



Comune di Stenico

PIANO DI INTERVENTO PER LA RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO COMUNALE

APPENDICE – TERME DI COMANO E DINTORNI



T.E.E. - E.S.Co.

Trentino Efficienza Energetica s.n.c.

di Rialti Federico & Tomasi Christian

Via del Brennero 110, 38121 Trento (TN)
tel. 0461 421661 - fax. 0461 429280
email: info@tee.tn.it - web: www.tee.tn.it
P.I./Cod. Fisc. 01946670229

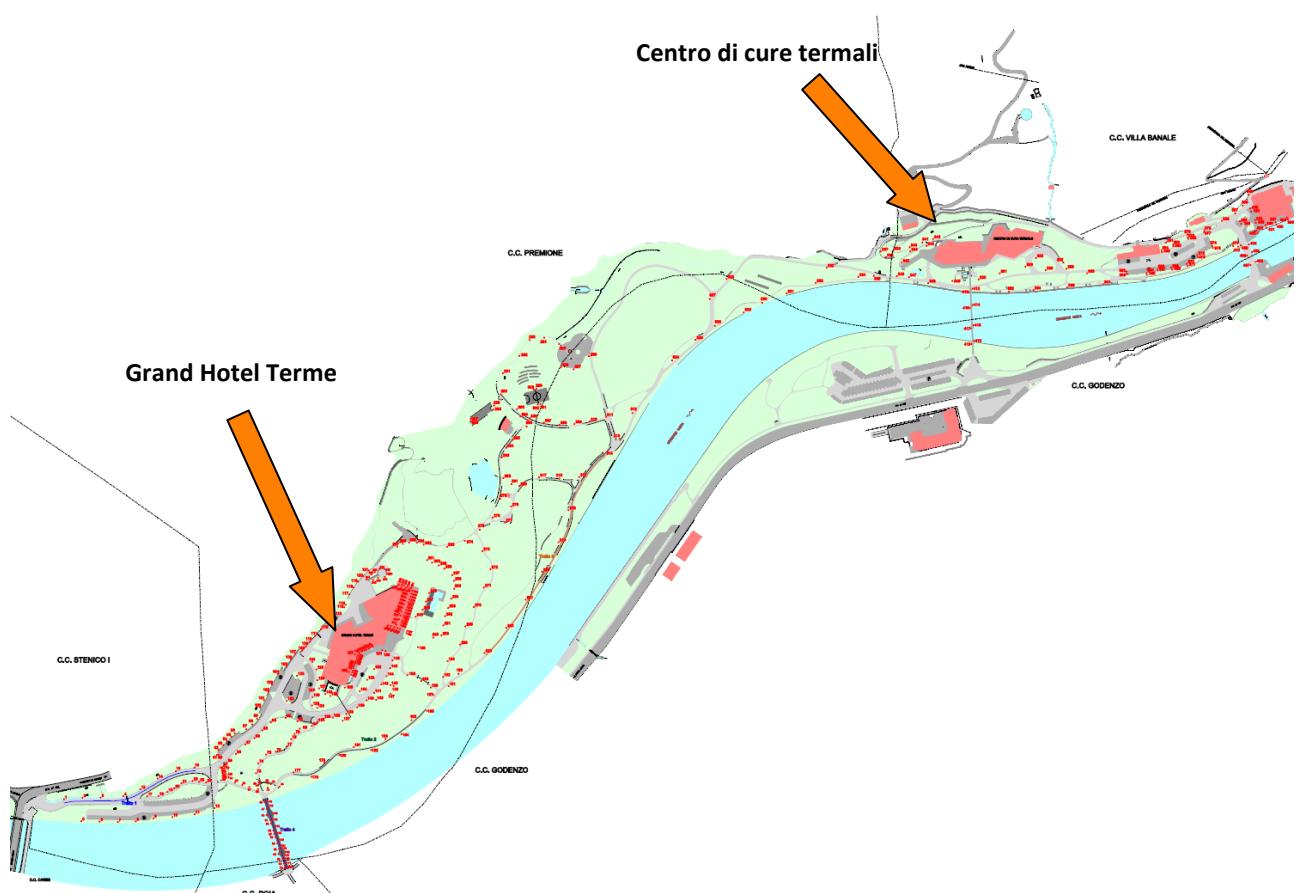


Indice

1	Premesse	5
2	Analisi dello stato attuale	6
2.1	Terme di Comano	6
2.1.1	Tratto 1 - Strada di accesso al Grand Hotel Terme	6
2.1.2	Tratto 2 - Viale pedonale con corpi illuminanti a globo (tipo K).....	11
2.1.3	Tratto 3 - Viale pedonale con corpi illuminanti a globo (tipo L)	14
2.1.4	Tratto 4 - Ponte in legno sul fiume Sarca	16
2.1.5	Analisi delle altre tipologie di punti luce	22
2.2	Altre situazioni rilevanti	25
3	Proposte progettuali	27
3.1	Terme di Comano	27
3.1.1	Tratto 1 - Strada di accesso al Grand Hotel Terme	27
3.1.2	Tratto 2 - Viale pedonale con corpi illuminanti a globo (tipo K).....	32
3.1.3	Tratto 3 - Viale pedonale con corpi illuminanti a globo (tipo L)	37
3.1.4	Tratto 4 - Ponte in legno sul fiume Sarca	42
3.2	Altre situazioni rilevanti	47
4	Normativa di riferimento	48
5	Allegati	49

1 Premesse

In questa appendice si intende analizzare la situazione dell'illuminazione esterna presente nella zona più a sud del Comune di Stenico, delimitata dalla presenza del fiume Sarca. In quest'area assumono particolare rilevanza le terme di Comano, che presentano un grande Parco e diversi edifici adibiti ad albergo e centro di cura. Accanto ad esse, vi sono altri due edifici che meritano delle considerazioni per quanto riguarda l'illuminazione esterna, ovvero l'Hotel Flora e un'abitazione privata sita nelle immediate vicinanze dell'ingresso all'Hotel Terme.



2 Analisi dello stato attuale

La prima fase necessaria alla stesura del piano d'intervento ha riguardato l'analisi dello stato attuale degli impianti di illuminazione esistenti. Si sono pertanto analizzati i punti di interesse sopra individuati, in modo tale da poterne rilevare le criticità e il loro grado di rispetto della normativa vigente.

2.1 Terme di Comano

La zona che ospita le terme di Comano , occupa un'area verde al confine del Comune, sulle sponde del fiume Sarca. Essa può essere suddivisa in tre zone principali:

- Grand Hotel Terme: è situato nella parte più ad ovest, e presenta al suo esterno un ampio parcheggio con relativo viale di accesso;
- Parco Termale: è costituito da circa 14 ettari di verde, in cui sono presenti percorsi pedonali, aree sportive e ricreative, macchie di bosco di conifere, aree adibite a giardino, una piscina scoperta e sorgenti naturali che formano un laghetto;
- Centro di cura termale: è posto nella parte orientale del parco. Nelle sue immediate vicinanze sono presenti un parcheggio esterno ed alcune strutture attualmente inutilizzate.

Gli impianti di illuminazione sono collegati a due quadri, uno presso il Grand Hotel Terme e uno presso il Centro di Cura Termale. Il controllo dell'accensione è affidato ad un sistema integrato con sensore crepuscolare ed orologio. Nei mesi invernali tutto l'impianto rimane spento mentre nel restante periodo dell'anno l'accensione è gestita da un sensore crepuscolare; il controllo dello spegnimento è affidato ad un orologio, impostato sulle 22.30 per i mesi primaverili ed autunnali e sulle 23.30 per i mesi estivi. Il numero di ore di funzionamento annue risulta quindi contenuto.

Di seguito si riporta l'analisi dei principali tratti omogenei presi in considerazione e modellati mediante l'utilizzo del software DIALux®, con il fine di poter valutare il rispetto dei parametri illuminotecnici imposti dalla normativa. Inoltre si sono portate in evidenza le problematiche rilevate anche in tratti non omogenei, dal momento che si è notata una concentrazione particolarmente elevata di punti luce (spesso installati in maniera non consentita dalla L.P. 16/2007), tale da creare un inquinamento luminoso rilevante e in alcuni casi non giustificato.

2.1.1 Tratto 1 - Strada di accesso al Grand Hotel Terme

Il primo tratto analizzato è costituito dalla strada di accesso al Grand Hotel Terme (figura 1). Lungo questa via sono presenti punti luce del tipo a lanterna aventi una altezza di 4,5 m e posti ad una distanza di circa 19 m l'uno dall'altro. Le lampade installate su questi corpi sono ai vapori di sodio ed hanno una potenza di 70 W. La classe illuminotecnica ipotizzata per la carreggiata è ME5, mentre per il marciapiede è S3.



Fig. 1 – Tratto 1: Strada di accesso alle terme. Sono presenti punti luce del tipo a lanterna

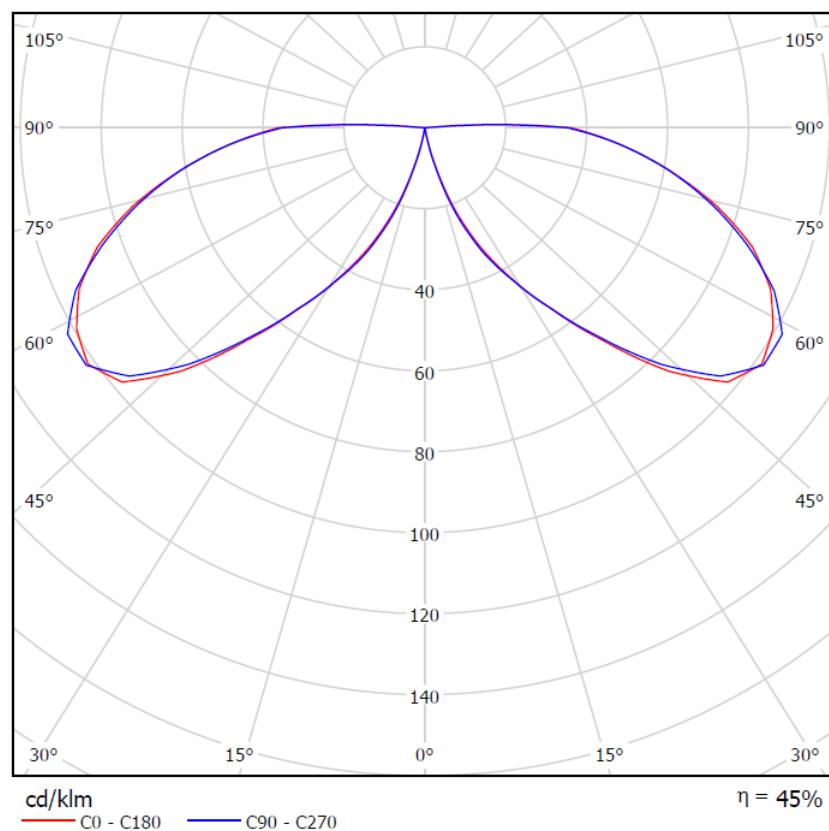


Fig. 2 – Curva fotometrica del corpo illuminante del tratto 1: Ewo P X-02sym, potenza 70 W

Verifiche illuminotecniche - stato di fatto			
Verifiche secondo norma L. P. 16/2007		Requisiti	Stato progetto
Luminanza media (L_m)	cd/m ²	0,5 ÷ 0,575	0,30
Illuminamento orizzontale medio mantenuto (E_m)	lux	7,5 ÷ 8,625	2,0
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto (E_{min})	lux	≥ 1,5	1,2
Uniformità globale minima di luminanza (U_0)	-	≥ 0,35	0,36
Uniformità longitudinale minima di luminanza (Ui)	-	≥ 0,4	0,50
Incremento di soglia massimo (TI)	%	≤ 15	56
Rapporto minimo delle intensità illuminazione dintorni (SR)	-	≥ 0,5	0,8
Efficienza dell'impianto (η)	kWh anno/m ²	≤ 15	11,7
Indice di illuminazione dispersa (k_{ill})	-	non previsto	-

Tab. 1 – Risultati illuminotecnici del tratto 1: Strada di accesso alle terme

In base alla curva fotometrica del corpo illuminante, riportata in figura 2, l'apparecchio luminoso è di classe A, per cui è necessario eseguire le verifiche utilizzando l'Allegato A, compilato secondo le direttive della L.P. 16/2007. Tali risultati sono riportati in tabella 1, mentre in figura 3 è riportato il rendering della simulazione che riporta la luminanza puntuale della strada in cd/m².

Dall'analisi dei risultati si può notare che la carreggiata non è illuminata in maniera sufficiente, in quanto l'ottica utilizzata risulta non adeguata. Lo stesso si può dire per il marciapiede: in questo caso la situazione è peggiorata dal fatto che i punti luce sono installati sul lato opposto rispetto al marciapiede stesso.

