



Comune di
**CAMPELLO
SUL CLITUNNO**

Piazza Ranieri Campello, 1
06042 – Campello sul Clitunno (PG)



Via dello stadio, 77 – 05100 – TERNI (TR)

Oggetto:

CONCESSIONE DEL SERVIZIO DI GESTIONE INTEGRATA DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA, LORO MESSA IN SICUREZZA ELETTRICA E MECCANICA, EFFICIENTAMENTO CON TOTALE RICONVERSIONE “A LED” E ADEGUAMENTO ALLA L.R. 20/2005 CON “FINANZIAMENTO TRAMITE TERZI” A SEGUITO DI PROPOSTA DEL PROMOTORE AI SENSI DELL’ART. 278 d.P.R. N° 207/2010 (REGOLAMENTO DI ESECUZIONE ED ATTUAZIONE DEL D.LGS N° 163/2006)



Elaborato n° 3 di 8

Luogo: TERNI

Data: 01/10/2015


Pagine n° 48

Studio di Fattibilità

3.1 – Relazione Tecnico-Descrittiva



il Presidente del CdA
(Massimo Piacenti)

 **ENERSTREET** s.r.l.

Via dello Stadio, 77
05100 TERNI (TR) Italy

C.F. e Part. IVA 01504080558

Relazione Tecnico-Descrittiva

Indice

1. OGGETTO E FINALITÀ DELL'INIZIATIVA
 - 1.1 Premessa
 - 1.2 Consistenza degli impianti e costi attuali per Energia e Manutenzione
2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO PER LA PROGETTAZIONE
3. CLASSIFICAZIONE ILLUMINOTECNICA
4. MOTIVI PER LA SCELTA DELLA TECNOLOGIA LED
 - 4.1 Le problematiche irrisolte delle lampade ai vapori di sodio
 - 4.2 L'illuminazione a LED
 - 4.3 Raccolta Verifiche Illuminotecniche
 - 4.4 Tabella delle sostituzioni previste e calcolo del risparmio energetico
5. STATO ATTUALE DEI SOSTEGNI E DIMENSIONAMENTO DEI BASAMENTI
6. SCELTA DEI CAVI E PROTEZIONI ELETTRICHE DEGLI IMPIANTI
 - 6.1 Calcolo della caduta di tensione
 - 6.2 Protezioni dalle sovracorrenti dovute ai cortocircuiti
 - 6.3 Protezione dai contatti diretti
 - 6.4 Protezione dai contatti indiretti
7. STIMA DELLE QUANTITÀ E DEI COSTI DEI LAVORI PREVISTI
8. PRIME INDICAZIONI PER LA FUTURA REDAZIONE DEL PRIC
9. PRIME INDICAZIONI PER LA REDAZIONE DEI PIANI DI SICUREZZA

1. OGGETTO E FINALITÀ DELL'INIZIATIVA

1.1 Premessa

L'impetuosa evoluzione qualitativa e prestazionale che ha caratterizzato i sistemi di illuminazione a Led negli ultimissimi anni, ha di fatto "pensionato" ben prima di quanto fosse previsto le lampade "neon", "sodio" e "ioduri" che per decenni erano state protagoniste incontrastate dell'illuminazione nelle applicazioni ove necessitano grandi flussi luminosi.

Conseguentemente, l'applicabilità della tecnologia Led ha reso d'un colpo i consumi di energia elettrica in applicazioni quali, in particolare, l'illuminazione pubblica, intollerabilmente eccessivi e sproporzionati rispetto alla qualità e funzionalità del servizio offerto al cittadino.

Alle ragguardevoli performance del Led come emissione luce in rapporto all'energia elettrica consumata, si aggiungono poi le superiori prestazioni dei sistemi ottici in cui i Led sono inseriti che, grazie alle ridotte dimensioni delle sorgenti luminose, hanno permesso la realizzazione di fotometrie in grado di proiettare la quasi totalità della luce emessa "esattamente dove serve", mentre nei vecchi sistemi ottici con lampade a scarica le fotometrie non possono mai essere altrettanto precise e una quantità rilevante di luce "non esce" dall'ottica mentre altra è "dispersa" al di fuori dell'area intenzionalmente da illuminare.

Tutto ciò rende oggi possibile con una valida progettazione "a Led" degli impianti (senza affatto sacrificare i livelli di illuminazione bensì migliorandoli in termini di uniformità, colore della luce, abbagliamento ecc.) la realizzazione di risparmi energetici che vanno da un 40% circa su impianti di recentissima e buona progettazione con le migliori lampade al sodio alta pressione, ad un 60% circa su impianti utilizzando corpi illuminanti con tecnologia al sodio ma di non recente progettazione, fino a risparmi anche oltre il 70% ove le tecnologia sia ancora quella dei vapori di mercurio o, pur utilizzate lampade al sodio, queste siano installate in corpi illuminanti non cut-off, a luce indiretta, dotati di schermi opalini o caratterizzati dalla gran parte del flusso luminoso disperso verso l'alto come avviene ad esempio in molti globi e lanterne.

Agli intollerabili sprechi di energia elettrica, specie in una fase di forte contrazione delle risorse economiche a disposizione delle Amministrazioni Pubbliche, corrispondono inoltre livelli di emissione di gas tossici e gas "serra" in atmosfera (in particolare CO₂) che irritano la sempre maggiore e più diffusa sensibilità ecologista (per il Comune di Campello sul Clutinno ammontano a circa 113 le tonnellate di CO₂ immessa annualmente in atmosfera per produrre gli oltre 240.000 kWh sprecati dall'impianto di illuminazione pubblica per inefficienza).

In ragione di quanto sopra detto, l'Illuminazione Pubblica fornisce oggi una impareggiabile occasione per coniugare riqualificazione e miglioramento prestazionale degli impianti, aumento delle capacità gestionali e aumento della qualità del servizio, sostenibilità ambientale, liberazione di risorse economiche per le Amministrazioni e stimolo all'economia.

A questa grande opportunità fa però da contraltare l'impossibilità per i Comuni di disporre di sufficienti risorse tecniche e finanziarie per realizzare "in proprio" l'opera: è a questo punto che a rendere praticabile e con totale garanzia di risultati l'operazione interviene la presente offerta di F.T.T., con proposta sviluppata dal candidato Promotore secondo quanto previsto dall'articolo 278 del d.P.R. 207/2010 (Regolamento di Esecuzione e Attuazione del Codice dei Contratti Pubblici).

Il Finanziamento Tramite Terzi è stato introdotto in Europa con la Direttiva 93/76/CEE che, all'articolo 4, lo definisce come "Fornitura globale dei servizi di diagnosi, installazione, gestione, manutenzione e finanziamento di un investimento finalizzato al miglioramento dell'efficienza energetica secondo modalità per le quali il recupero del costo di questi servizi è in funzione, in tutto o in parte, del livello di risparmio energetico."

In pratica, il proponente in qualità di E.S.Co. effettua l'intervento di efficientamento energetico grazie alle risorse anticipate dal sistema bancario (il terzo soggetto), e si accorda con l'utente finale su quanta parte del risparmio economico ottenuto debba servire a ripagare l'investimento,

definendo così il piano di rimborso. Alla fine del periodo di rimborso, l'utente finale diventa titolare dell'intervento e usufruisce in pieno degli ulteriori risparmi derivanti.

Oltre alla esposizione del progetto e dei risultati illuminotecnici che si intendono conseguire per le aree soggette a traffico veicolare, le piazze, le aree pedonali e la valorizzazione artistica monumentale della città, verrà anche calcolato con adeguata precisione il livello di efficientamento energetico e gestionale atteso al fine di poter valutare (costo degli interventi e costi futuri di esercizio, manutenzione e approvvigionamento energetico alla mano), la sostenibilità economica dell'iniziativa come poi verificata nel PEF di progetto.

A progetto realizzato, oltre ai benefici economici ed ecologici già citati il miglioramento del servizio offerto ai cittadini sarà ampiamente percepibile in termini di:

- Sicurezza elettrica e statica degli impianti;
- Minori disservizi;
- Miglioramento di illuminamento/luminanza ed uniformità in relazione alle normative vigenti;
- Rispondenza alla normativa regionale contro l'inquinamento luminoso;
- Effetto dissuasivo verso atti di microcriminalità e vandalismo;
- Aumento della sicurezza stradale grazie a miglioramento di luminanze, illuminamenti e loro uniformità, nonché per la riduzione di abbagliamenti ed elementi di distrazione tali da ingenerare pericoli per gli utenti;
- Incentivo alle attività serali economiche, ricreative e di socializzazione con evidente ricaduta sulla qualità della vita.

Oltre agli interventi di efficientamento e messa in sicurezza l'offerta di gara dovrà prevedere anche la progettazione e realizzazione della completa illuminazione di un tratto di circa 630 m di via Santa Maria e di un tratto di via Europa Unita tra gli incroci con via Monte Serano e via Agnelli, ora del tutto prive di illuminazione, come da ortofoto appresso riportata:

Nuovi Tratti di Illuminazione Pubblica da realizzare su via Santa Maria e via Europa Unita a titolo non oneroso per il Comune di Campello sul Clitunno.



Si precisa infine che nel caso particolare del Comune di Campello sul Clitunno, il Concessionario oltre della iniziale messa in sicurezza elettrica e meccanica degli impianti, ai lavori di efficientamento energetico, alla realizzazione dei nuovi tratti di impianto in via S. Maria e via Europa Unita provvederà per tutti gli impianti di Illuminazione Pubblica e per tutta la durata del contratto, alla fornitura di energia elettrica, alle verifiche periodiche e a tutte le attività di manutenzione ordinaria, riparazione e quanto altro necessario al corretto e sicuro funzionamento degli impianti eccezion fatta per il semplice cambio lampade (materiali forniti dal Concessionario) e semplice riarmo di interruttori scattati a causa di "transitori" (ove si configurino come "lavori non elettrici") in quanto il Comune intende continuare a gestire con il proprio personale questa parte di attività.

Da ultimo si precisa che nello "storico" dei consumi energetici sono inglobati anche i consumi delle luminarie installate nel periodo natalizio: i consumi necessari a tale uso dovranno continuare ad essere garantiti e si debbono intendere ricompresi nel canone di gestione.

Naturalmente, l'installazione delle luminarie è soggetta a ben precise normative ai fini della sicurezza che dovranno essere rispettate; in particolare:

- È obbligatorio eseguire gli ancoraggi mediante idonei materiali non conduttori e di caratteristiche idonee a non compromettere l'eventuale verniciatura dei pali stessi;
- È assolutamente vietato l'impiego di fili metallici nudi quale sistema di ancoraggio agli impianti di pubblica illuminazione;
- Il carico complessivamente applicato a ciascun sostegno per effetto delle luminarie dovrà essere compatibile con le caratteristiche meccaniche dei pali;
- È vietata la "tesata" di luminarie tra un palo IP e il fusto o il ramo di un albero per gli strarionamenti cui il palo sarebbe sottoposto in caso di forte vento.
- Deve essere scrupolosamente rispettata l'altezza minima di installazione di 5,1 metri in caso di aree aperte al traffico motorizzato e 3 m nelle aree esclusivamente pedonali;

- Nelle operazioni di installazione, manutenzione, rimozione, è assolutamente vietato l'uso di scale appoggiate allo stelo dei pali e la scalata dei pali con qualsiasi mezzo (debbono altresì essere usate piattaforme aeree omologate);
- Siccome gli impianti di Illuminazione saranno dotati di interruttori MGT-d auto-ripristinanti, per ciascun punto di prelievo dell'energia per la luminarie occorrerà installare idoneo quadretto elettrico di protezione e comando ("lucchettabile" o munito di serratura Y21) con interruttore MGT-d da 30 mA tipo "A" (capace di intervenire anche per dispersioni pulsanti unidirezionali (possibili con gli alimentatori elettronici delle moderne luminarie a LED) con intervento non ritardato in modo da creare una selettività di intervento con la protezione auto ripristinante dell'impianto di Pubblica Illuminazione.

Inoltre l'impresa installatrice dovrà produrre:

- a) Dichiarazione sottoscritta da tecnico qualificato abilitato che attesti la rispondenza degli impianti e delle installazioni alle vigenti norme CEI con particolare riferimento alle soluzioni adottate contro il rischio elettrico potenzialmente derivante dalla accidentale dispersione di corrente e facendo esplicito riferimento al fatto di aver applicato a ciascun palo sistemi di fissaggio e "tiri" tali da non compromettere la stabilità dei sostegni.
- b) Dichiarazione del Legale rappresentante della Impresa installatrice per le responsabilità civili e penali per danni a terzi, con indicazione delle generalità e dei recapiti del "Responsabile d'Impianto" ovvero della "Persona designata alla conduzione dell'impianto" in applicazione di quanto previsto dalle vigenti Norme;
- c) Polizza "Tutti i rischi" comprensiva di R.C.T., per importo non inferiore a 1,5 Milioni di euro e avente validità temporale tale da coprire l'intera fase di installazione, esercizio e rimozione delle luminarie. La relativa polizza, regolarmente stipulata, dovrà essere esibita in originale e rilasciata in copia al Concessionario del Servizio di Illuminazione Pubblica prima dell'inizio dei lavori di installazione.

Infine, il Concessionario entro il primo anno di affidamento del Servizio dovrà provvedere, sempre a titolo non oneroso per il Comune, alla Redazione del P.R.I.C., comprese tutte le attività necessarie al suo approntamento.

