

Regione Piemonte  
**COMUNE DI BARDONECCHIA**  
Città Metropolitana di Torino

**BANDO REGIONALE "PROGRAMMA OPERATIVO REGIONALE FESR 2014/2020 - PRIORITA' DI INVESTIMENTO IV.4 C. OBIETTIVO IV 4 C.1 - AZIONE IN.4C.1.3 - RIDUZIONE DEI CONSUMI ENERGETICI E ADOZIONE DI SOLUZIONI TECNOLOGICHE INNOVATIVE SULLE RETI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA DEI COMUNI PIEMONTESI"**

**PROGETTO ESECUTIVO AI SENSI DEL D.P.R. 207/2010 E DEL D.L. 50/2016  
RIFACIMENTO PARZIALE IMPIANTI ELETTRICI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA  
ESISTENTI IN VIA MEDAIL**


<b>COMMITTENTE:</b> <i>Comune di Bardonecchia Piazza De Gasperi, 1 10052 Bardonecchia (TO)</i>	<b>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:</b>
<b>LOCALITA':</b> <i>Via Medail 10052 Bardonecchia (TO)</i>	<b>L'IMPRESA APPALTATRICE:</b>

<b>Commessa: 7/19</b>	<b>Data: febbraio 2019</b>	<small>Questo elaborato progettuale è soggetto a proprietà intellettuale, e protetto dalle disposizioni internazionali di copyright. Di conseguenza è vietato eseguire copie, modifiche, e/o integrazioni senza il nostro previo consenso. I possessori di copie contraffatte potranno essere perseguiti ai sensi degli Art. 2043 - 2048 -2049 del Codice Civile, e degli Art. 622 - 623 del Codice Penale</small>
-----------------------	----------------------------	--

<i>Progetto classificato come "OPERE PUBBLICHE" secondo la Guida CEI 0-2 Fascicolo 65758</i>					
PERIZIA	PRELIMINARE	DEFINITIVO	<input checked="" type="checkbox"/> ESECUTIVO	DIREZ. LAVORI	COLLAUDO

<b>ELAB. N° 1</b>	<b>RELAZIONI GENERALE - TECNICA SPECIALISTICA - ILLUSTRATIVA CALCOLI ESECUTIVI ED ILLUMINOTECNICI</b>
-------------------	---

RIF:	VERSIONE:	DATA:	ESEGUITO:	CONTROLLATO:	APPROVATO:
00	PRIMA EMISSIONE	2/2019	<i>M.M.</i>	<i>P.O.</i>	<i>S.P.</i>
01					
02					

<b>IL PROGETTISTA:</b> 	<b>Studio Elettrotecnico PERENCHIO</b> di Per. Ind. Sergio Perenchio <b>Via Fratelli Bosio, 12 10057 S.Ambrogio di Torino (TO)</b> Tel. e Fax: 011/93.99.327 E-mail: <a href="mailto:info@sergioperenchio.191.it">info@sergioperenchio.191.it</a>
---	---

## SOMMARIO DEI CAPITOLI

### **Parte prima esposizione dei dati di progetto e relazione generale ed illustrativa degli impianti previsti**

◆ Dati di carattere generale	pag.	2
◆ Dati relativi ai luoghi	pag.	5
◆ Dati relativi alle influenze	pag.	6
◆ Analisi dei carichi elettrici	pag.	8
◆ Descrizione sommaria degli impianti previsti	pag.	10
◆ Caratteristiche e vantaggi degli impianti di illuminazione previsti	pag.	12
◆ Indicazione preliminare degli interventi da eseguire	pag.	13

### **Parte seconda relazione tecnica, calcoli esecutivi e criteri di scelta degli interventi e dei materiali**

◆ Verifica della connessione con la rete pubblica di alimentazione	pag.	14
◆ Dimensionamento dei quadri elettrici	pag.	15
◆ Verifica e dimensionamento delle linee elettriche	pag.	16
◆ Dimensionamento illuminotecnico	pag.	18
◆ Verifica delle distanze di sicurezza	pag.	31
◆ Protezione dai contatti diretti	pag.	32
◆ Protezione dai contatti indiretti	pag.	32
◆ Protezione dai sovraccarichi	pag.	33
◆ Protezione dai cortocircuiti	pag.	33
◆ Protezione dagli effetti termici	pag.	34
◆ Protezione dagli abbassamenti di tensione	pag.	34
◆ Protezione dalle scariche atmosferiche	pag.	34

### **Conclusione**

◆ Progettista e staff tecnico	pag.	36
◆ Bibliografia	pag.	37
◆ Allegati di progetto	pag.	38
◆ Altri documenti necessari	pag.	38
◆ Uso e tutela del documento	pag.	39

**PARTE PRIMA:  
ESPOSIZIONE DEI DATI DI PROGETTO  
E RELAZIONE GENERALE ED ILLUSTRATIVA DEGLI IMPIANTI**

**1.1 Dati di carattere generale**

*1.1.1 Scopo del progetto:*

Il presente progetto contiene i dettami giustificativi e descrittivi inerenti i lavori di rifacimento parziale degli impianti elettrici di illuminazione pubblica presso Via Medail nel Comune di Bardonecchia (TO).

I lavori trovano riferimento nei dettami legislativi sanciti dalla Legge N° 186 del 1/3/1968 relativamente alla sicurezza degli impianti, dal D.P.R. 207/2010 e dal D.L. 50/2016 relativamente alle regole delle opere pubbliche, nonché dalla vigente normativa tecnica del settore.

*1.1.2 Committente:*

La Committenza è identificabile con il Comune di Bardonecchia con sede legale in Piazza De Gasperi, 1 - 10052 Bardonecchia (TO).

L'incarico per l'esecuzione della presente commessa è stato conferito dalla Committenza stessa (Rif. n/s lettera di incarico N° 6-19 del 18/01/2019 e Determinazione Servizio Area Tecnica N° 20 del 18/01/2019 - CIG ZF526C792F).

*1.1.3 Perimetro di intervento:*

Gli impianti sono esistenti lungo Via Medail (compresi un collegamento con Viale Callet ed un passaggio pedonale) nel Comune di Bardonecchia. In particolare l'impianto ha inizio a monte all'incrocio con Via Terzo Reggimento Alpini e termina a valle all'incrocio con Piazza Medail e Via della Stazione. Tutti i punti luce esistenti nel perimetro indicato fanno capo al quadro elettrico "A" (ubicato nel Municipio).

*1.1.4 Tipo di intervento:*

L'intervento riguarda il rifacimento parziale di impianti esistenti.

*1.1.5 Livello progettuale:*

Il presente progetto è di tipo "esecutivo", vale a dire con un approfondimento specifico elevato, atto a fornire tutti gli elementi necessari ad individuare nel dettaglio le opere da realizzare (Guida CEI 0-2 Art. 2.2).

Il presente progetto esecutivo non è stato preceduto da un "preliminare".

## *1.1.6 Limitazioni del presente progetto:*

Il presente progetto è relativo al rifacimento parziale dei punti luce esistenti in Via Medail. Sono esclusi interventi su altri impianti.

## *1.1.7 Limiti di competenza:*

Le competenze illustrate nel presente progetto hanno origine a valle del quadro elettrico "A".

Le competenze terminano con i morsetti di allacciamento dei nuovi apparecchi illuminanti.

