



REGIONE AUTONOMA
DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA



COMUNE DI CARLOFORTE
Provincia del Sud Sardegna

**LAVORI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE
PUBBLICA DEL COMUNE DI CARLOFORTE
CUP: H64H25000390008
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA**

PROGETTAZIONE

Progettista: **Ing. Giuseppe Simeone**

Coordinatore della Sicurezza in fase di progettazione: **Ing. Nicola Uras**

STAZIONE APPALTANTE

COMUNE DI CARLOFORTE

VIA GARIBALDI, 72 - 09014 - CARLOFORTE (SU)

Il Sindaco: **Dott. Stefano Rombi**

Responsabile Unico del Progetto: **Ing. Nicola Uras**

Sostituto del Responsabile Unico del Progetto: **Arch. Paolo Parodo**

Elaborato:

AII. A1

Contenuto:

Relazione tecnica generale

Novembre 2025

Premessa

Il presente progetto è relativo ai “LAVORI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA DEL COMUNE DI CARLOFORTE” ed è finalizzato a promuovere l'efficienza energetica e ridurre le emissioni di gas a effetto serra oltre a sviluppare sistemi, reti e impianti di stoccaggio energetici intelligenti al di fuori dell'RTE-E.

Le opere in progetto sono quindi finalizzate all'efficientamento globale dell'impianto di illuminazione pubblica per ottenere un conseguente abbattimento dei consumi energetici derivanti dall'utilizzo dello stesso. Nello specifico si prevede di:

- sostituire alcuni corpi illuminanti di vecchia generazione che presentano particolari criticità legate a: inquinamento luminoso, utilizzo di sorgenti fuori norma, consumo energetico e sicurezza più in generale con nuovi apparecchi che presentano una maggiore efficienza dal punto di vista energetico e della riduzione dell'inquinamento luminoso, in linea con i CAM e la normativa specifica;
- installare dei sistemi tecnologici integrati costituiti da attraversamenti pedonali luminosi intelligenti volti a migliorare la sicurezza stradale;

Riferimenti normativi

Il presente progetto è stato redatto nel rispetto delle norme tecniche e legislative vigenti in materia di illuminazione pubblica, impianti elettrici e contenimento dell'inquinamento luminoso.

In particolare, sono stati considerati i seguenti riferimenti normativi e documentali:

Norme UNI e CEI

UNI 11630:2016 – Luce e illuminazione – Criteri per la stesura del progetto illuminotecnico;

UNI EN 13201:2016 (parti 1–5) – Illuminazione stradale (criteri di progettazione, requisiti prestazionali, calcolo e verifica delle prestazioni, misurazione e controllo);

UNI 10819:1999 – Luce e illuminazione – Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso degli impianti di illuminazione esterna;

CEI 64-8 – Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata;

CEI EN 60598-1 e CEI EN 60598-2-3 – Apparecchi di illuminazione – Prescrizioni generali e particolari per apparecchi destinati all'illuminazione stradale;

UNI EN 12464-2:2014 – Illuminazione dei luoghi di lavoro – Esterni, per i criteri generali di comfort visivo e uniformità.

Normativa legislativa e regolamentare

D.M. 37/2008 – Regolamento per l'installazione degli impianti all'interno degli edifici;

D.Lgs. 81/2008 – Testo unico sulla sicurezza nei luoghi di lavoro, per gli aspetti connessi alla sicurezza elettrica;

D.M. 27 settembre 2017 – Criteri ambientali minimi per l'illuminazione pubblica (CAM – G.U. n.244 del 18.10.2017);

Legge regionale vigente in materia di inquinamento luminoso e risparmio energetico;

Regolamenti comunali e prescrizioni dell'Ente gestore dell'impianto.

Documentazione tecnica di progetto

Schede fotometriche e certificazioni dei nuovi apparecchi a LED;

Planimetrie e rilievi dei punti luce esistenti;

Relazioni di calcolo illuminotecnico secondo UNI EN 13201;

Schemi elettrici e planimetrie fornite dall'Ente gestore.

Per quanto concerne il territorio di intervento, si applicano inoltre le disposizioni previste dalla Legge Regionale Sardegna 29 maggio 2006, n. 7 – “Disposizioni per la prevenzione dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico in materia di illuminazione esterna”, e relativi Regolamenti attuativi. Tale normativa definisce i criteri tecnici e gestionali per l'installazione, la sostituzione e l'esercizio degli impianti di illuminazione esterna, stabilendo in particolare che:

- gli apparecchi di illuminazione devono avere emissione di flusso luminoso verso l'alto nulla (ULOR = 0%);
- la temperatura di colore deve essere contenuta (preferibilmente ≤ 3000 K) per ridurre l'impatto ambientale e l'abbagliamento;
- gli impianti devono essere dotati di sistemi di regolazione del flusso luminoso o di spegnimento parziale nelle ore notturne a ridotta fruizione;

Comune di Carloforte – Provincia del Sud Sardegna

LAVORI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA DEL COMUNE DI CARLOFORTE

CUP: H64H25000390008 - PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

- le sostituzioni e gli interventi di efficientamento devono garantire una riduzione dei consumi energetici rispetto alla situazione preesistente;
- è raccomandata la valutazione preventiva dell'impatto luminoso in prossimità di aree naturali o sensibili (es. zone verdi, habitat faunistici).

Le presenti prescrizioni sono richiamate nella progettazione dei nuovi corpi illuminanti a LED, che risultano conformi ai criteri della L.R. 7/2006 e della Deliberazione della Giunta Regionale n. 48/43 del 21 novembre 2019, recante gli "Indirizzi tecnici per l'applicazione della legge regionale n. 7/2006", che ribadisce la necessità di utilizzare apparecchi full cut-off, ad alta efficienza e con controllo fotometrico certificato.

Descrizione dello stato di fatto

Allo stato attuale l'impianto di illuminazione pubblica comunale è composto da un totale di circa 1.938 corpi illuminanti attestati su 17 quadri elettrici e 3 sottoquadri, oltre a quelli di proprietà demaniale afferenti a due quadri elettrici e 1 sottoquadro. Gli impianti sono collegati in derivazione dai quadri con tensione variabile sia monofase-230V che trifase-400V, classe di isolamento "I", accensione mediante crepuscolare o orologio astronomico, contabilizzazione dell'energia attraverso gruppi di misura certificati e di proprietà dal Distributore di rete E-Distribuzione Spa.

Il consumo medio annuo totale si attesta intorno ai 575 MWh e da un censimento della rete emergono numerose criticità, tra cui:

- presenza di sorgenti non LED, obsolete, scarsamente efficienti e che non rispettano le normative vigenti in termini di sicurezza e illuminamento a terra;
- presenza di corpi illuminanti (globi, proiettori, segnapasso, etc.) che disperdono il flusso luminoso verso la volta celeste con conseguente inquinamento luminoso;
- presenza di quadri e corpi illuminanti che necessitano, per via dei materiali o dei luoghi di installazione, di frequenti manutenzioni e adeguamenti;
- presenza di aree in cui risultano numerosi corpi illuminanti danneggiati per cui risulta necessario intervenire per ripristinare le condizioni di sicurezza.

Si ritiene pertanto opportuno dare la priorità ad interventi localizzati in aree che presentano dette criticità in maniera preponderante e al fine di promuovere l'efficienza energetica, ridurre le emissioni di gas a effetto serra oltre a sviluppare sistemi tecnologici integrati intelligenti.

Da una disamina della rete, dei corpi illuminanti e quadri censiti si prevede di intervenire come segue:

i.d. interv	POD	Zona – Via	Quadro di Riferimento	intervento	Tipologia apparecchi esistenti	sorgente	n°
1	IT001E98065069	Diga SUD	Q3	Sost. apparecchi	Lanterne con braccio +segnap.	SAP	54
2	IT001E98166261	Via De Andrè	Q16	Sost. apparecchi	Diffusori a globo su palo	Ioduri Metallici	18
3	IT001E98377970	Muro Via Porta Leoni	Q09	Sost. apparecchi	Proiettori a terra	Ioduri metallici+SAP	15
4	IT001E98186938	Piazza A. Aste e vie limitrofe	Q10	Sost. apparecchi	Lanterne con braccio o su palo	Ioduri metallici+SAP	29
5a	IT001E98186915	Vie Pianosa,Damele, Segni, Salita Rombi	Q04-Q05	Sost. apparecchi	Armatura stradale su palo	SAP	34
5b	IT001E98186915	Salite Rombi, S.Cristina, Via P. Cassebba	Q05	Sost. apparecchi	Lanterne con braccio	Ioduri metallici+SAP + Vapori Mercurio	12
6	IT001E98369538	Vie Albenga, Corallari, Naviganti, e Rivero	Q23	Sost. Apparecchi	Armatura stradale su palo + 1 proiettore	SAP + Ioduri metallici	30
7	IT001E98272815	Vie Albenga, Levante, Ponente, Grecale, Mezzogiorno, Scirocco, Tramontana, Maestrale	Q24	Sost. Apparecchi	Armatura stradale su palo	SAP	28
Totale Interventi di sostituzione							220

Tabella 1 – Aree di intervento sostituzione apparecchi di illuminazione

Nell'immagine satellitare seguente l'ubicazione degli interventi di sostituzione degli apparecchi in progetto.

