



COMUNE DI SANT'ANNA ARRESI  
Provincia di Carbonia Iglesias  
Servizio Tecnico Settore LL.PP.  
Piazza Aldo Moro 1 - 09010 – SANT' ANNA ARRESI  
e-mail [resptecnico@comune.santannaarresi.ca.it](mailto:resptecnico@comune.santannaarresi.ca.it) pec [lavoripubblici.santannaarresi@pec.it](mailto:lavoripubblici.santannaarresi@pec.it)  
tel. 0781 9669212/218 - fax 0781 966384

BANDO DI GARA A PROCEDURA APERTA  
PER LA PROGETTAZIONE DEFINITIVA -  
ESECUTIVA E L'ESECUZIONE DEI LAVORI  
PER LA REALIZZAZIONE  
PISTA CICLABILE  
DA SANT'ANNA ARRESI A PORTOPINO

## COMUNE DI SANT'ANNA ARRESI

### PROVINCIA DI CARBONIA IGLESIAS

# BANDO DI GARA A PROCEDURA APERTA PER LA PROGETTAZIONE DEFINITIVA - ESECUTIVA E L'ESECUZIONE DEI LAVORI PER LA REALIZZAZIONE PISTA CICLABILE DA SANT'ANNA ARRESI A PORTOPINO

(art.53, comma 2, lett. c del d.lgs 12 aprile 2006, n.163)

C.I.G. 6664780E6E  
CUP: C51B15000440001  
CPV: 45233162-2

## PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO	IMPIANTO ELETTRICO, ILLUMINAZIONE E IMPIANTI SPECIALI
D.L.01	RELAZIONE IMPIANTI ILLUMINAZIONE PUBBLICA E FOTOVOLTAICO

### OFFERENTE

**Sl.Sca Srl**  
Via del Lavoro 15  
08100 Nuoro

### CONSULENTI TECNICI

*Ing. Franco Rocca - Capogruppo*  
*Ing. Davide Pinna - Mandante*  
*Arch. Antonio Dejua - Mandante*  
*Arch. Miriam Eugenia Cossu - Mandante*  
*OP Architetti Associati*  
*Arch. Andrea De Eccher - Mandante*  
*Ing. Massimiliano Manis - Mandante*  
*Arch. P. Murru – Mandante- Giovane Professionista*  
*Geol. Giovanni A. Atzeni - Mandante*  
*Agronomo Valerio Boi - Mandante*  
*Archeologo Nicola Dessi - Mandante*

**S.I.SCA. S.r.l.**

Via del Lavoro, 15 – 08100 Nuoro  
P.IVA 01342650916

tel/fax 0784255069 – 0784709007 [siscasrl@hotmail.com](mailto:siscasrl@hotmail.com) [siscasrl@arubapec.it](mailto:siscasrl@arubapec.it)



## D.L.01.01 PREMESSA

Il bando prevede che in sede di gara venga acquisito dall'amministrazione del Comune di Sant'Anna Arresi il progetto definitivo dell'Intervento "Realizzazione di una Pista Ciclabile da Sant'Anna Arresi a Porto Pino".

La Progettazione Preliminare redatta dall'Ufficio Tecnico Comunale prevede la realizzazione dei seguenti interventi:

1. Un corridoio ciclabile di circa 7 Km nel tratto Sant'Anna Arresi – Porto Pino;
2. Un mini centro intermodale per il collegamento del nuovo asse ciclabile al sistema del trasporto pubblico regionale (ARST), al fine di realizzare l'integrazione tra il servizio di mobilità pubblica e quello ciclabile con l'utilizzo di modalità di trasporto improntate al Bike & Car Sharing (esclusivamente auto elettriche e biciclette);
3. L'abbattimento delle barriere architettoniche;
4. La realizzazione di pensiline a copertura fotovoltaica per la produzione di energia pulita da utilizzarsi in connessione alla mobilità sostenibile.

Gli interventi prevedono l'utilizzo di soluzioni altamente tecnologiche, materiali con basso indice di manutenzione e a basso impatto ambientale. Inoltre le attività cantieristiche, al fine di non interferire con le attività economiche legate alla stagione turistica, saranno realizzate nel periodo temporale Ottobre – Marzo.

La Progettazione Definitiva presentata in fase di Gara dall'impresa offerente si articola in 11 gruppi di documenti. La documentazione del presente "Gruppo L" riguarda, nello specifico, gli impianti di illuminazione pubblica ed il fotovoltaico integrativo del fabbisogno di energia elettrica dei punti informazioni e dell'illuminazione pubblica e artistica.

La proposta progettuale vuole contribuire a "contraddistinguere" l'intervento progettuale della pista ciclabile, come una "via di luce" che dal centro di Sant'Anna Arresi conduce fino a Porto Pino. Una via di luce che si contraddistingue per la temperatura di colore dei corpi illuminanti (4000K), che conferiranno alla stessa un colore bianco che si distinguerà dalla colorazione gialla tipica dei corpi illuminanti con lampade ai vapori di sodio alta pressione. Inoltre l'intervento sarà in grado di garantire, per la parte di impianto di illuminazione pubblica esistente interessato dagli interventi, delle migliorie sotto il profilo dell'adeguamento normativo, della riqualificazione tecnologica e ammodernamento ed in conclusione del risparmio energetico.

L'analisi dello stato di fatto nelle strade oggetto di intervento, ha evidenziato dunque la necessità urgente di interventi di messa a norma, riqualificazione tecnologica e ammodernamento ed afferenti l'ottimizzazione ed il risparmio energetico. Per la parte di tracciato su cui ricade la pista ciclabile, questa parte di impianto comunale sarà riqualificata a LED.

Per quanto attiene la parte relativa agli impianti fotovoltaici, si propone la realizzazione di due impianti destinati alla Stazione di Partenza (Sant'Anna Arresi) ed a quella di Arrivo (Porto Pino), mediante la posa di pannelli fotovoltaici su una struttura metallica appositamente progettata. L'energia elettrica prodotta da questo tipo di impianti sarà utilizzata per le necessità energetiche dei punti informazioni, come ricarica per le biciclette elettriche e le auto elettriche e per l'illuminazione pubblica ed artistica che saranno realizzate in caso di aggiudicazione della gara.



## D.L.02.01 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA - RIFERIMENTI NORMATIVI

- ▼ D.M. 21 marzo 1988, supplemento ordinario G.U. n. 79 del 5 aprile 1988 "Norme per l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne";
- ▼ Regione Sardegna – "Linee guida per la riduzione dell'inquinamento luminoso e relativo consumo energetico (art. 19 comma 1 L.R. 29 maggio 2007, n. 2)";
- ▼ Legge 1° marzo 1968 n.186 "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, impianti elettrici ed elettronici";
- ▼ Direttiva 2006/95/CE (LVD) attuata mediante Decreto Legislativo 25 novembre 1996, n. 626 - Concernente il riavvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative al materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione;
- ▼ Direttiva 2004/108/CE (EMC) attuata mediante Decreto Legislativo del 6 novembre 2007 n.194 - Concernente il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica e che abroga la direttiva 89/336CE.
- ▼ 2002/95/CE (RoHS) 2011/65/EU del 03-01-2011 - Restriction of Hazardous Substance (recepita nell'ordinamento italiano con D.Lgs. 25 luglio 2005, n. 151). La suddetta direttiva tratta l'autorizzazione e la restrizione all'utilizzo di sostanze chimiche nel ciclo di produzione dei prodotti acquistati nonché il divieto e la limitazione di utilizzo di piombo, mercurio, cadmio, cromo esavalente ed alcuni ritardanti di fiamma nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche;
- ▼ Regolamento CE 1907/2006 del 18-12- 2006 - REACH - "Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals".Il regolamento tratta la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione all'uso di sostanze chimiche utilizzate nel ciclo di produzione dei prodotti acquistati;
- ▼ CEI EN 60598-1 - Apparecchi di illuminazione - Parte 1 - Prescrizioni generali e prove;
- ▼ CEI EN 60598-2-3 - Apparecchi di illuminazione – Parte 2 - Prescrizioni particolari – Sez. 3 – Apparecchi di illuminazione stradale;
- ▼ CEI EN 60598-2-5 - Apparecchi di illuminazione – Parte 2 - Prescrizioni particolari – Sez. 5 – Proiettori;
- ▼ CEI EN 61547 - Apparecchiature per l'illuminazione generale. Prescrizioni di immunità EMC (Compatibilità Elettromagnetica);
- ▼ CEI EN 55015 - Limiti e metodi di misura delle caratteristiche di radio disturbo degli apparecchi di illuminazione elettrici e degli apparecchi analoghi;
- ▼ CEI EN 61000-3-2 - Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3.2: Limiti – Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $\leq 16A$  per fase);
- ▼ CEI EN 61000-3-3 - Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3.3: Limiti Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale  $\leq 16A$  e non soggette ad allacciamento su condizione;
- ▼ UNI EN 13032-1 Luce e illuminazione – Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione – Parte 1: Misurazione e formato di file;
- ▼ UNI 11356 - Caratterizzazione fotometrica degli apparecchi di illuminazione;
- ▼ Norma UNI 11248-Ottobre 2012, "Illuminazione stradale - Selezione delle categorie



illuminotecniche”;

- ▼ Norma UNI-EN 13201-2/2015, "Illuminazione stradale - Parte 2 - Requisiti prestazionali”;
- ▼ Norma UNI-EN 13201-3/2015 "Illuminazione stradale - Parte 3 - Calcolo delle prestazioni”;
- ▼ Norma UNI-EN 13201-4/2015 "Illuminazione stradale - Parte 4 - Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche”;
- ▼ Norma UNI-EN 13201-5/2015 "Illuminazione stradale - Parte 5 - Indicatori delle prestazioni energetiche”;
- ▼ CEI 23-42 CEI 23-44 Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche;
- ▼ CEI EN 61347-1 Unità di alimentazione di lampade – Parte 1 – Prescrizioni generali e di sicurezza;
- ▼ CEI EN 61347-2-1 (sicurezza)+ CEI EN 60927 (prestazioni) - Unità di alimentazione di lampade Parte 2-1– Prescrizioni particolari per dispositivi di innesco (esclusi gli starter a bagliore);
- ▼ CEI EN 61347-2-3 (sicurezza) + CEI EN 60929 (prestazioni) - Unità di alimentazione di lampade – Parte 2-3 – Prescrizioni particolari per alimentatori elettronici per lampade tubolari a fluorescenza;
- ▼ CEI EN 61347-2-8 (sicurezza) + CEI EN 60921 (prestazioni) - Unità di alimentazione di lampade – Parte 2-8 – Prescrizioni particolari per alimentatori elettromagnetici per lampade tubolari a fluorescenza;
- ▼ CEI EN 61347-2-9 (sicurezza) + CEI EN 60923 (prestazioni) - Unità di alimentazione di lampade – Parte 2-9 – Prescrizioni particolari per alimentatori elettromagnetici per lampade a scarica;
- ▼ CEI EN 61347-2-13 (sicurezza) + CEI EN 62384 (prestazioni) Unità di alimentazione elettroniche alimentate in corrente continua o in corrente alternata per moduli LED;
- ▼ CEI EN 60238 Portalampade a vite Edison;
- ▼ CEI EN 60400 Portalampade per lampade fluorescenti tubolari e portastarter;
- ▼ CEI EN 60838-1 Portalampade eterogenei - Parte 1: Prescrizioni generali e prove;
- ▼ CEI EN 61184 Portalampade a baionetta;
- ▼ CEI EN 60838-2-2 Prescrizioni sui connettori da utilizzare in apparecchi LED;
- ▼ CEI EN 61048 (sicurezza) + CEI EN 61049 (prestazioni) Ausiliari per lampade – Condensatori da utilizzare nei circuiti di lampade tubolari a fluorescenza e di altre lampade a scarica;
- ▼ CEI EN 60598-1 Apparecchi di illuminazione, prescrizioni generali e prove;
- ▼ CEI EN 62035 (sicurezza) Lampade a scarica (escluse le lampade fluorescenti);
- ▼ CEI EN 60662 (prestazioni) Lampade a vapori di sodio ad alta pressione;
- ▼ CEI EN 61167 (prestazioni) Lampade ad alogenuri metallici;
- ▼ CEI EN 60192 (prestazioni) Lampade a vapori di sodio a bassa pressione;
- ▼ CEI EN 60188 (prestazioni) Lampade a vapori di mercurio ad alta pressione;
- ▼ CEI EN 61195 (sicurezza)+ CEI EN 60081 (prestazioni) Lampade fluorescenti a doppio attacco;
- ▼ CEI EN 61199 (sicurezza)+ CEI EN 60901 (prestazioni) Lampade fluorescenti con attacco singolo;



- ▼ CEI EN 62031 Moduli LED per illuminazione generale - Specifiche di sicurezza;
- ▼ UNI EN 40-3-3 Pali per illuminazione pubblica – Progettazione e verifica – Verifica mediante calcolo;
- ▼ UNI EN 40-4 Pali per illuminazione pubblica – Parte 4: Requisiti per pali per illuminazione di calcestruzzo armato e precompresso;
- ▼ UNI EN 40-5 Pali per illuminazione pubblica – Requisiti per pali per illuminazione pubblica di acciaio;
- ▼ UNI EN 40-6 Pali per illuminazione pubblica – Requisiti per pali per illuminazione pubblica di alluminio;
- ▼ UNI EN 40-7 Pali per illuminazione pubblica – Parte 7: Requisiti per pali per illuminazione pubblica di compositi polimerici fibrorinforzati;
- ▼ CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazione fisse per uso domestico e similare;
- ▼ CEI EN 60439 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione
- ▼ UNI 10819 Luce e illuminazione – Impianti di illuminazione esterna – Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso;
- ▼ UNI 11095 Luce e illuminazione – illuminazione delle gallerie;
- ▼ CIE 88/2004 “Guide for the lighting of road tunnels and underpasses”;
- ▼ UNI EN 12665 Luce e illuminazione – Termini fondamentali e criteri per i requisiti illuminotecnici;
- ▼ UNI 11431 Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso;
- ▼ CEI 64-7 Impianti di illuminazione situati all'esterno con alimentazione in serie;
- ▼ UNI EN 12193 Luce e illuminazione – Illuminazione di installazioni sportive;
- ▼ Norma CEI 64-8, “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”;
- ▼ Norma CEI 34-33 fascicolo n. 803 del 15 dicembre 1986, “Apparecchi per illuminazione stradale”;
- ▼ Norma CEI 11-17, “Modalità di posa di cavi interrati”;
- ▼ CEI 11-1, “Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Norme generali”;
- ▼ Norma CEI 23-29, fascicolo n. 1260 del 1 novembre 1989, “Cavidotti in materiale plastico rigido”;
- ▼ Norma CEI 11-8, “Norme per gli impianti di messa a terra”;
- ▼ Prescrizioni e raccomandazioni dell'Ente distributore di energia elettrica (ENEL) e della società italiana per l'esercizio telefonico (TELECOM);
- ▼ UNI EN ISO 14253-1, “Specifiche geometriche dei prodotti (GPS) - Verifica mediante misurazione dei pezzi e delle apparecchiature per misurazioni - Parte 1: Regole decisionali per provare la conformità o non conformità rispetto alle specifiche”;
- ▼ CIE Pubblicazione 115 CIE, “Recommendation for the lighting of roads for motor and pedestrian traffic”;
- ▼ CIE Pubblicazione 154, “The maintenance of outdoor lighting systems”.
- ▼ Decreto Legislativo 30 aprile 1992 n. 285, “Nuovo Codice della Strada” e successive integrazioni e modifiche”, (in particolare al D.Lgs n. 360/93);



- ▼ Direttive per redazione, adozione ed attuazione dei piani urbani del traffico (art. 36 del D.Lgs. 285/92), supplemento ordinario n. 77 alla G.U. n. 146 del 24 giugno 1995;
- ▼ Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 n. 6792, del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", così come modificato dal D.M. 22 aprile 2004;
- ▼ Sono state inoltre completamente recepite le indicazioni aventi puramente carattere di raccomandazione espressamente riportate nei commenti della Norma CEI 64-8;

## D.L.02.02 TERMINI E DEFINIZIONI

Allo scopo di non generare confusione o incertezza nella lettura della presente relazione e nella piena comprensione degli elaborati grafici e dei calcoli illuminotecnici, si ritiene utile riportare i termini e le definizioni più importanti che la nuova normativa pone al centro della progettazione.