## *1.1.8 Vincoli da rispettare:*

Per quanto concerne i soli impianti elettrici, non sono menzionati ulteriori vincoli normativi o legislativi, oltre a quelli previsti dalla Legge 186/68, e dalle relative Norme CEI ed UNI applicabili. Sono state in ogni caso osservate le specifiche tecniche dei gestori degli altri impianti interrati (energia, telefonia, gas, acqua) per quanto concerne le distanze di sicurezza tra i vari cavidotti.

Sono inoltre tenuti in considerazione i parametri imposti da alcune Leggi e specifiche regionali in materia di inquinamento luminoso.

Si rammenta che, trattandosi di impianti installati totalmente all'esterno, è esclusa l'applicazione del D.M. 37/2008.

## *1.1.9 Documentazione relativa agli impianti esistenti:*

L'impianto in oggetto fu progettato nell'anno 2004 dallo Studio Baldo & Barison con sede in Torino. Tutti i documenti progettuali sono disponibili presso il Comune di Bardonecchia.

## 1.1.10 Quadro normativo e legislativo di riferimento

Gli impianti in progetto sono contemplati nelle vigenti disposizioni legislative applicabili per il caso in esame. In particolare si richiama l'attenzione sulle seguenti disposizioni di Legge:

- Legge 1/3/1968 N°186 Impianti elettrici
- D.L. 30/4/1992 N°285 Codice della strada
- Legge Regione Piemonte 24/3/2000 N°31 Disposizioni per la prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche
- Legge Regione Piemonte 9/2/2018 N°3 Modifiche della legge Regionale 24/3/2000 N°31
- D.M. 27/9/2017 Criteri ambientali minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica
- D.M. 28/3/2018 Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di illuminazione pubblica

Sono inoltre da considerarsi, come enunciato nella Legge 186/68 le normative CEI, UNEL, UNI, ISO, IEC, EN, applicabili per il caso in esame, ed in particolare:

- Norma CEI 0-21 Regola tecnica per la connessione con la rete di bassa tensione
- Norma CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale inferiore a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c.
- Norma EN61439-1 (CEI 17-113) Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione
- Norma CEI 70-1 Gradi di protezione degli involucri
- Norma CEI-UNEL 35016 Cavi conformi al regolamento UE 305/11 (CPR)
- Tabella CEI-UNEL 35024 Portata dei cavi per bassa tensione
- Documento CIE S 015 Illuminazione delle aree esterne
- Norma IEC 60364-7-714 Outdoor lighting installations
- Norma EN 13201 Illuminazione stradale
- Norma UNI 11248 Illuminazione stradale

Per tutte le Norme citate si intendono le versioni attualmente in vigore. Per quanto concerne la "norma generale" CEI 64-8 è fatto specifico riferimento alla Sezione 714 "impianti di illuminazione situati all'esterno".

## **1.2 Dati relativi ai luoghi**

### *1.2.1 Destinazione d'uso:*

Via Medail è destinata ad autoveicoli, pedoni e ciclisti in ambito urbano, ai sensi del D.L. 30/4/1992 N°285 è classificata come "strada locale", ai sensi delle Norme EN 13201 ed UNI 11248 è classificata "strada urbana di quartiere" (tipo E).

### *1.2.2 Barriere architettoniche:*

E' esclusa l'applicazione della vigente normativa per quanto attiene l'uso degli impianti elettrici. Si applica invece il D.M. 236/89 per quanto attiene il passaggio di disabili su sedia a ruote nei percorsi interessati da pali o altre installazioni.

### *1.2.3 Luoghi conduttori ristretti:*

Assenti.

### *1.2.4 Locali contenenti bagni o docce:*

Assenti.

### *1.2.5 Locali medici:*

Assenti.

### *1.2.6 Luoghi a maggior rischio di incendio:*

Assenti.

### *1.2.7 Luoghi con pericolo di esplosione:*

Assenti.

### *1.2.8 Luoghi di pubblico spettacolo:*

Assenti.

### *1.2.9 Altri luoghi specifici (pubblico spettacolo, zootecnico, ecc.):*

Assenti.

## **1.3 Dati relativi alle influenze**

### *1.3.1 Temperatura ambiente:*

Viste le caratteristiche del luogo si assumo i seguenti limiti:

- ◆ Minima: - 20 °C
- ◆ Massima: + 40 °C

### *1.3.2 Formazione di condensa:*

Viste le caratteristiche del luogo la formazione di condensa si desume come probabile.

### *1.3.3 Altitudine:*

Il Comune di Bardonecchia (TO) si trova ad un'altitudine maggiore di 1000 m (s.l.m.).

### *1.3.4 Presenza di corpi solidi estranei:*

Viste le caratteristiche del luogo si ipotizza la presenza di polvere (non infiammabile e non conduttrice) e di altri corpi solidi estranei (ghiaia, piccoli rifiuti, tranci di vegetazione).

### *1.3.5 Presenza di liquidi:*

Viste le caratteristiche del luogo si considerano la pioggia e gli spruzzi d'acqua.

### *1.3.6 Caratteristiche del terreno:*

La resistività elettrica superficiale del terreno stradale è di circa 50 kΩm (terreno ricoperto da pavimentazione in pietra, cemento e asfalto). Al di fuori dell'area stradale, in presenza di terreno misto vegetale non ricoperto (aiuole), la resistività superficiale si riduce a circa 0,5 kΩm. Per gli altri parametri geologici (carico massimo ammesso, livello della falda freatica, profondità della linea di gelo) riferirsi alle relative documentazioni.

### *1.3.7 Carico di neve:*

Per l'intervento in oggetto il dato non è necessario.

### 1.3.8 Effetti sismici:

Gli effetti sismici della zona non sono trascurabili.

### 1.3.9 Ventilazione:

Trattandosi di impianti esterni, si considera un grado di ventilazione alto, con una disponibilità buona.

La velocità massima del vento è pari a circa 25 m/s.

### 1.3.10 Condizioni ambientali speciali:

Sono rilevabili le seguenti condizioni particolari:

◆ Presenza di persone in numero elevato:	NO
◆ Presenza di animali:	SI
◆ Presenza di sostanze corrosive:	NO
◆ Presenza di sostanze radioattive:	NO
◆ Presenza di muffe:	probabile
◆ Presenza di insetti:	SI
◆ Presenza di vibrazioni:	trascurabile
◆ Presenza di altre sollecitazioni meccaniche:	NO (*)
◆ Presenza di correnti continue vaganti:	NO (**)

(\*)

Esclusi gli urti meccanici accidentali, causati dagli incidenti automobilistici.

(\*\*)

Non sono state rilevate al momento, ma potrebbero verificarsi in futuro, in seguito all'insediamento di particolari impianti (ES. stazioni radiobase, o attività artigianali con impiego di elettronica di potenza).



## 1.4 Analisi dei carichi elettrici

Dal quadro elettrico "A" hanno origine N°4 linee dorsali destinate ai vari punti luce di Via Medail.

Alla linea "L1" fanno capo N°27 pali di cui N°26 equipaggiati con due apparecchi e N°1 equipaggiato con tre apparecchi. In totale la linea serve quindi N°55 apparecchi illuminanti.

Alla linea "L2" fanno capo N°47 pali di cui N°11 equipaggiati con un apparecchio, N°35 equipaggiati con due apparecchi e N°2 equipaggiati con tre apparecchi. In totale la linea serve quindi N°87 apparecchi illuminanti.