Comune di Carloforte – Provincia del Sud Sardegna

LAVORI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA DEL COMUNE DI CARLOFORTE

CUP: H64H25000390008 - PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA



Si prevede in totale di intervenire su un totale di 220 corpi illuminanti costituiti principalmente da armature stradali su palo, lanterne artistiche su palo o su braccio, segnapasso e proiettori con sorgenti principalmente al Sodio ad Alta Pressione e Ioduri Metallici.

Dal punto di vista energetico, le lampade oggetto di intervento, sommano potenze assorbite per un totale di **oltre 20 kW**, come riassunto nella tabella successiva (Tabella 2).

Si riportano nei paragrafi successivi la descrizione dello stato attuale per ogni area di intervento

id interv.	Indirizzo	Corpo Illum.	Sostegno	Tipo Lampada	P. Attuale [kW]	Num.	Cons. Att. [kW]
1	Diga sud	Lanterna braccio	A parete	SAP	70	26	1,82
		Segnapasso	su panchina	SAP	18	28	0,504
2	VIA DE ANDRE	Globo	Palo conico	Iod. metallici	70	18	1,26
3	VIA CORALLARI	Proiettore	A terra	Iod. metallici	250	3	0,75
				SAP	250	2	0,5
					400	10	4
4	PIAZZA A.ASTE	Lanterna	Palo storico	Iod. metallici	70	7	0,49
				SAP	70	10	0,7
	Sal. S.ta CRISTINA	Lanterna	A parete	SAP	70	4	0,28
	VIA CAPRERA	Lanterna	A parete	SAP	70	2	0,14
	VIA DEL CASTELLO	Lanterna	A parete	SAP	70	1	0,07
	VIA MUSTASSAFFO	Lanterna	Palo storico	Iod. metallici	70	2	0,14
				SAP	70	1	0,07
	VICO TABARKA	Lanterna	A parete	Iod. metallici	70	2	0,14

Comune di Carloforte – Provincia del Sud Sardegna

LAVORI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA DEL COMUNE DI CARLOFORTE

CUP: H64H25000390008 - PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

5a	Sal. G. ROMBI	Armatura stradale	Palo conico	SAP	70	1	0,07
					100	7	0,7
	VIA A. SEGNI	Arredo urbano	Palo conico	SAP	70	3	0,21
	VIA DAMELE	Armatura stradale	Palo conico	SAP	100	11	1,1
	VIA PIANOSA	Armatura stradale	Palo conico	SAP	100	4	0,4
	VICO PIANOSA	Armatura stradale	Palo conico	SAP	100	8	0,8
5b	Sal. G. ROMBI	Lanterna	A parete	Iod. metallici	70	4	0,28
				SAP	70	6	0,42
			Palo storico	Vap.mercurio	80	1	0,08
	Sal. S.ta CRISTINA	Lanterna	A parete	Iod. metallici	70	1	0,07
6	VIA ALBENGA	Armatura stradale	Palo conico	SAP	100	12	1,2
	VIA CORALLARI	Armatura stradale	Palo conico	SAP	100	4	0,4
			Palo rastremato	SAP	100	4	0,4
	VIA DEI NAVIGANTI	Armatura stradale	A parete	SAP	100	1	0,1
			Palo conico	SAP	100	17	1,7
		Proiettore	Palo conico	Iod. metallici	250	1	0,25
	VIA RIVERSO	Armatura stradale	Palo conico	SAP	100	2	0,2
7	VIA GRECALE	Armatura stradale	Palo conico	SAP	100	1	0,1
	VIA LEVANTE	Armatura stradale	Palo conico	SAP	100	1	0,1
	VIA MAESTRALE	Armatura stradale	Palo conico	SAP	100	5	0,5
	VIA MEZZOGIORNO	Armatura stradale	Palo conico	SAP	100	1	0,1
	VIA PONENTE	Armatura stradale	Palo conico	SAP	100	2	0,2
	VIA SCIROCCO	Armatura stradale	Palo conico	SAP	100	2	0,2
	VIA TRAMONTANA	Armatura stradale	Palo conico	SAP	100	5	0,5
Totale complessivo						220	20,94

Tabella 2 – Dettaglio punti e vie di intervento

1 - Diga Sud

La diga sud, il cui pod è recentemente passato dalla proprietà demaniale a quella comunale, presenta due tipologie di corpi illuminanti: delle lanterne in ottone fissate al paramento murario con apposito braccio e staffa tassellata, dei segna passo doppi incassati nelle panchine in cemento.



Le lanterne in ottone hanno interasse di 15 metri e altezza del corpo illuminante di circa 3,50 metri. In totale sono presenti 26 corpi illuminanti di questa tipologia anche se, tuttavia, molti elementi risultano mancanti perché caduti a seguito della corrosione del braccio o della piastra di sostegno. Le lampade installate sono del tipo SAP con potenza di 70 W. I segna passo sono invece installati nelle panchine in cemento, nella parte più esposta della diga, in numero di due per ogni panchina. Ogni segna passo ospita una lampada SAP da 18W

2 - Via De André

Nella Via Fabrizio De Andrè sono installate delle lampade agli ioduri metallici con potenza di 80W. L'installazione è su palo stradale (14 pezzi) a sezione conica in vetroresina con altezza di 5 metri ed interasse tra i corpi illuminanti di circa 30 metri con apparecchi del tipo globo singolo (10 elementi) e doppio (4 elementi) per un totale di 18 diffusori.



3 - Muro Via Porta Leoni

Il muro di Via Porta Leoni viene attualmente illuminato attraverso dei proiettori da 250 W e 400 W agli ioduri metallici e SAP fissati a terra ad un interasse di circa 10 metri e protetti da una rete metallica. In totale sono presenti 15 apparecchi che proiettano il flusso luminoso con un angolo di circa 120° direttamente sul paramento murario.



4 - Piazza Angelo Aste e vie limitrofe

La piazza Angelo Aste è attualmente illuminata attraverso dei diffusori montati a testa palo di tipo artistico, con sorgente luminosa SAP e agli ioduri metallici su lanterna con vetri. Si rende necessario, sia nel sito che nelle vie adiacenti, un intervento volto a ripristinare le condizioni di sicurezza (presenza di vetri infranti nelle lanterne) unitamente al rispetto dei requisiti di efficienza energetica e limitazione dell'inquinamento luminoso. Nella piazza sono presenti in totale 16 apparecchi a testa palo, si prevede poi di intervenire su ulteriori 9 apparecchi (pali artistici e lanterne con braccio) nelle vie adiacenti e su 4 ulteriori lanterne nel prospetto principale della scuola elementare (Istituto Comprensivo Statale di Carloforte).

Comune di Carloforte – Provincia del Sud Sardegna

LAVORI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA DEL COMUNE DI CARLOFORTE

CUP: H64H25000390008 - PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA



Comune di Carloforte – Provincia del Sud Sardegna

LAVORI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA DEL COMUNE DI CARLOFORTE
CUP: H64H25000390008 - PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

5a - Vie Pianosa, Damele, A.Segni, Salita Rombi

In quest'area l'impianto di illuminazione pubblica è realizzato con armature stradali montate su pali conici in vetro resina aventi altezza di m. 7,00 sul p.d.c. L'interasse è variabile tra i 15 ed i 30 metri e le armature attualmente installate funzionano con lampade del tipo SAP.



5b - Salite Rombi, Santa Cristina, Via Porta Cassebba

L'area in oggetto è illuminata principalmente attraverso lanterne di tipo artistico dotate di braccio e fissate alle pareti degli edifici. L'altezza sul piano di campagna è di circa 4,50 metri con interasse di 15 metri. Gli apparecchi illuminanti sono di tipo SAP ed in totale sono presenti 11 lanterne, ed un palo di tipo artistico.



Comune di Carloforte – Provincia del Sud Sardegna

LAVORI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA DEL COMUNE DI CARLOFORTE

CUP: H64H25000390008 - PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

6-7 – Vie Albenga, Corallari, Naviganti e più

In quest'area l'impianto di illuminazione pubblica è realizzato con armature stradali montate su pali conici in vetro resina aventi altezza di m. 7,00 sul p.d.c. L'interasse è variabile tra i 15 ed i 30 metri e le armature attualmente installate funzionano con lampade del tipo SAP.



Descrizione dello stato di progetto

Come precedentemente indicato il progetto prevede l'efficientamento dell'impianto di illuminazione pubblica mediante la realizzazione di due interventi di seguito elencati:

- sostituzione dei corpi illuminanti precedentemente indicati;
- installare dei sistemi tecnologici integrati costituiti da attraversamenti pedonali luminosi intelligenti volti a migliorare la sicurezza stradale;

A partire dall'analisi dello stato di fatto descritta in precedenza e delle conseguenti criticità riscontrate, sono stati definiti gli interventi da effettuare per la ristrutturazione dell'impianto con l'obiettivo di migliorarne l'efficienza luminosa (risparmiando quindi sui consumi) e la sicurezza, causando il minor impatto ambientale possibile (in ottica di economica circolare).

