

COMUNE DI BONORVA

PROVINCIA DI SASSARI



POR FESR 2007-2013 – ASSE III – LINEA DI ATTIVITÀ 3.1.2a
*"BANDO PER IL COFINANZIAMENTO DI INIZIATIVE NEL CAMPO DEL RISPARMIO
ENERGETICO DELL'ILLUMINAZIONE PUBBLICA E DEL CONTENIMENTO
DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO"*

LAVORI DI RIQUALIFICAZIONE DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA

PROGETTO ESECUTIVO

PREMESSA

La presente relazione si riferisce all'intervento di riqualificazione dell'impianto di illuminazione pubblica del Comune di Bonorva. Parte integrante del progetto sono, oltre alla presente relazione, le tavole planimetriche e gli altri elaborati della progettazione esecutiva.

L'impianto del centro abitato di Bonorva è servito da n. 12 quadri di distribuzione per un totale di 823 corpi illuminanti. I suddetti quadri sono privi di regolatore di flusso e interruttore orario. La consistenza dell'impianto, in base alle informazioni ricevute dall'Ufficio Tecnico comunale, risulta in dettaglio costituita da:

- n. 811 lampade al sodio alta pressione;
- n. 12 di altre tipologie (alogene e ioduri metallici);

Degli 823 corpi illuminanti, 734 sono costituiti da armature chiuse, 11 da lanterne, 9 da proiettori, mentre i rimanenti 69 sono costituiti da globi.

Il presente intervento riguarderà la sostituzione di 450 corpi illuminanti ad armatura chiusa, mentre i rimanenti punti luce verranno coinvolti negli interventi successivi di completamento, compatibilmente con le disponibilità finanziarie.

La situazione attuale, per la quasi totalità dei corpi illuminanti, non rispetta le norme sull'inquinamento luminoso e i valori minimi di luminanza forniti dalla Norma UNI 11248.

RIFERIMENTI NORMATIVI

In particolare si fa riferimento a:

- Legge n. 186 del 1 marzo 1968 "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici"
- D.Lgs 626 del 25 Novembre 1996 "Attuazione della dir. CEE 93/68 in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione.
- Norma CEI 0-2 - " Guida per la definizione della documentazione di progetto impianti elettrici".
- Norma CEI 64-8, riguardante gli impianti utilizzatori fino a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
- UNI 10819 Impianti di illuminazione esterna – requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.
- UNI 11248 "Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche"
- UNI 13201-2 "Illuminazione stradale - Requisiti prestazionali"
- UNI 13201-3 "Illuminazione stradale - Calcolo delle prestazioni"
- UNI 13201-4 "Illuminazione stradale - Metodi di misura delle prestazioni fotometriche"
- CEI EN 60598 "Apparecchi di illuminazione"
- EI EN 55015 "Limiti e metodi di misura delle caratteristiche di radiodisturbo degli apparecchi di illuminazione elettrici e degli apparecchi analoghi
- CEI EN 61547 "Apparecchiature per illuminazione generale – Prescrizioni di immunità EMC
- CEI EN 61000 "Compatibilità elettromagnetica"
- CEI EN 62471 "Sicurezza fotobiologica delle lampade e dei sistemi lampada
- UNI EN 10025 "Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali"
- UNI EN 40-2 Pali per illuminazione pubblica. Dimensioni e tolleranze.
- UNI EN 40-5 Pali per illuminazione pubblica. Specifiche per pali illuminazione pubblica in acciaio.
- L'elenco delle Norme e delle Leggi sopra esposto è indicativo, pertanto in fase di realizzazione degli impianti si dovrà comunque rispettare tutte le disposizioni di legge e normative, complete di aggiornamenti e varianti, applicabili alla tipologia di impianto e/o di apparecchiature.

DESCRIZIONE SOMMARIA DELL'INTERVENTO

L'intervento ha lo scopo di ottimizzare i consumi elettrici necessari per l'illuminazione pubblica del comune in oggetto. L'obiettivo prefissato comporta la riqualificazione dell'impianto di illuminazione esistente con la sostituzione delle attuali sorgenti luminose con sorgenti di nuova generazione al LED.