Alla linea "L3" fanno capo N°23 pali di cui N°20 equipaggiati con due apparecchi e N°3 equipaggiati con tre apparecchi. In totale la linea serve quindi N°49 apparecchi illuminanti.

Alla linea "L4" fanno capo N°20 tutti equipaggiati con due apparecchi. In totale la linea serve quindi N°40 apparecchi illuminanti.

\*\*\*

Allo stato attuale tutti gli apparecchi esistenti sono equipaggiati con lampada a ioduri metallici di potenza nominale 70 W (potenza assorbita lampada + perdite accenditore e reattore = 80 W).

Il quadro elettrico attuale era inoltre dotato di regolatore di flusso luminoso, che, in seguito a guasto, fu escluso diversi anni fa.

In progetto tutti i nuovi apparecchi sono previsti con sorgente led di potenza nominale 24 W (potenza assorbita 27 W).

\*\*\*

Tabella comparativa potenze assorbire ante e post intervento:

Linea	Numero apparecchi	Potenza assorbita ante intervento	Potenza assorbita post intervento
L1	55	4,40 kW	1,49 kW
L2	87	6,96 kW	2,35 kW
L3	49	3,92 kW	1,32 kW
L4	40	3,20 kW	1,08 kW

Totale potenza rilevata ante intervento: 18,48 kW

Totale potenza stimata post intervento: 6,24 kW

Risparmio energetico di base: 66,25%

Risparmio energetico con regolazione (\*): 71,55%

(\*) gli apparecchi previsti sono dotati di sistema di regolazione "mezzanotte virtuale"

In base ai dati dell'impianto nelle situazioni ante e post intervento, è possibile effettuare il calcolo del risparmio energetico e dell'ammortamento delle spese, come da tabella di seguito riportata:

Tabella di risparmio e ammortamento: LED / lampade a scarica		
	Nuovo impianto	Vecchio impianto
Potenza (P) lampada (in W)	27	73
Potenza reattore, starter lampada (in W)		7
Tempo (t) di funzionamento giornaliero in ore	10	10
Energia (E) consumata al giorno in Wh (E= P x t)	270,00	800,00
Giorni accensione	365	365
Energia consumata per anno per lampada in kWh	98,55	292,00
Costo medio energia cts./kWh	€ 0,20	€ 0,20
Quantità lampade installate	231	231
Costo annuale energia totale	€ 4.553,01	€ 13.490,40
<b>Risparmio economico in € all'anno</b>		<b>€ 8.937,39</b>
<b>Risparmio energetico in kWh all'anno</b>	<b>44.687</b>	
Costo nuovi apparecchi a Led (con IVA 10%)	€ 575,74	
Costo totale nuovi apparecchi LED (con IVA 10%)	€ 132.995,94	
Costo Lampada attuale (eventualmente costo medio)		€ 75,00
Durata lampade attuali in ore (eventualmente durata media)		10.000
Costo totale lampade attuali sul ciclo di vita (1)		€ 155.925,00
Costo annuale ricambio-manutenzione (senza costo lavoro) (2)		6.323,63
<b>Risparmio annuale (compresa manutenzione) in Euro</b>		<b>€ 15.261,02</b>
Ammortamento lampade LED	7,58	anni
Periodo di funzionamento LED	90.000	ore
Periodo funzionamento senza manutenzione	24,66	anni
Totale KW risparmiati nel ciclo di vita	1101870	
Kg di CO <sub>2</sub> risparmiati per 1.000 KW	700	1000
Totale CO <sub>2</sub> risparmiato nel ciclo di vita (in tonnellate)	771	
<b>Risparmio su ciclo di vita (anni con ammortamento)</b>		<b>€ 399.228,06</b>

## **1.5 Descrizione sommaria degli impianti previsti**

### *1.5.1 Alimentazione ordinaria:*

Gli impianti saranno alimentati dal proprio punto di connessione e dal successivo quadro elettrico (codificato "A" e posto in un locale tecnico al piano interrato nel Municipio). L'alimentazione avviene in bassa tensione trifase con neutro, con tensione nominale 400/230 V, frequenza di rete 50 Hz e sistema TT.

### *1.5.2 Sezionamento, protezione generale, comando di emergenza:*

Il nuovo quadro elettrico "A", in sostituzione di quello esistente, sarà dotato di interruttori automatici di tipo magnetotermico -differenziale a protezione delle N°4 linee dorsali dirette ai vari punti luce. Sono altresì presenti apparecchi di comando (relè crepuscolare e contattore). Non sono presenti, in quanto non necessari, i comandi di emergenza.

### *1.5.3 Sorgenti di alimentazione di sicurezza e/o di riserva:*

Non sono presenti e non si prevedono nè gruppi elettrogeni, nè gruppi di continuità quali alimentazioni generali di emergenza e/o di riserva.

### *1.5.4 Protezione dai contatti indiretti:*

La protezione dai contatti indiretti dovrà essere assicurata mediante la realizzazione di tutte le installazioni in classe II (isolamento doppio o rinforzato), nel rispetto dalle Norme CEI 64-8/4 Art. 413.2. Tale sistema non prevede la realizzazione di un impianto di messa a terra. L'impianto di terra esistente sarà mantenuto, ma non sarà più collegato ai nuovi apparecchi illuminanti

### *1.5.5 Protezione dalle sovracorrenti:*

Le protezioni previste nel quadro elettrico garantiranno l'individuazione dei sovraccarichi e dei cortocircuiti nelle linee dorsali (nei cavidotti) e nelle linee terminali (entro palo).

### *1.5.6 Protezione dai contatti diretti:*

La protezione dai contatti diretti sarà assicurata dalla corretta esecuzione degli impianti, con l'impiego di materiali e soluzioni di montaggio conformi a quanto esposto nella presente relazione.

## *1.5.7 Sezionamento e protezione locale:*

In ogni palo è già presente un dispositivo di sezionamento locale (morsettiera).

## *1.5.8 Criteri di selettività:*

Non essendo previste protezioni elettriche in serie, non si considera la selettività.

## *1.5.9 Rifasamento:*

Visto il tipo di impianti, non si prevede il rifasamento.

## *1.5.10 Distribuzione delle condutture:*

In base alle raccomandazioni della Norma CEI 64-8 Sez. 714, e della Guida francese UTE, tutti gli impianti saranno realizzati con un grado di ermeticità minimo pari a:

◆ Componenti interrati o entro pozzetti non drenati:	IPX8
◆ Componenti entro pozzetti drenati:	IPX7
◆ Corpi illuminanti entro gallerie:	IPX5
◆ Componenti nei pressi del terreno:	IPX4
◆ Altri casi:	IP33

## **1.6 Caratteristiche e vantaggi degli impianti di illuminazione previsti**

In dettaglio è prevista l'installazione di punti luce secondo la rappresentazione riportata nelle allegate tavole planimetriche e caratterizzati da:

- impiego di sostegni ed apparecchi illuminanti sviluppati appositamente per il tipo di strada in oggetto, onde poter ottenere gli illuminamenti e le uniformità previsti dalle normative vigenti;
- impiego di apparecchi illuminanti con lampade a led, le quali garantiscono una elevata resa luminosa, una elevatissima durata ed un notevole risparmio energetico;
- realizzazione dell'impianto in classe II, con protezione dai contatti indiretti realizzata attraverso l'adozione di componenti e sistemi con isolamento doppio o rinforzato; tale soluzione, riconosciuta dalla Norma CEI 64-8, permette di ottenere un notevole risparmio, in quanto non è necessario prevedere alla costruzione e manutenzione degli impianti di messa a terra, ed all'espletamento delle relative pratiche di omologazione e verifica periodica (D.P.R. 462/2001);
- adozione di sistemi di protezione conformi alla Norma CEI 64-8;
- impiego di cavi di tipo FG16OR16 conformi al regolamento CPR ed adatti alla posa esterna ed interrata (Norma CEI 11-17 Art. 2.3.11), di sezione idonea a mantenere la caduta di tensione entro i valori stabiliti dalle Norme ( $\leq 4\%$ ) ed a realizzare il coordinamento con i dispositivi di protezione dalle sovracorrenti.

