



Regione  
Lombardia



Provincia di **Como**

CITTA' DI CANTU'

**RIQUALIFICAZIONE DELL'IMPIANTO PUBBLICA  
ILLUMINAZIONE DEL COMUNE DI CANTU'  
MEDIANTE CONTRATTO DI PARTENARIATO  
PUBBLICO PRIVATO (PPP)**

Città di Cantù



**CITTA' DI CANTU'**

PIAZZA PARINI N. 4 - 22063 CANTU' (CO)  
TEL 031 7171 - FAX 031 717265



**fondazione  
cariplo**

**FONDAZIONE CARIPLO**

VIA MANIN N. 23 - 20121 MILANO (MI)  
TEL 02 62391

RESPONSABILE DEL  
PROCEDIMENTO:

**ING. MARIO IORIO**  
COMUNE DI CANTU'



PROGETTAZIONE:

**STUDIO DI INGEGNERIA NICOLA SOMA'**  
VIA ANDREA COSTA N. 144 - 40067 RASTIGNANO (BO)  
TEL/FAX 051 744362 - INFO@STUDIONICOLASOMA.IT

---

**PROGETTO DI FATTIBILITA'**

OGGETTO DELL'ELABORATO:

**Relazione tecnica illustrativa**

DATA: GIUGNO 2016

SCALA: - -

REV. 00

ELABORATO NUMERO:

**REL.ILL**

## INDICE

<b>A)</b>	<b>RELAZIONE TECNICA ED ILLUSTRATIVA DELLO STATO DI FATTO.....</b>	<b>3</b>
A.1	PREMESSA .....	3
A.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
A.2.1	<i>Normativa nazionale .....</i>	<i>4</i>
A.2.2	<i>Normativa regionale .....</i>	<i>4</i>
A.2.3	<i>Norme tecniche di riferimento nel settore illuminazione.....</i>	<i>5</i>
A.3	VALUTAZIONE DELLO STATO DI FATTO DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA .....	6
A.4	PIANO D'AZIONE PER L'ENERGIA SOSTENIBILE (PAES).....	7
A.5	ILLUMINAZIONE PUBBLICA .....	9
A.6	STATO DI FATTO DEGLI IMPIANTI DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE .....	10
A.6.1	<i>Tipologia di sorgenti luminose presenti .....</i>	<i>10</i>
A.6.2	<i>Tipologia di sostegno .....</i>	<i>11</i>
A.6.3	<i>Tipologia di materiale del sostegno .....</i>	<i>12</i>
A.6.4	<i>Tipologia linea di illuminazione pubblica.....</i>	<i>13</i>
A.6.5	<i>Tipologia di armatura .....</i>	<i>13</i>
A.6.6	<i>Tipologia di chiusura dell'armatura .....</i>	<i>14</i>
A.6.7	<i>Presenza di promiscuità elettrica.....</i>	<i>14</i>
A.6.8	<i>Presenza di condivisione del sostegno.....</i>	<i>15</i>
A.6.9	<i>Tipologia di applicazione .....</i>	<i>15</i>
A.6.10	<i>Status del sostegno.....</i>	<i>16</i>
A.7	STATO DI FATTO DEI QUADRI ELETTRICI DI ALIMENTAZIONE .....	16
A.8	CRITICITÀ RISCONTRATE .....	17
<b>B)</b>	<b>DESCRIZIONE DEI LAVORI E CONCESSIONE DEGLI IMPIANTI .....</b>	<b>18</b>
B.1	DESCRIZIONE SINTETICA DEI LAVORI.....	18
B.1.1	<i>Sostituzione delle sorgenti luminose .....</i>	<i>18</i>
B.1.2	<i>Regolatore di flusso per gli apparecchi a led esistenti.....</i>	<i>18</i>
B.1.3	<i>Quadri elettrici.....</i>	<i>18</i>
B.1.4	<i>Sostituzione dei sostegni non ritenuti a norma .....</i>	<i>19</i>
B.1.5	<i>Manutenzione dei sostegni.....</i>	<i>19</i>
B.1.6	<i>Eliminazione della promiscuità elettrica.....</i>	<i>19</i>
B.2	CONCESSIONE DEGLI IMPIANTI .....	19



RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA – PROGETTO DI FATTIBILITÀ		
Data stampa: 03/06/2016	REL.ILL Relazione tecnica illustrativa_REV00.docx	2 di 54

B.2.1	Servizi energetici.....	20
B.2.2	Servizi manutentivi.....	20
<b>C)</b>	<b>LINEE GUIDA PER LA PROGETTAZIONE ILLUMINOTECNICA DEL TERRITORIO</b>	
	<b>21</b>	
C.1.1	Le sorgenti luminose e i criteri di scelta.....	21
C.1.2	Calcoli illuminotecnici.....	22
<b>D)</b>	<b>LINEE GUIDA DI PROGETTAZIONE.....</b>	<b>27</b>
D.1	SCHEDA STANDARD 1 – STRADE PRINCIPALI E A TRAFFICO ELEVATO (ME3B) .....	27
D.2	SCHEDA STANDARD 2 – STRADE URBANE A SCORRIMENTO VELOCE (ME4B) .....	28
D.3	SCHEDA STANDARD 3 – STRADE URBANE LOCALI (ME5) .....	30
D.4	SCHEDA STANDARD 4 – PERCORSI IN AREE VERDI, GIARDINI E PARCHI URBANI (S3)....	31
D.5	SCHEDA STANDARD 5 – PERCORSI CICLABILI O AREE PEDONALI (S3) .....	32
D.6	SCHEDA STANDARD 6 – AREE DI PARCHEGGIO (S3).....	33
D.7	SCHEDA STANDARD 7 – ROTATORIE E INCROCI RILEVANTI.....	35
D.8	REQUISITI DI CONFORMITÀ ALLA LEGGE REGIONALE L.R. 31/15 ED ALTRE NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	35
D.9	REGOLATORI DI FLUSSO .....	38
D.10	TELECONTROLLO E TELEGESTIONE DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA .....	39
<b>E)</b>	<b>FORME DI FINANZIAMENTO PER LA REALIZZAZIONE DI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA .....</b>	<b>43</b>
E.1	PREMESSA .....	43
E.2	FINANZIAMENTO TRAMITE TERZI .....	43
E.3	IL FONDO DI GARANZIA.....	44
E.4	IL FONDO DI KYOTO .....	45
E.5	IL FONDO EEEF .....	46
E.6	I CERTIFICATI BIANCHI (TEE).....	49
E.7	FINANZIAMENTI EUROPEI.....	50
<b>F)</b>	<b>PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO .....</b>	<b>52</b>
F.1	DOCUMENTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO .....	52
F.2	DOCUMENTAZIONE PROGETTO ESECUTIVO.....	53
<b>G)</b>	<b>ALLEGATI.....</b>	<b>54</b>

## A) RELAZIONE TECNICA ED ILLUSTRATIVA DELLO STATO DI FATTO

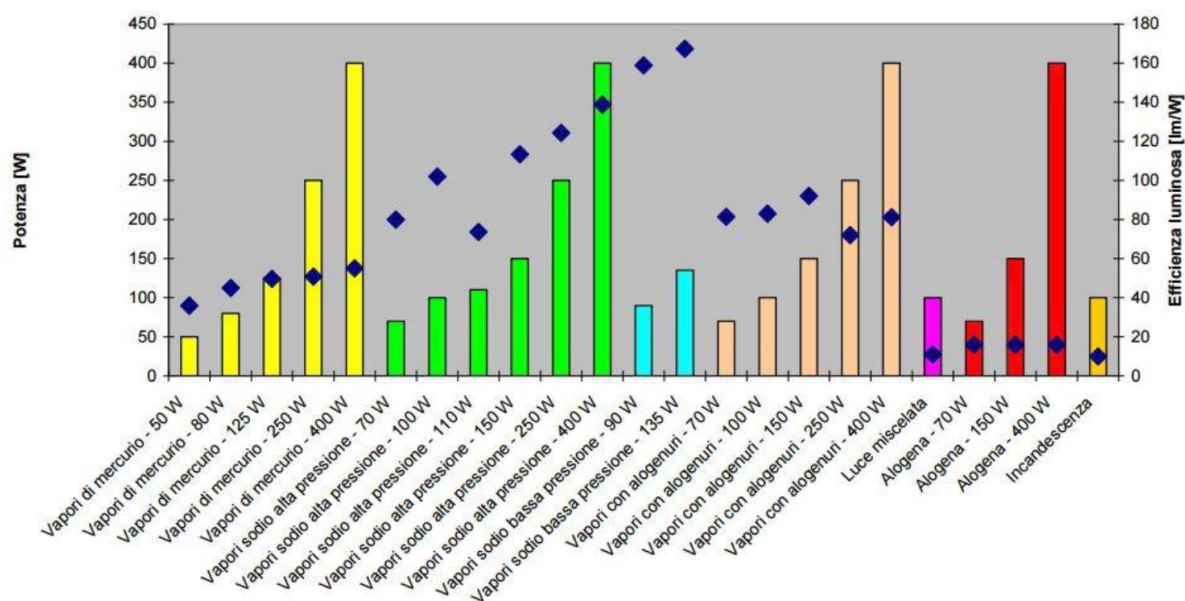
### A.1 Premessa

Con il presente progetto si propone una riqualificazione illuminotecnica degli impianti d'illuminazione pubblica del comune di Cantù. L'intervento sarà costituito da un rifacimento integrale degli impianti obsoleti e l'adeguamento alle norme di settore anche in termini di risparmio energetico.

Tutti gli interventi puntano al benessere dei cittadini mediante un'attenta progettazione illuminotecnica che, attraverso il rispetto rigoroso delle norme di settore, garantisce la realizzazione d'impianti adeguati al contesto urbano esistente.

L'intervento di riqualificazione prevede anche la sostituzione dei corpi illuminanti esistenti a favore di apparecchi di nuova generazione quali quelli a LED. Questo permette di ottenere un tipo d'illuminazione funzionale e un contenimento dei consumi energetici. Si intende tuttavia mantenere nel progetto di fattibilità i corpi illuminanti a LED che rispettano le attuali normative di settore ed attualmente presenti all'interno del territorio comunale. Per quest'ultimi impianti di prevedrà soltanto l'installazione di un regolatore di flusso puntuale.

Come visibile dall'immagine sottostante l'efficienza luminosa delle lampade presenti risulta piuttosto eterogenea. Con il presente progetto si punta ad omogenizzare l'efficienza e minimizzare i consumi elettrici (sorgenti a LED).



## **A.2 Normativa di riferimento**

### **A.2.1 NORMATIVA NAZIONALE**

- Decreto Legislativo 18 aprile 2016, n. 50  
*“Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture”*
- D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207  
*Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE»*
  - *Articoli che restano in vigore nel periodo transitorio fino all'emanazione delle linee-guida ANAC e dei decreti del MIT attuativi del d.lgs. n. 50 del 2016 (tutti gli altri articoli sono abrogati dal 19 aprile 2016):*
    - *articoli 9 e 10 (disciplina del RUP);*
    - *articoli da 14 a 43 (contenuti della progettazione);*
    - *articoli da 60 a 96 (sistema di qualificazione delle imprese e SOA);*
    - *articoli da 178 a 210 (scopo e forma della contabilità);*
    - *articoli da 215 a 238 (collaudo);*
    - *articoli da 239 a 248 e 251 (lavori sul patrimonio culturale e sui beni vincolati);*
    - *articoli da 254 a 256 (società tra professionisti, società di ingegneria e raggruppamenti di progettisti);*
    - *articoli da 343 a 356 (contratti da eseguire all'estero)*

### **A.2.2 NORMATIVA REGIONALE**

- Legge regionale 5 Ottobre 2015, n. 31  
*“Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso”*
  - *Legge Regionale 20 Dicembre 2005 n° 19 (ad esclusione di art. 2, comma 3)  
"Disposizioni legislative per l'attuazione per l'attuazione del documento di programmazione economico finanziaria regionale, ai sensi dell'art.9 ter della legge regionale 31 marzo 1978, n. 34 – Collegato 2006”*
  - *Delibera della Giunta Regionale n. 7/2611 del 11/12/2000*

*“Aggiornamento dell’elenco degli osservatori astronomici in Lombardia e determinazione delle relative fasce di rispetto”*

- Fino alla data di entrata in vigore del regolamento previsto dall’articolo 4, comma 2, della L.R. 5 ottobre 2015, n. 31 continuano ad applicarsi le previsioni di cui all’articolo 4, comma 1, lettere d), e), f), g) e h) e agli articoli 6 e 9, comma 4 da 'le insegne luminose' fino a 'entro le ore ventidue nel periodo di ora solare', della l.r. 27 marzo 2000, n. 17.
- Delibera della Giunta Regionale n. 7/6162 del 20/09/2001  
*“Criteri di applicazione della L.R. n. 17 del 27/03/01”*
- Legge Regionale del 27 febbraio 2007 n. 5 (ad esclusione dell’articolo 6)  
*Interventi normativi per l’attuazione della programmazione regionale e di modifica e integrazione di disposizioni legislative - (Collegato ordinamentale 2007)*
- Delibera della Giunta Regionale della Lombardia n° 8950 del 3 Agosto 2007  
*"Legge Regionale 27 marzo 2000, n. 17: Linee guida per la realizzazione dei piani comunali dell'illuminazione"*
- Delibera della Giunta Regionale della Lombardia n. VIII del 15 giugno 2007  
*"Piano d'azione per l'Energia: strumento attuativo del Programma Energetico Regionale approvato con D.G.R. n. 12467 del 21 Marzo 2003"*

**A.2.3 NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO NEL SETTORE ILLUMINAZIONE**

- Norma UNI 11630:2016: *“Luce e illuminazione – Criteri per la stesura del progetto illuminotecnico”*
- Norma UNI 10819:1999: *“Impianti di illuminazione esterna. Requisiti per la limitazione della dispersione verso l’alto del flusso luminoso”*
- Norma UNI 11248:2012: *“Illuminazione stradale. Selezione delle categorie illuminotecniche”*
- Norma UNI EN 13201-2:2016: *“Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali”*
- Norma UNI EN 13201-3:2016: *“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”*
- Norma UNI EN 12665:2011: *“Luce e illuminazione - Termini fondamentali e criteri per i requisiti illuminotecnici”*



- Norma UNI EN 13032-1:2012: *“Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione - Parte 1: Misurazione e formato di file”*
- Norma UNI EN 13032-2:2005: *“Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione - Parte 2: Presentazione dei dati per posti di lavoro in interno e in esterno”*
- Norma UNI EN 13032-4:2015: *“Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici delle lampade e apparecchi di illuminazione - Parte 4: Lampade a LED, moduli e apparecchi di illuminazione”*
- Norma UNI EN 12464-2:2014: *“Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno”*
- Norma UNI 11431:2011: *“Luce e illuminazione - Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso”*
- Norma UNI EN 40: *“Pali per illuminazione pubblica”*
- Norma IEC 61347-2-13:2014: *“Prescrizioni di sicurezza per unità di alimentazione elettroniche”*
- Norma EN 62384: *“Prestazioni per unità di alimentazione elettroniche a.c. e d.c. per moduli LED”*
- Norma CEI 34-33: *“Apparecchi di illuminazione Parte 2-3: Prescrizioni particolari - Apparecchi per illuminazione stradale”*
- Norma CEI EN 60598: *“Apparecchi di illuminazione”*
- Norma CEI 64-8: *“Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua”*
- Norma CEI 11-17: *“Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo”*
- Norme CEI 34 relative a lampade, apparecchiature di alimentazione ed apparecchi di illuminazione in generale.