L'aspetto preminente del progetto è la sicurezza urbana, sia in termini normativi che sociali.

Le varie fasi progettuali ed esecutive vengono riportate di seguito:

- classificazione illuminotecnica di ingresso, di progetto e analisi dei rischi;
- individuazione degli ambiti illuminotecnici omogenei;
- studio del colore della luce e della temperatura di colore;
- sostituzione corpi illuminanti esistenti con altri provvisti di sorgente a LED di ultima generazione, per efficientamento dell'impianto, e di design, al fine di valorizzarne anche l'aspetto estetico;
- implementazione di proiettori;
- interventi di sostituzione e riqualificazione dei sostegni;
- ripristino dei sostegni mancanti perché sinistrati o rimossi;

Criteria di progettazione illuminotecnica

Una volta definita la tipologia di una determinata strada secondo Codice della Strada, si perviene alla sua classificazione illuminotecnica di riferimento, determinando la definizione della categoria illuminotecnica di ingresso utilizzando la norma UNI 11248.

NORMA UNI 11248 – PRESCRIZIONI			
Classificazione delle strade secondo il Codice della Strada			
Tipo di strada	Descrizione del tipo di strada	Limite di Velocità (km/h)	Categoria illuminotecnica di riferimento
A1	Autostrade extraurbane	130 - 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A2	Strade di servizio alla autostrade extraurbane	70 - 90	M2
	Strade di servizio alla autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70 - 90	
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2) ¹⁾	70 - 90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70 - 90	
D	Strade urbane di scorrimento ²⁾	70	M2
	Strade urbane di interquartiere	50	
E	Strade urbane di quartiere	50	M3
	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) ¹⁾	70 - 90	
F ³⁾	Strade locali extraurbane	50	M4
	Strade locali urbane	30	C4/P2
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	50	M4
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C3/P1
	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C4 / P2
	Strade locali interzonali	50	M3
		30	C4/P2
		30	P2
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali ⁴⁾	non dichiarato	P2
	Strade a destinazione particolare ¹⁾	30	

La strada viene classificata progettualmente dal punto di vista illuminotecnico a partire dalla sua categoria illuminotecnica in ingresso; a partire da questa è necessario eseguire un'analisi dei rischi che, attraverso l'individuazione e la valutazione dei parametri di influenza significativi, consenta di prevenire a categorie illuminotecniche di progetto in grado di garantire la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti della strada in condizioni notturne, minimizzando i consumi energetici e di gestione. L'analisi dei rischi consiste nella valutazione reale del livello dei parametri di influenza per garantire la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti della strada, minimizzando al contempo, i consumi energetici, i costi di installazione e di gestione e di impatto ambientale.

Si riporta di seguito l'analisi che si deve condurre a partire dalla classificazione illuminotecnica di ingresso che il progettista illuminotecnico deve applicare. I parametri di influenza previsti dalla norma UNI 11248 risultano essere i seguenti:

Comune di Carloforte – Provincia del Sud Sardegna

LAVORI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA DEL COMUNE DI CARLOFORTE
CUP: H64H25000390008 - PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

Parametro di influenza - costante nel lungo periodo, per determinare categoria illuminotecnica di PROGETTO	Riduzione massima della categoria illuminotecnica di ingresso (MAX 2)
Complessità del campo visivo normale	1
Assenza o bassa densità di zone di conflitto 1)	1
Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali	1
Segnaletica stradale attiva	1
Assenza di pericolo di aggressione	1
1) In modo non esaustivo sono zone di conflitto gli svincoli, le intersezioni a raso, gli attraversamenti pedonali, i flussi di traffico di tipologie diverse.	
Parametro di influenza - variabile nel tempo in modo periodico o casuale, per determinare categoria illuminotecnica di ESERCIZIO	Riduzione massima della categoria illuminotecnica di progetto (MAX 2)
Flusso orario di traffico <50% portata di servizio	1
Flusso orario di traffico <25% portata di servizio	2
Riduzione della complessità nella tipologia di traffico	1

NB: La riduzione tra categoria illuminotecnica di ingresso e categoria illuminotecnica di esercizio non può essere superiore a 3

La categoria di progetto dovrà risultare di norma inferiore alla categoria illuminotecnica di ingresso di una categoria. La definizione della categoria di progetto avviene modificando la categoria di ingresso in base al tipo di strada ed ai parametri di influenza considerati nella valutazione del rischio. Al fine di pervenire ad una progettazione illuminotecnica sull'intervento di riqualificazione è necessario definire quali sono i parametri di riferimento da rispettare. Nel settore dell'illuminazione pubblica la norma di buona tecnica da rispettare è data rispettivamente dalle norme UNI 11248-2016 per quanto riguarda la classificazione illuminotecnica delle strade ed aree di conflitto e dalla norma UNI 13201-2016 per quanto riguarda i parametri da rispettare in ciascuna categoria illuminotecnica.

prospetto 3 **Categorie illuminotecniche P**

Categoria	Illuminamento orizzontale		Requisito aggiuntivo se è necessario il riconoscimento facciale	
	$\bar{E}^{(4)}$ [minimo mantenuto] lx	E_{min} [mantenuto] lx	$E_{v, min}$ [mantenuto] lx	$E_{sc, min}$ [mantenuto] lx
P1	15,0	3,00	5,0	5,0
P2	10,0	2,00	3,0	2,0
P3	7,50	1,50	2,5	1,5
P4	5,00	1,00	1,5	1,0
P5	3,00	0,60	1,0	0,6
P6	2,00	0,40	0,6	0,2
P7	Prestazione non determinata			

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

prospetto 1 **Categorie illuminotecniche M**

Categoria	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto e bagnato				Abbigliamento debilitante	Illuminazione di contiguità
	Asciutto		Bagnato		Asciutto	Asciutto
	L [minima mantenuta] cd x m ⁻²	U_0 [minima]	$U_0^{(4)}$ [minima]	$U_{sc}^{(4)}$ [minima]	$f_{1,1}$ [massima] %	$R_{E}^{(4)}$ [minima]
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,30
M6	0,30	0,35	0,40	0,15	20	0,30

Categorie illuminotecniche serie C

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	$\bar{E}$ in lx [minimo mantenuto]	U_0 [minima]
C0	50	0,4
C1	30	0,4
C2	20	0,4
C3	15	0,4
C4	10	0,4
C5	7,5	0,4

Determinato il livello illuminotecnico da garantire risulta necessario individuare sul posto i parametri corretti utili ad effettuare le simulazioni illuminotecniche dei prodotti che si intende proporre.

A tal fine la viabilità illuminata del territorio comunale è stata suddivisa in ambiti tipologici ricorrenti per classificazione illuminotecnica e per caratteristiche geometriche (larghezza, inter-distanza pali, altezza pali, ecc.) e ciò permetterà di effettuare le simulazioni rappresentative per tutto il territorio. L'individuazione della categoria di ingresso e categoria di progetto, trova riscontro in quanto riportato nella Norma UNI 11248-2016 come descritto nel paragrafo precedente. Nell'allegato "Relazione illuminotecnica" sono riportati gli ambiti omogenei che caratterizzano gli interventi con gli annessi calcoli illuminotecnici che certificano l'adeguatezza del prodotto proposto ed i relativi livelli prestazionali raggiunti. I calcoli illuminotecnici di progetto sono stati eseguiti con programma certificato "Relux"

Tutte le zone omogenee, sia per quanto riguarda le carreggiate che le zone attigue, raggiungono requisiti di illuminamento minimo richiesto da dalla Norma UNI EN 13201 – 2, conforme alla classe illuminotecnica di progetto associata. Inoltre, i valori di illuminamento e luminanza non superano di 1,20 volte il limite per la categoria illuminotecnica prevista dall'analisi dei rischi.

Infine, è rispettato il cap. 4.3.3.2 dei CAM relativo a "Elementi del progetto illuminotecnico" secondo cui: Il progetto illuminotecnico comprende aspetti fotometrici, ergonomici ed energetici e per ciascuno di questi debbono essere messe in evidenza le soluzioni adottate e le relative motivazioni. Il progetto illuminotecnico deve tener conto della norma UNI 11630 e s. m. i. per quanto conforme alle disposizioni del D.Lgs n.50/2016 e s.m.i. I calcoli illuminotecnici dovranno essere svolti coerentemente con le indicazioni legislative e normative correnti, facendo altresì riferimento a criteri di buona tecnica e progettazione. Le luminanze medie mantenute di progetto ovvero gli illuminamenti medi mantenuti di progetto non dovranno superare del 20% i livelli minimi previsti dalle norme tecniche di riferimento in funzione dell'ambito considerato. Al fine di contenere il più possibile l'inquinamento luminoso e fenomeni di luce molesta, gli apparecchi dovranno essere installati preferibilmente in posizione orizzontale, ovvero non inclinati. Qualora si rendesse necessario inclinare l'apparecchio, il progettista dovrà motivare tale scelta dimostrando che non esistono soluzioni alternative valide e dovrà altresì verificare che il flusso disperso verso l'alto dell'apparecchio così inclinato rimanga entro i valori indicati al punto 4.2.3.9 in relazione alla tipologia di installazione e alla zona di suddivisione del territorio in cui ricade l'ambito illuminato.

