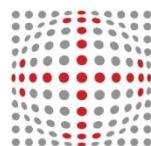




**Comune di Pisa**



Comune di San Giuliano Terme



**PISAMO**  
AZIENDA PER LA MOBILITÀ SPA

# SISTEMA TRANVIARIO DI PISA – LINEA 1 PIAZZA DEI MIRACOLI – OSPEDALE CISANELLO/CNR

## IMPIANTI

**Altri impianti di linea e fermata (Illuminazione pubblica)**  
**Relazione specialistica altri impianti di linea**



COMUNE DI PISA  
IL DIRIGENTE  
Ing. Maurizio Iannotta



PISAMO s.p.a.  
IL DIRETTORE TECNICO  
Ing. Alessandro Fiorindi



ARCHITECNA ENGINEERING s.r.l  
COORDINATORE DELLA PROGETTAZIONE:  
Ing. Santi Caminiti

### PROGETTISTI



architecna  
engineering



COMMESSE	FASE	CATEGORIA	DISCIPLINA	TIPO	NUMERO	REV.	NOME FILE
T R P I	I M	I M P	I L L	R L	0 0 1	A	TRPI-IM-IMP-ILL-RL-001-A

REV. DATA

DESCRIZIONE

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

A	DIC. 24	PRIMA EMISSIONE	F. MORI	A. TORTORELLA	S. CAMINITI
B					
C					
D					

# Relazione specialistica Illuminazione Pubblica

## Indice

Relazione specialistica Illuminazione Pubblica .....	2
Premessa.....	3
Quadro di riferimento normativo.....	3
Prescrizioni tecniche.....	3
Descrizione generale .....	4
Apparecchi illuminanti .....	4
Alimentazione.....	6
Modalità di funzionamento.....	7
Quadri elettrici.....	7
Impianto di terra .....	7
Categorie di progetto .....	8
Categorie di esercizio .....	8
Inquinamento luminoso.....	8
Verifica interferenze illuminazione stradale – verde pubblico .....	8
Rispondenza ai CAM.....	9
Rispondenza al paragrafo 4.2.3 DECRETO 27 settembre 2017.....	9
Rispondenza al paragrafo 4.3.3 DECRETO 27 settembre 2017.....	9

## Premessa

Scopo del presente documento è descrivere l'impianto di illuminazione pubblica da realizzare nell'ambito dei lavori del nuovo impianto tranviario di Pisa, Piazza dei Miracoli – Stazione – Ospedale Cisanello e diramazione per il polo CNR e parcheggio scambiatore di San Giuliano Terme.

Il progetto prevede alcune proposte tecniche mirate a realizzare un impianto che integri l'esistente, facilmente gestibile e manutenibile, affidabile, sicuro, rispettoso dell'ambiente e con ridotti costi di gestione e consumi.

## Quadro di riferimento normativo

Gli impianti sono stati progettati e dovranno essere realizzati nel rispetto delle norme tecniche:

- Internazionale: CIE (ISO), IEC
- Europeo: CEN, CENELEC
- Nazionale: UNI, CEI
- D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 nuovo Codice della strada
- D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495 Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della strada
- Norme ISO
- Decreti CAM 2017
- Legge regionale 24 febbraio 2005, n. 39 Disposizioni in materia di energia.
- Delibera di Giunta Regionale 27 settembre 2004 n.962 Linee Guida per la progettazione, l'esecuzione e l'adeguamento degli impianti di illuminazione esterna
- LEGGE REGIONALE 21 marzo 2000 n. 37 NORME PER LA PREVENZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO
- Delibera n. 47 dell'8 luglio 2008 approvato (PIER) allegato III Piano di Indirizzo Energetico Regionale allegato III Criteri tecnici per la progettazione, realizzazione e gestione di impianti di illuminazione esterna.

