



COMUNE di MARSALA

Medaglia d'oro al valore civile

Provincia Regionale di Trapani

Efficientamento Tecnologico degli Impianti della Pubblica Illuminazione finalizzato alla riduzione dei consumi Energetici

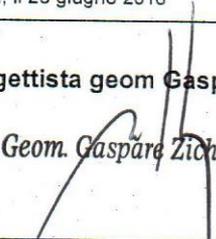
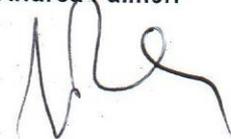
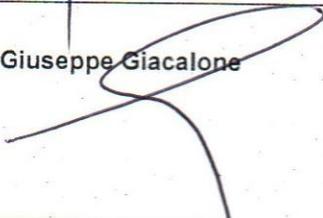
PROGETTO ESECUTIVO

CITTA' DI MARSALA
SETTORE LL.PP.
ELABORATO ALLEGATO AL PROVVEDIMENTO
DEL RUP n° 217 del 12-07-18
Marsala li 12-07-18 IL RUP

IL DIRIGENTE VICARIO 
Ing. Luigi Palmeri

T av. n° 01	Relazione Tecnica Generale
---------------------------	----------------------------

Marsala, li 28 giugno 2018

<p>Il Progettista geom Gaspare Zichittella</p> <p><i>Geom. Gaspare Zichittella</i></p> 	<p>Il R.U.P.</p> <p>Ing. Luigi Andrea Palmeri</p> 
<p>Il Progettista ing. Giuseppe Giacalone</p> 	



SOMMARIO

1. OGGETTO DEL PROGETTO
2. NORME, LEGGI E REGOLAMENTI DI RIFERIMENTO
3. ANALISI DELLO STATO DI FATTO DELL'IMPIANTO ESISTENTE
4. NORMATIVE DI RIFERIMENTO SPECIFICHE E DI DETTAGLIO
5. MODALITA' OPERATIVA
6. ASPETTI TECNOLOGICI DELLA SCELTA PROGETTUALE
7. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO
8. ANALISI ENERGETICA

1. OGGETTO DEL PROGETTO

La presente relazione tecnica riguarda la **PROGETTAZIONE ESECUTIVA** degli interventi di “Efficientamento Tecnologico degli impianti della Pubblica Illuminazione finalizzato alla riduzione dei consumi Energetici” del Comune di Marsala.

Lo scopo del presente intervento è duplice:

1. Adempiere all’obbligo di rendere conformi alle norme CEI-UNI gli impianti di Pubblica Illuminazione esistenti;
2. Ridurre la spesa del servizio illuminazione;
3. Garantire alle aree di servizio una migliore qualità dell’illuminazione ai fini del confort e fruizione maggiore degli spazi pubblici;
4. Adempiere all’obbligo di mettere a norma gli impianti secondo la Legge Regionale n° 4 del 22 aprile 2005 “Norme riguardanti il contenimento dei consumi energetici e il miglioramento dei livelli qualitativi. Disposizioni volte alla riduzione dell’inquinamento luminoso”.

Relativamente al secondo aspetto, che si riferisce all’adeguamento dei corpi illuminanti circa l’emissione luminosa verso l’alto e la riduzione dei consumi energetici tramite l’abbassamento del flusso luminoso, è bene sottolineare che la prima fonte energetica alternativa è il risparmio energetico.

Con il risparmio energetico che si intende raggiungere con il presente progetto si eviterà inoltre di emettere in atmosfera un consistente numero di tonnellate di CO₂, e ciò andrà a beneficio dell’ambiente.

Con la riduzione dell’inquinamento luminoso si tornerà a vedere il cielo stellato, si modificherà la percezione degli spazi, creando un’immagine notturna dei luoghi molto diversa da quella diurna.

La riduzione dell’inquinamento luminoso non rappresenta solo un problema in ambito astronomico ma deve essere inserito in un discorso più ampio di protezione ambientale. L’UNESCO, in occasione del congresso di Parigi del giugno del 1992, ha dichiarato il cielo stellato patrimonio dell’umanità da tutelare anche per le future generazioni.

L’adeguamento degli impianti porterà maggiore illuminazione e minori consumi ed aumenterà la sicurezza dei cittadini.

I parametri di valutazione del ritorno economico dell’intervento proposto saranno meglio specificati in apposita dettagliata relazione.

In ultimo il presente documento descrive lo stato di fatto degli impianti di pubblica

illuminazione esistente del Comune, le scelte progettuali mediante studi specialistici e calcoli di progetto, ed infine le scelte tecnologiche previste per l'efficientamento Tecnologico, indicando i requisiti e le prestazioni che dovranno essere rispettati nell'intervento di adeguamento.

2. NORME, LEGGI E REGOLAMENTI DI RIFERIMENTO

Tutti gli impianti, i materiali e le apparecchiature devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalla Legge e conformi ai regolamenti vigenti in materia "Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico";

Leggi:

- Legge n. 9 del 01/1991 "Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale";
- Legge n. 10 del 09/01/1991 "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia";
- D.Lg.s n. 285 del 30/04/1992: "Nuovo Codice della Strada";
- DPR 495/92: "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada";
- D.lgs. 360/93 : "Disposizioni correttive ed integrative del Codice della Strada" approvato con Decreto legislativo n. 285 del 30/04/1992;
- DPR 503/96: "Norme sulla eliminazione delle barriere architettoniche";
- DM 5/11/2001: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione, il controllo e il collaudo delle strade, dei relativi impianti e servizi";
- D.M. 12/04/95 Suppl. ordinario n.77 alla G.U. n.146 del 24/06/95 "Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani Urbani del traffico".
- Legge n. 120 del 01/06/2002: "Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, fatto a Kyoto l' 11 dicembre 1997;
- D.lgs. 25/07/2005, n. 151 "Attuazione delle direttive 2002/95/CE, 2002/96/CE e 2003/108/CE, relative alla riduzione dell'uso di sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche, nonché allo smaltimento dei rifiuti".
- D.lgs. 09.04.2008, n. 81 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- D.lgs. 03.08.2009, n. 106 Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- Legge 1/03/1968 n° 186: Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
- DPR 462/01 Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi
- Decreto 22 Febbraio 2011 Attuazione dei criteri ambientali minimi da inserire nei bandi di

gara della Pubblica amministrazione per l'acquisto dei seguenti prodotti: resili, arredi per ufficio, illuminazione pubblica, apparecchiature informatiche.

Norme:

Norme:

- UNI EN 13201-2:2016 "Illuminazione stradale-Parte 2 :Requisiti Presatazionali”;
- UNI EN 13201-3:2016 “Illuminazione stradale-Parte 3 :Calcolo delle prestazioni”;
- UNI EN 11248-2016 “Illuminazione stradale-Selezione delle categorie illuminotecniche”;
- UNI EN 13201-5:2016 “Illuminazione stradale-Parte 5 :Indicatori delle prestazioni energetiche”;
- UNI EN 13201-4:2016 “Illuminazione stradale-Parte 4 :Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche”;
- UNI/TS 11690:2017 “Illuminazione stradale – definizione e valutazione del “fattore di visibilità di oggetti” (FVO) in impianti di illuminazione stradale realizzate secondo la UNI 11248”;
- EC 1-2012 UNI 11431:2011 “Luce e Illuminazione-Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso”;
- UNI 11431:2011 “Luce e illuminazione-applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso”;
- UNI 11095:2011 “Luce e illuminazione-illuminazione delle gallerie stradali”;
- UNI 11630:2016 “Luce e illuminazione-Criteri per la stesura del progetto illuminotecnico”;
- Norma CEI EN 62031 Classif. (CEI 34-118): "Moduli LED per illuminazione generale – Specifiche di sicurezza”;
- Norma CEI EN 62384+A1 Classif. (CEI 34-116+V1): "Alimentatori elettronici alimentati in corrente continua o alternata per moduli LED – Prescrizioni di prestazione”;
- Norma CEI EN 62471 Classif. (CEI 76-9): "Sicurezza fotobiologica di lampade e sistemi di lampade”;
- Norma CEI 76-10: "Sicurezza fotobiologica delle lampade e dei sistemi di lampada – parte 2: Guida ai requisiti costruttivi relativi alla sicurezza da radiazione ottica non laser”;
- Norma CEI EN 50102 (CEI 70-3): "Gradi di protezione contro gli urti (Codice IK)”;
- Norma CEI EN 60998 (CEI 23-20): "Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per usi domestici o similari”; - Norma CEI EN 60838-2-2 Classif. (CEI 34-112):