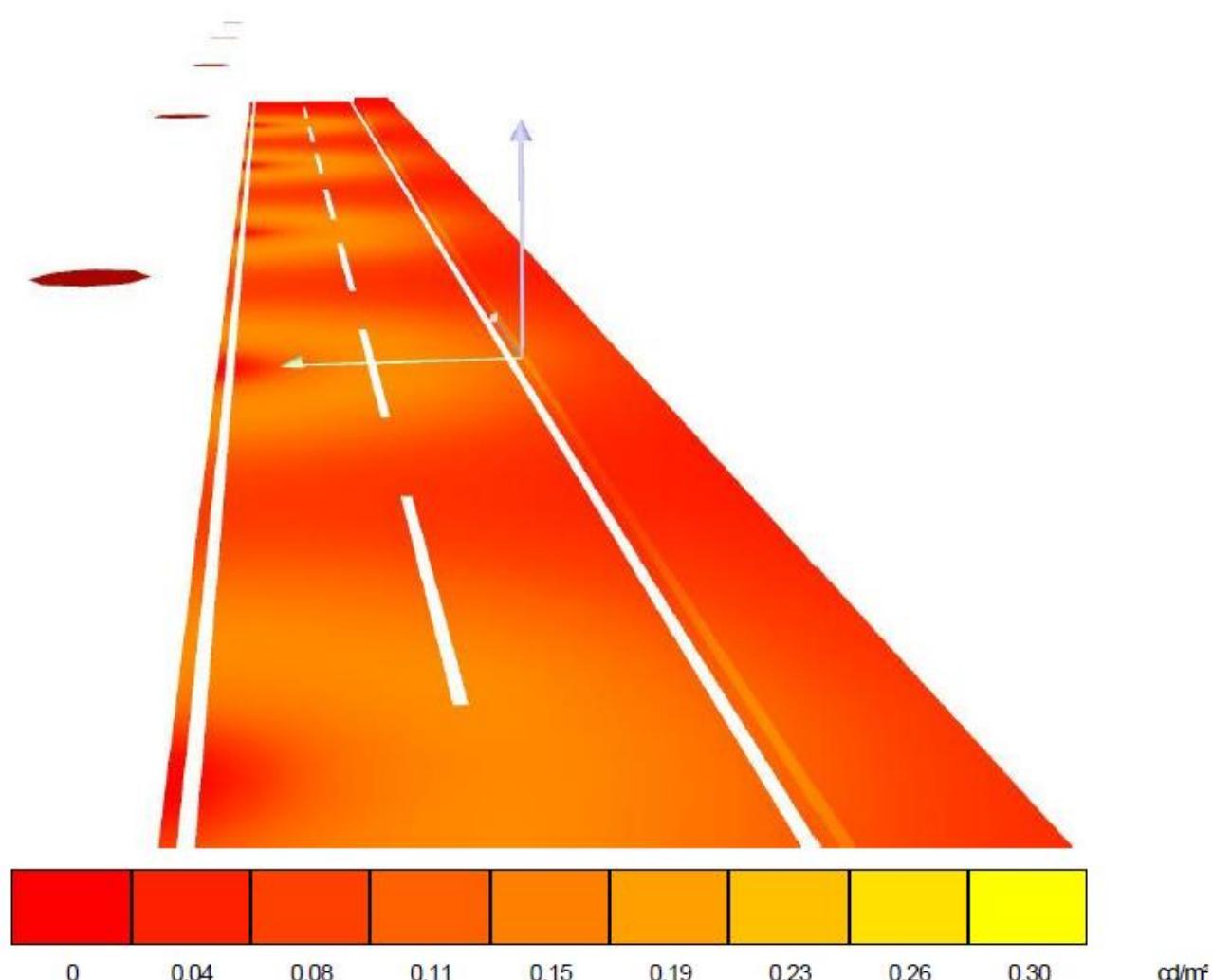


Fig. 3 – Rendering della simulazione che riporta la luminanza puntuale della strada per il tratto 1

ALLEGATO A

Norme	Descrizione Intervento:	Classificazione compito visivo secondo norme vigenti; indicare norma seguita: UNI 11248										Indici qualitativi		
		Valori Numerici					Indici qualitativi							
		Descrizione	Categoria	Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	U1	T1		
Parametri di riferimento per elementi (strada, ciclabile, marciapiede)	Inquinamento Ambientale (basso, medio, alto):	Carreggiata	ME5	836,0	0,50					0,35	0,4	15%	0,5	
	Intervallo di manutenzione prevista (anni):	Marciapiede	S3	258,4		7,5	1,5					-	-	
Parametri di progetto	Superficie efficace (mq):	Carreggiata	ME5	836,0	0,50					0,40	0,5	15%	0,5	
	Superficie efficace (mq):	Marciapiede	S3	258,4		7,5	1,5					-	-	
Eventuale spiegazione per parametri di progetto diversi da quelli minimi di riferimento														
Verifica	VERIFICA Illuminotecnica	Parametri di verifica	Descrizione	Categoria	Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	U1	TI	SR
		maggiori e max +15% dei valori di progetto	Carreggiata	ME5	836,0	0,30	3,57				0,36	0,50	56,0%	0,80
			Marciapiede	S3	258,4		2,00	1,50					-	-
Impianto	Regolatore Emh (piano efficace)	Parametri di riferimento in base all'utilizzo di vari sistemi di illuminazione	Descrizione	Categoria	Em x S	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	U1	TI	SR
		Testapalo, h=4,5m i=19m	Carreggiata	ME5	2.985	NO	NO	OK	OK	NO	OK	OK	NO	OK
			Marciapiede	S3	517	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Indici Verifica	L.P. 16/2007	Totali			-	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	---
Zona Protetta	NO													
VERIFICA														
Kill(limite)	3,0													
η(limite)	15,0													

Verificata

2.1.2 Tratto 2 - Viale pedonale con corpi illuminanti a globo (tipo K)

Il secondo tratto preso in considerazione nell'analisi è costituito da uno dei vialetti pedonali posti all'interno del Parco Termale. Come si può notare in figura 4, sono presenti in questo caso punti luce con ottica a sfera di varie tipologie. Alcuni montano lampade fluorescenti, altri lampade a scarica dotate in alcuni casi di alette per la diffusione del flusso luminoso verso il basso. La potenza di queste lampade varia a seconda della tipologia; per quanto riguarda i punti luce, essi hanno un'altezza di 4 m, mentre la loro interdistanza media è pari a circa 17,4 m. La classe illuminotecnica ipotizzata per questo viale è S6. Nella simulazione eseguita si sono considerate le tipologie più inquinanti, ossia quelle fluorescenti senza alette per la diffusione luminosa, che sono risultate le più numerose.

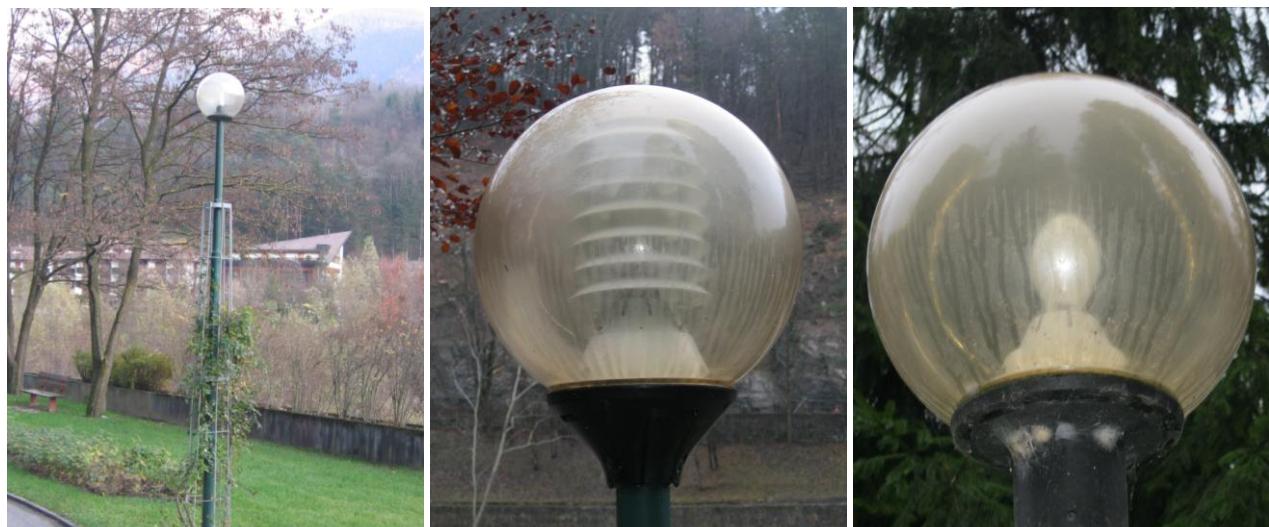


Fig. 4 – Tratto 2: Viale pedonale all'interno del Parco Termale. Sono presenti punti luce con lampade e ottiche differenti

In figura 5 è riportata la curva fotometrica di questo corpo: è evidente come questa tipologia sia in classe E secondo la normativa vigente in Provincia di Trento. Pertanto, questi apparecchi risultano vietati, dal momento che gran parte del loro flusso luminoso viene disperso verso l'alto.

Per completezza tuttavia, si riportano di seguito i risultati delle verifiche illuminotecniche (tabella 2) e il rendering grafico della simulazione (figura 6).

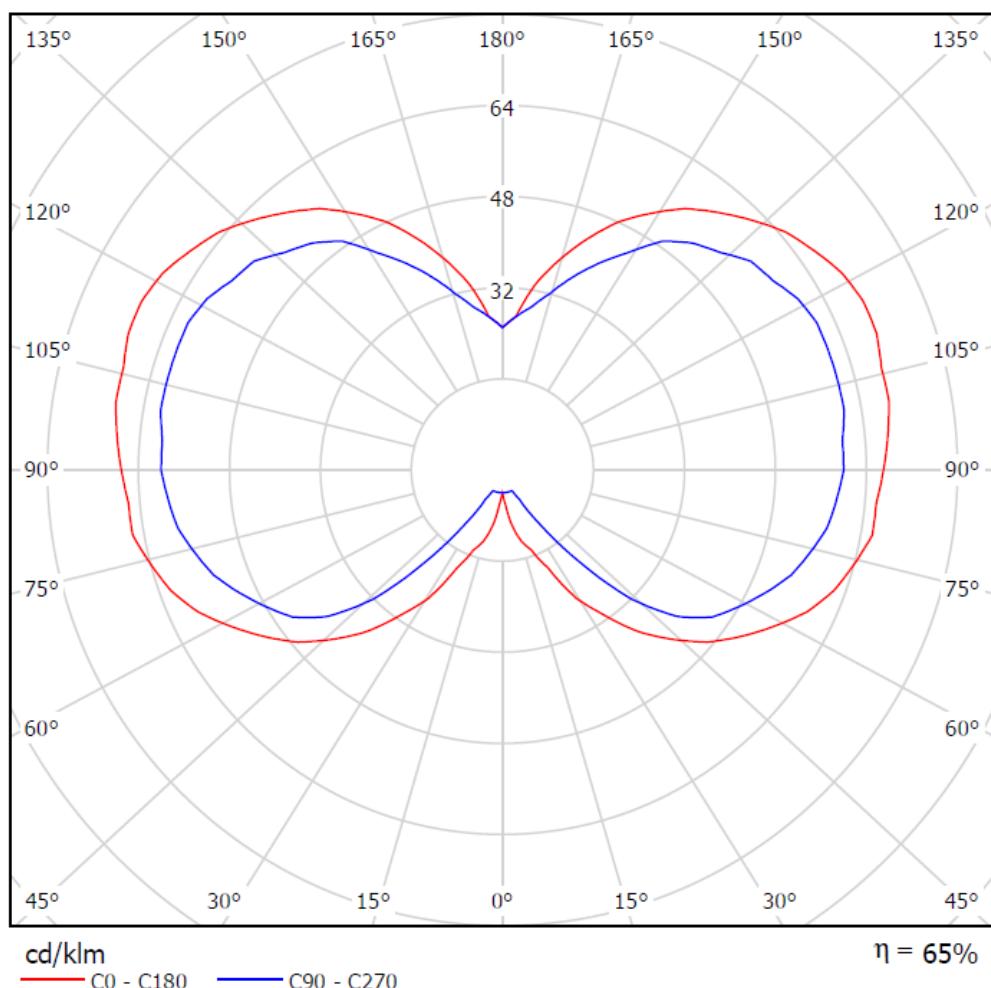


Fig. 5 – Curva fotometrica del corpo illuminante del tratto 2: globo (tipo K) Potenza 18 W

Verifiche illuminotecniche - stato di fatto			
Verifiche secondo norma L. P. 16/2007	Requisiti	Stato progetto	
Illuminamento orizzontale medio mantenuto (E_m)	lux	2,0 ÷ 2,30	0,5
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto (E_{min})	lux	$\geq 0,6$	0,3

Tab. 2 – Risultati illuminotecnici del tratto 2: Viale pedonale con corpi illuminanti di tipo K

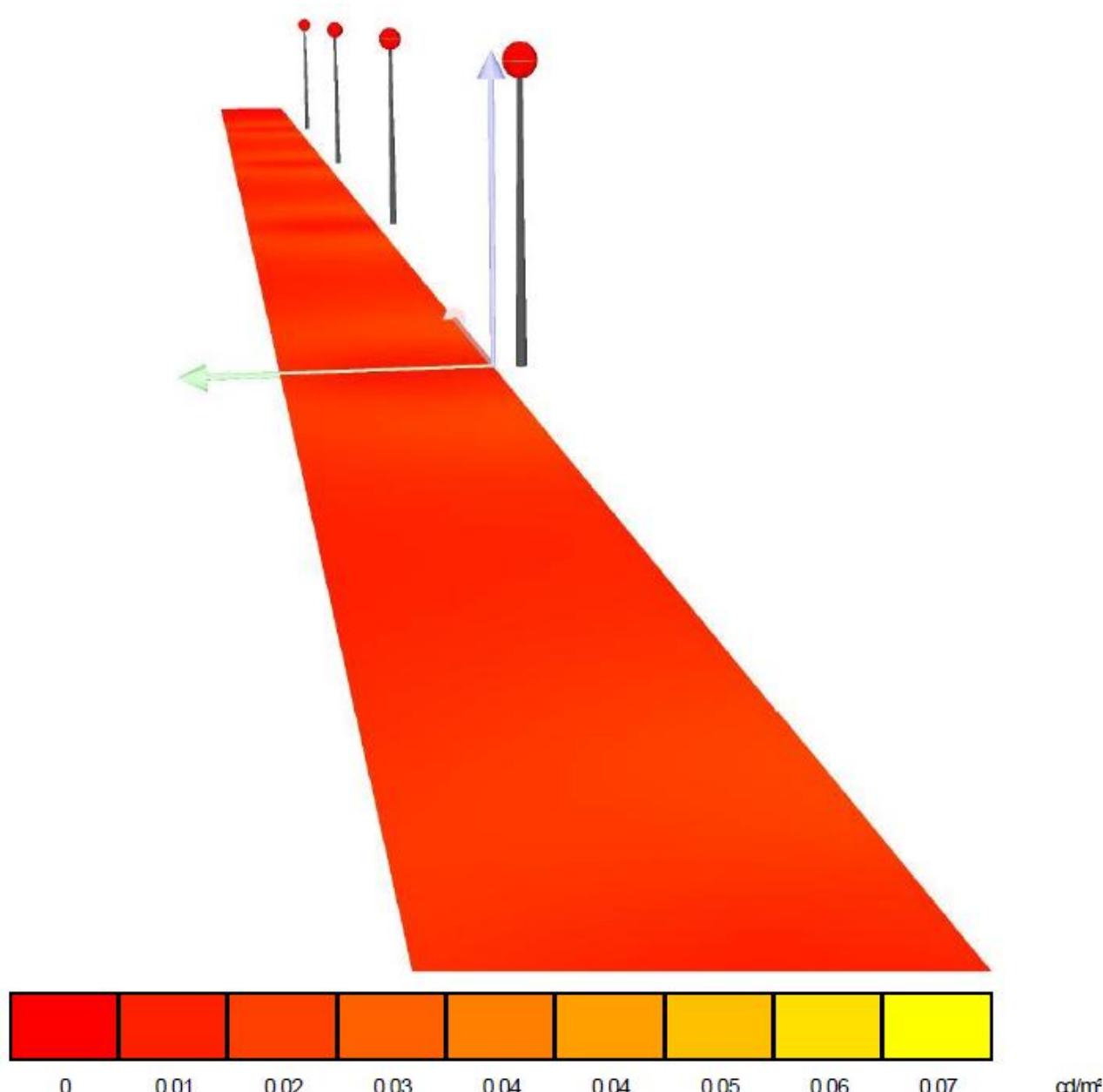


Fig. 6 – Rendering della simulazione che riporta la luminanza puntuale della strada per il tratto 2

Si nota come anche in questo caso l'elevato flusso luminoso disperso sopra l'orizzonte faccia sì che il viale non sia adeguatamente e sufficientemente illuminato.