Questa tipologia di apparecchi ha la peculiarità di emettere la radiazione luminosa ad una particolare lunghezza d'onda, che risulta essere meglio recepita dall'occhio umano. In particolare la visione notturna risulta essere più "luminosa" e più dettagliata. L'impianto sarà realizzato con componenti in classe II. Si dovrà porre particolare attenzione nel mantenere il grado di isolamento; l'installazione delle apparecchiature dovrà essere realizzata a perfetta regola d'arte secondo le indicazioni delle normative vigenti. I pali di sostegno degli impianti realizzati in classe II e le relative apparecchiature non dovranno essere collegati all'impianto di terra.

SUDDIVISIONE DEL TRATTO STRADALE IN ZONE DI STUDIO

Il Comune di Bonorva, allo stato attuale non dispone di un PIANO DELL'ILLUMINAZIONE PUBBLICA, per cui non è stata disposta la classificazione illuminotecnica delle strade del centro abitato. Per questa ragione, essendo previsto il rifacimento dell'impianto di illuminazione di un centro urbano e supponendo che tutte le strade di progetto siano della medesima tipologia, con il fine di definire la categoria illuminotecnica di progetto e una o più categorie illuminotecniche di esercizio, si ritiene che tutte le strade oggetto del presente progetto possano essere ricondotte ad un tratto stradale "*equivalente*", che verrà suddiviso in tre distinte zone:

- Zona 1 = tratto stradale principale (escluso le zone sottostanti);
- Zona 2 = marciapiedi;
- Zona 3 = Intersezione a raso lineari ed a livello sfalsati;

CLASSIFICAZIONE DEL TRATTO STRADALE ED INDIVIDUAZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI RIFERIMENTO

Con riferimento alle tre zone individuate, avremo:

- *Zona 1 = tratto stradale principale*

In funzione dell'ubicazione, del tipo di traffico, dell'omogeneità e in sintonia con quanto riportato nel codice della strada, il tratto stradale in questione viene classificata come "*F - Strada Locale*", ossia strada urbana od extraurbana opportunamente sistemata ai fini di cui al comma 1 non facente parte degli altri tipi di

strade. Dal prospetto 1 della norma UNI 11248:2007 considerando la classificazione sopra indicata e in ragione dei limiti di velocità di **30 km/h**, si ricava la categoria illuminotecnica di riferimento corrispondente a **ME4b**.

TABELLE UNI 11248 - EN 13201

Tabella A - classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento

Tipo	Descrizione	Limiti di velocità km/h	Categoria illuminotecnica di riferimento
F	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	ME4b
F	Strade locali urbane: altre situazioni	30	CE4
F	Strade locali urbane: aree pedonali	5	CE5/S3
F	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	CE5/S3

➤ *Zona 2 = marciapiedi*

Dal prospetto 1 della norma UNI 11248:2007 si ricava la categoria illuminotecnica di riferimento per questa tipologia di strade corrispondente a **S3**.

Con il fine di poter comparare il livello luminoso tra le varie zone di studio, essendo la zona 2 adiacente e contigua con la zona 1, in conformità all'art. 9.2 della norma e al relativo prospetto 6, si ricava che la categoria S3 corrisponde alla categoria ME5.

➤ *Zona 3 = Intersezione a raso lineari (incroci);*

Le categorie di riferimento per le intersezioni a raso lineari sono quelle della serie CE. La categoria illuminotecnica per questa zona dovrà essere maggiore di un livello rispetto alla maggiore tra quelle previste per le strade di accesso, (Rif. C.3.2.1 norma UNI 11248:2007). Le strade di accesso alle intersezioni sono tutte della medesima categoria, ossia strada urbana od extraurbana opportunamente sistemata ai fini di cui al comma 1 non facente parte degli altri tipi di strade. In conformità al prospetto 6 della norma stessa, essendo la categoria di riferimento per le strade ME4b, la categoria per le intersezioni a raso diviene la **CE3**.