- "Portalampade eterogenei Parte 2-2: Prescrizioni particolari – Connettori per moduli LED”";
- Norma CEI EN 60529 (CEI 70-1): "Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)";
 - Norma CEI EN 61439-1 Classif. (CEI 17-13): "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)";
 - Norma CEI EN 61984 (CEI 48-70): "Connettori. Prescrizioni di sicurezza e prove";
 - Norma CEI EN 61000-3-2+A1/A2 Classif. CEI 110-31+V2: "Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-2: Limiti per le emissioni di correnti armoniche (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 Ampere per fase)";
 - Norma CEI EN 61000-3-3 Classif. CEI 210-96: "Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-3: Limiti delle variazioni di tensione, fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale ≤ 16 Ampere per fase e non soggette ad allacciamento su condizione";
 - Norma CEI EN 62262 Classif. CEI 34-139: "Apparecchiature di illuminazione – Applicazione del codice IK";
 - Norma CEI EN 55015+A1 Classif. CEI 110-2+V1: "Limiti e metodi di misura delle caratteristiche di radiodisturbo degli apparecchi di illuminazione elettrici e degli apparecchi analoghi";
 - Norma CEI 64-8: "Esecuzione degli impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000 V";
 - Nonché tutte le Leggi e Norme in vigore.

3. ANALISI DELLO STATO DI FATTO DELL'IMPIANTO ESISTENTE

Da una attenta ricognizione degli impianti di Pubblica Illuminazione esistenti in tutto il territorio del Comune di Marsala, e dalla documentazione in possesso degli uffici, l'illuminazione pubblica è composta da circa 16.038 punti luce dislocati su tutto il territorio comunale.

La rete stradale del Comune di Marsala si sviluppa nell'ambito territoriale per una lunghezza di circa 520 Km e oltre alle strade comunali, comprende anche strade vicinali e pubbliche a servizio dell'agro e dei numerosissimi centri abitati che di fatto costituiscono borgate e si configurano con propria ed autonoma identità urbanistica, parecchie di queste strade a tutt'oggi risultano non ancora censite, stante la complessità del loro sviluppo su tutto il territorio comunale.

A partire dal dopoguerra, perseguendo lo scopo di un ammodernamento delle infrastrutture, le varie Amministrazioni Comunali che si sono susseguite hanno provveduto a realizzare in diversi periodi impianti di pubblica illuminazione, dando priorità agli interventi nel centro storico e, successivamente, in alcune delle contrade più popolate, poi a partire dagli anni settanta e fino ai nostri giorni, gli interventi sono stati estesi in tutte le principali direttive di traffico e nelle strade comunali, realizzando anche innumerevoli impianti a servizio di nuclei abitativi isolati. Ad oggi la rete di pubblica illuminazione si sviluppa per circa 480 Km. di strade ed ha una consistenza piuttosto ragguardevole, con l'utilizzo di circa n. 16.038 corpi illuminanti, ivi compresi anche gli altri impianti di pubblica illuminazione a suo tempo realizzati e gestiti dalla ditta ENEL-SOLE che ammontano a circa n. 975 ed il cui costo energetico è a totale carico del Comune.

Gli impianti comunali fanno capo a circa n. 360 punti di utenza gestiti da appositi quadri elettrici censiti e numerati.

Gli impianti, essendo stati realizzati quasi tutti nell'ampio arco temporale di cinquanta anni, hanno variegate caratteristiche costruttive e funzionali versando complessivamente in mediocre stato di manutenzione e di conservazione, necessitando continuamente di interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria.

Gli impianti in parte sono realizzati con pali in acciaio zincato, corpi illuminanti a testa-palo e linee aeree, alcune delle quali sostenute da cavi in acciaio; la maggior parte degli impianti, tuttavia, sono stati realizzati con linee interrate in cavidotti in pvc, con pozzetto e chiusini in

ghisa alla base di ciascun palo ed adeguato impianto di messa a terra formato da paletti disperdenti collegati alla corda in rame.

Il centro storico cittadino è servito da un impianto di illuminazione in stile classico, del tipo “a lanterna”, e si sviluppa sulle pareti di fabbricati privati, con linee fascettate a parete.

Per quanto riguarda le potenze luminose installate, più dettagliatamente descritte nell'allegato quadro sinottico, sono presenti corpi illuminanti con lampade SAP da 50 fino a 400W e con lampade ad alonugeri metallici e vapori di mercurio da 70 fino a 400W, per la maggior parte a luce gialla e per il rimanente a luce fredda.

I corpi illuminanti attualmente sono in parte gestiti da orologio astronomico, avendo tempi di accensione media di circa 11 ore tenuto delle diversità temporali dei mesi nelle varie stagioni.

Pertanto l'illuminazione pubblica del territorio comunale, si caratterizza come per la maggior parte degli altri enti comunali, dalla presenza di impianti differenti per tipologia tecnologica ed estetica. Il centro del paese, è caratterizzato, dalla presenza di lanterne a braccio, armature artistiche a braccio e testa palo. In periferia, sono collocati pali della pubblica illuminazione a braccio e testa palo. La stragrande maggioranza dei corpi illuminanti non risulta conforme a quanto richiesto dalla Legge Regionale sull'inquinamento luminoso. La non conformità dei corpi illuminanti è dovuta in parte alla presenza di corpi illuminanti di tipo “aperto” (senza vetro di protezione), mentre per la maggior parte la non conformità è legata alla presenza di corpi illuminanti del tipo a “sfera”, dotati di chiusura con coppa prismatica o di corpi “architettonici o da arredo” dotati di vetri laterali. I corpi illuminanti di tipo “aperto” risalgono ad installazioni precedenti agli anni '90. Con oltre 20 anni di vita questi corpi illuminanti si possono considerare a fine vita operativa e necessiteranno di un intervento di rifacimento completo ed immediato in quanto oltre ad essere inefficienti presentano evidenti segni di usura. I corpi illuminanti da arredo o architettonici sono costituiti da lanterne con vetri laterali e da corpi illuminanti da arredo dotati di vetro curvo tipo a “sfera” o similare. Il loro utilizzo risale ad un periodo di installazione che va da 50 anni fa fino ad oggi. Nei modelli più recenti di questi corpi illuminanti, vengono adottati “accessori oscuranti” per rientrare nei vincoli della Legge Regionale, al fine di evitare la dispersione del flusso luminoso verso l'alto. In questo modo però il problema evidenziato dalla Legge Regionale non viene risolto, ma nascosto. La richiesta del legislatore di evitare la dispersione del flusso luminoso verso l'alto non è volta solamente alla riduzione dell'inquinamento luminoso, ma soprattutto ad un aumento dell'efficienza stessa dei corpi illuminanti, favorendo apparecchi che abbiano un elevato rendimento luminoso, ovvero

con elevato rapporto tra il flusso luminoso efficace (rivolto verso la superficie da illuminare) e il flusso luminoso totale emesso dalla sorgente luminosa. L'utilizzo di accessori oscuranti evita la dispersione del flusso luminoso verso l'alto, ma introduce inutili sprechi in quanto più della metà del flusso luminoso emesso dalla lampada finisce per essere inutilizzato. Un'altra considerazione scaturisce dall'analisi delle tipologie di sorgenti luminose presenti sul territorio. Parecchi dei corpi illuminanti utilizzano ancora lampade a vapori di mercurio come fonte luminosa. Queste lampade sono in fase di ritiro dal mercato in quanto, secondo la Direttiva Europea 2005/32/CE recepita dal Regolamento (CE) N. 245/2009. Ne consegue l'impossibilità di utilizzo delle stesse e la necessità di predisporre interventi straordinari sugli impianti per la sostituzione non solo delle lampade, ma di tutto il sistema di alimentazione presente nel corpo illuminante in quanto incompatibile con altre tipologie di sorgenti luminose.