### **A.3 Valutazione dello stato di fatto degli impianti di illuminazione pubblica**

Dall'analisi svolta sull'intero territorio comunale, il cui rilievo è stato svolto dal Gruppo Mercurio srl, attraverso il controllo e la verifica di tutti i punti luce, è emersa una situazione di generale disomogeneità sia in termini di livelli d'illuminazione sia di qualità di materiali impiegati, fra interventi di recente realizzazione ed impianti vetusti.

Per quanto riguarda le linee elettriche si registra la presenza eterogenea di linee interrato e linee aeree, con condizioni differenti in funzione della diversa età degli impianti. Il principale

problema riscontrato è la presenza di linee promiscue tra gli impianti d'illuminazione pubblica e della distribuzione elettrica di proprietà di terzi.

I sostegni sono in buona parte ancora funzionali e necessitano per lo più di manutenzione ordinaria (verniciatura, trattamento superficiale etc.), si lascia ai partecipanti comunque l'onere di un ulteriore approfondimento. Per tale problematica si sono valutati tutti i sostegni in condizione “sufficiente”, ma non “buona” per i quali si propone comunque la necessità di un intervento al fine di garantirne durata e qualità (livello da raggiungere “buono”).

Dal sopralluogo effettuato, si sono evidenziate, peraltro, alcune situazioni di degrado dei sostegni. Per tali problematiche il presente progetto prevede la completa sostituzione del sostegno ed il conseguente rifacimento. Inoltre, come per le linee di alimentazione, esistono impianti con promiscuità meccanica con sostegni della distribuzione elettrica di proprietà terzi. Relativamente agli apparecchi di illuminazione, all'interno del territorio comunale sono state rilevate diverse tipologie di apparecchi sia dal punto di vista estetico che funzionali. Per quanto riguarda il tipo di armature stradali installate, sono presenti sul territorio comunale apparecchi di nuova generazione, armature dotate di schermo di chiusura prismatizzato, apparecchi senza vetro di chiusura. Tali condizioni provocano una diminuzione della vita della sorgente, sottoposta a continui sbalzi di temperatura, che viceversa potrebbe essere mantenuta più stabile se l'armatura fosse dotata di vetro di protezione, nonché un calo precoce del rendimento dell'apparecchio con perdite fino al 70%, dovuto all'insudiciamento della lampada e del riflettore.

Inoltre, da un punto di vista qualitativo, la distribuzione delle intensità luminose risulta completamente differente da quella ottimale, questo perché l'annerimento non coinvolge uniformemente l'intera superficie del riflettore. Alcune aree del manto stradale non sono soddisfacentemente raggiunte dal flusso emesso dal sistema, con conseguente diminuzione dell'uniformità d'illuminamento.

Per quanto riguarda le sorgenti luminose, la situazione di Cantù è nella media dei comuni del nord Italia, dove ancora si registra una presenza rilevante di sorgenti ai vapori di mercurio con bulbo fluorescente. Tali lampade, superate per tecnologia ed efficienza dalle più moderne sorgenti al sodio, ad alogenuri metallici e a LED, sono caratterizzate dall'avere una resa cromatica scarsa. Tali sorgenti peraltro non sono più a norma.

Per quanto riguarda i gruppi semaforici, comunque rilevati dal Gruppo Mercurio srl, si sottolinea che nessun intervento è previsto sugli stessi.

#### **A.4 Piano d'azione per l'energia sostenibile (PAES)**

Nella redazione del progetto si è presa visione dei dati del PAES del Comune di Cantù.





RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA – PROGETTO DI FATTIBILITA'		
Data stampa: 03/06/2016	REL.ILL Relazione tecnica illustrativa_REV00.docx	8 di 54

I dati dell'illuminazione pubblica sono notevolmente importanti nei riguardi del bilancio energetico del comune, per verificare i consumi e la necessità d'intervento con le migliori tecnologie disponibili.

Dall'esame della documentazione riportata nei documenti si evincono i consumi relativi all'illuminazione pubblica, ottenendo dati precisi analizzando una raccolta dati relativa ai consumi effettuata in comune dal 2006 al 2014.

Anno	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
TOTALI [kWh]	846224	2126774	2565872	2497810	2514107	2564028	2682948	2632161	2642927,00
Variazione [%]		151%	21%	-3%	1%	2%	5%	-2%	0%

Il dato è risultato altresì costante (tranne nel 2006 in cui i dati non sono precisi per un cambio di operatori) e si rileva un consumo di circa 2600 MWh.

Secondo quanto riportato nel PAES i risparmi ottenibili dalla sostituzione delle lampade dell'illuminazione permetterà un risparmio annuo di 268 tonnellate di CO<sub>2</sub>. L'analisi è stata condotta sulle lampade installate all'anno 2012.

Tipo	Potenza [W]	Quantità	Flusso luminoso [lumen/W]	Flusso luminoso [lumen]	Da sostituire con un dispositivo LED di potenza compresa: [W]		Potenza media [W]	Risparmio di potenza del singolo apparecchio [W/cad]	Risparmio potenza Totale	
					min	max			[W]	[MWh]
Vapore di mercurio con bulbo fluorescente W 1x125	125	668	50	6250	43	- 63	53	72	48096	90,04
Vapore di mercurio con bulbo fluorescente W 1x250	250	22	50	12500	85	- 125	105	145	3190	5,97
Vapore di mercurio con bulbo fluorescente W 1x400	400	1	60	24000	136	- 200	168	232	232	0,43
Vapore di mercurio con bulbo fluorescente W 1x50	50	10	40	2000	17	- 25	21	29	290	0,54
Vapore di mercurio con bulbo fluorescente W 1x80	80	1375	50	4000	27	- 40	34	47	63938	119,69
Vapori con alogenuri W 1x135	135	2	90	12150	17	- 25	21	114	228	0,43
Vapori con alogenuri W 1x150	150	52	90	13500	19	- 28	24	127	6578	12,31
Vapori con alogenuri W 1x250	250	17	75	18750	31	- 46	39	212	3596	6,73
Vapori con alogenuri W 1x35	35	5	80	2800	4	- 6	5	30	150	0,28
Vapori con alogenuri W 1x70	70	34	80	5600	9	- 13	11	59	2006	3,76
Vapori sodio alta pressione W 1x100	100	523	100	10000	28	- 41	35	66	34257	64,13
Vapori sodio alta pressione W 1x150	150	654	110	16500	42	- 62	52	98	64092	119,98
Vapori sodio alta pressione W 1x250	250	312	125	31250	70	- 103	87	164	51012	95,49
Vapori sodio alta pressione W 1x400	400	15	140	56000	112	- 165	139	262	3923	7,34
Vapori sodio alta pressione W 1x70	70	315	80	5600	20	- 29	25	46	14333	26,83
Vapori sodio bassa pressione W 1x135	135	2	170	22950	25	- 37	31	104	208	0,39
Vapori sodio bassa pressione W 1x90	90	1	160	14400	17	- 24	21	70	70	0,13

### A.5 Illuminazione pubblica

Nei riguardi dell'illuminazione pubblica, verrà riqualificata adottando tutti gli accorgimenti per ottenere il massimo risparmio energetico e contenimento dell'inquinamento luminoso. Nelle attività di riqualificazione verrà presa in considerazione anche l'attivazione di soggetti specializzati nella fornitura di servizi energetici (ESCO).

In questo contesto il comune di Cantù ha aderito al progetto Fondazione Cariplo "100 comuni efficienti e sostenibili", con l'obiettivo di eseguire la riqualificazione dell'illuminazione pubblica attraverso il Partenariato Pubblico Privato.

La riqualificazione della rete d'illuminazione pubblica seguirà la seguente modalità di realizzazione:

- Definizione di un piano tecnico/economico orientato al risparmio energetico ed al contenimento dell'inquinamento luminoso;

- Richiesta di contributo alla Fondazione Cariplo per finanziare l'assistenza tecnica necessaria a predisporre il Bando di gara in Partenariato Pubblico Privato;
- Attuazione programmata degli interventi di risanamento ed efficientamento.

Da queste attività di riqualificazione si attendono i seguenti risultati:

- L'energia annuale consumata avrà una riduzione di circa 555 MWh/anno;
- Le emissioni di CO<sub>2</sub> generate dall'illuminazione pubblica saranno ridotte di 268 t/anno.

#### **A.6 Stato di fatto degli impianti di pubblica illuminazione**

L'analisi dello stato di fatto fotografa la seguente situazione:

- N° 4.438 di apparecchi di pubblica illuminazione sul territorio comunale di cui:
  - ✓ N° 1419 di apparecchi illuminanti di proprietà comunale
  - ✓ N° 2945 di apparecchi illuminanti di proprietà ex-ENEL Sole
  - ✓ N° 74 la cui proprietà non si riusciva ad attribuire in maniera univoca

Parametri statistici dell'illuminazione comunale:

##### **a) Parametro 1. Numero di punti luce ogni km<sup>2</sup> di superficie**

- Analisi condotta su circa 200 comuni compresi fra 800 e 500.000 di abitanti

I dati rilevati sono quelli riportati di seguito:

- Media nazionale stimata: 35 punto luce/km<sup>2</sup>
- Regione Lombardia: 59 punto luce/km<sup>2</sup>
- **Cantù: 191 punto luce/km<sup>2</sup>**

Conclusioni:

Il valore trovato è superiore alla media nazionale e regionale (dato derivante dalla densità abitativa della Città di Cantù).

##### **b) Parametro 2. Potenza media installata**

- Analisi condotta su circa 200 comuni compresi fra 800 e 500.000 di abitanti

I dati rilevati sono quelli riportati di seguito:

- Media nazionale stimata: 100-110 W
- Nova Milanese: 125 W

Conclusioni:

Anche questo dato è superiore alla media nazionale.

Nel seguito si riportano una sintesi dei risultati a seguito del censimento condotto dal Gruppo Mercurio:

##### **A.6.1 TIPOLOGIA DI SORGENTI LUMINOSE PRESENTI**

NAAP: Vapori di sodio ad alta pressione

NABP: Vapori di sodio a bassa pressione

HG: Vapori di mercurio ad alta pressione

JM: Alogenuri metallici

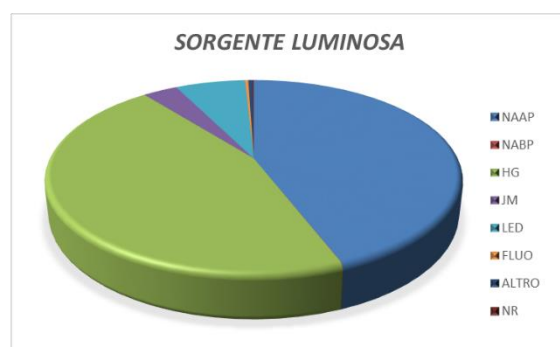
LED: Led

FLUO: Lampada a fluorescenza

ALTRO: Altro

NR: Non rilevabile

<b>Sorgente Luminosa</b>		
NAAP	1958	44,12%
NABP	1	0,02%
HG	2007	45,22%
JM	144	3,24%
LED	292	6,58%
FLUO	13	0,29%
ALTRO	17	0,38%
NR	6	0,14%
<b>Totale</b>	<b>4438</b>	<b>100,00%</b>



Come visibile dai grafici soprastanti quasi il 90% delle lampade presenti nel Comune di Cantù è costituito da lampade ai vapori di sodio ad alta pressione e lampade ai vapori di mercurio. Per quest'ultime lampade si ricorda che proprio a causa della elevata presenza di mercurio il 13/02/2003 è entrata in vigore la direttiva comunitaria 2002/95/CE sulla restrizione dell'uso di determinate sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche (c.d. Direttiva "RoHS"). Essa ha come effetto la messa al bando delle lampade al mercurio ad alta pressione dal territorio europeo. La vendita e l'installazione di queste lampade è vietata a partire dal 1° Luglio 2006.

#### A.6.2 TIPOLOGIA DI SOSTEGNO

PAL: Palo

PO: Palo ornamentale

BRAC: Braccio

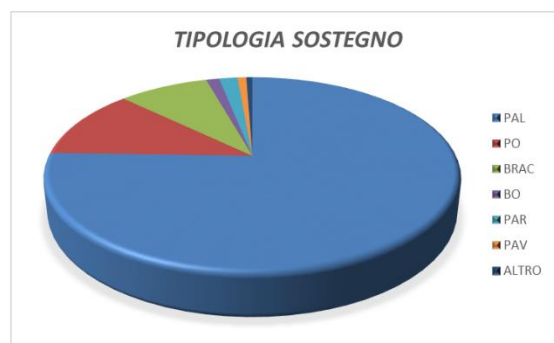
BO: Braccio ornamentale

PAR: Parete

PAV: Incasso pavimento

ALTRO: Altro

<b>Tipologia Sostegno</b>		
PAL	3350	75,48%
PO	520	11,72%
BRAC	375	8,45%
BO	54	1,22%
PAR	77	1,74%
PAV	37	0,83%
ALTRO	25	0,56%
<b>Totale</b>	<b>4438</b>	<b>100,00%</b>



Come visibile circa l'87% delle lampade di illuminazione sono applicate su pali di cui circa il 75% sono di tipo stradale classico.