- ▼ **abbagliamento debilitante**: Abbagliamento prodotto da sorgenti di luce, che può compromettere la percezione visiva, senza necessariamente provocare una forte sensazione fastidiosa.
- ▼ **carreggiata**: Parte della strada destinata allo scorrimento dei veicoli. La carreggiata può essere composta da una o più corsie di marcia ed, in genere, è pavimentata e delimitata da strisce di margine. La carreggiata non comprende la corsia di emergenza.
- ▼ **categoria illuminotecnica**: Categoria che identifica una condizione di illuminazione in grado di soddisfare i requisiti per l'illuminazione di una data zona di studio.
- ▼ **categoria illuminotecnica di esercizio**: Categoria illuminotecnica che descrive la condizione di illuminazione prodotta da un dato impianto in uno specifico istante della sua vita o una definita e prevista condizione operativa.
- ▼ **categoria illuminotecnica di progetto**: Categoria illuminotecnica ricavata, per un dato impianto, modificando la categoria illuminotecnica di riferimento in base al valore dei parametri d'influenza considerati nella valutazione del rischio.
- ▼ **categoria illuminotecnica di riferimento**: Categoria illuminotecnica determinata, per un dato impianto, considerando esclusivamente la classificazione delle strade.
- ▼ **complessità del campo visivo**: Parametro che, valutata la presenza di ogni elemento nel campo visivo dell'utente della strada, indica quanto l'utente possa esserne confuso, distratto, disturbato o infastidito.
- ▼ **condizione di illuminazione**: Insieme coerente di parametri illuminotecnici e dei loro valori numerici in grado di quantificare le prestazioni illuminotecniche di un impianto in una data zona di studio.
- ▼ **difficoltà nella guida**: Grado di sforzo compiuto dall'utente della strada, in base alle informazioni a sua disposizione, per individuare la strada e la corsia e per mantenere o variare velocità e posizione sulla carreggiata.
- ▼ **dispositivi rallentatori**: Dispositivi applicati alla pavimentazione stradale atti a rallentare il flusso di traffico.
- ▼ **flusso di traffico di ciclisti**: Parametro di influenza che indica la percentuale della portata di servizio riferita ai ciclisti valutata con riferimento alle condizioni istantanee di traffico.
- ▼ **flusso di traffico motorizzato**: Parametro di influenza che indica la percentuale della portata



di servizio valutata con riferimento alle condizioni istantanee di traffico.

- ▼ **indice di rischio di aggressione:** Parametro che compara il rischio di aggressioni in una data zona di studio, con un riferimento condiviso.
- ▼ **intersezioni a raso e/o a rotatoria (incroci):** Area comune a più strade organizzata in modo da consentire lo smistamento delle correnti di traffico dall'una all'altra di esse.
- ▼ **luminanza ambientale:** Luminanza presente nell'ambiente dovuta alle sorgenti di luce.
- ▼ **parametro di influenza:** Parametro in grado di influenzare la scelta della categoria illuminotecnica.
- ▼ **portata di servizio:** Valore massimo del flusso di traffico smaltibile dalla strada misurato in veicoli equivalenti per ora.
- ▼ **portata di servizio per corsia:** Valore massimo del flusso di traffico smaltibile dalla corsia misurato in veicoli equivalenti per ora.
- ▼ **regolatore di flusso luminoso:** Sistema o metodo che permette, associato a una adeguata procedura, di regolare il flusso luminoso emesso da uno o più apparecchi di illuminazione in funzione di uno o più parametri specificati.
- ▼ **strada:** Area ad uso pubblico destinata alla circolazione dei pedoni, dei veicoli e degli animali. Il termine di strada è generico e intende aree denominate in modo più specifico come piazza, incrocio, rotatoria, pista ciclabile, area pedonale, ecc.
- ▼ **tipo di strada:** Classificazione delle strade riguardo alle loro caratteristiche costruttive, tecniche e funzionali.
- ▼ **tipo di utente:** Classificazione delle persone o dei veicoli in una zona esterna pubblica adibita al traffico.
- ▼ **traffico motorizzato (M):** Tipo di utente consistente nei veicoli a motore con velocità maggiore di 50 km h<sup>-1</sup>.
- ▼ **veicoli lenti (S):** Tipo di utente consistente in veicoli a motore, compresi i ciclomotori, in veicoli trainati da animali e in persone su animali, caratterizzati da una velocità minore o uguale a 50 km h<sup>-1</sup>.
- ▼ **utente principale:** Tipo di utente di maggior rilevanza nella zona in considerazione.
- ▼ **zona di conflitto:** Zona di studio nella quale flussi di traffico motorizzato si intersecano fra di loro o si sovrappongono con zone frequentate da altri tipi di utenti.
- ▼ **zona di studio:** Parte della strada considerata per la progettazione di un dato impianto di illuminazione.

## D.L.02.03 METODOLOGIA DI ANALISI

Alla base delle scelte progettuali è stata posta la conoscenza dell'impianto allo stato attuale, per le strade nelle quali ricadrà il tracciato della pista ciclabile, perché solo in seguito ai sopralluoghi sul campo, alle verifiche dei corpi illuminanti, dei sostegni, dei quadri e di tutti i componenti l'impianto di illuminazione pubblica, si potranno individuare le criticità per le quali redigere una proposta tecnica che contempi gli aspetti della messa a norma, della riqualificazione tecnologica e ammodernamento, del risparmio energetico e contemporaneamente alla valorizzazione del tratto di pista ciclabile in ambito urbano.



Tutto ciò premesso è utile anche in questa sede progettuale, ricordare che quanto proposto si fonda sull'analisi dello stato di fatto dell'impianto secondo le diverse fasi di seguito elencate:

- ▼ **Esame della documentazione disponibile** sul sito istituzionale, riguardante sia la pianificazione territoriale sia la cartografia tematica del territorio comunale e le norme attuative.
- ▼ **Studio e approfondimento della documentazione disponibile sui siti istituzionali, al fine di perseguire le seguenti finalità:**
  - ▶ miglioramento della qualità paesaggistica e architettonica degli interventi di trasformazione del territorio;
  - ▶ la diffusione della consapevolezza dei valori paesistici e la loro fruizione da parte dei cittadini.
- ▼ **Esame della consistenza impianti** esistenti;
  - ▶ Studio delle caratteristiche e dello stato dei sostegni;
  - ▶ Studio delle caratteristiche e dello stato dei corpi illuminanti;
  - ▶ Studio delle caratteristiche della potenza e della tipologia delle lampade;
  - ▶ Studio delle caratteristiche degli altri elementi costitutivi l'impianto.
- ▼ **Sopralluoghi in tutte le strade urbane** del territorio comunale interessate dagli interventi, finalizzati alla determinazione di tutte le principali caratteristiche degli impianti di illuminazione pubblica, compreso lo stato di conservazione e le modalità attuali di esercizio. Durante il sopralluogo, si sono approfonditi alcuni aspetti operativi quali la verifica illuminotecnica dei complessi esistenti, l'attuale rispondenza normativa, la determinazione dello stato di conservazione ed esercizio di ogni singolo corpo illuminante.
- ▼ **Rilievi fotografici** per le valutazioni dello stato di conservazione degli impianti, la determinazione delle sezioni stradali e delle principali caratteristiche di traffico e di fruizione, finalizzate alle scelte progettuali.

I rilievi fotografici sono stati realizzati anche come sussidio per la classificazione illuminotecnica di ogni strada comunale servita dagli impianti di illuminazione pubblica, oltre che per la determinazione dello stato di conservazione dei sostegni, dei corpi illuminanti e delle linee;
- ▼ **Verifica ed individuazione degli impianti ritenuti fuori norma** ai sensi delle "Linee guida per la riduzione dell'inquinamento luminoso e relativo consumo energetico (art. 19 comma 1 L.R. 29 maggio 2007, n. 2)";
- ▼ **Analisi energetica** degli impianti finalizzata alla determinazione della potenza installata e del consumo energetico.
- ▼ **Riferimenti normativi assunti** per l'esecuzione dei sopralluoghi e le valutazioni sul campo, sono stati quelli afferenti il settore di illuminazione pubblica ed in particolare i seguenti:
  - ▶ Regione Sardegna - "Linee guida per la riduzione dell'inquinamento luminoso e relativo consumo energetico (art. 19 comma 1 L.R. 29 maggio 2007, n. 2)";
  - ▶ Norma UNI 11248-Ottobre 2012, "Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche";
  - ▶ Norma UNI-EN 13201-2, "Illuminazione stradale - Parte 2 - Requisiti prestazionali";
  - ▶ Norma UNI-EN 13201-3 "Illuminazione stradale - Parte 3 - Calcolo delle prestazioni";
  - ▶ Norma UNI-EN 13201-4 "Illuminazione stradale - Parte 4 - Metodi di misurazione delle



prestazioni fotometriche”;

▶▶ Norma UNI-EN 13201-5 "Illuminazione stradale - Parte 5 - Indicatori delle prestazioni energetiche”.

#### D.L.02.04 OBIETTIVI PREFISSATI

Tutti gli interventi contemplati nella presente relazione, sono finalizzati alla realizzazione di una "via di luce" attraverso il tracciato della pista ciclabile, ma si pongono l'obiettivo di realizzare, nei tratti interessati dagli interventi, l'adeguamento normativo, la riqualificazione tecnologica, l'ammodernamento ed il risparmio energetico di parte la rete di illuminazione pubblica del Comune.

Gli **obiettivi principali** che sono stati considerati nella fase di approccio alle problematiche evidenziate dallo stato attuale e dai sopralluoghi effettuati, pongono la massima attenzione a differenti aspetti da risolvere attraverso gli interventi fondamentali riportati nel seguito.

Gli obiettivi principali **scaturiscono dall'analisi dello stato di fatto e del tracciato progettuale** e sono identificabili in base ai risultati conseguenti e precisamente:

- ▼ **adeguamento normativo;**
- ▼ **riqualificazione tecnologica e ammodernamento;**
- ▼ **risparmio energetico.**

Questi obiettivi saranno perseguiti attraverso una serie di opere che "riprogettano" di fatto tutto il layout degli impianti e ne consentiranno quasi completamente il controllo grazie all'architettura del sistema di comunicazione tra gli operatori (in remoto) ed ogni singolo corpo illuminante.

Nella parte di impianto IP che ricade sul tracciato della pista ciclabile, all'interno dei principali obiettivi posti, trovano collocazione molteplici altri aspetti o **sub-obiettivi** che concorrono alla realizzazione di un impianto più moderno e funzionale, poiché l'impianto di illuminazione pubblica dovrà innanzitutto garantire le condizioni di visibilità per la sicurezza, la scorrevolezza ed il comfort di marcia per gli automobilisti ed i ciclisti, compresa la sicurezza e la fruibilità degli spazi per l'utenza pedonale, oltre che il risparmio di energia e la riduzione del fenomeno dell'inquinamento luminoso.

I **sub-obiettivi** fondamentali da perseguire nella proposta progettuale delle aree urbane saranno:

- ▶▶ l'integrazione del sistema di illuminazione nel contesto urbano;
- ▶▶ la riduzione dell'impatto economico, energetico ed ambientale.

Tra i requisiti principali tecnico funzionali nelle aree urbane si dovranno considerare inoltre:

- ▶▶ l'illuminamento orizzontale sulla strada;
- ▶▶ l'illuminamento semicilindrico dell'altezza dei visi;
- ▶▶ l'illuminamento delle facciate;
- ▶▶ la limitazione dell'abbagliamento;
- ▶▶ la resa cromatica e la tonalità della luce;
- ▶▶ la limitazione dell'ingresso della luce attraverso le finestre;
- ▶▶ le caratteristiche estetiche dell'installazione e l'inserimento nel contesto urbano;



- ▶▶ la limitazione dell'inquinamento luminoso;
- ▶▶ il contenimento dei consumi energetici.

È inoltre necessario distinguere le applicazioni illuminotecniche da effettuare in funzione della tipologia di ambiente urbano da illuminare.

L'attuale rete di pubblica illuminazione è sicuramente carente sia per le caratteristiche che per la sicurezza. Appare evidente che l'ottimizzazione dell'impianto con un grado di illuminamento appropriato, una uniformità migliore, una resa cromatica ottimale ed una manutenzione adeguata, di certo eleverà gli standard qualitativi di vita ed avrà l'ulteriore conseguenza, di carattere sociale, di rendere più vivibile e gradevole l'ambiente urbano. E' provato infatti che la corretta illuminazione del contesto urbano, invoglia i cittadini alla fruizione serale degli spazi incrementando la socializzazione, gli scambi commerciali e la percezione di sicurezza.