In base alla disponibilità economica del Comune e allo stato dei singoli punti luce si è deciso di intervenire sulle strade di cui alle tabelle (Tav. n° 05.a Tav. n° 05.b Tav. n° 05.c e Tav. n° 5.d) che fanno parte integrante della stessa e compongono il progetto esecutivo per un totale di n. 5.543 punti luce facenti capo a 181 quadri elettrici.

La scelta è stata fatta principalmente per soddisfare la legge regionale per il rispetto dell'inquinamento luminoso e del risparmio energetico, pertanto, sono stati individuati i corpi illuminanti con lampade a vapori di mercurio e con armature obsolete, fatiscenti con livello di inquinamento luminoso maggiore. Si è deciso principalmente di intervenire su parte del territorio meglio rappresentate nelle planimetrie allegate al progetto e facenti parte integrante dello stesso (Tav. n° 03 Tav. n° 04.a Tav. n° 04.b e Tav. n° 04.c) poste nelle diverse contrade del Comune di Marsala che risultano in un stato di scarsa illuminazione con armature in forte stato di degrado e con lampade a vapori di mercurio.

4. NORMATIVE DI RIFERIMENTO SPECIFICHE E DI DETTAGLIO

Generalità.

Per la corretta definizione degli interventi progettuali occorre prima di tutto fissare i livelli di illuminamento necessari per la sicurezza dei cittadini e del traffico veicolare. Detti livelli sono contenuti nella Norma UNI EN 13201, che specifica i requisiti prestazionali per ogni categoria illuminotecnica. Le operazioni per l'identificazione della corretta categoria illuminotecnica sono contenute nella Norma UNI 11248:2012 introdotta nell'ottobre 2012. Di seguito si riportano alcune indicazioni di carattere generale per la definizione della categoria illuminotecnica di riferimento per l'analisi dei rischi, della categoria illuminotecnica di progetto e di esercizio.

Con Determina n° 362 del 29 marzo 2018 del Dirigente del Settore LL.PP. è stata approvata la classificazione delle strade del territorio Comunale di Marsala ai soli fini dell'efficientamento energetico degli impianti di pubblica illuminazione, Classificazione viaria secondo la tabella di cui al DM 5 novembre 2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade) vengono riportati gli elementi utili per definire la tipologia di strada. Classificazione illuminotecnica. A seguito dell'individuazione della tipologia di strada e del limite di velocità del traffico veicolare, si definisce la categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi. La procedura per la definizione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi ha inizio con la suddivisione delle strade in una o più zone di studio con condizioni omogenee dei parametri di influenza. Per ogni tratto omogeneo segue l'identificazione della tipologia di strada, attraverso i dati geometrici e funzionali propri della strada.

Nella tabella vengono riportate le categorie illuminotecniche di ingresso per l'analisi dei rischi: UNI 11248:2012 – INDIVIDUAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI INGRESSO PER L'ANALISI DEI RISCHI

Tipo	Limite di velocità strada	illuminotecnica [km/h]
------	---------------------------	------------------------

Inoltre con Determina n° 1668 del 29 dicembre 2017 è stato affidato incarico di assistenza tecnica preventiva alla progettazione dell'efficientamento energetico degli impianti di pubblica illuminazione stradale del Comune di Marsala all'ing. Cesare Caramazza, il quale ha fornito una relazione sulle caratteristiche tecniche minime che devono essere rispettate dalla progettazione e dalle apparecchiature in esso previste per il rispetto dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) aggiornati al D.M. 27/09/2017.

CE3 UNI 11248:2012 – INDIVIDUAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI INGRESSO PER L'ANALISI DEI RISCHI Tipo Limite di Categoria Descrizione del tipo della strada velocità strada illuminotecnica [km/h] Strade locali urbane.

La valutazione della categoria illuminotecnica di progetto segue le indicazioni riportate nella norma UNI 11248:2012. Per l'individuazione dell'indice di categoria illuminotecnica di progetto si deve procedere con l'analisi dei rischi, mediante la valutazione dei parametri di influenza. Partendo dall'indice di categoria illuminotecnica di ingresso si devono valutare i parametri di influenza più significativi, applicando un fattore massimo di riduzione pari ad una categoria illuminotecnica, salvo per flussi di traffico inferiori al 25% rispetto alla portata di servizio. La categoria illuminotecnica derivante dovrà necessariamente ricadere in una di quelle prestabilite riportate di seguito. La categoria illuminotecnica di progetto deve essere valutata per la portata di servizio della strada, indipendentemente dal flusso di traffico effettivamente presente. Vi sono inoltre alcune condizioni che suggeriscono l'adozione di provvedimenti integrativi dell'illuminazione, ad esempio quelli elencati nel prospetto sottostante. Si riportano di seguito i limiti prestazionali definiti per le diverse categorie illuminotecniche. Requisiti illuminotecnici per la categoria M: traffico motorizzato, velocità superiore a 30 km/h. CATEGORIA ILLUMINOTECNICA: M Luminanza della carreggiata a superficie Abbagliamento Illuminazione asciutta debilitante di contiguità Categoria Lm in cd/m² uO ui SR (valore minimo TI in % (valore (valore (valore fattore di (valore massimo) minimo) minimo) minimo) manutenzione) M1 2,00 0,40 0,70 0,15 10 0,35 M2 1,50 0,40 0,70 0,15 10 0,35 M3 1,00 0,40 0,60 0,15 15 0,3 M4 0,75 0,40 0,60 0,15 150,30 M5 0,50 0,35 0,40 0,15 15 0,30 M6 0,30 0,35 0,40 0,15 20 0,30

- Requisiti illuminotecnici per la categoria S: traffico motorizzato con velocità inferiore a 30 km/h. CATEGORIA ILLUMINOTECNICA: S Illuminamento orizzontale Classe dell'intersezione \bar{E} in lux Emin lux (valore minimo mantenuto) (valore medio mantenuto) S1 15 5 S2 10 3 S3 7,5 1,5 S4 5 1 S5 3 0,6 S6 2 0,6 S7 - -

Requisiti illuminotecnici per la categoria C: rotatorie e svincoli, con velocità inferiore a 30 km/h. CATEGORIA ILLUMINOTECNICA: C Illuminamento orizzontale Classe dell'intersezione \bar{E} in lux U0 % (valore minimo mantenuto) (valore minimo) C0 50 0.4 C1 30 0.4 C2 20 0.4 C3 15 0.4 C4 10 0.4 C5 7.5 0.4

Requisiti aggiuntivi categoria EV: passaggi pedonali, individuazione di ostacoli. CATEGORIA ILLUMINOTECNICA: EV Illuminamento verticale Classe dell'intersezione Ev in lux (valore minimo mantenuto) EV1 50 EV2 30 EV3 10 EV4 7,5 EV5 5