## **1.7 Indicazione preliminare degli interventi da eseguire**

I lavori che formano oggetto delle presenti specifiche possono riassumersi come appresso:

- 1) Rifacimento del quadro elettrico generale;
- 2) Installazione dei nuovi apparecchi illuminanti;
- 3) Rifacimento dei collegamenti elettrici nei pali;
- 4) Cartellonistica, noli, opere complementari, verifiche e certificazioni finali, georeferenzazione punti luce e aggiornamento anagrafica impianto con le effettive caratteristiche post-intervento sul portale EnerCloud+.

\*\*\*

I sopra elencati capitoli corrispondono con i sottocorpi d'opera analizzati nel computo metrico estimativo.

## **PARTE SECONDA: RELAZIONE TECNICA, CALCOLI ESECUTIVI, E CRITERI DI SCELTA DEGLI INTERVENTI E DEI MATERIALI**

### **2.1 Verifica della connessione con la rete pubblica di alimentazione**

L'impianto in progetto costituisce un'utenza passiva, che preleva unicamente potenza dalla rete pubblica.

L'impianto dispone già di un punto di connessione con la rete pubblica, con alimentazione trifase con neutro, tensione nominale 400/230 V, frequenza 50 Hz, sistema TT e potenza contrattuale 42 kW (gruppo di misura senza interruttore limitatore).

Ai sensi della Norma CEI 0-21 "regola tecnica per la connessione alla rete di bassa tensione" occorre verificare i punti di seguito elencati.

#### *2.1.1 Verifica della potenza necessaria:*

In base a quanto indicato nel capitolo 1.4, vista la futura riduzione dei carichi, sarà possibile richiedere una riduzione della potenza contrattuale ad un valore nominale pari a 6 kW (6,6 kW assorbimento massimo).

#### *2.1.2 Verifica della corrente di cortocircuito nel punto di connessione:*

Il valore massimo della corrente di cortocircuito nel punto di connessione, ed il relativo fattore di potenza, sono stabiliti convenzionalmente dalla Norma CEI 0-21 in base al tipo di fornitura ed alla relativa potenza. Per il caso in esame si assume:

- ◆  $I_{cc}$  : 6 kA (monofase) / 10 kA (trifase fino a 30 kW)
- ◆  $\cos\phi_{cc}$ : 0,7 (monofase) / 0,5 (trifase fino a 30 kW)

#### *2.1.3 Verifica della necessità di un interruttore generale (DG o DGL):*

Viste le caratteristiche della fornitura prevista, del luogo e dell'impianto utilizzatore:

- a) fornitura limitata;
- b) assenza di luoghi a maggior rischio di incendio;
- c) assenza di materiali combustibili lungo il cavo di collegamento all'impianto;
- d) collegamento all'impianto realizzato in modo da ridurre al minimo il rischio di cortocircuito (cavo in tubazione isolante dedicata);
- e) integrale di Joule verificato anche nelle condizioni più severe (sezione > 6 mm<sup>2</sup>);
- f) protezione dal sovraccarico garantita dalle protezioni a valle;
- g) protezione dai contatti indiretti garantita dalla realizzazione in classe II di isolamento della linea e del quadro a valle;

In base a tutte le condizioni riportate nella pagina precedente risulta possibile installare una protezione generale (DG o DGL) a qualunque distanza dal punto di connessione.

Tale protezione, di tipo DG, consisterà nell'interruttore generale del nuovo quadro elettrico "A", posto immediatamente a valle del punto di connessione.

## 2.2 Dimensionamento dei quadri elettrici

Le *correnti nominali* degli interruttori sono state scelte tenendo conto della corrente di impiego assorbita da ciascuna linea, calcolata in base alle seguenti formule:

$$I = P / \sqrt{3} \times 400 \times \cos\phi \quad [A] \quad \text{per le linee trifase}$$

$$I = P / 230 \times \cos\phi \quad [A] \quad \text{per le linee monofase}$$

dove:

- ◆ P : potenza assorbita dalla linea in esame [W]
- ◆  $\cos\phi$  : fattore di potenza a pieno carico

Per i dati numerici delle singole linee si rimanda agli allegati schemi.

Il *potere di interruzione* di tutte le apparecchiature presenti è stato scelto in base al valore massimo di corrente di cortocircuito, che si verifica nel punto di installazione della fornitura di energia e si riduce lungo le linee di collegamento tra esso ed i circuiti terminali (tabelle della Norma CEI 11-28). Ai morsetti del punto di fornitura la corrente di cortocircuito ammonta a 10 kA (capitolo 2.1) e si riduce a circa 8,7 kA nel punto di arrivo della linea sul quadro elettrico. E' stato quindi considerato idoneo un potere di interruzione pari a 10 kA per l'interruttore generale esterno, 6 kA per le apparecchiature principali del quadro generale e 4,5 kA per le apparecchiature soggette a filiazione.

Le *curve di intervento* degli interruttori sono state dimensionate tenendo conto della selettività con le altre protezioni, e con il tipo di carichi allacciati (correnti nominali e correnti di avviamento).

Le *tarature dei relè differenziali* degli interruttori sono state dimensionate tenendo conto della selettività, e degli eventuali limiti normativi.

Le *caratteristiche dei quadri* sono state dimensionate considerando sia le influenze esterne, sia il numero di moduli necessari, sia le massime sovratemperature ammesse.



## 2.3 Verifica e dimensionamento delle linee elettriche

La verifica è relativa alle N°4 linee dorsali esistenti, che saranno ricollegate al nuovo quadro elettrico. Il dimensionamento è relativo alle nuove linee elettriche di collegamento terminale, da realizzare all'interno dei pali (in sostituzione delle linee esistenti).

Tutte le linee elettriche sono state verificate o dimensionate al fine di risultare protette per tutta la loro estensione, secondo i seguenti parametri:

### a) La portata:

Per ogni linea devono essere soddisfatte le relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad \text{e} \quad I_f \leq 1,45 I_z$$

dove:

$$I_b = P / \sqrt{3} \times 400 \times \cos\varphi \quad [A] \quad \text{per le linee trifase}$$

$$I_b = P / 230 \times \cos\varphi \quad [A] \quad \text{per le linee monofase}$$

come già accennato per il dimensionamento dei quadri

- ◆  $I_n$  : corrente nominale della protezione
- ◆  $I_z$  : portata elettrica della conduttura, dedotta dalle Tabelle CEI-UNEL 35024/6
- ◆  $I_f$  : corrente convenzionale di funzionamento.

La sopra citata relazione sarà ripresa per quanto concerne le prescrizioni normative per la sicurezza.

