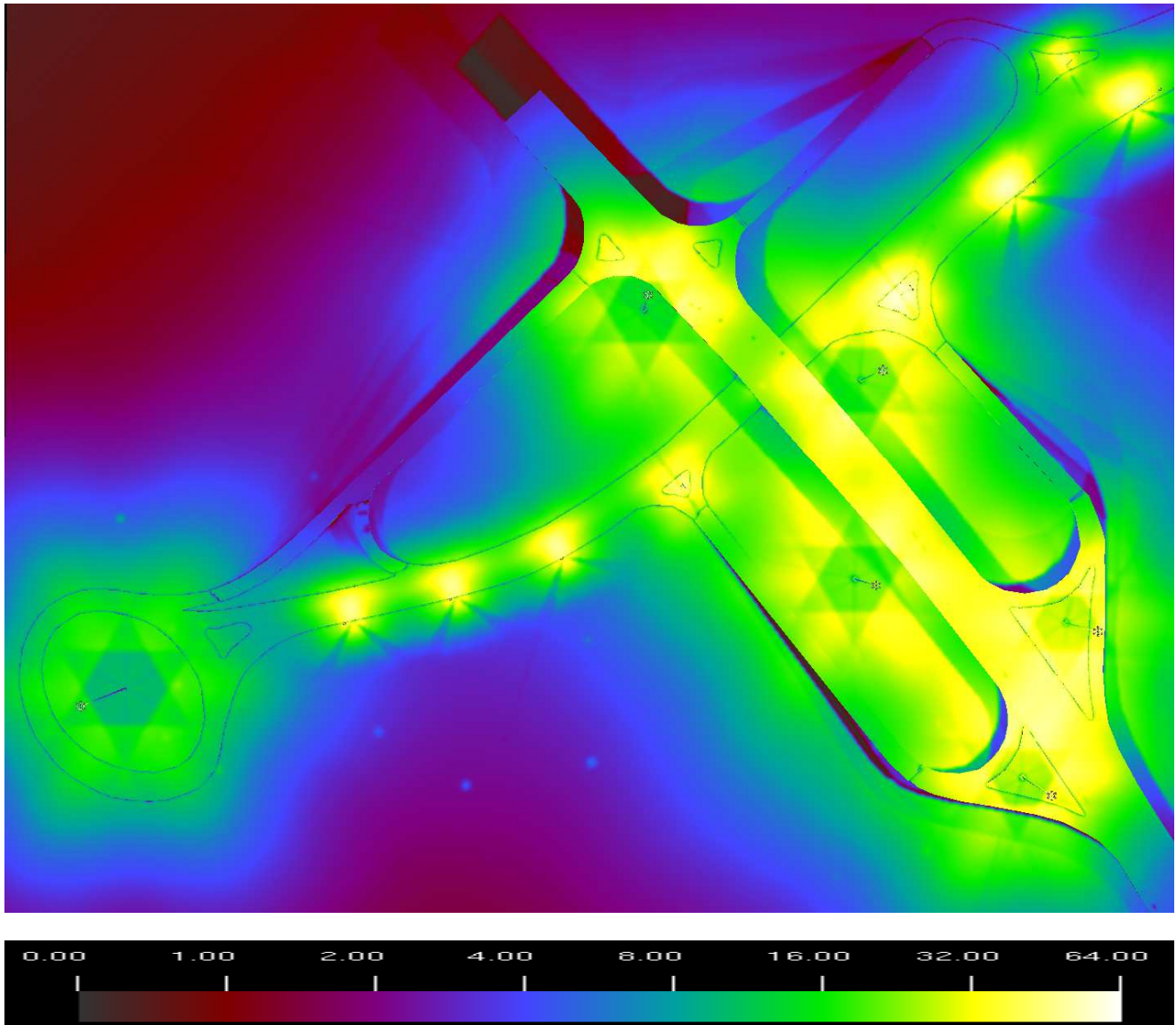
3. Progetto e Verifiche Illuminotecniche

Nelle rappresentazioni 3D degli esiti della verifica illuminotecnica effettuata oltre a palesarsi il pieno soddisfacimento dei livelli propri della Categoria Illuminotecnica CE2 (illuminamento medio mantenuto non inferiore a 20 lux con uniformità generale (minimo/medio) non inferiore a 0,4, è stato assunto un coefficiente di manutenzione pari a 0,85 in quanto i corpi illuminanti di progetto sono di grado IP 66 totale e le lampade hanno caratteristiche di lunghissima durata e limitatissimo decadimento prestazionale in relazione al tempo come sotto mostrato:

MASTER SON-T APIA Plus Xtra 250W E40 1SL Lampada al sodio ad alta pressione con bulbo esterno tubolare trasparente, emissione elevata e la più lunga durata di vita 	Dati del prodotto • Caratteristiche generiche <table><tr><td>Descrizione del sistema</td><td>Accenditore esterno</td></tr><tr><td>Attacco</td><td>E40</td></tr><tr><td>Forma lampada</td><td>T46 [T 46mm]</td></tr><tr><td>Finitura lampada</td><td>Chiara</td></tr><tr><td>Posizione di funzionamento</td><td>UNIV. [Qualsiasi o Universale (U)]</td></tr><tr><td>Vita media al 5%</td><td>28000 hr</td></tr><tr><td>Vita media al 10%</td><td>32000 hr</td></tr><tr><td>Vita media al 20%</td><td>36500 hr</td></tr><tr><td>Vita media al 50%</td><td>45000 hr</td></tr><tr><td>LSF EM 2000h Rated, 12h cycle</td><td>100 %</td></tr><tr><td>LSF EM 4000h Rated, 12h cycle</td><td>99 %</td></tr><tr><td>LSF EM 6000h Rated, 12h cycle</td><td>99 %</td></tr><tr><td>LSF EM 8000h Rated, 12h cycle</td><td>99 %</td></tr><tr><td>LSF EM 12000h Rated, 12h cycle</td><td>99 %</td></tr><tr><td>LSF EM 16000h Rated, 12h cycle</td><td>99 %</td></tr><tr><td>LSF EM 20000h Rated, 12h cycle</td><td>99 %</td></tr></table> • Dati illuminotecnici <table><tr><td>Codice di colore</td><td>-</td></tr><tr><td>Indice resa cromatica</td><td>25 (max) Ra8</td></tr><tr><td>Temperatura di colore</td><td>1950 K</td></tr><tr><td>Temperatura di colore tecnico</td><td>2000 K</td></tr><tr><td>Flusso luminoso nom. EM 25°C</td><td>33300 Lm</td></tr></table>	Descrizione del sistema	Accenditore esterno	Attacco	E40	Forma lampada	T46 [T 46mm]	Finitura lampada	Chiara	Posizione di funzionamento	UNIV. [Qualsiasi o Universale (U)]	Vita media al 5%	28000 hr	Vita media al 10%	32000 hr	Vita media al 20%	36500 hr	Vita media al 50%	45000 hr	LSF EM 2000h Rated, 12h cycle	100 %	LSF EM 4000h Rated, 12h cycle	99 %	LSF EM 6000h Rated, 12h cycle	99 %	LSF EM 8000h Rated, 12h cycle	99 %	LSF EM 12000h Rated, 12h cycle	99 %	LSF EM 16000h Rated, 12h cycle	99 %	LSF EM 20000h Rated, 12h cycle	99 %	Codice di colore	-	Indice resa cromatica	25 (max) Ra8	Temperatura di colore	1950 K	Temperatura di colore tecnico	2000 K	Flusso luminoso nom. EM 25°C	33300 Lm
Descrizione del sistema	Accenditore esterno																																										
Attacco	E40																																										
Forma lampada	T46 [T 46mm]																																										
Finitura lampada	Chiara																																										
Posizione di funzionamento	UNIV. [Qualsiasi o Universale (U)]																																										
Vita media al 5%	28000 hr																																										
Vita media al 10%	32000 hr																																										
Vita media al 20%	36500 hr																																										
Vita media al 50%	45000 hr																																										
LSF EM 2000h Rated, 12h cycle	100 %																																										
LSF EM 4000h Rated, 12h cycle	99 %																																										
LSF EM 6000h Rated, 12h cycle	99 %																																										
LSF EM 8000h Rated, 12h cycle	99 %																																										
LSF EM 12000h Rated, 12h cycle	99 %																																										
LSF EM 16000h Rated, 12h cycle	99 %																																										
LSF EM 20000h Rated, 12h cycle	99 %																																										
Codice di colore	-																																										
Indice resa cromatica	25 (max) Ra8																																										
Temperatura di colore	1950 K																																										
Temperatura di colore tecnico	2000 K																																										
Flusso luminoso nom. EM 25°C	33300 Lm																																										







4. Scelta dei cavi e protezioni elettriche degli impianti

L'impianto di progetto è del tipo in derivazione, alimentato con linee trifasi più neutro a tensione 3x230 (400) volt in corrente alternata, attraverso un quadro elettrico di protezione e comando da porre appositamente in opera.