CATEGORIA ILLUMINOTECNICA: EV Illuminamento verticale Classe

dell'intersezione E_v in lux (valore minimo mantenuto) EV6 0,5 Requisiti aggiuntivi categoria ES: piazze e zone pedonali per il riconoscimento delle sagome. CATEGORIA ILLUMINOTECNICA: ES Illuminamento verticale Classe dell'intersezione E_{sc} in lux (valore minimo mantenuto) ES1 10 ES2 7,5 ES3 5 ES4 3 ES5 2 ES6 1,5 ES7 1 ES8 0,75 ES9 0,5 Rete viaria e classificazione illuminotecnica di progetto. Nella progettazione esecutiva sono state individuate le zone omogenee per ciascuna strada di intervento. Per ciascuna zona omogenea si è proceduto alla valutazione della categoria illuminotecnica di ingresso e di progetto, secondo i dettami della Norma UNI 11248:2012. Essendoci la necessità di definire un parametro di qualità minima del servizio relativa all'impianto riqualificato, per garantire una prestazione di risparmio che consenta di ridurre la spesa energetica, si è provveduto ad identificare una classificazione illuminotecnica di progetto per la rete viaria. La classificazione illuminotecnica derivata dall'analisi dei rischi come da UNI 11248:2012 art.7.1. diventa elemento vincolante nella costruzione dell'impianto.

5. MODALITA' OPERATIVA

Premesse relative alla progettazione dell'impianto. L'evoluzione dei sistemi di illuminazione a LED ha permesso nei prodotti più recenti di essere competitivi con i prodotti tradizionali a scarica (SODIO ALTA PRESSIONE SAP e JM). La raggiunta maturità del prodotto, confermata dalla drastica riduzione dei costi di acquisto e dall'efficienza delle sorgenti, arrivata a 140 - 160 lm/W, unitamente alla disponibilità di ottiche performanti e facilmente adattabili alle più svariate geometrie stradali, ha reso praticabile l'utilizzo del LED nell'illuminazione pubblica. I vantaggi rispetto alla soluzione al sodio si possono così riassumere: - accensione istantanea; - luce bianca con elevata resa di colore; - guadagno di efficienza della sorgente luminosa durante la regolazione; - riduzione delle reti dorsali; - minore costo della manutenzione ordinaria. I principali svantaggi si possono riassumere: - maggiore costo iniziale; - sensibilità maggiore alle sovratensioni; - manutenzione straordinaria più costosa. La progettazione accurata dell'impianto di illuminazione permette di attenuare gli svantaggi derivati dalle soluzioni a LED. Il maggior costo iniziale può essere compensato da un minor consumo elettrico; la sensibilità alle sovratensioni può essere contenuta con un'adeguata scelta dei componenti e con soluzioni impiantistiche nella protezione dai contatti indiretti che permettono il funzionamento corretto degli apparecchi di protezione contro le sovratensioni. Per il contenimento della manutenzione straordinaria è necessario agire sulla scelta degli apparecchi da installare, privilegiando prodotti di costruttori noti ed affermati, scegliendo armature non sigillate in fabbrica, ma che diano la possibilità di sostituire i gruppi LED, le ottiche e i componenti di alimentazione. Modalità operativa. Gli interventi previsti per l'ottenimento del risparmio energetico sugli impianti del comune di Marsala sono di seguito elencati: 1) Illuminazione pubblica: Sostituzione di tutte le sorgenti luminose con apparecchiature a Led e conseguente riduzione della potenza elettrica installata, procedendo nel seguente modo: - Corretta valutazione della qualità del servizio suddividendo il territorio in zone omogenee di studio e conducendo per ciascuna zona una valutazione del rischio ai sensi della Norma UNI 11248:2012, attribuendo così le categorie illuminotecniche di PROGETTO corrette per ogni zona considerata; - Calcoli illuminotecnici approfonditi per ciascuna zona omogenea per garantire le migliori performance illuminotecniche, una accurata scelta delle ottiche e le minori potenze da impiegare nella riqualificazione; - Scelta delle migliori apparecchiature con elevati rendimenti, sia sulla conversione della energia elettrica in luce, sia della performance delle ottiche; - Utilizzo di apparecchi con bassi fattori di manutenzione, ai sensi della norma CIE 154:2003, che permettano il mantenimento delle prestazioni illuminotecniche nel tempo. 2)

Sistema di regolazione stand-alone del sistema illuminante che permetta: - una regolazione definita per ogni zona, ricercando il livello massimo di riduzione compatibile con le geometrie della strada e la consistenza dell'impianto e la circolazione del traffico stradale; - una riduzione dei costi operativi e di installazione, essendo la funzione stand-alone con mezzanotte virtuale già compresa normalmente negli alimentatori per sistemi a led. 3) Scelta dei componenti costituenti l'impianto di illuminazione a led nel rispetto del Decreto del Ministero dell'Ambiente 23 dicembre 2013 Linea di azione PAN GPP "Criteri ambientali minimi". Analisi degli interventi previsti per il rifacimento dell'impianto di illuminazione. Ogni intervento sugli impianti di illuminazione deve essere supportato da una rispondenza alle leggi e norme specifiche. La rete viaria e pedonale esistente ha necessità di qualità del servizio di illuminazione definibile tramite il seguente percorso: 1. Attribuzione delle classificazioni della rete viaria ai sensi del codice della strada; 2. Definizione di una categoria illuminotecnica di ingresso assegnata in virtù della classificazione di cui sopra; 3. Valutazione del rischio e definizione degli elementi di conflitto; 4. Classificazione illuminotecnica di progetto, derivante dalla valutazione del rischio e che vincola nella installazione della potenza utile a ottenere gli illuminamenti associati; 5. Classificazione di varie categorie di esercizio in virtù della modifica dei parametri di rischio. La valutazione della categoria illuminotecnica di progetto è l'elemento che contribuisce a determinare la quantità di luce presente sulla strada. La quantità di luce è direttamente proporzionale al consumo di energia elettrica. Valutazioni approssimative nella classificazione del rischio possono portare a basse classi illuminotecniche, quindi a buoni valori di risparmio, ma a scadenti qualità del servizio e, in alcuni casi, a compromettere la sicurezza della circolazione stradale. Per questo motivo la Norma UNI 11248:2012 stabilisce perentoriamente che la valutazione del rischio propedeutica alla attribuzione della categoria illuminotecnica, sia debitamente firmata dal progettista dell'impianto. La Norma UNI 11248:2012 stabilisce che la categoria illuminotecnica ME6 possa essere attribuita solo come categoria di esercizio, e, nel caso sia prevista, visti i bassissimi livelli di illuminamento, necessita di una dichiarazione aggiuntiva da parte del progettista. Non solo, sono necessari diversi presupposti per poterla applicare, ovvero: bassa densità abitativa, ridotto rischio di incidenti, ridotto rischio di atti criminosi. Il progettista è tenuto a dichiarare e firmare una dichiarazione attestante la consapevolezza di attivare una condizione di illuminazione sufficiente ai fini della sicurezza solo nella detta zona di studio (Art. 7.4 Norma UNI 11248:2012). Quindi il primo elemento da considerare nell'efficientare un impianto di illuminazione è stabilire in maniera appropriata la qualità del servizio e non confondere il

risparmio con la bassa quantità di luce. Definizione della qualità del servizio. Come anticipato, per il Comune di Marsala a seguito di dettagliati rilievi in campo, si è provveduto alla suddivisione del territorio in aree di studio. Per ogni area di studio è stata condotta una valutazione del rischio ai sensi dell'art. 7.4 della UNI 11248:2012 e assegnata una classe illuminotecnica. L'attribuzione della classe di progetto ha portato, mediante calcoli illuminotecnici condotti per ogni area di studio, al dimensionamento specifico di ciascun sistema illuminante. Nel progetto sono state attribuite anche le classi illuminotecniche di esercizio, mediante ulteriore valutazione. Anche per l'esercizio sono stati condotti calcoli illuminotecnici per individuare la massima regolazione possibile del sistema illuminante onde non produrre una quantità di luce insufficiente rispetto a quanto previsto dalla norma. Il limite di regolazione è importante in quanto, per i motivi esposti prima, regolazioni troppo spinte dell'impianto generano sì risparmi di energia, ma compromettono la sicurezza sulle strade per livelli di luce insufficienti.