La proposta progettuale prevede inoltre degli interventi volti a garantire:

- ▶▶ l'elevata affidabilità degli impianti;
- ▶▶ la protezione da sovratensioni;
- ▶▶ il controllo automatico della potenza;
- ▶▶ la regolazione temporizzata e personalizzabile del flusso luminoso;
- ▶▶ la predisposizione per il telecontrollo e la telegestione da remoto;
- ▶▶ la facilità di installazione e manutenzione;
- ▶▶ la limitazione del flusso luminoso verso l'alto;
- ▶▶ la valorizzazione dei luoghi urbani;

Nell'individuazione degli obiettivi per intervenire sull'illuminazione delle città è necessario pensare che la luce urbana non deve essere sottoposta soltanto alla regolamentazione normativa ed essere vista esclusivamente come elemento funzionale o tecnico. Spesso si trascura l'aspetto che permette alla città di **riacquistare un'identità durante la notte**, di essere modellata, vestita, legata nelle sue parti, etc. La luce infatti è in grado di restituire durante la notte la forma stessa della città, permettendo la percezione di quegli elementi essenziali che compongono il paesaggio urbano, rendendo la città riconoscibile nelle sue caratteristiche essenziali. L'obiettivo generale è pertanto quello di **sviluppare un approccio alla progettazione della luce** che tenga in considerazione diversi criteri di analisi della città. In questo approccio, c'è da una parte l'intenzione di "progettare" l'illuminazione urbana, dall'altra il mantenimento di un progetto dell'illuminazione che prenda in considerazione tematiche di tipo funzionale che cerchino di rendere omogeneo il paesaggio urbano e naturale.

Nella progettazione dell'illuminazione della pista ciclabile, si è partiti da **un'idea di insieme della città e del contesto ambientale**, considerando non solo una serie di elementi cardine, ma anche il loro contesto e i loro legami con le varie parti dell'ambiente urbano, in modo che il progetto di illuminazione possa, nel rispetto delle normative tecniche vigenti, avere la forza di dare un'identità alla pista ciclabile nelle ore notturne, considerando quindi non solo i singoli elementi che la compongono, ma analizzando anche le logiche di coesione che ci sono tra le varie parti di essa. Visto l'ambiente circostante, di elevatissimo pregio, nella progettazione della luce, fondamentale è l'approccio al problema dell'inquinamento luminoso, fenomeno che avviene quando la luce emessa dai corpi illuminanti per esterni è rivolta verso l'alto e di conseguenza dispersa. Questo fenomeno



provoca danni di vario tipo: ambientali (perdita di orientamento per gli animali, alterazione dei ritmi circadiani nell'uomo), culturali (sparizione del cielo stellato a causa della troppa luce rivolta verso il cielo) ed economici (spreco di energia elettrica per zone che non necessitano di illuminazione). Le leggi regionali che intendono limitare il fenomeno dell'inquinamento luminoso, vietano in generale flussi luminosi con componenti che superano i 90°. Per ovviare a questo problema, i corpi illuminanti dovranno essere dotati di adatta tecnologia ed essere correttamente installati.

Attraverso gli interventi di illuminazione della pista ciclabile, si realizzeranno di fatto anche interventi di **adeguamento normativo, riqualificazione tecnologica e ammodernamento, risparmio energetico**. Si vogliono anche creare **SCENARI VISIVI** molto diversi da quelli attuali, che perseguano gli obiettivi di risparmio energetico ed efficienza, ma che valorizzino il percorso della pista e l'ambiente urbano.

## D.L.02.05 INTERVENTI PREVISTI

Gli obiettivi prefissati trovano realizzazione attraverso gli strumenti elencati nel seguito, che costituiscono l'ossatura portante della proposta tecnica lungo il tracciato della pista ciclabile e precisamente:

- ▼ **Sostituzione di corpi illuminanti stradali vetusti** con altri di nuova fornitura a LED dotati di ottiche speciali per la distribuzione "ciclabile" o "diffondente" del flusso luminoso, montate tramite ancoraggio a "testa palo" o "sospesi" su sbraccio a palo. I nuovi corpi illuminanti a LED saranno dotati di regolatore elettronico che in seguito sarà possibile telecomandare da remoto per la riduzione della potenza elettrica e del flusso luminoso. Per la maggior parte dei casi non si sostituiranno i sostegni. Vedi maggiori dettagli nella cartografia allegata;
- ▼ **Sostituzione di corpi illuminanti d'arredo urbano vetusti** con altri di nuova fornitura a LED dotati di ottiche speciali per la distribuzione "ciclabile" o "diffondente" del flusso luminoso, montate tramite ancoraggio a "testa palo" o "sospesi" su sbraccio a palo. I nuovi corpi illuminanti a LED saranno dotati di regolatore elettronico che in seguito sarà possibile telecomandare da remoto per la riduzione della potenza elettrica e del flusso luminoso. Per la maggior parte dei casi non si sostituiranno i sostegni. Vedi maggiori dettagli nella cartografia allegata;
- ▼ **Posa di nuovi complessi illuminanti d'arredo urbano** nelle stazioni di partenza e di arrivo, a LED e dotati di ottiche speciali per la distribuzione "ciclabile" o "diffondente" del flusso luminoso, montate tramite ancoraggio a "testa palo" o "sospesi" su sbraccio a palo. I nuovi corpi illuminanti a LED saranno dotati di regolatore elettronico che in seguito sarà possibile telecomandare da remoto per la riduzione della potenza elettrica e del flusso luminoso. I sostegni di nuova fornitura avranno altezza fuori terra pari a h=6,00m e saranno zincati e verniciati. L'alimentazione elettrica sarà garantita dal nuovo cavo FG7OR 2x2,5mmq. Vedi maggiori dettagli nella cartografia allegata;
- ▼ **Realizzazione di nuovi tratti di linea interrata** nelle stazioni di partenza e di arrivo, mediante nuovo cavo FG7R 4x(1x10mmq). Vedi maggiori dettagli nella cartografia allegata;
- ▼ **Posa di n. 2 quadri di protezione e comando** nelle stazioni di partenza e di arrivo, per il comando dei relativi impianti di illuminazione pubblica ed artistica. Vedi maggiori dettagli nella



cartografia allegata;

- ▼ **Realizzazione di una illuminazione artistica sotto gli alberi fotovoltaici**, nelle stazioni di partenza e di arrivo, per la valorizzazione delle stesse e la riconoscibilità degli ambienti all'interno del contesto urbano.
- ▼ **Predisposizione per una rete di telecontrollo da remoto degli impianti** ed il controllo attivo di tutti i parametri degli impianti. L'installazione del sistema elettronico denominato "Luminibus", costituito da reattore elettronico su ogni corpo illuminante, concentratore in ogni quadro di protezione e comando ed il software di controllo (non compreso in questa offerta tecnica), permetteranno inoltre di stabilizzare la tensione di esercizio ed evitare i guasti per sovratensioni, così come permetteranno di mantenere correttamente in funzione i corpi illuminanti anche con abbassamenti importanti della tensione (fino a 110V). Nei quadri interessati dagli interventi saranno installati i concentratori per il telecontrollo dei corpi illuminanti gestiti dal regolatore elettronico del sistema Luminibus;

La predisposizione hardware che sarà posta in opera, mediante il sistema di controllo denominato "Luminibus" consente ai gestori degli impianti di:

- ▼ Inserire e configurare, attraverso procedure guidate o da sistemi di censimento automatizzati, l'infrastruttura dell'impianto (quadri e pali), che vengono gestiti indipendentemente dagli apparati installati;
- ▼ Inserire e configurare, attraverso procedure guidate o da sistemi automatizzati, i corpi illuminanti e i concentratori, che vengono gestiti tramite tre status distinti: a magazzino, installati, guasti;
- ▼ Creare, modificare e gestire scenari (profili) di illuminazione, basati su orari assoluti o astronomici;
- ▼ Creare, modificare e gestire profili temporali calendarizzati;
- ▼ Creare, modificare e gestire gruppi di punti luce, in maniera totalmente libera ed indipendente dagli impianti;
- ▼ L'abbinamento a matrice delle tre entità sopra elencate (scenari, profili temporali e gruppi di punti luce) garantisce la massima flessibilità nella gestione della quantità di illuminazione nello spazio e nel tempo;
- ▼ Monitorare la rete e i singoli elementi fino al singolo punto luce in modalità cartografica su mappa, su quadro sinottico o su pannello di stato;
- ▼ Gestire le segnalazioni di allarme del punto luce e del quadro, grazie alla diagnostica puntuale;
- ▼ Gestire i profili di accensione, spegnimento e dimmer per gruppi o singoli punti luce in modo indipendente, in base a orari assoluti o alle efemeridi locali;
- ▼ Consultare, con uno strumento di "business intelligence", tutte le informazioni prodotte nel corso del tempo dagli apparati di cui l'impianto è costituito. La registrazione di questo tipo di informazioni in forma strutturata va a costituire un "data warehouse" di supporto ai processi decisionali orientata al soggetto, variabile nel tempo e non volatile. E' possibile effettuare analisi e statistiche su :
  - ▶▶ Eventi di rete ( allarmi, anomalie);
  - ▶▶ Eventi Utente ( accessi, procedure eseguite);
  - ▶▶ Misure (ore di illuminazione, energia assorbita, eventi di allarme).



Tutto quanto sopra elencato può essere applicato sulle applicazioni a valore aggiunto Smart City. Il sistema Luminibus come sistema di supporto alla manutenzione consente di :

- ▼ Mantenere un archivio centralizzato delle segnalazioni di guasto;
- ▼ Gestire il ciclo completo segnalazione–pianificazione-intervento attraverso un meccanismo di ticket;
- ▼ Pianificare gli interventi di manutenzione programmata;
- ▼ Verificare in tempo reale lo stato dell'intervento;
- ▼ Aggiornare lo stato dell'intervento direttamente dal campo per mezzo di palmari in dotazione al personale di manutenzione.

Per quanto riguarda la telegestione di impianti in cui sono presenti corpi illuminanti in tecnologia LED, la famiglia di nodi di controllo M<sup>3</sup>-PLN/5 si configura come la soluzione ideale in quanto opera in simbiosi con i driver dimmerabili attraverso diverse tecnologie di comunicazione, ad esempio 0-10V, 1-10V, DALI, etc.

Il microprocessore e la comunicazione PLC integrata, consentono la gestione da remoto di ogni singolo punto luce attraverso le funzioni:

- ▼ di comando (on, off, dimming);
- ▼ di allarme (misure elettriche out-of-range, vita lampada, guasto, etc.);
- ▼ e di acquisizione dei dati di consumo (tensione, corrente, potenza, temperatura, etc.).



Inoltre il microprocessore è in grado di memorizzare per un lungo periodo di tempo alcuni parametri caratteristici e le misurazioni effettuate. In questo modo tutti questi dati possono essere scaricati, così da consentire la loro successiva elaborazione nel corso di processi di back-office.

Il verificarsi di guasti e malfunzionamenti viene rilevato in "tempo reale", grazie al fatto che l'apparato costituito da lampada e ballast è un vero e proprio "sistema on-line".

L'accoppiamento tra il nodo di controllo e l'alimentatore dimmerabile permette di ottenere notevoli risparmi energetici pur mantenendo la compatibilità con il decreti Nazionali/Regionali/Normative, che ammettono profili di riduzione di luminosità nelle ore notturne.

La comunicazione ad onde convogliate permette il grande vantaggio di non richiedere alcun veicolo fisico aggiuntivo per la comunicazione, in quanto per tale scopo viene utilizzato il cavo di alimentazione.

Questo tipo di interventi previsti, rappresenta una risposta importante alla criticità più "trasversale" di tutte, ed hanno l'evidente beneficio di portare un notevole **risparmio energetico**, soprattutto grazie all'utilizzo della tecnologia LED di qualità (CREE).

Questo tipo di criticità relativa al risparmio energetico tuttavia, mediante l'utilizzo delle migliori tecnologie attualmente presenti sul mercato, può realmente essere risolta in maniera importante, con l'ulteriore vantaggio del miglioramento sensibile della qualità cromatica della città (percezione del colore) e del maggiore flusso emesso dai corpi illuminanti in ragione di un maggiore



rendimento lm/W. La moderna tecnologia LED inoltre, per sue caratteristiche intrinseche, permette di indirizzare la luce emessa dagli apparecchi in maniera estremamente precisa in relazione alle carreggiate stradali e alle dimensioni dei marciapiedi o delle piste ciclabili, permettendo l'ottimizzazione delle potenze impiegate.

L'intervento progettuale prevede la posa di corpi illuminanti a LED per ridurre al massimo la potenza impegnata ed al contempo incrementare i parametri illuminotecnici secondo le indicazioni della norma UNI 11248/2012. Anche dal punto di vista tipologico si dovranno avere i necessari miglioramenti, in modo da utilizzare corpi d'arredo urbano esclusivamente su sostegni idonei per altezza ed interdistanza.

I materiali proposti in relazione ai corpi illuminanti a LED, rappresentano il meglio della tecnologia disponibile sul mercato italiano e internazionale, per tipologia di componenti e per caratteristiche dei diodi LED, delle verniciature, delle ottiche in PMMA, dei vani contenitore etc. Nel seguito si riportano alcune delle principali caratteristiche dei corpi illuminanti proposti.

I corpi illuminanti CREE della tipologia stradale, quella numericamente più presente nella proposta progettuale, hanno dimensioni e spessori tali, sia dell'intero corpo sia del dissipatore termico, da



comportare non solo migliore capacità di dissipazione termica, ma anche la **possibilità di alloggiamento "a bordo" di ulteriore componentistica accessoria** sia per l'attuale utilizzo immediato, sia per poter **trasformare il corpo illuminante in "piattaforma" su cui innestare una molteplicità di servizi Smart City** presenti e futuri. In quest'ottica ciascun lampione potrà contribuire a formare una rete capillare, diventando così anche un punto di accesso al quale migliaia di sensori potranno rivolgersi per trasmettere le informazioni prelevate dal territorio.

Inoltre il corpo illuminante previsto presenta dei livelli di finitura superiori alla media quali le cerniere di apertura, l'ampia compartimentazione interna per l'alloggiamento di ulteriori componenti, la separazione del vano cablaggio dal vano ottico ed il relativo spazio vuoto per la dissipazione termica.