Si riportano di seguito, a titolo esemplificativo ma non esaustivo, le principali norme CEI ed UNI di riferimento:

- Norma CEI 11-4 Norme per l'esecuzione delle linee elettriche aeree esterne
- Norma CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
- Norma CEI 17-13/1 Apparecchiature assieme di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)
- Norma CEI 64-8 /1~7 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
- Norma CEI 0-21 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica
- Norma UNI 11248 Illuminazione stradale: selezione delle categorie illuminotecniche
- Norma UNI EN 13201-2 Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali
- Norma UNI EN 13201-3 Illuminazione stradale – Parte 3: Calcolo delle prestazioni
- Norma UNI EN 13201-4 Illuminazione stradale – Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche.

## Prescrizioni tecniche

Gli interventi proposti dovranno rispettare, in fase di progettazione, di realizzazione e di gestione, gli adempimenti richiesti dal DM 11 gennaio 2017 (G.U.R.I. 28 gennaio 2017 n. 23) in merito ai “Criteri ambientali minimi di sostenibilità energetica ed ambientale (CAM)” e nello specifico, per la pubblica illuminazione, ai requisiti contenuti nel documento di CAM “Illuminazione” emanati con Decreto 27 settembre 2017 Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti di illuminazione pubblica.

Tutti i componenti dovranno essere dotati di marchio IMQ per gli apparecchi ammessi al regime del marchio, in alternativa di marchio CEI o comunque corredati di certificazione del costruttore per la rispondenza alle norme relative. Devono rispondere alle caratteristiche nominali del circuito in cui verranno installati in termini di potenza,

tensione, corrente massima assorbita e frequenza nominali. Inoltre, tutti i componenti dell'impianto dovranno essere dotati di relativo marchio CE apposto dal costruttore.

Per la definizione delle caratteristiche tecniche degli impianti, anche ove non specificato, si deve fare riferimento specifico a tutta la normativa di legge ed alle prescrizioni degli Enti preposti in vigore. In particolare, a scopo esemplificativo, si elencano:

- Legge 186, 1 marzo 1968: Disposizioni concernenti la produzione dei materiali e l'installazione degli impianti elettrici
- DLGS 81/08 e SSME: Testo Unico per la sicurezza sul lavoro.
- D.M. 22 gennaio 2008 n° 37
- Disposizioni particolari dei Vigili del Fuoco in materia di impianti elettrici
- Posizioni della locale azienda distributrice dell'energia elettrica.

## Descrizione generale

L'impianto di illuminazione pubblica viene integrato in base al tracciato della tramvia ed alle modifiche che questo comporta sul territorio.

Le aree interessate dagli impianti elettrici oggetto della presente relazione, sono da considerarsi ambiente ordinario esterno soggetto a traffico motorizzato e pedonale, per il quale è prevista l'illuminazione pubblica. Esse rientrano pertanto nel campo di applicazione della Norma CEI 64-8; V2 – Sezione 714, della norma UNI 11248 e UNI EN 13201-2/3/4.

In linea generale i sostegni della linea di contatto sono posti lateralmente rispetto alla sede tramviaria, come previsto dal progetto della Linea di Contatto, ed il progetto prevede un impianto di illuminazione pubblica da realizzare con utilizzo di apparecchi illuminanti da montare con appositi sbracci sui pali di trazione, in modo da garantire l'illuminazione della sede tramviaria e veicolare, nonché della pista ciclabile ove prevista.

Il corpo illuminante posto sulla sommità del palo lavora nella doppia accezione di elemento di coronamento della composizione finale e nello stesso tempo contribuisce all'orientamento del cittadino nello spazio e negli spostamenti della vita quotidiana.

Si è prevista un'altezza di installazione del corpo illuminante tale da mantenere migliori prestazioni di uniformità di illuminazione, garantendo quindi un maggior comfort per gli utenti della strada compatibilmente con la geometria della rete aerea di elettrificazione.