### b) La caduta di tensione:

Secondo le prescrizioni normative, la caduta di tensione relativa a fondo linea deve risultare inferiore al 4% (Norma CEI 64-8/5 Art. 525), o al massimo al 5% (Norma CEI 64-8 Sez. 714) e viene calcolata in base alla relazione:

$$\Delta V = \sqrt{3} \times I_b \times (R \cos\varphi + X \sin\varphi)$$

dove:

- ◆  $R$  : resistenza del cavo (a 20 °C) derivato per tutta la sua lunghezza [ $\Omega$ ]
- ◆  $\varphi$  : angolo di sfasamento tra tensione e corrente
- ◆  $X$ : reattanza (a 50 Hz) del cavo derivato per tutta la sua lunghezza [ $\Omega$ ]
- ◆  $\sqrt{3}$ : coefficiente per linea trifase, da sostituire con 2 nel caso di linea monofase

### c) Note per il conduttore di neutro:

Essendo tutte le linee di sezione inferiore a 16 mm<sup>2</sup>, non si considera la riduzione della sezione del neutro.

d) Le condizioni di posa, ambientali, e di servizio:

La tipologia dei cavi varia a seconda del tipo di posa e delle condizioni ambientali e di servizio, secondo le prescrizioni della Norma CEI 64-8 parte 5 Art. 521 e della Tabella CEI-UNEL 35024. Nel presente progetto sono stati verificati cavi esistenti di tipo **FG7OR** in base ai seguenti criteri:

TIPO DI AMBIENTI	Esterno
TEMPERATURA AMBIENTE	Vedi capitolo "dati relativi alle influenze"
EFFETTI DEL CORTOCIRCUITO	◆ Integrale di Joule verificato ◆ Effetti termici non critici ◆ Effetti elettrodinamici non critici
AGENTI ATMOSFERICI	Protezione garantita dalle condutture
IRRAGGIAMENTO SOLARE	Protezione garantita dalle condutture
AGENTI AGGRESSIVI	Non presenti
FORMAZIONE DI OZONO NEI QUADRI	Trascurabile
TIPO DI SERVIZIO	Continuo
CORRENTI DI SPUNTO	Bassa entità
TIPO DI CONDUTTURE	Tubi in materiale isolante
TIPO DI POSA DELLE CONDUTTURE	Interrata
LINEE ENTRO LA STESSA CONDUTTURA	◆ 3÷4 nei tratti principali ◆ 1÷2 nei tratti secondari
NECESSITA' DI QUALITA' "L.S.O.H."	NO
NECESSITA' DI RESISTENZA AL FUOCO	NO
TIPO DI CAVO NECESSARIO	non propagante l'incendio (CEI 20-22) grado di isolamento 4 (0,6/1 kV) adatti alla posa interrata
SIGLA UNIFICATA DEI CAVI ESISTENTI	<b>FG7OR</b>
CONFORMITA' DEI CAVI ESISTENTI	<b>SI</b>

d) Risultati dei calcoli di verifica delle linee:

I risultati dei calcoli e dei criteri di scelta indicati nei precedenti punti a), b), c) sono riportati negli schemi elettrici allegati.

e) Prescrizioni per alcune nuove linee:

La verifica condotta nel punto d) è relativa ai cavi dorsali posati nei cavidotti.

All'interno dei pali sono stati rilevati cavi non conformi per tipologia e sezione, che dovranno quindi essere sostituiti.

I nuovi cavi dovranno essere conformi al Regolamento UE 305/11 "CPR" ed alla Norma CEI-UNEL 35016. Si stima un rischio Eurorclasse C.P.R. basso (Cca - s3 - d1 - a3) e si considera la posa esterna entro pali, per cui si prescrivono cavi tipo **FG16OR16**.

## 2.4 Dimensionamento illuminotecnico

Un impianto di illuminazione pubblica deve permettere la circolazione, nelle ore notturne, con facilità e sicurezza, all'utente della strada, sia esso automobilista o pedone, anche se il concetto di funzionalità dell'illuminazione è alquanto diverso per i due, avendo essi diverse esigenze come si può facilmente intuire.

Tali esigenze si traducono in condizioni severe a cui dovrà sottostare l'impianto da realizzare. Infatti le caratteristiche di visibilità sulla strada dipendono da un complesso di fattori, in parte propri dell'illuminotecnica, in parte propri dell'illuminazione stradale, in parte ancora propri delle varie circostanze e situazioni.

Anche se l'intensità e la velocità del traffico rendono più severe le esigenze visive, il problema essenziale da risolvere da parte dell'illuminotecnica è quello di produrre sulla strada i contrasti di luminanza sufficienti a una chiara immagine della strada stessa e degli oggetti presenti su di essa.

Una buona illuminazione stradale fa sì che la luminanza dello sfondo sia maggiore di quella dell'oggetto: in tal modo l'oggetto si distingue dal fondo (costituito dalla carreggiata) e viene percepito dall'occhio dell'osservatore (guidatore).

Inoltre sono importanti l'uniformità della luminanza, per avere un'immagine della via chiara e senza incertezze, e la limitazione dell'abbagliamento.

Pertanto il presente progetto è mirato garantire i seguenti requisiti tecnici:

- adeguati valori di luminanza e di illuminamento di tutte le strade, in modo che essi siano chiaramente riconoscibili dal guidatore e/o dal pedone / ciclista;
- un'uniformità costante delle luminanze e degli illuminamenti, allo scopo di consentire in qualsiasi punto il necessario contrasto di luminanza tra ostacoli e sfondo;
- la limitazione dell'abbagliamento da parte dei punti luce: la loro presenza nel campo visivo del guidatore non deve portare ad una luminanza di adattamento dell'occhio troppo elevata e, quindi, troppo discosta da quella corrispondente alla luminanza media della carreggiata; in tali condizioni, l'occhio necessiterebbe di un ulteriore contrasto di luminanza;
- una sufficiente guida visiva, ossia la reale possibilità, per il guidatore, di riconoscere, nella notte, il tracciato del percorso da seguire, specie nei punti complessi;
- una drastica riduzione del flusso luminoso disperso verso l'alto ed altri parametri qualitativi, attuabili con la scelta di apparecchi illuminanti conformi ai requisiti della Legge Regionale 9 febbraio 2018, N°3.
- una elevata efficienza luminosa con conseguente risparmio energetico, attuabili con la scelta di apparecchi illuminanti conformi ai requisiti "C.A.M." (D.M. 27/9/2017 e D.M. 28/3/2018).

Per quanto riguarda gli impianti di illuminazione esterna in oggetto si fa riferimento alla Norma EN 13201 ed alla Norma UNI 11248, seguendo i vari passaggi prestabiliti.

*a) Individuazione del tipo di strada e delle relative zone di studio:*

Via Medail è ricondotta alla categoria "strada urbana di quartiere" (tipo E).

*b) Identificazione delle categorie illuminotecniche di riferimento:*

Visto il tipo di strada, ai sensi della Norma UNI 11248 devono essere adottate le categorie illuminotecniche proposte dalla Norma EN 13201, considerando:

- Flusso di traffico: 50%
- Zone di conflitto: presenti (incroci ed attraversamenti)
- Complessità del compito visivo: ininfluente

Si determinano le categorie illuminotecniche di riferimento:

- ✓ Categoria ME3b

*c) Determinazione delle categorie illuminotecniche di progetto:*

Ai sensi della Norma UNI 11248 le categorie illuminotecniche di riferimento devono essere ulteriormente verificate, ed eventualmente modificate, in base ad un'analisi del rischio della zona in progetto, considerando i vari "parametri di influenza" proposti dalla Norma stessa.