#### A.6.3 TIPOLOGIA DI MATERIALE DEL SOSTEGNO

ZINC: Acciaio zincato

VERN: Acciaio verniciato

CAC: Calcestruzzo

VTR: Vetroresina

-: Nessun sostegno (lampada installata su parete o pavimento)

ALTRO: Altro

<b>Materiale Sostegno</b>		
ZINC	2313	52,12%
VERN	913	20,57%
CAC	996	22,44%
VTR	75	1,69%
-	137	3,09%
ALTRO	4	0,09%
<b>Totale</b>	<b>4438</b>	<b>100,00%</b>



#### A.6.4 TIPOLOGIA LINEA DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA

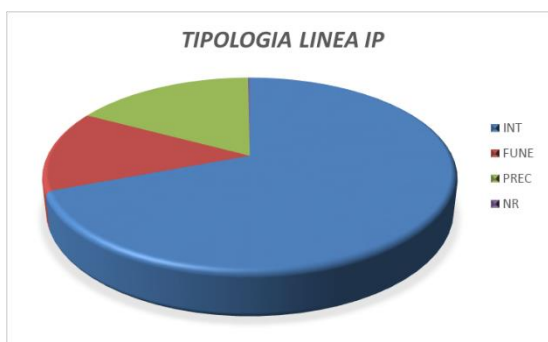
INT: Interrata

FUNE: Cavo su fune

PREC: Cavo precordato

NR: Non rilevabile

<b>Tipologia Linea IP</b>		
INT	3071	69,20%
FUNE	606	13,65%
PREC	753	16,97%
NR	8	0,18%
<b>Totale</b>	<b>4438</b>	<b>100,00%</b>



#### A.6.5 TIPOLOGIA DI ARMATURA

STR: Stradale (Classica)

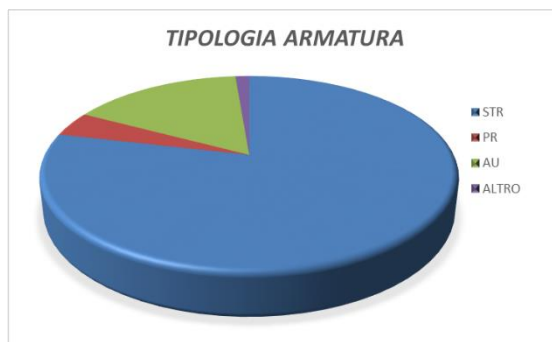
PR: Proiettore

AU: Arredo urbano

ALTRO: Altro

<b>Tipologia Armatura</b>		
STR	3490	78,64%
PR	184	4,15%
AU	707	15,93%
ALTRO	57	1,28%
<b>Totale</b>	<b>4438</b>	<b>100,00%</b>





#### A.6.6 TIPOLOGIA DI CHIUSURA DELL'ARMATURA

VPO: Vetro piano opaco

VPT: Vetro piano trasparente

VCO: Vetro curvo opaco

VCT: Vetro curvo trasparente

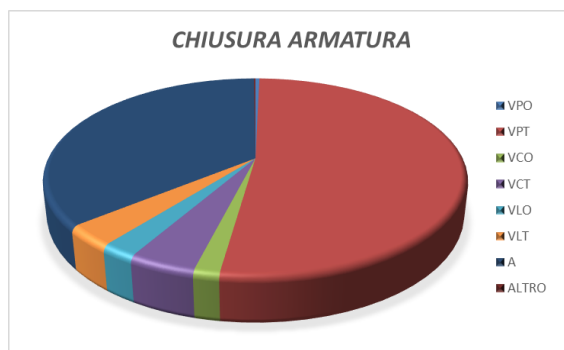
VLO: Vetro laterale opaco

VLТ: Vetro laterale trasparente

A: Aperta

ALTRO: Altro

<b>Chiusura Armatura</b>		
VPO	16	0,36%
VPT	2304	51,92%
VCO	75	1,69%
VCT	196	4,42%
VLO	103	2,32%
VLТ	153	3,45%
A	1585	35,71%
ALTRO	6	0,14%
<b>Totale</b>	<b>4438</b>	<b>100,00%</b>



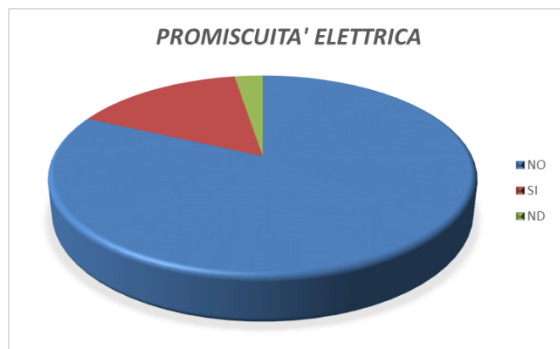
#### A.6.7 PRESENZA DI PROMISCUITÀ ELETTRICA

NO: Non presente (Linea dedicata)

SI: Presente (Allacciato alla linea di bassa tensione)

ND: Non determinabile

<b>Promiscuità elettrica</b>		
NO	3635	81,91%
SI	689	15,53%
ND	114	2,57%
<b>Totale</b>	<b>4438</b>	<b>100,00%</b>



#### A.6.8 PRESENZA DI CONDIVISIONE DEL SOSTEGNO

NO: Non presente (Sostegno dedicato)

CAVI: Condivisione con cavi elettrici

ALTRO: Condivisione con altro (sostegno installato su edificio o altro)

<b>Condivisione Sostegno</b>		
NO	2881	64,92%
CAVI	1064	23,97%
ALTRO	493	11,11%
<b>Totale</b>	<b>4438</b>	<b>100,00%</b>



#### A.6.9 TIPOLOGIA DI APPLICAZIONE

STR: Stradale

STE: Sterrato

PED: Pedonale

PARK: Parcheggio

CIC: Ciclabile

VER: Area verde

ALTRO: Altro

<b>Applicazione</b>		
STR	3602	81,16%
STE	24	0,54%
PED	189	4,26%
PARK	426	9,60%
CIC	19	0,43%
VER	105	2,37%
ALTRO	73	1,64%
<b>Totale</b>	<b>4438</b>	<b>100,00%</b>



#### A.6.10 STATUS DEL SOSTEGNO

B: Buono

S: Sufficiente

I: Insufficiente

<b>Status Sostegno</b>		
B	3031	68,30%
S	1401	31,57%
I	6	0,14%
<b>Totale</b>	<b>4438</b>	<b>100,00%</b>

#### A.7 Stato di fatto dei quadri elettrici di alimentazione

L'impianto di pubblica illuminazione del comune di Cantù è totalmente alimentato in bassa tensione ed è costituito da 284 quadri elettrici di alimentazione disposti sul territorio comunale, ma non è stato possibile visionarli tutti. Si ritiene che i quadri elettrici non siano tutti in condizioni tali da necessitare un completo rifacimento. Per alcuni infatti è necessario prevedere un'integrazione dei componenti o la sostituzione di alcuni senza il completo rifacimento del quadro. Il comando di accensione degli impianti è generalmente costituito dal complesso fotocellula crepuscolare e/o orologio astronomico, in asservimento ai contattori di potenza.

Le linee elettriche in uscita dai quadri elettrici sono generalmente costituite da cavi unipolari/multipolari con isolamento in gomma EPR, tensione di isolamento 0,6/1kV, posati principalmente in cavidotti interrati o in qualche caso, con tubazione esterna a vista.

## **A.8 Criticità riscontrate**

Si riportano le criticità riscontrate dal Gruppo Mercurio (incaricato del censimento) durante la fase di rilievo dell'illuminazione pubblica di Cantù.

### **- Quadro elettrico di riferimento**

*Non essendo possibile procedere con l'apertura di tutti i quadri di comando a causa di una non sempre garantita accessibilità degli stessi (installazione su pali in posizioni non raggiungibili, posizionamento all'interno di cabine elettriche chiuse o all'interno di proprietà private), nel censimento sono stati riportati i dati presenti all'interno del database messo a disposizione dal Committente, i cui dati risultano coerenti con la realtà di fatto appurata durante le aperture dei quadri effettuate.*

*Nel database fornito dal Committente, sono presenti alcuni quadri identificati con il codice "0"; dal momento che tali quadri si riferiscono a punti luce presenti in zone e vie differenti (e in aggiunta eccessivamente lontane tra loro), è realistico assumere che non esista un quadro elettrico "0", bensì che tale codifica venga utilizzata per i punti luce che non sono collegati ad alcun quadro ma direttamente alla linea di bassa tensione. Nelle successive fasi di approfondimento progettuale sarà in ogni caso possibile procedere con l'attribuzione puntuale e caratterizzazione di detti quadri/linee.*

*Sono stati censiti punti luce non riportati nel database fornito dal Committente, per i quali non è stato possibile stabilire il quadro elettrico di riferimento.*

*In alcuni casi, i quadri riportati nella planimetria o nel database forniti dal committente, non sono stati ritrovati in campo; tali situazioni sono puntualmente indicati nella planimetria prodotta sotto la categoria "quadri non trovati" e all'interno del relativo database.*

### **- Promiscuità elettrica**

*Considerate le risultanze dei censimenti in ordine a linee e relativi quadri di riferimento, stante l'impossibilità di definire compiutamente eventuali linee isolate/dedicate non riconducibili ai detti quadri, si è pertanto assunto che i punti luce collegati ad un quadro elettrico non presentino promiscuità elettrica, altresì quelli "isolati" dai quadri o correlati a quelli con il codice "0" siano da considerare affetti da promiscuità elettrica ovvero direttamente collegati alla linea di bassa tensione.*

*Analogamente, per quanto riguarda i punti luce non presenti nel database fornito dal Committente, essi sono stati puntualmente riportati nel censimento ma non è stato possibile stabilire in questa fase la presenza o meno di promiscuità elettrica.*

## B) DESCRIZIONE DEI LAVORI E CONCESSIONE DEGLI IMPIANTI

### B.1 Descrizione sintetica dei lavori

L'opera consisterà nei seguenti interventi:

- Sostituzione di tutti gli apparecchi esistenti con LED;
- Regolatore di flusso puntuale per gli apparecchi esistenti a LED;
- Sostituzione dei sostegni ove non recuperabili;
- Manutenzione straordinaria dei sostegni;
- Adeguamento, integrazione o sostituzione dei quadri elettrici;
- Eliminazione promiscuità elettriche;
- Allaccio delle linee di alimentazione e collaudi funzionali.

#### B.1.1 SOSTITUZIONE DELLE SORGENTI LUMINOSE

Nel presente progetto di fattibilità si prevede la completa sostituzione di tutte le sorgenti luminose di illuminazione pubblica presenti nel territorio di Cantù, compiutamente individuate negli allegati alla presente e negli elaborati grafici.

In particolare si prevede la sostituzione di 4146 sorgenti luminose e l'inserimento di regolatori di flusso puntuali per ogni lampada. Gli apparecchi sostituiti saranno smaltiti in conformità alla vigente normativa.

#### B.1.2 REGOLATORE DI FLUSSO PER GLI APPARECCHI A LED ESISTENTI

Nel territorio comunale si è rilevata la presenza di 292 sorgenti a LED. Per tali sorgenti, ritenute idonee, si procederà all'installazione di un regolatore di flusso puntuale al fine di renderle completamente conformi a quelle di nuova realizzazione.

#### B.1.3 QUADRI ELETTRICI

Per i quadri elettrici si è valutato, a seguito del rilievo, due possibili alternative:

- Completa sostituzione del quadro, ovvero il rifacimento integrale dello stesso;
- Integrazione ed aggiornamento dei quadri elettrici già presenti.

La valutazione è stata condotta considerando lo stato dei quadri elettrici presenti: in particolare per i quadri elettrici in cattivo stato di manutenzione e per quelli (cautelativamente) non trovati o non rilevati in campo, si è previsto il completo rifacimento degli stessi. Per i quadri in buono stato di manutenzione invece si è previsto il solo aggiornamento o integrazione impiantistica necessaria a renderli completamente funzionali ed a norma.

Nel presente progetto di fattibilità si prevede che 115 quadri vengano completamente rifatti, mentre 169 quadri saranno oggetto di manutenzione straordinaria.

Nella sostituzione o integrazione del quadro è compresa inoltre la fornitura ed installazione su ciascun quadro elettrico di un sistema di telecontrollo gestito da un software che consenta il controllo costante di tutti i quadri, la rilevazione delle grandezze essenziali, il ricevimento di allarmi, segnalazioni di anomalie e quindi l'elaborazione dei dati acquisiti. I dati rilevati da questi dispositivi dovranno poter essere utilizzati dall'Amministrazione Comunale e gestiti da un software fornito dall'Appaltatore, che dovrà anche farsi carico dell'inserimento degli elementi costituenti il nuovo impianto.

#### ***B.1.4 SOSTITUZIONE DEI SOSTEGNI NON RITENUTI A NORMA***

Per questa lavorazione, a seguito del rilievo puntuale eseguito, si sono inseriti i 6 pali che risultano allo stato attuale in condizioni insufficienti. Per tali pali si provvederà alla completa sostituzione.

#### ***B.1.5 MANUTENZIONE DEI SOSTEGNI***

Per 1401 sostegni che presentano uno status non “buono” si prevede la manutenzione straordinaria, ovvero un insieme di interventi (quali verniciatura, serraggio bulloni e controllo verticalità, pulizia ecc.) grazie ai quali sarà possibile avere la completa funzionalità di tutti i sostegni.

Per i sostegni che presentano uno status attuale di “buono” non si prevedono manutenzioni.

#### ***B.1.6 ELIMINAZIONE DELLA PROMISCUITÀ ELETTRICA***

In fase di rilievo si è osservato che 803 punti di illuminazione sono allacciati a reti promiscue non specificatamente e soltanto adibite ad illuminazione pubblica.

Per tali sorgenti luminose si provvederà al distacco dall'attuale linea ed il rifacimento completo in modo da creare una linea elettrica specifica di illuminazione pubblica.

### ***B.2 Concessione degli impianti***

I principali elementi alla base delle valutazioni successivamente sviluppate sono i seguenti:

- a. Costi relativi all'esecuzione di opere di adeguamento, ristrutturazione e riqualificazione degli impianti di Pubblica Illuminazione presenti sul territorio comunale (vedi paragrafi precedenti);
- b. Costi relativi alla Gestione energetica degli impianti di pubblica illuminazione;
- c. Costi relativi alla Manutenzione Ordinaria degli impianti di pubblica illuminazione.



Per gli ultimi due punti sono stati presi in considerazione gli importi relativi ai costi annuali attuali sostenuti dalla Stazione Appaltante per il pagamento dei consumi energetici e quelli relativi ai costi della gestione e manutenzione ordinaria degli impianti di pubblica illuminazione.

- Importo stimato nei 15 anni relativo ai servizi energetici è pari ad € **7.205.892,45** oltre all'IVA
- Importo stimato nei 15 anni relativo ai servizi manutentivi è pari ad € **2.249.176,71** oltre all'IVA
- L' Importo totale dovuto per tutto il periodo contrattuale di anni 15 relativo alla gestione degli impianti di illuminazione pubblica è pari ad € **9.455.069,16**

#### **B.2.1 SERVIZI ENERGETICI**

Per l'importo dei servizi energetici si è considerato l'ultimo anno disponibile (2015), la cui spesa per il Comune di Cantù è risultata pari a € 480.392,83. Tale spesa stimata per 15 anni comporta un importo pari a € 7.205.892,45.

#### **B.2.2 SERVIZI MANUTENTIVI**

Per l'importo dei servizi di manutenzione ordinaria degli impianti si è proceduto alla valutazione dei costi sostenuti dall'Amministrazione negli ultimi 5 anni disponibili (2011-2015) la cui media è risultata pari a € 149.945,11. Tale spesa stimata per 15 anni comporta un importo pari a € 2.249.176,71.

## C) LINEE GUIDA PER LA PROGETTAZIONE ILLUMINOTECNICA DEL TERRITORIO

Le scelte progettuali contenute nel presente progetto si sono basate su alcuni obiettivi ritenuti di fondamentale importanza per la Committenza quali:

- ✓ Il risparmio energetico.
- ✓ L'ottenimento del massimo confort visivo per l'utente finale;
- ✓ Il contenimento dell'inquinamento luminoso.