I calcoli illuminotecnici sono redatti secondo la normativa vigente e secondo il rispetto delle categorie di ingresso indicate. Il fattore di manutenzione Km adottato per la redazione dei calcoli è stato valutato dal progettista come da metodologia descritta nel rapporto tecnico CIE 154:2003, secondo il quale il fattore di manutenzione deriva dal prodotto dei seguenti fattori:

- KLMF: fattore che considera la riduzione del flusso luminoso emesso dalla lampada durante il normale utilizzo. Pertanto, si dovrà utilizzare il valore percentuale di flusso minimo garantito dall'apparecchio al termine del suo ciclo di vita come certificato dal produttore con curva di decadimento o dato caratteristico "L--"; ad esempio, se nel progetto esecutivo verrà proposto un apparecchio illuminante con caratteristica L90, dovrà essere utilizzato un coefficiente KLMF=0,9;
- KLSF: fattore che considera il numero di lampade fuori servizio dopo un determinato periodo di funzionamento. Nel caso di cui trattasi, si assume KLSF=1 ovvero si ipotizza che le lampade fuori servizio (sorgenti SAP) vengano prontamente sostituite "su guasto";
- KMF: fattore che considera la riduzione del flusso luminoso emesso dall'apparecchio considerate specifiche condizioni ambientali e determinati intervalli fra due successivi interventi di manutenzione; Nel caso di cui trattasi, si assume KMF =0,85, come da tabella allegata, in quanto gli apparecchi illuminanti da prevedere a progetto hanno grado IP>6X e si considera un intervento con pulizia dei vetri/ottiche ogni 3 anni e si considera "medio" il livello di inquinamento.

Grado di protezione IP	Inquinamento	Ciclo di pulizia (anni)				
		1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
IP2X	Alto	0,53	0,48	0,45	0,43	0,42
	Medio	0,62	0,58	0,56	0,54	0,53
	Basso	0,82	0,80	0,79	0,78	0,78
IP5X	Alto	0,89	0,87	0,84	0,80	0,76
	Medio	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82
	Basso	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88
IP6X	Alto	0,91	0,90	0,88	0,85	0,83
	Medio	0,92	0,91	0,89	0,86	0,87
	Basso	0,93	0,92	0,91	0,90	0,90

Si riporta in seguito la formula proposta dalla metodologia CIE 154:2003 per il calcolo del fattore di manutenzione da adottare:

$$Km = KLMF \times KLSF \times KMF = (\text{per es.}) 0,9 \times 1 \times 0,87 \approx 0,8$$

Si prevede inoltre di gestire il flusso luminoso, nelle aree di intervento, attraverso dimmerazione ed applicazione della c.d. "mezzanotte virtuale" consentendo di ottenere:

- Alta efficienza: nei dimmer la dissipazione di energia è minore rispetto a sistemi con reostati e resistori variabili; inoltre la modulazione della luce permette di variare anche il consumo di corrente, riducendolo quando necessario;
- Maggiori risparmi: i sistemi di illuminazione che lavorano costantemente a pieno regime impiegano maggiori volumi di corrente, portando ad un aumento dei consumi energetici; con i regolati di luce è possibile migliorare il rapporto tra costi e benefici;
- Lifetime più lungo: con un risparmio energetico maggiore possono funzionare più a lungo e garantire, quindi, una maggiore efficienza.

Gli apparecchi proposti completano il quadro positivo legato a questa nuova tecnologia in quanto dotati di ottiche modulabili, che consentono una regolazione della direzione del flusso in relazione ai parametri illuminotecnici da rispettare, e costruiti per la maggior parte di materiali riciclabili. Esse saranno inoltre altamente resistenti agli urti e alle sollecitazioni anche elevate, e potranno garantire elevata dissipazione del calore. La piastra di cablaggio sarà estraibile e l'attacco di ogni apparecchio regolabile, adatto sia all'installazione testa palo sia su sbraccio.

Per quanto riguarda la rispondenza alle normative, si sottolinea che i nuovi apparecchi così riqualificati avranno tutti le seguenti caratteristiche minime:

- saranno dotati di sorgenti luminose LED con CCT<3000 K che, a parità di luminanza, conseguono impegni ridotti di potenza elettrica rispetto alle altre sorgenti in commercio;
- saranno dotati di apparecchi illuminanti che, nella loro posizione di installazione, presenteranno una distribuzione dell'intensità luminosa massima per gamma >90° inferiore a 0,49 cd/klm;
- saranno dotati di dispositivi in grado di ridurre di almeno il 30% la potenza impiegata dall'impianto entro le ore 24;
- saranno realizzati a regola d'arte, così come disposto dalle normative e dalle leggi.

La riduzione minima di potenza lorda in regolazione dovrà essere compatibile con le categorie illuminotecniche di esercizio previste nell'ambito di una dettagliata analisi dei rischi. Non saranno programmate (e ammesse) riduzioni di potenza che comportino una emissione di flusso inferiore a quella necessaria all'ottenimento della classe di esercizio richiesta. Per il comune di Carloforte si è optato per una dimmerazione, composta da un gradino:

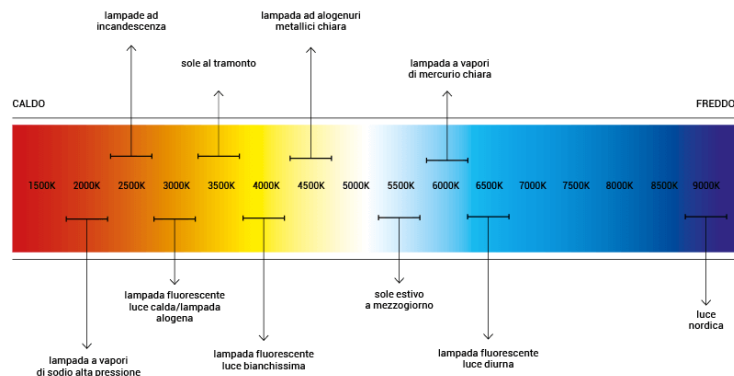
- funzionamento con riduzione di potenza del 30% dalle ore 23.00 alle ore 05.00, per un totale di 2.190 ore.
- funzionamento a pieno regime nelle restanti ore di accensione dell'impianto per un totale di 2.006.

La regolazione verrà adottata per tutti gli apparecchi dove è consentita dall'analisi dei rischi, ad eccezione di quelli ad incasso e proiettori per illuminazione architettonica.

Gli orari di accensione e spegnimento vengono convenzionalmente fissati sulla base della media mensile dell'orario di alba e tramonto e inserendo un valore di ritardo e anticipo dell'accensione e spegnimento tali da essere compresi nel crepuscolo civile. Non saranno utilizzati orari del crepuscolo civile, ma sono stati mantenuti valori che garantiscono margini successivi di regolazione della accensione tali da compensare gli indici orografici.

Ai fini del presente progetto di fattibilità tecnico economica il calcolo del consumo dell'impianto riqualificato è stato calcolato convenzionalmente sommando il valore di potenza di progetto per le ore di funzionamento a piena potenza con il valore di potenza ridotto per le ore di funzionamento a potenza ridotta. La potenza ridotta è calcolata sull'attribuzione delle categorie illuminotecniche di esercizio definite dal progettista a seguito di valutazione dei rischi. Un aspetto cardine del presente progetto, oltre agli obiettivi già citati di risparmio energetico, è stato la rimodulazione dell'illuminazione sul territorio anche da un punto di vista estetico-qualitativo di percezione e di valorizzazione dell'ambiente notturno.

La proposta di rinnovo e miglioramento intende utilizzare la luce come elemento distintivo e caratterizzante degli ambiti progettuali, per questo lo studio della luce permetterà di valorizzare rispetto al restante contesto urbano. Fattore importante risulta essere anche la scelta della temperatura di colore delle sorgenti luminose. Il colore della luce, che viene definito dalla temperatura colore espressa in gradi Kelvin, è rappresentato dalla variazione su una scala cromatica, che partendo dal bianco come punto di riferimento centrale si sposta all'aumentare della temperatura verso gli azzurri e al diminuire della medesima verso i rossi così come schematizzato nel diagramma. L'innovazione e la tecnologia led ci permettono di utilizzare differenti tenori della luce, garantendo comunque ottimali livelli di prestazione illuminotecnica e risparmio energetico. La proposta di riqualificazione prevede la riqualificazione del parco lampade con temperatura di colore pari a 4000K e 3000K, in conformità del Art. 19 comma 1 L.R. N. 2 del 29 maggio 2007 "Linee guida per la riduzione dell'inquinamento luminoso e relativo consumo energetico". Questa permetterà di valorizzare al meglio la particolarità dell'assetto urbano del comune, garantendo ottimali risultati illuminotecnici e prestazionali. Tale effetto non potrebbe essere ottenuto qualora si adottassero corpi illuminanti con una unica temperatura di colore o con una gradazione di colore più fredda.