2.1.3 Tratto 3 - Viale pedonale con corpi illuminanti a globo (tipo L)

Un'altra tipologia di punto luce molto utilizzata all'interno del parco termale è quella riportata in figura 7; in questo caso sono installate lampade fluorescenti da 18 W ed il corpo illuminante presenta delle alettature, utilizzate usualmente per indirizzare il flusso luminoso verso il basso. Tuttavia, in questo caso, il particolare tipo di palo utilizzato fa sì che la lampada e le relative alettature si presentino ruotate di 90°. Questo ha conseguenze negative dal momento che in questo modo il flusso, invece che essere indirizzato solo verso il basso, viene addirittura diretto in parte verso l'alto, come si può vedere dalla curva fotometrica rappresentata in figura 8.



Fig. 7 – Tratto 3: Viale pedonale all'interno del Parco Termale. Sono presenti punti luce con lampade fluorescenti

E' evidente che anche questo corpo illuminante risulti in classe E (apparecchi vietati) secondo la normativa attualmente in vigore, e necessiti pertanto di essere sostituito. Per completezza, si riportano i risultati delle verifiche illuminotecniche (tabella 3) e il rendering della simulazione (figura 9). Si nota che la disposizione fisica del punto luce nel modello non rispetta fedelmente quella effettiva; ciò è dovuto al fatto che si è preferito privilegiare la corrispondenza della curva di illuminamento piuttosto che la disposizione geometrica del corpo.

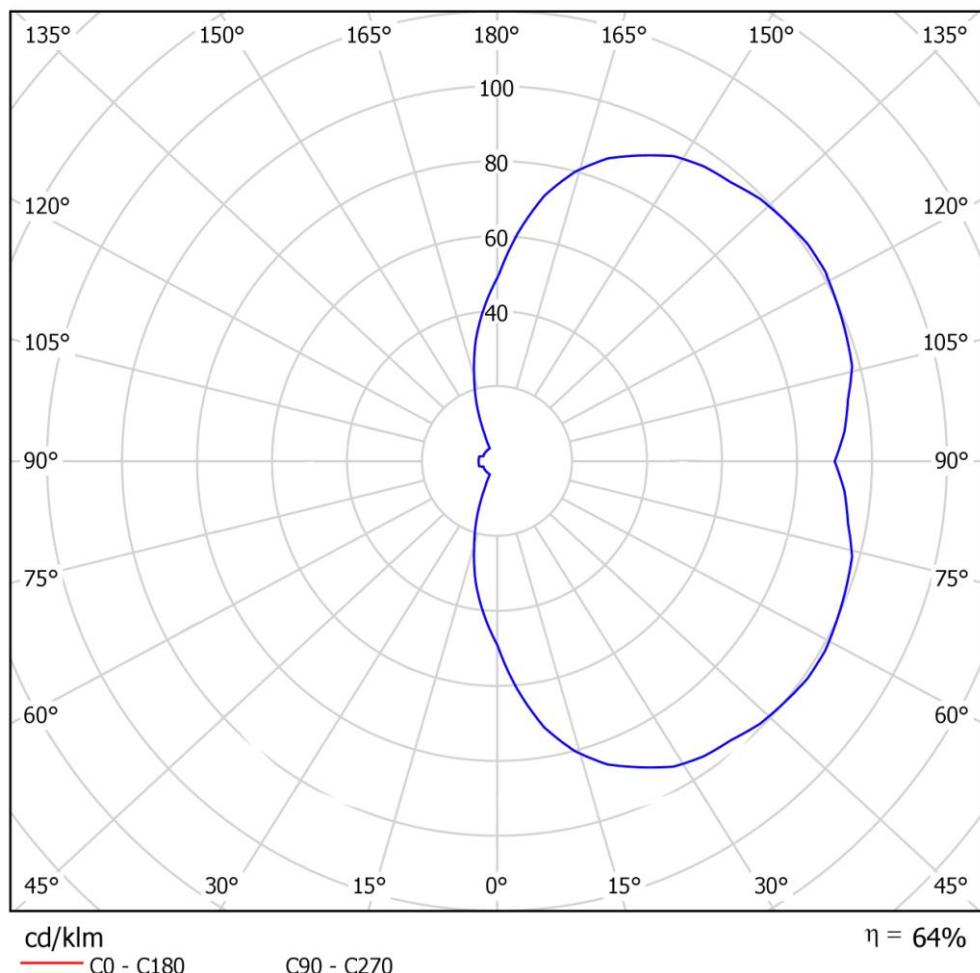


Fig. 8 – Curva fotometrica del corpo illuminante del tratto 3: globo con diffusore (tipo L) Potenza 18 W

Verifiche illuminotecniche - stato di fatto			
Verifiche secondo norma L. P. 16/2007	Requisiti	Stato progetto	
Illuminamento orizzontale medio mantenuto (E_m)	lux	2,0 ÷ 2,30	0,9
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto (E_{min})	lux	$\geq 0,6$	0,1

Tab. 3 – Risultati illuminotecnici del tratto 3: Viale pedonale con corpi illuminanti di tipo L

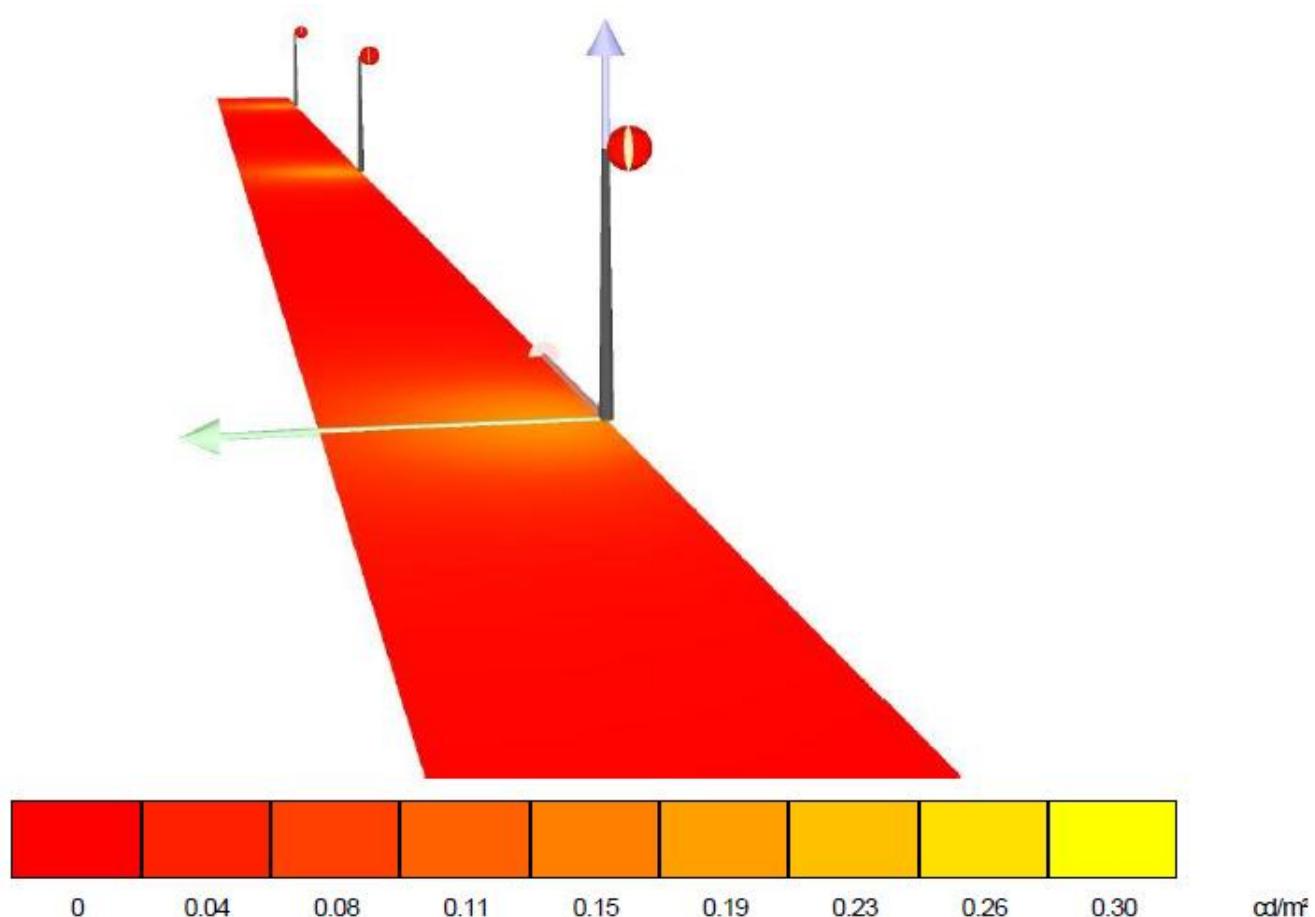


Fig. 9 – Rendering della simulazione che riporta la luminanza puntuale della strada per il tratto 3

Come prevedibile, analogamente al caso precedente si ha un livello di illuminamento molto al di sotto del limite di legge sul piano stradale, a causa dell'elevata percentuale di flusso luminoso disperso verso l'alto dovuta alla particolare installazione del corpo illuminante.

2.1.4 Tratto 4 - Ponte in legno sul fiume Sarca

L'ultimo tratto omogeneo analizzato è costituito dal ponte in legno sul fiume Sarca, situato vicino all'entrata del Grand Hotel Terme. Su questo ponte sono presenti ben 28 corpi illuminanti (figura 10), posti a distanze limitate tra di essi. Le lampade installate sono fluorescenti e hanno una potenza di 70 W; in figura 11 si riporta la curva fotometrica di questo corpo illuminante.



Fig. 10 – Tratto 4: Ponte sul fiume Sarca. Sono presenti corpi illuminanti con lampade alogene

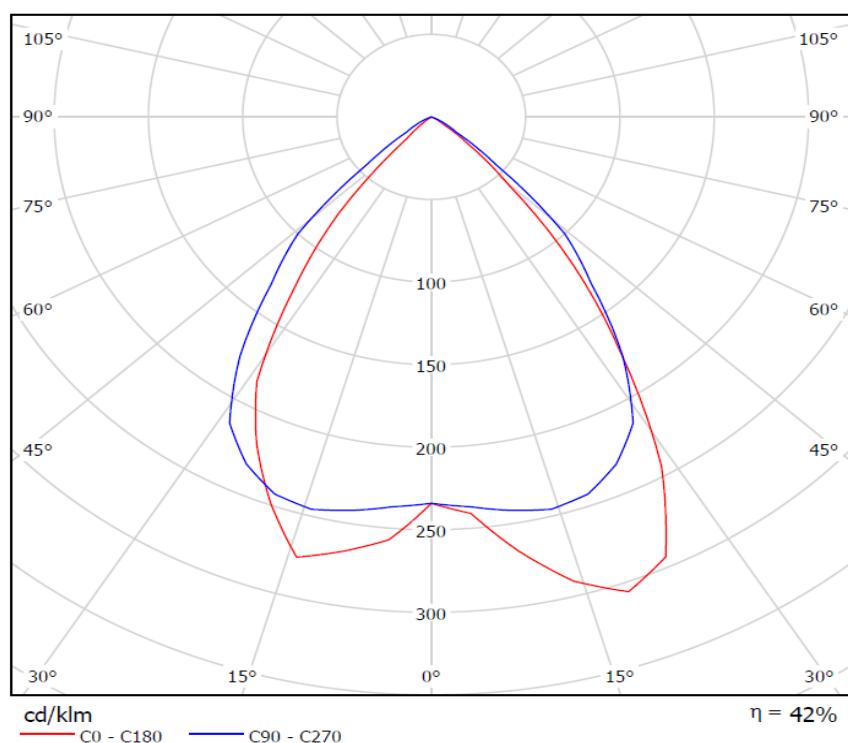


Fig. 11 – Curva fotometrica del corpo illuminante del tratto 4: Potenza 70 W

Il corpo può essere inserito in classe A, dal momento che tutto il flusso luminoso viene diretto verso il basso. Sono state quindi eseguite le verifiche illuminotecniche utilizzando l'Allegato A della L.P. 16/2007. I risultati sono presentati in tabella 4, mentre nelle figure 12 e 13 sono riportati i rendering della simulazione eseguita mediante l'ausilio del software DIALux®. E' necessario notare che per effettuare questa simulazione sono state adottate delle approssimazioni per quanto riguarda la struttura geometrica del ponte.

Verifiche illuminotecniche - stato di fatto			
Verifiche secondo norma L. P. 16/2007	Requisiti	Stato progetto	
Illuminamento orizzontale medio mantenuto (E_m)	lux	$5,0 \div 5,75$	110,0
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto (E_{min})	lux	$\geq 1,0$	10,0
Efficienza dell'impianto (η)	kWh anno/m ²	≤ 15	4,1
Indice di illuminazione dispersa (k_{ill})	-	non previsto	-

Tab. 4 – Risultati illuminotecnici del tratto 4: Ponte sul fiume Sarca

Dall'analisi dei risultati emerge chiaramente che l'illuminamento medio mantenuto sul ponte risulta estremamente elevato. Questo è dovuto all'eccessivo numero di corpi illuminanti installati, peraltro posti a distanze molto contenute. In questo caso è possibile intervenire riducendo sia il numero che la potenza dei punti luce, anche perché si è ipotizzato che il ponte appartenga alla classe illuminotecnica S4, che prevede valori di illuminamento relativamente bassi.