Al fine di ottenere gli obiettivi di cui sopra è di fondamentale importanza rispettare alcune regole progettuali quali:

- ✓ Adottare le migliori scelte progettuali atte ad ottenere una sensibile riduzione dei consumi energetici.
- ✓ Controllo del flusso luminoso emesso dagli apparecchi illuminanti direttamente verso il cielo;
- ✓ Adottare le migliori scelte progettuali a seconda delle condizioni di traffico;
- ✓ Ridurre al minimo l'abbagliamento diretto;

I risultati saranno ottenuti seguendo le linee guida proposte nei punti di seguito riportati:

- La realizzazione degli impianti secondo le norme in vigore (Direttive CEE, Norme UNI ecc.) e la regola dell'arte, senza modificare le geometrie attuali;
- L'impiego di apparecchi illuminanti che permettano impegni ridotti di potenza elettrica a parità di luminanza. Sarà pertanto necessario effettuare il calcolo della luminanza in funzione del tipo e del colore delle superfici;
- L'eventuale impiego di dispositivi in grado di ridurre la diffusione di luce a patto che questo non comprometta la sicurezza degli utenti della strada;
- Il mantenimento di valori di luminanza il più possibile omogenei;
- La focalizzazione degli interventi su impianti a maggior fattore di utilizzazione (ad es, dorsali principali ecc.).

### C.1.1 LE SORGENTI LUMINOSE E I CRITERI DI SCELTA

Il presente progetto di fattibilità prevede pertanto l'adozione (mediate completa sostituzione) di sorgenti di ultima generazione a LED.

Le caratteristiche tecniche, quali temperatura di colore e resa cromatica (Ra), delle sorgenti che sarà possibile installare, terranno in considerazione il colore dei materiali prevalenti, riflessioni e aspetti estetico/funzionali dell'impianto cittadino, nonché della normativa vigente. Per l'intervento di ammodernamento e riqualificazione nel comune di Cantù sono state valutate sorgenti LED con specifiche caratteristiche tecniche e qualitative quali:

- Buona stabilità di colore;
- Possibilità di scelta tra varie temperature di colore che consentirà la scelta della sorgente più opportuna in funzione del tipo di destinazione delle aree urbane;
- Vita media elevata ( $\geq 50.000$  ore);
- Elevata resa cromatica ( $Ra \geq 65$ );
- Elevata efficienza luminosa ( $lm/W \geq 90$ ).

Le caratteristiche tecniche di cui sopra permettono di ottenere diversi vantaggi quali:

- ✓ La riduzione del consumo energetico;
- ✓ L'aumento dell'efficienza luminosa;
- ✓ La possibilità di tele-controllare l'intensità luminosa;
- ✓ Vantaggi gestionali legati principalmente alla lunghissima vita media;
- ✓ L'abbattimento della quantità di CO<sub>2</sub> immessa nell'atmosfera.

Utilizzando il tipo di lampade di cui sopra è possibile realizzare degli impianti di pubblica illuminazione orientati al risparmio energetico e al rispetto di tutte le normative vigenti sia in fatto di comfort visivo che di rispondenza ai livelli di illuminamento richiesti.

#### C.1.2 CALCOLI ILLUMINOTECNICI

Prima dell'effettuazione dei calcoli illuminotecnici è stata fatta precedentemente un'analisi sullo stato di fatto dell'illuminazione pubblica comunale. Più in particolare si è proceduto a catalogare le strade raggruppandole per categorie illuminotecniche in funzione di quanto prescritto dal DM n.6792 del 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".

Fasi della classificazione:

- ✓ **Categoria illuminotecnica di riferimento:** tale categoria deriva direttamente dalle leggi e norme di settore, la classificazione non è normalmente di competenza del progettista, ma lo stesso può aiutare nell'individuazione della corretta classificazione;
- ✓ **Categoria illuminotecnica di progetto:** dipende dall'applicazione dei parametri di influenza e specifica i requisiti illuminotecnici da considerare nel progetto dell'impianto;
- ✓ **Categorie illuminotecniche di esercizio:** in relazione all'analisi dei parametri di influenza (analisi dei rischi) e ad aspetti di contenimento dei consumi energetici, sono quelle categorie che tengono conto del variare nel tempo dei parametri di influenza, come in ambito stradale, il variare dei flussi di traffico durante la giornata.

A seguito di questa catalogazione sono stati sviluppati i calcoli necessari alla determinazione delle potenze degli apparecchi da utilizzare, fermo restando che non sono previste variazioni alla geometria degli impianti. Nella definizione della categoria illuminotecnica di progetto il progettista individua i parametri d'influenza applicabili e definisce nel progetto le categorie illuminotecniche di progetto/esercizio attraverso una valutazione dei rischi con evidenza dei criteri e delle fonti d'informazioni che giustificano le scelte effettuate.

L'analisi dei rischi consiste nella valutazione dei parametri d'influenza per garantire la massima efficacia del contributo degli impianti d'illuminazione alla sicurezza degli utenti della strada, minimizzando al contempo i consumi energetici, i costi d'installazione e di gestione e l'impatto ambientale.

L'analisi si suddivide in più fasi:

- sopralluogo per valutare i parametri di influenza e la loro importanza;
- individuazione dei parametri e delle procedure richieste da leggi, norme di settore e esigenze specifiche;
- studio degli eventi potenzialmente pericolosi classificandoli in funzione della frequenza e della gravità;
- identificazione degli interventi a lungo termine per assicurare i livelli di sicurezza richiesti da leggi e norme;
- determinazione di un programma di priorità per le azioni più efficaci in termini di sicurezza per gli utenti.

L'analisi individua le categorie illuminotecniche e le misure (impianti, attrezzature, procedure) per assicurare la sicurezza degli utenti della strada, ottimizzando costi installativi ed energetici conformemente ai requisiti evidenziati dall'analisi e fissando i criteri da seguire per garantire, nel tempo, livelli di sicurezza adeguati.

A tal fine la classificazione delle strade è stata redatta utilizzando la classificazione definita dal codice della Strada (D.Lgs. 285 del 30/4/1992 e successive modifiche) e sulla base al D.M. n.6792 del 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" emanato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti, in quanto a volte la classificazione riportata nel PUT è imprecisa ai fini dell'illuminazione del territorio.

Di seguito viene riportata la *"Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento"* contenuta nella norma UNI 11248:2012 – Prospetto1: Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi obbligatoria.

prospetto 1 **Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi obbligatoria**

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h <sup>-1</sup> ]	Categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi
A <sub>1</sub>	Autostrade extraurbane	130 - 150	ME1
	Autostrade urbane	130	
A <sub>2</sub>	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	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 <sup>1)</sup> )	70 - 90	ME2
	Strade extraurbane secondarie	50	ME3b
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70 - 90	ME2
D	Strade urbane di scorrimento <sup>2)</sup>	70	ME2
		50	
E	Strade urbane interquartiere	50	ME2
	Strade urbane di quartiere	50	ME3b
F <sup>3)</sup>	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2 <sup>1)</sup> )	70 - 90	ME2
	Strade locali extraurbane	50	ME3b
		30	S2
	Strade locali urbane	50	ME3b
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	CE3
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	CE4/S2
	Strade locali urbane: aree pedonali	5	
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	CE4/S2
	Strade locali interzonali	50	
		30	
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali <sup>4)</sup>	Non dichiarato	S2
	Strade a destinazione particolare <sup>1)</sup>	30	

1) Secondo il Decreto ministeriale 5 novembre 2001, n. 6792 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e successive integrazioni e modifiche.  
2) Per strade di servizio delle strade urbane di scorrimento, definita la categoria illuminotecnica per la strada principale, si applica la categoria illuminotecnica con prestazione di luminanza immediatamente inferiore o la categoria comparabile a questa (prospetto 5).  
3) Vedere le osservazioni del punto 6.3.  
4) Secondo la Legge 1 agosto 2003 numero 214 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 27 giugno 2003, n. 151, recante modifiche ed integrazioni al codice della strada".

A questa classificazione viene applicata "l'analisi dei rischi" ovvero una valutazione di tutta quelle caratteristiche specifiche dell'ambiente che possono portare ad individuare una diversa categoria illuminotecnica di progetto.



Tipo di strada	Portata massima di servizio per corsia (veicoli/ora)	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h <sup>-1</sup> ]	Categoria Illuminotecnica d'Ingresso	Categoria Illuminotecnica di Progetto / Esercizio		
					-1	-2	-3(**)
A1	1100	Autostrade extraurbane	130-150	ME1	ME2	ME3a	ME4a
A1		Autostrade urbane	130				
A2	1100	Strade di servizio alle autostrade	70 -90	ME2	ME3b	ME4b	ME5
A2	1100	Strade di servizio alle autostrade urbane	50				
B	1100	Strade extraurbane principali	110	ME2	ME3b	ME4b	ME5
B	1100	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70-90	ME3b	ME4b	ME5b	ME6
C	600	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C24)	70-90	ME2	ME3b	ME4b	ME5
C	600	Strade extraurbane secondarie	50	ME3b	ME4b	ME5b	ME6
C	600	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70-90	ME2	ME3b	ME4b	ME5
D	950	Strade urbane di scorrimento veloce	70	ME2	ME3b	ME4b	ME5
D	950	Strade urbane di scorrimento	50	ME2	ME3b	ME4b	ME5
E	800	Strade urbane interquartiere	50	ME2	ME3b	ME4b	ME5
E	800	Strade urbane di quartiere	50	ME3b	ME4b	ME5b	ME6
F	800	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2)	70 - 90	ME2	ME3b	ME4b	ME5
F	450	Strade locali extraurbane	50	ME3b	ME4b	ME5b	ME6
F	450	Strade locali extraurbane	30	S2	S3	S4	S5
F	800	Strade locali urbane	50	ME3b	ME4b	ME5	ME6
F	800	Strade locali urbane: centri storici e isole ambientali	30	CE3	CE4	CE5	S4
F	800	Strade locali urbane: altre	30	CE4/S2	CE5/S3	CE5/S3	S4
F	800	Strade locali interzonali	50 - 30	CE4/S2	CE5/S3	CE5/S3	S4
F		Strade locali urbane: aree pedonali	5	CE4/S2	CE5/S3	S4	
Fbis		Itinerari Ciclopedonali	-	CE4/S2	CE5/S3	S4	

La tabella indica la classificazione illuminotecnica di progetto e esercizio in funzione della categoria della strada e dei fondamentali parametri di influenza secondo la norma UNI11248 (fare sempre riferimento al documento UNI originale).

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Condizioni non conflittuali	1
Flusso di traffico <50% rispetto alla portata di servizio	
Flusso di traffico <25% rispetto alla portata di servizio	2
Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali	1
Assenza di pericolo di aggressione	1
Assenza di svincoli e/o intersezioni a raso	1
Assenza di attraversamenti pedonali	1

A seguito di queste valutazioni le aree del territorio comunale oggetto d'intervento sono state classificate, nel progetto, come nel seguito:

- ME3b, ME4b per quanto riguarda le strade urbane ed extraurbane;
- ME5 per quanto riguarda le strade urbane con minor flusso di traffico ed il centro storico;
- CE2, CE3 ed CE4 per quanto riguarda le rotatorie;
- S3 per quanto riguarda i percorsi ciclabili/pedonali, piazze, parcheggi ed aree verdi.

Per maggiori informazioni si rimanda all'allegato.



Una volta individuate le categorie illuminotecniche di progetto, la consultazione della norma UNI EN13201-2 consente di valutare i parametri illuminotecnici ad esse associati.

Rif. NORMA UNI EN 13201	Illuminamento medio [lx]	Luminanza media [cd/m <sup>2</sup> ]
Categoria ME3b	15	1.0
Categoria ME4b	10	0.75
Categoria ME5	7.5	0.5
Categoria CE2	20	1.5
Categoria CE3	15	1.0
Categoria CE4	10	0.75
Categoria S3	7.5	0.5

I valori adeguati di luminanza, illuminamento e relative uniformità sono stati ricavati dalle raccomandazioni contenute nelle norme UNI 11248 e UNI EN 13201 in funzione della classificazione delle strade.

Si è fatto particolare riferimento ai valori assunti dalla luminanza media del manto stradale nelle condizioni peggiori di invecchiamento e di insudiciamento dell'impianto di illuminazione. In merito a questo parametro è necessario osservare che, ai fini del contenimento dell'inquinamento luminoso, si richiede che il valore di progetto sia quello minimo previsto dalle norme, al fine di contenere il flusso luminoso inviato indirettamente verso il cielo nonché di contenere la luminanza media mantenuta delle superfici stradali. A tal proposito si fa riferimento a quanto prescritto dalla L.R. 31/15 della Regione Lombardia in merito alle misure per la riduzione e prevenzione dell'inquinamento luminoso.

La stessa normativa fornisce dei rapporti di uniformità per i quali è stata prestata particolare attenzione in questa relazione. Per quanto concerne la limitazione dell'abbagliamento questa è stata valutata mediante l'indice di abbagliamento debilitante "TI" il quale deve necessariamente essere inferiore ai valori indicati in tabella in base al tipo di strada.

## D) LINEE GUIDA DI PROGETTAZIONE

Ai fini di rendere più chiare le linee guida del progetto di riqualificazione illuminotecnica del comune di Cantù sono state redatte le schede standard riportate di seguito. Le schede fanno riferimento alle sole categorie illuminotecniche di progetto effettivamente presenti sul territorio comunale, non vengono infatti menzionate eventuali categorie illuminotecniche che attualmente non trovano riscontro nel territorio comunale di Cantù.

Le schede riportate di seguito fanno riferimento alle seguenti categorie illuminotecniche:

- ME3b;
- ME4b;
- ME5;
- CE2;
- CE3;
- CE4;
- S3.

Le schede servono a dare un'indicazione di massima al progettista e non costituiscono vincolo ad eventuali soluzioni migliorative. Resta tuttavia d'obbligo il rispetto delle normative in vigore.