1.2 Consistenza degli impianti e costi attuali per Energia e Manutenzione

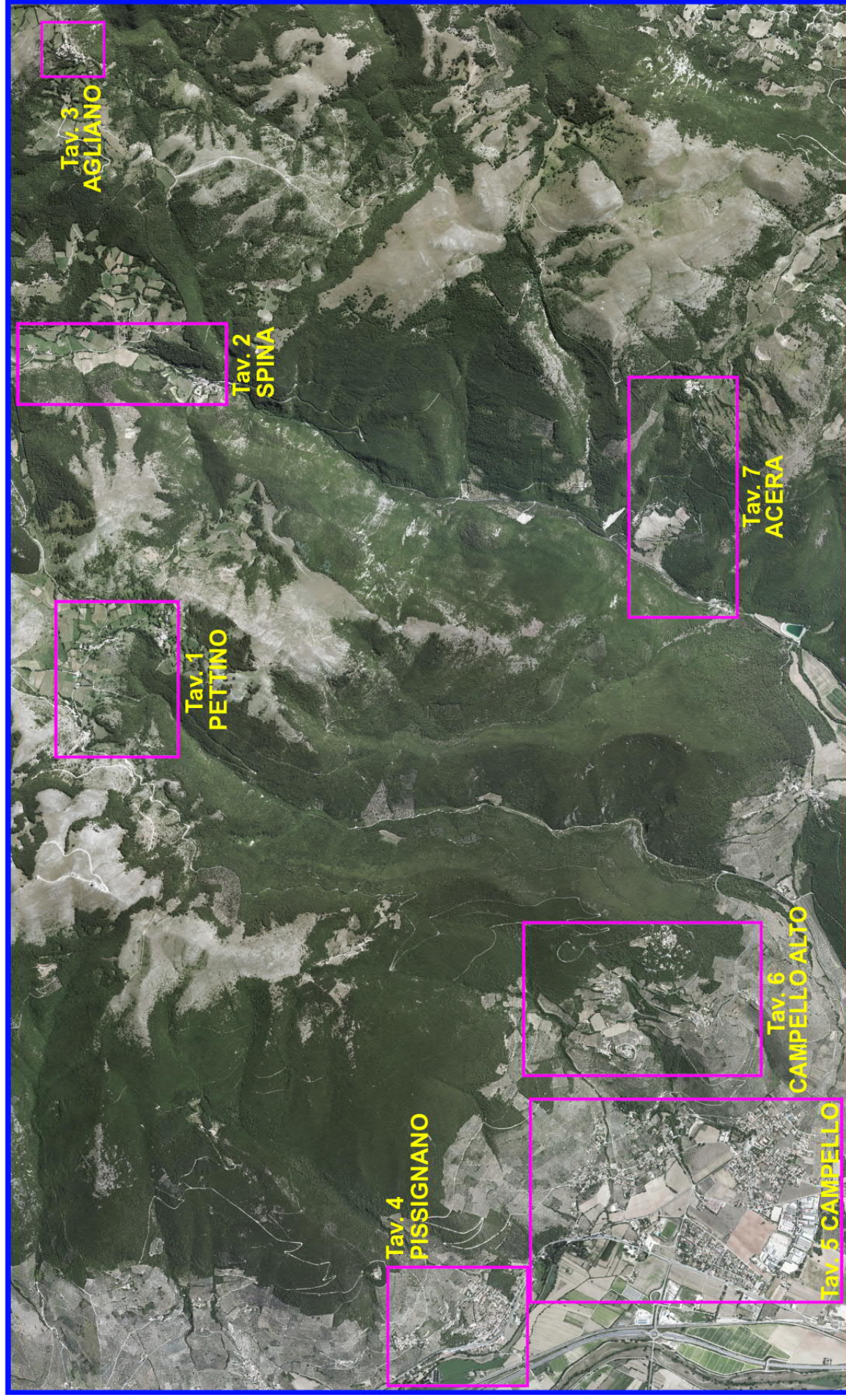
Consumi annuali per Illuminazione Pubblica Comune di CAMPELLO									
n°	POD	indirizzo		Potenza Impegnata	Cons. annui Gennaio - Dicembre 2014				F3/TOT
					F1	F2	F3	TOT	
1	IT001E04460350	via	Giovanni Agnelli	1,1	204	1.130	2.460	3.794	0,65
2	IT001E04460351	via	Dante Alighieri	0,4	19	121	336	476	0,71
3	IT001E04460352	via	Belvedere	0,1	4	23	65	92	0,71
4	IT001E04460353	via	Belvedere	1,7	230	936	2.483	3.649	0,68
5	IT001E04460354	via	Belvedere	0,6	12	61	170	243	0,70
6	IT001E04460355	via	Belvedere	1,7	69	424	1.206	1.699	0,71
7	IT001E04460356	via	Emilio Buttinelli, 6x	2,2	381	2.288	3.829	6.498	0,59
8	IT001E04460357	via	Dante Ciri	0,9	140	871	2.541	3.552	0,72
9	IT001E04460358	via	Nadia Deli	3,0	831	3.488	7.866	12.185	0,65
10	IT001E04460359	via	Don Luigi Fausti	2,0	223	1.117	2.993	4.333	0,69
11	IT001E04460362	via	Andrea Gradassi, snc	0,9	537	3.208	8.630	12.375	0,70
12	IT001E04460363	via	Andrea Gradassi, snc	3,3	489	2.963	6.193	9.645	0,64
13	IT001E04460365	via	delle Macchiette. Snc	1,3	597	3.107	8.607	12.311	0,70
14	IT001E04460367	via	Alessandro Manzoni, 4x	0,7	117	705	2.104	2.926	0,72
15	IT001E04460368	via	del Mulino, snc	0,1	4	28	80	112	0,71
16	IT001E04460369	via	del Mulino, 23x	0,7	21	139	388	548	0,71
17	IT001E04460370	via	Giovanni Pascoli, snc	4,4	625	3.454	7.203	11.282	0,64
18	IT001E04460371	piazza	Ranieri, snc	5,6	781	4.762	11.022	16.565	0,67
19	IT001E04460372	via	San Francesco, snc	1,7	248	1.413	3.241	4.902	0,66
20	IT001E04460373	via	San Francesco, snc	3,3	285	1.581	4.282	6.148	0,70
21	IT001E04460374	via	Santa Maria, snc	0,1	3	23	65	91	0,71
22	IT001E04460375	via	Santa Maria, snc	0,3	235	1.451	4.114	5.800	0,71
23	IT001E04460376	via	Santa Maria, snc	0,2	8	48	135	191	0,71
24	IT001E04460378	loc.	Settecamini, snc	0,1	0	0	0	0	
25	IT001E04460379	via	Trento e Trieste, snc	3,0	357	1.429	3.527	5.313	0,66
26	IT001E04460380	via	Virgilio, snc	0,7	257	1.557	3.444	5.258	0,66
27	IT001E04460381	via	Virgilio, snc	0,5	22	142	401	565	0,71
28	IT001E04460382	loc.	Acera, snc	0,3	27	154	446	627	0,71
29	IT001E04460383	loc.	Acera, snc	3,0	379	2.071	5.561	8.011	0,69
30	IT001E04460384	loc.	Acera, snc	1,0	130	781	2.127	3.038	0,70
31	IT001E04460385	fraz.	Agliano, snc	1,8	33	195	561	789	0,71
32	IT001E04460386	passo	d'Acera, snc	0,5	61	363	991	1.415	0,70
33	IT001E04460388	borgo	Rovere di Champeaux	6,6	1.141	5.749	12.983	19.873	0,65
34	IT001E04460389	loc.	Spina Nuova, snc	0,7	34	207	559	800	0,70
35	IT001E04460390	loc.	Vecchia Spina, snc	1,3	181	1.039	2.748	3.968	0,69
36	IT001E04460391	via	del Castello, snc	0,6	144	783	2.178	3.105	0,70
37	IT001E04460393	via	Flaminia, snc	6,6	1.357	6.460	13.781	21.598	0,64
38	IT001E04460394	via	Fonti del Clitunno, snc	1,4	0	0	0	0	
39	IT001E04460397	via	Franceschini, snc	3,3	371	2.051	5.057	7.479	0,68
40	IT001E04460398	via	Plinio il Giovane, 25X	3,7	507	2.813	7.929	11.249	0,70
41	IT001E04460399	via	Tre Ponti, snc	2,2	371	2.331	4.957	7.659	0,65
42	IT001E04483005	via	San Donato	1,3	195	1.301	3.709	5.205	0,71
43	IT001E04483016	via	Nuova	0,8	121	799	2.281	3.201	0,71
44	IT001E04483024	via	Tre Ponti	0,2	30	200	571	801	0,71
45	IT001E41520678	via	delle Macchiette, snc	3,3	424	2.359	5.351	8.134	0,66
46	IT001E41537348	via	della Chiesa, snc	1,7	67	180	403	650	0,62
47	IT001E41537355	via	George Byron	1,7	124	722	2.037	2.883	0,71
48	IT001E41553021	via	Santa Rita	1,7	120	804	2.317	3.241	0,71
49	IT001E41628622	via	Andrea Gradassi	1,7	435	1.431	3.500	5.366	0,65
50	IT001E42817868	fraz.	Pettino	1,7	115	582	372	1.069	0,35

51	IT001E04460361	via	Andrea Gradassi, 8x	1,8	249	1.558	4.512	6.319	0,71
52	IT001E04460392	via	della Chiesa, snc	2,2	211	1.314	2.963	4.488	0,66
53	IT001E04482978	via	Giovanni Agnelli, 15X	0,9	135	900	2.566	3.601	0,71
54	IT001E04482979	via	Belvedere, snc	0,2	30	200	571	801	0,71
55	IT001E04482980	via	Camesena, snc	0,9	135	900	2.566	3.601	0,71
56	IT001E04482981	via	Filippo da Campello, snc	0,6	89	600	1.712	2.401	0,71
57	IT001E04482982	via	Nicola Landi, snc	3,0	449	2.998	8.548	11.995	0,71
58	IT001E04482983	via	San Benedetto	0,1	15	99	284	398	0,71
59	IT001E04482984	via	San Benedetto	0,1	15	99	284	398	0,71
60	IT001E04482985	via	San Benedetto	0,1	15	99	284	398	0,71
61	IT001E04482986	via	San Francesco, snc	0,1	15	99	284	398	0,71
62	IT001E04482987	via	San Francesco, snc	0,1	15	99	284	398	0,71
63	IT001E04482988	via	San Francesco, snc	0,1	15	99	284	398	0,71
64	IT001E04482989	via	Santa Maria, snc	0,1	15	99	284	398	0,71
65	IT001E04482990	via	Santa Maria, snc	0,1	15	99	284	398	0,71
66	IT001E04482991	via	Santa Maria, snc	0,1	15	99	284	398	0,71
67	IT001E04482992	via	Santa Rita	0,1	15	99	284	398	0,71
68	IT001E04482993	via	Santa Rita	0,1	15	99	284	398	0,71
69	IT001E04482994	via	Santa Rita	0,1	15	99	284	398	0,71
70	IT001E04482995	via	Trento e Trieste, snc	1,6	239	1.601	4.565	6.405	0,71
71	IT001E04482997	via	Carvello	0,5	73	500	1.425	1.998	0,71
72	IT001E04482998	via	del Colle	0,9	135	900	2.566	3.601	0,71
73	IT001E04482999	via	Don Benedetto Fabrizi	0,5	73	500	1.425	1.998	0,71
74	IT001E04483000	via	degli Elci, 1X	5,5	824	5.496	15.669	21.989	0,71
75	IT001E04483001	fraz.	Pettino	0,8	121	799	2.281	3.201	0,71
76	IT001E04483002	fraz.	Pettino	5,7	853	5.693	16.240	22.786	0,71
77	IT001E04483003	fraz.	Pettino	1,1	166	1.100	3.137	4.403	0,71
78	IT001E04483004	borgo	Rovere di Champeaux	0,4	60	399	1.141	1.600	0,71
79	IT001E04483005	via	San Donato	1,3	195	1.301	3.709	5.205	0,71
80	IT001E04483006	via	San Donato	0,5	73	500	1.425	1.998	0,71
81	IT001E04483007	via	delle Torrette	1,6	239	1.601	4.565	6.405	0,71
82	IT001E04483008	via	George Byron	0,3	44	300	854	1.198	0,71
83	IT001E04483009	via	del Castello	0,1	15	99	284	398	0,71
84	IT001E04483010	via	della Chiesa, snc	0,1	15	99	284	398	0,71
85	IT001E04483011	via	della Chiesa, snc	0,1	15	99	284	398	0,71
86	IT001E04483012	via	Flaminia, snc	2,8	420	2.795	7.977	11.192	0,71
87	IT001E04483013	via	Fonti del Clitunno, snc	0,6	89	600	1.712	2.401	0,71
88	IT001E04483014	via	Franceschini, snc	0,3	44	300	854	1.198	0,71
89	IT001E04483015	via	Maria Nera	0,4	60	399	1.141	1.600	0,71
90	IT001E04483017	borgata	San Benedetto	0,4	60	399	1.141	1.600	0,71
91	IT001E04483018	borgata	San Benedetto	2,0	299	1.996	5.697	7.992	0,71
92	IT001E04483019	via	del Tempio	0,6	89	600	1.712	2.401	0,71
93	IT001E04483020	via	del Tempio	0,3	44	300	854	1.198	0,71
94	IT001E04483021	via	Tre Ponti	0,1	15	99	284	398	0,71
95	IT001E04483022	via	Tre Ponti	0,2	30	200	571	801	0,71
96	IT001E04483023	via	Tre Ponti	0,1	15	99	284	398	0,71
TOTALE CONSUMI ULTIMO ANNO (da 1/1/2014 a 31/12/2014) (kWh):					18.849	108.276	276.731	403.856	
COSTO MEDIO DEL kWh IVA esclusa (€):					0,188	Potenza media punto luce (W)		94	
COSTO ENERGIA ANNUO PER ILLUMINAZIONE PUBBLICA IVA esclusa (€):					75.925	n° lampade		942	
COSTO ANNUO PER LE MANUTENZIONI DIVERSE DAL CAMBIO LAMPADE ED ESERCIZIO ORDINARIO IMPIANTI (ESCLUSI I MATERIALI) IVA esclusa (€):					4.700	Attuale costo annuo gestione (€)		80.625	
						Attuale costo annuo/p. luce (€)		86	

N.B.: POD e indirizzo sono scritti in rosso nel caso delle 46 forniture "senza contatore", ovvero con alimentazione diretta dalla rete BT di ENEL Distribuzione e fatturazione "a forfait" (vi è a volte promiscuità meccanica, ovvero condivisione del sostegno, con la rete di ENEL Distribuzione mentre elettricamente gli impianti sono quasi sempre separati).

Comune di **CAMPELLO SUL CLITUNNO**:

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELLE AREE CON PRESENZA DI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE OGGETTO DI CENSIMENTO



L'impianto oltre a risultare molto frammentato (96 forniture per 942 punti luce) è anche abbastanza disperso su un vasto territorio come mostra l'ortofoto riprodotta nella pagina precedente in cui sono delimitati i confini delle 7 tavole sulle quali è stata riportata l'esatta posizione di tutti i punti luce e che sono allegate al presente progetto preliminare.

Numero, tipo e potenza dei punti luce che attualmente costituiscono l'impianto è sintetizzata nella tabella sotto riprodotta:

Comune di CAMPELLO SUL CLITUNNO - Attuale Consistenza Impianto di Illuminazione Pubblica:																							
Impianti:	n° lampade	Neon 18 W	Neon 23 W	Neon 33 W	Neon 36 W	Miscelata 160 W	Mercurio 125 W	Mercurio 250 W	LED 15 W	LED 78 W biregime	LED 103 W biregime	Sodio 50 W	Sodio 70 W	Sodio 70 W biregime	Sodio 100 W	Sodio 100 W biregime	Sodio 150 W	Sodio 150 W biregime	Sodio 250 W	Ioduri 70 W	Ioduri 150 W	Ioduri 250 W	
T1 - PETTINO	46		33				5						8										
T2 - SPINA	26		8	15	1								2										
T3 - AGLIANO	29	10											19										
T4 - PISSIGNANO	187		6		4		31						71	4	17		50		4				
T5 - CAMPELLO	463		51				67	1		22	2		62	57	55	36	44	3		49	9	5	
T6 - CAMPELLO ALTO	148	2	32			4	9		14			33	9	9	5		24			7			
T7 - ACERA	43	22	5				9														7		
TOTALI:	942	34	135	15	5	4	121	1	14	22	2	33	171	70	77	36	118	3	4	56	16	5	

2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO PER LA PROGETTAZIONE

Nel realizzare gli interventi verranno utilizzati materiali ed apparecchiature pienamente conformi alle vigenti norme tecniche e di legge applicabili; per quanto riguarda la realizzazione delle opere verranno inoltre rispettate tutte le pertinenti Leggi e normative tecniche e, in particolare:

D.Lgs n° 81 del 09/ 04/2008 (e s.m.i.) - Attuazione legge n°123 del 03/ 08/ 07 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro (testo unico sulla sicurezza nei luoghi di lavoro).

DPR n° 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.

Legge n°186 del 01/03/1968 - Disposizioni concernenti la produzione di apparecchiature, materiali, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici.

DPR n°495 del 16/12/1992 - Regolamento al nuovo codice della strada.

DM del 14/02/2008 – Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni.