Alla luce delle considerazioni fatte avremo le seguenti categorie illuminotecniche di riferimento:

- **Zona 1 = ME4b**
- **Zona 2 = S3**
- **Zona 3 = CE3**

ANALISI DEI RISCHI

In conformità alla norma UNI 11248:2007, in particolare alla tabella L, considerando l'elevato indice di resa di colori della sorgente luminosa prevista, superiore a 60, si applica una riduzione della categoria illuminotecnica pari a una unità (-1). Alla luce di quanto descritto si è giunti quindi al risultato di poter assumere come categorie illuminotecniche di progetto le seguenti:

ORE SERALI:

➤ **Zona 1 = ME4b -1 = ME5**

➤ Zona 2 = S3-1=S4

➤ Zona 3 = CE3

La norma, nel prospetto sopra indicato, fornisce alcuni valori numerici a titolo informativo per la valutazione dei parametri di influenza nell'individuazione delle categorie illuminotecniche. Alcuni studi scientifici sperimentali hanno dimostrato che la visione con un'illuminazione proveniente da sorgenti luminose a LED è più ricca di dettagli e che questa tipologia di luce viene percepita come più luminosa, (luminanza scotopica). Questo accade sebbene confrontando la sorgente a LED con ad esempio una sorgente a vapori di sodio ad alta pressione, un misuratore tradizionale dell'intensità luminosa indica l'opposto.

La scelta progettuale di adottare gli apparecchi a LED è volta all'ottimizzazione dei costi di gestione energetica dell'impianto, pur mantenendo un ottimo livello di sicurezza per gli utenti della strada. Questa tipologia di apparecchi inoltre presentano la caratteristica di avere un elevato tempo di vita e un basso decadimento luminoso nel corso degli anni.

Con il fine di ottimizzare i consumi energetici si considera che il flusso del traffico **durante le ore notturne** (dopo la mezzanotte), sia inferiore del 50% rispetto al flusso massimo e che pertanto durante queste ore le categorie illuminotecniche di riferimento possano essere declassate secondo le indicazioni della tabella L della norma UNI 11248:2007

ORE NOTTURNE:

➤ **Zona 1 = ME5-1 = ME6**

➤ Zona 2 = S4 - 1 = S5

➤ Zona 3 = CE3 - 1 = CE4

CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI ESERCIZIO

In base alle considerazioni indicate nell'analisi dei rischi e alla categoria illuminotecnica di progetto nonché alla necessità di contenere più possibile i consumi energetici, l'impianto sarà gestito con due livelli di Luminanza ricavati dalle tabelle sottostanti, (prospetti estratti dalla norma UNI-EN 13201-2:2004).

prospetto 1a Categorie illuminotecniche serie ME

Categoria	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto			Abbagliamento debilitante Tl in % ^{a)} [massimo]	Illuminazione di contiguità SR ^{2b)} [minima]
	\bar{L}_m in cd/m ² [minima mantenuta]	U_o [minima]	U_l [minima]		
ME1	2,0	0,4	0,7	10	0,5
ME2	1,5	0,4	0,7	10	0,5
ME3a	1,0	0,4	0,7	15	0,5
ME3b	1,0	0,4	0,6	15	0,5
ME3c	1,0	0,4	0,5	15	0,5
ME4a	0,75	0,4	0,6	15	0,5
ME4b	0,75	0,4	0,5	15	0,5
ME5	0,5	0,35	0,4	15	0,5
ME6	0,3	0,35	0,4	15	nessun requisito

a) Un aumento del 5% del Tl può essere ammesso quando si utilizzano sorgenti luminose a bassa luminanza (vedere nota 6).
 b) Questo criterio può essere applicato solo quando non vi sono aree di traffico con requisiti propri adiacenti alla carreggiata.

Dove:

L_m = luminanza media mantenuta del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto;

U_o = uniformità generale minima ossia il rapporto fra la luminanza minima dell'insieme dei punti di calcolo e la luminanza media L_m ;

U_l = uniformità longitudinale minima si intende il minore dei rapporti fra luminanza minima e massima calcolate o rilevate in punti situati lungo l'asse di ciascuna corsia, con il punto di osservazione assunto lungo l'asse stesso;

Tl = valore della perdita di visibilità causata dall'abbagliamento debilitante degli apparecchi;

SR = valore della perdita di visibilità causata dall'abbagliamento debilitante degli apparecchi;

Categorie illuminotecniche serie S

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	E in lx ^{a)} [minimo mantenuto]	E_{min} in lx [mantenuto]
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1
S5	3	0,6
S6	2	0,6
S7	prestazione non determinata	prestazione non determinata

a) Per ottenere l'uniformità, il valore effettivo dell'illuminamento medio mantenuto non può essere maggiore di 1,5 volte il valore minimo E indicato per la categoria.