### D.1 Scheda standard 1 – Strade principali e a traffico elevato (ME3b)

REQUISITI MINIMI PROGETTUALI PER IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE	
Strade principali e a traffico elevato	
APPARECCHIO	
TIPOLOGIA DI APPARECCHIO	Armatura stradale totalmente schermata
MATERIALE DI COSTRUZIONE	Pressofusione di alluminio verniciato
REGOLAZIONE FUOCO LAMPADA	Possibilità di regolazione
ALIMENTAZIONE	Elettronica
RIFLETTORE	Riflettore in alluminio con ottica antinquinamento luminoso
VETRO DI PROTEZIONE	Vetro temperato piano resistente agli shock termici e agli urti (prove UNI EN 12150-1: 2001)
GRADO DI PROTEZIONE	Minimo IP65
CLASSE DI ISOLAMENTO	II
INQUINAMENTO LUMINOSO	Emissione max a 90° e oltre: 0,49 cd/klm come richiesto da L.R. 31/15 e s.m.i.
SOSTEGNI	

<b>SOSEGN E ALTEZZA</b>	<p><b>Preesistenti:</b> verificare le condizioni del sostegno e dell'impianto elettrico in conformità alle normative tecniche e di sicurezza vigenti.</p> <p><b>Nuovi:</b> sostegni tronco conici in acciaio zincato a caldo o verniciati. (Altezza da terra 8÷10m)</p>
<b>POSA</b>	Installazione su un unico lato della strada su marciapiede o carreggiata. Possibilmente in posizione "testa-palo". Solo se espressamente necessario per condizioni di visibilità utilizzare posa con sbraccio.
<b>SORGENTI</b>	
<b>SORGENTE</b>	Sorgenti a LED rigorosamente con temperatura di colore <4000K.
<b>POTENZA</b>	<p>Classe ME3b:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ per strada con larghezze sino a 7 metri: LED (42 ÷ 60W)</li> <li>✓ per strada con larghezze sino a 8÷9 metri: LED (60W)</li> <li>✓ per strada con larghezze oltre 9 metri: LED (60 ÷ 100W)</li> </ul>
<b>OTTIMIZZAZIONE E RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO</b>	
<b>OTTIMIZZAZIONE IMPIANTO</b>	<p><b>Impianti preesistenti:</b> a parità di condizioni utilizzare le potenze minime</p> <p><b>Impianti nuovi:</b> ove possibile intervenire sull'interdistanza (situazioni senza ostacoli quali viali alberati), Rapporto min. interdistanza su altezza palo maggiore di 4-4.2</p>
<b>NORMA RIFERIMENTO</b>	UNI 11248 - EN13201
<b>REGOLATORI DI FLUSSO</b>	<p>Installazione di regolatori di flusso obbligatoria.</p> <p>Se possibile utilizzare sistemi punto-punto con alimentatore elettronico e possibilità di regolazione del flusso con un minimo di 2 livelli</p>

## D.2 Scheda standard 2 – Strade urbane a scorrimento veloce (ME4b)

REQUISITI MINIMI PROGETTUALI PER IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE	
Strade urbane a scorrimento veloce	
<b>APPARECCHIO</b>	
<b>TIPOLOGIA DI APPARECCHIO</b>	Armatura stradale totalmente schermata
<b>MATERIALE DI COSTRUZIONE</b>	Pressofusione di alluminio verniciato

<b>REGOLAZIONE FUOCO LAMPADA</b>	Possibilità di regolazione
<b>ALIMENTAZIONE</b>	Elettronica
<b>RIFLETTORE</b>	Riflettore in alluminio con ottica antinquinamento luminoso
<b>VETRO DI PROTEZIONE</b>	Vetro temperato piano resistente agli shock termici e agli urti (prove UNI EN 12150-1: 2001)
<b>GRADO DI PROTEZIONE</b>	Minimo IP65
<b>CLASSE DI ISOLAMENTO</b>	II
<b>INQUINAMENTO LUMINOSO</b>	Emissione max a 90° e oltre: 0,49 cd/klm come richiesto da L.R. 31/15 e s.m.i.
<b>SOSTEGNI</b>	
<b>SOSEGGNI E ALTEZZA</b>	<p><b>Preesistenti:</b> verificare le condizioni del sostegno e dell'impianto elettrico in conformità alle normative tecniche e di sicurezza vigenti.</p> <p><b>Nuovi:</b> sostegni tronco conici in acciaio zincato a caldo o verniciati. (Altezza da terra 7÷9m)</p>
<b>POSA</b>	Installazione su un unico lato della strada su marciapiede o carreggiata. Possibilmente in posizione "testa-palo". Solo se espressamente necessario per condizioni di visibilità utilizzare posa con sbraccio.
<b>SORGENTI</b>	
<b>SORGENTE</b>	Sorgenti a LED rigorosamente con temperatura di colore <4000K.
<b>POTENZA</b>	<p>Classe ME4b:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ per strada con larghezze sino a 7 metri: LED (42 ÷ 60W)</li> <li>✓ per strada con larghezze sino a 8÷9 metri: LED (60W)</li> <li>✓ per strada con larghezze oltre 9 metri: LED (60 ÷ 100W)</li> </ul>
<b>OTTIMIZZAZIONE E RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO</b>	
<b>OTTIMIZZAZIONE IMPIANTO</b>	<p><b>Impianti preesistenti:</b> a parità di condizioni utilizzare le potenze minime</p> <p><b>Impianti nuovi:</b> ove possibile intervenire sull'interdistanza (situazioni senza ostacoli quali viali alberati), Rapporto min. interdistanza su altezza palo maggiore di 4-4.2</p>
<b>NORMA RIFERIMENTO</b>	UNI 11248 - EN13201
<b>REGOLATORI DI FLUSSO</b>	Installazione di regolatori di flusso obbligatoria.

	Se possibile utilizzare sistemi punto-punto con alimentatore elettronico e possibilità di regolazione del flusso con un minimo di 2 livelli
--	---

### D.3 Scheda standard 3 – Strade urbane locali (ME5)

REQUISITI MINIMI PROGETTUALI PER IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE	
Strade urbane locali	
APPARECCHIO	
TIPOLOGIA DI APPARECCHIO	Armatura stradale totalmente schermata
MATERIALE DI COSTRUZIONE	Pressofusione di alluminio verniciato
REGOLAZIONE FUOCO LAMPADA	Possibilità di regolazione
ALIMENTAZIONE	Elettronica
RIFLETTORE	Riflettore in alluminio con ottica antinquinamento luminoso
VETRO DI PROTEZIONE	Vetro temperato piano resistente agli shock termici e agli urti (prove UNI EN 12150-1: 2001)
GRADO DI PROTEZIONE	Minimo IP65
CLASSE DI ISOLAMENTO	II
INQUINAMENTO LUMINOSO	Emissione max a 90° e oltre: 0,49 cd/klm come richiesto da L.R. 31/15 e s.m.i.
SOSTEGNI	
SOSEGGNI E ALTEZZA	<b>Preesistenti:</b> verificare le condizioni del sostegno e dell'impianto elettrico in conformità alle normative tecniche e di sicurezza vigenti. <b>Nuovi:</b> sostegni tronco conici in acciaio zincato a caldo o verniciati. (Altezza da terra 7÷9m)
POSA	Installazione su un unico lato della strada su marciapiede o carreggiata. Possibilmente in posizione "testa-palo". Solo se espressamente necessario per condizioni di visibilità utilizzare posa con sbraccio.
SORGENTI	
SORGENTE	Sorgenti a LED rigorosamente con temperatura di colore <4000K.
POTENZA	Classe ME5: ✓ per strada con larghezze sino a 7 metri: LED (42 ÷ 60W)

	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ per strada con larghezze sino a 8÷9 metri: LED (60W)</li> <li>✓ per strada con larghezze oltre 9 metri: LED (60 ÷100W)</li> </ul>
<b>OTTIMIZZAZIONE E RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO</b>	
<b>OTTIMIZZAZIONE IMPIANTO</b>	<p><b>Impianti preesistenti:</b> a parità di condizioni utilizzare le potenze minime</p> <p><b>Impianti nuovi:</b> ove possibile intervenire sull'interdistanza (situazioni senza ostacoli quali viali alberati), Rapporto min. interdistanza su altezza palo maggiore di 4-4.2</p>
<b>NORMA RIFERIMENTO</b>	UNI 11248 - EN13201
<b>REGOLATORI DI FLUSSO</b>	<p>Installazione di regolatori di flusso obbligatoria.</p> <p>Se possibile utilizzare sistemi punto-punto con alimentatore elettronico e possibilità di regolazione del flusso con un minimo di 2 livelli</p>

#### D.4 Scheda standard 4 – Percorsi in aree verdi, giardini e parchi urbani (S3)

REQUISITI MINIMI PROGETTUALI PER IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE	
Percorsi in aree verdi, giardini e parchi urbani	
<b>APPARECCHIO</b>	
<b>TIPOLOGIA DI APPARECCHIO</b>	Apparecchio illuminante d'arredo
<b>MATERIALE DI COSTRUZIONE</b>	Pressofusione di alluminio verniciato
<b>REGOLAZIONE FUOCO LAMPADA</b>	Possibilità di regolazione
<b>ALIMENTAZIONE</b>	Elettronica
<b>RIFLETTORE</b>	Riflettore in alluminio ad elevata purezza con solido fotometrico asimmetrico di tipo stradale
<b>VETRO DI PROTEZIONE</b>	Vetro piano temperato trasparente e installato in posizione orizzontale.
<b>GRADO DI PROTEZIONE</b>	Minimo IP55
<b>CLASSE DI ISOLAMENTO</b>	II
<b>INQUINAMENTO LUMINOSO</b>	Emissione max a 90° e oltre: 0,49 cd/klm come richiesto da L.R. 31/15 e s.m.i.
<b>SOSTEGNI</b>	
<b>SOSEgni E ALTEZZA</b>	<b>Preesistenti:</b> verificare le condizioni del sostegno e dell'impianto elettrico in conformità alle normative tecniche e di sicurezza vigenti.



	<b>Nuovi:</b> sostegni in acciaio zincato a caldo o verniciati. (Altezza da terra 3÷5m)
<b>POSA</b>	Installazione in posizione “testa-palo”
<b>SORGENTI</b>	
<b>SORGENTE</b>	Sorgenti a LED rigorosamente con temperatura di colore <3200K.
<b>POTENZA</b>	Classe S3: LED < 45W
<b>OTTIMIZZAZIONE E RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO</b>	
<b>OTTIMIZZAZIONE IMPIANTO</b>	<b>Impianti preesistenti:</b> a parità di condizioni utilizzare le potenze minime <b>Impianti nuovi:</b> Utilizzare apparecchi che permettano di ridurre le potenze installate. Tenere un rapporto di interdistanza/altezza palo superiore o uguale a 5.
<b>NORMA RIFERIMENTO</b>	UNI 11248 - EN13201 - Classe S
<b>REGOLATORI DI FLUSSO</b>	Installazione di regolatori di flusso obbligatoria. Se possibile utilizzare sistemi punto-punto con alimentatore elettronico e possibilità di regolazione del flusso con un minimo di 2 livelli. Verificare la possibilità di spegnere totalmente l'illuminazione ove non necessario.

#### D.5 Scheda standard 5 – Percorsi ciclabili o aree pedonali (S3)

REQUISITI MINIMI PROGETTUALI PER IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE	
Percorsi ciclabili o aree pedonali	
APPARECCHIO	
<b>TIPOLOGIA DI APPARECCHIO</b>	Armatura stradale totalmente schermata
<b>MATERIALE DI COSTRUZIONE</b>	Pressofusione di alluminio verniciato
<b>REGOLAZIONE FUOCO LAMPADA</b>	Possibilità di regolazione
<b>ALIMENTAZIONE</b>	Elettronica
<b>RIFLETTORE</b>	Alluminio ad elevata purezza con solido fotometrico simmetrico (per l'illuminazione di aree) o asimmetrico ciclopedonale dedicato
<b>VETRO DI PROTEZIONE</b>	Vetro piano temperato trasparente e installato in posizione orizzontale.
<b>GRADO DI PROTEZIONE</b>	Minimo IP55

<b>CLASSE DI ISOLAMENTO</b>	II
<b>EFFICIENZA LUMINOSA</b>	> 60%
<b>INQUINAMENTO LUMINOSO</b>	Emissione max a 90° e oltre: 0,49 cd/klm come richiesto da L.R. 31/15 e s.m.i.
<b>SOSTEGNI</b>	
<b>SOSEGGNI E ALTEZZA</b>	<b>Preesistenti:</b> verificare le condizioni del sostegno e dell'impianto elettrico in conformità alle normative tecniche e di sicurezza vigenti. <b>Nuovi:</b> sostegni tronco conici in acciaio zincato a caldo o verniciati (Altezza da terra 3÷5 m).
<b>POSA</b>	Installazione in posizione "testa-palo"
<b>SORGENTI</b>	
<b>SORGENTE</b>	Sorgenti a LED rigorosamente con temperatura di colore <4000K.
<b>POTENZA</b>	Classe S3: LED < 40W
<b>OTTIMIZZAZIONE E RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO</b>	
<b>OTTIMIZZAZIONE IMPIANTO</b>	<b>Impianti preesistenti:</b> a parità di condizioni utilizzare le potenze minime <b>Impianti nuovi:</b> Utilizzare apparecchi che permettano di ridurre le potenze installate. Tenere un rapporto di interdistanza/altezza palo superiore o uguale a 5.
<b>NORMA RIFERIMENTO</b>	UNI 11248 - EN13201 - Classe S
<b>REGOLATORI DI FLUSSO</b>	Installazione di regolatori di flusso obbligatoria. Se possibile utilizzare sistemi punto-punto con alimentatore elettronico e possibilità di regolazione del flusso con un minimo di 2 livelli. Verificare la possibilità di spegnere totalmente l'illuminazione ove non necessario.

#### D.6 Scheda standard 6 – Aree di parcheggio (S3)

REQUISITI MINIMI PROGETTUALI PER IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE	
Aree di parcheggio	
<b>APPARECCHIO</b>	
<b>TIPOLOGIA DI APPARECCHIO</b>	Armatura stradale totalmente schermata

<b>MATERIALE DI COSTRUZIONE</b>	Pressofusione di alluminio verniciato
<b>REGOLAZIONE FUOCO LAMPADA</b>	Possibilità di regolazione
<b>ALIMENTAZIONE</b>	Elettronica
<b>RIFLETTORE</b>	Riflettore in alluminio con ottica antinquinamento luminoso, asimmetrico di tipo stradale
<b>VETRO DI PROTEZIONE</b>	Vetro temperato piano resistente agli shock termici e agli urti (prove UNI EN 12150-1: 2001)
<b>GRADO DI PROTEZIONE</b>	Minimo IP55
<b>CLASSE DI ISOLAMENTO</b>	II
<b>EFFICIENZA LUMINOSA</b>	> 60%
<b>INQUINAMENTO LUMINOSO</b>	Emissione max a 90° e oltre: 0,49 cd/klm come richiesto da L.R. 31/15 e s.m.i.
<b>SOSTEGNI</b>	
<b>SOSEGGNI E ALTEZZA</b>	<b>Preesistenti:</b> verificare le condizioni del sostegno e dell'impianto elettrico in conformità alle normative tecniche e di sicurezza vigenti. <b>Nuovi:</b> sostegni tronco conici in acciaio zincato a caldo o verniciati (Altezza da terra 7÷12 m).
<b>POSA</b>	Installazione in posizione "testa-palo"
<b>SORGENTI</b>	
<b>SORGENTE</b>	Sorgenti a LED rigorosamente con temperatura di colore <4000K.
<b>POTENZA</b>	Classe S3: LED < 40W
<b>OTTIMIZZAZIONE E RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO</b>	
<b>OTTIMIZZAZIONE IMPIANTO</b>	<b>Impianti preesistenti:</b> a parità di condizioni utilizzare le potenze minime <b>Impianti nuovi:</b> massimizzare il fattore di utilizzazione contenendo al minimo le potenze complessive installate.
<b>NORMA RIFERIMENTO</b>	UNI 11248 - EN13201 - Classe S
<b>REGOLATORI DI FLUSSO</b>	Installazione di regolatori di flusso obbligatoria. Se possibile utilizzare sistemi punto-punto con alimentatore elettronico e possibilità di regolazione del flusso con un minimo di 2 livelli. Verificare la possibilità di spegnere totalmente l'illuminazione ove non necessario.

### **D.7 Scheda standard 7 – Rotatorie e incroci rilevanti**

L'illuminazione delle rotatorie richiede estrema attenzione considerato il numero considerevole di “modelli” delle stesse. Di seguito si cercherà di dare delle linee guida per una prima classificazione dei tipi di installazione.

- Apparecchi illuminanti all'interno della rotatoria:

Questo tipo di installazione prevede che si sistemi al centro della rotonda un corpo illuminante (generalmente una torre faro) che riesca ad illuminare adeguatamente tutta la rotatoria. Questa applicazione è sconsigliata nei centri urbani in quanto, a causa della presenza di un sostegno particolarmente alto, risulta invasivo sull'ambiente circostante.