L.R. n° 20/2005 - Norme in materia di inquinamento luminoso e risparmio energetico.

R.R. n° 2/2007 – Regolamento Attuativo della L.R. 20/2005.

CEI 11-27 (2014) - Lavori su impianti elettrici.

CEI 20-67; V2 (2013) - Guida per l' uso di cavi 0,6/1kV.

CEI 23-51 (2004) - Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.

CEI 64-8; V1 (2013) - Impianti elettrici utilizzatori a tensione non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua:

UNI 11248 (2012) - Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche.

UNI EN 13201 (2004) - Illuminazione stradale.

3. CLASSIFICAZIONE ILLUMINOTECNICA

Primo passo di un progetto per l'illuminazione stradale è l'attribuzione di corrette categorie illuminotecniche alle diverse aree da illuminare secondo le metodiche stabilite a riguardo dalla UNI 11248-2012 (Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche); detta norma in prima istanza individua le "categorie illuminotecniche di ingresso" delle strade in funzione della loro classificazione. (v. tabella D della norma sotto riprodotta):

Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi.

Strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità (km/h)	Categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi
	Autostrade extraurbane	130 - 150	ME1
	Autostrade urbane	130	
	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	70 - 90	ME2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
	Strade extraurbane principali	110	ME2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	70 - 90	ME3b
	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2 ⁽¹⁾)	70 - 90	ME2
	Strade extraurbane secondarie	50	ME3b
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70 - 90	ME2
	Strade urbane di scorrimento ⁽²⁾	70	ME2
		50	
	Strade urbane interquartiere	50	ME2
	Strade urbane di quartiere	50	ME3b
	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2 ⁽¹⁾)	70 - 90	ME2
	Strade locali extraurbane	50	ME3b
		30	S2
	Strade locali urbane	50	ME3b
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	CE3
)	Strade locali urbane: altre situazioni	30	CE4/S2
	Strade locali urbane: aree pedonali	5	
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	CE4/S2
	Strade locali interzonali	50	
		30	

Le categorie serie Me si applicano alle strade con massime velocità di marcia non inferiori ai 50 km/h e in assenza di "zone di conflitto" (ovvero in assenza di aree in cui flussi di traffico motorizzato si intersecano tra loro o si sovrappongono con zone frequentate da altro tipo di utenti quali pedoni e ciclisti); le categorie serie CE e serie S sono utilizzate per le strade urbane, le strade pedonali, le aree di parcheggio, le corsie di emergenza, le piste ciclabili, i marciapiedi e le "zone di conflitto" come sopra definite.

Le tabelle A, B e C della norma UNI EN 13201 indicano le caratteristiche delle varie categorie illuminotecniche:

ategorie illuminotecniche serie ME.

	<i>Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto</i>			<i>Abbagliamento debilitante</i>	<i>Illuminazione di contiguità</i>
	\bar{L} (cd/m ²) (minima mantenuta)	U_o (minima)	U_l (minima)	<i>TI in %^{a)}</i> (massimo)	<i>SR^{b)}</i> (minima)
	2,0	0,4	0,7	10	0,5
	1,5	0,4	0,7	10	0,5
	1,0	0,4	0,7	15	0,5
	1,0	0,4	0,6	15	0,5
	1,0	0,4	0,5	15	0,5
	0,75	0,4	0,6	15	0,5
	0,75	0,4	0,5	15	0,5
	0,5	0,35	0,4	15	0,5

Individuata quindi la tipologia di strada, il suo limite di velocità e la presenza o meno di "zone di conflitto", è di fatto definita la categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi: essa corrisponde alla categoria con prestazioni illuminotecniche massime attribuibili a quel tipo di strada (la categoria illuminotecnica di progetto avrà prestazioni pari o inferiori a quella di ingresso in funzione dei "parametri di influenza" individuati con l'analisi dei rischi).

La tabella E della UNI EN 13201 a fianco riprodotta indica la variazione di categoria illuminotecnica per ognuno dei parametri di influenza; in presenza di più parametri le variazioni si sommano ma la variazione complessiva della categoria illuminotecnica d'ingresso in funzione dei parametri di influenza può essere al massimo pari a 2 (si può giungere a 3 solo laddove uno dei parametri di influenza sia il flusso di traffico $\leq 25\%$ rispetto alla portata di servizio).

Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica ai parametri di influenza.

<i>Parametro di influenza</i>	<i>Variazione della categoria illuminotecnica</i>
del campo visivo non conflittuali	1
traffico $\leq 50\%$ rispetto alla portata di servizio	1

Nel caso di categorie illuminotecniche nella cui sigla appare la lettera minuscola finale deve essere selezionata quella con uniformità longitudinale più simile a quella di origine secondo la tabella A (ad esempio, riducendo di 1 la categoria illuminotecnica Me3b occorre assegnare la categoria illuminotecnica di progetto ME4a di pari livello di uniformità longitudinale e non già la ME4b): quasi sempre si nota invece nei progetti la tendenza a passare, ad esempio, dalla Me3b alla Me4b riducendo in tal modo,

oltre che la "quantità" di luce, anche la sua "uniformità" e potendo così con tale escamotage utilizzare soluzioni impiantistiche e apparecchi meno performanti.

Inoltre, contrariamente alla precedente edizione (2007) della Norma, UNI 11248 nella edizione 2012 non è più previsto l'aumento di una categoria illuminotecnica in caso di utilizzo di apparecchi con luce con indice di resa dei colori < 30 né riduzioni di una categoria illuminotecnica in caso di utilizzo di apparecchi a luce "bianca" con indice di resa dei colori $R_a > 60$ sebbene alcuni si arrischino ad applicare quest'ultima a loro discrezione.

Nel presente progetto non si intende imporre il declassamento delle categorie illuminotecniche di ingresso come espediente per ottenere una più drastica riduzione dei consumi: molti, purtroppo, sono ancora oggi i progetti ove si riscontrano riduzioni spregiudicate delle classi di illuminazione in ingresso al solo fine di minimizzare oltremodo i consumi energetici post-intervento; scelte giustificate spesso con valutazioni poco rispettose dei contesti urbani esistenti o accampando a giustificazione di tali scelte la bassa temperatura di colore della luce prevista, o l'emissione luminosa con un indice di resa cromatica elevato.

Questa proposta intende presentarsi rispettosa di tutte le indicazioni normative esistenti, garantendo alti margini di risparmio energetico senza però ricorrere a soluzioni che inciderebbero negativamente sulla qualità della illuminazione cittadina.

Verrà invece adottata diffusamente la riduzione del flusso luminoso del 25% dopo la mezzanotte o, in casi specifici di contesti urbani altamente frequentati anche dopo le 24, altro orario successivo alla mezzanotte oltre il quale vi sia certezza di un flusso di traffico \leq al 50% rispetto alla portata di servizio (nel Led una riduzione del flusso luminoso del 25% si ottiene con una riduzione della potenza del 30%).

4. MOTIVI PER LA SCELTA DELLA TECNOLOGIA LED

4.1 Le problematiche irrisolte delle lampade ai vapori di sodio

L'emissione luminosa di queste lampade è generata da vapori di sodio ad alte temperature, ionizzati dal passaggio della corrente; il motivo per cui queste lampade appena accese hanno una bassissima luminosità è determinato proprio dal fatto che il sodio deve prima vaporizzare e surriscaldarsi, con tempi che per giungere all'emissione "a régime" possono essere di alcuni minuti.

Le temperature di funzionamento variano dai 500 fino ai 900 °C andando dalle versioni meno potenti alle più potenti sicché a queste temperature i vapori di sodio deteriorano il vetro dell'ampolla che li contiene e che pian piano diviene permeabile ai gas stessi consentendone la fuoriuscita.

Questo fenomeno riduce progressivamente sia l'efficienza della lampada che quella complessiva delle ottiche (riflettori e schermi protettivi) che vengono opacizzati dal gas disperso.

Inoltre, in caso di black-out o sbalzi di tensione la riaccensione della lampada richiede quasi sempre alcuni minuti di raffreddamento a causa della presenza di vapori di sodio ionizzati ad alta temperatura che non consentono allo starter di ripristinare subito la scarica elettrica ionizzante.

La tecnologia ai vapori di sodio ad alta pressione nelle sue ultimissime e più performanti realizzazioni ha raggiunto valori di emissione luminosa in rapporto ai watt consumati dalla lampada che vanno dagli 88 lm/W per lampade da 50 W, 96 lm/W per lampade da 70 W, 108 lm/W per lampade da 100 W, 120 lm/W per lampade da 150 W, e così via (da notare che l'efficienza cresce al crescere della potenza della lampada); peraltro se si considerano i consumi dovuti agli alimentatori, anche volendo considerare i più performanti alimentatori elettronici il rapporto lumen/watt si riduce del 10% circa.

Oltre all'alimentatore, a ridurre poi in realtà il flusso luminoso emesso da un apparecchio con lampada al sodio intervengono le perdite dovute ai riflettori, al fatto che la lampada rappresenta un corpo opaco nei confronti della luce inviata verso di lei dal riflettore e dal vetro di chiusura con non altissimo indice di trasmittanza.

Ciò fa sì che anche nelle ultimissime e più performanti realizzazioni di armature stradali per lampade al sodio alta pressione, a riflettore e vetro nuovi la quantità di luce effettivamente uscente dal corpo illuminante sia non più dell'80%.

Infine, per effetto della progressiva riduzione di flusso luminoso emesso dalla lampada nel tempo, pur prevedendo cicli di sostituzioni programmate e periodiche pulizie di riflettori e vetri (quasi sempre dichiarate ma non fatte), occorre assegnare alla illuminazione realizzata con lampade ai vapori di sodio un coefficiente di manutenzione non superiore a 0,7 perdendo con ciò un ulteriore 30% di prestazione utile.

In definitiva, per questa catena di motivi i lumen/watt che si possono progettualmente assumere come con certezza emessi all'esterno da un corpo illuminante con lampada sodio alta pressione, determinato da questa catena di limitazioni, diventa ad esempio, per la più performante lampada da 70 W con alimentatore elettronico pari a:

$$(96/1,1) * 0,8 * 0,7 = 49 \text{ lm/W};$$

se poi l'alimentatore è di tipo ferromagnetico (consumo 14 W per questa lampada) si ha:

$$(96/1,2) * 0,8 * 0,7 = 45 \text{ lm/W}.$$

Infine, per caratteristiche costruttive (dimensione della sorgente rispetto al sistema ottico) una armatura stradale con lampada ai vapori di sodio non può essere realizzata con fotometrie talmente precise da indirizzare con precisione estrema sull'area da illuminare la quasi totalità del flusso

luminoso emesso introducendo in tal modo una ulteriore riduzione di flusso effettiva-mente indirizzato "dove serve" stimabile nei migliori apparecchi, con progettazione dell'impianto perfetta, comunque non inferiore al 10%.

Ecco quindi in definitiva che con i migliori corpi illuminanti ai vapori di sodio, dotati delle più performanti ottiche, dei più performanti alimentatori elettronici e delle più performanti lampade installati secondo perfetti progetti illuminotecnici si riesce poter far conto, sulle aree da illuminare, di 40 lumen/watt circa.

Non da ultimo la resa dei colori delle lampade al sodio alta pressione rimane alquanto scarsa ($R_a \sim 25$) portando ciò ad una difficile interpretazione dei colori degli oggetti per effetto della "compressione" dei colori delle ombre che distorce fortemente la percezione della tridimensionalità degli oggetti; in estrema sintesi, le lampade al sodio rendono bene la percezione delle sagome e dei contorni (massima emissione luminosa "centrata" sulla lunghezza d'onda di massima sensibilità dell'occhio umano), ma riducono la percezione delle profondità (compressione delle ombre).

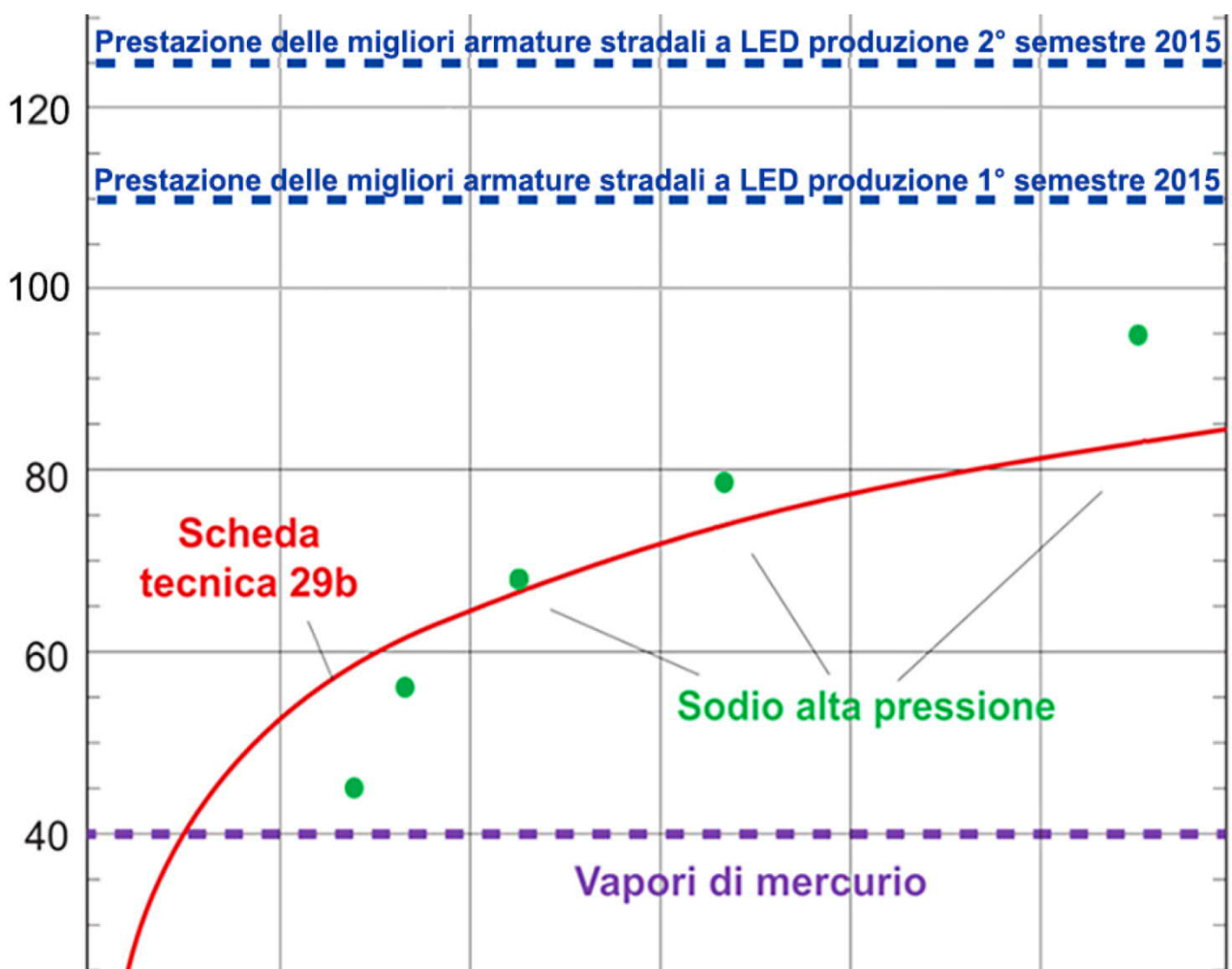
Infine non è da sottovalutare l'impossibilità, in tutta onestà, di realizzare corrette parzializzazioni del flusso luminoso dopo la mezzanotte in quanto in queste lampade ad una riduzione di potenza del 30% corrisponde una riduzione del flusso emesso di ben il 50% per cui si riduce l'illuminazione non di una bensì di 2 categorie illuminotecniche con in aggiunta peggioramenti sensibili anche sulla uniformità (l'ottica modifica anche la sua fotometria) e sul colore della luce che diventa ancor più arancione.