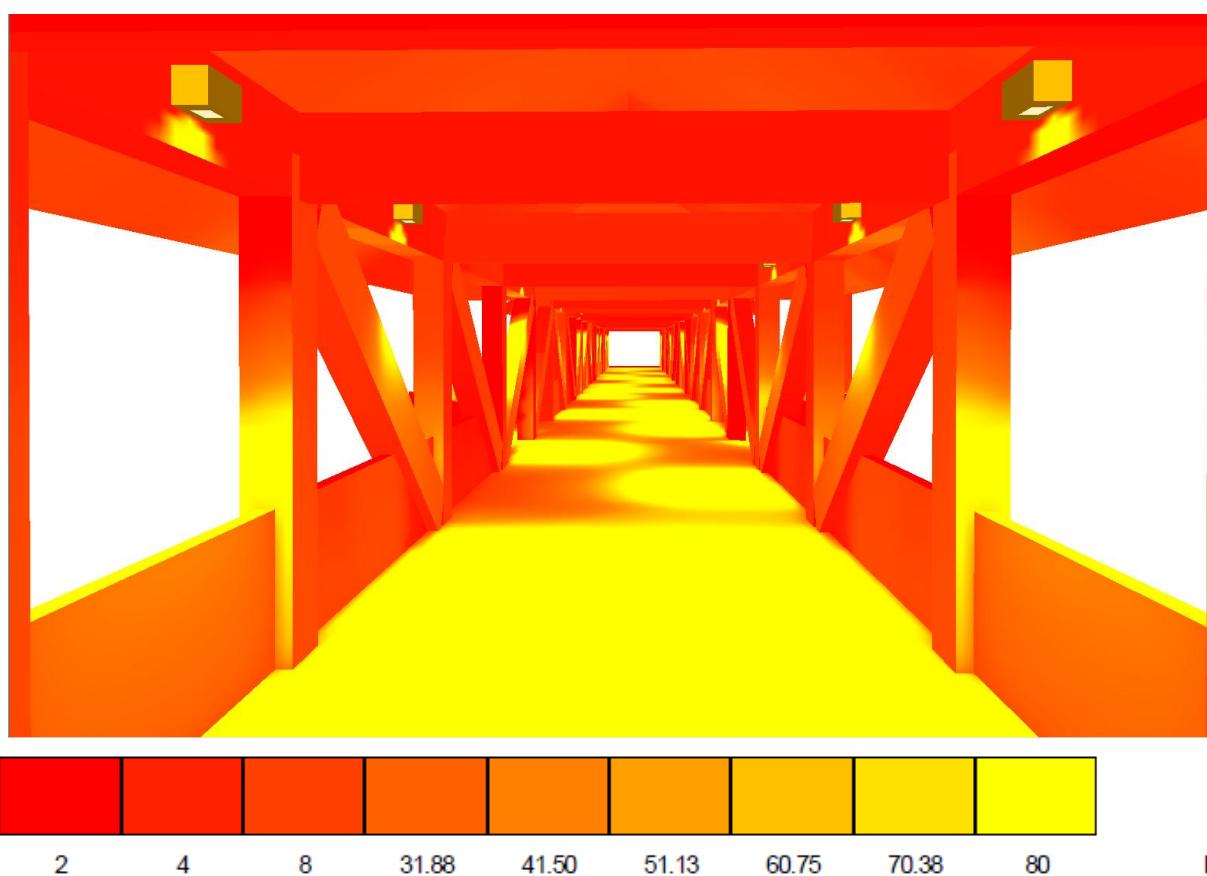


Fig. 12 – Rendering della simulazione che riporta l'illuminamento puntuale del ponte sul fiume Sarca. Vista interna

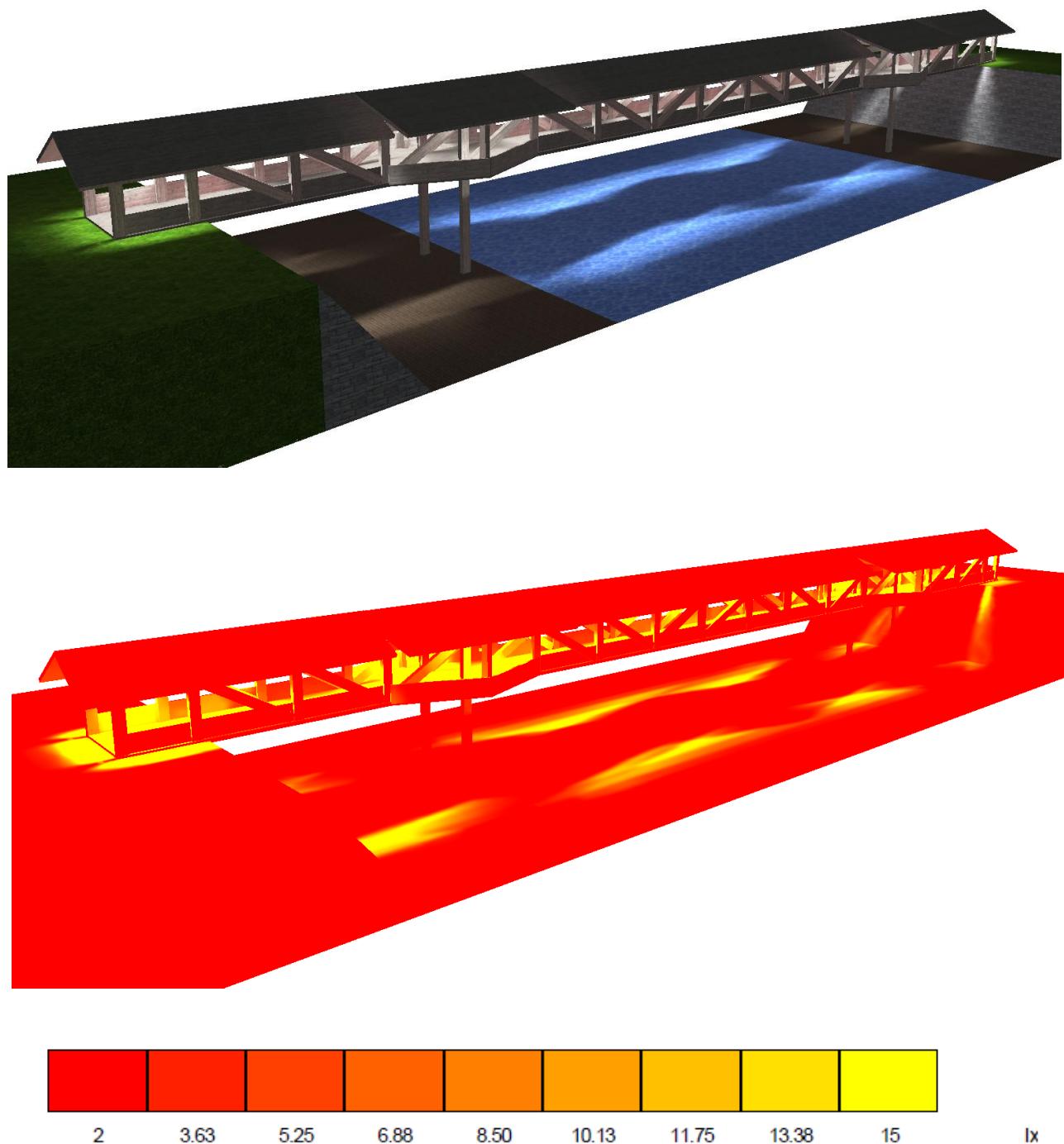


Fig. 13 – Rendering della simulazione che riporta l'illuminamento puntuale del ponte sul fiume Sarca. Vista esterna

ALLEGATO A

Norme		Indici Verifica										VERIFICA L.P. 16/2007																																									
Descrizione Intervento:		Terme di Comano - Parco - Ponte																																																			
Inquinamento Ambientale (basso, medio, alto):		medio																																																			
Intervallo di manutenzione prevista (anni):		2,00																																																			
Superficie efficace (mq):		320																																																			
Classificazione compito visivo secondo norme vigenti; indicare norma seguita: UNI 11248													Indici qualitativi																																								
Parametri di riferimento per elementi (strada, ciclabile, marciapiede)		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Superficie</th> <th>Lm</th> <th>Em</th> <th>Emin</th> <th>Esc,min</th> <th>Ev,min</th> <th>U0</th> <th>U1</th> <th>T1</th> <th>SR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>320,0</td> <td>5,0</td> <td>1,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>											Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	U1	T1	SR	320,0	5,0	1,0																												
Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	U1	T1	SR																																												
320,0	5,0	1,0																																																			
Parametri di progetto		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Superficie</th> <th>Lm</th> <th>Em</th> <th>Emin</th> <th>Esc,min</th> <th>Ev,min</th> <th>U0</th> <th>U1</th> <th>T1</th> <th>SR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>320,0</td> <td>5,0</td> <td>1,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>											Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	U1	T1	SR	320,0	5,0	1,0																												
Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	U1	T1	SR																																												
320,0	5,0	1,0																																																			
Eventuale spiegazione per parametri di progetto diversi da quelli minimi di riferimento																																																					
Parametri di verifica maggiori e max +15% dei valori di progetto		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Superficie</th> <th>Lm</th> <th>Em</th> <th>Emin</th> <th>Esc,min</th> <th>Ev,min</th> <th>U0</th> <th>U1</th> <th>T1</th> <th>SR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>320,0</td> <td>110,00</td> <td>10,00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>											Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	U1	T1	SR	320,0	110,00	10,00																												
Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	U1	T1	SR																																												
320,0	110,00	10,00																																																			
VERIFICA Illuminotecnica		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Em x S</th> <th>Lm</th> <th>Em</th> <th>Emin</th> <th>Esc,min</th> <th>Ev,min</th> <th>U0</th> <th>U1</th> <th>T1</th> <th>SR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>35,200</td> <td>OK</td> <td>NO</td> <td>OK</td> <td>OK</td> <td>OK</td> <td>OK</td> <td>OK</td> <td>OK</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td></td> <td>-</td> <td>OK</td> <td>OK</td> <td>OK</td> <td>OK</td> <td>OK</td> <td>OK</td> <td>OK</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td></td> <td>-</td> <td>OK</td> <td>OK</td> <td>OK</td> <td>OK</td> <td>OK</td> <td>OK</td> <td>OK</td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table>											Em x S	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	U1	T1	SR	35,200	OK	NO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		-	OK		-	OK															
Em x S	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	U1	T1	SR																																												
35,200	OK	NO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK																																												
	-	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK																																												
	-	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK																																												
Valori di Verifica																																																					
Impianto		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Descrizione</th> <th>Lampada</th> <th>Flusso</th> <th>Watt</th> <th>IP</th> <th>h/anno</th> <th>Nr.</th> <th>FM</th> <th>kW</th> <th>kWh/anno</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Plafoniera a muro, h= 3 m</td> <td>Alogene</td> <td>6900</td> <td>70</td> <td>731</td> <td>28</td> <td>0,57</td> <td>1,96</td> <td>1,432,76</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>											Descrizione	Lampada	Flusso	Watt	IP	h/anno	Nr.	FM	kW	kWh/anno	Plafoniera a muro, h= 3 m	Alogene	6900	70	731	28	0,57	1,96	1,432,76	-																					
Descrizione	Lampada	Flusso	Watt	IP	h/anno	Nr.	FM	kW	kWh/anno																																												
Plafoniera a muro, h= 3 m	Alogene	6900	70	731	28	0,57	1,96	1,432,76	-																																												
Parametri di riferimento in base all'utilizzo di vari sistemi di illuminazione																																																					
Totali		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>193.200,00</th> <th>Regolatore NO</th> <th>100,00%</th> <th></th> <th>0,79</th> <th>0,43</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>20.468,00</td> <td>28</td> <td>1,96</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>													193.200,00	Regolatore NO	100,00%		0,79	0,43									20.468,00	28	1,96																						
	193.200,00	Regolatore NO	100,00%		0,79	0,43																																															
	20.468,00	28	1,96																																																		
Zona Protetta		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Regolatore NO</th> <th>100,00%</th> <th></th> </tr> </thead> </table>												Regolatore NO	100,00%																																						
	Regolatore NO	100,00%																																																			
Indici Verifica																																																					
Kil(limite)																																																					
$\eta(100 x,r)$		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>4,1</th> <th>4,48</th> <th></th> </tr> </thead> </table>												4,1	4,48																																						
	4,1	4,48																																																			
η (limite)																																																					
3,0																																																					
15,0																																																					

Verificata

2.1.5 Analisi delle altre tipologie di punti luce

Accanto ai tratti omogenei sopra analizzati, nel corso dei sopralluoghi effettuati sono stati rilevate molte altre tipologie di corpi illuminanti. In primo luogo è emerso che sia in prossimità del Grand Hotel Terme e degli altri centri di cura, sia all'interno del Parco Termale vi è una grande concentrazione di punti luce (più di 400) che dà luogo ad un elevato grado di inquinamento luminoso. I corpi illuminanti presenti sono utilizzati per scopi diversi, in particolare:

- per l'illuminazione dei viali pedonali adiacenti al Grand Hotel Terme (figura 14): si tratta di colonnine installate a terra all'interno delle quali sono presenti 2 tubi fluorescenti, per una potenza totale di 32 W;

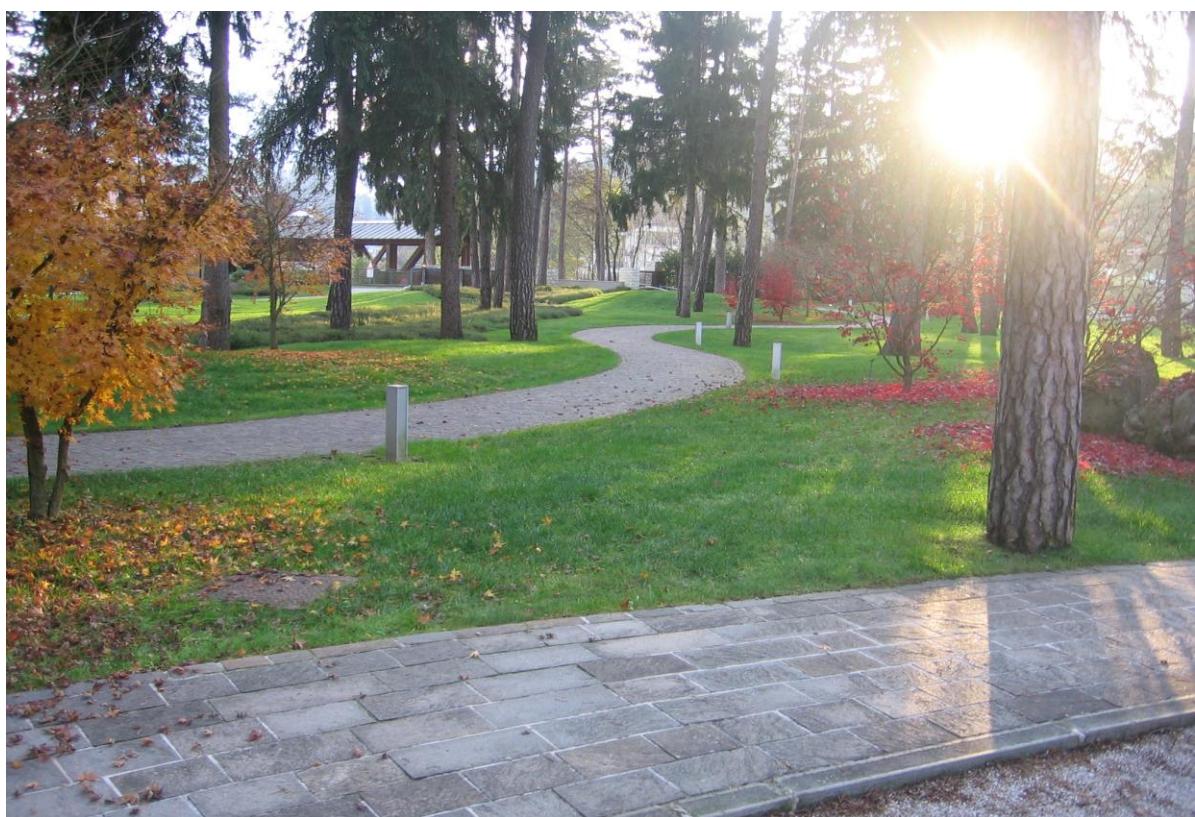


Fig. 14 – Corpi illuminanti con tubi fluorescenti utilizzati per l'illuminazione dei vialetti pedonali

- per l'illuminazione del parcheggio e della stradina presente sul retro del Grand Hotel Terme (figura 15); anche in questo caso sono installati tubi fluorescenti della potenza di 18 W ciascuno. Per l'illuminazione del parcheggio sono presenti 2 tubi su ciascun apparecchio (potenza complessiva pari a 36 W), mentre per la stradina sul retro dell'hotel è installato un solo tubo. Entrambe le ottiche sono del tipo “full cut-off” e risultano quindi conformi alla LP 16/07.