- Apparecchi illuminanti all'esterno della rotatoria:

Installando le armature stradali sul perimetro esterno della rotatoria si riesce ad abbattere sensibilmente le potenze installate ma, a causa del tipo di diffusione della luce, si ottiene una percezione del rischio più bassa. Questo fenomeno è particolarmente accentuato (e pericoloso) nelle strade a scorrimento veloce.

- Apparecchi illuminanti all'esterno della rotatoria in contro flusso:

Quest'applicazione è particolarmente intelligente e consente di eliminare il problema dell'abbagliamento del conducente in quanto lo stesso viene seguito dalla luce quando si immette, quando percorre e infine quando esce dalla rotatoria.

In conclusione è bene prediligere (ove possibile) le installazioni esterne alla rotatoria.

Allo stato attuale nel Comune di Cantù non sono presenti molte rotatorie tuttavia, vista l'espansione di questo strumento viabilistico, nel futuro prossimo sarà necessario applicare un'attenta progettazione all'illuminazione di questi tratti di strada.

### **D.8 Requisiti di conformità alla legge regionale L.R. 31/15 ed altre normative di riferimento**

Oltre alle linee guida di cui sopra si riporta nel seguito una serie di requisiti imposti dalla L.R. 31/15 Regione Lombardia. Di seguito un elenco:

- Gli apparecchi d'illuminazione esterna garantiscono:
  - a) la non dispersione del flusso luminoso oltre il piano dell'orizzonte;
  - b) i requisiti di prestazione energetica, come definiti dal regolamento di cui all'articolo 4, comma 2;
  - c) i requisiti relativi alla sicurezza fotobiologica, come definiti dal regolamento di cui all'articolo 4, comma 2;

- d) la non alterazione del ritmo circadiano;
- e) il rispetto delle esigenze di tutela della biodiversità e i diversi equilibri biologici.
- Gli impianti di illuminazione esterna:
  - a) rispondono a specifici requisiti di prestazione energetica e garantiscono efficienza sotto il profilo costi-benefici;
  - b) sono provvisti di appositi dispositivi in grado di ridurre il flusso luminoso emesso rispetto al pieno regime di operatività, compatibilmente con il mantenimento delle condizioni di sicurezza legate all'uso della superficie illuminata;
  - c) sono realizzati in modo che le superfici illuminate non presentino eccessivi sovradimensionamenti rispetto al livello minimo di luminanza media mantenuta, previsto dalle norme tecniche di riferimento.
- Gli impianti di pubblica illuminazione esterna, realizzati in attuazione della presente legge, devono essere di proprietà pubblica.
- E' vietato utilizzare fasci di luce roteanti di qualsiasi tipo.
- Gli apparecchi destinati all'illuminazione esterna non devono costituire elementi di disturbo per gli utenti della strada, per le abitazioni e le proprietà private né illuminare siti naturali o artificiali, qualora ciò confligga con le disposizioni di tutela delle specie e degli habitat sancite dalla direttiva 92/43/CEE del Consiglio del 21 maggio 1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e semi-naturali e della flora e della fauna selvatiche, dalla direttiva 2004/35/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 21 aprile 2004 sulla responsabilità ambientale in materia di prevenzione e riparazione del danno ambientale, dalla direttiva 2008/99/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 sulla tutela penale dell'ambiente e dalla direttiva 2009/147/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 30 novembre 2009 concernente la conservazione degli uccelli selvatici, nonché dalle relative norme di recepimento statali e regionali, fatte salve le deroghe previste dalle norme stesse.

## **INQUINAMENTO LUMINOSO E CONTROLLO DEL FLUSSO LUMINOSO EMESSO VERSO IL CIELO**

L.R. 17/00, Art. 6 *“Regolamentazione delle sorgenti di luce e dell'utilizzazione di energia elettrica da illuminazione esterna”*. In particolare al comma 2 la legge prescrive.

*“Sono considerati antinquinamento luminoso e a ridotto consumo energetico solo gli impianti aventi un'intensità luminosa massima di 0 cd per 1000 lumen a 90° ed oltre; gli stessi devono*

*essere equipaggiati di lampade con la più alta efficienza possibile in relazione allo stato della tecnologia; gli stessi inoltre devono essere realizzati in modo che le superfici illuminate non superino il livello minimo di luminanza media mantenuta previsto dalle norme di sicurezza, qualora esistenti, e devono essere provvisti di appositi dispositivi in grado di ridurre, entro le ore ventiquattro, l'emissione di luce degli impianti in misura non inferiore al trenta per cento rispetto al pieno regime di operatività. La riduzione va applicata qualora le condizioni d'uso della superficie illuminata siano tali che la sicurezza non ne venga compromessa; le disposizioni relative ai dispositivi per la sola riduzione dei consumi sono facoltative per le strutture in cui vengano esercitate attività relative all'ordine pubblico, all'amministrazione della giustizia e della difesa.”*

Sempre a tal proposito la D.g.r. 20 settembre 2001 – n. 7/6162 all'art. 5 “Criteri comuni” prescrive:

Gli impianti antinquinamento luminoso ed a ridotto consumo energetico devono possedere, contemporaneamente, i seguenti requisiti:

*“apparecchi che, nella loro posizione di installazione, devono avere una distribuzione dell'intensità luminosa massima per  $\gamma \geq 90^\circ$ , compresa tra 0,00 e 0,49 candele per 1000 lumen di flusso luminoso totale emesso; a tale fine, in genere, le lampade devono essere recesse nel vano ottico superiore dell'apparecchio stesso;”*

Sempre a tal proposito la L.R. 17/00 specifica all'art. 6 comma 8 poi sostituito dall'art. 7, comma 4 della L.R. 21 dicembre 2004, n. 38:

*“Le case costruttrici, importatrici o fornitrici devono certificare, tra le caratteristiche tecniche degli apparecchi commercializzati, la rispondenza del singolo prodotto alla presente legge ed alle norme tecniche di attuazione, corredandolo della dichiarazione di conformità rilasciata da riconosciuti istituti nazionali e internazionali operanti nel settore della sicurezza e qualità dei prodotti e delle aziende, nonché delle raccomandazioni circa la corretta installazione ed uso.”*

In merito la D.g.r. 20 settembre 2001 – n. 7/6162 all'art. 2 in riferimento alle case costruttrici prescrive quanto segue:

Le case costruttrici, importatrici, fornitrici

– provvedono a corredare la documentazione tecnica dei seguenti documenti:

a) il certificato di conformità alla l.r. 17/00, su richiesta del progettista, per il prodotto messo in opera sul territorio della Regione Lombardia;

b) la misurazione fotometrica dell'apparecchio, certificata da ente esterno, sia in forma tabellare numerica su supporto cartaceo, sia sotto forma di file standard normalizzato, tipo il formato commerciale «Eulumdat» o analogo; la stessa deve riportare:

- la temperatura ambiente durante la misurazione;
- la tensione e la frequenza di alimentazione della lampada;
- la norma di riferimento utilizzata per la misurazione;
- l'identificazione del laboratorio di misura ed il nominativo del responsabile tecnico;
- le specifiche della lampada (sorgente luminosa) utilizzata per la prova;
- la posizione dell'apparecchio durante la misurazione;
- il tipo di apparecchiatura utilizzata per la misura e la relativa incertezza di misura;
- la dichiarazione dal responsabile tecnico di laboratorio o di enti terzi, quali l'IMQ, circa la veridicità delle misure;
- è obbligatorio riportare il flusso utile in uscita dall'apparecchio ovvero il flusso prodotto dai led ridotto dalle perdite.

## CONTROLLO DEI CONSUMI ENERGETICI

Sempre la L.R. 17/00 e sempre all'art. 6 comma 2 in riferimento agli impianti d'illuminazione:  
*“gli stessi devono essere equipaggiati di lampade con la più alta efficienza possibile in relazione allo stato della tecnologia; gli stessi inoltre devono essere realizzati in modo che le superfici illuminate non superino il livello minimo di luminanza media mantenuta previsto dalle norme di sicurezza, qualora esistenti, e devono essere provvisti di appositi dispositivi in grado di ridurre, entro le ore ventiquattro, l'emissione di luce degli impianti in misura non inferiore al trenta per cento rispetto al pieno regime di operatività.”*

### D.9 Regolatori di flusso

Considerate le necessità dell'Amministrazione Comunale in termini di risparmio energetico ed economico è stata ritenuta di fondamentale importanza l'installazione di regolatori di flusso. La scelta potrà essere effettuata tra i due principali tipi di regolazione:

- Regolatori di flusso centralizzati;
- Regolatori di flusso punto-punto.

La regolazione punto-punto permette un controllo maggiore sull'intero territorio comunale oltre che dare la possibilità di realizzare servizi di smart city appoggiandosi alla struttura utilizzata dal sistema di regolazione. Di contro, com'è facile immaginare, presenta dei costi di realizzazione decisamente maggiori rispetto al centralizzato.



Per il Comune di Cantù si prescrive l'impiego di regolatori di flusso puntuali (punto-punto) e dove solo dove non possibile per motivi tecnici da giustificare nelle successive fasi progettuali si potrà prevedere la regolazione di flusso centralizzata.

#### ***D.10 Telecontrollo e telegestione degli impianti di illuminazione pubblica***

Visto la crescente esigenza manifestata dagli Enti che gestiscono impianti d'illuminazione stradale, circa la possibilità di supervisionare lo stato e il funzionamento in modo più adeguato di quanto si riesca a fare oggi dove ci si basa su sporadiche segnalazioni da parte degli utenti, il telecontrollo consente sicuramente di migliorare il servizio offerto, sia in termini di tempestività d'intervento che in termini di copertura del territorio.

Infatti la tecnologia oggi disponibile nel settore consente di:

- supervisionare gli impianti sotto il profilo del decadimento del servizio, consentendo di verificare in tempo reale gli stati principali delle apparecchiature degli impianti (supervisione remota);
- intervenire direttamente con manovre sulle apparecchiature tramite l'invio di segnali di comando ai dispositivi di controllo (gestione remota);
- tramite l'utilizzo di radiomodem, gsm, modem telefonico o reti wireless, si riesce a comunicare con il centro di controllo remoto, fornendo informazioni circa le tensioni, le correnti e gli altri parametri della linea di alimentazione monitorata;
- realizzare la funzione di segnalazione di allarme per eventi verificatisi sulla linea, quali guasti, intervento dei dispositivi di protezione, mancata accensione di una lampada, consentendo un tempestivo intervento inviando eventualmente anche messaggi SMS al cellulare di un tecnico reperibile;
- riuscire a correggere le ore di funzionamento di ciascun punto luce, e segnalare preventivamente l'esaurimento delle lampade per consentire operazioni di manutenzione preventiva.

Tutte le varie funzioni che il sistema di telecontrollo permette di realizzare, vengono ripartite su tre livelli di intervento: Centrale di controllo, Unità di quadro (Intermedia) e Unità periferica (Terminale).

Le apparecchiature elettroniche per il controllo e comando di un singolo punto luce o di un raggruppamento omogeneo costituiscono le unità periferiche in campo (Terminali) e dialogano con il sistema di controllo intermedio installati all'interno dei quadri elettrici di distribuzione.

La Centrale di controllo dialoga con tutte le varie periferiche in campo, attraverso le unità di controllo intermedie posizionate nei quadri, che consentono di gestire direttamente le varie

linee di illuminazione pubblica che si diramano, controllandone tutti i parametri elettrici in uscita.

Ciascuna unità in campo viene univocamente codificata, al fine di consentirne l'identificazione da parte della Centrale di controllo, ed evitare errate interpretazioni dei dati ricevuti.

Il sistema di comunicazione che si può mettere in atto, permette il dialogo di tutte le unità periferiche con la centrale, con la possibilità di inviare e ricevere segnali di ciascun punto luce o raggruppamento, comandando l'accensione o lo spegnimento fino ad una potenza max di 400 watt per ogni attuatore.

I componenti impiegati, generalmente assicurano la protezione contro gli agenti atmosferici, quali l'umidità e la polvere, consentendo l'installazione delle unità anche all'interno di pozzetti, pali o armature, con temperature di funzionamento comprese tra  $-25$  e  $+70$  °C.

Il sistema di telegestione e telecontrollo degli impianti semaforici deve permettere l'immediata segnalazione del verificarsi di una situazione di guasto e disagio che può compromettere la sicurezza degli utenti, deve pertanto segnalare il singolo punto luce spento al manutentore per permettere l'intervento immediato.

### **Telegestione / Telecontrollo impianti I.P. con regolatore di flusso**

Prendere in considerazione la realizzazione di un sistema di telegestione in presenza di quadri di comando con dispositivi di regolazione di flusso, non produce certamente costi ulteriori, visto che i moduli suddetti già prevedono questa possibilità, della quale vengono indicate le funzioni principali:

- ✓ Lettura delle principali grandezze elettriche di ciascuna linea, quali tensione e corrente, nonché gli eventi particolari, guasti e allarmi, con possibilità di interrogare gli archivi storici memorizzati;
- ✓ Configurazione dei vari cicli di funzionamento;
- ✓ Interventi a distanza sui parametri di lettura e comando dei segnali di input e output, sia digitali che analogici.

Questa è ovviamente la filosofia che gli enti o le aziende che gestiscono sistemi di telecontrollo tentano di soddisfare, perché sorvegliare lo stato e le funzionalità è e rimane l'obiettivo primario.

Ovviamente la tecnologia oggi giorno disponibile sul mercato, tenta di andare in questa direzione non solo per quelle che sono le operazioni di monitoraggio dello stato, ma poter intervenire addirittura con un centro di controllo dotato di apposito Personal Computer che gestisca tutte le varie informazioni immagazzinate.

Si possono ricevere segnalazioni per mancata accensione, allarmi, interventi di protezione ecc. ed andare a modificare direttamente i parametri del regolatore, o inviare messaggi SMS al cellulare del personale reperibile.

Il centro di controllo, a sua volta, può controllare e modificare, anche in emulazione diretta, i parametri del regolatore, o inviare messaggi SMS, in caso di avaria al cellulare di un tecnico reperibile.

Un'ulteriore espansione del sistema di telegestione di un impianto con regolatore di flusso impiega la tecnologia delle onde convogliate, che non necessita della realizzazione di nuove linee per la trasmissione dei segnali, ma utilizza gli stessi conduttori di alimentazione delle lampade per la comunicazione tra il regolatore ed i moduli di controllo palo disposti localmente in prossimità dell'apparecchio da gestire.

Questa tecnologia presenta numerosi vantaggi, che comprendono una riduzione costi d'installazione, la gestione intelligente della manutenzione, la possibilità di una analisi sulla durata delle lampade, assicurando comunicazioni sicure anche in presenza di linee lunghe chilometri.

In questo caso, occorre dotare il regolatore di flusso con un gestore della tecnologia a onde convogliate, ed installare tanti moduli controllo palo quanti sono i pali o i corpi illuminanti che si intendono gestire, i quali possono essere installati nel pozzetto, nella morsettiera del palo o nel corpo illuminante stesso.