Il comfort visivo è un tema attualmente molto importante nella progettazione di interventi di riqualificazione di impianti di pubblica illuminazione e il suo studio è in continua evoluzione poiché si ritiene importante il contributo del comfort visivo nella percezione degli spazi cittadini. Una luce correttamente progettata trasmette, infatti, sicurezza, riduce lo stress, aumenta la concentrazione, incrementa la fiducia e rassicura; per di più un'illuminazione sapiente permette una migliore fruizione degli spazi illuminati. L'incremento dei livelli di confort visivo è raggiungibile tramite il controllo delle luminanze e dei contrasti. La luce è anche percezione, in quanto l'occhio e il cervello non sono sensibili al valore assoluto degli illuminamenti e delle luminanze, ma alle differenze tra loro all'interno del campo visivo. La perfetta percezione dei contesti non verrà raggiunta quindi con livelli di luminanza/illuminamento elevati, ma con lo studio e il controllo dei gradienti di luminanza tra oggetto (elemento da illuminare), sfondo e ambiente circostante.

L'utilizzo della tecnologia led, rispetto ad altre in commercio, consente, attraverso l'impiego della tecnologia digitale, di adattare l'illuminazione in maniera molto flessibile, per assecondare le esigenze degli utilizzatori; il progetto è stato pertanto studiato regolando le ottiche degli apparecchi con precisione al fine di minimizzare l'abbagliamento senza sottoilluminare.

Sostituzione corpi illuminanti

I nuovi apparecchi dotati di tecnologia LED consentiranno da un lato di risparmiare sui consumi e dall'altro di rispettare le norme sull'inquinamento luminoso e i dettami dei Criteri ambientali minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica (approvati con DM 27 settembre 2017). La tecnologia LED, infatti, a parità di prestazioni illuminotecniche, impiega minore potenza rispetto alle altre sorgenti in commercio con conseguente risparmio sui consumi. Questo comporterà da un lato una convenienza economica legata al minor acquisto di energia e dall'altro un risparmio in termini di emissioni di CO2 equivalente e TEP, con conseguente abbassamento dell'impatto ambientale legato all'esercizio dell'impianto.

Come detto, gli apparecchi di illuminazione saranno inoltre rispondenti ai dettami dei Criteri Ambientali Minimi. Gli impianti avranno una classe di efficienza energetica per gli apparecchi (IPEA) pari ad "A" o superiore nel rispetto della normativa, ma nella maggior parte dei casi gli apparecchi possiedono IPEA maggiormente performanti.

Inoltre, grazie all'utilizzo dei LED nell'illuminazione pubblica si modificherà sensibilmente il concetto di manutenzione. Rispetto all'illuminazione pubblica tradizionale (realizzata con lampade ai vapori di sodio, lampade fluorescenti o agli ioduri metallici) che rendeva necessaria la sostituzione delle lampade anche ogni anno, l'illuminazione a LED, grazie ai recenti upgrade tecnologici, raggiunge e supera le 100.000 ore, ovvero oltre venti anni di funzionamento. Si traduce in un incredibile vantaggio sia per l'Amministrazione comunale, che non dovrà spendere costantemente per la manutenzione dei lampioni o preoccuparsi delle parti di ricambio che per i cittadini, che non incorreranno più in frequenti guasti e continue segnalazioni.

Si riportano di seguito le immagini e le caratteristiche più significative degli apparecchi di illuminazione utilizzati nel progetto. Le marche e le tipologie di corpi illuminanti sono di carattere indicativo e potranno essere sostituiti con altri corpi illuminanti con caratteristiche illuminotecniche e tecniche pari o superiori di quelli descritte nei documenti di questo progetto di fattibilità tecnico economica.

Armature stradali

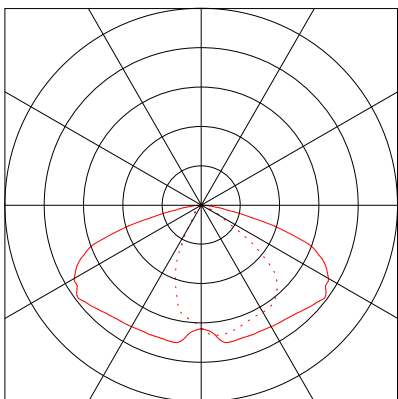
Stato Attuale



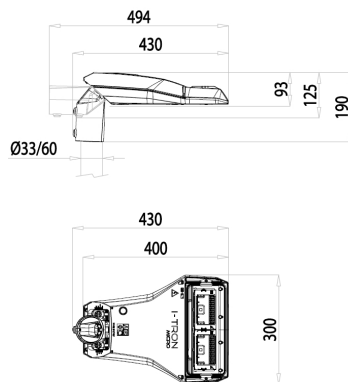
Stato di Progetto



Il progetto prevede l'installazione di armature stradali **tipo AEC-I-TRON MICRO 5P5 7030 o equivalente**, con potenza assorbita pari a 19,5 W e flusso luminoso di 2809,5 lm, temperatura di colore 3000 K, dotate di ottiche dedicate come da calcoli illuminotecnici allegati al progetto. L'apparecchio è realizzato con corpo in alluminio pressofuso a basso contenuto di rame, al fine di garantire un'elevata resistenza alla corrosione, incluso l'impiego in ambienti marini o ad elevata salinità. Il dissipatore termico, in alluminio pressofuso UNI EN 1706, è conformato con struttura ad alette per assicurare una corretta gestione del calore e massimizzare la durata dei moduli LED. La chiusura frontale è realizzata mediante schermo in vetro piano temperato ad alta trasmittanza, accompagnato da guarnizioni poliuretaniche continue, prive di punti di incollaggio, per mantenere nel tempo il grado di protezione IP66. I ganci di chiusura sono in alluminio estruso con molla in acciaio inox, per garantire affidabilità meccanica e resistenza agli agenti atmosferici. La produzione dell'apparecchio avviene presso azienda dotata di laboratori certificati ACCREDIA, a garanzia della qualità dei materiali, delle prestazioni fotometriche e della conformità alle normative tecniche vigenti. L'apparecchio è predisposto per sistemi di regolazione del flusso luminoso (dimming), compresa la funzione di mezzanotte virtuale, che consente la riduzione automatica della potenza nelle ore notturne a bassa frequentazione. Tale gestione contribuisce al risparmio energetico e alla riduzione delle emissioni indirette di CO₂, nel pieno rispetto del principio DNSH (Do No Significant Harm). Inoltre, l'adozione di ottiche schermate e distribuzioni fotometriche controllate consente di limitare le dispersioni verso l'alto e contenere l'inquinamento luminoso, in coerenza con i Criteri Ambientali Minimi (CAM) per l'illuminazione esterna. Questa tipologia di armatura sarà installata sia nell'intervento 5a, che interessa Via Pianosa, Via Damele, Via Segni e Salita Rombi sia negli interventi 6 e 7 relativi alla Via Albenga, Corallari, Naviganti e più.



I - TRON
MICRO



Lanterne artistiche

Stato Attuale



Stato di Progetto



Negli interventi denominati 4 e 6, dove sono presenti lanterne artistiche storiche montate su braccio o a testa palo, è prevista la sostituzione con apparecchi illuminanti a LED di tipologia AEC-FI-EVO **o similare**, caratterizzati da forma a pianta quadrata e design coerente con l'arredo urbano di matrice storica. L'apparecchio è realizzato in alluminio pressofuso con trattamento anticorrosione e verniciatura protettiva, in modo da garantire elevata durabilità e resistenza agli agenti atmosferici. La sorgente è un modulo LED ad alta efficienza con potenza assorbita pari a 19,6 W e flusso luminoso di 2828,6 lm, con temperatura di colore 3000 K (bianco caldo), ideale per contesti storici e centri abitati in quanto assicura comfort visivo e corretta resa cromatica, riducendo l'impatto percettivo della luce artificiale.

L'ottica è progettata per garantire $ULR \approx 0\%$ e distribuzione uniforme del flusso luminoso, evitando dispersioni verso l'alto e contribuendo alla limitazione dell'inquinamento luminoso, in conformità ai Criteri Ambientali Minimi (CAM). L'apparecchio è equipaggiato con driver elettronico ad alta efficienza, con protezioni integrate contro sovratensioni, e predisposto per sistemi di regolazione del flusso luminoso (dimming), inclusa la funzionalità di mezzanotte virtuale, che consente la riduzione automatica della potenza nelle ore notturne a bassa frequentazione. La lanterna riproduce modelli storici con geometrie armonizzate al contesto architettonico, mantenendo il carattere estetico originario ma con tecnologia luminosa moderna e sostenibile. La produzione dell'apparecchio avviene presso azienda dotata di laboratori certificati ACCREDIA, a garanzia della qualità dei processi, dell'affidabilità delle prestazioni fotometriche e della conformità alle norme tecniche vigenti. L'intervento rispetta il principio DNSH (Do No Significant Harm), in quanto riduce i consumi energetici, migliora l'efficienza dell'impianto illuminotecnico e contribuisce alla diminuzione delle emissioni indirette di CO₂, garantendo al contempo la valorizzazione del contesto urbano e la sicurezza della fruizione degli spazi pubblici.