I vantaggi trasferiti dalla tecnologia delle lampade a led proposte possono essere riassunti in flessibilità di installazione, robustezza, lunghissima durata e altissimo risparmio energetico.

L'impianto è stato dimensionato tenendo conto di eventuali futuri ampliamenti o potenziamenti. La sezione dei cavi previsti permetterà tali potenziamenti così come la presenza di interruttori di riserva nei quadri e lo spazio per altri eventualmente necessari.

## Apparecchi illuminanti

La scelta degli apparecchi illuminanti e le modalità di installazione previste sono conformi alle prescrizioni della legge Regionale e successive modifiche ed integrazioni.

Gli apparecchi, del tipo chiuso, sono dotati di sorgente LED, alimentatore elettronico e sezionatore automatico per l'accesso all'unità elettrica.

Il numero, la posizione e la tipologia degli apparecchi previsti sono negli elaborati grafici planimetrici.

Tutti gli apparecchi saranno dotati delle certificazioni previste dalla legislazione vigente:

- misure fotometriche degli apparecchi sia in forma tabellare su supporto cartaceo che in formato "Eulumdat" su supporto informatico;
- temperatura di Colore Correlata (CCT) e quando previsto (CCT>3000°K) lo spettro della sorgente in formato numerico per il controllo dell'acv;
- gruppo RG di appartenenza.

Saranno installati apparecchi illuminanti tipo ITALO 1, ITALO 2, con lampada a Led da 23,0W a 88,6W, per l'illuminazione delle seguenti strade:

- Via Bonanno Pisano
  - Palo Ldc con corpo illuminante carrabile altezza di 9,50m;
  - Apparecchio illuminante tipo ITALO 2
- Piazza di Terzanaia:
  - Palo Ldc con corpo illuminante carrabile altezza di 9,50m;
  - Apparecchio illuminante tipo ITALO 2
- Ponte della Cittadella:
  - Palo Ldc con corpo illuminante carrabile altezza di 9,50m;
  - Apparecchio illuminante tipo ITALO 2
- Lungarno Ranieri Simonelli:
  - Palo Ldc con corpo illuminante carrabile altezza di 9,50m;
  - Apparecchio illuminante tipo ITALO 2
- Lungarno Sidney Sonnino:
  - Palo Ldc con corpo illuminante carrabile altezza di 9,50m;
  - Apparecchio illuminante tipo ITALO 2
- Ponte Solferino:
  - Palo Ldc con corpo illuminante carrabile altezza di 9,50m;
  - Apparecchio illuminante tipo ITALO 2
- Via Francesco Crispi:
  - Palo Ldc con corpo illuminante carrabile altezza di 9,50m;
  - Apparecchio illuminante tipo ITALO 2
- Via Silvio Pellico:
  - Palo Ldc con corpo illuminante carrabile altezza di 9,50m;
  - Apparecchio illuminante tipo ITALO 2
- Viale Francesco Bonaini:
  - Palo Ldc con corpo illuminante carrabile altezza di 9,50m;
  - Apparecchio illuminante tipo ITALO 2
- Via Benedetto Croce:
  - Palo Ldc con corpo illuminante carrabile altezza di 9,50m;
  - Apparecchio illuminante tipo ITALO 2
- Via G. da Sangallo:
  - Palo Ldc con corpo illuminante carrabile altezza di 9,50m;
  - Apparecchio illuminante tipo ITALO 2
- Via Giacomo Matteotti:
  - Palo Ldc con corpo illuminante carrabile altezza di 9,50m;
  - Apparecchio illuminante tipo ITALO 2
- Via Carlo Matteucci:
  - Palo Ldc con corpo illuminante carrabile altezza di 9,50m;
  - Apparecchio illuminante tipo ITALO 2
- Via Cisanello:

- Palo Ldc con corpo illuminante carrabile altezza di 9,50m;
  - Apparecchio illuminante tipo ITALO 2
- Via Ital Bargagna:
    - Palo Ldc con corpo illuminante carrabile altezza di 9,50m;
    - Apparecchio illuminante tipo ITALO 2
- Via Martin Lutero:
    - Palo Ldc con corpo illuminante carrabile altezza di 9,50m;
    - Apparecchio illuminante tipo ITALO 2
- Via Piero Trivella:
    - Palo Ldc con corpo illuminante carrabile altezza di 9,50m;
    - Apparecchio illuminante tipo ITALO 2
- Via Mario Luzi:
    - Palo Ldc con corpo illuminante carrabile altezza di 9,50m;
    - Apparecchio illuminante tipo ITALO 2
- Via Mons. Aristo Manghi:
    - Palo Ldc con corpo illuminante carrabile altezza di 9,50m;
    - Apparecchio illuminante tipo ITALO 2
- Via Ferruccio Giovannini:
    - Palo Ldc con corpo illuminante carrabile altezza di 9,50m;
    - Apparecchio illuminante tipo ITALO 2
- Parcheggio:
    - Palo conico in acciaio laminato altezza di 8,00m;
    - Apparecchio illuminante tipo ITALO 1

## Alimentazione

L'impianto lungo il tracciato sarà suddiviso in zone, in relazione al tessuto urbano attraversato dalla nuova linea tranviaria ed all'impianto di illuminazione pubblica esistente.

Si prevede infatti di modificare l'impianto esistente secondo le esigenze dettate dalla nuova sistemazione urbanistica.

Sarà realizzata una nuova polifora costituita da n. 2 cavidotti diam. 110 mm in un bauletto in cls, all'interno dei quali saranno posate le nuove linee di alimentazione, che avranno caratteristiche tecniche analoghe a quelle esistenti.

Le linee elettriche di alimentazione dei sostegni della pubblica illuminazione saranno in cavo tipo FG16 in uscita da un quadro già predisposto, posate all'interno di polifore interrate sino ai sostegni, attestandosi alla morsettiera del sostegno di illuminazione.

I sostegni per l'illuminazione pubblica saranno i seguenti:

- Palo Ldc
- Palo conico in acciaio laminato (h ft 8m) per il parcheggio

I sostegni saranno del tipo a sbraccio singolo, doppio o solo pedonale/ciclabile, come normalmente in uso negli impianti attuali.

Per ridurre l'impatto visivo e il numero dei sostegni è stato previsto, per buoni tratti della nuova linea e comunque dove era possibile, di utilizzare i pali che sostengono la LdC utilizzando una prolunga sullo stesso con singolo o doppio sbraccio per il posizionamento dell'armatura stradale a LED.

Il sistema di distribuzione dell'impianto elettrico è di I° categoria in bassa tensione sistema TT.

Gli impianti di illuminazione sono dimensionati secondo le norme UNI 11248 e UNI EN 13201.

## Modalità di funzionamento

È previsto il funzionamento dell'impianto con accensione e spegnimento automatici, ottenuti tramite relè astronomico stagionale per tener conto della diversa lunghezza del giorno e della notte nei vari periodi dell'anno. L'installazione di un sistema di telecontrollo punto permetterà la gestione dell'accensione secondo le seguenti modalità:

- Impianto non alimentato durante le ore diurne: in questo caso l'accensione è attuata mediante la chiusura del contattore presente nel quadro di comando;

Impianto alimentato durante le ore diurne: in questo caso l'accensione è attuata mediante comandi gestiti attraverso le onde convogliate dal sistema di telecontrollo, senza manovre sul contattore presente nel quadro di comando.

## Quadri elettrici

Laddove non si è potuto prevedere l'utilizzo di quadri elettrici esistenti, in particolar modo per gli impianti di illuminazione del parcheggio, è stata prevista la posa di un nuovo quadro elettrico con caratteristiche tecniche analoghe agli esistenti.