6. ASPETTI TECNOLOGICI DELLA SCELTA PROGETTUALE

A seguito dell'efficientamento dell'impianto di illuminazione, dovranno essere soddisfatti i seguenti requisiti: - adeguamento dell'impianto alle prescrizioni della Legge Regionale n. 12 del 03.03.2005 e s.m.i., - raggiungimento dei requisiti illuminotecnici previsti dalla Norma UNI EN 13201; - riduzione della potenza totale dell'impianto e del consumo energetico dello stesso; - utilizzo di sorgenti LED, se non diversamente specificato in relazione o nelle tavole di progetto, dotati di certificazione dei dati fotometrici e certificazione dell'assenza di rischio fotobiologico e con temperatura di colore massima di 4.000 °K per gli apparecchi stradali; Nella scelta progettuale è stata posta cura nella installazione dei corpi illuminanti nei tratti stradali, cercando di mantenere la stessa tipologia di apparecchio e modalità installativa (testapalo, sbraccio) lungo tutto il tratto stradale. Questo per la cura dell'ordine visivo e architettonico anche di giorno, a impianto spento. Come evidenziato nel capitolo del rilievo dello stato di fatto dell'impianto, il Comune di Marsala presenta poche zone con livelli di illuminazione sovrabbondante, mentre la maggior parte presenta situazioni di sottoilluminazione. L'adeguamento prevederà la sostituzione di tutti i corpi illuminanti esistenti e l'installazione di nuovi corpi illuminanti a LED, opportunamente dimensionati per il rispetto della classi illuminotecnica individuata per ciascun tratto stradale. I corpi illuminanti a LED, come tutte le apparecchiature costituite da circuiti elettronici sono esposti in modo particolare alle sovratensioni, siano esse di origine atmosferica o introdotte dalla linea di alimentazione. I corpi illuminanti scelti adottano un dispositivo contro le scariche atmosferiche per la protezione di sovratensioni di valore da 5kV fino a 9 kV con esecuzione in doppio isolamento e assenza di impianto di terra. Attraverso calcoli illuminotecnici specifici e l'utilizzo di corpi illuminanti architettonici a LED appositamente concepiti per le zone urbane, è stato possibile garantire ampiamente i requisiti illuminotecnici richiesti per tali zone. Aspetti tecnologici. Nella riqualifica di un impianto di illuminazione, l'efficienza energetica si ottiene con la riduzione della potenza installata. La regolazione dell'impianto, ottenuta riducendo il flusso luminoso, permette un ulteriore contenimento della spesa energetica, ma a scapito del servizio, ovvero con meno luce sulle strade. La regolazione non è un elemento che conferisce efficienza, ma semplicemente è un risparmio generato da un utilizzo ridotto dell'impianto. Nel dimensionare un impianto è possibile condurre scelte progettuali importanti e scegliere accuratamente i componenti con le migliori caratteristiche per raggiungere elevati valori di efficienza; la regolazione dipende esclusivamente da fattori legati ai flussi veicolari o all'utilizzo della strada da parte dell'utenza. Da cui l'efficienza si progetta, la regolazione si subisce. Elemento fondamentale

per il risparmio è la riduzione della potenza installata a parità di valori di illuminamento richiesti dalla categoria illuminotecnica di progetto. Ciò vuol dire utilizzare apparecchi più performanti dal punto di vista della resa luminosa. Nel dimensionamento di un impianto di illuminazione pubblica, la migliore resa energetica si ottiene ottimizzando tutti gli aspetti legati alla produzione e distribuzione del flusso luminoso, ovvero: - Sorgente; - Alimentazione; - Ottica. Sorgente. Utilizzando il LED si possono disporre di elevati valori di efficienza. E' importante non trascurare le qualità della luce prodotta e le sue qualità principali. Nei componenti LED le migliori efficienze si ottengono con bassa qualità della luce, in particolar modo nella resa colori e nella temperatura di colore. Per valutare correttamente i migliori prodotti a LED è necessario fissare i parametri di qualità della luce. Tra i principali produttori di Optoelettronica per illuminazione stradale ad alta potenza (Cree, Philips, Osram) i valori tra i prodotti della stessa fascia oramai sono confrontabili e equiparabili. Le vere diversità si individuano tra prodotti di fascia diversa. Alimentazione. L'alimentatore dei sistemi LED ha raggiunto oramai valori elevati di resa energetica, riducendo le perdite di alimentazione a qualche punto percentuale rispetto alla potenza installata e oramai gli alimentatori hanno parametri comparabili. Ottica. Il vero vantaggio competitivo nella resa energetica negli apparecchi di illuminazione stradale a LED, si ottiene con l'utilizzo di ottiche performanti. Il controllo dell'emissione della luce ha visto i produttori di apparecchi proporre soluzioni diverse. L'emissione di un LED è Lambertiana a 180° mentre le strade da illuminare hanno superfici geometriche paragonabili a rettangoli molto lunghi e poco larghi (mediamente la distanza tra due pali di illuminazione, 30/32 metri, è circa 3, 4 volte la larghezza della strada). E' necessario dotare il Led di un sistema di controllo di distribuzione della luce generata (ottica) in modo da ottimizzare i fasci emessi, distribuendoli sulla superficie senza sprechi. I costruttori hanno finora utilizzato, e tutt'ora utilizzano, lenti in PPMA stampate o micro riflettori in materiale plastico con finitura metallica, utilizzando la tecnica multilayer per la distribuzione della luce. L'elevato costo di costruzione di stampi per le lenti / riflettori, ha imposto ai produttori di corpi illuminanti di utilizzare una sola ottica per gli apparecchi stradali, dimensionata per una geometria fissa. Nei rifacimenti, con la distribuzione dei sostegni esistente e non modificabile se non a scapito di elevati e inutili investimenti, il fatto di non poter disporre di ottiche ottimizzate per la geometria della strada, comporta uno spreco di luce. Se la via da riqualificare non ha dimensioni simili a quelle utilizzate dal produttore nel dimensionamento dell'ottica dell'apparecchio, si avrà una dispersione di flusso luminoso con conseguente spreco di energia. Il fatto di non poter regolare l'ottica comporta di : modificare i sostegni (eliminare