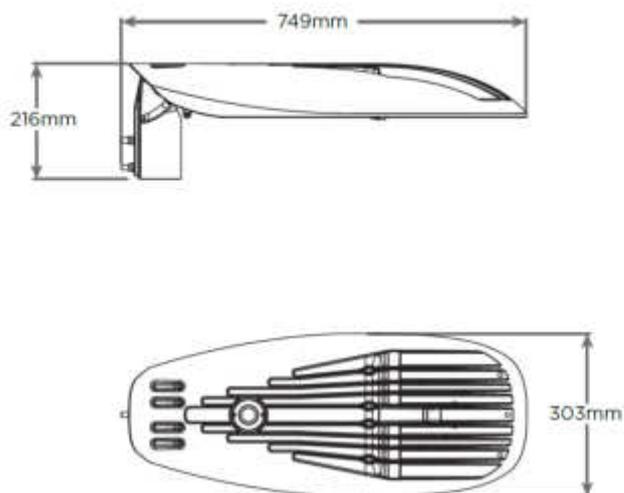
Il Sistema ottico del prodotto CREE - LED XSP1™, LED XSP2™ di **potenze massime** diverse (52W e 98W), da regolare in riduzione in fase di accensione in adeguamento alle caratteristiche della strada di posa, è il **sistema ottico di precisione "NanoOptic® Precision Delivery Grid"** che utilizza lenti in PMMA (Polimetilmetacrilato), nato e progettato specificatamente per l'utilizzo in ambiente esterno, in particolare modo per le luci di segnalazione degli autoveicoli e testato secondo la normativa americana SAE J576 – Plastic Materials for use in optical parts such as lenses and reflex reflectors of motor vehicle lighting devices. Di norma il PMMA è molto trasparente, più del vetro, al punto che possiede caratteristiche di comportamento assimilabili alla fibra ottica per qualità di trasparenza, con la proprietà di essere più o meno in percentuali diverse, infrangibile a seconda della sua "mescola". Il PMMA delle ottiche proposte è di tipologia non



standard ma particolare in quanto contiene le perdite di trasparenza su valori inferiori al 3% in 10 anni (50.000hr).

Ulteriore elemento di qualità dei prodotti analizzati è la scelta progettuale di utilizzare sistemi Multi-Chip LED, in modo che in caso remoto di spegnimento di un Single-Chip, la fotometrica generale rimanga inalterata ed i parametri illuminotecnici rimangano invariati, garantendo la sicurezza degli utenti ed il comfort visivo.

I trattamenti speciali della verniciatura cui sono sottoposti i corpi illuminanti XSP proposti nella presente proposta progettuale e denominati DeltaGuard® (certificato dal sistema qualità ISO 9002), risultano garantiti per dieci anni dagli inconvenienti che possono derivare dalle azioni combinate di smog, radiazione solare ed esposizione alle intemperie. Il metodo di prova standard per la valutazione di campioni verniciati o rivestiti, sottoposti ad ambienti corrosivi, risulta essere l'ASTM D 1654 standard, con durata prova 5000 hrs in nebbia salina. Le fasi previste e standardizzate dal trattamento DeltaGuard® sono le seguenti:



- ▶▶ prima azione di pulitura e decontaminazione del metallo;
- ▶▶ processo di pretrattamento in otto fasi;
- ▶▶ applicazione elettrostatica di un primer epossidico esente da piombo;
- ▶▶ deposizione, in atmosfera controllata, di un rivestimento in polvere di poliestere.

Il processo è interamente automatizzato, ad immersione totale e conta complessivamente n. 18 fasi.

Si tratta di un processo volto a creare una protezione delle parti metalliche nei confronti degli agenti atmosferici, dell'attacco corrosivo e dell'alterazione chimica derivati dall'azione del calore e delle radiazioni ultraviolette. Un'altra importante caratteristica del materiale proposto è rappresentata dal funzionamento elettrico a tensioni di 220-240V ma con alimentatori certificati 120-277(±10%) 50/60Hz. Come desumibile dalle schede tecniche, il fattore di potenza risulta essere > 0.9 a pieno carico e la distorsione armonica è < 15% a pieno carico, pertanto. In virtù delle caratteristiche delle linee elettriche esistenti, le cadute di tensione non misurate in questa fase ma certamente sotto la soglia limite prevista dalla normativa, in molti casi e nei tratti di linea più periferici sarà probabilmente molto prossima o inferiore ai 170V. Grazie ai materiali di cui dispongono i corpi illuminanti proposti invece, **il loro funzionamento è garantito fino a tensioni molto basse intorno ai 120V**, comportando un migliore risparmio di energia ed il mantenimento delle caratteristiche illuminotecniche rispetto ad altri prodotti. il corpo illuminante della tipologia stradale è stato progettato integralmente come sistema d'illuminazione stradale ottimizzato per sorgenti luminose LED, XSP Series si distingue per la sua straordinaria efficienza senza compromettere le prestazioni applicative. Oltre al significativo risparmio energetico che è possibile



ottenere e alla sostanziale riduzione degli interventi di manutenzione richiesti per l'apparecchio, con XSP IP66 CREE ha migliorato il controllo ottico rispetto ai tradizionali apparecchi d'illuminazione stradale grazie al sistema ottico di precisione NanoOptic® Precision Delivery Grid™. L'apparecchio per illuminazione stradale a LED XSP di Cree è un'ottima alternativa ai tradizionali sistemi d'illuminazione, che garantisce un più efficace recupero degli investimenti e migliori prestazioni.

I corpi illuminanti della **tipologia d'arredo urbano**, rappresentano l'altra parte della proposta tecnologica sugli impianti di illuminazione. La proposta progettuale interviene su questi corpi illuminanti vetusti attraverso la posa di tecnologia LED con ottiche speciali per la distribuzione "ciclabile" o "diffondente" del flusso luminoso a seconda del luogo di posa, delle dimensioni e delle caratteristiche degli spazi da illuminare. Ogni corpo illuminante sarà dotato di regolatore elettronico 1-10V e di "nodo" elettronico M3-PLN/5L per il controllo del flusso luminoso di cui al sistema LUMINIBUS, che sarà in grado di ridurre il flusso luminoso emesso dai LED di cui sarà equipaggiato il corpo illuminante, con l'ulteriore vantaggio di essere controllato da remoto per la conduzione nel tempo dei profili di funzionamento. Ogni punto luce dotato di questa tecnologia avrà una temperatura di colore del LED pari a 4000°K (luce bianca di qualità) e in futuro (basta il software di controllo non presente nella proposta) potrà essere controllato "punto-punto" ovvero l'intervento di regolazione e di scarico dei principali dati di funzionamento potrà essere fatto singolarmente. I corpi illuminanti proposti sono prodotti dal Leader Mondiale nella produzione di diodi LED (CREE) e rappresentano un elevato grado di affidabilità e performance nel tempo. Il **risparmio energetico** in questo caso, consiste nella riduzione della potenza installata e nella ulteriore possibilità di dimmerazione (regolazione) nelle fasi di esercizio, secondo quanto previsto dalla norma UNI 11248/2012.

#### D.L.02.06 ULTERIORI VANTAGGI

Tutti gli interventi relativi anche all'adeguamento normativo e tecnologico, oltre che consentire la riduzione dei consumi elettrici afferenti l'impianto di illuminazione pubblica, consentono il raggiungimento di risultati più ampi in termini di benefici per la collettività e incrementi delle prestazioni, come ad esempio:

- ▼ Ottenimento dei valori di luminanza ed illuminamento previsti dalla norma UNI 11248/2012, UNI EN 13201/2-3-4 in relazione alla classificazione delle strade;
- ▼ Miglioramento del comfort visivo;
- ▼ Aumento della percezione del colore
- ▼ Maggiore sicurezza e vivibilità delle strade.

Ottenimento dei valori di luminanza ed illuminamento previsti dalla norma UNI 11248/2012, UNI EN 13201/2-3-4 in relazione alla classificazione delle strade

La normativa di settore impone la verifica di una serie di parametri di luminanza/illuminamento (in relazione alle categorie illuminotecniche delle strade), di uniformità e di diminuzione della percezione visiva (abbagliamento). L'utilizzo dei materiali migliori, unitamente alla tecnologia di controllo da remoto proposta nel presente progetto, consentiranno di **raggiungere i parametri normativi (messa a norma illuminotecnica) e di incrementare i livelli sicurezza stradale e pedonale**. Inoltre si tenga presente che le norme UNI 11248/2012 e UNI 13201-2, stabiliscono i parametri di qualità visiva anche per i marciapiedi e per le zone limitrofe la carreggiata stradale. I



calcoli illuminotecnici allegati al progetto, considerano anche questi aspetti e si pongono l'obiettivo di migliorare in generale il livello di performance;

#### Miglioramento del comfort visivo

Gli interventi di sostituzione di tutto il parco lampade, attraverso la sostituzione dei corpi illuminanti esistenti con altri dotati di tecnologia LED per l'ottenimento della diffusa luce bianca di qualità, permetteranno di elevare notevolmente il comfort visivo, migliorando la percezione visiva notturna dell'abitato urbano.

#### Aumento della percezione del colore

La resa cromatica delle lampade LED, permetterà di rivedere la notte i colori dell'ambiente urbano per come realmente sono, scevri dell'alone giallastro tipico delle lampade tradizionali e verranno inoltre cancellate le spiacevoli sensazioni visive dell'indeterminatezza dei colori naturali o il loro "sporco" dai toni gialli. In questo modo sarà possibile fruire dei colori naturali del verde e dell'arredo urbano, unitamente al colore delle facciate delle case e dei selciati stradali.

#### Maggiore sicurezza e vivibilità delle strade

I fattori qualitativi introdotti da tutte le scelte progettuali, rappresentano un miglioramento indiscutibile in tema di sicurezza e vivibilità delle strade, essendo questi strettamente legati alla percezione dei volti, dei colori, e dei

#### D.L.02.07 CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE

La rispondenza degli impianti di illuminazione di nuova realizzazione alle prescrizioni della normativa illuminotecnica, è stata verificata per ogni tipologia di sezione stradale riportata nella cartografia del progetto. Per la determinazione dei parametri normativi è fondamentale la suddivisione delle strade secondo la classificazione del Codice della Strada. Pertanto, in seguito alla suddivisione degli spazi per i quali si rende necessaria un'illuminazione pubblica, risulta fondamentale l'identificazione della tipologia delle strade. Il tipo della strada, secondo quanto previsto dalla normativa illuminotecnica, è determinato ai sensi del Decreto Legislativo 30 aprile 1992 n° 285 - "Nuovo Codice della Strada" e successive integrazioni e modifiche, (in particolare al D.Lgs n° 360/93), e non risulta essere un compito affidato al progettista dell'impianto di illuminazione. In mancanza di un Piano Generale del Traffico Urbano (PGTU) ma in presenza di indicazioni sui flussi veicolari presenti nel PGT, si considerano le caratteristiche geometriche delle strade oggetto di intervento, confrontate con il precedente decreto e con analoghi casi presenti in città per le quali esiste una pianificazione del traffico. Fatta questa premessa, per le considerazioni generali che hanno guidato alla scelta del tipo di strada, si può procedere secondo lo schema seguente:



## ART. 2 - DECRETO LEGISLATIVO 30 APRILE 1992 N° 285

### DEFINIZIONE E CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE

A	Autostrade	strada extraurbana o urbana a carreggiate indipendenti o separate da spartitraffico invalicabile, ciascuna con almeno due corsie di marcia, eventuale banchina pavimentata a sinistra e corsia di emergenza o banchina pavimentata a destra, priva di intersezioni a raso e di accessi privati, dotata di recinzione e di sistemi di assistenza all'utente lungo l'intero tracciato, riservata alla circolazione di talune categorie di veicoli a motore e contraddistinta da siti segnali di inizio e fine. Deve essere attrezzata con apposite aree di servizio ed aree di parcheggio, entrambe con accessi dotati di corsie di decelerazione e di accelerazione.
B	Strade extraurbane principali	strada a carreggiate indipendenti o separate da spartitraffico invalicabile, ciascuna con almeno due corsie di marcia e banchina pavimentata a destra, priva di intersezioni a raso, con accessi alle proprietà laterali coordinati, contraddistinta dagli appositi segnali di inizio e fine, riservata alla circolazione di talune categorie di veicoli a motore; per eventuali altre categorie di utenti devono essere previsti opportuni spazi. Deve essere attrezzata con apposite aree di servizio, che comprendano spazi per la sosta, con accessi dotati di corsie di decelerazione e di accelerazione.
C	Strade extraurbane secondarie	strada ad unica carreggiata con almeno una corsia per senso di marcia e banchine.
D	Strade urbane di scorrimento	strada a carreggiate indipendenti o separate da spartitraffico, ciascuna con almeno due corsie di marcia, ed una eventuale corsia riservata ai mezzi pubblici, banchina pavimentata a destra e marciapiedi, con le eventuali intersezioni a raso semaforizzate; per la sosta sono previste apposite aree o fasce laterali esterne alla carreggiata, entrambe con immissioni ed uscite concentrate.
E	Strade urbane di quartiere	strada ad unica carreggiata con almeno due corsie, banchine pavimentate e marciapiedi; per la sosta sono previste aree attrezzate con apposita corsia di manovra, esterna alla carreggiata.
F	Strade locali	strada urbana od extraurbana opportunamente sistemata ai fini di cui al comma 1 non facente parte degli altri tipi di strade.

In accordo con il Nuovo Codice della Strada, mediante i sopralluoghi sul campo e le misurazioni effettuate, si è pertanto proceduto all'individuazione delle caratteristiche principali delle strade del Comune e precisamente:



- ▼ determinazione delle dimensioni delle carreggiate (corsie e banchine);
- ▼ analisi dei flussi di traffico;
- ▼ determinazione delle direttrici di ingresso al centro urbano;
- ▼ individuazione dei tratti urbani ed extraurbani.

Nel caso in esame sono state individuate le seguenti tipologie di strada:

- ▼ strada urbana di quartiere tipo E;
- ▼ strada urbana locale tipo F;
- ▼ strada extraurbana locale tipo F;

## **Classificazione Illuminotecnica UNI 11248/2012**

La nuova normativa illuminotecnica UNI 11248 versione Ottobre 2012 invita il progettista degli impianti di illuminazione pubblica ad uno studio molto più accurato che in precedenza. In questo modo viene richiesto un nuovo approccio alle problematiche da risolvere e si introduce una metodologia più accurata per la definizione delle categorie illuminotecniche da assegnare alle strade o agli spazi da illuminare, compresa la variazione nel tempo dei requisiti prestazionali dell'impianto.

E' necessario pertanto definire più categorie illuminotecniche anche per la stessa strada, in considerazione del variare di alcuni parametri che dovranno essere esaminati dal progettista e per i quali si dovranno motivare le gerarchie. E' quindi compito preliminare del progettista:

- ▼ individuare i parametri di influenza significativi, i quali devono essere noti prima di iniziare il progetto;
- ▼ pervenire alla definizione delle categorie illuminotecniche attraverso una valutazione del rischio, che è parte integrante del progetto e dove devono essere esplicitati i criteri e le fonti delle informazioni che hanno portato alle scelte effettuate.