L'armadio sarà caratterizzato da protezione a isolamento completo in conformità alle norme CEI 17-13/1 e CEI 17-87, e sarà realizzato in materiale termoplastico o in resina sintetica rinforzata con fibre di vetro. Avrà dimensioni massime di ingombro contenute all'interno dei seguenti limiti: - Larghezza 600 mm - Altezza 1430 mm - Profondità 330 mm. Sarà del tipo per installazione a pavimento su basamento in calcestruzzo, completo del telaio di ancoraggio realizzato in acciaio zincato a caldo. Sarà prevista una piastra di fondo per il montaggio delle apparecchiature e delle barre di supporto DIN necessarie al montaggio di tutte le apparecchiature descritte di seguito e di adeguata morsettiera per la connessione dei circuiti di uscita e del cavo di alimentazione. Sarà presente, inoltre, un passaggio realizzato in tubo in materiale plastico, completamente segregato dalle apparecchiature presenti nel vano, per il passaggio della linea di alimentazione in bassa tensione di Enel Distribuzione tra il punto di ingresso ed il gruppo di misura.

I dispositivi e componenti dei quadri saranno conformi alle indicazioni di cui al paragrafo 7.6 della norma CEI EN 60439-1. Tutti i dispositivi destinati alla distribuzione di potenza saranno protetti conformemente alla norma CEI 64-8, parte 714, ovvero le protezioni isolanti saranno tali che le parti attive siano inaccessibili al dito di prova (IP20) e, comunque, siano permesse le normali operazioni di esercizio, quali la manovra degli interruttori dei circuiti IP, dell'interruttore generale, la manovra dei commutatori e la lettura di eventuali indicatori.

Tutte le apparecchiature elettriche installate all'interno del quadro elettrico risponderanno ai seguenti requisiti:

- posizionate in modo da essere facilmente accessibili per le operazioni di manutenzione e sostituzione
- installate e cablate in modo tale che il loro funzionamento non sia compromesso da vibrazioni, microscariche o calore
- installate con tutti gli accorgimenti atti a garantire il raffreddamento di tutti i componenti senza la ventilazione forzata.

La protezione contro i contatti diretti sarà ottenuta mediante idonee barriere e nel rispetto delle ulteriori prescrizioni di cui al paragrafo 7.4.2.2. CEI EN 60439-1. La protezione contro i contatti indiretti sarà garantita con misure diverse dall'impiego dei circuiti di protezione, in modo da ottenere un'apparecchiatura complessivamente in classe II di isolamento.

## Impianto di terra

L'impianto di illuminazione pubblica è un sistema di doppio isolamento e quindi non è dotato di messa a terra con corda di rame.

## Categorie di progetto

Per ciascuna strada oggetto di intervento è stata determinata una gerarchia tra i parametri di influenza rilevanti. Sono state considerate inoltre le indicazioni di cui al prospetto 2 della norma UNI 11248 2012, relative alla variazione di categoria illuminotecnica in funzione dei parametri di influenza, adottando le seguenti condizioni:

Complessità del campo visivo normale: -1 categoria illuminotecnica;

Flusso di traffico < 50% rispetto alla portata di esercizio: -1 categoria illuminotecnica;

Condizioni non conflittuali (assenza di intersezioni e/o intersezioni a raso): -1 categoria illuminotecnica.

## Categorie di esercizio

La definizione di categorie di esercizio è legata alla variazione del traffico durante le ore della notte rispetto ai parametri nominali delle strade oggetto di intervento.

## Inquinamento luminoso

La norma “UNI 10819” tratta la limitazione della dispersione verso l’alto del flusso luminoso degli apparecchi per l’illuminazione esterna.

Le finalità sono le seguenti:

- riduzione dell’inquinamento luminoso e dei consumi
- riduzione dei fenomeni d’abbagliamento
- tutela dell’inquinamento luminoso delle zone circostanti
- miglioramento della qualità della vita e delle condizioni di fruizione dei centri urbani e dei beni ambientali.