In definitiva abbiamo visto che il parametro su cui effettuare i confronti tra tecnologie diverse è il risultato illuminotecnico complessivo ottenibile sull'area cui l'illuminazione è progettualmente destinata e non la mera efficienza di conversione tra energia elettrica e radiazione luminosa (lumen/watt).

4.2 L'illuminazione a LED

Già si è sinteticamente accennato, in premessa, agli enormi vantaggi in termini di risparmio energetico e miglioramento della qualità dell'illuminazione che la tecnologia LED permette finalmente oggi di conseguire senza sacrificare in alcun modo i livelli di illuminazione ma, anzi, migliorandoli al contempo.

Lm/W



LINEA VIOLA: PRESTAZIONE "BASELINE" DI ARMATURE STRADALI CON LAMPADA AI VAPORI DI MERCURIO PRESA A RIFERIMENTO NELLA SCHEDA TECNICA 29b PER IL RICONOSCIMENTO DEI TITOLI DI EFFICIENZA ENERGETICA.

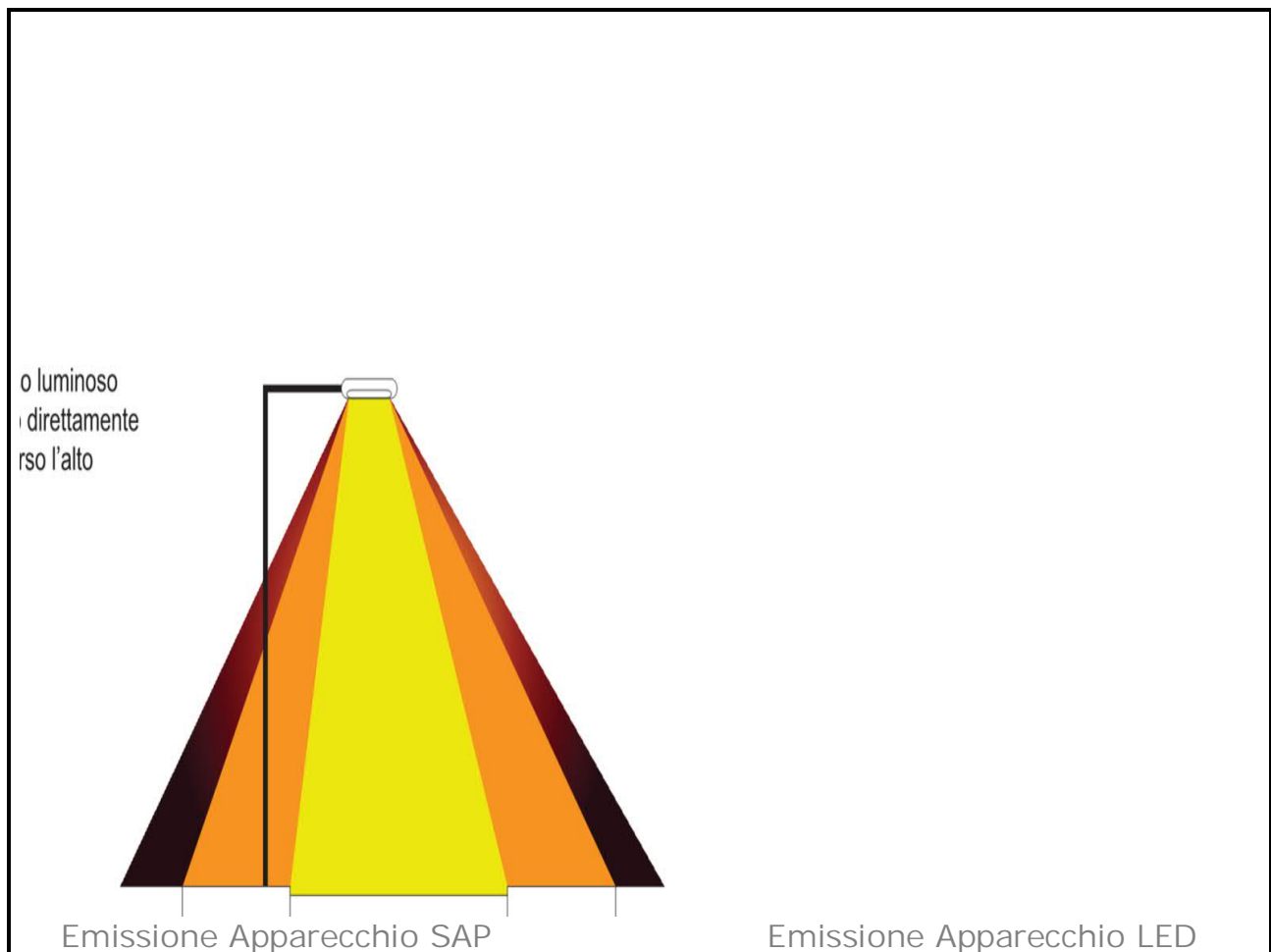
DISCHI VERDI: LUMEN/WATT EMESSI DALLE MIGLIORI ARMATURE STRADALI DOTATE DELLE MIGLIORI LAMPADE AI VAPORI DI SODIO DA 50 – 70 – 100 – 150 E 250 WATT E RELATIVI ALIMENTATORI ELETTROMAGNETICI.

LINEE BLU: LUMEN/WATT EMESSI DALLE MIGLIORI ARMATURE STRADALI A LED E RELATIVO ALIMENTATORE.

CURVA ROSSA: LUMEN/WATT DI RIFERIMENTO IMPOSTI DALL'AEEG NELLA SCHEDA TECNICA 29b DI MAGGIO 2011 CHE OCCORRE SUPERARE CON I NUOVI APPARECCHI AI VAPORI DI SODIO PER AVERE ACCESSO AI TITOLI DI EFFICIENZA ENERGETICA.

Si osserva a riguardo che nemmeno l'ENEA, nell'occuparsi di predisporre le schede tecniche per l'ottenimento dei TEE, aveva previsto un così rapido sviluppo dei LED in quanto nelle schede tecniche del 2011 per l'illuminazione stradale, tutt'ora vigenti, l'uso del LED non è neppure contemplato.

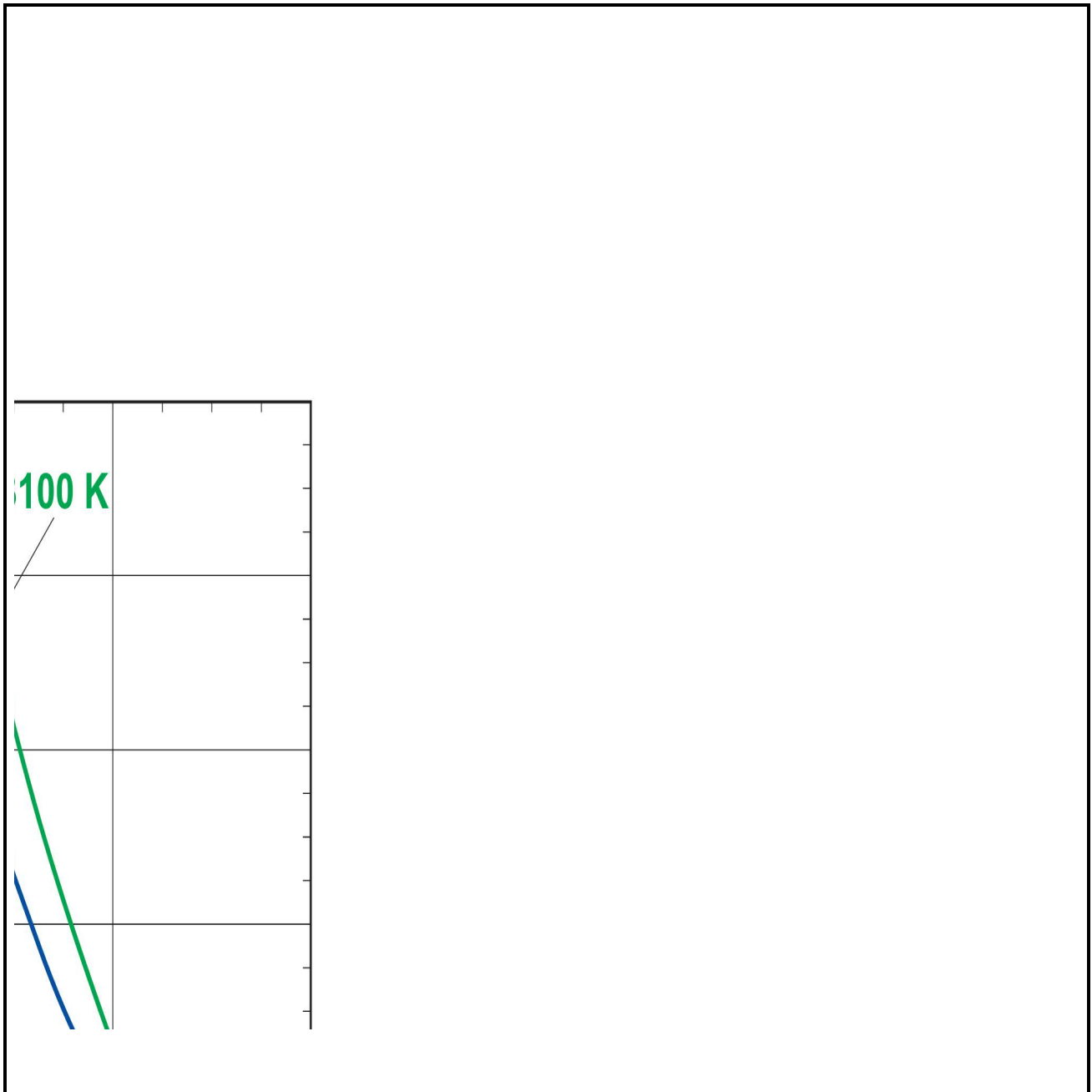
Al già ben maggiore rendimento dei corpi illuminanti a LED si aggiunge poi il fatto che le piccole dimensioni della sorgente luminosa permettono la realizzazione di ottiche precisissime con bassissimo livello di dispersione al di fuori dell'area volutamente da illuminare; a tale riguardo il confronto tra LED e Sodio è ben rappresentato dall'immagine sotto riprodotta:



È per tutta questa serie di motivi che confrontare Corpi illuminanti con lampade ai vapori di sodio e corpi illuminanti a Led solo in termini di Lumen/W emessi dalla lampada, o anche dall'intero corpo illuminante, perde di senso e occorre introdurre un nuovo parametro, ovvero il fattore di utilizzazione (F_u) che indica il rapporto tra il flusso luminoso ricevuto dalla superficie che deve

essere illuminata e il flusso totale degli apparecchi di illuminazione necessari a soddisfare i requisiti illuminotecnici applicabili alla superficie stessa.

Anche l'indice di resa dei colori dei Led, rispetto alle realizzazioni di soli pochi anni fa, è stato straordinariamente migliorato fino a poter superare oggi 95 su un massimo valore teorico di 100.



In fig.: Spettri d'emissione tipici dei Led per alcuni valori della temperatura colore.

Tra gli altri vantaggi impiantistici e progettuali dei Led rispetto al sodio alta pressione occorre inoltre ricordare almeno i seguenti:

- ☞ Regolazione del flusso luminoso: nel Led consente risparmi per riduzione di potenza dopo le mezzanotte con riduzione del flusso meno che proporzionale (una riduzione di potenza del 30% determina nelle lampade al sodio riduzione di flusso del 50% mentre nel Led soltanto del 25%) oltre che possibilità di alimentazione "a flusso costante" ovvero variabile automaticamente negli anni consentendo ulteriori risparmi e allungamento della vita utile del LED;
- ☞ Condizioni di visione mesopica: le normative richiedono in genere luminanze del manto stradale tra le 0,5 e le 2 cd/m^2 o illuminamenti tra 2 e 50 lux ovvero livelli di illuminazione che determinano condizioni di visione mesopica, ovvero sulla retina sono attivati sia i coni (percettori di luci intense, responsabili della visione fotopica) che i bastoncelli (percettori di basse luci, responsabili della visione scotopica); in questa condizione se la radiazione luminosa ha un indice di resa dei colori > 60 la percezione visiva è grandemente migliore rispetto a quella derivante da un'illuminazione con indice di resa dei colori ≤ 25 quale quella delle lampade al sodio alta pressione.
- ☞ Riaccensione immediata: mentre le lampade ai vapori di sodio specie dopo lo spegnimento hanno bisogno anche di minuti prima di riaccendersi, i Led hanno accensione/riaccensione immediata con evidenti vantaggi in termini di sicurezza per gli utenti.
- ☞ Eco-compatibilità: contrariamente alle lampade ai vapori di sodio (spesso contenenti anche mercurio) i Led no presentano gas o vapori metallici.
- ☞ Manutenzione: se ben progettati i corpi illuminanti a Led possono non richiedere manutenzione, in grande percentuale, anche per 15 o 20 anni rispetto ai corpi illuminanti al sodio alta pressione che, anche nelle più performanti realizzazioni, richiedono all'incirca un intervento ogni 5 anni per la sostituzione programmata della lampada (per flusso luminoso ridotti oltre il massimo consentito) e in media un ulteriore intervento ogni 15 anni per lampada spentasi prima del ciclo di manutenzione o per

la sostituzione dell'alimentatore o dell'accenditore (in media, quindi, partendo da impianto nuovo 3 interventi nell'arco di 15 anni).

A riguardo della durata e del decadimento prestazionale degli apparecchi a led occorre poi aggiungere qualcosa: esse sono indicate dai produttori più corretti ad esempio in questo modo: >80.000h B20L80 inclusi guasti critici e il significato è: "trascorse 80.000 ore di funzionamento meno del 20% dei led presenta un flusso emesso inferiore all'80% di quello nominale originario, includendo in questo 20% anche i led spentisi per guasti critici"; con la più recente normativa l'indicazione prima riportata diviene >80.000h F20L80, con la lettera F al posto della B che sta appunto ad indicare che nella percentuale dei led con prestazione dopo le ore indicate scesa sotto all'80% sono compresi anche i led spentisi per guasti critici.

Per quel che riguarda i timori di rischio foto biologico, la certificazione secondo questo parametro è resa obbligatoria a livello comunitario dalla CEI EN 62471:2010 (Sicurezza fotobiologica delle lampade e dei sistemi di lampada).

Detta norma classifica le sorgenti in 4 gruppi di rischio come indicato nella tabella a fianco riportata.

Per le sorgenti a Led il rischio è rappresentato dalla emissione di luce blu ossia dalla lesione retinica che può essere indotta dalle radiazioni con lunghezze d'onda comprese tra i 400 e i 500 nm.

Le sorgenti Led con temperatura di colore inferiore a 4.500 K è dimostrato essere sempre sicure: nel presente progetto si prevede a riguardo di utilizzare Led con temperatura di colore non superiore ai 4.200K e appartenenti al gruppo di sicurezza fotobiologica classificato come "esente".