Fig. 15 – Corpi illuminanti con tubi fluorescenti utilizzati per l’illuminazione del parcheggio (a sinistra) e della stradina sul retro del Grand Hotel Terme.

- per l’illuminazione “a spot” di elementi architettonici quali le insegne dell’hotel e dei centri di cura e le facciate degli stessi (figura 16).

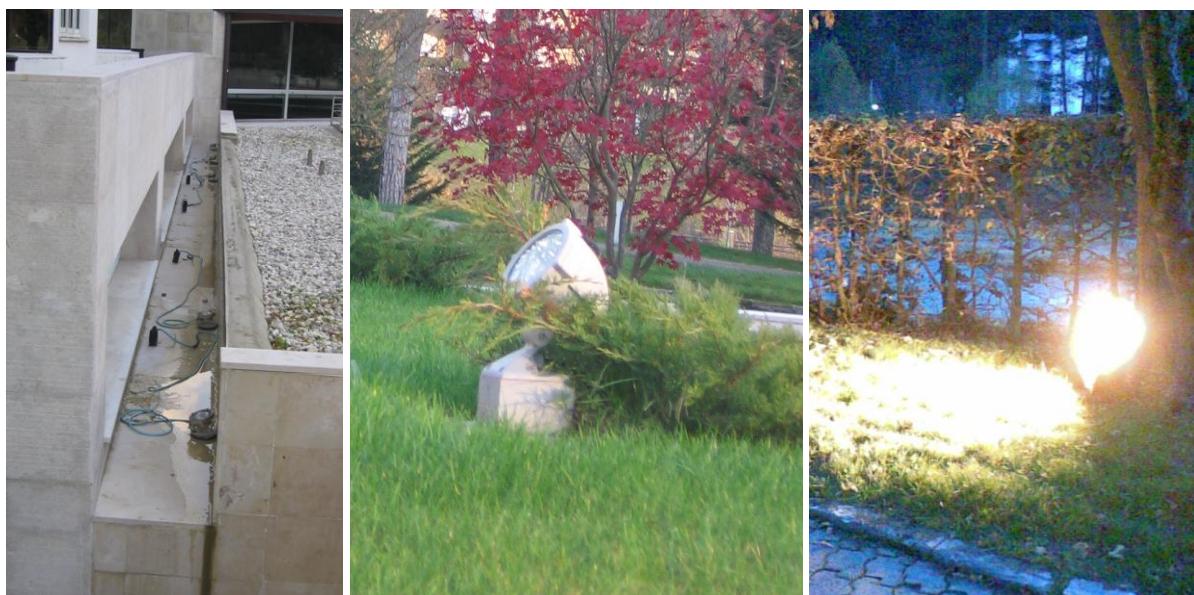


Fig. 16 – Corpi illuminanti utilizzati per l’illuminazione delle insegne degli hotel e delle loro facciate

Le lampade installate su questo tipo di corpi sono di diversa tipologia e potenza. Sono presenti lampade alogene da 75 W e 150 W (figura 16 a sinistra e al centro) utilizzate per l’illuminazione architettonica del Grand Hotel Terme, lampade agli ioduri metallici da 400 W e ai vapori di sodio da 250 W (figura 16 a destra) utilizzate rispettivamente per

l'illuminazione del Parco Termale nei pressi della piscina scoperta e della facciata del Centro di cura termale.

Per quanto riguarda questa tipologia di apparecchi, la normativa provinciale impone che il fascio luminoso prodotto venga indirizzato e mantenuto esclusivamente all'interno del perimetro della superficie da illuminare. Dall'esame visivo effettuato nel corso dei sopralluoghi non sono emerse situazioni fuori norma ad eccezione del faro agli ioduri metallici da 400 W: in questo caso gran parte del flusso luminoso, diretto verso la vegetazione del Parco Termale, risulta disperso sopra la linea l'orizzonte creando un elevato inquinamento luminoso e arrecando disturbi al ciclo biologico delle piante e dell'avifauna locale ivi presente;

- per l'illuminazione dell'accesso e del retro del Grand Hotel Terme e delle strutture sportive presenti nel Parco Termale (figura 17).



Fig. 17 – Corpi illuminanti utilizzati per l'illuminazione dell'accesso all'Hotel Terme e delle strutture sportive del Parco

In questo caso sono presenti lampade alogene di potenza pari a 90 W, la cui orientazione risulta conforme alla normativa vigente.

- per l'illuminazione architettonica del Parco Termale e del Grand Hotel Terme. A questo scopo sono installati anche corpi illuminanti del tipo a incasso, che montano lampade

alogene da 150 W (figura 18). Tale tipologia, di classe D secondo la LP 16/07, risulta vietata e pertanto è necessario che venga eliminata o sostituita con corpi di classe consentita.



Fig. 18 – Corpi illuminanti utilizzati per l'illuminazione architettonica del Grand Hotel Terme e del Parco Termale

2.2 Altre situazioni rilevanti

L'impianto di illuminazione esterna dell'Hotel Flora, sito lungo la strada che congiunge Ponte Arche con il paese di Stenico, è di recente realizzazione e presenta 15 punti luce del tipo testapalo. Come si può notare in figura 19, questo corpo illuminante può essere classificato di classe A, in quanto tutto il flusso luminoso è rivolto verso il basso.



Fig. 19 – Corpi illuminanti utilizzati per l'illuminazione esterna dell'Hotel Flora

Un'altra situazione con elevata concentrazione di punti luce è stata rilevata di fronte all'ingresso del Grand Hotel Terme, in prossimità della diramazione che da Ponte Arche conduce all'abitato di Stenico. Si tratta di un edificio ad uso abitativo, che utilizza 8 lampade del tipo a globo (di classe E – apparecchi vietati - secondo la normativa provinciale) per l'illuminazione del giardino esterno (figura 20).



Fig. 20 – Corpi illuminanti utilizzati per l'illuminazione esterna di un'abitazione privata

3 Proposte progettuali

Alla luce delle criticità riscontrate e delle nuove tecnologie a disposizione nel campo dell'illuminotecnica, sono state valutate in via preliminare proposte progettuali differenti, in grado di permettere risparmi in termini di energia, pur garantendo prestazioni qualitativamente superiori e in linea con le normative vigenti in Provincia di Trento.

Per ciascuno dei tratti individuati sono state considerate ipotesi progettuali aventi gradi di complessità e costi di realizzazione differenti; è stata infine proposta la soluzione più performante così da offrire uno strumento utile in sede di pianificazione degli interventi di manutenzione e adeguamento degli impianti.

Si è provveduto a non variare in sede progettuale l'interasse esistente tra i punti luce, in modo da limitare le spese di intervento. Va sottolineato tuttavia come nella maggior parte dei casi analizzati non sia stato possibile reperire nei cataloghi dei più noti produttori di settore un corpo illuminante che permetesse di rispettare contemporaneamente i parametri illuminotecnici e di efficienza imposti dalla normativa provinciale senza ricorrere ad una parzializzazione del flusso. Si sono di conseguenza privilegiati nella formulazione delle soluzioni progettuali corpi che prevedono la possibilità di effettuare tale variazione senza l'installazione di un regolatore di flusso sul quadro elettrico, favorendo così semplicità ed economia d'impianto.

Viene di seguito riportata la descrizione della soluzione progettuale consigliata, con tipologia di lampada proposta ed eventuali variazioni di altezza del palo, insieme ad alcune valutazioni riguardo i benefici ottenibili in termini energetici e di qualità della luce.

Il numero di ore di funzionamento annuo considerato nei calcoli è quello relativo alla situazione attuale, pari a 730. Tutti i lampioni rimangono infatti accesi solo nelle ore serali e mai oltre la mezzanotte.

3.1 Terme di Comano

3.1.1 Tratto 1 - Strada di accesso al Grand Hotel Terme

Attualmente il tratto è illuminato con lampade ai vapori di sodio ad alta pressione della potenza di 70 W. Il coefficiente di efficienza energetica η risulta entro i limiti solo in virtù del basso numero di ore annue di funzionamento, mentre le verifiche illuminotecniche mettono in evidenza l'inefficienza del sistema di illuminazione.

In particolare, i requisiti non rispettati per quanto riguarda la carreggiata sono quello della luminanza media (che con $0,30 \text{ cd/m}^2$ risulta inferiore alle $0,50 \text{ cd/m}^2$ poste come soglia minima), i parametri relativi all'illuminamento del marciapiede E_m ed E_{min} (pari a 2,0 lux e 1,2 lux, inferiori ai limiti previsti di 7,5 lux e 1,5 lux) ed il parametro TI che è risultato pari al 56%, superiore al limite del 15%. Per verificare i parametri illuminotecnici e garantire un risparmio energetico si suggerisce di prolungare gli attuali pali fino ad un'altezza di 6,5 m e di installare corpi tipo testa-palo dotati di

lampada a LED da 39 W (figura 21). Per limitare le spese di intervento è stata scelta una soluzione in cui l'interesse attuale rimane invariato.

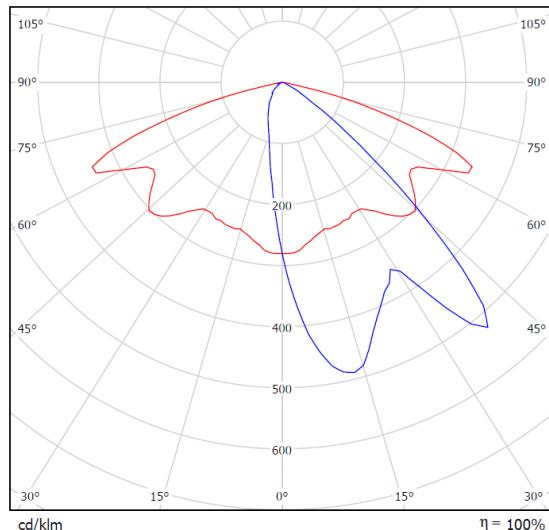


Fig. 21 – Immagine e curva fotometrica del corpo illuminante proposto per il vialetto d'accesso.

Verifiche illuminotecniche - stato di progetto			
Verifiche secondo norma L. P. 16/2007		Requisiti	Stato progetto
Luminanza media (L_m)	cd/m ²	0,5 ÷ 0,575	0,50
Illuminamento orizzontale medio mantenuto (E_m)	lux	7,5 ÷ 8,625	8,11
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto (E_{min})	lux	≥ 1,5	5,3
Uniformità globale minima di luminanza (U_0)	-	≥ 0,35	0,64
Uniformità longitudinale minima di luminanza (U_l)	-	≥ 0,4	0,70
Incremento di soglia massimo (TI)	%	≤ 15	9
Rapporto minimo delle intensità illuminazione dintorni (SR)	-	≥ 0,5	0,5
Efficienza dell'impianto (η)	kWh anno/m ²	≤ 15	2,4
Indice di illuminazione dispersa (k_{ill})	-	non previsto	-

Tab. 5 – Parametri di progetto e verifiche illuminotecniche

In tabella 5 si riassumono i valori calcolati per i parametri illuminotecnici caratteristici e il confronto degli stessi con i limiti imposti dalle norme in materia ed in particolare dalla L.P. 16/2007, riportati per esteso nell'apposito Allegato A che segue. Per ottenere questi risultati è necessario che il flusso luminoso delle lampade venga ridotto del 20%.

In figura 22 si riporta un estratto grafico del risultato della modellazione del tratto con le nuove lampade, dove si evidenzia tramite un'apposita scala cromatica il livello di luminanza sulla strada.