Dove:

E = illuminamento medio (minimo mantenuto);

E_{min} = illuminamento minimo;

Categorie illuminotecniche serie CE

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	\bar{E} in lx [minimo mantenuto]	U_o [minima]
CE0	50	0,4
CE1	30	0,4
CE2	20	0,4
CE3	15	0,4
CE4	10	0,4
CE5	7,5	0,4

Dove:

E = illuminamento medio (minimo mantenuto);

U_o = uniformità generale dell'illuminamento emisferico;

Durante le **ore serali** e **alle prime luci dell'alba**, l'impianto sarà tarato per rispettare la seguente categoria di esercizio:

- Zona 1 = ME5 [$L_m > 0,5 \text{ cd/m}^2$; $U_o > 0,35$; $U_l > 0,4$; $TI < 15\%$; $SR^2 > 0,5$];
- Zona 2 = S4 [$E > 5 \text{ lx}$; $E_{min} > 1 \text{ lx}$];
- Zona 3 = CE3 [$E > 15 \text{ lx}$; $U_o > 0,4$];

Durante le **ore notturne** (dopo la mezzanotte) l'impianto sarà tarato per rispettare la seguente categoria di esercizio:

- Zona 1 = ME6 [$L_m > 0,3 \text{ cd/m}^2$; $U_o > 0,35$; $U_l > 0,4$; $TI < 15\%$];
- Zona 2 = S5 [$E > 3 \text{ lx}$; $E_{min} > 0,6 \text{ lx}$];
- Zona 3 = CE4 [$E > 10 \text{ lx}$; $U_o > 0,4$];

CORPI ILLUMINANTI E CALCOLO ILLUMINOTECNICO

L'illuminazione stradale sarà realizzata tramite Corpi illuminanti su pali pre-esistenti di altezza fuori terra variabile tra 6-8 m.

L'armatura stradale presa in considerazione per redigere il presente progetto è un corpo illuminante della City Design "**mod. FIRST LIGHT**" e "**mod. STREET LED**" o ad essi equivalenti, avente le specifiche tecniche e calcoli illuminotecnici di seguito riportati. Il sistema elettrico consta di due parti contenute nei due vani indipendenti:

- il circuito a LED, che costituisce quindi la sorgente luminosa;
- l'unità di alimentazione.

Attraverso l'utilizzo di un'ottica secondaria, costituita per ogni singolo LED da una parabola cromata in PC e da una lente personalizzata in PMMI, il flusso viene opportunamente direzionato, andando ad illuminare uniformemente un'area rettangolare fronte palo e permettendo interassi palo fino a 30 metri con eccellenti risultati illuminotecnici. I LED sono pilotati in corrente da driver di controllo, basato sul funzionamento PWM ad alto rendimento, la cui gestione permette di rendere ottimali le prestazioni del corpo illuminante. Essendo i driver integrati nel PCB, viene inoltre annullato il rischio di interferenze elettromagnetiche. Il circuito, realizzato in FR4, risulta protetto dalle eventuali inversioni di polarità, ed è agganciato meccanicamente al corpo della lampada, in modo da ottenere una perfetta aderenza tra le superfici di contatto, il che, unito alla sagomatura alettata del corpo in alluminio pressofuso, consente un adeguato smaltimento del calore. La qualità della tecnologia a LED e dei componenti elettronici utilizzati nel PCB garantisce alla sorgente luminosa una vita minima di almeno 50.000 ore, valore di circa 7 volte superiore rispetto alle lampade tradizionali.

Il Lampione Stradale a luce diretta strutturalmente suddiviso in:

- Corpo Lampada;
- coperchio per chiusura vano alimentatori;
- vetro per chiusura vano LED;
- Cover;
- aggancio a palo;