L’impianto è stato progettato nel rispetto della normativa UNI 10819.

Per limitare in modo efficace l’inquinamento luminoso si è minimizzata tutta quella parte di esso che è evitabile in quanto non assolutamente necessaria per produrre l’illuminazione richiesta.

Per un’efficace limitazione dell’inquinamento luminoso non si è sovra illuminato: questo significa limitare i livelli di luminanza ed illuminamento delle superfici illuminate a quanto effettivamente necessario. Significa anche non applicare livelli superiori al minimo previsto dalle norme di sicurezza, quando presenti, in modo da garantire la sicurezza senza produrre eccessivo inquinamento luminoso;

Si è prevista la possibilità di una diminuzione dei livelli di luminanza e illuminamento in quegli orari in cui le caratteristiche di uso della superficie lo consentano. I livelli di illuminazione necessari per la sicurezza o per il buon uso di un certo tipo di area dipendono infatti dal tipo di utilizzo della superficie

Si è minimizzato la dispersione diretta di luce da parte degli apparecchi di illuminazione al di fuori delle aree da illuminare.

Si sono usati apparecchi che non emettono luce direttamente al di sopra del piano orizzontale.

Gli impianti progettati risultano essere “antinquinamento luminoso con basso fattore di abbagliamento e a ridotto consumo energetico”.

## Verifica interferenze illuminazione stradale – verde pubblico

Il progetto è stato redatto con particolare attenzione alle possibili interferenze tra le alberature esistenti e/o di progetto ed i pali della pubblica illuminazione.

## Rispondenza ai CAM

Come già detto in premessa, gli interventi proposti dovranno rispettare, in fase di progettazione, di realizzazione e di gestione, gli adempimenti richiesti dal DM 10 maggio 2018 (G.U.R.I. 10 luglio 2018 n. 158) in merito ai “Criteri ambientali minimi di sostenibilità energetica ed ambientale (CAM)” e nello specifico, per la pubblica illuminazione, ai requisiti contenuti nel documento di CAM “Illuminazione” emanati con Decreto 27 settembre 2017 Criteri Ambientali Minimi per l’acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l’acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l’affidamento del servizio di progettazione di impianti di illuminazione pubblica.

### Rispondenza al paragrafo 4.2.3 DECRETO 27 settembre 2017

Tutti gli apparecchi di illuminazione previsti sono a LED di Tipo A: la rispondenza sarà dimostrata con scheda tecnica fornita dal Costruttore.

Trattandosi di illuminazione stradale, oltre alla Dichiarazione di conformità UE, gli apparecchi previsti rispondono ai requisiti di cui ai paragrafi 4.2.3.2, 4.2.3.8, 4.2.3.10, 4.2.3.13, 4.2.3.14, 4.2.3.15 e 4.2.3.16.

Saranno utilizzati apparecchi già esistenti e quelli di nuova fornitura dovranno avere caratteristiche equivalenti, riportate in dettaglio nel disciplinare tecnico.

Gli apparecchi di illuminazione sono stati scelti e saranno installati in modo da rispettare i requisiti di cui al paragrafo 4.2.3.9.

L’impianto, come suddetto, sarà dotato di sistema di telecontrollo e quindi risponde a quanto prescritto al paragrafo 4.2.3.11.

### Rispondenza al paragrafo 4.3.3 DECRETO 27 settembre 2017

Il progetto è stato sviluppato in conformità a quanto richiesto al paragrafo 4.3.3.2.

L’impianto avrà indice IPEI maggiore o uguale a quello della classe A (paragr. 4.3.3.3).

È previsto un sistema di telecontrollo che consente la regolazione del flusso luminoso (paragr. 4.3.3.4 e 4.3.3.5).

Tutti i componenti dell’impianto rispondono a quanto prescritto al paragrafo 4.3.3.6.