Dal punto di vista procedurale, alla luce delle nuove prescrizioni normative, per tutti gli spazi precedentemente descritti, sarà necessario individuare le categorie illuminotecniche dell'impianto mediante i seguenti passi:

### **2.1 Definizione della categoria illuminotecnica di progetto:**

- ▼ la strada sarà suddivisa in una o più zone di studio con condizioni omogenee dei parametri di influenza;
- ▼ per ogni zona di studio sarà identificato il tipo della strada;
- ▼ noto il tipo di strada, sarà individuato, con l'ausilio del prospetto 1 della normativa, la categoria illuminotecnica di riferimento.

Nel seguente prospetto, si riportano le ultime classificazioni illuminotecniche delle strade che comportano un incremento dei parametri di illuminazione rispetto alla superata versione della UNI 11248/2007.



Prospetto1 - Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h <sup>-1</sup> ]	Categoria illuminotecnica di riferimento
A <sub>1</sub>	Autostrade extraurbane	130-150	ME1
	Autostrade urbane	130	
A <sub>2</sub>	Strade di servizio alle autostrade	70-90	ME2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	ME2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70-90	ME3b
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2)	70-90	ME2
	Strade extraurbane secondarie	50	ME3b
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70-90	ME2
D	Strade urbane di scorrimento	70	ME2
		50	
E	Strade urbane interquartiere	50	ME2c
	Strade urbane di quartiere	50	ME3b
F	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2)	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	5	CE4/S2	



Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h <sup>-1</sup> ]	Categoria illuminotecnica di riferimento
	principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)		
	Strade locali interzonali	50	
		30	
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali	Non dichiarato	S2
	Strade a destinazione particolare	30	

Secondo quanto previsto dalla norma citata, in relazione anche alle prescrizioni del Codice della Strada, sono state identificate le seguenti categorie di progetto:

- ▼ Categoria illuminotecnica CE4
- ▼ Categoria illuminotecnica ME3a
- ▼ Categoria illuminotecnica ME3c
- ▼ Categoria illuminotecnica ME4b

La scelta dei materiali ed i calcoli illuminotecnici sono stati redatti secondo questa classificazione ed in funzione delle sezioni stradali rilevate.

#### D.L.02.08 IMPIANTO ELETTRICO

Per l'esecuzione dei lavori si terranno presenti le seguenti procedure e modalità di utilizzo dei materiali. La fornitura è in bassa tensione trifase (400V). La potenza di progetto dovrebbe essere sufficiente ad alimentare tutte le utenze considerando anche eventuali modesti aumenti e/o variazioni di carico. I carichi sono tutti localmente rifasati.

#### Generalità impianto elettrico

Il sistema di distribuzione dell'impianto in oggetto è di tipo TT, pertanto le masse degli apparecchi e le masse estranee dovranno essere collegate all'impianto di terra proprio, separatamente dal conduttore di neutro collegato alla terra di cabina di proprietà dell'ente distributore.

L'impianto elettrico in oggetto ha origine nel punto di consegna della fornitura di energia, posto all'esterno dove è installato il quadro.

La distribuzione ai carichi sarà trifase con neutro, cercando per quanto possibile, di ripartire in maniera equilibrata, i carichi sulle tre fasi R,S e T attestando i complessi illuminanti con il criterio della rotazione ciclica delle fasi.

La tipologia di posa sarà quella di cavo unipolare posato entro tubazione interrata secondo le caratteristiche appresso elencate:



Il cavo utilizzato sarà del tipo FG7R 0,6/1kV, cavo unipolare isolato in gomma di qualità G7 con guaina in PVC, non propagante incendio.

Il cavo sarà interrato entro tubo protettivo, corrugato a doppia parete, 450 o 750, conformemente alla Variante V1 della norma CEI 23-46 "Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati" e secondo la variante V1 alla norma CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo"

Secondo tali variante i tubi tipo 450 e 750 possono essere interrati direttamente senza precauzioni aggiuntive.

I numeri 450 e 750 dei tubi indicano la forza minima in Newton con cui questi vengono provati.

Si ritiene opportuno interrare le condutture ad una profondità pari a 30 cm e sarà posato superiormente alla conduttura e lungo tutto il profilo di scavo opportuno nastro monitore in PVC indicante la presenza di cavi elettrici interrati.

Il raggio di curvatura del cavo non dovrà essere inferiore a quello minimo indicato dalle norme di prodotto dei cavi stessi.

Lungo la tubazione verranno predisposti pozzetti di ispezione e/o derivazione al fine di rendere l'impianto totalmente sfilabile ed accessibile per riparazioni ed ampliamenti.

Dovranno altresì essere rispettate le distanze di rispetto fra l'impianto di I.P. ed i cavi o tubazioni metalliche di altri servizi (gas, telecomunicazione, ecc.) o di strutture metalliche particolari come cisterne interrate secondo quanto disposto dalla norma 11-7 e per quanto riguarda i gasdotti secondo quanto citato dal DM 24/11/1984.

### Sistema di distribuzione principale

La distribuzione principale ha origine nel gruppo integrato di protezione e regolazione da cui partono le dorsali di alimentazione ai corpi illuminanti; le dorsali sono differenti per sezione di conduttore a seconda delle lunghezze delle linee considerate e della potenza dei carichi ad esse attestate.

### Calcolo delle Sezioni dei Conduttori

Per il calcolo delle sezioni dei conduttori occorre prima di tutto notare che la sezione minima dei conduttori attivi (in rame) non può essere inferiore a 1,5 mm<sup>2</sup> per impianti di energia e a 0,5 mm<sup>2</sup> per impianti di segnalazione a correnti deboli.

Per il conduttore neutro si è adottata la stessa sezione del conduttore attivo.

Il calcolo delle sezioni dei conduttori è fatta in base alla portata del cavo, alle condizioni imposte dalla protezione per il cortocircuito e dal valore massimo della caduta di tensione. La portata del cavo è funzione delle condizioni di posa delle condutture e dalla presenza di altri circuiti nella stessa canalizzazione e deve essere maggiore della corrente di impiego del circuito.

Ogni uscente sarà protetta contro il cortocircuito mediante un interruttore automatico magnetotermico unipolare per fase, avente potere di interruzione pari a 10 kA, che consente anche il sezionamento della singola linea.



La corrente nominale degli interruttori magnetotermici sarà scelta secondo norma CEI 84-8/4 art. 433.2 mediante l'espressione  $I_b \leq I_n \leq I_z$

Dove  $I_b$  è la corrente di impiego e  $I_z$  è la portata del cavo scelto e tenendo conto dell'assorbimento più elevato, delle lampade a scarica, durante il transitorio di accensione.

Saranno coordinati i parametri di intervento di questi dispositivi, con quello generale, magnetotermico -differenziale posto a monte, al fine di garantire selettività amperometrica in caso di guasto franco fase-terra.

L'accensione dei corpi illuminanti avverrà tramite il quadro di regolazione della potenza che riceve il comando da parte dell'interruttore orario astronomico e/o tramite l'amplificatore crepuscolare posto in serie.

Sarà possibile forzare l'accensione dei corpi illuminanti tramite un comando automatico – manuale sul relè crepuscolare o tramite il comando manuale del bypass sulla linea di potenza.

L'inserzione del bypass potrà avvenire automaticamente in caso di anomalia sul sistema di regolazione.

Il quadro sarà dotato di portelli e serratura. La sezione di misura è posta in involucro separato, delle stesse caratteristiche del quadro di regolazione e comando.

### Protezione Contro i Sovraccarichi

Secondo la norma CEI 84-8/4 art. 473.1.2 non è richiesta, per gli apparecchi di illuminazione, la protezione contro il sovraccarico.

Si è, tuttavia, scelto di attuare questo tipo di protezione per tutti i circuiti attestati al quadro, in modo che si possa prescindere dalla lunghezza massima della linea protetta

La protezione dei cavi e delle apparecchiature contro i sovraccarichi è prevista a monte delle condutture.

Per il dimensionamento dei circuiti sono state utilizzate le seguenti relazioni:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$I_f \leq 1.45 I_Z$$

dove:

$I_B$  è la corrente di impiego del circuito.

$I_N$  è la corrente nominale del dispositivo di protezione;

$I_Z$  è la portata delle condutture;



If è la corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione;

#### Protezione Contro i Cortocircuiti

La protezione dei cavi e delle apparecchiature come indicato dalla Norma C.E.I 64-8 sez 751 deve essere prevista all'inizio delle condutture.

La progettazione dei circuiti di protezione è stata eseguita in modo che risultasse soddisfatta la relazione:

$$(I^2t) \leq K^2 S^2$$

dove:

(I<sup>2</sup>t) è l'integrale di Joule calcolato utilizzando la corrente lasciata passare dal dispositivo di protezione per il tempo di durata del cortocircuito;

S è la sezione del conduttore;

K è un coefficiente che varia a seconda del tipo di cavo (vale 115 per i cavi di rame isolati in PVC, 135 per i cavi di rame isolati in gomma ordinaria e 146 per i cavi di rame isolati in gomma etilenpropilenica e polietilene reticolato).

#### Cadute di Tensione sui Cavi

Il calcolo delle cadute di tensione sulle condutture è stato fatto in base alla normativa vigente.

Le relazioni utilizzate sono le seguenti:

Per i sistemi trifase

$$\Delta V_T = 1,73 \cdot L \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi) I_B$$

dove V<sub>T</sub> è la tensione concatenata ed I<sub>B</sub> è la corrente assorbita dall'impianto o nel tratto di linea considerata, data da:

$$I_B = \frac{\text{potenza}(W)}{1,73 \cdot V_T \cdot \cos \varphi}$$

Per i sistemi monofase

$$\Delta V_M = 2 \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi) I_B ;$$

$$I_B = \frac{\text{potenza}(W)}{V_M \cdot \cos \varphi}$$

dove V<sub>M</sub> è la tensione di fase ed I<sub>B</sub> è la corrente assorbita dall'impianto o nel tratto di linea considerata, data da:



In tutti i casi la caduta di tensione a fine linea non eccede il 5% del totale come richiesto dalla Norma CEI 64-8/7 sezione 714.

### Protezione dai Contatti Indiretti

La protezione dai contatti indiretti verrà per le linee alimentanti i corpi illuminanti in classe II di isolamento, garantita dall'isolamento doppio o rinforzato, infatti il cavo FG7OR 0,6/1kV è da considerarsi a doppio isolamento rispetto alla tensione nominale del sistema, le derivazioni dovranno essere realizzate in maniera tale da garantire il doppio isolamento.

### Protezione dai Contatti Diretti

Tutte le parti attive dovranno essere isolate, oppure protette da involucri o barriere; tutte le parti accessibili dell'impianto poste a meno di 2,5 m devono risultare inaccessibili al dito di prova (IPXXB) e l'accessibilità alle parti attive dell'impianto deve essere resa possibile tramite chiave o attrezzo.

Inoltre saranno garantiti, per scelta dei materiali in campo o per costruzione, i seguenti gradi di protezione.

Contro l'infiltrazione di liquidi:

- ▼ - IPX7 (immersione per 30 m), per i componenti installati in pozzetti drenanti;
- ▼ - IPX4 (protezione dagli spruzzi) per gli apparecchi illuminanti;

In ogni caso è richiesta la protezione minima pari a IP 33 (protezione da penetrazione polveri ed agenti atmosferici).

## Verifiche

### Generalità

La verifica ha lo scopo di accertare che l'impianto elettrico è conforme alla regola dell'arte, con particolare riferimento alla sicurezza.

### Esame a vista dell'impianto

Per verificare che gli impianti sono realizzati a regola d'arte ed in conformità alle indicazioni progettuali l'Impresa deve effettuare, prima della messa in servizio, esami a vista e prove. Tali verifiche da eseguirsi sono quelle indicate nel Capitolo 61 della norma CEI 64-8, ed in conformità a quanto di seguito indicato nel dettaglio. In particolare devono essere resi disponibili al tecnico esecutore della verifica schemi, diagrammi e tabelle che indicano "il tipo e la composizione dei circuiti (punti di utilizzazione, numero e sezione dei conduttori, tipo di condutture elettriche)" e "le caratteristiche necessarie all'identificazione dei dispositivi che svolgono la funzione di protezione, di sezionamento e di comando e la loro dislocazione".

Le verifiche e prove preliminari hanno lo scopo di:

controllare le caratteristiche, le prestazioni, le dimensioni, la provenienza e la buona qualità delle apparecchiature e materiali già installati;



controllare che le modalità di montaggio delle apparecchiature e le modalità delle lavorazioni eseguite in cantiere sui materiali siano eseguite secondo le prescrizioni del disciplinare e degli elaborati grafici di progetto. L'esame a vista, da effettuarsi con l'impianto non in tensione, serve per accertare che i componenti elettrici:

siano conformi alle prescrizioni di sicurezza delle relative norme;

siano scelti correttamente ed installati secondo le prescrizioni della norma CEI 64-8;

non siano stati danneggiati visibilmente in modo da compromettere la sicurezza.

L'esame a vista deve accertare: la presenza e la corretta messa in opera dei dispositivi di sezionamento e comando, l'identificazione dei conduttori di neutro e di protezione, l'identificazione dei conduttori con targhette applicate sul singolo conduttore con l'identificazione della provenienza e della destinazione, l'idoneità delle connessioni, la presenza di cartelli monitori, di barriere tagliafiamma e quant'altro sia necessario alla sicurezza.

### **Prove previste dalla norma CEI 64-8/6**

La Ditta deve eseguire, per quanto applicabili, e preferibilmente nell'ordine indicato, le seguenti prove (norma CEI 64-8/6 art. 612) senza alcun onere aggiuntivo:

- ▼ resistenza di isolamento dell'impianto elettrico;
- ▼ verifica delle cadute di tensione a fine linea per tutte le uscenti dell'impianto
- ▼ protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione che deve essere verificata con:  
la verifica delle caratteristiche del dispositivo di protezione associato (cioè mediante esame a vista della corrente nominale e delle caratteristiche di intervento degli interruttori automatici e dei fusibili ed anche mediante prove di funzionamento per i dispositivi a corrente differenziale);
- ▼ prova e conformità dei quadri di comando e protezione secondo le prescrizioni delle norme 17/13 e 23.51.

### **Documentazione relativa alle verifiche iniziali ed alla configurazione degli impianti prima della messa in funzione**

La Ditta esecutrice degli impianti dovrà presentare una documentazione scritta sul risultato delle verifiche di cui ai punti precedenti.

Devono inoltre essere forniti schemi od altre adatte indicazioni che indicano la natura e la formazione dei circuiti e le caratteristiche e la posizione delle apparecchiature, nel caso di variazioni e modifiche rispetto agli elaborati progettuali.

Gli schemi e i segni grafici devono essere conformi alle prescrizioni del CT 3 del CEI.

Inoltre la ditta installatrice dovrà rilasciare al termine dei lavori la Dichiarazione di esecuzione delle opere secondo la regola dell'arte.