Per il caso in esame la variazione della categoria illuminotecnica tiene conto dei seguenti parametri di influenza:

- ✓ Complessità del compito visivo elevata: +1
- ✓ Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali: -1
- ✓ Adozione di apparecchi con indice di resa del colore  $\geq 60$ : -1
- ✓ Prossimità di passaggi pedonali: +1

La sommatoria delle variazioni è uguale a zero, di conseguenza le categorie di progetto saranno le stesse di riferimento (ME3b).

Via F.lli Bosio, 12 - 10057 S.Ambrogio di Torino

Tel. e fax: 011/93.99.327 - E-mail: info@sergioperenchio.191.it

d) *Parametri illuminotecnici richiesti:*

In base alle categorie precedentemente individuate gli impianti in progetto dovranno garantire le seguenti prestazioni:

- ✓ Luminanza minima mantenuta (L)                      1 cd/m<sup>2</sup>
- ✓ Uniformità minima (U<sub>0</sub>);                                      0,40
- ✓ Uniformità longitudinale minima (U<sub>L</sub>);                      0,60
- ✓ Indice di abbagliamento debilitante (T<sub>L</sub>):                      15%

e) *Aspetti geometrici degli impianti previsti:*

In genere per soddisfare le richieste illuminotecniche determinate con le precedenti classificazioni è possibile adottare delle soluzioni standard di impianto. In particolare i valori di illuminamento / luminanza e di uniformità possono essere raggiunti scegliendo, oltre che la potenza degli apparecchi ed il tipo di ottiche, valori idonei di altezza dei sostegni e di interdistanza tra i vari punti.

Per Via Medail i parametri sono in parte influenzati dal ripristino dei punti luce nelle loro posizioni (non saranno eliminati i vecchi pali), ed in parte dall'adozione di nuovi apparecchi:

- ✓ Disposizione dei sostegni:                      bilaterale
- ✓ Altezza degli apparecchi:                      4,5 m
- ✓ Interdistanza:                                      13÷16 m

f) *Calcoli illuminotecnici:*

Nelle pagine successive sono riportati i risultati dei calcoli illuminotecnici svolti su elaboratore, con i seguenti dati di ingresso:

- ✓ Aspetti geometrici:                      come da capitolo precedente
- ✓ Apparecchi adottati:                      FIVEP Flat Link ©, sosp R1 - 700 mA - 24 W

## CALCOLI ILLUMINOTECNICI

### VIA MEDAIL TRATTO TIPO

Note Installazione:

Cilente:

Codice Progetto:

Data

07/02/2019

Note



Lighting Designer:

Indirizzo:

Tel.-Fax

STUDIO ELETTROTECNICO PERENCHIO  
VIA F.LLI BOSIO 12 10057 S.AMBROGIO DI TORINO  
333-4266024 011-93.99.327

Avvertenze:

## 1.1 Informazioni Area

Superficie	Dimensioni [m]	Angolo*	Colore	Coefficiente Riflessione	Illum.Medio [lux]	Luminanza Media [cd/m <sup>2</sup> ]
Suolo	74,64x12,54	Piano	RGB=205,153,95	40%	35	4,50

Dimensioni del Parallelepipedo Contenente l'Area [m]: 72,64x10,54x0,00  
Reticolo Punti di Calcolo del Parallelepipedo [m]: direzione X 2,00 - Y 2,00

## 1.2 Calcolo Energetico (Suolo)

Area	717,65 m <sup>2</sup>
Illuminamento Medio	35,36 lx
Potenza Specifica	1,09 W/m <sup>2</sup>
Potenza Specifica Illuminotecnica	3,09 W/(m <sup>2</sup> * 100lx)
Efficienza Energetica	32,41 (m <sup>2</sup> *lx)/W
Potenza Totale Utilizzata	783,00 W

## 1.3 Parametri di Qualità dell'Impianto

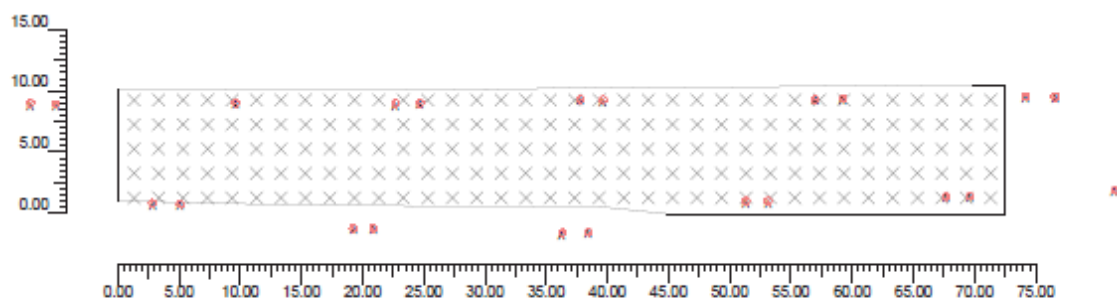
Superficie	Risultati	Medio	Minimo	Massimo	Min/Medio	Min/Max	Medio/Max
Piano di Lavoro (h=0,00 m)	Illuminamento Orizzontale (E)	35 lux	9 lux	73 lux	0,26	0,13	0,48
					1:3,82	1:7,88	1:2,06
Suolo	Illuminamento Orizzontale (E)	35 lux	9 lux	73 lux	0,26	0,13	0,48
					1:3,82	1:7,88	1:2,06

Tipo Calcolo

Dir.+Indir.(7 Interriflessioni)