In questo modo ciascun palo invia dati relativi a:

- ✓ Stato lampada (On/Off)
- ✓ Tensione rete
- ✓ Tensione al bulbo della lampada
- ✓ Corrente assorbita
- ✓ Corrente di lampada
- ✓ Cosfi
- ✓ Corrente al condensatore
- ✓ Fattore di potenza lampada
- ✓ Fattore potenza condensatore
- ✓ Tempo medio di lampada accesa sull'ora

Sulla base di questi dati, il regolatore dialoga con le unità periferiche, riuscendo in questo modo ad ottimizzare:

- Orario spegnimento
- Parametri configurazione
- Orario riaccensione lampada

- Comando di identificazione gruppo appartenenza
- Comando accensione immediata
- Comando spegnimento immediato
- Comando generali accensione e spegnimento
- Parametri di taratura grandezze elettriche

### **Conslusioni Telegestione / Telecontrollo**

L'utilizzo di adeguati programmi informatici consente oggi la gestione di ingenti quantità di dati, nello specifico caso legati al controllo ed alla manutenzione di un impianto di pubblica illuminazione, in maniera molto razionale e semplice.

Questo consente sicuramente di ottimizzare il sistema di gestione tradizionale, garantendo miglioramenti del servizio.

Le linee guida tracciate nella presente, relative appunto alla gestione degli impianti di pubblica illuminazione, hanno considerato le principali tematiche applicabili anche agli archivi del software gestionale, al fine di ottenere un prodotto mirato alle necessità della Committenza, che potrà essere ampliato in virtù di particolari esigenze che potranno emergere nello specifico caso sulla base di nuovi progetti. Più in generale, lo strumento del presente progetto di fattibilità, individua un percorso funzionale nella gestione dell'impianto di Pubblica Illuminazione rivolto a migliorarne la stessa qualità della luce, con scelte mirate e suddivise dalle caratteristiche urbanistiche della città, non andando a disconoscere le necessità principali dei consumi energetici. Si sono così indicate tipologie nuove di "sistemi-lampade", con caratteristiche tecniche di assoluto interesse per possibili interventi futuri, avendo però sempre presente le direttive illuminotecniche, nel contesto di migliorare grazie all'informatizzazione, il servizio della Pubblica Illuminazione, per una più pronta ed attenta necessità del cittadino.

## E) FORME DI FINANZIAMENTO PER LA REALIZZAZIONE DI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

### E.1 Premessa

Il capitolo ha l'obiettivo di presentare, in modo semplificato e divulgativo, le diverse forme di finanziamento presenti sul mercato e che possono contribuire al reperimento dei fondi per la realizzazione d'interventi volti alla riqualificazione degli impianti.

### E.2 Finanziamento tramite terzi

L'efficienza energetica è strettamente correlata alla disponibilità di strumenti finanziari innovativi prontamente disponibili ed uno degli strumenti finanziari più all'avanguardia e più proficui per la realizzazione di interventi di efficienza energetica è senz'altro il Finanziamento Tramite Terzi, il cui utilizzo è fortemente auspicato da vari organismi internazionali e permette all'utente finale di effettuare interventi di efficienza energetica senza dover anticipare minimamente il capitale, ma ripagando l'intervento tramite il proprio risparmio.

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

In pratica, la ESCo effettua l'intervento di efficienza energetica, grazie alle risorse anticipate dal sistema bancario (il terzo soggetto) e si accorda con l'utente finale su quanta parte del risparmio economico ottenuto debba servire a ripagare l'investimento, definendo così il piano di rimborso. Alla fine del periodo di rimborso, l'utente finale diventa titolare dell'intervento e usufruisce in pieno degli ulteriori risparmi derivanti.

Con il termine ESCo s'intende pertanto un'impresa in grado di sviluppare, realizzare e finanziare progetti basati sul miglioramento delle prestazioni, centrati sul miglioramento dell'efficienza energetica e sulla riduzione dei costi di manutenzione, su impianti di proprietà o di gestione del cliente.

Le forme di finanziamento fra l'Ente Appaltante e la ESCo possono essere:

- Shared Saving: in questo caso la ESCo si fa carico del finanziamento ed assume su di sé sia il rischio correlato alla prestazione nei confronti del cliente sia quello al credito nei confronti dell'eventuale ente finanziatore o di se medesima nel caso di finanziamento diretto;

- **Guaranteed Saving:** in questo caso il cliente si fa carico del reperimento del finanziamento e del relativo rischio del rimborso verso l'ente finanziatore, mentre la ESCo assume la responsabilità della performance di risparmio e di efficienza energetica.

L'ideale sarebbe che il finanziamento pubblico per la realizzazione specifica degli interventi fosse al 100%, in quanto alcune ESCo, per le caratteristiche che attualmente possiedono, non sono in grado di utilizzare risorse proprie, se non in minima parte.

Nel caso in cui la ESCo fosse una società privata dotata di capacità finanziarie proprie o capace di reperire eventuali capitali sul mercato si potrebbe procedere anche in mancanza o di ridotta disponibilità finanziaria dell'Ente.

Il titolare del finanziamento dovrebbe essere pertanto il Committente o la ESCo privata nel caso in cui finanziasse direttamente e le garanzie dovrebbero essere sostenute da un terzo datore di garanzia, mentre la restituzione degli investimenti avverrà in parte o in tutto attraverso i risparmi generati dagli interventi, con i flussi monetari da parte del Committente verso l'Istituto bancario.

### ***E.3 Il fondo di garanzia***

Il Fondo di Garanzia, istituito dalla legge 662 del 1996 presso il MedioCredito Centrale (MCC), facilita l'accesso al credito delle piccole e medie imprese concedendo una garanzia pubblica a fronte di finanziamenti concessi dalle banche.

Rivolgendosi al Fondo, un'impresa ha quindi la possibilità di ottenere finanziamenti a condizioni vantaggiose, senza garanzie aggiuntive sugli importi garantiti che, secondo i casi, coprono dal 50% all'80% del finanziamento complessivo, fino a un massimo di 2,5 milioni di euro.

A rendere particolarmente interessante l'intervento del Fondo per le ESCo che realizzano interventi di riqualificazione energetica degli impianti di illuminazione pubblica sono le modifiche apportate alla normativa, infatti come previsto dalla circolare di MCC 617/2012 le imprese che lavorano su progetto o commessa possono beneficiare di un nuovo sistema di valutazione incentrato sull'analisi combinata dei dati storici di bilancio e dei punti caratterizzanti dell'iniziativa.

Bisogna però considerare il fatto che il Fondo di Garanzia è destinato alle imprese valutate "economicamente e finanziariamente sane" sulla base di criteri di valutazione che hanno generalmente ad oggetto i dati di bilancio (o delle dichiarazioni fiscali) degli ultimi due esercizi.

Per le imprese che lavorano su commessa o progetto, come le ESCo, è stato però introdotto un processo istruttorio specifico che prevede, la capacità di realizzazione e le potenzialità di remunerazione dei progetti stessi.

In pratica, quando viene presentata la domanda devono essere forniti i dati di bilancio (o dichiarazione fiscale) necessari per compilare il modello di valutazione, ma il punteggio così conseguito non può determinare l'esclusione della domanda. Questo tipo di valutazione viene infatti affiancata dall'analisi di un business plan che, secondo un apposito modello fornito da MCC, riassume alcuni parametri in grado di dimostrare le capacità di realizzazione e remunerazione del programma: la struttura produttiva e organizzativa dell'impresa; fasi e tempi della realizzazione del progetto; l'esperienza dell'impresa acquisita nella realizzazione di simili progetti; le componenti di spesa; la tempistica di realizzazione dell'iniziativa; il piano dei costi; le fonti finanziarie interne ed esterne all'impresa per la copertura dell'opera; importi, qualificazione ed orizzonte temporale dei rientri attesi.

L'impresa deve soddisfare due ulteriori condizioni necessari per l'esito positivo della domanda: in primo luogo i mezzi propri dell'impresa (capitale sociale più riserve) devono essere pari almeno al 10% del budget dell'iniziativa e, in secondo luogo, la durata del finanziamento non deve eccedere il ciclo economico dell'iniziativa stessa, comprensivo del periodo di realizzazione del progetto e del tempo necessario per il conseguimento dei rientri.

#### **E.4 Il fondo di Kyoto**

Il Fondo di Kyoto è un fondo per il finanziamento delle misure di riduzione delle emissioni dei gas a effetto serra, finalizzate all'attuazione del Protocollo di Kyoto.

Il cd. "Decreto Crescita" ha sostituito le "Misure" precedentemente oggetto di finanziamento agevolato con nuovi interventi, quali:

- protezione del territorio e prevenzione del rischio idrogeologico e sismico;
- ricerca, sviluppo e produzione di biocarburanti di "seconda e terza generazione";
- ricerca, sviluppo, produzione e installazione di tecnologie nel "solare termico", "solare a concentrazione", "solare termo-dinamico", "solare fotovoltaico", biomasse, biogas e geotermia;
- incremento dell'efficienza negli usi finali dell'energia nei settori civile e terziario, compresi gli interventi di social housing.

Oltre a questi interventi sono state inserite anche misure per il risparmio energetico, a partire dall'illuminazione di strade pubbliche e semafori.

Possono presentare domanda di finanziamento le imprese (comprese le ESCo e le SRL "a procedura semplificata") che operano nei settori di realizzazione degli interventi previsti purché



gli investimenti finanziati comportino occupazione aggiuntiva a tempo indeterminato per lavoratori di età non superiore a 35 anni alla data di assunzione. Nel caso di assunzioni superiori a tre unità, almeno un terzo dei posti è riservato a giovani laureati con età non superiore a 28 anni.

Il finanziamento agevolato presenta le seguenti caratteristiche:

- Fondo rotativo;
- Tasso fisso dello 0,50% annuo, ridotto allo 0,25% per le ESCO e le SRL “semplificate”;
- Durata massima di 6 anni, e fino a 10 anni per le ESCO e per le SRL semplificate.

### **E.5 Il fondo EEEF**

Il “Piano d’azione per l’efficienza energetica”, adottato dalla Commissione europea nel 2006, rappresenta un importante strumento per il conseguimento degli obiettivi previsti dal cd. “Pacchetto 20-20-20”, mediante il ricorso a politiche e azioni orientate a incrementare l’efficienza energetica.

In seguito, nel 2009, è stato predisposto in ambito comunitario il “Programma di aiuto alla ripresa economica europea” (EEPR), al cui interno è previsto quale strumento di attuazione il “Fondo europeo per l’efficienza energetica” (“EEEF”), finalizzato al finanziamento nel settore pubblico di progetti riguardanti l’efficienza energetica pubblica, il trasporto urbano pulito e le energie rinnovabili.

La consistenza iniziale del fondo è pari a 265 mln di euro, così ripartiti tra i soggetti aderenti:

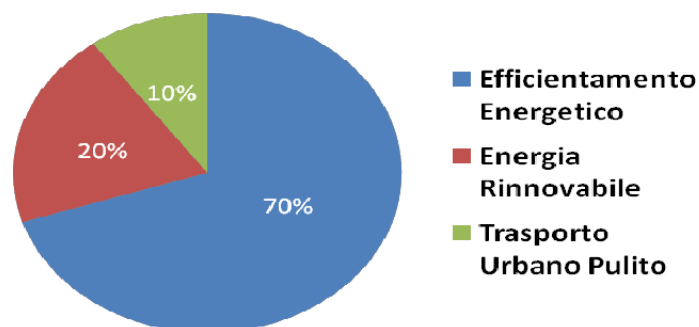
- 125 mln di euro sottoscritti dalla Commissione Europea;
- 75 mln di euro sottoscritti dalla BEI;
- 60 mln di euro sottoscritti della Cassa Depositi e Prestiti S.p.A.; 5 mln di euro sottoscritti dalla Deutsche Bank, che gestisce il fondo, in qualità di fund manager, selezionato ad esito di una procedura competitiva.

Il Fondo si pone come obiettivo il raggiungimento di una dimensione complessiva pari a circa 500/800 mln di euro, prevalentemente dovuta a impegni di sottoscrizione di altre Istituzioni finanziarie e del settore privato.

I progetti finanziabili devono avere una dimensione media di 15/20 mln (con un max. di 50 mln ed un min. 5 mln), mediante strumenti finanziari prevalentemente di debito sebbene sia prevista, in aggiunta, la possibilità di effettuare investimenti direttamente con equity, ma la durata massima del finanziamento è di 15 anni e la distribuzione geografica dei progetti dovrà contemplare un sostanziale “bilanciamento geografico” fra i vari paesi membri dell’EU 27.

I Beneficiari del Fondo EEEF possono inoltre richiedere l'assistenza tecnica per la realizzazione del progetto e ricevere un finanziamento che copra il 90% dei costi suddetti (se ritenuti ammissibili).

L'EEEF riconosce il finanziamento esclusivamente per nuovi progetti e non può rifinanziare obbligazioni già esistenti e soltanto nell'ipotesi in cui il progetto può essere suddiviso in più fasi, l'EEEF potrà ricoprire finanziariamente le ultime fasi di realizzazione dello stesso.



Allo stato attuale non è preclusa la cumulabilità del Fondo con ulteriori incentivi nazionali o locali, ad eccezione dell'ipotesi in cui lo stesso progetto proposto sia già in parte co-finanziato mediante altri programmi dell'Unione Europea.

I potenziali Beneficiari del Fondo possono essere individuati negli Enti locali territoriali, Regioni, altri enti pubblici e/o privati che agiscano per conto degli Enti medesimi sul territorio dell'Unione Europea.

Il Fondo sostiene l'attuazione di interventi ben definiti:

- Interventi di incremento dell'efficienza energetica;
- Energia rinnovabile;
- Trasporto urbano pulito.

Gli interventi devono però rispettare i seguenti parametri:

- I progetti di efficienza energetica devono realizzare un risparmio energetico pari almeno al 20%, ad eccezione del settore edilizio per il quale è richiesta una percentuale più elevata;
  - Per l'ammissibilità dei progetti, le richieste di finanziamento delle pubbliche autorità dovranno essere concretamente dirette alla lotta ai cambiamenti climatici;
1. Nell'ambito della sostenibilità economica, specifici criteri potranno richiedersi in riferimento a determinate tecnologie;
  2. L'EEEF considererà esclusivamente le tecnologie comprovate e sosterrà gli investimenti in progetti volti ad aumentare l'utilizzo delle ESCo che si impegnano a garantire risparmio di energia;
  3. Gli investimenti dovranno essere uniformati alla normativa europea di riferimento.