4.3 Raccolta verifiche illuminotecniche

A seguire si riportano una serie di verifiche illuminotecniche allo scopo di esplicitare le caratteristiche del lavoro di progettazione alla base della proposta e rendere chiaro come si possa fare notevolissimo risparmio energetico pur migliorando di molto l'illuminazione cittadina:

Il primo caso presentato è quello del tratto di via Flaminia che attraversa per tutta la sua lunghezza l'abitato di Pissignano; una strada considerata alquanto importante anche per il fatto che periodicamente si realizzano lungo essa importanti eventi e iniziative commerciali.

Attualmente nel tratto con pali da 8 metri l'illuminazione è realizzata con armature dotate di lampada ai vapori di sodio da 100 Watt (118 W alimentatore compreso).

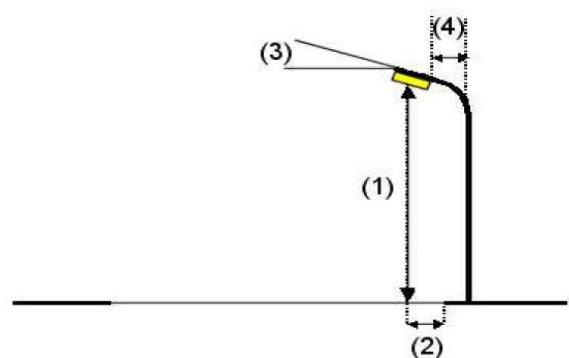
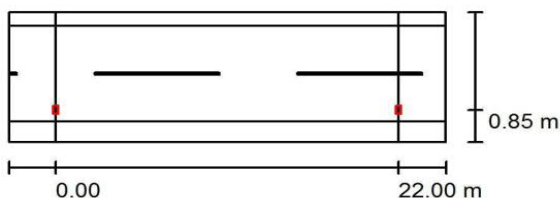
via Flaminia - Pissignano - tratto con pali H 8m / Dati di pianificazione

Profilo strada

Marciapiede 2	(Larghezza: 1.000 m)
Carreggiata 1	(Larghezza: 7.000 m, Numero corsie: 2, Manto stradale: C2, q0: 0.070)
Marciapiede 1	(Larghezza: 1.500 m)

Fattore di manutenzione: 0.80

Disposizioni lampade



Flusso luminoso (Lampada):	5106 lm
Flusso luminoso (Lampadine):	5106 lm
Potenza lampade:	41.5 W
Disposizione:	un lato, in basso
Distanza pali:	22.000 m
Altezza di montaggio (1):	8.406 m
Altezza fuochi:	8.300 m
Distanza dal bordo stradale (2):	0.850 m
Inclinazione braccio (3):	0.0 °
Lunghezza braccio (4):	1.500 m

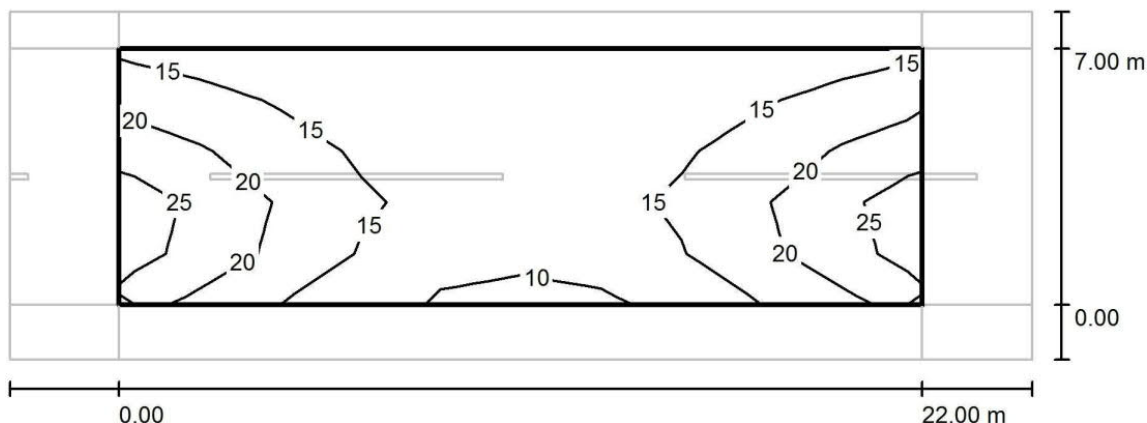
Valori massimi dell'intensità luminosa	
per 70°:	473 cd/klm
per 80°:	32 cd/klm
per 90°:	0.00 cd/klm

Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo indicato con le verticali inferiori.

Nessuna intensità luminosa superiore a 90°.
La disposizione rispetta la classe di intensità luminosa G4.

La disposizione rispetta la classe degli indici di abbagliamento D.6.

**via Flaminia - Pissignano - tratto con pali H 8m / Campo di valutazione Carreggiata 1 /
Isolinee (E)**



Reticolo: 10 x 5 Punti

Elementi stradali corrispondenti: Carreggiata 1.

Classe di illuminazione selezionata: CE3

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

Valori reali calcolati:

Valori nominali secondo la classe:

Rispettato/non rispettato:

E_m [lx]

16.33

≥ 15.00

✓

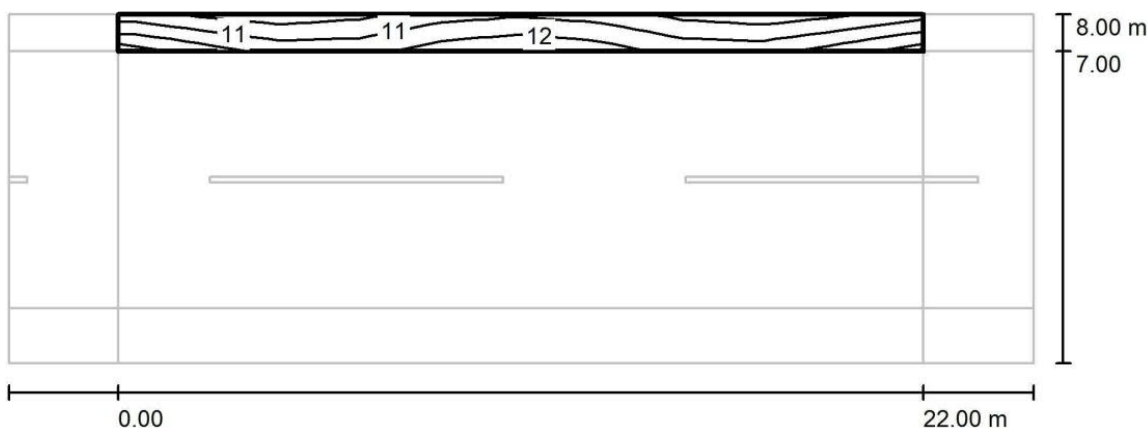
U0

0.60

≥ 0.40

✓

**via Flaminia - Pissignano - tratto con pali H 8m / Campo di valutazione Marciapiede 2 /
Isolinee (E)**



Reticolo: 10 x 3 Punti

Elementi stradali corrispondenti: Marciapiede 2.

Classe di illuminazione selezionata: S2

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

Valori reali calcolati:

Valori nominali secondo la classe:

Rispettato/non rispettato:

E_m [lx]

11.16

≥ 10.00

✓

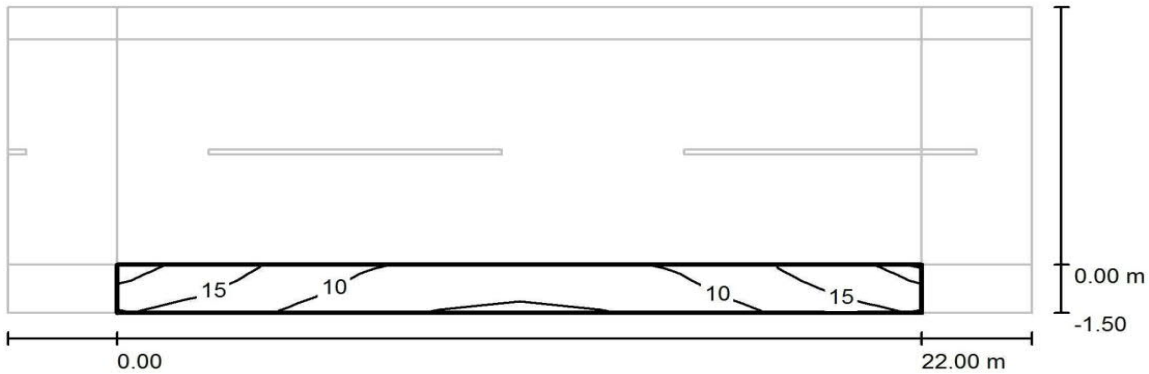
E_{min} [lx]

9.57

≥ 3.00

✓

**via Flaminia - Pissignano - tratto con pali H 8m / Campo di valutazione Marciapiede 1 /
Isolinee (E)**



Reticolo: 10 x 3 Punti

Elementi stradali corrispondenti: Marciapiede 1.

Classe di illuminazione selezionata: S2

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

Valori reali calcolati:

Valori nominali secondo la classe:

Rispettato/non rispettato:

E_m [lx]

11.08

≥ 10.00



E_{min} [lx]

4.70

≥ 3.00



Con Armature a LED di soli 41,5 Watt "biregime" (riduzione del 30% della potenza dopo la mezzanotte naturale), ovvero di potenza media di circa 32,5 Watt la strada sar  illuminata con grande uniformit  al livello dell'elevata categoria illuminotecnica C3, ovvero molto meglio di quanto non lo sia attualmente, con l'ulteriore vantaggio della luce bianca.

Il risparmio energetico in questo caso   di ben il 72,5%.

Un secondo esempio   quello di via Carducci, ora illuminata con moderne armature al sodio "biregime" da 100 Watt (potenza media 101 W):

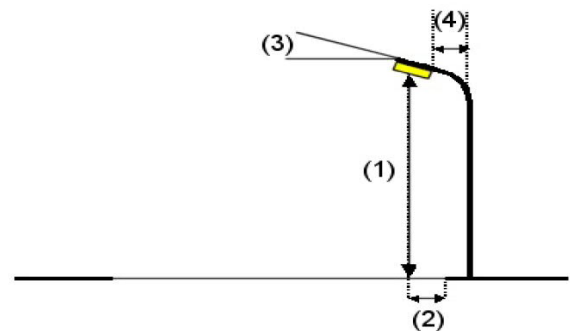
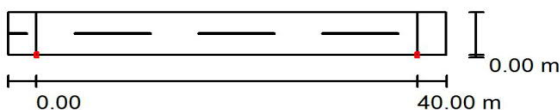
via Carducci / Dati di pianificazione

Profilo strada

Carreggiata 1 (Larghezza: 5.500 m, Numero corsie: 2, Manto stradale: C2, q_0 : 0.070)

Fattore di manutenzione: 0.80

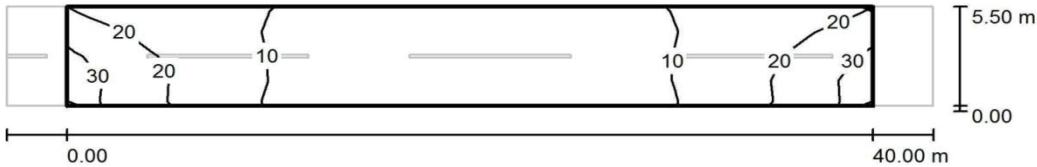
Disposizioni lampade



Flusso luminoso (Lampada): 7417 lm
 Flusso luminoso (Lampadine): 7417 lm
 Potenza lampade: 60.0 W
 Disposizione: un lato, in basso
 Distanza pali: 40.000 m
 Altezza di montaggio (1): 8.106 m
 Altezza fuochi: 8.000 m
 Distanza dal bordo stradale (2): 0.000 m
 Inclinazione braccio (3): 0.0 °
 Lunghezza braccio (4): 0.650 m

Valori massimi dell'intensità luminosa
 per 70°: 718 cd/klm
 per 80°: 139 cd/klm
 per 90°: 0.00 cd/klm
 Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo indicato con le verticali inferiori.
 Nessuna intensità luminosa superiore a 90°.
 La disposizione rispetta la classe di intensità luminosa G2.
 La disposizione rispetta la classe degli indici di abbagliamento D.5.

via Carducci / Campo di valutazione Carreggiata 1 / Isolinee (E)



Reticolo: 14 x 4 Punti
 Elementi stradali corrispondenti: Carreggiata 1.
 Classe di illuminazione selezionata: CE4

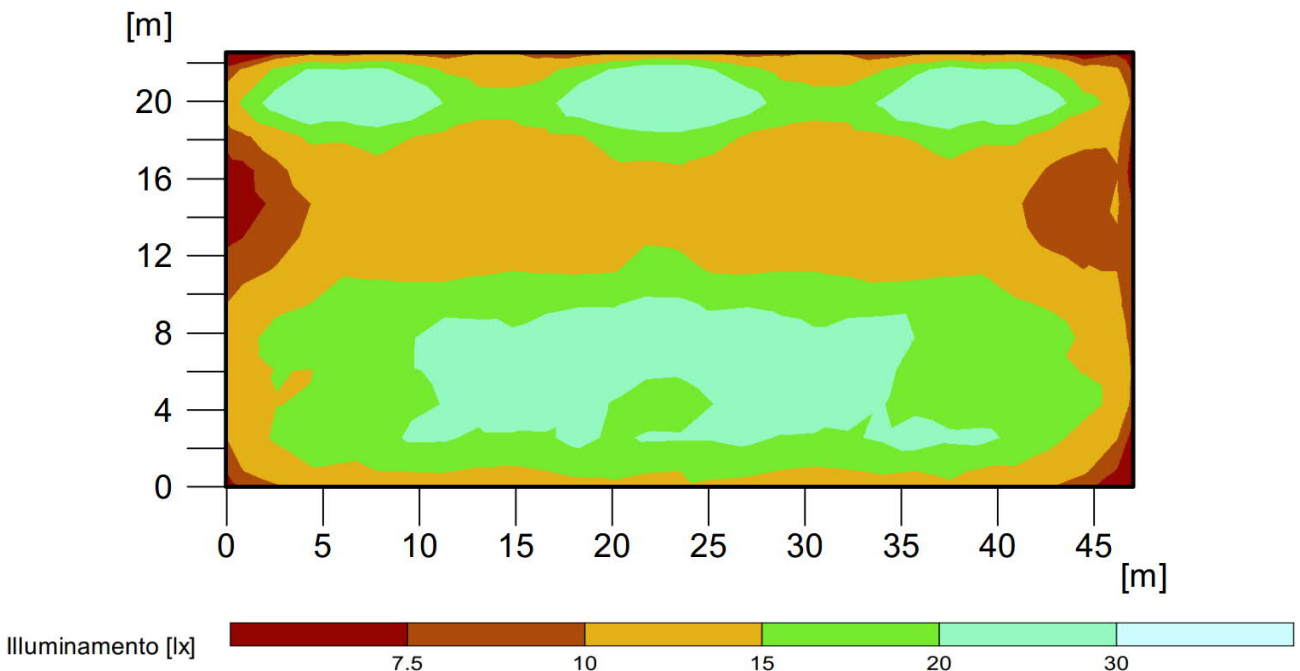
(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

Valori reali calcolati:
 Valori nominali secondo la classe:
 Rispettato/non rispettato:

E_m [lx]	U0
12.72	0.44
≥ 10.00	≥ 0.40
✓	✓

La strada, con pali interdistanti tra loro ben 5 volte la loro altezza, risulta perfettamente illuminata con una armatura a LED "biregime" da 60 Watt (potenza media 51 W) conseguendo un risparmio del 49% (ma qui il confronto è con la più performante armatura stradale al sodio alta pressione disponibile).