## 2.1 Vista 2D Piano Lavoro e Griglia di Calcolo

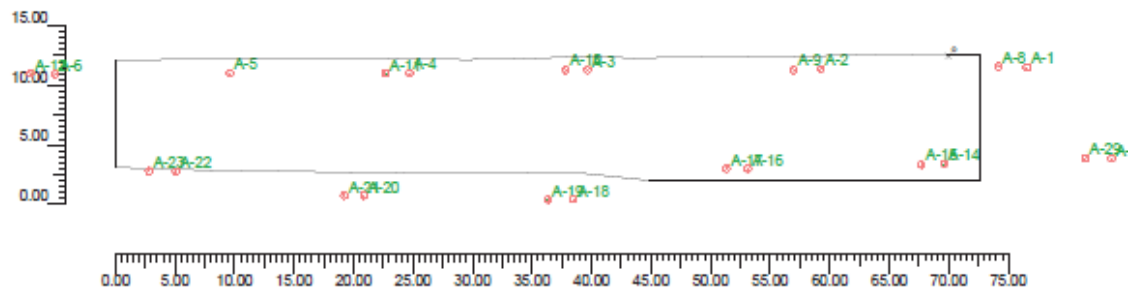
Scala 1/500





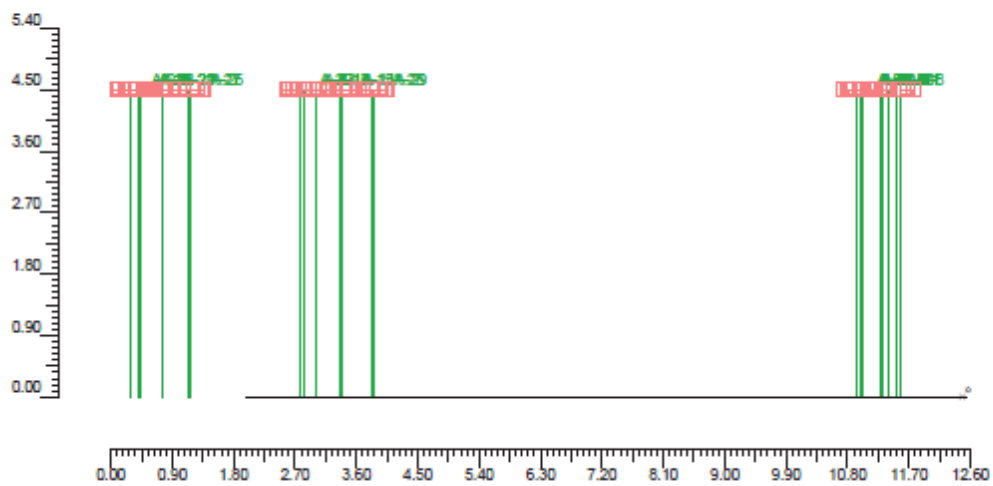
## 2.2 Vista 2D in Pianta

Scala 1/500



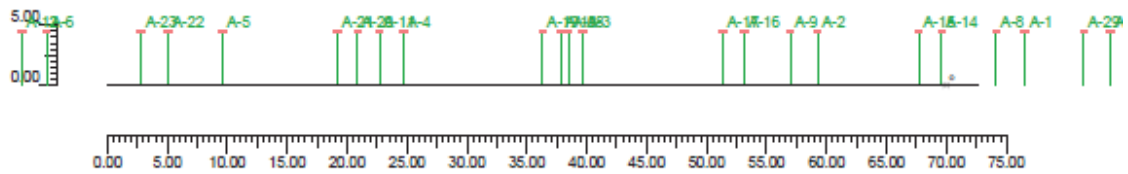
## 2.3 Vista Laterale

Scala 1/90



## 2.4 Vista Frontale

Scala 1/500



### 3.1 Informazioni Apparecchi/Rilievi

Rif.	Linea	Nome Apparecchio (Nome Rilievo)	Codice Apparecchio (Codice rilievo)	Apparecchi n.	Rif.Lamp.	Lampade n.
A	FLAT LINK S LED R2 3K	FLAT LINK S R1 LA-01 750 3K (LA-01)		29	LMP-A	1

### 3.2 Informazioni Lampade

Rif.Lamp.	Tipo	Codice	Flusso lm	Potenza W	Colore K	n.
LMP-A	LED	R1 27W/50mA 3K	3217	27	3000	29

### 3.3 Tabella Riepilogativa Apparecchi

Rif.	App.	On	Posizione Apparecchi X[m] Y[m] Z[m]	Rotazione Apparecchi X° Y° Z°	Codice Apparecchio	Coeff. Mant.	Codice Lampada	Flusso lm
A	1	X	6.62;-0.97;4.50	0.0;0.0;-135.0			27W/50mA 3K	1*3217
	2	X	-10.69;-1.09;4.50	0.0;0.0;-135.0		0.90		
	3	X	-30.30;-1.19;4.50	0.0;0.0;-135.0		0.90		
	4	X	-45.26;-1.47;4.50	0.0;0.0;-135.0		0.90		
	5	X	-60.33;-1.47;4.50	0.0;0.0;-135.0		0.90		
	6	X	-75.02;-1.54;4.50	0.0;0.0;-135.0		0.90		
	7	X	-90.11;-1.50;4.50	0.0;0.0;-135.0		0.90		
	8	X	4.22;-0.90;4.50	0.0;0.0;135.0		0.90		
	9	X	-12.96;-1.17;4.50	0.0;0.0;135.0		0.90		
	10	X	-32.14;-1.17;4.50	0.0;0.0;135.0		0.90		
	11	X	-47.26;-1.49;4.50	0.0;0.0;135.0		0.90		
	12	X	-77.09;-1.49;4.50	0.0;0.0;135.0		0.90		
	13	X	-92.29;-1.49;4.50	0.0;0.0;135.0		0.90		
	14	X	-0.34;-9.08;4.50	0.0;0.0;-90.0		0.90		
	15	X	-2.26;-9.12;4.50	0.0;0.0;90.0		0.90		
	16	X	-16.82;-9.46;4.50	0.0;0.0;-90.0		0.90		
	17	X	-18.61;-9.46;4.50	0.0;0.0;90.0		0.90		
	18	X	-31.50;-12.03;4.50	0.0;0.0;-90.0		0.90		
	19	X	-33.65;-12.08;4.50	0.0;0.0;90.0		0.90		
	20	X	-49.08;-11.73;4.50	0.0;0.0;-90.0		0.90		
	21	X	-50.74;-11.73;4.50	0.0;0.0;90.0		0.90		
	22	X	-64.87;-9.71;4.50	0.0;0.0;-90.0		0.90		
	23	X	-67.13;-9.66;4.50	0.0;0.0;90.0		0.90		
	24	X	-83.31;-12.18;4.50	0.0;0.0;-90.0		0.90		
	25	X	-85.25;-12.06;4.50	0.0;0.0;90.0		0.90		
	26	X	-96.63;-11.31;4.50	0.0;0.0;-90.0		0.90		
	27	X	-97.69;-11.35;4.50	0.0;0.0;90.0		0.90		
	28	X	13.72;-8.65;4.50	0.0;0.0;-45.0		0.90		
	29	X	11.50;-8.61;4.50	0.0;0.0;45.3		0.90		

### 3.4 Tabella Riepilogativa Puntamenti

Struttura	Fila	Colonna	Rif. 2D	On	Posizione Apparecchi X[m] Y[m] Z[m]	Rotazione Apparecchi X° Y° Z°	Puntamenti X[m] Y[m] Z[m]	R.Asse *	Coeff. Mant.	Rif.
			A-1	X	6.62;-0.97;4.50	0.0;0.0;-135.0	6.62;-0.97;0.00	S2	0.90	A
			A-2	X	-10.69;-1.09;4.50	0.0;0.0;-135.0	-10.69;-1.09;0.00	-135	0.90	A
			A-3	X	-30.30;-1.19;4.50	0.0;0.0;-135.0	-30.30;-1.19;0.00	-135	0.90	A
			A-4	X	-45.26;-1.47;4.50	0.0;0.0;-135.0	-45.26;-1.47;0.00	-135	0.90	A
			A-5	X	-60.33;-1.47;4.50	0.0;0.0;-135.0	-60.33;-1.47;0.00	-135	0.90	A
			A-6	X	-75.02;-1.54;4.50	0.0;0.0;-135.0	-75.02;-1.54;0.00	-136	0.90	A