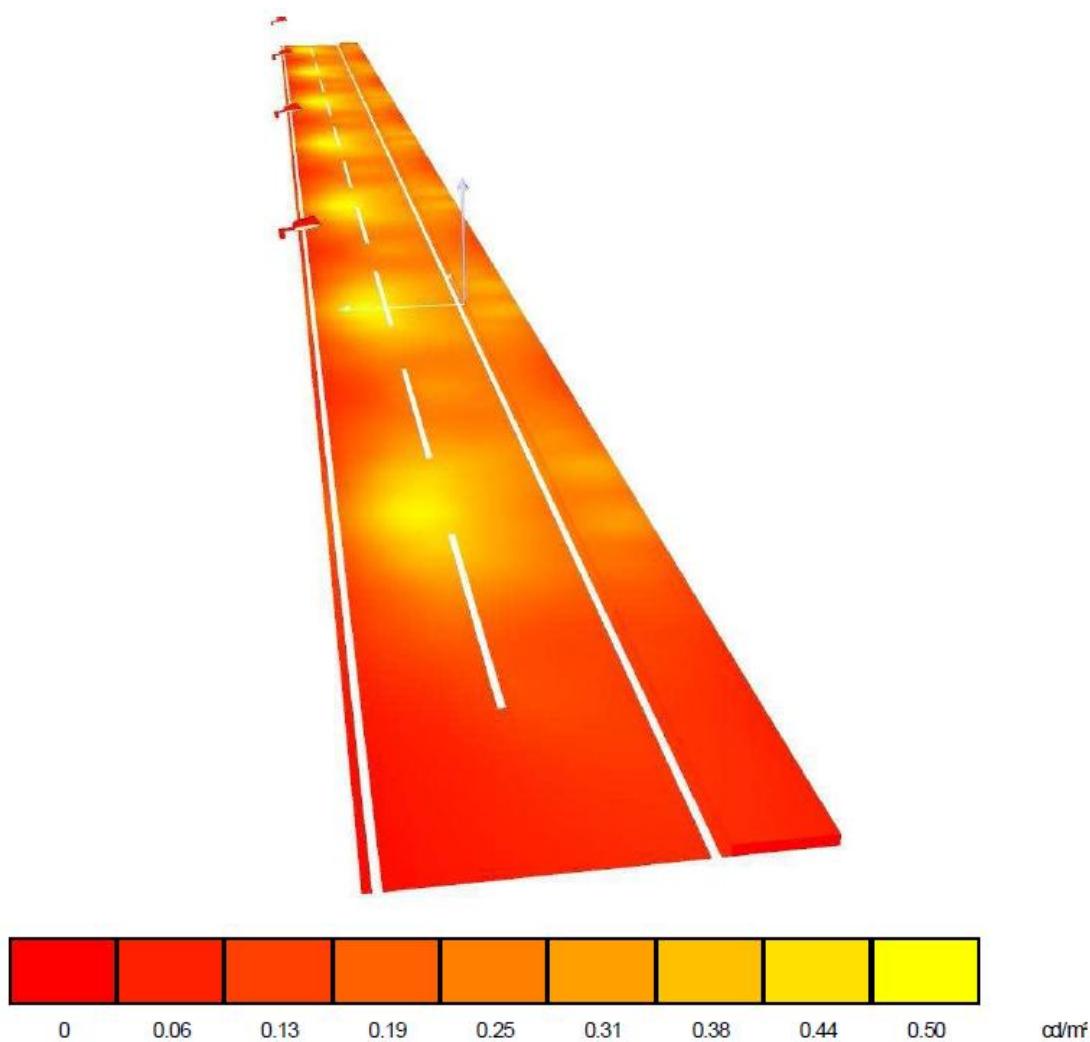


Fig. 22– Output grafico della modellazione del tratto con scala cromatica della luminanza

Per concludere in tabella 6 è riportata una stima economica della spesa necessaria per l'eventuale esecuzione dei lavori di adeguamento che però, considerata la recente installazione in questo tratto dei nuovi corpi illuminanti, non risultano prioritari. Il costo dell'intervento comprende, oltre alla fornitura e la posa di tutto ciò che si rende necessario, anche le spese tecniche di progettazione e l'IVA, dovuta nella misura del 20%, mentre non riporta gli eventuali contributi che la provincia Autonoma di Trento potrebbe individuare in futuro.

TRATTO Terme di Comano - Strada di accesso (rif. 1 - 16)

Descrizione voce	u.m.	Quantità	Prezzo unitario	Importo	Immagine
Rimozione di apparecchio di illuminazione (lampada inclusa) con corpo in metallo e diffusore in policarbonato da sostegno esistente di altezza pari a 4,5 mt circa. Compreso l'onere per l'abbassamento al piano di carico, il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	16	€ 35,00	€ 560,00	
Formazione di nuovo collegamento per alimentazione corpo illuminante, eseguita con cavo unipolare FG7R sezione 2,5mmq a partire dalla derivazione esistente.	n°	16	€ 32,50	€ 520,00	
Fornitura e posa in opera di prolunga per palo in alluminio estruso rigato per illuminazione pubblica, h= 2 mt, sezione circolare con diametro da 60 mm, colore grafite, con finestrella per l'ispezione ed il cablaggio, portafusibile di protezione, morsettiera asportabile. Classe di isolamento II. Inclusi gli allacciamenti, il bloccaggio del palo alla struttura esistente ed ogni altro onere per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	16	€ 230,00	€ 3.680,00	
Fornitura e posa in opera di apparecchio di illuminazione con sorgente luminosa a led di potenza 39W (tipo iGuzzini Lavinia BD87 od equivalente), compreso braccio d'ima-palo, con corpo in alluminio pressofuso, grado di protezione IP 66, classe II di isolamento, completo di accessori. Diffusore in vetro temperato spessore 4 mm resistente agli shock termici e agli urti. Completo di lampada a LED cool white 4000K, potenza 39 W. Verniciatura con polvere poliestere color grigio, resistente alla corrosione. Compresi gli allacciamenti, il collaudo, il rilascio delle dichiarazioni e delle certificazioni di conformità ed ogni onere necessario per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	16	€ 835,00	€ 13.360,00	
TOTALE (iva esclusa)				€ 18.120,00	
Spese tecniche di progettazione (iva esclusa)				€ 1.760,00	
IVA 20%				€ 1.988,00	
TOTALE (iva inclusa)				€ 20.108,00	

Tab. 6 – Stima preliminare dei costi per l'adeguamento del tratto di accesso all'hotel.

ALLEGATO A

		Descrizione Intervento: Stenico - Parco Terme di Comano - Viale d'accesso												
Inquinamento Ambientale (basso, medio, alto):		medio												
Intervallo di manutenzione prevista (anni):		2,00												
Superficie efficace (mq):		1.094												
		Classificazione compito visivo secondo norme vigenti; indicare norma seguita: UNI 11248												
Norme	Descrizione	Valori Numerici										Indici qualitativi		
		Categoria	Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	U1	T1	SR		
Parametri di riferimento per elementi (strada, ciclabile, marciapiede)	Carreggiata	ME5	836,0	0,50					0,35	0,4	15%	0,5		
	Marciapiede	S3	258,4		7,5	1,5								
Parametri di progetto	Carreggiata	ME5	836,0	0,50										
	Marciapiede	S3	258,4		7,5	1,5								
Eventuale spiegazione per parametri di progetto diversi da quelli minimi di riferimento														
Parametri di verifica maggiori e max +15% dei valori di progetto	Carreggiata	ME5	836,0	0,50	8,63				0,64	0,70	9,0%	0,50		
	Marciapiede	S3	258,4		8,11	5,30								
VERIFICA Illuminotecnica	Carreggiata	ME5	7.215	OK	NO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
	Marciapiede	S3	2.096	OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
Impianto	Totali			-	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK			
Indici Verifica	Zona Protetta	NO	Fattore di manutenzione; indicare la norma seguita: Legge P.A.T. n° 16 / 2007											
	VERIFICA L.P. 16/2007													
		Parametri di riferimento in base all'utilizzo di vari sistemi di illuminazione												
		Testapalo, h=6,5m i=19m												
		Lampada LED												
		Flusso 2300												
		Watt 39												
		IP 731												
		h/anno 8												
		Nr. 0,70												
		kWh/anno 228,07												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												
		-												

3.1.2 Tratto 2 - Viale pedonale con corpi illuminanti a globo (tipo K)

Attualmente il tratto analizzato è illuminato con lampade fluorescenti di potenza pari a 18 W. I corpi illuminanti installati sono di classe E – apparecchi vietati - secondo la L.P. 16/2007 e pertanto necessitano di essere sostituiti, per evitare la dispersione di flusso luminoso verso l'alto. Inoltre, i parametri illuminotecnici relativi all'illuminamento del viale pedonale E_m ed E_{min} , pari rispettivamente a 0,5 lx e 0,1 lx, risultano essere inferiori ai limiti previsti dalla normativa (2,0 lx e 0,6 lx), come anticipato in tabella 2.

Per verificare i parametri illuminotecnici e contestualmente garantire il rispetto dell'efficienza si suggerisce di installare prolunghie ai pali, in modo tale da raggiungere un'altezza di 5 m, e montare corpi illuminanti del tipo a lanterna dotati di lampada a LED da 30 W (22 led), visibili in figura 23. Per limitare le spese di intervento è stata scelta una soluzione in cui l'interesse attuale rimane invariato.

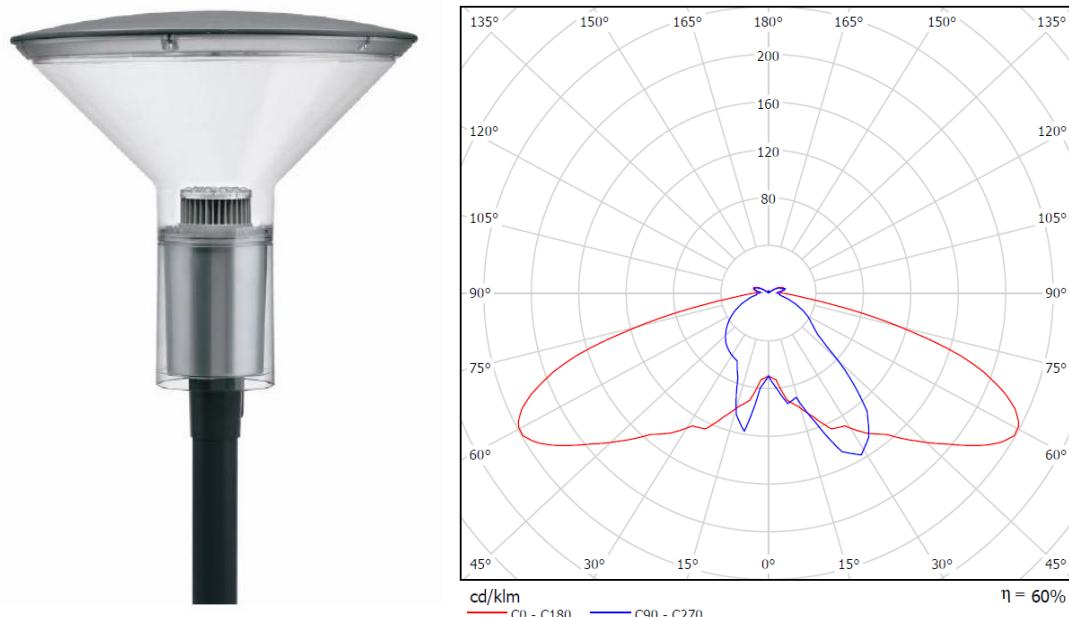


Fig. 23 – Immagine e curva fotometrica dell'apparecchio proposto per il vialetto pedonale che presenta attualmente corpi illuminanti di tipo K.

In tabella 7 si riassumono i valori di progetto calcolati per i parametri illuminotecnici caratteristici e il confronto degli stessi con i limiti imposti dalle norme di settore ed in particolare dalla L.P. 16/2007, riportati per esteso nell'apposito Allegato A. Per ottenere questi risultati è necessario che il flusso luminoso delle lampade venga ridotto di circa il 45% rispetto a quello massimo. Ciò consente di ridurre i consumi elettrici e di prolungare le ore di vita della lampada.

Verifiche illuminotecniche - stato di progetto			
Verifiche secondo norma L. P. 16/2007		Requisiti	Stato progetto
Illuminamento orizzontale medio mantenuto (E_m)	lux	2,0 ÷ 2,30	2,30
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto (E_{min})	lux	$\geq 0,6$	1,7

Tab. 7 – Parametri di progetto e verifiche illuminotecniche

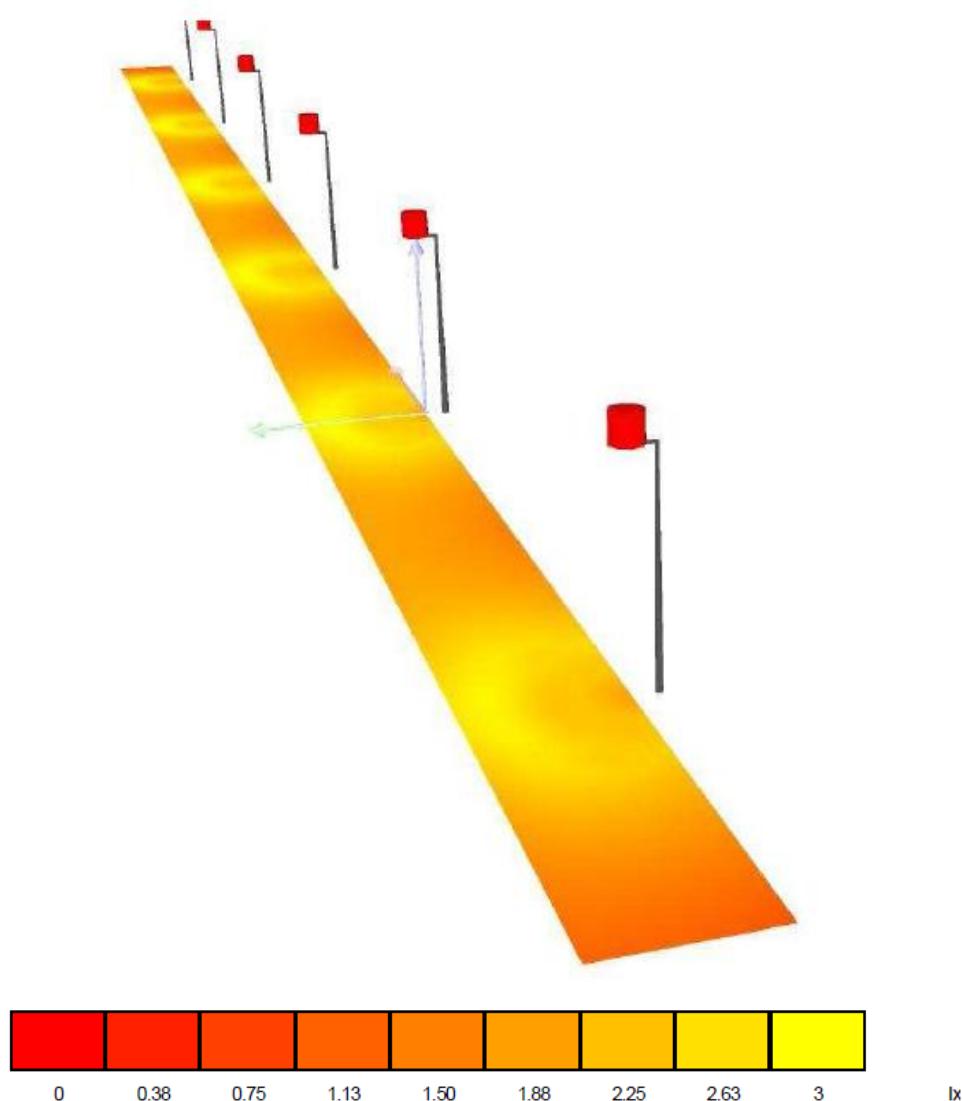


Fig. 24– Output grafico della modellazione del tratto con scala cromatica dell'illuminamento

Infine, in figura 24 si riporta il rendering grafico della modellazione del tratto, ottenuto utilizzando le lampade proposte, in cui si evidenzia tramite un'apposita scala cromatica il livello di illuminamento sul viale pedonale.