Le linee di collegamento sono progettate con cavi ad isolamento rinforzato 0,6/1KV le cui sezioni sono tali da non determinare cadute di tensione a fondo linea (a régime) superiori a quanto ammesso (5%), e la cui sezione e lunghezza sono tali da avere a fondo linea correnti di c.c. comunque tali da consentire l'intervento delle protezioni in tempo utile a salvaguardare l'integrità delle linee stesse verificando l'esistenza della condizione:

$$(I^2 t) \leq K^2 S^2 \quad \text{dove:}$$

- **I** = valore in ampère della corrente di corto circuito Fase-Neutro nel punto considerato;
- **t** = tempo massimo di sicuro intervento della protezione di linea per la corrente di corto circuito sopradetta;
- **K** = costante che dipende dal materiale del conduttore e dal tipo di isolamento del cavo (per il cavo utilizzato nel progetto vale 143);
- **S** = sezione (in mm²) del cavo di cui si vuol verificare se sia o meno in grado di sopportare l'impulso termico (I² t) dovuto al corto-circuito.

Per il calcolo delle lunghezze massime protette è stata adottata la formula semplificata proposta dalla Norma CEI 64-8 articolo 533.3, ovvero:

$$I_{cc,min} = \frac{0,8 \cdot U \cdot S}{1,5 \cdot \rho \cdot L_c} \cdot \frac{1}{1+m} \cdot K_x \quad \text{dove:}$$

- **0,8** = coefficiente che tiene conto del presumibile abbassamento della tensione per effetto del corto circuito;
- **U** = tensione [V] del circuito di guasto (tensione fase-neutro per circuito trifase con neutro distribuito oppure tensione fase-fase per circuito monofase o circuito trifase con neutro non distribuito);
- **S** = sezione del cavo di linea [mm²] ovvero sezione "media ponderata" nel caso di linea costituita da tratti di diversa lunghezza e sezione;
- **1,5** = fattore che tiene conto dell'incremento della resistività del cavo dovuto all'aumento di temperatura durante il corto circuito;
- **ρ** = resistività del conduttore a 20°C [per il rame 0,0178 Ω mm²/m];
- **L_c** = lunghezza [m] della linea;
- **m** = S_F/S_N = rapporto fra le sezioni dei conduttori di fase e di neutro nel caso di circuito trifase con neutro distribuito (m = 1 nel caso di circuito monofase o circuito trifase con neutro non distribuito);
- **K_x** = coefficiente che tiene conto della reattanza del cavo (e che vale 1 per sezioni fino a 95 mm²).

e verificando, contemporaneamente, la condizione per cui:

$$I_b < I_n < I_z \quad \text{e} \quad I_f < 1,45 I_z \quad \text{dove:}$$

I_n: Corrente nominale della protezione;

I_b: Corrente di impiego del conduttore;

I_z: Portata elettrica del conduttore;

I_f: Corrente convenzionale di funzionamento.

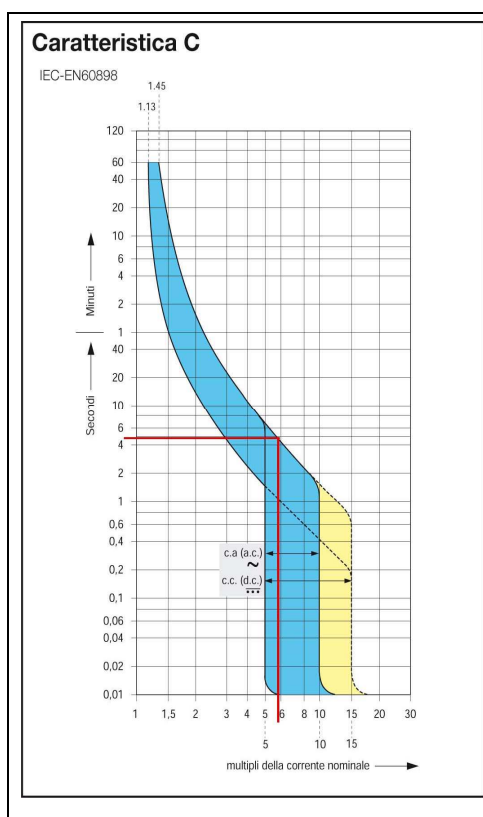
Applicando i calcoli alla situazione limite, ovvero all'alimentazione della torre-faro posta sull'isolotto spartitraffico della rampa di ingresso al raccordo in direzione ORTE si avrà:

CALCOLO CADUTA DI TENSIONE E MINIMA CORRENTE DI CORTO CIRCUITO (ALIMENTAZIONE TORRE-FARO n° 5)												
Sezione del cavo (mm²)	Resistenza elettrica del cavo (Ω · m)	Potenza lampade sulle 3 fasi (w)	Perdite alimentatori (w)	cosφ	Lunghezza del cavo (m)	Corrente per fase (A)	Corrente teorica sul neutro* (A)	ΔV sulle fasi (V)	Stima ΔV sul neutro* (V)	Max ΔV F-N complessivo dal punto di alimentazione all'estremità del tratto di linea considerato (V)	Max ΔV % complessivo dal punto di alimentazione all'estremità del tratto di linea considerato (%)	Minima corrente di corto circuito attesa all'estremità del tratto di linea considerato (A)
25	0,00078	11640	1164	0,85	225	21,7	1,09	3,82	0,19	4,01	1,74	383
10	0,00191	2200	220	0,85	210	4,1	0,21	1,65	0,08	5,74	2,49	141

* Calcolo del ΔV sul neutro per tener conto del fatto che sul neutro si sommano le armoniche delle correnti dovute alle lampade a scarica e ai relativi alimentatori.

I calcoli rappresentati nella tabella sopra riportata mostrano che, nel tratto dalla Cabina ASM al quadro di protezione e comando la corrente di linea a régime sarà circa 22 A mentre nel tratto di linea dal quadro IP alla torre-faro considerata sarà di circa 4 A; la massima caduta di tensione a fondo linea sarà del 4,23% (ammessa dalla norma fino al 5%) e la minima corrente di cortocircuito in corrispondenza del quadro di protezione e comando sarà di circa 380 A mentre nei pressi della torre-faro sarà di circa 140 A.

Procediamo quindi a verificare se le protezioni termomagnetiche che si è progettato di porre presso la cabina ASM e poi quelle sull'uscita del quadro sono adeguate, ovvero intervengono anche per la minima corrente di cortocircuito a fondo linea in tempo per evitare danneggiamenti permanenti dei cavi e, contemporaneamente, non intervengono durante la fase di accensione dell'impianto per effetto dello "spunto":



Considerando che, a proteggere la linea elettrica del tratto dalla cabina ASM al quadro di protezione e comando si è previsto di installare un MGT-d I_N 63 A in "curva C" e che la minima corrente di cortocircuito al termine di questo tratto di linea è stata cautelativamente calcolata pari a 380 A, dall'esame della curva di intervento a fianco riportata siccome la minima I_{CC} di 380 A equivale a 6 I_N di un interruttore da 63 A nominali, in caso di detto cortocircuito la protezione interverrebbe sicuramente in un massimo tempo non superiore ai 5 secondi, tempo ampiamente adeguato in quanto in questo caso l'impulso termico $I^2 \cdot t$ vale 733.000 ed è ben inferiore a quello massimo sopportabile senza conseguenze dal cavo, pari a $K^2 \cdot S^2 = 115^2 \cdot 25^2 = 8.265.000$.

Al momento dell'accensione dell'impianto, poi, prevedendo largamente una corrente di spunto di 60 A, addirittura inferiore all' I_N dell'interruttore da 65 A nominali, non v'è il minimo rischio che l'interruttore intervenga.

Gli impianti verranno infine realizzati in classe II di isolamento; la protezione dai contatti diretti sarà ottenuta sia con l'utilizzo di componenti tali da rendere inaccessibili le parti in tensione, sia grazie ad una protezione differenziale da 30 mA posta in uscita dal quadro IP di protezione e comando e dotata di dispositivo di autotest e ripristino automatico in caso di "scatto".

TERNI, 16 Gennaio 2014

il progettista
Ing. Vincenzo Loperfido