Corpo Lampada

Il Corpo Lampada è realizzato in pressofusione di alluminio dalla caratteristica forma ellittica. Il corpo lampada, perfettamente stagno, contiene il circuito stampato, costituito dalle sorgenti luminose LED e da componentistica elettronica varia, unitamente al sistema ottico secondario, composto da opportune lenti e riflettori, e

viene chiuso da un vetro extrachiaro temperato serigrafato, assicurato meccanicamente e perfettamente sigillato lungo tutto il suo perimetro. Nel dettaglio, esso è suddiviso in due vani Indipendenti nelle aperture e perfettamente stagni. Il primo vano accoglie il corpo illuminante, LED e circuito stampato e viene chiuso da un vetro extrachiaro temperato serigrafato, assicurato meccanicamente e perfettamente sigillato lungo tutto il suo perimetro. Il secondo vano viene chiuso da uno sportellino in pressofusione, opportunamente sigillato e fissato meccanicamente. Tra di loro i due vani sono comunicanti ma rimangono perfettamente stagni, aprendo il vano alimentatori infatti il corpo illuminante non viene in contatto con l'aria. Nel secondo vano, collegato elettricamente al primo, è presente l'unità di alimentazione e la sezione dedicata alla regolazione del flusso luminoso (predisposizione), la quale avviene mediante collegamento a filo (doppino) con segnale variabile in corrente continua convertito in segnale PWM per comunicare con il circuito a LED. La divisione dei due vani non è ottenuta da elementi riportati che ne avrebbero compromesso la sigillatura, è piuttosto il risultato di un approfondito studio meccanico del corpo e si ottiene da un unico pezzo. Il corpo in pressofusione di alluminio è stato modellato al fine di garantire la migliore dissipazione del calore attraverso alette opportunamente modellate nella forma e negli spessori. Sofisticcate valvole di sfiato eliminano eventuali formazioni di condensa.

Coperchi per chiusura Vano Alimentatori

Coperchio realizzato in pressofusione di alluminio sagomato al fine di garantire una sigillatura lungo tutto il perimetro, 4 viti M4 lo assicurano al corpo lampada a livello meccanico. Gli alimentatori sono fissati superiormente al corpo lampada, non visibili e accessibili dall'esterno solo da personale qualificato. Il corpo in pressofusione di alluminio è stato modellato al fine di garantire la migliore dissipazione del calore attraverso alette opportunamente modellate nella forma e negli spessori. Sofisticcate valvole di sfiato eliminano eventuali formazioni di condensa.

Vetro per chiusura Vano LED

Vetro extrachiaro temperato, con serigrafia decorativa. Viene assicurato al corpo lampada attraverso opportune colle e meccanicamente mediante due piastrine in plastica agganciate direttamente al corpo. Il livello di protezione del "Corpo Lampada" è IP65.

Cover

La Cover si aggancia al "Corpo Lampada" tramite 4 viti metriche M5 ed assolve contemporaneamente una funzione Tecnico-Eстетica. Una funzione Estetica perché

conferisce al lampione una linea decisa e tecnica, in linea con il carattere fortemente innovativo del LED.

Le funzioni Tecniche sono molteplici:

- Durante il giorno il "Corpo Lampada" non viene colpito da raggi diretti del sole.
- Opportune feritoie permettono lo scorrimento delle acque meteoriche impedendo l'accumulo di sporcizie tra le alette di raffreddamento.
- Durante il suo funzionamento il calore smaltito dal corpo illuminante fuoriesce dalle feritoie mentre una apertura di 5mm lungo tutto il perimetro ne assicura la giusta aerazione. Le feritoie sono state sagomate al fine di essere sempre più piccole rispetto all'apertura lungo tutto il perimetro, in questo modo l'eventuale sporcizia sarà sempre smaltita.
- La forma chiusa e bombata della Cover impedisce l'annidamento di volatili.

Dimensioni: 800x405x110

Aggancio a Palo

Aggancio a palo, realizzato in pressofusione e modellato per assicurare la massima adattabilità con pali fino a \varnothing 76mm. La sua particolare forma ne permette un aggancio sia su un palo dritto, perpendicolare alla linea di terra, sia a sbraccio. In entrambi i casi un sistema di regolazione ne consente variazioni di inclinazione comprese tra: (+/- 5°); (+/- 10°); (+/- 15°).

A livello cromatico le versioni disponibili sono:

- Corpo Illuminante: Nero Ral 9005 - Grigio Micaceo
- Aggancio a Palo: Nero Ral 9005 - Grigio Micaceo
- Cover: Bianco Ral 9010 - Alluminio Ral 9007

La scelta dei colori è dettata da precisi input tecnici legati allo smaltimento del calore.

Tutta la viteria utilizzata per l'assemblaggio dei vari componenti è in acciaio inox ed è dimensionata secondo calcolo statico.