NOME OTTICA OPTIC NAME	ISOLUX	POLARE	APPLICAZIONE APPLICATION
SL05 Ottica asimmetrica per illuminazione stradale, urbana e aree verdi. <i>Asymmetric optics for street, urban and green area lighting.</i>			

Arredo urbano

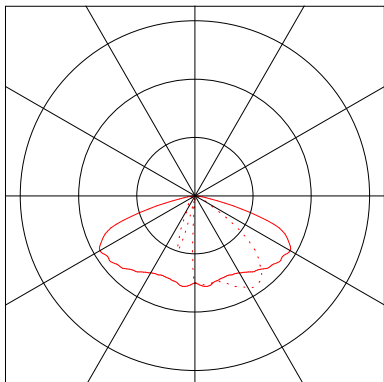
Stato Attuale



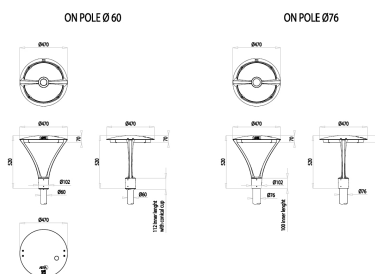
Stato di Progetto



Per quanto riguarda l'intervento denominato "2", da realizzarsi presso la Via De Andrè, si prevede di installare un diffusore per arredo urbano cima palo **tipo AEC-ARYA TP 7030 o equivalente**, destinato all'illuminazione di percorsi pedonali, aree residenziali e spazi pubblici. L'apparecchio è equipaggiato con modulo LED ad alta efficienza, con potenza assorbita 19,1 W e flusso luminoso 2550 lm, temperatura di colore 3000 K (bianco caldo), al fine di garantire elevato comfort visivo e ridotto impatto luminoso nell'ambiente notturno. Il corpo è realizzato in lega di alluminio pressofusa con trattamento anticorrosione e verniciatura a polveri, mentre lo schermo è in vetro temperato ad alta trasmittanza. Il grado di protezione è IP66 e la resistenza agli urti IK08 o superiore, idonei per ambienti esterni. Il sistema ottico a lenti ad alta efficienza assicura una distribuzione luminosa uniforme e il controllo dell'abbagliamento, con ULR $\approx 0\%$ per la riduzione dell'inquinamento luminoso, in conformità ai requisiti normativi e ai Criteri Ambientali Minimi (CAM). L'apparecchio è dotato di alimentatore elettronico con protezione contro sovratensioni ed è predisposto per montaggio a testa palo. È prevista la gestione del flusso luminoso tramite funzione di mezzanotte virtuale con dimming automatico, che permette la riduzione programmata della potenza nelle ore notturne a bassa frequentazione, contribuendo al risparmio energetico e alla riduzione dell'impatto ambientale. Tale configurazione rispetta il principio DNSH (Do No Significant Harm), poiché limita l'emissione luminosa superflua, riduce i consumi energetici e quindi le emissioni indirette di CO₂, garantendo al contempo sicurezza e qualità dell'illuminazione nei luoghi pubblici.



ARYA
TP



Segnapasso

Stato Attuale



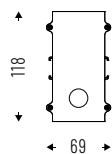
Stato di Progetto



La presente tipologia di diffusore a segnapasso è installata nei montanti delle panchine in muratura collocate nella parte terminale della Diga Sud. Attualmente sono presenti n. 14 panchine, ciascuna delle quali dotata di due apparecchi segnapasso. Il progetto prevede la sostituzione dei segnapasso esistenti, equipaggiati con lampada SAP da 18 W, con apparecchi a LED **tipo** Esse-Ci WALKABOUT Ground 96WB6KG3 **o similare**, da installarsi con orientamento orizzontale. L'apparecchio è dotato di modulo LED ad alta efficienza con potenza assorbita pari a 5,5 W e flusso luminoso di 705 lm, con temperatura di colore 3000 K, che garantisce un'illuminazione morbida, priva di abbagliamento e idonea all'uso in contesti pedonali. Il corpo è realizzato in alluminio anodizzato, ad elevata resistenza agli agenti atmosferici e alla corrosione, mentre il grado di protezione IP67 consente l'installazione in esterno anche in condizioni ambientali gravose. L'utilizzo di apparecchi con ottica controllata e flusso luminoso orientato esclusivamente verso il piano di calpestio consente di azzerare le dispersioni verso l'alto ($ULR \approx 0\%$), contribuendo in modo diretto alla riduzione dell'inquinamento luminoso in coerenza con i Criteri Ambientali Minimi (CAM). La sostituzione delle sorgenti SAP con tecnologia LED comporta un notevole risparmio energetico, con riduzione dei consumi pari a circa 70% a parità di funzione illuminotecnica, e conseguente diminuzione delle emissioni indirette di CO₂ associate alla produzione di energia elettrica. L'intervento rispetta il principio DNSH (Do No Significant Harm), in quanto migliora l'efficienza dell'impianto, riduce l'impatto ambientale complessivo e contribuisce alla valorizzazione e sicurezza della fruizione del percorso pedonale nella zona della Diga Sud, senza alterarne la configurazione architettonica e paesaggistica.

WALKABOUT — GROUND

Calpestabile per installazione singola. Controcassa inclusa.



IP 67 IK09

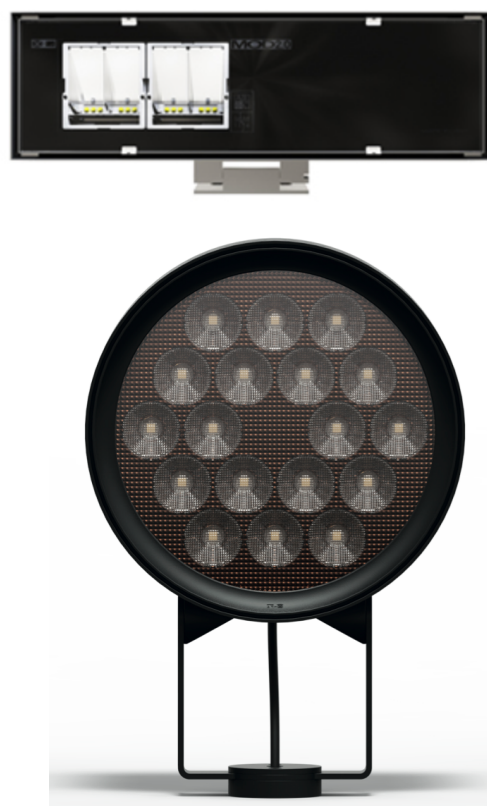


Proiettori

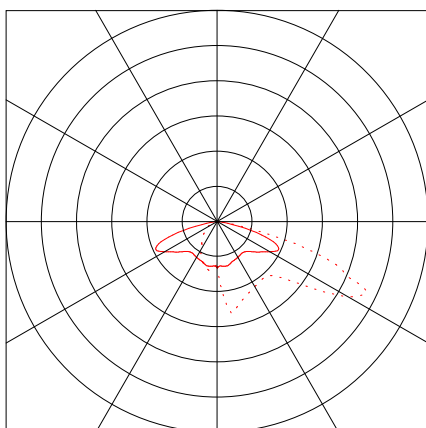
Stato Attuale



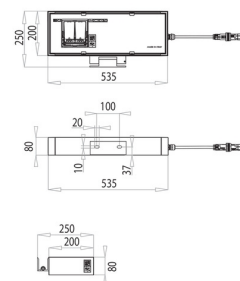
Stato di Progetto



Nel tratto del paramento interno della Diga Sud (intervento 1), dove sono presenti attualmente lanterne artistiche in ottone con sorgenti SAP da 70 W (n. 26 punti luce), ormai degradate e non più ripristinabili, si prevede la sostituzione con proiettori a LED **tipo** AEC MOD 2.0 PRO modello 0F2H1 S05 4.5-2M **o similare**, con potenza assorbita pari a 30,5 W e temperatura di colore 3000 K. Tale tipologia di apparecchio garantisce una distribuzione luminosa controllata e omogenea, idonea all'illuminazione radente del paramento in muratura, migliorando la leggibilità architettonica e riducendo l'abbagliamento percepito.



MOD 2.0 PRO
535



Nel muro lato interno di Via Corallari (intervento 3), dove sono attualmente installati n. 15 proiettori agli ioduri metallici da 400 W, è prevista la loro sostituzione con proiettori di forma cilindrica **tipo AEC FALKO 3 o similari**, potenza assorbita pari a 105 W e flusso luminoso circa 13.277,9 lm, temperatura di colore 3000 K, con ottiche conformi ai risultati dei calcoli illuminotecnici allegati al presente progetto. L'apparecchio è realizzato in alluminio pressofuso con trattamento anticorrosione e risulta conforme alle principali norme tecniche di sicurezza elettrica ed elettromagnetica (EN 60598-1, EN 60598-2-5, EN 60529, EN 50102, EN 50115, EN 61547, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 62493, EN 62471). La produzione avviene presso azienda dotata di laboratori certificati ACCREDIA. Entrambe le tipologie adottano tecnologia LED ad alta efficienza con ottiche a controllo del flusso luminoso, contribuendo alla riduzione dell'inquinamento luminoso (ULR $\approx$ 0%) e risultando conformi ai Criteri Ambientali Minimi (CAM) per l'illuminazione pubblica. La sostituzione delle sorgenti SAP e degli ioduri metallici con corpi illuminanti LED consente una significativa riduzione dei consumi energetici, con diminuzione delle emissioni indirette di CO₂ associate alla produzione di energia elettrica. L'intervento è coerente con il principio DNSH (Do No Significant Harm), in quanto migliora l'efficienza complessiva degli impianti, riduce l'impatto ambientale e favorisce la valorizzazione e la fruibilità dell'area, senza alterarne le caratteristiche architettoniche e paesaggistiche.