o modificare gli sbracci esistenti, avere diverse altezze dei pali, mensole a parete) o di sprecare inutilmente energia per arrivare sulla strada ai valori di illuminamento richiesti dalla norma. Nella seguente tabella sono indicati, in forma grafica, i vantaggi conseguibili con l'utilizzo di ottiche variabili. A parità di efficienza della sorgente i risparmi ottenibili con il controllo della luce sono notevoli. LED CON OTTICA FISSA LED CON OTTICA VARIABILE Come sopra esposto risulta evidente che avere a disposizione geometrie ottiche diverse nella illuminazione stradale comporta notevoli benefici sia sotto il punto di vista dei consumi, che nella riduzione degli investimenti per adattare la rete o i sostegni esistenti e inoltre mitiga gli illuminamenti molesti o non richiesti all'interno di altre proprietà. A parità di efficienza energetica della sorgente (LED), il poter disporre di ottiche idonee alle geometrie di installazione permette risparmi, a parità di livello di luce sulla strada, che possono arrivare al 30/40%. I corpi illuminanti scelti per la riqualifica dell'impianto di illuminazione del Comune di Marsala sono stati scelti in quanto hanno la possibilità di avere di serie decine di ottiche diverse e combinazioni di potenza LED in modo da poter ottimizzare al massimo i livelli di illuminamento stradali con il minor consumo di energia elettrica. Elementi costituenti l'ottica. I materiali utilizzati per le ottiche concorrono al risparmio complessivo di energia elettrica. Nei calcoli illuminotecnici è necessario introdurre un coefficiente di manutenzione che riduce l'emissione del corpo illuminante in virtù di un normale decadimento dell'ottica derivante da sporcizia accumulata e dalla riduzione della trasparenza di lenti e riflettori. Le modalità di attribuzione dei coefficienti di manutenzione derivano dalla CIE 154:2003 che definisce il fattore di manutenzione come il prodotto di: $MF = LMF \times LSF \times LLMF$ dove: - MF = fattore di manutenzione - LMF = Fattore di manutenzione del punto luce - LSF = fattore di mortalità sorgente (per il LED valore praticamente pari a 1) - LLMF = Fattore di deprezzamento del flusso Ne consegue che a parità di condizioni di manutenzione e di sorgente, il deprezzamento del flusso luminoso dipende di materiali con cui l'ottica è stata costruita. Nei corpi illuminanti utilizzati per la riqualifica dell'impianto di pubblica illuminazione del Comune di Marsala, le ottiche sono realizzate in alluminio ad alta efficienza in classe A+, protette da uno schermo in vetro a alta trasparenza. Questo eccezionale binomio di materiali, assicura un'elevata qualità, alta efficienza e una facile pulizia dei prodotti. L'invecchiamento dell'ottica è ridotto ai minimi termini per tipologia costruttiva. Dalle schede tecniche del costruttore allegate si evidenzia come le temperature di funzionamento dello schermo in alluminio possano tranquillamente raggiungere i 300°C, temperatura non consentita al PPMA che si ferma a 90-100°C. Il deprezzamento derivante dall'invecchiamento del

materiale plastico porta a una riduzione della trasparenza, ovvero all'utilizzo di un coefficiente di manutenzione più elevato nei calcoli illuminotecnici e a decadimento delle prestazioni nel corso degli anni. Sicurezza fotobiologica dell'apparecchio. La normativa di riferimento prescrive una classificazione redatta allo scopo di preservare l'osservatore da potenziali danni fotochimici e fotobiologici. La determinazione della classe di sicurezza è requisito obbligatorio per la marcatura CE. La determinazione della classe di sicurezza è redatta secondo la norma EN 62471. Gli apparecchi scelti per la riqualifica dell'impianto di illuminazione rientrano nella categoria EXEMPT GROUP (assenza di rischio fotobiologico), come da certificati presenti nelle schede tecniche allegate. Sistemi di alimentazione. Gli alimentatori scelti hanno ottime specifiche caratteristiche di sicurezza ed efficienza. Viene dunque controllato il power factor dell'alimentatore che, per ridurre le perdite ed aumentare l'efficienza dell'apparecchio, mantiene un valore elevato anche a carico ridotto e in dimmerazione. La corrente sui Led è controllata e deve mantenersi costante durante tutta la vita dell'apparecchio, così da garantire le performance e la vita del gruppo ottico. L'alimentatore è provvisto di tutte le necessarie certificazioni europee per quello che riguarda le performance, la sicurezza elettrica e la compatibilità elettromagnetica. Regolazione dell'impianto. La regolazione prevista è la DIM-AUTO. Sostanzialmente L'alimentatore è configurato con un profilo di dimmerazione automatica che permette di sfruttare la massima intensità luminosa nelle prime e nelle ultime ore di accensione dell'impianto, riducendo i consumi energetici nelle ore centrali della notte, quando frequentemente è sufficiente un livello di illuminazione inferiore. Il profilo di riduzione si adatta automaticamente alla durata del periodo notturno durante l'anno. Misure di sicurezza e protezione All'inizio dell'impianto deve essere installato un interruttore generale onnipolare. Negli impianti in derivazione devono essere installati adeguati dispositivi di protezione contro i corto circuiti all'inizio dell'impianto e, dove necessario, anche lungo l'impianto; tali impianti si considerano non soggetti a sovraccarico. I trasformatori di sicurezza ed i trasformatori di isolamento devono risultare protetti contro i corto circuiti e contro i sovraccarichi. Tutte le parti metalliche accessibili degli impianti dei gruppi B, C, D, E, normalmente non in tensione, ma che per difetto d'isolamento o per altre cause accidentali potrebbero trovarsi sotto tensione, devono essere protette contro i contatti indiretti secondo uno dei sistemi descritti negli della Norme CEI 64-8 in base all'appartenenza ai vari gruppi. Tali articoli forniscono anche prescrizioni per il corretto coordinamento delle protezioni con l'impianto di terra viene data priorità ad impianti in classe II. Gli impianti devono essere disposti in modo che le persone non possano venire a

contatto con le parti in tensione se non previo smontaggio o distruzione di elementi di protezione (protezione contro i contatti diretti). Gli elementi di protezione smontabili ed accessibili al pubblico devono potersi rimuovere solo con l'ausilio di chiavi o attrezzi speciali. I corpi illuminanti previsti nella riqualifica dell'impianto di illuminazione saranno a doppio isolamento e pertanto non necessitano di collegamento a terra. Per gli impianti realizzati in classe II è obbligatorio proteggere ogni circuito con protezione differenziale intesa come protezione aggiuntiva nella sicurezza elettrica. Protezione contro i contatti accidentali. E' obbligo di legge realizzare la protezione contro il contatto accidentale con conduttori ed elementi in tensione. I contatti che una persona può avere con le parti in tensione sono concettualmente divisi in due categorie: - contatti diretti quando il contatto avviene con una parte dell'impianto elettrico normalmente in tensione; - contatto indiretto quando il contatto avviene con una massa, normalmente non in tensione, ma che accidentalmente si trova in tensione in conseguenza di un guasto. Protezione contro i contatti diretti. La protezione totale si attua mediante l'isolamento, gli involucri e/o le barriere. Col termine isolamento si intende l'isolamento principale ossia l'isolamento delle parti attive, necessario per assicurare la protezione fondamentale contro i contatti diretti e indiretti. Involucro - Elemento che assicura un grado di protezione appropriato contro determinati agenti esterni e un determinato grado di protezione contro i contatti diretti in ogni direzione. Barriera - Elemento che assicura un determinato grado di protezione contro i contatti diretti nelle direzioni abituali di accesso. La protezione addizionale si realizza mediante interruttori differenziali. L'impiego di interruttori differenziali, con corrente differenziale nominale d'intervento non superiore a 30 mA, , riconosciuto (art. 412.5.1 della Norma CEI 64-8) come protezione addizionale contro i contatti diretti in caso di insuccesso delle altre misure di protezione. Protezione contro i contatti indiretti. I sistemi di protezione contro i contatti indiretti possono essere di due tipi: passivi e attivi. Sono passivi quei sistemi che non prevedono l'interruzione del circuito; in particolare: il doppio isolamento la protezione mediante bassissima tensione: SELV o PELV la separazione dei circuiti. Nell'impianto oggetto dell'intervento si è utilizzato un sistema a doppio isolamento, per precauzione e vista la necessità di mantenere altri parti di impianto esistente, si prescrive di utilizzare la protezione differenziale obbligatoria, anche in presenza di impianti in classe II, come protezione addizionale contro i contatti indiretti. La protezione attiva, che prevede l'interruzione del circuito, si attua mediante la messa a terra. Tale impianto, che deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza, comprende: - il dispersore (o dispersori) di terra, costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo

contatto con il terreno e che realizza il collegamento elettrico con la terra; - il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno e destinato a collegare i dispersori fra di loro ed al collettore (o nodo) principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno, debbono essere considerati, a tutti gli effetti, dispersori per la parte interrata e conduttori di terra per la parte non interrata (o comunque isolata dal terreno); - il conduttore di protezione che parte dal collettore di terra, deve essere collegato direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. Nei sistemi TT (quando le masse degli utenti sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente dall'impianto di terra del sistema elettrico), il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione. Protezione contro le scariche atmosferiche. Tutte le armature a LED scelte dovranno essere equipaggiate di protezione contro le scariche atmosferiche onde evitare il danneggiamento delle stesse in caso di scariche atmosferiche. Materiale ed apparecchi. Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono resistere alle azioni meccaniche, chimiche e termiche alle quali possono essere esposti durante l'esercizio. I materiali conduttori dei cavi, devono essere il rame o l'alluminio; fanno eccezione i conduttori aventi funzione portante. Le eventuali giunzioni tra metalli diversi non devono dare origine a fenomeni di corrosione. I materiali ferrosi devono essere protetti contro la corrosione mediante zincatura a caldo o verniciatura. Tutti i componenti dell'impianto devono avere adeguato livello di isolamento verso terra. La classe degli apparecchi di illuminazione deve essere in funzione del gruppo a cui appartiene l'impianto. Il grado minimo di protezione degli apparecchi deve essere IP44. I componenti dei centri luminosi e, in particolare le lampade, i rifrattori, le coppe, gli accessori elettrici, devono consentire una facile sostituzione in opera, ma soprattutto devono essere rigorosamente sicuri agli effetti delle cadute a seguito di oscillazioni proprie o del sostegno provocate dal vento o dal traffico pesante. Condutture. I cavi devono essere provvisti di una guaina esterna in aggiunta al proprio isolamento. L'isolamento e la guaina possono essere non distinti fra loro, purché l'insieme fornisca garanzie equivalenti. I conduttori di rame devono avere una sezione non inferiore a: 1,5 mmq per i conduttori a più fili cordati; 2,5 mmq negli altri casi. La sezione dei conduttori di neutro non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Fanno eccezione i circuiti trifasi con conduttori di fase di sezione superiore a 16 mmq nei quali la sezione del conduttore di neutro può essere ridotta sino alla metà di quella dei conduttori di fase, col minimo di 16 mmq. Per l'identificazione delle anime dei cavi è necessario riferirsi alla tabella CEI-UNEL. Posa di



COMUNE di MARSALA

Medaglia d'oro al valore civile

Provincia Regionale di Trapani

Efficientamento Tecnologico degli Impianti della Pubblica Illuminazione finalizzato alla riduzione dei consumi Energetici

PROGETTO ESECUTIVO

Tav. n° 01	Relazione Tecnica Generale
-------------------	-----------------------------------

Marsala, li 28 giugno 2018

Il Progettista geom Gaspare Zichittella	Il R.U.P. Ing. Luigi Andrea Palmeri
Il Progettista ing. Giuseppe Giacalone	

cavi elettrici isolati sotto guaina in tubazioni interrate Tutte le distribuzioni verranno eseguite con tubazioni portaconduttori posate interrate. I tubi dovranno essere esclusivamente di materiale termoplastico in PVC di tipo pesante rigido o flessibile secondo le norme CEI 23-8 e dovranno essere a marchio "IMQ". Resta escluso l'impiego delle tubazioni flessibili di tipo leggero. Le tubazioni dovranno risultare coi singoli tratti uniti tra loro o strette da collari o flange, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna. Il diametro interno della tubazione dovrà essere in rapporto non inferiore ad 1,3 rispetto al diametro del cavo o del cerchio circoscrivente i cavi, sistemati a fascia. Per l'infilaggio dei cavi, si dovranno predisporre adeguati pozzetti sulle tubazioni interrate. Il distanziamento fra i pozzetti verrà stabilito in funzione della natura e della grandezza dei cavi da infilare. I pozzetti dovranno rispondere ai requisiti della Norma UNI EN124 e saranno scelti in base alle seguenti indicazioni: Classe A 15 (Carico di rottura kN 15). Zone esclusivamente pedonali e ciclistiche superfici paragonabili quali spazi verdi. Classe B 125 (Carico di rottura kN 125). Marciapiedi - zone pedonali aperte occasionalmente al traffico - aree di parcheggio e parcheggi a più piani per auto veicoli. Classe C 250 (Carico di rottura kN 250). Cunette ai bordi delle strade che si estendono al massimo fino a 0,5 mt sulle corsie di circolazione e fino a 0,2 mt sui marciapiedi - banchine stradali e parcheggi per autoveicoli pesanti. Classe D 400 (Carico di rottura kN 400). Vie di circolazione (strade provinciali e statali) - aree di parcheggio per tutti i tipi di veicoli. Classe E 600 (Carico di rottura kN 600). Aree speciali per carichi particolarmente elevati quali porti ed aeroporti. I chiusini utilizzati per l'illuminazione pubblica dovranno inoltre essere dotati di apposita tenuta stagna totale alle infiltrazioni di acqua di deflusso e piovana, per evitare il riempimento dei pozzetti di residui trasportati dall'acqua. Per cavi aventi condizioni medie di scorrimento e di grandezza, il distanziamento, di massima il seguente: ogni 30 m se in rettilineo; ogni 15 m se con interposta una curva. I cavi non dovranno subire curvature di raggio inferiore a 15 volte il loro diametro. All'amministrazione spetta la costituzione dei pozzetti o delle cassette. Isolamento dei cavi I cavi elettrici utilizzati nei sistemi di Prima Categoria debbono avere tensioni U_0/U non inferiori a 600/1000 V (simbolo di designazione 1), dove: U_0 = tensione nominale verso terra U = tensione nominale. Colori dei cavi I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle tabelle CEI-UNEL. In particolare i conduttori di neutro e di protezione devono essere contraddistinti rispettivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. I conduttori di fase, devono essere contraddistinti in modo univoco, in tutto l'impianto, dai colori: nero, grigio cenere, marrone. Sezione minima del conduttore di neutro I conduttori di

neutro non devono avere la stessa sezione dei conduttori di fase. Per i conduttori dei circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mmq, se in rame (25 mmq se in alluminio), , ammesso il neutro di sezione ridotta, ma comunque non inferiore a 16 mmq (rame), 25 mmq (alluminio), purché siano soddisfatte le seguenti condizioni: - il carico sia essenzialmente equilibrato, e comunque il neutro di sezione ridotta assicuri la necessaria portata in servizio ordinario; - sia assicurata la protezione contro le sovracorrenti. Distanziamenti. La distanza minima dei sostegni e di ogni altra parte dell'impianto dai limiti della carreggiata fino ad un'altezza di 5 m sulla pavimentazione stradale, deve essere: - per le strade urbane dotate di marciapiedi con cordatura: 0,5 m; - per le strade extraurbane e per quelle urbane prive di marciapiedi con cordatura: 1,4 m. L'altezza minima di una qualsiasi parte di impianto della carreggiata deve essere di 6 m. Sostegni. I sostegni devono avere adeguate caratteristiche meccaniche. I criteri di scelta e verifica sono indicati alla Sezione 7 delle Norme CEI 64-8. I sostegni devono essere dimensionati in modo da resistere al carico della neve sull'apparecchio e alla spinta del vento secondo le Norme UNI/EN. Inoltre, la loro ubicazione dovrà essere tale da evitare il più possibile la probabilità che i veicoli possano entrare in collisione.

7. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO

L'efficientamento prevederà l'omogeneità dei corpi illuminanti nei singoli tratti stradali, mantenendo la stessa tipologia dei corpi illuminanti lungo tutto il tratto stradale. L'efficientamento dell'impianto di illuminazione viene riportato nelle tavole di progetto dove sono descritte le caratteristiche principali delle apparecchiature installate e la posizione dei punti luce. Su tutti gli interventi che riguardano gli ambiti stradali saranno installati nuovi corpi illuminanti a LED "tipo AEC Italo 1", dotati di vetro piano, a doppio isolamento, opportunamente scelti con potenza adeguata alle caratteristiche delle strade e con la massima efficienza in termini di consumo energetico. In alcune strade del centro ove sono presenti sospensioni a vapori di mercurio le stesse verranno sostituite con armature LED del "tipo AEC Italo 2" in quanto più performanti rispetto alle caratteristiche delle strade oggetto di intervento. Gli apparecchi che non saranno dotati della certificazione non verranno accettati dalla Amministrazione. Inoltre si è deciso di intervenire con la sostituzione di n. 181 quadri di comando della pubblica illuminazione in quanto obsoleti, fatiscenti e non rispondenti più alle norme specifiche, col altrettanti quadri di comando opportunamente progettati per i singoli casi. Gli interventi scelti riguardano anche il ripristino pali abbattuti da incidenti con altrettanti pali per la pubblica illuminazione compresi di basamento e di corpo illuminante con scavo di collegamento, posa in opera di cavidotto e cavi, rimuovendo parte della rete di alimentazione aerea presente fatiscente e con cavi non più a norma. Inoltre si è deciso di utilizzare i pali esistenti, la cui sostituzione appare troppo onerosa e visto che dai sopralluoghi a livello visivo sembrano ancora in buono stato strutturale. Per ulteriori indicazioni sulla tipologia dei corpi illuminanti si rimanda agli allegati specifici. Al termine dei lavori dovranno essere allegati, alla dichiarazione di conformità, i certificati redatti dai costruttori degli apparecchi luminosi attestanti la rispondenza delle ottiche alle normative vigenti. Di seguito si riportano le strade oggetto di intervento con la tipologia di armatura scelta in fase di progetto e la relativa potenza assorbita:

PUNTI LUCE OGGETTO DI INTERVENTO E TIPO DI APPARECCHIO DA INSTALLARE

Totale punti luce efficientati n° 5.543

Sostituzione dei corpi illuminanti per l'efficientamento energetico

Sulla base dell'effettiva consistenza e distribuzione delle linee e degli impianti e, per l'aspetto illuminotecnico, della tipologia delle strade interessate, il progetto prevede per ogni singolo impianto il calcolo del fabbisogno luminoso, prevedendone il soddisfacimento con lampade a LED, poste entro idonea plafoniera: la scelta di utilizzare lampade a LED è scaturita a ragione del loro basso consumo e della durata della vita nominale nonché della ridotta necessità di manutenzione rispetto alle consuete lampade SAP e/o a ioduri metallici in opera.

A tal proposito si rileva che, a parità di illuminazione al suolo (medesimi lux), le lampade a LED necessitano di una potenza pari a circa 1/3 rispetto a quelle tradizionali a Ioduri metallici e/o SAP e le stesse lampade a LED dal punto di vista illuminotecnico sono ormai ugualmente performanti, con possibilità di scelta a luce fredda o gialla.

In particolare, sulla totalità dei corpi illuminanti (n. 5.543) si prevede la dismissione di circa n. 5.543 (comprendenti corpi illuminanti del tipo a ioduri metallici e SAP), mettendo in opera lampade a LED con potenze nominali corrispondenti comprese tra 4.000 lumen e 10.000 lumen, per come rappresentato nel computo metrico allegato al progetto.

La potenza luminosa di ogni singolo impianto è stata calcolata in funzione dei parametri illuminotecnici sopra descritti applicati a singoli tratti di strada ed in funzione del flusso luminoso corrente per ciascun tipo di lampada a LED.

A seguito della sostituzione dei corpi illuminanti e fermo restando la sufficiente ed idonea resa illuminotecnica degli impianti, ne scaturirà il vantaggio di minori costi ed oneri di manutenzione per la sostituzione delle lampade, essendo la durata media di una lampada a LED di circa 50.000 ore a fronte della durata media delle lampade SAP e/o agli ioduri (circa 10.000/12.000 ore) e un risparmio sul costo dell'energia.

Per quanto riguarda il costo dei corpi illuminanti di che trattasi si rimanda al computo metrico allegato al progetto.

orologio astronomico

Allo scopo di rifunzionalizzare ed ottimizzare i tempi di accensione e spegnimento degli impianti in funzione di parametri geografici, del fuso orario e della effettiva crepuscolarità giornaliera nel sito di ubicazione dell'impianto, il progetto prevede la fornitura e collocazione di una apparecchiatura a sistema di misura, controllo, regolazione e comando dell'illuminazione stradale di tipo crepuscolare astronomico. Tale sistema, di recente presenza sul mercato, oltre ad operare in automatico sui tempi di accensione e spegnimento secondo i parametri sopra riferiti consente, tramite apposito software già installato nell'interruttore, possibili correzioni dell'orario scaturenti dal cosiddetto "crepuscolo civile", indipendentemente dalle stagioni dell'anno, là dove si intende dare tempi di accensione e spegnimento diversi, scaturenti da esigenze di traffico nelle strade interessate.

Dalla collocazione degli orologi crepuscolari, precipuamente finalizzata all'ottimizzazione dei tempi di accensione e spegnimento, ne scaturisce la possibilità di pervenire ad una riduzione dei costi energetici potendo ridurre i tempi di accensione dei corpi illuminati, quanto meno per gli impianti esistenti nelle strade poco transitate nelle ore notturne.

Quadri elettrici

E' prevista la dismissione di n. 181 quadri elettrici e la messa in opera di nuovi quadri (compreso gli armadi stradali composti da due scomparti), in sostituzione di quadri esistenti in scadenti condizioni di sicurezza e non riparabili, quello di alloggio del misuratore di corrente e quello delle apparecchiature di comando (composte da salvavita, interruttori magnetotermici differenziali), che ospiteranno anche l'orologio crepuscolare astronomico sopra descritto.

I quadri saranno progettati e realizzati in funzione della potenza e delle pertinenti linee e potenze luminose dell'impianto di illuminazione esistente.

Gli armadi e le apparecchiature saranno conformi alle vigenti norme CEI - UNEL.

Lavori di messa in sicurezza

Effettuata la ricognizione negli impianti di illuminazione stradale e per una migliore funzionalità dell'efficientamento energetico, il progetto prevede anche interventi manutentivi finalizzati alla messa in sicurezza e messa a norma di alcuni impianti quali il rifacimento delle cassette di derivazione dei pali, la dismissione di alcune linee aeree e la realizzazione di linee interrato dentro cavidotti.

8. ANALISI ENERGETICA

A seguito dell'analisi energetica fatta per l'efficientamento dell'impianto, con le modalità previste nel presente progetto esecutivo, si prevede una possibile riduzione della potenza totale lorda installata sulla parte di impianto oggetto dell'intervento. Utilizzando il sistema di regolazione, preimpostato sulle singole armature dalla casa madre, descritto nella presente relazione è possibile una ulteriore riduzione della energia totale annua consumata dall'impianto. La riduzione dei consumi per la regolazione è funzione degli orari di attenuazione del flusso e della possibilità di riduzione delle classi illuminotecniche date dalla Norma UNI 11248:2012. Considerando un valore di riduzione del flusso luminoso tale da consentire la riduzione di una classe illuminotecnica in esercizio, attraverso i data sheet dei principali produttori di LED, si è potuta evidenziare la possibilità di ridurre ulteriormente il valore di potenza dell'impianto in regolazione in virtù della classe illuminotecnica di progetto e della classe illuminotecnica in esercizio prevista per il periodo di riduzione

Geom. Gaspare Zichittella