Nr. Ord.	TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	MISURAZIONI:				Quantità
			Par.ug	Lung.	Larg.	H/peso	
		l'opera finita a regola d'arte.					
		MISURAZIONI:					
		Stazione Partenza	11,00				11,00
		Via Municipio	8,00				8,00
		Via Berlinguer	12,00				12,00
		Via Giudicessa Vera	2,00				2,00
		Via Sassari	3,00				3,00
		Via Guglielmo Giudice	2,00				2,00
		Via del Mare	21,00				21,00
		Stazione Arrivo	21,00				21,00
		Via Roma	15,00				15,00
		SOMMANO cadauno					95,00



Nr. Ord.	TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	MISURAZIONI:				Quantità
			Par.ug	Lung.	Larg.	H/peso	
3	D.XSP	<p>Fornitura e posa di corpo illuminante stradale CREE - LED XSP o equivalente con corpo in pressofusione di alluminio. Profilo con bassa esposizione al vento. Vano alimentatore accessibile senza l'uso di attrezzi e completamente separato dai moduli LED. Sistema ottico di precisione NanoOptic® Precision Delivery Grid™ con ottica fotometrica 210 o ottica 2SH. Ottiche Cut-Off con nessuna emissione sopra i 90°. Temperatura di colore 4000K + / - 300K, resa cromatica superiore a 70. Sistema di montaggio per pali/sbracci di diametro 60mm con possibilità di regolazione + / - 5°, 10°, 15°. Finitura ColorfastDeltaGuard® caratterizzata da un rivestimento e-coat epossidico con superficie esterna in polvere ultra-resistente, che garantisce un'eccellente resistenza alla corrosione, al deterioramento da ultravioletti e all'abrasione. Potenza di sistema del corpo illuminante da 52 a 101W, con sistema di dimmerazione 1-10V questo compreso, flusso luminoso effettivo del corpo illuminante con ottica asimmetrica stradale da 5300Lm a 8700Lm. Vita utile dell'intero corpo illuminante &gt;100.000 Hr L80 con temperatura ambiente di 15° secondo gli standard LM80 e TM21 Tensione di ingresso: 120-277V, 50/60Hz, fattore di potenza: &gt; 0.9 a pieno carico, distorsione armonica totale: &lt; 20% a pieno carico, protezione da sovratensioni 10kV integrale, 10kV in Classe II, resistenza dell'apparecchio d'illuminazione e della finitura testata per sopportare 5000 ore in nebbia salina secondo lo standard ASTM B 117. Classe 2 - 5 anni sugli apparecchi / 10 anni sulla finitura ColorfastDeltaGuard®. Fornito con dispositivo elettronico ApSystem modello M3-PLN/5 (questo compreso) o equivalente da installare all'interno del corpo illuminante, per il controllo del flusso luminoso, comprese le disconnessioni e tutti i collegamenti elettrici. Compreso ogni onere e magistero per dare l'opera finita a regola d'arte.</p> <p>MISURAZIONI:</p> <p>Via Italia 3,00 Via Porto Pino 32,00 Via del Mare (spartitraffico) 2,00</p> <p>SOMMANO cadauno 37,00</p>					
4	D.PALO.6M	<p>Fornitura e posa di Palo troncoconico a sezione circolare, realizzato da azienda certificata ISO9001 e in possesso di autorizzazione quale centro di trasformazione secondo DM 14/01/08, tipo Palicampion modello CC6804 o similare, h=6,00m fuori terra, spessore 4mm, ottenuto mediante formatura a freddo di lamiera in acciaio S235JR EN 10025 e successiva saldatura longitudinale esterna eseguita con procedimento automatico (arco sommerso) omologato dal R.I.N.A. e dall'I.I.S. (Istituto Italiano della Saldatura) e controllo qualità saldature secondo EN ISO 3834. Il palo, predisposto per l'ancoraggio al basamento</p>					

**COMUNE DI SANT'ANNA ARRESI**

Provincia di Carbonia Iglesias

Servizio Tecnico Settore LL.PP.

Piazza Aldo Moro 1 - 09010 - SANT' ANNA ARRESI

e-mail [resptecnico@comune.santannaarresi.ca.it](mailto:resptecnico@comune.santannaarresi.ca.it) [pec\\_lavoripubblici.santannaarresi@pec.it](mailto:pec_lavoripubblici.santannaarresi@pec.it)  
tel. 0781 9669212/218 - fax 0781 966384BANDO DI GARA A PROCEDURA APERTA  
PER LA PROGETTAZIONE DEFINITIVA -  
ESECUTIVA E L'ESECUZIONE DEI LAVORI  
PER LA REALIZZAZIONE  
PISTA CICLABILE  
DA SANT'ANNA ARRESI A PORTOPINO

Nr. Ord.	TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	MISURAZIONI:				Quantità
			Par.ug	Lung.	Larg.	H/peso	
		<p>mediante infissione nel blocco di fondazione, è completo delle 3 lavorazioni standard alla base per il collegamento elettrico a norma, asola entrata cavi, attacco m.a.t., asola per morsettiera e portella queste comprese. Tolleranze dimensionali UNI EN 40/2 - UNI EN 10051. Protezione contro la corrosione mediante zincatura a caldo, ottenuta con il seguente ciclo: grassaggio; decapaggio; lavaggio; flussaggio; preriscaldamento; zincatura in zinco fuso a 440÷450 gradi centigradi, con percentuale minima di zinco nel bagno di zincatura 98.5%. Rivestimento ottenuto conforme alla norma UNI EN ISO 1461 con spessori minimi di 55 microns e medi di 70 microns. Verniciato con colore a scelta della Direzione Lavori, dalla cartella colori: nero, antracite, marrone, ombra, granito, grafite, verde, reseda, acciaio, oltremare, polvere, alluminio, rubino, castagna, avorio, bianco) ed effetto raggrinzato, ottenuto con ciclo a polveri termoindurenti, comprensivo di: pulizia da eventuali residui di zincatura; lisciatura delle superfici mediante leggera azione meccanica; pulizia delle superfici al fine di eliminare olio e sporco in genere e creare una buona base di aderenza; applicazione mediante spruzzatura elettrostatica della polvere poliestere adatta per superfici zincate a caldo destinate all'esterno, fino a raggiungere 60/80 micron di spessore; polimerizzazione in forno a temperatura costante di circa 200° per 40-50 minuti, imballo per ogni singolo palo, mediante fasciatura con tessuto non tessuto "cisellina" agugliato e calandrato a caldo 100% poliestere, (non si accetta fasciatura in pluriboll), per evitare danneggiamenti della verniciatura durante le operazioni di movimentazione, trasporto e stoccaggio. Le caratteristiche del rivestimento ottenuto saranno: spessore medio 60 micron, resistenza ai test di quadratura ISO2409, resistenza ai test d'urto UNI8901. Il palo sarà dotato di marcatura CE in conformità alla legislazione vigente (DPR246/93, 89/106/CEE; 93/68/CEE). La marcatura, su ogni singolo palo, dovrà riportare: norma di riferimento EN40-5, identificazione del costruttore, numero certificato di autorizzazione alla marcatura CE CPD P029, anno di marcatura, codice prodotto e commessa di riferimento. Compreso il manicotto di lunghezza 450 mm, in poliolefina reticolata coestrusa con adesivo che attivato dal calore aderisce perfettamente alla superficie, applicato dopo i trattamenti superficiali zincatura/verniciatura, con mezzera nella zona di incastro al basamento. Compresa la rimozione del sostegno e del cavo, il trasporto ed il conferimento a discarica, il cavo di risalita FG7OR 2x2,5 mm2, la pulizia del foro nel plinto, la messa a piombo, la finitura superficiale della pavimentazione esistente ed ogni onere e magistero per dare l'opera finita a regola d'arte.</p> <p><b>MISURAZIONI:</b> Stazione Partenza 11,00 Via del Mare 6,00</p>					

30

**S.I.SCA. S.r.l.**

Via del Lavoro, 15 - 08100 Nuoro

P.IVA 01342650916

tel/fax 0784255069 - 0784709007 [siscasrl@hotmail.com](mailto:siscasrl@hotmail.com) [siscasrl@arubapec.it](mailto:siscasrl@arubapec.it)



Nr. Ord.	TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	MISURAZIONI:				Quantità
			Par.ug	Lung.	Larg.	H/peso	
5	D.RIMOZIONE.PALO	Stazione Arrivo	21,00				21,00
		SOMMANO cadauno					38,00
		Rimozione di palo troncoconico curvo a sezione circolare di qualsiasi altezza e sbraccio, compresa la rimozione del sostegno e del cavo, il trasporto ed il conferimento a discarica, la pulizia del foro nel plinto, la finitura superficiale della pavimentazione esistente ed ogni onere e magistero per dare l'opera finita a regola d'arte. MISURAZIONI: Via del Mare	4,00				4,00
6	D.SCAVO-MARCIPIEDE	SOMMANO cadauno					4,00
		SCAVO A SEZIONE RISTRETTA, ESEGUITO IN CENTRI ABITATI, per posa di tubazioni per reti idriche o fognarie o per fondazioni di opere d'arte fino a m 2.00 di profondità dal piano campagna o dal piano di sbancamento, in terreni di qualsiasi natura e consistenza, compreso l'onere per eventuali piste di accesso, eseguito con qualsiasi mezzo meccanico; compreso le necessarie sbadacchiature ed armature; escluso l'armatura a cassa chiusa da compensare a parte. Compreso i tagli laterali a disco, lo spianamento del fondo, la verifica delle livellette, il sollevamento del materiale di scavo, il deposito lateralmente allo scavo oppure il carico su automezzo; compreso il rinterro, il tubo in PVC rigido per cavidotti interrati con giunzione a bicchiere, resistenza allo schiacciamento 750N, diametro esterno 110 mm e spessore 7 mm, la fresatura e la finitura superficiale in asfalto secondo il regolamento scavi comunale, il trasporto a deposito o a discarica e gli oneri di conferimento; in terreni sciolti esclusa la roccia tenera e la roccia dura da mina. Compreso ogni onere e magistero per dare l'opera finita a regola d'arte. MISURAZIONI: Stazione Arrivo Stazione Partenza	350,00 150,00				350,00 150,00
		SOMMANO m					500,00
7	D.0009.0006.0043.mod	FORNITURA E POSA IN OPERA DI CONDUTTORE UNIPOLARE DI RAME FLESSIBILE tipo FG7(O)R 0,6/1 kV isolato in gomma etilenpropilenica sottoguaina di PVC, non propagante l'in- cendio ed a ridotta emissione di gas corrosivi, per impianti esterni, dato in opera per energia in bassa tensione o per segnalazione e comando entro tubo passacavo o canaletta, compresi gli sfridi, sezione 1x10 mmq MISURAZIONI: Stazione Arrivo Stazione Partenza	4,00 4,00	350,00 150,00			1400,00 600,00
		SOMMANO m					2000,00

31

**S.I.SCA. S.r.l.**

Via del Lavoro, 15 - 08100 Nuoro

P.IVA 01342650916

tel/fax 0784255069 - 0784709007 [siscasrl@hotmail.com](mailto:siscasrl@hotmail.com) [siscasrl@arubapec.it](mailto:siscasrl@arubapec.it)



## COMUNE DI SANT'ANNA ARRESI

Provincia di Carbonia Iglesias

Servizio Tecnico Settore LL.PP.

Piazza Aldo Moro 1 - 09010 - SANT'ANNA ARRESI

e-mail resptecnico@comune.santannaarresi.ca.it pec lavoripubblici.santannaarresi@pec.it

tel. 0781 9669212/218 - fax 0781 966384

BANDO DI GARA A PROCEDURA APERTA  
PER LA PROGETTAZIONE DEFINITIVA -  
ESECUTIVA E L'ESECUZIONE DEI LAVORI  
PER LA REALIZZAZIONE  
PISTA CICLABILE  
DA SANT'ANNA ARRESI A PORTOPINO

Nr. Ord.	TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	MISURAZIONI:				Quantità
			Par.ug	Lung.	Larg.	H/peso	
8	D.POZZETTO-C250-400	Realizzazione di pozzetto di derivazione per impianti di illuminazione pubblica, dimensioni interne 400x400mm, compresi di demolizione della pavimentazione esistente comunque realizzata e fino alla necessaria profondità per riportare lo stesso alla quota stradale, compresa la realizzazione di un fondo drenante h=10cm realizzato mediante inerte di cava di granulometria differente, la prolunga per pozzetti in cls vibrato con le impronte laterali per l'immissione il fissaggio e la sigillatura dei cavidotti, il chiusino completo di telaio con superficie antidrucciolo in conformità alla norma UNI EN 124 da azienda certificata ISO 9001:2008 e 4001:2004, avente marcatura riportante la classe di resistenza C250. Compreso il rinfianco laterale in cls ed ogni onere e magistero per dare l'opera finita a regola d'arte. MISURAZIONI: Stazione Arrivo Percorso se necessario  SOMMANO cadauno	20,00 30,00				20,00 30,00  50,00
9	D.PALO.8M	Fornitura e posa di palo troncoconico a sezione circolare, realizzato da azienda certificata ISO9001 e in possesso di autorizzazione quale centro di trasformazione secondo DM 14/01/08, tipo Palicampion modello CC8804 o similare, h=8,00m fuori terra, spessore 4mm, ottenuto mediante formatura a freddo di lamiera in acciaio S235JR EN 10025 e successiva saldatura longitudinale esterna eseguita con procedimento automatico (arco sommerso) omologato dal R.I.N.A. e dall'I.I.S. (Istituto Italiano della Saldatura) e controllo qualità saldature secondo EN ISO 3834. Il palo, predisposto per l'ancoraggio al basamento mediante infissione nel blocco di fondazione, è completo delle 3 lavorazioni standard alla base per il collegamento elettrico a norma, asola entrata cavi, attacco m.a.t., asola per morsettiera e portella queste comprese. Tolleranze dimensionali UNI EN 40/2 - UNI EN 10051. Protezione contro la corrosione mediante zincatura a caldo, ottenuta con il seguente ciclo: grassaggio; decapaggio; lavaggio; flussaggio; preriscaldamento; zincatura in zinco fuso a 440÷450 gradi centigradi, con percentuale minima di zinco nel bagno di zincatura 98.5%. Rivestimento ottenuto conforme alla norma UNI EN ISO 1461 con spessori minimi di 55 microns e medi di 70 microns. Verniciato con colore a scelta della Direzione Lavori, dalla cartella colori: nero, antracite, marrone, ombra, granito, grafite, verde, reseda, acciaio, oltremare, polvere, alluminio, rubino, castagna, avorio, bianco) ed effetto raggrinzato, ottenuto con ciclo a polveri termoindurenti, comprensivo di: pulizia da eventuali residui di zincatura; lisciatura delle superfici mediante leggera azione meccanica; pulizia delle superfici al fine di eliminare olio e					



## COMUNE DI SANT'ANNA ARRESI

Provincia di Carbonia Iglesias

Servizio Tecnico Settore LL.PP.