Elenco Punti intervento con sostituzioni

Si riporta nella tabella seguente l'elenco dei punti in cui si interverrà con il progetto di efficientamento energetico dell'impianto di illuminazione pubblica.

In totale si prevede di intervenire su 220 punti luce suddivisi in 7 aree di intervento (perimetri di intervento) corrispondenti ad altrettanti POD.

In totale si prevede di effettuare le seguenti sostituzioni per tipologia

i.d.	Tipologia	Numero Sostituzioni
1	Proiettore tipo AEC MOD 2.0 PRO	26
2	Proiettore tipo AEC FALKO 3	16
3	Arredo Urbano tipo AEC-ARYA TP 5P5	18
4	Lanterna Artistica tipo AEC-Firenze-EVO	41
5	Armatura Stradale tipo AEC-I-TRON MICRO 5P5 7030	91
6	Segnapasso tipo Esse-Ci WALKABOUT Ground 96WB6KG3	28
	Totale Sostituzioni	220

Nella Tabella successiva si riporta il dettaglio delle sostituzioni per le diverse vie, con indicazione dello stato attuale e di progetto per gli apparecchi installati e relativo consumo energetico.

Comune di Carloforte – Provincia del Sud Sardegna

LAVORI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA DEL COMUNE DI CARLOFORTE

CUP: H64H25000390008 - PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

i.d. int.	Indirizzo	Corpo Illum.	Sostegno	Lampada	Potenza Att. [W]	N.	P.Tot. Attuale [kW]	lampada progetto	Potenza Prog. [W]	P. Tot. Progetto [kW]
1	Diga sud	Lanterna braccio	A parete	SAP	70	26	1,82	Mod 2.0 pro	30,5	0,79
		Segnapasso	su panchina	SAP	18	28	0,504	Walkabout	5,5	0,15
2	Via De Andre	Globo	Palo conico	Iod. Metall.	70	18	1,26	Arya	19,1	0,34
3	Via Corallari	Proiettore	A terra	Iod. Metall.	250	3	0,75	Falko	105	0,32
				SAP	250	2	0,5	Falko	105	0,21
					400	10	4	Falko	105	1,05
4	Piazza A. Aste	Lanterna	Palo storico	Iod. Metall.	70	7	0,49	Firenze	19,6	0,14
				SAP	70	10	0,7	Firenze	19,6	0,20
	Sal. S.ta Cristina	Lanterna	A parete	SAP	70	4	0,28	Firenze	19,6	0,08
	Via Caprera	Lanterna	A parete	SAP	70	2	0,14	Firenze	19,6	0,04
	Via del Castello	Lanterna	A parete	SAP	70	1	0,07	Firenze	19,6	0,02
	Via Mustaffo	Lanterna	Palo storico	Iod. Metall.	70	2	0,14	Firenze	19,6	0,04
				SAP	70	1	0,07	Firenze	19,6	0,02
	V.co Tabarka	Lanterna	A parete	Iod. Metall.	70	2	0,14	Firenze	19,6	0,04
5a	Sal. G. Rombi	Arm. Stradale	Palo conico	SAP	70	1	0,07	I-tron	19,5	0,02
					100	7	0,7	I-tron	19,5	0,14
	Via A. Segni	Arredo urbano	Palo conico	sAP	70	3	0,21	I-tron	19,5	0,06
	Via Damele	Arm. Stradale	Palo conico	SAP	100	11	1,1	I-tron	19,5	0,21
	Via Pianosa	Arm. Stradale	Palo conico	SAP	100	4	0,4	I-tron	19,5	0,08
	V.co Pianosa	Arm. Stradale	Palo conico	SAP	100	8	0,8	I-tron	19,5	0,16
5b	Sal. G. Rombi	Lanterna	A parete	Iod. Metall.	70	4	0,28	Firenze	19,6	0,08
				SAP	70	6	0,42	Firenze	19,6	0,12
			Palo storico	Vap. Merc.	80	1	0,08	Firenze	19,6	0,02
	Sal. S.ta Cristina	Lanterna	A parete	Iod. Metall.	70	1	0,07	Firenze	19,6	0,02
6	Via Albenga	Arm. Stradale	Palo conico	SAP	100	12	1,2	I-tron	19,5	0,23
	Via Corallari	Arm. Stradale	Palo conico	SAP	100	4	0,4	I-tron	19,5	0,08
			Palo rastr.	SAP	100	4	0,4	I-tron	19,5	0,08
	Via Naviganti	Arm. Stradale	A parete	SAP	100	1	0,1	I-tron	19,5	0,02
			Palo conico	SAP	100	20	2,0	I-tron	19,5	0,39
		Proiettore	Palo conico	Iod. Metall.	250	1	0,25	Falko	105	0,11
	Via Verso	Arm. Stradale	Palo conico	SAP	100	2	0,1	I-tron	19,5	0,04
7	Via Grecale	Arm. Stradale	Palo conico	SAP	100	1	0,1	I-tron	19,5	0,02
	Via Levante	Arm. Stradale	Palo conico	SAP	100	1	0,1	I-tron	19,5	0,02
	Via Maestrale	Arm. Stradale	Palo conico	SAP	100	5	0,5	I-tron	19,5	0,10
	Via Mezzogiorno	Arm. Stradale	Palo conico	SAP	100	1	0,1	I-tron	19,5	0,02
	Via Ponente	Arm. Stradale	Palo conico	SAP	100	2	0,2	I-tron	19,5	0,04
	Via Scirocco	Arm. Stradale	Palo conico	SAP	100	2	0,2	I-tron	19,5	0,04
	Via Tramontana	Arm. Stradale	Palo conico	SAP	100	5	0,5	I-tron	19,5	0,10
Totale complessivo						220	20,94			5,55

Calcolo del risparmio energetico conseguito

Gli interventi in progetto consentiranno di raggiungere un notevole risparmio energetico, e conseguentemente economico, per l'Amministrazione Comunale, oltre al risparmio in TEP, CO₂ e Nox, valutato come di seguito.

Si riassumono di seguito i valori del risparmio energetico conseguibile:

Situazione Attuale		Situazione di progetto	
<i>N - n. lampade</i>	220	<i>N - n. lampade</i>	220
<i>P - Potenza Attuale</i>	20,94 kW	<i>P - Potenza Attuale</i>	5,55 kW
<i>H – Ore annue utilizzo</i>	4.000 h	<i>H – Ore annue utilizzo</i>	4.000 h
<i>D – Dimmerazione</i>	100 %	<i>D – Dimmerazione</i>	50 % *
<i>Formula consumo</i>	$P \times H \times D$	<i>Formula consumo</i>	$P \times H \times D$
<i>Consumo Totale annuo</i>	83.760 kWh	<i>Consumo Totale annuo</i>	11.100 kWh

* la dimmerazione in progetto di stima del 50% con il contributo della mezzanotte virtuale da programmare nel driver dei nuovi apparecchi

Si stima pertanto che il risparmio conseguibile con l'installazione delle nuove lampade sia di 72.660 kWh annui (83.760 – 11.100 kWh) ovvero del 86,74 % rispetto alla condizione di consumo attuale.

Installazione Attraversamenti Luminosi Intelligenti

Il progetto prevede l'installazione di n. 5 attraversamenti pedonali luminosi intelligenti di tipo APL Smart, finalizzati a migliorare la visibilità del pedone e la sicurezza durante l'attraversamento. Il sistema rende l'attraversamento interattivo: in condizioni di stand-by l'illuminazione è mantenuta al 40%, mentre alla richiesta del pedone, tramite pulsante o sensore di rilevamento, il livello luminoso passa automaticamente al 100% (intelligent dimming) e viene attivato il lampeggio dei dispositivi di segnalazione.