Per concludere, in tabella 8 è riportata una stima economica della spesa necessaria per l'eventuale esecuzione dei lavori di adeguamento che risultano consigliabili per l'elevato inquinamento luminoso che produce la tipologia di corpo illuminante presente. Il costo dell'intervento comprende, oltre alla fornitura e la posa di tutto ciò che si rende necessario, anche le spese tecniche di progettazione e l'IVA, dovuta nella misura del 20%, mentre non riporta gli eventuali contributi che la provincia Autonoma di Trento potrebbe individuare in futuro. È da notare che la tipologia di corpi proposti nella soluzione progettuale permette la coesistenza nell'impianto di questi ultimi con le lampade già presenti; ciò può consentire di suddividere secondo una scala di priorità i tratti presenti nell'area illuminata ed di intervenire sostituendo uno o più punti luce in base alle necessità.

TRATTO Terme di Comano - Vialetto tipo K (rif. 177 - 361)

Descrizione voce	u.m.	Quantità	Prezzo unitario	Importo	Immagine
Rimozione di apparecchio di illuminazione (lampada inclusa) con corpo in metallo e diffusore in policarbonato da sostegno esistente di altezza pari a 4 mt circa. Compreso l'onere per l'abbassamento al piano di carico, il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	59	€ 35,00	€ 2.065,00	
Formazione di nuovo collegamento per alimentazione corpo illuminante, eseguita con cavo unipolare FG7R sezione 2,5mmq a partire dalla derivazione esistente.	n°	59	€ 32,50	€ 1.917,50	
Fornitura e posa in opera di prolunga per palo in alluminio estruso rigato per illuminazione pubblica, h= 1 mt, sezione circolare con diametro da 60 mm, colore grafite, con finestrella per l'ispezione ed il cablaggio, portafusibile di protezione, morsettiera asportabile. Classe di isolamento II. Inclusi gli allacciamenti, il bloccaggio del palo alla struttura esistente ed ogni altro onere per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	59	€ 100,00	€ 5.900,00	
Fornitura e posa in opera di apparecchio di illuminazione con sorgente luminosa a led di potenza 30W (tipo Philips CitySpirit Cone BDS470 od equivalente), compreso attacco cima-palo, con corpo in alluminio pressofuso, grado di protezione IP 65, classe II di isolamento, completo di accessori. Diffusore in vetro temperato spessore 4 mm resistente agli shock termici e agli urti. Completo di lampada a LED neutral white 4000K, potenza 30 W. Verniciatura con polvere poliestere color grigio, resistente alla corrosione. Compresi gli allacciamenti, il collaudo, il rilascio delle dichiarazioni e delle certificazioni di conformità ed ogni onere necessario per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	59	€ 990,00	€ 58.410,00	
TOTALE (iva esclusa)				€ 68.292,50	
Spese tecniche di progettazione (iva esclusa)				€ 6.620,00	
IVA 20%				€ 7.491,25	
TOTALE (iva inclusa)				€ 75.783,75	

Tab. 8 – Stima preliminare dei costi per l'adeguamento del tratto.

ALLEGATO A

ALLEGATO A											
		Descrizione Intervento: Stenico - Parco Terme di Comano - Globi tipo K									
Inquinamento Ambientale (basso, medio, alto):		medio									
Intervallo di manutenzione prevista (anni):		2,00									
Superficie efficace (mq):		522									
Classificazione compito visivo secondo norme vigenti; indicare norma seguita: UNI 11248											

3.1.3 Tratto 3 - Viale pedonale con corpi illuminanti a globo (tipo L)

Attualmente il tratto è illuminato con lampade fluorescenti della potenza di 18 W, dotate di alettature che data la modalità di installazione permettono la dispersione di parte del flusso luminoso verso l'alto. Come detto in precedenza questo corpo illuminante risulta di classe E (apparecchi vietati) secondo la normativa attualmente in vigore e necessita pertanto di essere sostituito.

Inoltre, i parametri illuminotecnici relativi all'illuminamento E_m ed E_{min} , pari a 0,9 lx e 0,1 lx, risultano essere inferiori ai limiti previsti di 2,0 lx e 0,6 lx, come anticipato in tabella 3. Data la primaria necessità di sostituzione per questa tipologia di corpi illuminanti non è stato svolto il calcolo del parametro η , relativo all'efficienza del tratto.

Per verificare i parametri illuminotecnici e contestualmente garantire il rispetto dell'efficienza si suggerisce di installare pali aventi un'altezza di 5 m, con corpi del tipo testa-palo dotati di lampada a LED da 30 W (20 led), visibile in figura 25. Per limitare le spese di intervento è stata scelta una soluzione in cui l'interasse attuale rimane invariato.



Fig. 25 – Immagine e curva fotometrica del corpo illuminante proposto per il vialetto d'accesso.

In tabella 9 si riassumono i valori calcolati per i parametri illuminotecnici caratteristici e il confronto degli stessi con i limiti imposti dalle norme in materia ed in particolare dalla L.P. 16/2007, riportati per esteso nell'apposito Allegato A che segue. Per ottenere questi risultati è necessario che il flusso luminoso delle lampade venga ridotto del 50% rispetto a quello massimo. Ciò consente di ridurre i consumi elettrici e di prolungare le ore di vita della lampada.

Verifiche illuminotecniche - stato di progetto			
Verifiche secondo norma L. P. 16/2007	Requisiti	Stato progetto	
Illuminamento orizzontale medio mantenuto (E_m)	lux	2,0 ÷ 2,30	2,30
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto (E_{min})	lux	$\geq 0,6$	0,6

Tab. 9 – Parametri di progetto e verifiche illuminotecniche

In figura 26 si riporta un estratto grafico del risultato della modellazione del tratto con le lampade proposte, in cui viene evidenziato tramite un'apposita scala cromatica il livello di illuminamento sul vialetto.

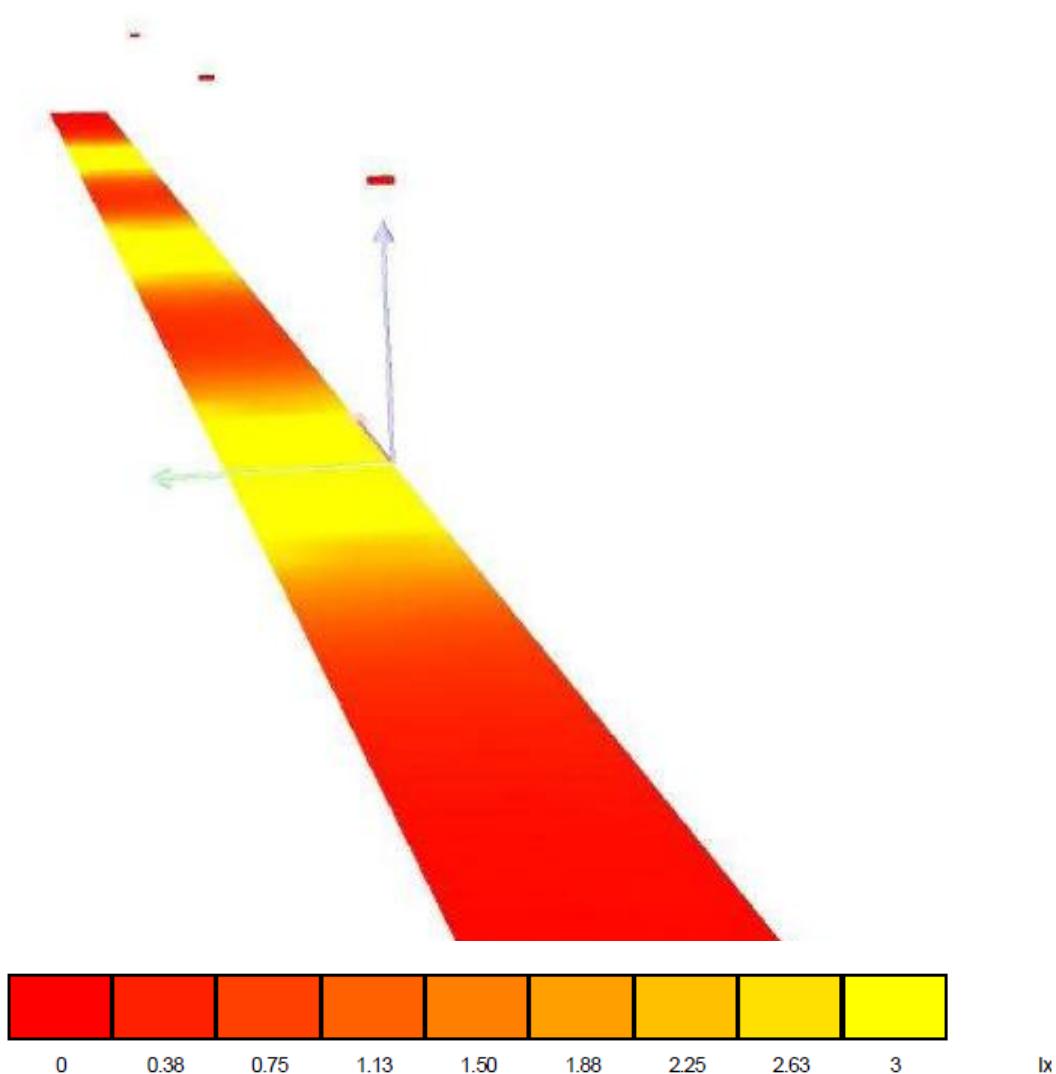


Fig. 26 – Output grafico della modellazione del tratto con scala cromatica dell'illuminamento

Per concludere, in tabella 10 è riportata una stima economica della spesa necessaria per l'eventuale esecuzione dei lavori di adeguamento che, data l'obsolescenza del corpo e la sua particolare installazione che provoca un elevato inquinamento luminoso, risultano consigliabili. Il costo dell'intervento comprende, oltre alla fornitura e la posa di tutto ciò che si rende necessario, anche le spese tecniche di progettazione e l'IVA, dovuta nella misura del 20%, mentre non riporta gli eventuali contributi che la provincia Autonoma di Trento potrebbe individuare in futuro. È da notare che la tipologia di corpi proposti nella soluzione progettuale permette la coesistenza nell'impianto di questi ultimi con le lampade già presenti; ciò può consentire di suddividere secondo una scala di priorità i tratti presenti nell'area illuminata ed di intervenire sostituendo uno o più punti luce in base alle necessità.

TRATTO Terme di Comano - Vialetto tipo K (rif. 323 - 411)

Descrizione voce	u.m.	Quantità	Prezzo unitario	Importo	Immagine
Rimozione di apparecchio di illuminazione, inclusa base portalampada e lampada, da sostegno esistente di altezza pari a 3 mt circa. Compreso l'onere per l'abbassamento al piano di carico, il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	85	€ 15,00	€ 1.275,00	
Rimozione di pali (h= 3 mt circa) per illuminazione pubblica. Compreso l'onere per il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	85	€ 20,00	€ 1.700,00	
Formazione di nuova risalita entro palo per alimentazione corpo illuminante, eseguita con cavo unipolare FG7R sezione 2,5mmq a partire dalla derivazione della dorsale di alimentazione nel relativo pozzetto.	n°	85	€ 32,50	€ 2.762,50	
Fornitura e posa in opera di palo in alluminio estruso rigato per illuminazione pubblica, h=5 mt fuori terra, sezione circolare con diametro da 120 mm e riduzione in pressofusione di alluminio in sommità da 60mm, colore grafite, con finestrella per l'ispezione ed il cablaggio, portafusibile di protezione, morsettiera asportabile. Classe di isolamento II. Inclusi gli allacciamenti, il bloccaggio del palo nel basamento con sabbia e sigillatura superiore in cemento ed ogni altro onere per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	85	€ 435,00	€ 36.975,00	
Fornitura e posa in opera di apparecchio di illuminazione con sorgente luminosa a led di potenza 20 W (tipo RUUD Ledway Road od equivalente), compreso di alimentatore, con corpo in alluminio pressofuso, gradi di protezione IP66, classe II di isolamento, completo di accessori. Modulo LED con grado di protezione IP66, lenti di diffusione ad alto rendimento, geometria variabile dell'ottica, lampada da 20 W cool white a 6000° K e resa cromatica ≥75. Verniciatura con polvere poliestere color grigio, resistente alla corrosione. Compresi gli allacciamenti, il collaudo, il rilascio delle dichiarazioni e delle certificazioni di conformità ed ogni onere necessario per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	85	€ 488,00	€ 41.480,00	
TOTALE (iva esclusa)				€ 84.192,50	
Spese tecniche di progettazione (iva esclusa)				€ 8.290,00	
IVA 20%				€ 9.248,25	
TOTALE (iva inclusa)				€ 93.440,75	

Tab. 10 – Stima preliminare dei costi per l'adeguamento del tratto.

ALLEGATO A

3.1.4 Tratto 4 - Ponte in legno sul fiume Sarca

Attualmente il ponte è illuminato con corpi che montano lampade alogene da 75 W con una potenza installata complessiva di 2,1 kW; dalle verifiche effettuate è emerso che il tratto risulta sovra illuminato. Il parametro non rispettato per quanto riguarda il passaggio ciclo-pedonale, classificato di categoria S4 secondo la norma UNI 11248, è l'illuminamento medio mantenuto, pari a 110 lx a fronte di un limite massimo fissato dalla L.P. 16/2007 di 5,75 lx; il valore dell'illuminamento minimo risulta nella norma. Il coefficiente di efficienza energetica η rientra nei limiti grazie al basso numero di ore di funzionamento annue.

Per verificare i parametri illuminotecnici e garantire un risparmio energetico si suggerisce di cambiare l'attuale disposizione dei punti luce ed installare, sulla superficie inferiore del trave centrale della passerella, 18 lampade a led da 7,5 W con un interasse di circa 4,5 m ad un'altezza di 4,5 m. In figura 27 è riportato come esempio il corpo illuminante utilizzato nella simulazione, le cui caratteristiche consentono il rispetto delle normative vigenti.