Verifichiamo ora l'illuminazione di piazza Campello, ora alquanto scarsamente illuminata malgrado 3 pali artistici dotati di tripla lampada agli ioduri metallici da 150 Watt e 3 paletti con globo HG 125 W:



Si consegue una categoria illuminotecnica CE2 piena e questo solo con LED "biregime" da 60 Watt (potenza media 51 W) in luogo degli ioduri metallici da 150 Watt (172 W compreso l'alimentatore) e LED "biregime" da 33 Watt (potenza media 28 W) in luogo delle attuali HG 125 W (140 W compreso l'alimentatore) per cui si conseguirà un risparmio di ben il 72,5 %.

4.4 Tabella delle sostituzioni previste e calcolo del risparmio energetico

Nella pagina seguente è riportata la composizione in termini numero, di tipo e potenza di lampada che assumerà l'impianto di Illuminazione Pubblica del Comune di Campello sul Clitunno a seguito dell'intervento proposto.

I consumi elettrici annui per la Pubblica Illuminazione passeranno dagli attuali 407.455 kWh a circa 165.193 kWh realizzando quindi un risparmio energetico complessivo, di 242.262 kWh ovvero del 59,5 %.

Comune di CAMPELLO SUL CLITUNNO - Consistenza Impianto di Illuminazione Pubblica "post-efficientamento":																		
TOTALI:	LED 11 W	LED 15 W	LED 21 W biregime	LED 33 W biregime	LED 43 W biregime	LED 55 W biregime	LED 60 W biregime	LED 80 W biregime	LED 105 W biregime	LED 155 W biregime	SAP 50 W	SAP 70 W biregime	SAP 100 W biregime	SAP 150 W biregime	SAP 70 W 2.830 ore	SAP 100 W 2.830 ore	SAP 150 W 2.830 ore	SAP 250 W 2.830 ore
910	160	36	27	151	173	56	74	13	10	8	33	103	4	3	20	5	30	4
Consumi annui attesi:																		
(accensione 4.300 ore/anno, biregime con riduzione potenza del 30% dopo la mezzanotte naturale, illuminazione architettonica regolata a 2.830 ore di accensione/anno)																		
165.193	7.568	2.322	2.072	18.213	27.190	11.257	16.228	3.801	3.838	4.532	8.798	31.623	1.725	1.886	4.754	1.670	14.603	3.113

5. STATO ATTUALE DEI SOSTEGNI E DIMENSIONAMENTO DEI BASAMENTI

Dai sopralluoghi effettuati i sostegni in cattivo stato di conservazione a causa di avanzato stato di ossidazione sono risultati in numero modesto.

Per quanto riguarda la realizzazione dei nuovi basamenti, essi verranno dimensionati e verificati secondo le seguenti norme:

- D.M. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 14 Gennaio 2008 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni";

- D.M. LL.PP. 9 Gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche"
- UNI EN 1991-1-4:2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è realizzata con i metodi della scienza delle costruzioni.

L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi statici, con il metodo dell'analisi modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi dinamici (tra cui quelli di tipo sismico) ed infine con il metodo degli elementi finiti (schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi).

Nel capitolo relativo alla progettazione degli elementi strutturali agli SLU vengono indicate, con riferimento alla normativa adottata, le modalità ed i criteri seguiti per valutare la sicurezza della struttura nei confronti delle possibili situazioni di crisi ed i risultati delle valutazioni svolte.

In via generale, oltre alle verifiche di resistenza e di spostamento, devono essere prese in considerazione verifiche nei confronti dei fenomeni di instabilità, locale e globale, di fatica, di duttilità, di degrado.

Di seguito verrà descritta molto sommariamente, (per la relazione completa si rimanda al progetto definitivo), la procedura utilizzata per il calcolo e la verifica del plinto di fondazione di un palo per l'illuminazione stradale.

L'azione fondamentale che grava su queste tipi di sostegni è la forza del vento; il D.M. 14 Gennaio 2008 divide l'Italia in zone per poi assegnare ad ognuna di esse delle specifiche caratteristiche.

Campello sul Clitunno ricade a riguardo in ZONA 3 e ad essa è associata una velocità di riferimento del vento di 27 m/s da utilizzare per il calcolo della pressione cinetica di riferimento.

Una volta individuata la zona, occorre individuare:

- il coefficiente di esposizione che dipende dall'altezza dal suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria del sito ove sorge la costruzione;
- il coefficiente dinamico che tiene conto della non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alla risposta dinamica della struttura;
- il coefficiente di forma che tiene conto della geometria del sostegno preso in considerazione.

Dividendo il palo (e gli eventuali bracci, nonché i corpi illuminanti su esso installati) in più sezioni, applicando ad ogni tratto i suddetti coefficienti e la pressione cinetica di riferimento si calcola la spinta del vento.

Con tali spinte si calcola quindi, in base alla geometria del basamento, il complessivo Momento Ribaltante che, aumentato di un coefficiente di sicurezza stabilito pari a 1,5 è a questo punto definito "Momento Ribaltante di progetto".

Sulla base dei pesi propri di palo, eventuale braccio e corpi illuminanti su esso installati nonché del plinto di fondazione ipotizzato si calcola quindi il Momento Stabilizzante che, moltiplicato anch'esso per un dato coefficiente di sicurezza, diventa a tal punto il "Momento Stabilizzante di progetto".

La stabilità della struttura è verificata ove il rapporto tra Momento Ribaltante di progetto e Momento Stabilizzante di progetto è ≤ 1 .

6. SCELTA DEI CAVI E PROTEZIONI ELETTRICHE DEGLI IMPIANTI

6.1 Calcolo della caduta di tensione

Per linee monofasi alimentanti impianti di Illuminazione Pubblica con carico distribuito il calcolo della caduta di tensione risulta alquanto agevole poiché siccome si ha a che fare con cavi in cui la sezione del neutro è pari a quella della fase e detta sezione è tale da non doversi tener conto della reattanza, posto che il calcolo sia fatto per $\cos\phi = 0,9$ e per la tensione nominale di 230 volt, definita "P_C" la potenza in kW transitante sulla campata di

cavo di cui si vuol determinare la caduta di tensione, con "R_{CAVO}" la resistenza chilometrica del cavo e con "L_C" la lunghezza del cavo, si ha:

$$\Delta U\% = P_C \cdot L_C \cdot R_{CAVO} \cdot 2 \cdot 100 / 0,9 \cdot 0,230 \cdot 1000 \cdot 230$$

ovvero: $\Delta U\% = P_C \cdot L_C \cdot R_{CAVO} \cdot 0,0042$

Considerato poi che le resistenze chilometriche dei cavi delle sezioni comunemente impiegate per gli impianti di illuminazione pubblica sono:

Sezione	4 mm ²	6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²
Resistenza chilometrica	4,95 Ω	3,30 Ω	1,91 Ω	1,21 Ω	0,78 Ω

Il calcolo per le diverse sezioni si riduce a:

Caduta di Tensione su linea bipolare da 4 mm ²	$\Delta U\% = P_C \cdot L_C \cdot 0,0208$
Caduta di Tensione su linea bipolare da 6 mm ²	$\Delta U\% = P_C \cdot L_C \cdot 0,0139$
Caduta di Tensione su linea bipolare da 10 mm ²	$\Delta U\% = P_C \cdot L_C \cdot 0,0080$
Caduta di Tensione su linea bipolare da 16 mm ²	$\Delta U\% = P_C \cdot L_C \cdot 0,0051$
Caduta di Tensione su linea bipolare da 25 mm ²	$\Delta U\% = P_C \cdot L_C \cdot 0,0033$

Il ricorso ad alimentazioni monofasi, vista la tendenziale riduzione della potenza per singolo punto luce determinata dall'aumento dell'efficienza dei sistemi illuminanti, la minor estensione degli impianti assoggettati alla stessa protezione (raccomandata dalle norme CEI vigenti) e il più affidabile funzionamento delle protezioni differenziali (ricordiamo che su linee trifasi la I_d "vista" dal differenziale è la somma vettoriale di tutte le correnti di dispersione per cui una potrebbe parzialmente elidere l'altra) è sempre da promuovere ove possibile.

Per linee trifasi alimentanti impianti di Illuminazione Pubblica con carico distribuito la valutazione della caduta di tensione risulta tutt'altro che agevole anche laddove si voglia far uso di complessi programmi di calcolo in quanto la compensazione della corrente sulle tre fasi in realtà non è mai totale e ben determinabile.

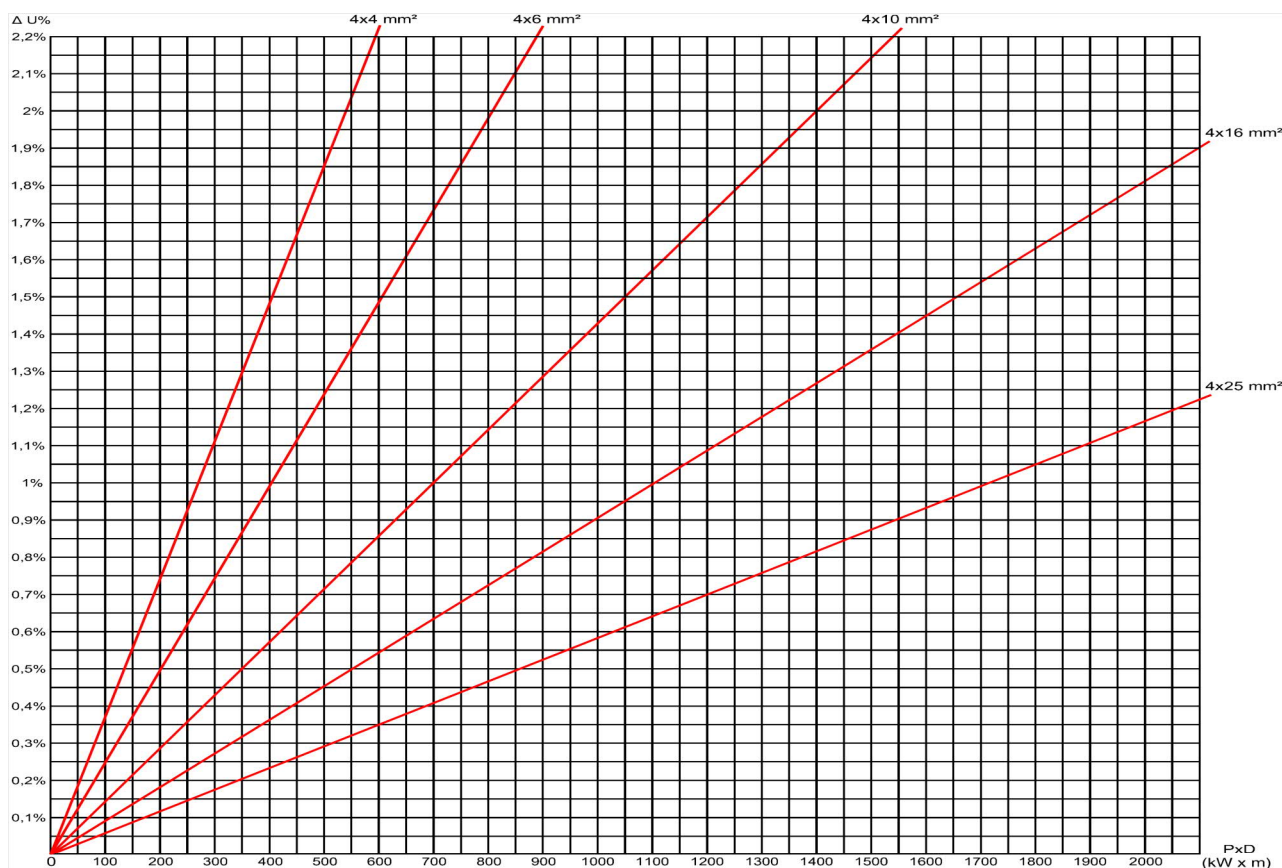
Infatti, anche nei casi di terne di lampade uguali che si susseguono, nell'ambito di una terna nella prima e seconda campata circola sul neutro una corrente di ritorno pari a quella di una lampada (nella prima campata è la

corrente di ritorno di una lampada, nella seconda è una corrente di pari valore in quanto somma vettoriale della corrente di ritorno di due lampade allacciate su due diverse fasi con angolo di 120° tra loro); inoltre, sul neutro vanno a sommarsi le componenti armoniche delle correnti dovute agli alimentatori (soprattutto 3^a , 5^a e 7^a armonica) di difficile quantificazione.

L'esperienza mostra che una affidabile tecnica per la valutazione della caduta di tensione lungo la linea è quella che si basa sull'utilizzo di specifici abachi ove (posto $\cos\phi = 0,9$) al prodotto della potenza complessiva di lampade e alimentatori (relativa ad un tratto comprendente 3 lampade o multipli di 3) per la lunghezza del tratto stesso ($\text{kW} \times \text{m}$) è immediatamente associabile la caduta di tensione complessiva del tratto considerato in relazione alla sezione del conduttore.

Facendo contemporaneamente uso dell'abaco, e di uno schema in cui i centri luminosi sono raggruppati tre a tre con arrotondamento per eccesso nel caso in cui il numero non sia un multiplo esatto di 3, si ottiene una valutazione molto affidabile della massima caduta di tensione a fondo linea.

Abaco per l'individuazione delle cadute di tensione su linea trifase 380V $\cos\phi = 0,9$:



6.2 Protezioni dalle sovracorrenti dovute ai cortocircuiti

Le linee di collegamento, realizzate con cavi ad isolamento rinforzato 0,6/1 kV e dimensionate, sulla scorta dei calcoli sopra visti, in modo tale da non determinare cadute di tensione a fondo linea superiori a quanto ammesso (5%), debbono però contemporaneamente avere dimensionamento tale da consentire in ogni loro punto correnti di corto circuito di valore sufficiente a provocare l'intervento della protezione termomagnetica in tempi utili a salvaguardare l'integrità delle linee stesse.

Deve cioè essere verificata l'esistenza della condizione: $(I^2 t) \leq K^2 S^2$

A tal fine, 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 del circuito di guasto (tensione fase-neutro per circuito trifase con neutro distribuito; tensione fase-fase per circuito monofase o circuito trifase con neutro non distribuito) [V];

S = sezione del cavo [mm²] ovvero la sezione "media ponderata" nel caso di 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 del cavo [m];

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 (vale 1 per sezioni fino a 95 mm²).

Verificando contemporaneamente, la condizione: $I_b < I_n < I_z$ e $I_f < 1,45 I_z$

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.

* la portata elettrica del conduttore è naturalmente riferita alle specifiche "condizioni di posa" secondo le relative tabelle correttive.