Piazza Aldo Moro 1 - 09010 - SANT'ANNA ARRESI

e-mail [resptecnico@comune.santannaarresi.ca.it](mailto:resptecnico@comune.santannaarresi.ca.it) pec [lavoripubblici.santannaarresi@pec.it](mailto:lavoripubblici.santannaarresi@pec.it)

tel. 0781 9669212/218 - fax 0781 966384

BANDO DI GARA A PROCEDURA APERTA  
PER LA PROGETTAZIONE DEFINITIVA -  
ESECUTIVA E L'ESECUZIONE DEI LAVORI  
PER LA REALIZZAZIONE  
PISTA CICLABILE  
DA SANT'ANNA ARRESI A PORTOPINO

Nr. Ord.	TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	MISURAZIONI:				Quantità
			Par.ug	Lung.	Larg.	H/peso	
10	D.GIUNTO GEL	<p>sporco in genere e creare una buona base di aderenza; applicazione mediante spruzzatura elettrostatica della polvere poliestere adatta per superfici zincate a caldo destinate all'esterno, fino a raggiungere 60/80 micron di spessore; polimerizzazione in forno a temperatura costante di circa 200° per 40-50 minuti, imballo per ogni singolo palo, mediante fasciatura con tessuto non tessuto "cisellina" agugliato e calandrato a caldo 100% poliestere, (non si accetta fasciatura in pluriboll), per evitare danneggiamenti della verniciatura durante le operazioni di movimentazione, trasporto e stoccaggio. Le caratteristiche del rivestimento ottenuto saranno: spessore medio 60 micron, resistenza ai test di quadrettatura ISO2409, resistenza ai test d'urto UNI8901. Il palo sarà dotato di marcatura CE in conformità alla legislazione vigente (DPR246/93, 89/106/CEE; 93/68/CEE). La marcatura, su ogni singolo palo, dovrà riportare: norma di riferimento EN40-5, identificazione del costruttore, numero certificato di autorizzazione alla marcatura CE CPD P029, anno di marcatura, codice prodotto e commessa di riferimento. Compreso il manicotto di lunghezza 450 mm, in poliolefina reticolata coestrusa con adesivo che attivato dal calore aderisce perfettamente alla superficie, applicato dopo i trattamenti superficiali zincatura/verniciatura, con mezzzeria nella zona di incastro al basamento. Compresa la rimozione del sostegno e del cavo, il trasporto ed il conferimento a discarica, il cavo di risalita FG7OR 2x2,5 mm<sup>2</sup>, la pulizia del foro nel plinto, la messa a piombo, la finitura superficiale della pavimentazione esistente ed ogni onere e magistero per dare l'opera finita a regola d'arte.</p> <p>MISURAZIONI: Via del Mare (spartitraffico)</p>					1,00
		SOMMANO cadauno					1,00
		<p>Fornitura e realizzazione di giunzione e/o derivazione in gel per cavi fino a 0,6/1 kV per linea passante fino a 25 mm<sup>2</sup> e linea derivata fino a 25 mm<sup>2</sup>. Prestazioni elettriche: CEI EN 50393; CEI 20-33, in Classe 2 secondo la norma CEI 64-8. Non propagazione della fiamma: CEI 20-35, IEC 332-1, HD 405-1. Grado di protezione secondo la norma CEI EN 60529 (CEI 70-1) e IEC 529: superiore a IP 68. Compreso ogni onere e magistero per dare l'opera finita a regola d'arte.</p> <p>MISURAZIONI: Derivazioni a pozzetto</p>	100,00				100,00
SOMMANO cadauno					100,00		



## COMUNE DI SANT'ANNA ARRESI

Provincia di Carbonia Iglesias

Servizio Tecnico Settore LL.PP.

Piazza Aldo Moro 1 - 09010 - SANT' ANNA ARRESI

e-mail resptecnico@comune.santannaarresi.ca.it pec lavoripubblici.santannaarresi@pec.it

tel. 0781 9669212/218 - fax 0781 966384

BANDO DI GARA A PROCEDURA APERTA  
PER LA PROGETTAZIONE DEFINITIVA -  
ESECUTIVA E L'ESECUZIONE DEI LAVORI  
PER LA REALIZZAZIONE  
PISTA CICLABILE  
DA SANT'ANNA ARRESI A PORTOPINO

Nr. Ord.	TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	MISURAZIONI:				Quantità
			Par.ug	Lung.	Larg.	H/peso	
11	D.QUADRO IP	Fornitura e posa in opera di armadio in vetroresina tipo Conchiglia o equivalente, di idonee dimensioni, per il contenimento di contatori di energia, del concentratore M3-C di cui al sistema LUMINIBUS, di apparecchiature di potenza, queste comprese, compreso piastra di fondo in materiale isolante e serratura, installato su base in muratura, compreso il fissaggio del controtelaio, questo compreso, l'esecuzione del basamento in muratura e la fornitura dei materiali edili, comprese le rifiniture, grado di protezione IP 44, con porte incernierate complete di serrature tipo cremonese agibile con chiave di sicurezza a cifratura unica, cerniere interne in alluminio, prese d'aria anteriori e sottotetto con labirinto di protezione, parti metalliche esterne in acciaio inox isolate dall'interno, ed ogni altro onere e magistero per dare l'opera finita a regola d'arte. MISURAZIONI: Stazione Arrivo 1,00 Stazione Partenza 1,00  SOMMANO cadauno 2,00					
12	D.ILL.ARTISTICA	Fornitura e posa di corpo illuminante per illuminazione artistica, della tipologia lineare o puntiforme a LED, IP68, da posare a terra, su strutture metalliche o di legno, compresa la realizzazione delle eventuali controcasse, dei collegamenti elettrici, della quota parte di cavo di risalita, di pozzetto con chiusino ed ogni onere e magistero per dare l'opera finita a regola d'arte. MISURAZIONI: Stazione Partenza 16,00 Stazione Arrivo 19,00  SOMMANO cadauno 35,00					
TOTALE euro							



## D.L.03.01 IMPIANTO FOTOVOLTAICO

### GENERALITA'

L'impianto fotovoltaico di ciascuna stazione intermodale sarà del tipo "Grid Connected", esercito in parallelo alla rete elettrica pubblica in regime di scambio sul posto e sarà dotato di un accumulo elettrico con batterie agli ioni di litio. Il campo fotovoltaico sarà integrato architettonicamente, in parte mediante "alberi fotovoltaici" e in parte mediante la copertura degli edifici servizi. L'impianto fotovoltaico produrrà energia elettrica utile all'alimentazione dei locali servizi, dell'illuminazione esterna delle stazioni intermodali e parte della pista ciclabile e delle colonnine di ricarica per auto elettriche e bici elettriche.

La scelta dell'accumulo elettrico permetterà di aumentare la quota di autoconsumo dell'energia prodotta. L'impianto fotovoltaico produrrà energia elettrica nelle ore diurne. Una parte dell'energia prodotta verrà autoconsumata istantaneamente dai carichi attivi, una parte verrà immagazzinata nelle batterie di accumulatori e l'eventuale eccedenza verrà ceduta alla rete elettrica e remunerata dal GSE col meccanismo dello scambio sul posto. L'energia immagazzinata nelle batterie di accumulatori permetterà di alimentare le utenze elettriche con energia fotovoltaica anche nelle ore notturne, massimizzando il risparmio per l'ente comunale delle stazioni.

### 3.1 dati di progetto

#### Sito d'installazione

Il sito di installazione si trova nel centro matrice del comune di Sant'Anna Arresi, provincia di Carbonia-Iglesias

#### Radiazione solare e analisi delle ombre

La valutazione preliminare della risorsa solare disponibile è stata eseguita prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Sant'Anna Arresi, che in base alla Norma UNI 10349 è Cagliari.

Visti i siti di installazione e le modalità realizzative, i moduli fotovoltaici non saranno soggetti a ombreggiamento.

#### Irraggiamento solare a CAGLIARI in base alla norma UNI 10349

Mese	Giornaliero				Mensile
	Radiazione Diretta (Wh/m <sup>2</sup> )	Radiazione Diffusa (Wh/m <sup>2</sup> )	Radiazione Riflessa (Wh/m <sup>2</sup> )	Totale (Wh/m <sup>2</sup> )	Totale (kWh/m <sup>2</sup> )
<b>Gennaio</b>	1419	885	6	<b>2310</b>	<b>72</b>
<b>Febbraio</b>	1817	1161	8	<b>2986</b>	<b>84</b>
<b>Marzo</b>	2716	1520	12	<b>4248</b>	<b>132</b>
<b>Aprile</b>	3360	1907	15	<b>5282</b>	<b>158</b>



<b>Mese</b>	<b>Giornaliero</b>				<b>Mensile</b>
	<i>Radiazione Diretta</i> (Wh/m <sup>2</sup> )	<i>Radiazione Diffusa</i> (Wh/m <sup>2</sup> )	<i>Radiazione Riflessa</i> (Wh/m <sup>2</sup> )	<b>Totale</b> (Wh/m <sup>2</sup> )	<b>Totale</b> (kWh/m <sup>2</sup> )
<b>Maggio</b>	4166	2101	18	<b>6285</b>	<b>195</b>
<b>Giugno</b>	4763	2128	20	<b>6912</b>	<b>207</b>
<b>Luglio</b>	5766	1797	22	<b>7585</b>	<b>235</b>
<b>Agosto</b>	5047	1714	19	<b>6780</b>	<b>210</b>
<b>Settembre</b>	3553	1576	14	<b>5143</b>	<b>154</b>
<b>Ottobre</b>	2444	1244	10	<b>3698</b>	<b>115</b>
<b>Novembre</b>	1597	940	7	<b>2543</b>	<b>76</b>
<b>Dicembre</b>	1239	802	5	<b>2045</b>	<b>63</b>
<b>Tot. annuale</b>					<b>1701</b>

Fattore di albedo scelto: 0,25.

### **soluzioni impiantistiche**

#### **3.2 Stazione intermodale N. 1**

Il campo fotovoltaico sarà costituito da 5 stringhe, ciascuna di 12 moduli in serie.

I moduli installati sugli "alberi fotovoltaici" avranno orientamento azimutale a sud e inclinazione rispetto all'orizzontale di 20° (tilt).

I moduli installati sulla copertura dell'edificio servizi saranno aderenti alla copertura, perciò avranno orientamento azimutale a 40° est e inclinazione rispetto all'orizzontale di 17° (tilt).

Ciascuna stringa sarà collegata ad un ingresso MMPT indipendente di un inverter. Le uscite degli inverter saranno collegate in modo da formare una terna trifase, con uno squilibrio limitato a 3 kW.

La quantità di energia elettrica producibile è stata calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 e dell'Atlante Europeo della Radiazione Solare, utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1.

Ciascuna stringa sarà adeguatamente sezionata e protetta e ciascun modulo, sarà dotato di diodo di by-pass.



### Producibilità annua

La producibilità media annua è stata stimata in 1410 kWh/kWp per i moduli installati sugli alberi fotovoltaici, e 1365 kWh/kWp per i moduli installati sulla copertura dei locali di servizio.

La producibilità media totale dell'impianto della stazione 1 è pari quindi a 21.015 kWh/anno

### 3.3 Stazione intermodale N. 2

Il campo fotovoltaico sarà costituito da 5 stringhe, ciascuna di 12 moduli in serie.

I moduli saranno installati sugli "alberi fotovoltaici", avranno orientamento azimutale a sud e inclinazione rispetto all'orizzontale di 20° (tilt).

Ciascuna stringa sarà collegata ad un ingresso MMPT indipendente di un inverter. Le uscite degli inverter saranno collegate in modo da formare una terna trifase, con uno squilibrio limitato a 3 kW.

La quantità di energia elettrica producibile è stata calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 e dell'Atlante Europeo della Radiazione Solare, utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1.

Ciascuna stringa sarà adeguatamente sezionata e protetta e ciascun modulo, sarà dotato di diodo di by-pass.

### Producibilità annua

La producibilità media annua è stata stimata in 1410 kWh/kWp, pertanto la producibilità media totale dell'impianto della stazione 2 è pari quindi a 21.150 kWh/anno

### caratteristiche dei componenti principali

#### 3.4 Generatore fotovoltaico

Il generatore fotovoltaico si compone di 60 moduli in silicio policristallino da 250Wp, con garanzia contro i difetti di fabbricazione di almeno 12 anni e garanzia di produzione con degrado non superiore al 20% in 25 anni.

Le caratteristiche dei moduli fotovoltaici sono le seguenti:

Potenza nominale	250 Wp -0/+5%
Celle:	silicio policristallino alta efficienza
Tensione circuito aperto $V_{OC}$	37,80 V
Corrente di corto circuito $I_{SC}$	8,71 A
Tensione $V_{MP}$	30,70 V
Corrente $I_{MP}$	8,18 A
Grado di efficienza:	15,37 %
Massima tensione di esercizio IEC	1000 V
Temperatura NOCT	45 +/- 2 °C



Coefficiente di temperatura della potenza( $\alpha$ )	- 0,44 %/K
Coefficiente di temperatura della $V_{OC}$ ( $\alpha$ )	- 0,33 %/K
Coefficiente di temperatura della $I_{SC}$ ( $\alpha$ )	+ 0,06 %/K
Grado di protezione IP	IP67
Dimensioni	1650 x 992 x40 mm
Telaio	Lega di alluminio anodizzato
Peso	19,5 kg

Tutte le stringhe saranno singolarmente sezionabili e collegate a scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle sovratensioni di origine atmosferica.

### **3.5 Gruppi di conversione**

I convertitori c.c./c.a. utilizzati saranno del tipo ibrido con regolatore di carica per batterie al litio, idonei al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore e alla gestione delle batterie di accumulatori.

Saranno installati n. 3 inverter, di cui due con potenza nominale DC pari a 6 kW e uno con potenza nominale di 3 kW.

Gli inverter saranno conformi alla norma CEI 0-21.

### **3.6 Batterie di accumulatori**

Saranno installate batterie di accumulatori agli ioni di litio, modulari da 2,4 kWh/modulo. Agli inverter da 6 kW saranno associati 3 moduli per un totale di 7,2 kWh/Inverter, mentre all'inverter da 3 kW saranno associati 2 moduli per un totale di 4,8 kWh. La capacità di accumulo totale per la stazione 1 sarà quindi pari a 19,2 kWh.

Gli accumulatori saranno inseriti nello schema circuitale in conformità a quanto disposto dalla norma CEI 0-21.