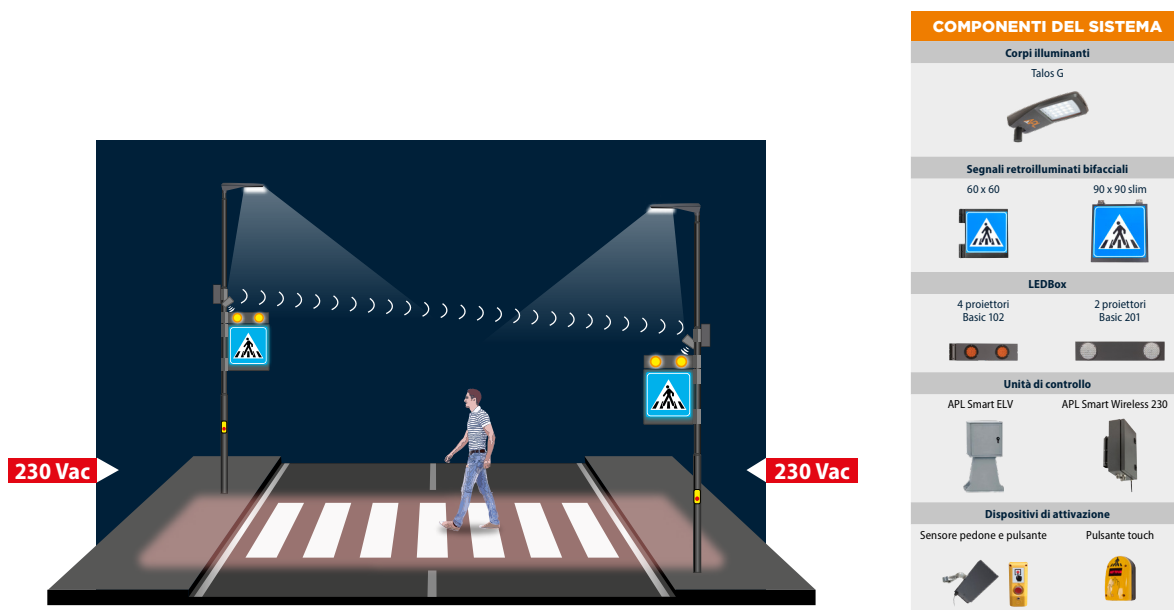
La configurazione comprende corpi illuminanti a LED con ottica dedicata a doppia asimmetria, in grado di garantire livelli di illuminamento verticale conformi alla specifica tecnica UNI/TS 11726, sia nella zona di attraversamento che nella zona di attesa. La segnaletica luminosa è costituita da cartelli retroilluminati bifacciali conformi alla UNI EN 12899-1 e da moduli lampeggianti conformi alla UNI EN 12352 (classe L2H o L8M a seconda del formato), al fine di aumentare la percezione dell'attraversamento da parte del conducente in avvicinamento.

Il sistema può essere implementato in versione APL Smart ELV (bassissima tensione, nei casi in cui l'alimentazione è disponibile solo da un lato strada) o in versione APL Smart Wireless 230 (in presenza di alimentazione su entrambi i lati della carreggiata, senza necessità di cavi di comunicazione). L'intervento consente di incrementare la sicurezza del pedone senza introdurre elementi invasivi e con riduzione dei consumi energetici rispetto a sistemi tradizionali a funzionamento continuo.

Si prevede di inserire in totale n. 05 attraversamenti pedonali intelligenti nei seguenti punti:

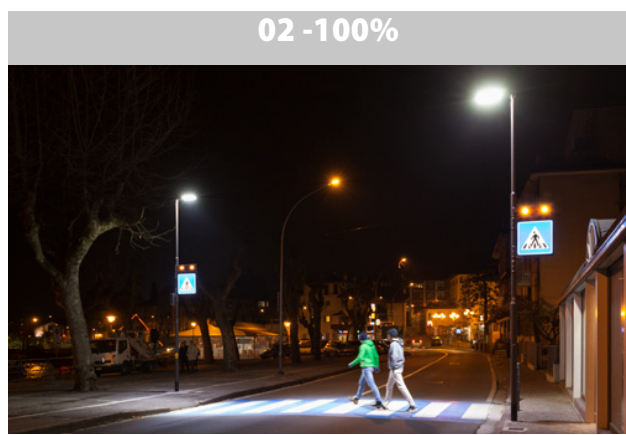
- 1) Via Pertini – incrocio Via I Maggio;
- 2) Via Pertini fronte campi sportivi Padel;
- 3) Via Salvo D'Acquisto fronte Caserma C. Carabinieri;
- 4) Via Salvo D'Acquisto - incrocio Via Salinieri;
- 5) Via Osservatorio Astronomico – zona P.zza Pegli.

Gli attraversamenti in progetto possono funzionare a 230 V o a 24 VDC a seconda della disponibilità di alimentazione elettrica nei lati della strada e necessitano di essere installati con i componenti di cui all'immagine seguente:



IL sistema in progetto è creato per rendere l'attraversamento pedonale interattivo e più sicuro. Il sistema viene attivato tramite pulsante o tramite sensore. Il livello di illuminazione sull'attraversamento pedonale passa dal 40% (stand-by) al 100% grazie all'intelligent dimming.

Durante l'attraversamento del pedone parte il lampeggio dei proiettori a LED di segnalazione.



Criteri generali di progetto – rispetto del principio DNSH

Gli interventi di cui al presente progetto saranno predisposti nel rispetto dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) e in linea con i principi DNSH (Do No Significant Harm) del Piano nazionale di Ripresa e Resilienza, il piano finanziario Next Generation EU approvato a luglio 2020 dal Consiglio Europeo dota gli Stati membri delle risorse necessarie per una rapida ripresa economica dopo la pandemia.

In particolare l'intervento in oggetto prevede l'efficientamento dell'impianto di illuminazione pubblica anche tramite l'utilizzo di un impianto di produzione di energia da fonte solare, e contribuisce pertanto in modo sostanziale alla tutela dell'ecosistema in quanto produce energia da fonte rinnovabile consentendo un risparmio di combustibili fossili e limitando pertanto le emissioni di CO2. Si può pertanto affermare che vengono conseguiti i seguenti obiettivi ambientali:

1. mitigazione dei cambiamenti climatici;
2. adattamento ai cambiamenti climatici;

Comune di Carloforte – Provincia del Sud Sardegna

LAVORI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA DEL COMUNE DI CARLOFORTE
CUP: H64H25000390008 - PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

3. uso sostenibile e protezione delle risorse idriche e marine;
4. transizione verso l'economia circolare, con riferimento anche a riduzione e riciclo dei rifiuti;
5. prevenzione e riduzione dell'inquinamento dell'aria, dell'acqua o del suolo;
6. protezione e ripristino della biodiversità e della salute degli eco-sistemi.

Quadro Economico

Quadro Economico di Progetto					
Progetto di Fattibilità Tecnico Economica					
importi per lavori di categoria IIIa			365.824,90 €		
A1	lavori a misura				358.380,00 €
A2	lavori a corpo				- €
A3	lavori in economia				- €
A4	importo dei lavori a base d'asta	A1+A2+A3			358.380,00 €
A5	oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso				7.444,90 €
A	importo complessivo dei lavori (A4 + A5)				365.824,90 €
somme a disposizione			159.645,99 €		
B	Totale Spese Generali (B1 + B2)				25.607,74 €
B1	di cui imprevisti	A6	365.824,90 €	3,85%	14.084,26 €
B2	di cui attività di consulenza o supporto compresi oneri RUP art. 113 Dlgs 50/2016	A6	365.824,90 €	3,15%	11.523,48 €
C1	lavori in economia esclusi dall'appalto				- €
C2	rilevi, accertamenti, indagini				- €
C3	allacciamenti ai pubblici servizi				- €
C4	spese connesse all'appalto				- €
C5	acquisizione aree o immobili				- €
C6	spese per commissioni giudicatrici				- €
C7	spese per pubblicità				- €
C8	spese per prove e verifiche				- €
D	Totale Spese Tecniche (D1 + D2 + D3)				43.898,99 €
D1	Servizio Tecnico di Progettazione - CSP/CSE - DL				42.210,57 €
D2					
D3	contributo previdenziale spese tecniche	D1+D2	42.210,57 €	4,00%	1.688,42 €
E	Totale IVA (E1 + E2)				90.139,26 €
E1	IVA lavori a base di appalto	A6	365.824,90 €	22,00%	80.481,48 €
E2	IVA spese tecniche e contributo previd.	D1+D2+E2	43.898,99 €	22,00%	9.657,78 €
F1	altri oneri				- €
F2	fondo per accordi bonari	A6	365.824,90 €	0,00%	- €
F3	spese per opere artistiche L.717/49	A6	365.824,90 €	0,00%	- €
G	Costo Totale (A + B + D + E)				525.470,89 €
H	Importo Co-Finanziamento Comunale			5,80%	30.470,89 €
I	Importo Totale Finanziamento			G - H	495.000,00 €

Comune di Carloforte – Provincia del Sud Sardegna

LAVORI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA DEL COMUNE DI CARLOFORTE

CUP: H64H25000390008 - PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

Indice

Premessa	1
Riferimenti normativi	1
Descrizione dello stato di fatto	2
1 - Diga Sud	5
2 - Via De André	6
3 - Muro Via Porta Leoni	7
4 - Piazza Angelo Aste e vie limitrofe	7
5a - Vie Pianosa, Damele, A.Segni, Salita Rombi	9
5b - Salite Rombi, Santa Cristina, Via Porta Cassebba	10
6-7 – Vie Albenga, Corallari, Naviganti e più	11
Descrizione dello stato di progetto	12
Criteri di progettazione illuminotecnica	12
Sostituzione corpi illuminanti	16
Armature stradali	17
Lanterne artistiche	18
Arredo urbano	19
Segnapasso	20
Proiettori	21
Elenco Punti intervento con sostituzioni	22
Calcolo del risparmio energetico conseguito	24
Installazione Attraversamenti Luminosi Intelligenti	24
Criteri generali di progetto – rispetto del principio DNSH	25
Quadro Economico	27
Indice	28