Ai fini del calcolo della minima corrente di corto circuito, considerando che:

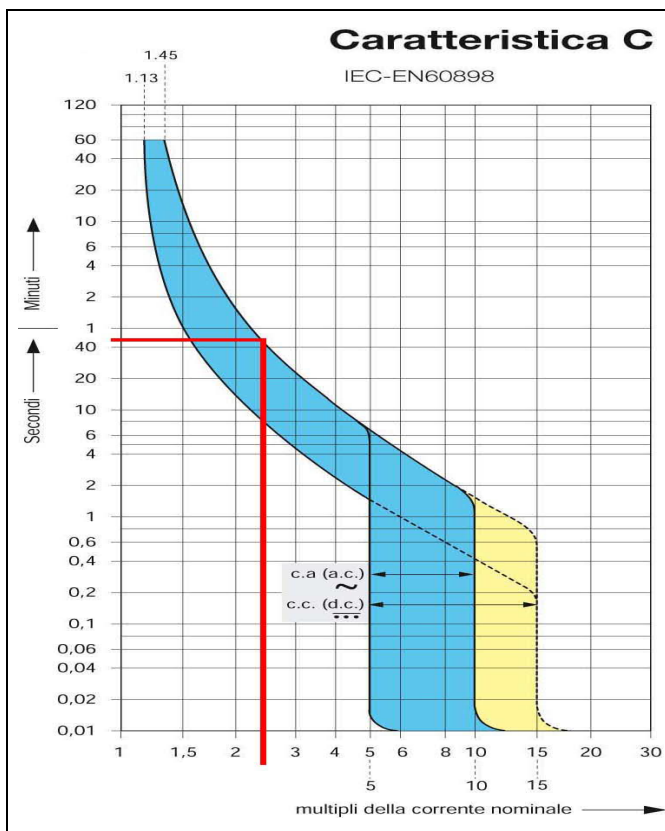
- ⇒ le sezioni delle linee IP sono praticamente sempre di sezione $\leq 25 \text{ mm}^2$ e quindi la sezione di fase è uguale a quella del neutro, ovvero $1+m = 2$,
- ⇒ la tensione fase-neutro è ormai ovunque unificata a 230 volt,
- ⇒ il coeff. che tiene conto della reattanza per dette sezioni si assume $= 1$,

la formula semplificata proposta CEI 64-8 articolo 533.3 si trasforma in:

$$I_{CC, \min} = \frac{0,8 \cdot 230 \cdot S}{1,5 \cdot 0,0178 \cdot 2 \cdot Lc}$$

Ipotizzando una linea in cavo FG7 da 4 mm^2 , ad esempio di lunghezza complessiva pari a 600 metri, la massima corrente di cortocircuito sarà:

$$I_{CC, \min} = \frac{0,8 \cdot 230 \cdot 4}{1,5 \cdot 0,0178 \cdot 2 \cdot 600} = 23 \text{ Ampère}$$



A protezione della linea si potrà installare un interruttore MGT "curva C" al massimo da 10 A; infatti, dal grafico a fianco si evidenzia che per tale interruttore i 23 A della minima corrente di cortocircuito valgono $2,3 I_N$ e l'interruttore interviene con certezza in meno di 50 secondi per cui il valore di $(I^2 \cdot t)$ sarà limitato al massimo a $23^2 \cdot 50 = 26.450 \text{ A}^2\text{s}$, quasi 13 volte inferiore al massimo valore sostenibile senza danno dal cavo utilizzato, non inferiore a $K^2 \cdot S^2 = 145^2 \cdot 4^2 = 336.400$.

Infine, il massimo potere di interruzione sarà scelto pari a 6 kA per gli impianti monofase e 10 kA per i trifase, nel rispetto della Norma CEI 0-21.

Occorre evidenziare che nel presente progetto, per effetto delle molto minori potenze e del maggior $\cos\phi$, le correnti di linea si ridurranno a circa il 30% delle attuali e ciò consentirà la scelta di nuove protezioni termomagnetiche che, al contrario delle attuali, riusciranno a proteggere le linee per distanze circa 3 volte maggiori di quanto sarebbe oggi possibile (attualmente gran parte delle linee elettriche non sono adeguatamente protette dagli effetti termici dei cortocircuiti).

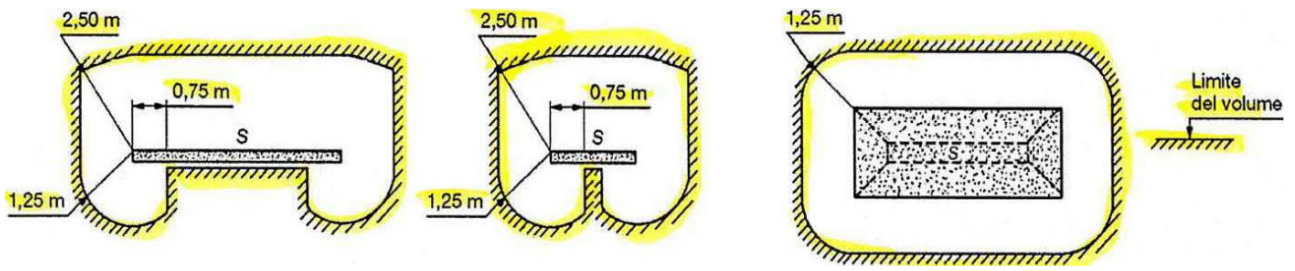
6.3 Protezione dai contatti diretti

Si ha un contatto diretto quando una persona tocca direttamente una parte attiva, anche quando il contatto avviene mediante un elemento conduttore che non sia una massa come ad esempio un attrezzo (CEI 64-8/2 art. 23.5).

Nei confronti dei contatti diretti si applica la regola generale per cui tutte le parti attive debbono essere isolate, oppure protette con involucri o barriere; inoltre per gli impianti di illuminazione esterna si applicano le seguenti più restrittive prescrizioni:

- ⇒ se uno sportello, pur apribile con chiave o attrezzo, è posto a meno di 2,5 metri dal suolo e dà accesso a parti attive queste debbono essere inaccessibili al "dito di prova" (IPXXB), oppure devono essere protette da un ulteriore schermo con uguale grado di protezione, a meno che lo sportello si trovi in un ambiente accessibile solo a persone autorizzate (CEI 64-8/7 art. 714.412);
- ⇒ le lampade non devono poter essere accessibili se non dopo aver rimosso un involucro o una barriera per mezzo di un attrezzo, a meno che l'apparecchio non si trovi ad un'altezza superiore ai 2,8 metri (protezione per distanziamento, CEI 64-8/7 art.714.412);
- ⇒ la CEI 64-8/2 art. 23.10 definisce parti simultaneamente accessibili i conduttori o le parti conduttrici che possono essere toccate simultaneamente da una persona (parti attive, masse, masse estranee, conduttori di protezione, collettori di terra, pavimenti e pareti non isolanti); affinché un conduttore o una parte conduttrice rispetto a un punto o a una superficie occupata o percorsa ordinariamente da persone non dotate di attrezzi

possano considerarsi protette per distanziamento, quelle rappresentate nella figura che segue sono le distanze minime necessarie (CEI 64-8/2 art. 23.11).

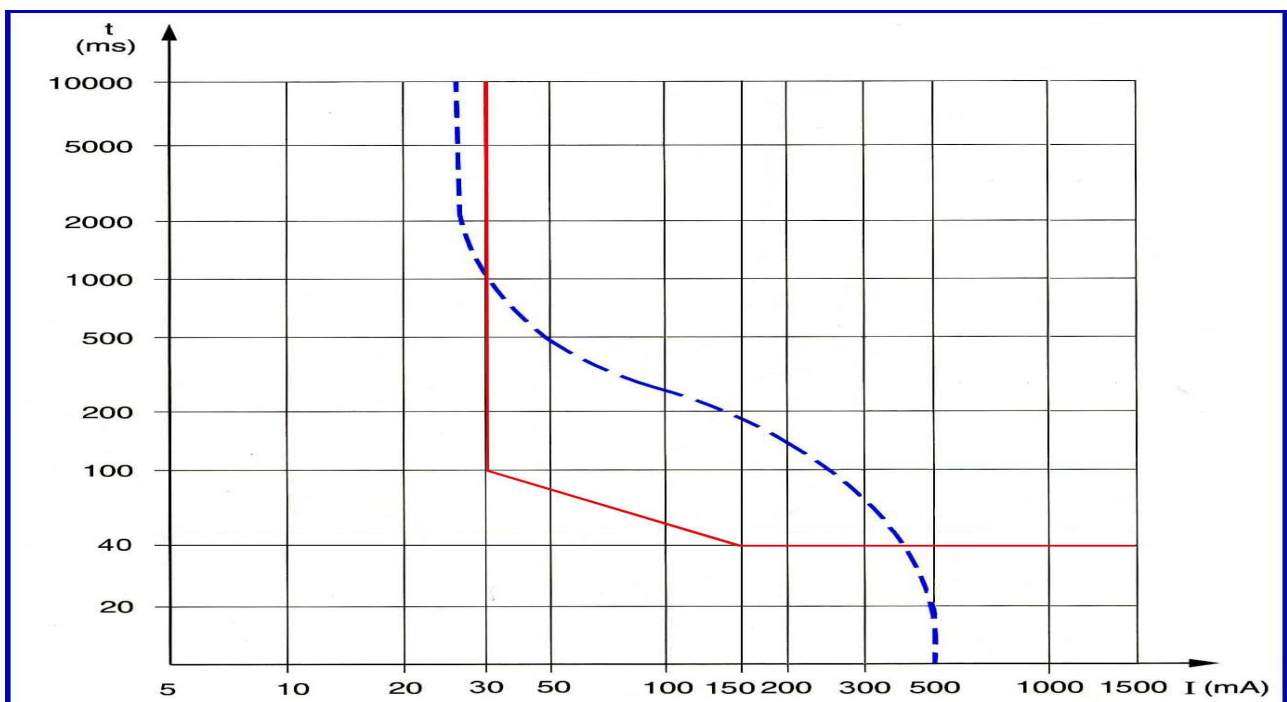


6.4 Protezione dai contatti indiretti

Nella tabella che segue è indicato il valore di resistenza del corpo umano assunta dalle norme per valutare la pericolosità del contatto con una tensione:

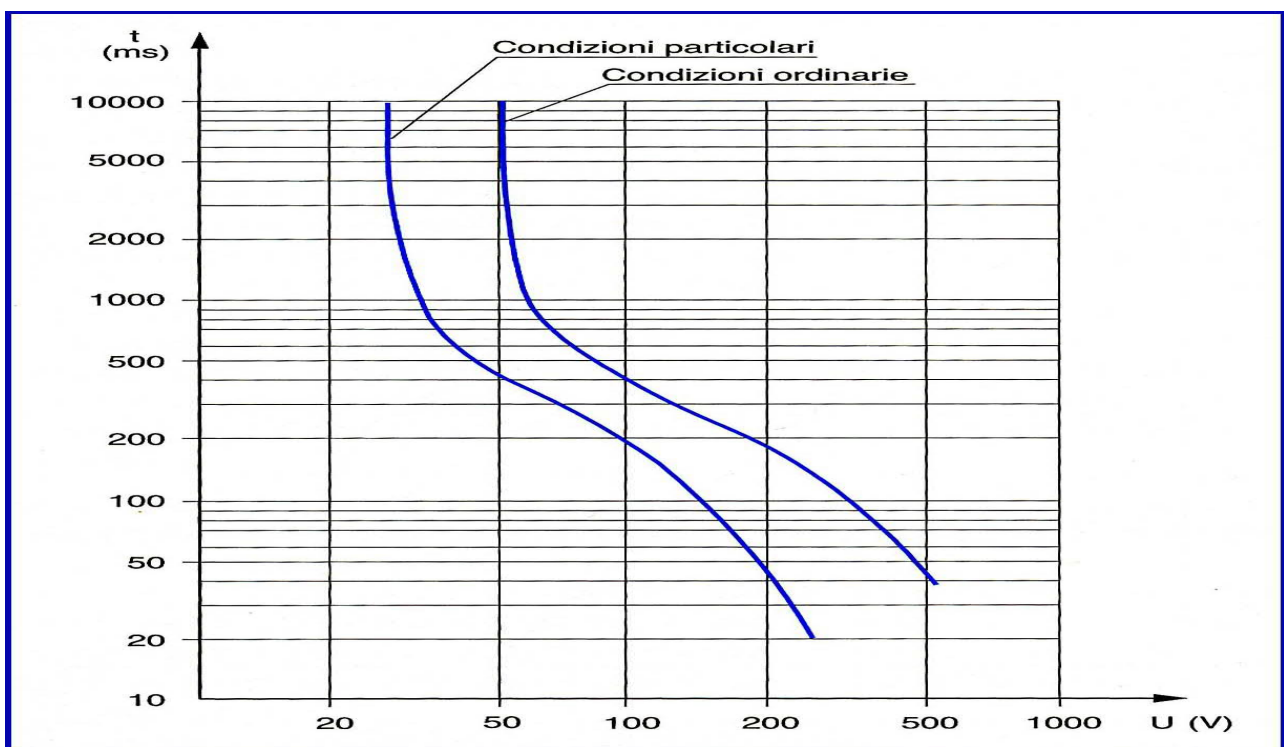
TENSIONE DI CONTATTO	25 V	50 V	75 V	100 V	125 V	230 V
Resistenza "due mani - due piedi" non superata dal 5% della popolazione	875Ω	725Ω	625Ω	600Ω	562Ω	500Ω

le norme considerano poi che in "condizioni ordinarie" scarpe e terreno introducano una resistenza in serie al corpo umano di 1.000 Ω e in "condizioni particolari" di 200 Ω; nel grafico che segue la curva blu tratteggiata indica il limite di sicurezza corrente-tempo assunto per stabilire i requisiti del sistema di protezione contro i contatti indiretti in bassa tensione.



Se i valori di corrente della curva blu tratteggiata vengono moltiplicati per la somma della resistenza del corpo umano relativa alla tensione di contatto più la resistenza di 1.000 o 200 Ω sopra indicata, si ottengono le curve di sicurezza tensione-tempo sotto riprodotte e rispettivamente riferite alle "condizioni normali" (tensione di contatto limite 50 V) e alle "condizioni particolari" (tensione di contatto limite 25 V).

I valori di resistenza di 1.000 Ω e di 200 Ω costituiscono anche il limite di resistenza verso terra al di sotto del quale una parte metallica è da considerare "massa estranea".



Si osserva in particolare che per la protezione contro i contatti diretti in corrente alternata si assume una tensione di sicurezza pari a 25 V mentre la tensione di 50 V è accettabile solo nella protezione contro i contatti indiretti.

La curva rossa riportata nel grafico della curva di sicurezza tempo-corrente, indica il sicuro limite di intervento di un interruttore differenziale da 30 mA.

Nel presente progetto gli impianti verranno realizzati/trasformati in classe 2 e si provvederà comunque anche a dotare i quadri di protezioni differenziali da 30 mA sicché, se per effetto di un guasto un palo dovesse

andare in tensione e vi fosse presenza di una "massa estranea" tale da poter essere contemporaneamente toccata, siccome alla tensione di 230 V la resistenza del corpo umano si assume pari a 500 Ω , nella più estrema delle ipotesi in cui la "massa estranea" contemporaneamente accessibile abbia resistenza verso terra quasi nulla avremmo una corrente che attraversa il corpo (calcolata con tensione di contatto posta come da norma pari a 200 volt) di 0,4 A e il dispositivo differenziale da 30 mA garantirà l'interruzione della alimentazione entro 40 ms, ovvero entro i limiti della curva di sicurezza tensione di contatto/tempo "in condizioni particolari".

A questo riguardo occorre inoltre ricordare che lo scatto degli interruttori differenziali deve essere con frequenza dell'ordine di almeno una volta ogni 6 mesi verificato tramite azionamento del pulsante di prova onde evitare il cosiddetto "effetto colla" che in caso di guasto può impedire l'apertura dei contatti o comunque ritardarla (cosa facile a dirsi ma che poi è oneroso fare per cui gli interruttori rimangono "chiusi" per mesi e a volte per anni e quando sono chiamati ad intervenire o non aprono o lo fanno con tempi dilatati).