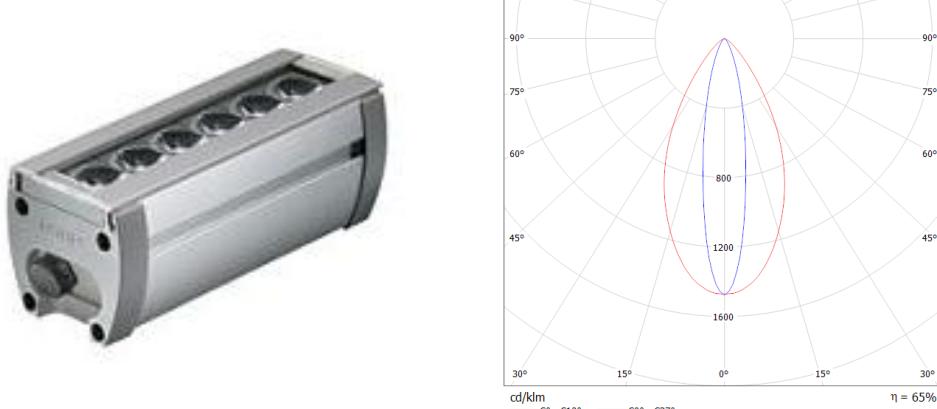


Fig. 27 – Immagine e curva fotometrica del corpo illuminante proposto per il ponte sul fiume Sarca

Verifiche illuminotecniche - stato di progetto			
Verifiche secondo norma L. P. 16/2007	Requisiti	Stato progetto	
Illuminamento orizzontale medio mantenuto (E_m)	lux	$5,0 \div 5,75$	5,09
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto (E_{min})	lux	$\geq 1,0$	1,7
Efficienza dell'impianto (η)	kWh anno/m ²	≤ 15	5,1
Indice di illuminazione dispersa (k_{ill})	-	non previsto	-

Tab. 11 – Parametri di progetto e verifiche illuminotecniche

In tabella 11 si riassumono i valori calcolati per i parametri illuminotecnici caratteristici e il confronto degli stessi con i limiti imposti dalle norme in materia ed in particolare dalla L.P. 16/2007, riportati per esteso nell'apposito Allegato A che segue.

Nelle figure 28 e 29 si riportano alcuni estratti grafici dei risultati della modellazione del tratto con le nuove lampade, dove si evidenzia anche tramite un'apposita variazione cromatica il livello di illuminamento risultante sul tratto. È da notare che la scala dei colori utilizzata per la resa dei livelli di illuminamento è stata tarata ad un ordine di grandezza inferiore rispetto a quella impiegata nella rappresentazione dello stato di fatto con lo scopo di rendere visibile la distribuzione del fascio luminoso che altrimenti sarebbe stata indistinguibile.

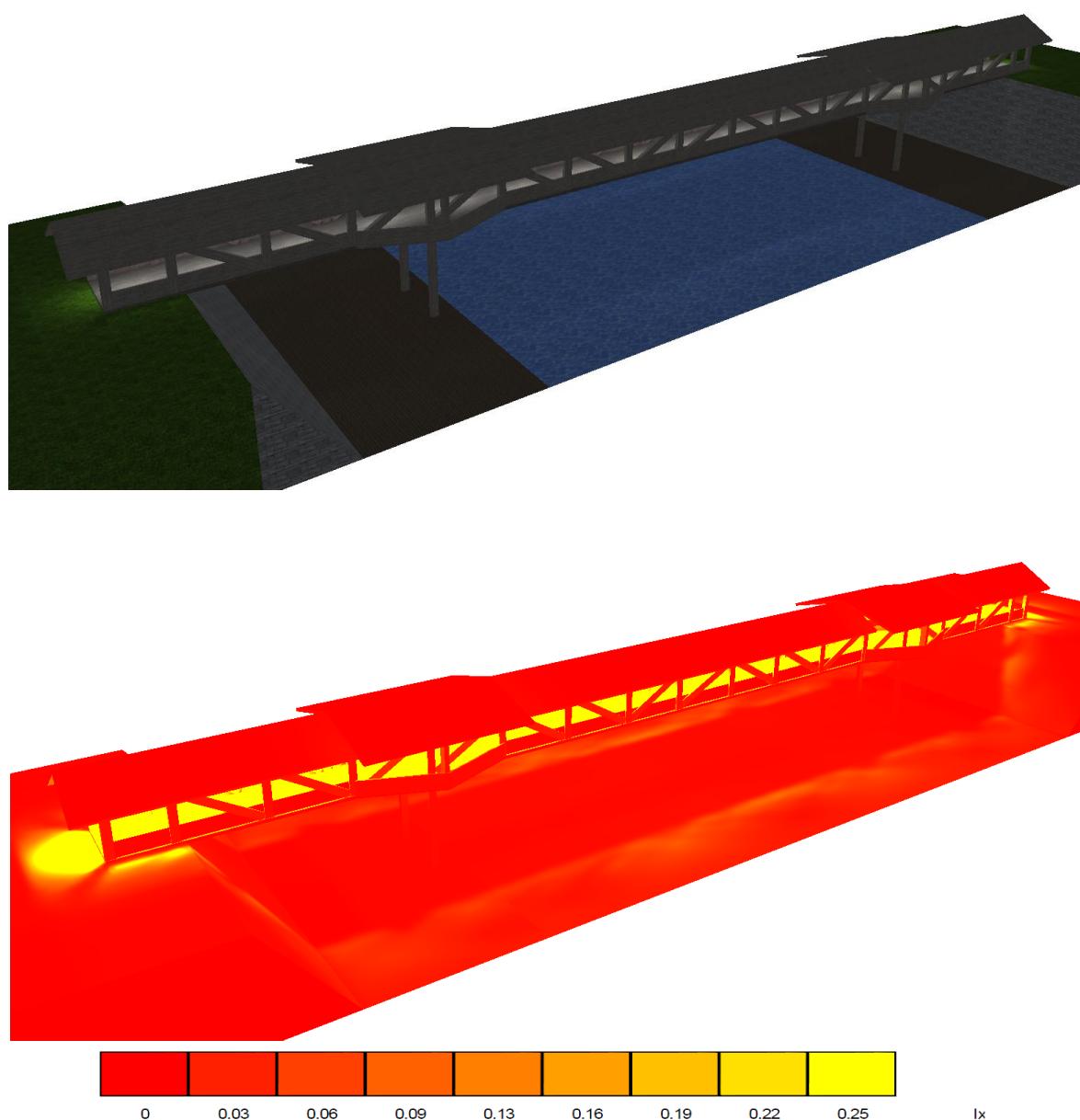


Fig. 28 – Rendering della simulazione che riporta l'illuminamento puntuale del ponte sul fiume Sarca – Vista esterna

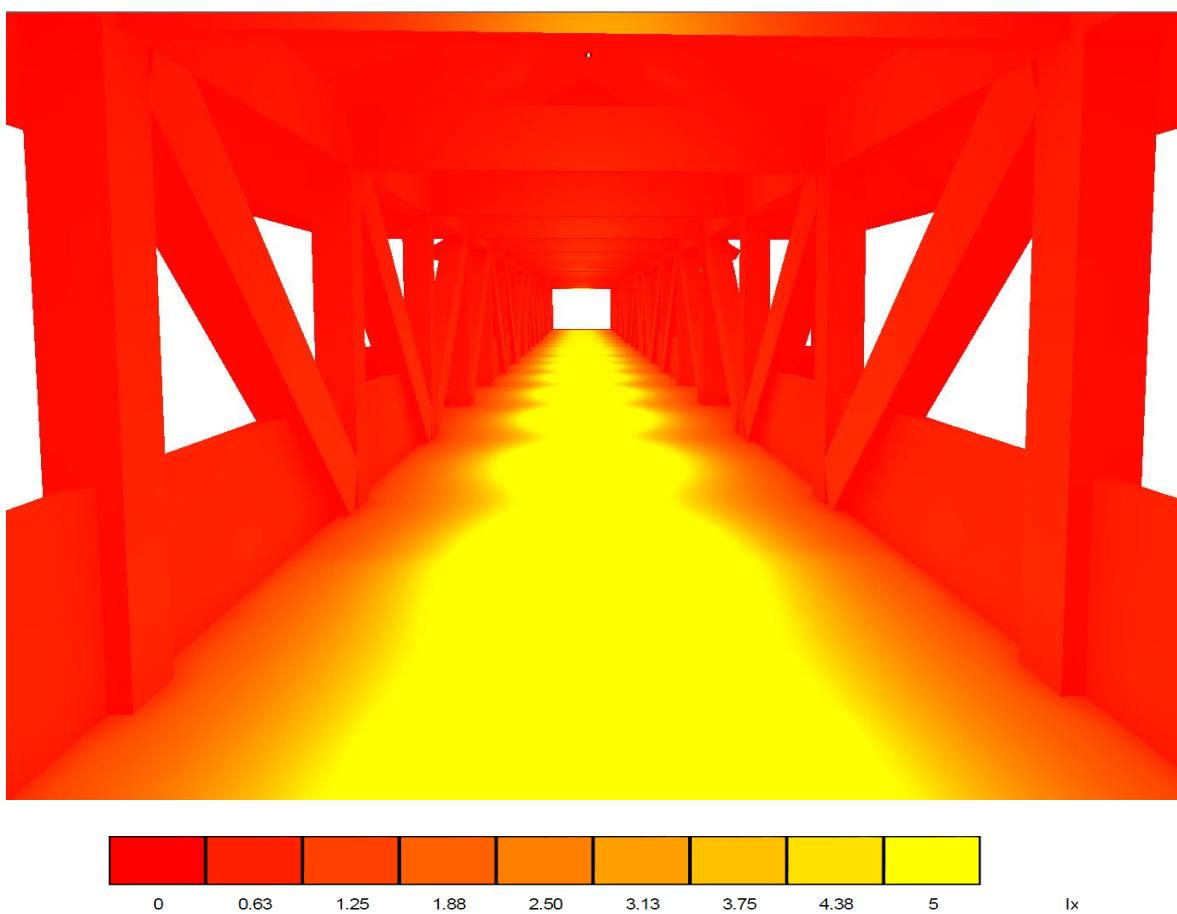


Fig. 29 – Rendering della simulazione che riporta l'illuminamento puntuale del ponte sul fiume Sarca – Vista interna

Per concludere, in tabella 12 è riportata una stima economica della spesa necessaria per l'eventuale esecuzione dei lavori di adeguamento che data l'elevata dispersione luminosa e il considerevole consumo d'energia risultano prioritari. Il costo dell'intervento comprende, oltre alla fornitura e la posa di tutto ciò che si rende necessario, anche le spese tecniche di progettazione e l'IVA, dovuta nella misura del 20%, mentre non riporta gli eventuali contributi che la provincia Autonoma di Trento potrebbe individuare in futuro.

TRATTO Terme di Comano - Ponte (rif. 45 - 72)

Descrizione voce	u.m.	Quantità	Prezzo unitario	Importo	Immagine
Rimozione di apparecchio di illuminazione, inclusa base portalamppada e lampada, da sostegno esistente di altezza pari a 3 mt circa. Compreso l'onere per l'abbassamento al piano di carico, il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	28	€ 15,00	€ 420,00	
Formazione di nuovo collegamento per alimentazione corpo illuminante, eseguita con cavo unipolare FG7R sezione 2,5mmq a partire dalla derivazione esistente.	n°	18	€ 32,50	€ 585,00	
Fornitura e posa in opera di apparecchio di illuminazione con sorgente luminosa a led di potenza 7,5 W (tipo led Philips LEDline ² od equivalente), compreso alimentatore e staffe d'installazione, con corpo in alluminio pressofuso, grado di protezione IP 66, classe I di isolamento, completo di accessori. Diffusore in vetro temperato spessore 4 mm resistente agli shock termici e agli urti e ottica sigillata ermeticamente. Completo di lampada a LED bianco caldo 3150K, potenza 7,5 W. Verniciatura con polvere poliestere color grigio, resistente alla corrosione. Compresi gli allacciamenti, il collaudo, il rilascio delle dichiarazioni e delle certificazioni di conformità ed ogni onere necessario per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	18	€ 480,00	€ 8.640,00	 Philips LEDline2
TOTALE (iva esclusa)				€ 9.645,00	
Spese tecniche di progettazione (iva esclusa)				€ 920,00	
IVA 20%				€ 1.056,50	
TOTALE (iva inclusa)				€ 10.701,50	

Tab. 12 – Stima preliminare dei costi per l'adeguamento del Ponte sul fiume Sarca

ALLEGATO A

Norme		Descrizione Intervento:		Terme di Comano - Parco - Ponte									
Inquinamento Ambientale (basso, medio, alto):		medio		2,00									
Intervallo di manutenzione prevista (anni):		2,00		320									
Superficie efficace (mq):													

3.2 Altre situazioni rilevanti

Per quanto riguarda l'hotel Flora, data la tipologia di lampade installate e la recente realizzazione dell'impianto, non si presentano criticità tali da raccomandare un intervento per la messa a norma dello stesso.

Con riferimento all'abitazione privata di fronte all'ingresso del Grand Hotel Terme, in prossimità della diramazione che da Ponte Arche conduce all'abitato di Stenico, si evidenza la presenza di 8 corpi illuminanti a globo, tipologia vietata dalla L.P. 16/2007. In analogia con altri casi già individuati all'interno del territorio comunale, la sostituzione delle lampade a globo risulta in linea generale prioritaria a causa dell'elevato inquinamento luminoso che producono, nonostante la scarsa potenza installata. Quest'ultima andrebbe comunque verificata per poter proporre soluzioni conformi.

4 Normativa di riferimento

Si riporta di seguito l'elenco della normativa e delle leggi di riferimento:

- P.A.T. - Legge provinciale 3 ottobre 2007, n. 16 (Risparmio energetico e inquinamento luminoso).
- UNI 11248 : Illuminazione stradale: selezione delle categorie illuminotecniche;
- UNI EN 13201-2: Illuminazione stradale - requisiti prestazionali;
- UNI EN 13201-3: Illuminazione stradale – Parte 3: calcolo delle prestazioni;
- Norma CIE 154 del 2003 - Manutenzione dei sistemi di illuminazione elettrici per esterni;
- Norma CEI 64/7 - Impianti elettrici di illuminazione pubblica;
- Legge n° 186 01/03/68 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchine e impianti elettrici ed elettronici;
- Legge n° 791 18/10/77 Attuazione direttiva 73/23/CEE relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione;
- D.M. 37/08 22/01/08 Norme per la sicurezza degli impianti;
- Guida CEI 0-2 fascicolo 2459G - Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- Norme CEI applicabili alla tipologia di impianti elettrici e ai luoghi di installazione previsti;
- Norme UNI e UNEL per i materiali unificati.

5 Allegati

Si presentano in allegato le tavole rappresentanti la situazione esistente nell'area del Parco delle Terme di Comano, redatte sulla base del materiale fornito dal Geom. Salvaterra e in seguito ai sopralluoghi effettuati:

- Tavola 8: Tavola dei corpi illuminanti installati e dei tratti modellati;
- Tavola 9: Tavola delle tipologie dei corpi illuminanti installati.