### **3.7 Quadri elettrici**

I quadri elettrici, atti a contenere gli organi di protezione e manovra di cui agli schemi allegati nella tavola di progetto, saranno del tipo ASD, cioè quadri costruiti in serie (tipo AS), destinati ad essere installati in luoghi dove hanno accesso persone non addestrate;

I quadri dovranno rispondere a tutte le specifiche prescrizioni della Norma CEI 17/13, oppure, se applicabile, della Norma sperimentale CEI 23/51, relativa ai quadri elettrici ad installazione fissa, aventi involucri vuoti rispondenti alla Norma CEI 23/49 e corrente nominale non superiore ai 125 A.

Per l'impianto in esame sono previsti quadri del tipo a parete in materiale termoplastico, con sportello trasparente, dotati di chiusura a chiave, con grado di protezione minimo IP 44 se installati in luogo asciutto e riparato o IP65 se installati all'aperto.



Ai fini dell'applicazione della Norma CEI 23/51, secondo quanto specificatamente riportato dall'art. 1.2, dovranno essere rispettati tutti i parametri di seguito riportati:

- temperatura ambiente normalmente pari a 25°C ed occasionalmente a 35°C;
- tensione nominale non superiore a 440 V;
- corrente nominale del quadro ( $I_{nq}$ ) inferiore ai 125 A (Norma CEI 23/51 art. 4.3);
- corrente presunta di c.c. del quadro ( $I_{cp}$ ) non superiore a 10 kA oppure corrente limitata tramite appositi interruttori ( $I_p$ ) inferiore a 15 kA.

I quadri elettrici che non rispondono alle prescrizioni precedentemente riportate dovranno essere realizzati, dimensionati e certificati secondo quanto previsto dalla Norma CEI 17/13.

In ogni caso, che si applichi la Norma CEI 23/51 o la Norma CEI 17/13, è imposto che ogni quadro elettrico sia munito di apposita targa di identificazione, nella quale sia riportato il nome del costruttore, il tipo di quadro, la corrente nominale, la frequenza e la tensione di alimentazione ed il grado di isolamento specifico; è imposto che i quadri installati debbano essere sottoposti a verifiche e prove relative alla corretta realizzazione e dimensionamento ed al rispetto dei limiti ammessi di sovra-temperatura.

L'involucro deve garantire, nelle condizioni operative, una dissipazione termica non inferiore al calore dissipato per effetto Joule dai dispositivi installati al suo interno, considerando come dispositivi non solo gli organi di manovra e/o protezione, ma anche le apparecchiature ausiliarie quali trasformatori, lampade spia, etc.

❑ **Quadro lato corrente continua (Quadro di Campo Q.D.C.)**

Quadro sul lato DC, contenente i dispositivi di collegamento in parallelo, sezionamento e protezione delle stringhe, completo di scaricatori di sovratensione e interruttori di manovra sezionatori adatti al funzionamento in corrente continua e idonei al funzionamento con tensioni in c.c. fino a 1000V. Il quadro sarà installato in prossimità degli inverters e presenta grado di protezione adatto alle condizioni di posa.

❑ **Quadro di parallelo Inverter (Q.A.C.)**

Questo quadro sarà utilizzato per il collegamento in parallelo delle uscite degli inverters, la protezione differenziale tramite interruttore ad alta sensibilità con  $I_{dn}$  300 mA tipo A, sensibile alle correnti di guasto con componente unidirezionale e il dispositivo di interfaccia. Il quadro è installato immediatamente a monte del gruppo di misura dell'energia prodotta, nel locale quadri.

❑ **Quadro di sezionamento (Q.S.)**

Si installa un quadretto di sezionamento sul lato AC, immediatamente a valle del gruppo di misura, contenente un interruttore di manovra sezionatore allo scopo di permettere il sezionamento visibile della linea elettrica collegata al quadro generale per eseguire le operazioni di manutenzione in sicurezza.



#### □ **Quadro generale (Q.GEN.)**

Il locale tecnico conterrà anche il quadro generale, contenente l'interruttore generale, l'interruttore di parallelo lato AC dell'impianto fotovoltaico, e gli scaricatori di sovratensione lato AC, oltre agli interruttori di protezione di tutte le utenze elettriche della stazione intermodale.

### **3.8**      **Condutture**

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori in rame isolati in PVC o EPR con le seguenti prescrizioni:

- Sezione delle anime in rame adeguata alle correnti in gioco e tale da contenere la caduta di tensione al di sotto del 2% nel lato AC e 1% nel lato DC.
- Tipo FG7(O)R per i tratti con posa in aria non esposti ai raggi solari o in cavidotti con percorsi interrati, o in generale per posa all'esterno, anche se in tubo o canale.
- tipo N07V-K solo per posa in tubo o canale all'interno dell'edificio (CEI 20-40).
- tipo FG21M21 (cavi di tipo solare), unipolari con isolamento e guaina in gomma con intervallo di temperature di utilizzo da -40°C a +120°C, resistenza ai cortocircuiti fino a +280°C elevata resistenza ai raggi UV, all'ozono e all'idrolisi, per i cavi di stringa.

I cavi saranno rispondenti alle norme CEI, avranno marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme CEI-UNEL, grado d'isolamento adeguato alle condizioni di utilizzo.

Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- Conduttori di protezione:                      giallo-verde (obbligatorio)
- Conduttore di neutro:                            blu chiaro (obbligatorio)
- Conduttore di fase:                                grigio / marrone / nero
- Cavi per circuiti in C.C.:                        chiaramente siglati tramite etichette con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "-"

### **3.9**      **Tubi protettivi e canali**

I tubi protettivi per eventuali percorsi sotto intonaco saranno del tipo flessibile in materiale plastico autoestinguento (PVC), serie leggera (FK 9 con resistenza allo schiacciamento pari a 350 N su 5 cm), mentre per gli attraversamenti al disotto del pavimento essi avranno caratteristiche simili ma saranno della serie pesante (FK 15 con resistenza allo schiacciamento di 750 N su 5 cm), secondo quanto prescritto dalla Norma CEI EN 50086.1.

Il tubo di tipo rigido impiegato nelle realizzazioni a vista avrà le stesse caratteristiche tecniche di quello flessibile pesante (resistenza allo schiacciamento di 750 N su 5 cm), sarà autoestinguento ed in PVC della serie RK 15.



Il tubo utilizzato per i cavidotti interrati sarà del tipo flessibile pesante per cavidotti con diametri variabili da 63 mm a 110 mm.

Il tracciato dei tubi protettivi consentirà l'andamento rettilineo orizzontale e/o verticale, il raggio di curvatura dei tubi deve essere tale da non danneggiare in nessun modo i cavi posati al loro interno.

Si considera adeguato un raggio di curvatura pari a circa tre volte il diametro esterno del tubo.

In ogni modo il diametro interno dei tubi deve essere almeno uguale a 1.3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti.

### **3.10 Cassette di derivazione**

Le cassette di derivazione saranno in resina, di dimensioni adeguate e con coperchio ad avvitamento, del tipo da parete IP 55.

### **3.11 Giunzioni e derivazioni**

Le giunzioni ed i cablaggi dovranno essere eseguite con appositi dispositivi di connessione, quali morsetti a cappuccio in resina termoindurente (PVC), completi di viti di serraggio e contenuti in apposite cassette di derivazione, con la sola eccezione per i canali e le passerelle, nei quali dovrà però risultare che le parti in tensione abbiano almeno grado di protezione almeno IPXXB (inaccessibilità al dito di prova), e congiungano cavi aventi medesime caratteristiche e colore (art. 526.1 Norma CEI 64/8)

### **3.12 Impianto di terra**

Il campo fotovoltaico sarà gestito nel lato DC come sistema IT, cioè con nessun polo connesso a terra. Per quanto riguarda il lato AC, l'impianto continua ad essere gestito in modalità TT, poiché un guasto a terra viene alimentato dalla rete di distribuzione.

Le strutture di sostegno metalliche verranno regolarmente collegata all'impianto di terra esistente dell'edificio, così come le masse sul lato AC dell'impianto.

L'impianto di terra dovrà essere unico e si dovrà verificare il coordinamento con le protezioni, secondo la relazione prevista dalle norme CEI 64.8:

$$Ra I_{dn} \leq 50 V$$

dove:

$Ra$  è la somma delle resistenze dei conduttori di protezione (PE) e del dispersore, espresse in ohm;

$I_{dn}$  è la più elevata delle correnti nominali di intervento degli interruttori differenziali installati a protezione dai contatti indiretti, espressa in Ampere;



50V è la massima tensione di contatto ammessa sulle masse in caso di guasto a terra.

### 3.13 Gruppi di misura

I misuratori di energia saranno due:

- un gruppo di misura dell'energia totale prodotta dal sistema fotovoltaico, sarà posato direttamente dai tecnici ENEL nelle immediate vicinanze dell'inverter con posa a parete.
- un contatore di energia con visualizzazione della quantità di energia prelevata e ceduta alla rete elettrica pubblica, che sarà installato a cura del Distributore di Energia Elettrica nell'apposita nicchia.

#### VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE

Al termine dei lavori, l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;
- isolamento dei circuiti elettrici;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che assicurino l'osservanza delle due seguenti condizioni:

**a) condizione da verificare:**  $P_{cc} > 0,85 \cdot P_{nom} \cdot I / I_{STC}$ ;

in cui:

- $P_{cc}$  è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del  $\pm 2\%$ ;
- $P_{nom}$  è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;
- $I$  è l'irraggiamento [ $W/m^2$ ] misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del  $\pm 3\%$ ;
- $I_{STC}$ , pari a  $1000 W/m^2$ , è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

Tale condizione deve essere verificata per  $I > 600 W/m^2$ .

**b) condizione da verificare:**  $P_{ca} > 0,9 \cdot P_{cc}$ .

in cui:

- $P_{ca}$  è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente generata dai moduli fotovoltaici continua in corrente alternata, con precisione migliore del  $2\%$ .

La misura della potenza  $P_{cc}$  e della potenza  $P_{ca}$  deve essere effettuata in condizioni di irraggiamento ( $I$ ) sul piano dei moduli superiore a  $600 W/m^2$ .

Qualora nel corso di detta misura venga rilevata una temperatura di lavoro dei moduli, misurata sulla faccia posteriore dei medesimi, superiore a  $40 ^\circ C$ , è ammessa la correzione in temperatura della potenza stessa. In questo caso la condizione a) precedente diventa:



$$a') P_{cc} > (1 - P_{tpv} - 0,08) * P_{nom} * I / I_{STC}$$

Ove  $P_{tpv}$  indica le perdite termiche del generatore fotovoltaico (desunte dai fogli di dati dei moduli), mentre tutte le altre perdite del generatore stesso (ottiche, resistive, caduta sui diodi, difetti di accoppiamento) sono tipicamente assunte pari all'8%.

Le perdite termiche del generatore fotovoltaico  $P_{tpv}$ , nota la temperatura delle celle fotovoltaiche  $T_{cel}$ , possono essere determinate da:

$$\square P_{tpv} = (T_{cel} - 25) * \gamma / 100$$

oppure, nota la temperatura ambiente  $T_{amb}$  da:

$$\square P_{tpv} = [T_{amb} - 25 + (NOCT - 20) * I / 800] * \gamma / 100$$

in cui:

- $\gamma$ : Coefficiente di temperatura di potenza (parametro, fornito dal costruttore, per moduli in silicio cristallino è tipicamente pari a  $0,4 \div 0,5 \text{ } \%/^{\circ}\text{C}$ ).
- NOCT: Temperatura nominale di lavoro della cella (parametro, fornito dal costruttore, è tipicamente pari a  $40 \div 50^{\circ}\text{C}$ , ma può arrivare a  $60^{\circ}\text{C}$  per moduli in vetrocamera).
- $T_{amb}$ : Temperatura ambiente; nel caso di impianti in cui una faccia del modulo sia esposta all'esterno e l'altra faccia sia esposta all'interno di un edificio (come accade nei lucernai a tetto), la temperatura da considerare sarà la media tra le due temperature.
- $T_{cel}$ : è la temperatura delle celle di un modulo fotovoltaico; può essere misurata mediante un sensore termoresistivo (PT100) attaccato sul retro del modulo.

### prescrizioni generali

Durante i lavori di realizzazione dell'impianto saranno rispettate le procedure di sicurezza previste per i lavori in quota e per i lavori sotto tensione e sarà applicata la cartellonistica adeguata.

Sarà applicata, in fase di lavori ed a lavori ultimati, la seguente segnaletica di sicurezza :

Tutti i quadri e le scatole di derivazione dell'impianto fotovoltaico, lato dc, devono riportare un avviso che indica la presenza di parti attive anche dopo l'apertura dei dispositivi di sezionamento dell'inverter.

In corrispondenza dell'interruttore generale dell'impianto utilizzatore deve essere collocato un avviso che segnali la presenza della doppia sorgente di alimentazione (Rete pubblica e generatore PV)

QUADRO ELETTRICO GENERALE

NON ESEGUIRE LAVORI PRIMA D' AVER TOLTO LA TENSIONE



COMUNE DI SANT'ANNA ARRESI

Provincia di Carbonia Iglesias

Servizio Tecnico Settore LL.PP.

Piazza Aldo Moro 1 - 09010 - SANT'ANNA ARRESI

e-mail [resptecnico@comune.santannaarresi.ca.it](mailto:resptecnico@comune.santannaarresi.ca.it) pec [lavoripubblici.santannaarresi@pec.it](mailto:lavoripubblici.santannaarresi@pec.it)

tel. 0781 9669212/218 - fax 0781 966384

BANDO DI GARA A PROCEDURA APERTA  
PER LA PROGETTAZIONE DEFINITIVA -  
ESECUTIVA E L'ESECUZIONE DEI LAVORI  
PER LA REALIZZAZIONE  
PISTA CICLABILE  
DA SANT'ANNA ARRESI A PORTOPINO

## NON USARE ACQUA PER SPEGNERE INCENDI





Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- ❑ manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- ❑ dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- ❑ dichiarazione di conformità ai sensi della legge 46/90, articolo 1, lettera a);
- ❑ certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità alla norma CEI EN 61215, per moduli al silicio cristallino, e alla CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- ❑ certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità del convertitore c.c./c.a. alle norme vigenti e, in particolare, alle CEI 11-20 qualora venga impiegato il dispositivo di interfaccia interno al convertitore stesso;
- ❑ certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate;
- ❑ garanzia sull'intero impianto e sulle relative prestazioni di funzionamento.

La ditta installatrice, oltre ad eseguire scrupolosamente quanto indicato nel presente progetto, dovrà eseguire tutti i lavori nel rispetto della REGOLA DELL'ARTE