Nelle tabelle che seguono sono illustrati i criteri tecnici, cui devono essere conformi gli interventi da realizzare:

## A) Efficienza energetica

SOTTO SETTORE A	TELERISCALDAMENTO O RAFFREDDAMENTO
Teleriscaldamento/ Raffreddamento	Riqualificazione o ampliamento dei sistemi esistenti, a condizione che: <input type="checkbox"/> La generazione di calore rispetti i criteri di elevata efficienza <input type="checkbox"/> Sia in alternativa basata su fonti di Energia Rinnovabile <input type="checkbox"/> I costi di lungo periodo dell'approvvigionamento di calore includano tutto il necessario per una riqualificazione competitiva con il costo delle singole caldaie negli edifici
SOTTO SETTORE B	COGENERAZIONE
Cogenerazione ad alta efficienza di energia e calore	<input type="checkbox"/> Risparmio di energia primaria (Primary Energy Savings) pari almeno al 10% su base annuale <input type="checkbox"/> Microcogenerazione <input type="checkbox"/> Progetti di cogenerazione che utilizzano la biomassa non soggetti a requisiti minimi di efficienza
SOTTO SETTORE C	EDIFICI PUBBLICI E PRIVATI
Edifici	<input type="checkbox"/> Ristrutturazioni a livello di costo ottimale come determinato dalla direttiva europea di riferimento <input type="checkbox"/> In particolari casi (patrimoni protetti) miglioramenti dell'efficienza anche al di sotto del livello di costo ottimale <input type="checkbox"/> Nuove costruzioni: la parte dei costi di investimento, per il raggiungimento degli obiettivi di EE, che eccede gli standard della legislazione nazionale deve essere conforme alla Direttiva 2010/31/EU <input type="checkbox"/> Dalla riqualificazione dovrà risultare un miglioramento di almeno due categorie (es. da edifici di categoria D a B) <input type="checkbox"/> I progetti devono includere l'integrazione di tecnologie di produzione di energia da fonti rinnovabili negli edifici o dare priorità a misure di risparmio e efficientamento energetico passivo, solo quando ciò è avvenuto si può investire in Energie Rinnovabili <input type="checkbox"/> Accurata verifica e certificazione degli edifici (quando richiesta), effettuata da esperti qualificati
SOTTO SETTORE D	TECNOLOGIE NEGLI EDIFICI
	I progetti inerenti le tecnologie di Efficientamento Energetico utilizzate negli edifici, che soddisfano il potenziale di EE, devono conseguire un Risparmio di energia primaria (PES) pari almeno al 20% se eseguiti da promotori o attraverso il modello ESCo

## B) Energia da fonti rinnovabili

Sotto settore*	CRITERI APPLICATI	CRITERI ECONOMICI
Energia Solare (termico e fotovoltaico)	<input type="checkbox"/> Valutazione del rendimento dell'irradiazione solare specifica del sito (>0,5 MW) <input type="checkbox"/> Soluzioni collaudate <input type="checkbox"/> Riscaldamento solare dell'acqua (tecnologia certificata)	<input type="checkbox"/> Nessun obiettivo di costo per le tecnologie nuove ed innovative (elettricità solare/fotovoltaico, sistemi di riscaldamento solare dell'acqua in concorrenza con le alternative ai combustibili fossili)
Idroelettrico	<input type="checkbox"/> Ristrutturazione/riqualificazione degli impianti di energia idroelettrica esistenti e delle dighe di irrigazione <input type="checkbox"/> Piccoli impianti idroelettrici run of the river <input type="checkbox"/> Impianti di energia idroelettrica non su larga scala	<input type="checkbox"/> Costi di generazione dell'elettricità livellati ≤96 EUR/MWh <input type="checkbox"/> Costi >96 EUR/MWh potrebbero essere accettati per la produzione di picchi di carico di potenza
Biomassa	<input type="checkbox"/> Preferibilmente rifiuti agricoli per la cogenerazione o calore <input type="checkbox"/> Non sono ammessi progetti che producono o utilizzano biocarburanti per la produzione di energia elettrica connessa alla rete	<input type="checkbox"/> Costi di generazione dell'elettricità ≤96 EUR/MWh <input type="checkbox"/> Produzione di calore in concorrenza con le alternative ai combustibili fossili
Geotermico	<input type="checkbox"/> La risorsa deve essere collaudata con un programma di test di trivellazione <input type="checkbox"/> Non è ammesso alcun rischio di trivellazione <input type="checkbox"/> Pompe di calore geotermico	<input type="checkbox"/> Costi di generazione dell'elettricità ≤96 EUR/MWh <input type="checkbox"/> Produzione di calore in concorrenza con le alternative ai combustibili fossili
Energia eolica	<input type="checkbox"/> Almeno un anno di misurazioni del vento sul sito, preferibilmente ad altezza di torre (Hub height) <input type="checkbox"/> Provata, modulata e onshore <input type="checkbox"/> Max 6 MWh di capacità installata	<input type="checkbox"/> Costi di generazione dell'elettricità ≤96 EUR/MWh

I progetti per i quali è richiesto il finanziamento devono essere presentati al Fund manager (Deutsche Bank).

L'Investment Manager preposto avvia una fase istruttoria preliminare e, in caso di esito positivo, provvede a verificare la conformità del progetto rispetto alle linee guida del Fondo

EEEF (tecnica e finanziaria): quest'ultima fase, definibile di due diligence, prevede un coinvolgimento anche degli altri soggetti aderenti al Fondo EEEF, al fine di consentire un'efficace analisi sull'idoneità del progetto al portafoglio, nonché rispetto al rischio applicabile e alle valutazioni circa il rischio-rendimento.

Al superamento delle suddette fasi, l'Investment Manager propone ad un apposito Comitato e al CdA una Proposta di Investimento riguardante il progetto al fine dell'approvazione finale.

#### **E.6 I certificati bianchi (TEE)**

Il meccanismo dei Titoli di Efficienza Energetica (TEE), comunemente noti come "Certificati Bianchi", rappresenta uno dei principali sistemi d'incentivazione del risparmio energetico, per quanto riguarda gli "usi finali" dell'energia, attraverso la promozione di un impiego efficiente delle risorse energetiche.

Il meccanismo dei TEE si fonda sull'obbligo imposto ai distributori di energia elettrica e ai distributori di gas naturale di realizzare un obiettivo annuo di risparmio energetico.

L'attuale meccanismo prevede che l'AEEG si avvalga dell'ENEA per quanto riguarda la verifica e certificazione dei risparmi di energia primaria relativi alle richieste dei TEE e l'elaborazione delle schede tecniche.

I Certificati Bianchi attestano i risparmi energetici conseguiti attraverso l'applicazione di tecnologie e sistemi efficienti e vengono emessi dal Gestore del Mercato Elettrico (GME) sulla base delle certificazioni dei risparmi conseguiti effettuate dall'Autorità dell'Energia.

Sono strumenti d'incentivazione particolarmente innovativi poiché lasciano al mercato la definizione della misura dell'incentivo e al regolatore la sola fissazione dell'obiettivo da realizzare.

Alle ESCo il meccanismo fornisce uno strumento per coprire parte del valore dell'intervento effettuato o del servizio offerto al cliente attraverso il ricavato dalla vendita dei TEE.

Gli obiettivi sono crescenti nel tempo e possono essere raggiunti attraverso la realizzazione d'interventi presso i clienti finali che ne traggono beneficio diretto in termini di riduzione della propria spesa energetica.

I soggetti obbligati devono consegnare annualmente all'Autorità un numero di TEE equivalente all'obiettivo obbligatorio; essi sono di 5 tipi differenti:

- Tipo I: attraverso azioni per la riduzione dei consumi di energia elettrica;
- Tipo II: attraverso azioni per la riduzione dei consumi di gas naturale;
- Tipo III: attraverso interventi di riduzione di altri combustibili solidi, liquidi e altri combustibili gassosi;

- Tipo IV: attraverso interventi di riduzione dei consumi di forme di energia primaria diverse dall'elettricità e dal gas naturale, realizzati nel settore dei trasporti e valutati con le modalità previste dall'art. 30 del d.lgs 3 marzo 2011, n. 28 (schede ENEA);
- Tipo V: attraverso interventi di riduzione dei consumi di forme di energia diverse dall'elettricità e dal gas naturale, realizzati nel settore dei trasporti e valutati attraverso modalità diverse da quelle previste per i titoli di tipo IV.

I Certificati Bianchi, però, incentivano solo la quota di risparmio che si ottiene installando apparecchiature più efficienti rispetto a quelle che il normale sviluppo tecnologico avrebbe prodotto di per sé.

Gli interventi effettuati vengono distinti sulla base dei metodi di valutazione dei risparmi conseguibili in conformità a quanto disposto dall'AEEG (deliberazione 9/11, All. A) in:

4. Metodi di valutazione standardizzata, i quali consentono di quantificare il risparmio specifico lordo annuo dell'intervento attraverso la determinazione dei risparmi relativi ad una singola unità fisica di riferimento (UFR), senza procedere a misurazioni dirette;
5. Metodi di valutazione analitica, i quali consentono di quantificare il risparmio lordo conseguibile attraverso una tipologia di intervento sulla base di un algoritmo di valutazione predefinito e della misura diretta di alcuni parametri di funzionamento del sistema dopo che è stato realizzato l'intervento;
6. Metodi di valutazione a consuntivo, i quali consentono di quantificare il risparmio netto conseguibile attraverso uno o più interventi in conformità ad un progetto e programma di misura. Il progetto e il programma di misura devono essere valutati positivamente, dopo di che il titolare può presentare richiesta di assegnazione di TEE in base ai risparmi conseguiti e misurati.

Un certificato equivale al risparmio di 1 tonnellata equivalente di petrolio (tep) e nella tabella seguente sono descritti i risparmi di energia per tipo di metodo di valutazione dei risparmi.

Con la Direttiva 2006/32/CE la Commissione Europea ha esplicitamente indicato i Certificati Bianchi come uno degli strumenti che gli Stati membri possono utilizzare per conseguire l'obiettivo di contenere i consumi energetici del 9% al 2016.

## **E.7 Finanziamenti europei**

Da tanti anni l'Unione Europea ha deciso di garantire finanziamenti ai cittadini, alle imprese, agli enti e alle organizzazioni presenti nei confini comunitari. Parte di questi finanziamenti, che sono sovvenzioni e non aiuti di natura commerciale, vengono definiti Finanziamenti Diretti perché si riferiscono a contributi gestiti direttamente dalla Commissione Europea o da Agenzie



da essa delegate. Si tratta di fondi pubblici assegnati secondo bandi, concorsi o appalti, gestiti da una regolamentazione che ne permette un utilizzo ragionevole e trasparente.

Ogni piano di finanziamento copre l'arco di sette anni durante i quali vengono pubblicati bandi periodici su ambiti definiti, in base a temi precisi, con scadenze predefinite.

Il Patto dei Sindaci è il principale movimento europeo che vede coinvolte le autorità locali e regionali impegnate ad aumentare l'efficienza energetica e l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili nei loro territori. Attraverso il loro impegno i firmatari del Patto intendono raggiungere e superare l'obiettivo europeo di riduzione del 20% delle emissioni di CO<sub>2</sub> entro il 2020.

Dopo l'adozione del Pacchetto europeo su clima ed energia nel 2008, la Commissione europea ha lanciato il Patto dei Sindaci per sostenere gli sforzi compiuti dagli enti locali nell'attuazione delle politiche nel campo dell'energia sostenibile. I governi locali, infatti, svolgono un ruolo decisivo nella mitigazione degli effetti conseguenti al cambiamento climatico, soprattutto se si considera che l'80% dei consumi energetici e delle emissioni di CO<sub>2</sub> è associato alle attività urbane.

All'interno del Patto è stato attribuito un ruolo specifico alle amministrazioni pubbliche e alle reti in grado di assistere i firmatari nel perseguimento dei loro ambiziosi obiettivi, queste amministrazioni pubbliche sono definite "Coordinatori del Patto", il loro ruolo è quello di fornire consulenza strategica e sostegno tecnico-finanziario ai comuni che aderiscono al Patto dei Sindaci ma che non dispongono delle necessarie competenze e/o risorse per soddisfare i requisiti.

Il Patto dei Sindaci è aperto a tutti gli enti locali costituiti democraticamente con l'elezione di rappresentanti, a prescindere dalle dimensioni e dalla fase di attuazione delle politiche energetiche e ambientali.

## F) PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO

La ditta aggiudicatrice dovrà presentare regolare progetto definitivo e successivamente il progetto esecutivo ai sensi del D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 *“Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE»”*. Nello specifico la ditta dovrà attenersi a quanto contenuto del testo del decreto dall’art. 24 all’art. 43.

A tal proposito si specifica che il DPR 207/2010 sopra riportato è stato abrogato dal nuovo codice degli appalti (Decreto Legislativo 18 aprile 2016, n. 50). Attualmente alcuni articoli, tra cui quelli che regolano la progettazione definitiva ed esecutiva dell’opera risultano ancora in vigore fino alle linee guida ed ai decreti attuativi che dovranno essere emanati in ossequio a quanto previsto dal nuovo codice.

Con questa premessa si riportano i contenuti della progettazione definitiva ed esecutiva fermo restando che tali contenuti andranno eventualmente rivisti ed adeguati in conformità agli applicativi del nuovo codice.

### F.1 Documentazione progetto definitivo

Documentazione del progetto definitivo:

- a) relazione generale;
- b) relazioni tecniche e relazioni specialistiche;
- c) rilievi planoaltimetrici e studio dettagliato di inserimento urbanistico;
- d) elaborati grafici;
- e) studio di impatto ambientale ove previsto dalle vigenti normative ovvero studio di fattibilità ambientale;
- f) calcoli delle strutture e degli impianti secondo quanto specificato all’articolo 28, comma 2, lettere h) ed i) del DPR 207/2010;
- g) disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici;
- h) censimento e progetto di risoluzione delle interferenze;
- i) piano particellare di esproprio;
- l) elenco dei prezzi unitari ed eventuali analisi;
- m) computo metrico estimativo;
- n) aggiornamento del documento contenente le prime indicazioni e disposizioni per la stesura dei piani di sicurezza;



- o) quadro economico con l'indicazione dei costi della sicurezza desunti sulla base del documento di cui alla lettera n).

Oltre a quanto riportato si dovrà progettare in accordo alla Norma UNI 11630:2016: *“Luce e illuminazione – Criteri per la stesura del progetto illuminotecnico”* ed in particolare all'Appendice C riguardante gli impianti stradali.

## **F.2 Documentazione progetto esecutivo**

Documentazione del progetto esecutivo:

- a) relazione generale;
- b) relazioni specialistiche;
- c) elaborati grafici comprensivi anche di quelli delle strutture, degli impianti e di ripristino e miglioramento ambientale;
- d) calcoli esecutivi delle strutture e degli impianti;
- e) piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti;
- f) piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 100 del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, e quadro di incidenza della manodopera;
- g) computo metrico estimativo e quadro economico;
- h) cronoprogramma;
- i) elenco dei prezzi unitari e eventuali analisi;
- l) schema di contratto e capitolato speciale di appalto;
- m) piano particellare di esproprio.

Oltre a quanto riportato si dovrà progettare in accordo alla Norma UNI 11630:2016: *“Luce e illuminazione – Criteri per la stesura del progetto illuminotecnico”* ed in particolare all'Appendice C riguardante gli impianti stradali.



RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA – PROGETTO DI FATTIBILITA'		
Data stampa: 03/06/2016	REL.ILL Relazione tecnica illustrativa_REV00.docx	54 di 54

## G) ALLEGATI

1. Classificazione stradale di Cantù;
2. Database impianti di illuminazione pubblica;
3. Report fotografico illuminazione pubblica;
4. Database quadri elettrici di illuminazione pubblica;
5. Report fotografico quadri elettrici.