Occorre inoltre precisare che l'azionamento di un differenziale attraverso il pulsante di prova non sostituisce le necessarie prove e verifiche elettriche in quanto col pulsante di prova si induce artificialmente una corrente differenziale che è 2,5 volte la nominale.

A tal riguardo per un'ulteriore garanzia di sicurezza e affidabilità nel tempo verranno utilizzate protezioni differenziali con funzione di "autotest", misura del valore della corrente di dispersione in "vero valore efficace" (in considerazione della distorsione armonica introdotta nelle correnti dagli alimentatori elettronici) e funzione di "auto-ripristino" (auto-riattivazione in caso di scatti dovuti ad eventi transitori).

Attualmente gli impianti di Illuminazione Pubblica del Comune di Campello sul Clitunno gestiti "a forfait" da ENEL sono in genere privi di protezione dai contatti indiretti.

7. STIMA DELLE QUANTITÀ E DEI COSTI DEI LAVORI PREVISTI

Descrizione	Quantità	Importi (€)
Fornitura in opera dei corpi illuminanti a LED per l'efficientamento (compresa la rimozione dei vecchi e il rifacimento dei collegamenti elettrici)	n° 686	205.000
Fornitura in opera di nuovi pali, compresi bracci e scatole di giunzione (comprese le rimozioni)	n° 41	22.000
Fornitura in opera di nuove linee elettriche (compresa la rimozione di quelle sostituite, giunti e scatole di giunzione)	m 6.000	33.000
Revisione/sostituzione di quadri elettrici di protezione e comando	n° 50	42.000
Scavi (compresi Pozzetti, Basamenti, Tubazioni e Ripristini)	m 350	30.000
Completa realizzazione di un nuovo impianto per l'illuminazione di v. Santa Maria (630 m) più l'illuminazione di un tratto di via Europa Unita tra gli incroci con v. Monte Serano e v. Agnelli (160 m)	790 m	38.000
Oneri per la Sicurezza	-	7.000
Totale Lavori compresi Oneri per la Sicurezza	-	377.000

8. PRIME INDICAZIONI PER LA FUTURA REDAZIONE DEL PRIC

PREMESSA – La redazione del Piano Regolatore della Luce (PRIC), di cui il Comune di Campello sul Clitunno non è al momento dotato e che dovrà essere predisposto dal Concessionario assieme alla redazione dei progetti esecutivi al quale essi si conformeranno, dovrà rispettare i criteri indicati nell'allegato "A" al Regolamento 05/04/2007 n.2 di Attuazione della Legge Regionale 28.02.2005 n. 20 (Norme in materia di prevenzione dell'inquinamento luminoso e del risparmio energetico).

Si vuole in questa fase richiamare le linee guida previste per la redazione di tale strumento i cui contenuti essenziali sono:

- ⇒ le classificazioni;
- ⇒ l'indicazione dei criteri illuminotecnici;
- ⇒ la programmazione degli interventi di ampliamento, rifacimento e messa a norma.

CLASSIFICAZIONI:

È la parte con la quale vengono classificate strade, monumenti, impianti sportivi e qualsiasi area / elemento caratterizzante il territorio per le quali si ravveda la necessità di fornire indicazioni per la realizzazione degli impianti di illuminazione esterna; è ovvio che il PRIC debba fare riferimento ed essere coerente con il PRG del Comune anche al fine di ottenere che le modifiche nel tempo del PRG si riflettano automaticamente sul PRIC; il PRIC può anche introdurre classificazioni "protettive e qualificanti" di aree, siti, monumenti che pur non tutelate da vincolo paesaggistico o altro siano però ritenute dal Comune meritevoli di tutela o, di particolare livello di illuminazione.

Particolare importanza riveste in quest'ambito la classificazione delle strade: infatti la Norma UNI 11248/2012 definisce le caratteristiche che deve possedere l'illuminazione in riferimento alle diverse categorie di strada per cui senza una ufficiale classificazione delle strade non si può procedere alla individuazione della cosiddetta "categoria illuminotecnica di ingresso.

Anche gli impianti sportivi, per le caratteristiche della illuminazione, dovranno essere classificati secondo le specifiche norme UNI di riferimento nonché delle prescrizioni emanate dalle federazioni dei vari sport.

Fondamentale poi la classificazione delle aree in relazione alla distanza dagli osservatori astronomici e alla classificazione degli stessi nel rispetto della Deliberazione della Giunta Regionale n° 1173 del 9 luglio 2007 (L.R. n. 20/2005. Norme in materia di prevenzione dell'inquinamento luminoso e risparmio energetico. Individuazione delle zone di particolare protezione degli osservatori astronomici).

INDICAZIONE DEI CRITERI ILLUMINOTECNICI:

Il PRIC non tende ad identificare specifici apparecchi di illuminazione ma a fornire criteri su tipologia delle lampade, colore e resa cromatica della luce da applicare nelle diverse aree ... all'epoca della L.R. 20/2005 e del suo Regolamento 02/2007 ancora si disquisiva su luce gialla e luce bianca, efficienza lumen/watt superiore ai 70 o ai 90 lumen/watt, ecc.; la rapida evoluzione tecnologica con l'ormai totale utilizzo del LED ha reso questa parte abbastanza priva ormai di significato in quanto, come anche nel presente progetto, si prevedono interventi tutti a Led con resa cromatica >70.

PROGRAMMAZIONE DEGLI INTERVENTI DI AMPLIAMENTO, RIFACIMENTO E MESSA A NORMA:

Anche in questo caso la realtà ha preceduto il PRIC in quanto con il progetto proposto verranno rifatti/messi a norma tutti gli impianti della Illuminazione Pubblica; rimarranno da definire invece i programmi di ampliamento.

Per quanto riguarda l'importante parte del PRIC relativa al Censimento degli impianti, al di là di dati già disponibili al Comune, prevedendo il presente progetto l'efficientamento totale dell'impianto, la realizzazione/aggiornamento dei database sarà contestuale agli interventi e riporterà, quindi, direttamente la situazione "post-efficientamento e messa in sicurezza" diventando essa il nuovo "anno zero" dell'impianto.

Infine, già non poche pagine della presente relazione sono state dedicate a mostrare come a partire dalla classificazione delle strade fatta dal Comune, la UNI 11248 (Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche) individua le "categorie illuminotecniche di ingresso" e da queste, con una serie di considerazioni sui parametri di influenza, si pervenga agevolmente alla categoria illuminotecnica di progetto, per cui si ritiene di poter evitare inutili ripetizioni.

9.PRIME INDICAZIONI PER LA REDAZIONE DEI PIANI DI SICUREZZA

PREMESSA - Le caratteristiche tecnico-dimensionali dell'opera e delle lavorazioni previste, non venendo superato il limite dei 200 Uomini Giorno, non prevedendosi subappalti, non dovendosi effettuare scavi di profondità superiore ad 1,5 m e prevedendo che tutti i lavori in elevazione vengano svolti con attrezzature e metodi tali da non determinarsi la condizione del "particolare disagio", non impongono necessariamente la redazione di un PSC e la nomina di un Coordinatore della Sicurezza e la Stazione Appaltante potrà, se vorrà, optare per la predisposizione da parte dell'Appaltatore del Piano Sostitutivo del Piano di Sicurezza e Coordinamento; in caso contrario il Piano di Sicurezza e Coordinamento dovrà essere redatto in conformità a quanto previsto dall'art. 100 del D.Lgs 81/2008 e s.m.i..

I Piani di Sicurezza e Coordinamento sono documenti complementari al progetto esecutivo che prevedono l'organizzazione delle lavorazioni atte a prevenire o ridurre i rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori .

La loro redazione comporterà con riferimento alle varie tipologie di lavorazioni, l'individuazione, l'analisi e la valutazione e i rischi intrinseci al particolare procedimento di lavorazione.

Le prime indicazioni e disposizioni per la stesura del Piano di Sicurezza e di Coordinamento (PSC) riguardano principalmente:

- Il metodo di redazione;
- Gli argomenti da trattare;

Sono inoltre riportate le prime indicazioni sulla redazione del Fascicolo dell'Opera per la manutenzione delle opere previste in progetto.

Per quanto riguarda l'applicazione del D.Lgs 81/2008 e s.m.i., dovranno essere individuate, in sede di progettazione esecutiva relativamente alle materie di sicurezza, le figure del committente, del responsabile dei lavori (che negli

appalti pubblici come in questo caso, corrisponde al RUP), del coordinatore in fase di progettazione e del coordinatore in fase di esecuzione.

Successivamente nella fase di progettazione esecutiva, tali indicazioni dovranno essere approfondite, anche con la redazione di specifici elaborati, fino alla stesura finale del Piano di Sicurezza e Coordinamento e del Fascicolo dell'Opera così come previsto dalla vigente normativa.

IL METODO - Lo schema da utilizzare per redigere il Piano di Sicurezza e Coordinamento è il seguente:

- Parte prima – Prescrizioni e Principi di carattere generale ed elementi per l'applicazione e gestione del PSC;
- Parte seconda – Elementi costitutivi del PSC per fasi di lavoro;

Nella prima parte del PSC dovranno essere trattati gli argomenti che riguardano le prescrizioni di carattere generale, anche se concretamente legati al progetto che si deve realizzare. Queste prescrizioni dovranno essere considerate come un Capitolato Speciale della sicurezza proprio del cantiere e dovranno adattarsi di volta in volta alle specifiche esigenze dello stesso durante l'esecuzione.

Nella seconda parte del PSC dovranno essere trattati gli argomenti che riguardano il Piano dettagliato della sicurezza per Fasi di lavoro che nasce da un programma di esecuzione dei lavori, che naturalmente va considerato come un'ipotesi attendibile ma preliminare di come verranno poi eseguiti i lavori dall'impresa.

Al crono-programma con diagramma di Gantt ipotizzato dovranno essere collegate delle procedure operative per le fasi più significative dei lavori e delle schede di sicurezza collegate alle singole fasi lavorative programmate con l'intento di evidenziare le misure di prevenzione dei rischi simultanei risultanti

dall'eventuale presenza di più imprese e di prevedere l'utilizzazione di impianti comuni, mezzi logistici e di protezione collettiva.

Il PSC deve contenere altresì, tutte le indicazioni necessarie per la corretta redazione del/dei Piano/i Operativo/i di Sicurezza (POS) e la proposta di adottare delle schede di sicurezza per l'impiego di ogni singolo macchinario tipo, che saranno comunque allegate al PSC in forma esemplificativa e non esaustiva.

DESCRIZIONE DELL'OPERA - Il progetto per la messa in sicurezza e l'efficientamento illuminotecnico ed energetico degli impianti di Illuminazione Pubblica del Comune di Campello sul Clitunno prevede lavorazioni che si possono così scomporre e schematizzare:

- a) Rimozione di parti di impianto esistente quali Sostegni, Corpi illuminanti e Quadri Elettrici;
- b) Scavi per la creazione di piccoli tratti di cavidotto e la formazione di basamenti;
- c) Posa pali, bracci, corpi illuminanti, quadri elettrici o componenti in quadri esistenti;
- d) Infilaggio di cavi o posa aerea di cavi e corde d'acciaio di sostegno;
- e) Misure e Verifiche ai fini della certificazione e collaudo.

REDAZIONE DEL PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO – Il Piano di Sicurezza e Coordinamento dovrà contenere:

- una relazione tecnica con le coordinate e la descrizione dell'intervento e tutte le notizie utili alla definizione dell'esecuzione dell'opera.
- l'individuazione delle fasi del procedimento attuativo mediante esplicitazione delle caratteristiche delle attività lavorative con l'indicazione di quelle critiche e la stima della durata delle lavorazioni;
- un'analisi dei rischi legata alle fasi di lavoro che si prevede saranno applicate in cantiere, procedendo alla definizione delle necessarie azioni e

provvedimenti da intraprendere nelle lavorazioni per salvaguardare la sicurezza dei lavoratori;

- il programma dei lavori (Diagramma di Gantt) al fine di definire gli archi temporali di ciascuna fase di lavoro e, quindi, le contemporaneità tra le fasi in modo da individuare le necessarie azioni di coordinamento laddove sia presente la possibilità che alcune fasi di lavoro possano essere svolte da imprese diverse.

Si procederà inoltre alla valutazione dei seguenti Elementi Generali del Piano:

1. Modalità da seguire per la recinzione e segnalazione dei cantieri;
2. Misure generali di protezione contro il rischio di caduta dall'alto;
3. Disposizioni relative alla consultazione dei rappresentanti per la sicurezza;
4. Disposizioni per il coordinamento dei Piani Operativi col Piano di Sicurezza.

L'ultima fase del Piano sarà costituita dalla Stima dei Costi della sicurezza, che vanno previsti per tutta la durata delle lavorazioni e sono costituiti dai costi:

- a) degli apprestamenti previsti nel PSC;
- b) delle misure preventive e protettive e dei dispositivi di protezione individuale eventualmente previsti nel PSC per lavorazioni interferenti;
- c) degli approntamenti antincendio;
- d) dei mezzi e servizi di protezione collettiva;
- e) delle procedure contenute nel PSC e previste per specifici motivi di sicurezza;
- f) degli eventuali interventi finalizzati alla sicurezza e richiesti per lo sfasamento spaziale o temporale delle lavorazioni interferenti;
- g) delle misure di coordinamento relative all'uso comune di apprestamenti, attrezzature, infrastrutture, mezzi e servizi di protezione collettiva.

DUVRI - DOCUMENTO UNICO DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO PER LA ELIMINAZIONE DELLE INTERFERENZE (art. 26 comma 3 D.Lgs 81/08) -

L'appaltatore, deve necessariamente indicare, se per la tipologia dell'appalto in questione, (Forniture e Lavori), si rendesse necessario la redazione del documento di valutazione dei rischi da interferenze, nel qual caso oltre alla redazione del PSC, deve farsi carico anche della redazione del DUVRI.

IL DUVRI deve costituire lo strumento del Datore di Lavoro finalizzato a promuovere la cooperazione ed il coordinamento per:


- l'individuazione e l'attuazione delle misure di protezione e prevenzione dai rischi sul lavoro incidenti sull'attività lavorativa oggetto dell'appalto;
- coordinare gli interventi di protezione e prevenzione dai rischi cui sono esposti i lavoratori;
- l'informazione reciproca in merito a tali misure;

al fine di eliminare o, ove non possibile, ridurre al minimo i rischi dovuti alle interferenze nelle lavorazioni oggetto dell'appalto.

Il documento deve contenere anche le informazioni sui rischi specifici esistenti nell'ambito in cui verranno svolte le attività in appalto, a norma dell'art. 26 comma 1 lett. b) del D.Lgs. 81/2008.

Preliminarmente alla stipula del contratto, prima dell'inizio delle attività in appalto, il Responsabile dei Lavori promuoverà la cooperazione ed il coordinamento di cui all'art. 26 comma 3 del D.Lgs. 81/2008, mediante la redazione, in contraddittorio con la Ditta aggiudicataria dell'appalto, del "Verbale di sopralluogo preliminare congiunto e di coordinamento".

Terni, 01/10/2015

ENERSTREET S.r.l.
 **ENERSTREET** s.r.l.
Viale delle Grazie, 77
05100 TERNI (TR) Italy
c. f e Part. IVA 01504050558