Struttura	Fila	Colonna	Rif. 2D	On	Posizione Apparecchi X[m] Y[m] Z[m]	Rotazione Apparecchi X° Y° Z°	Puntamenti X[m] Y[m] Z[m]	R.Asse °	Coeff. Mant.	Rif.
			A-7	X	-90.11;-1.50;4.50	0.0;0.0;-135.0	-90.11;-1.50;0.00	-135	0.90	A
			A-8	X	4.22;-0.90;4.50	0.0;0.0;135.0	4.22;-0.90;0.00	135	0.90	A
			A-9	X	-12.98;-1.17;4.50	0.0;0.0;135.0	-12.98;-1.17;0.00	135	0.90	A
			A-10	X	-32.14;-1.17;4.50	0.0;0.0;135.0	-32.14;-1.17;0.00	135	0.90	A
			A-11	X	-47.26;-1.49;4.50	0.0;0.0;135.0	-47.26;-1.49;0.00	135	0.90	A
			A-12	X	-77.09;-1.49;4.50	0.0;0.0;135.0	-77.09;-1.49;0.00	135	0.90	A
			A-13	X	-92.29;-1.49;4.50	0.0;0.0;135.0	-92.29;-1.49;0.00	135	0.90	A
			A-14	X	-0.34;-9.08;4.50	0.0;0.0;-90.0	-0.34;-9.08;0.00	-90	0.90	A
			A-15	X	-2.26;-9.12;4.50	0.0;0.0;90.0	-2.26;-9.12;0.00	90	0.90	A
			A-16	X	-16.82;-9.46;4.50	0.0;0.0;-90.0	-16.82;-9.46;0.00	-90	0.90	A
			A-17	X	-18.61;-9.46;4.50	0.0;0.0;90.0	-18.61;-9.46;0.00	90	0.90	A
			A-18	X	-31.50;-12.03;4.50	0.0;0.0;-90.0	-31.50;-12.03;0.00	-180	0.90	A
			A-19	X	-33.65;-12.08;4.50	0.0;0.0;90.0	-33.65;-12.08;0.00	0	0.90	A
			A-20	X	-49.08;-11.73;4.50	0.0;0.0;-90.0	-49.08;-11.73;0.00	-180	0.90	A
			A-21	X	-50.74;-11.73;4.50	0.0;0.0;90.0	-50.74;-11.73;0.00	76	0.90	A
			A-22	X	-64.87;-9.71;4.50	0.0;0.0;-90.0	-64.87;-9.71;0.00	-90	0.90	A
			A-23	X	-67.13;-9.66;4.50	0.0;0.0;90.0	-67.13;-9.66;0.00	90	0.90	A
			A-24	X	-83.31;-12.18;4.50	0.0;0.0;-90.0	-83.31;-12.18;0.00	-97	0.90	A
			A-25	X	-85.25;-12.06;4.50	0.0;0.0;90.0	-85.25;-12.06;0.00	90	0.90	A
			A-26	X	-96.63;-11.31;4.50	0.0;0.0;-90.0	-96.63;-11.31;0.00	-97	0.90	A
			A-27	X	-97.69;-11.35;4.50	0.0;0.0;90.0	-97.69;-11.35;0.00	90	0.90	A
			A-28	X	13.72;-8.65;4.50	0.0;0.0;-45.0	13.72;-8.65;0.00	135	0.90	A
			A-29	X	11.50;-8.61;4.50	0.0;0.0;45.3	11.50;-8.61;0.00	-45	0.90	A

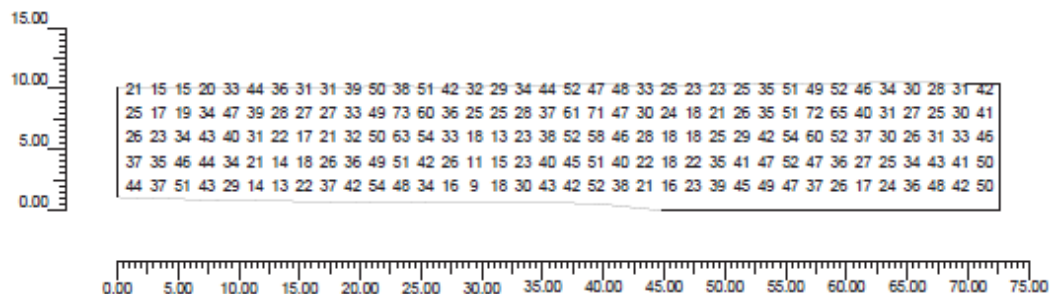
## 4.1 Valori di Illuminamento Orizzontale sul Piano di Lavoro

O (x:-69.95 y:-10.46 z:0.00)	Risultati	Medio	Minimo	Massimo	Min/Medio	Min/Max	Medio/Max
DX:2.00 DY:2.00	Illuminamento Orizzontale (E)	35 lux	9 lux	73 lux	0.26 1:3.82	0.13 1:7.68	0.48 1:2.06

Tipo Calcolo

Dir.+Indir.(7 Interriflessioni)

Scala 1/500



## 4.2 Valori di Illuminamento su: Piano di Lavoro

O (x:-69.95 y:-10.48 z:0.00)	Risultati	Medio	Minimo	Massimo	Min/Medio	Min/Max	Medio/Max
DX:2.00 DY:2.00	Illuminamento Orizzontale (E)	35 lux	9 lux	73 lux	0.26 1:3.82	0.13 1:7.88	0.48 1:2.06

Tipo Calcolo: Dir.+Indir.(7 Intern riflessioni)  
 Scala 1:600 CV= 0.370



## 2.5 Verifica delle distanze di sicurezza

In accordo con le Norme CEI 64-8 e CEI 11-17 e con il D.M. 21/3/1988, devono essere verificate le seguenti distanze di sicurezza:

*Per i pali, i sostegni e gli apparecchi illuminanti:*

• Linee aeree di telecomunicazione:	1 m
• Linee aeree elettriche di classe I, in cavo nudo	1 m
• Linee aeree elettriche di classe II e III in cavo nudo:	3 + (0,015×U) m
• Linee aeree elettriche di classe II e III in cavo isolato:	1 + (0,015×U) m
• Rotaie di tramvie e ferrovie (fuori dall'abitato):	6 m
• Rotaie di tramvie e ferrovie (nell'abitato):	2 m
• Funicolari terrestri:	4 m
• Filovie:	4 m
• Sciovie e seggiovie:	4 m
• Funivie per merci:	2 m
• Autostrade:	25 m
• Pali di sfiato del gas metano:	7,5 m
• Argini di III categoria:	5 m

*Per i cavidotti, i pozzetti, e gli altri componenti interrati:*

• Cavidotti per telecomunicazione:	0,3 m
• Tubazioni metalliche varie:	0,5 m
• Tubazioni per il gas (condotte 4° e 5° specie) nei parallelismi:	0,5 m
• Tubazioni per il gas (condotte 4° e 5° specie) negli incroci:	0,5 m
• Tubazioni per il gas (condotte 1° 2° e 3° specie) negli incroci:	1,5 m
• Serbatoi per sostanze infiammabili:	1 m



## 2.6 Protezione dai contatti diretti (Norma CEI 64-8/4 Art. 412)

Tutti gli impianti, ed in particolare i quadri, dovranno essere realizzati utilizzando componenti tali da rendere inaccessibili le parti in tensione. A queste dovrà esclusivamente accedersi mediante l'ausilio di attrezzi, congiuntamente ad esplicite segnalazioni di avviso e pericolo. In generale la protezione dai contatti diretti sarà fornita a mezzo di:

- ◆ Protezione mediante involucri o barriere;
- ◆ Protezione mediante isolamento delle parti attive;
- ◆ Protezione mediante ostacoli;
- ◆ Protezione mediante distanziamento;
- ◆ Protezione addizionale mediante interruttori magnetotermici differenziali.

## 2.7 Protezione dai contatti indiretti (Norma CEI 64-8/4 Art. 413)

Ai sensi della Norma CEI 64-8/4 Art. 413.2 la protezione dai contatti indiretti sarà realizzata mediante l'impiego di componenti (quadri, condutture, linee, corpi illuminanti) in grado di assicurare il grado II di isolamento.

Non sarà pertanto realizzato l'impianto di messa a terra.

Come previsto dalla Norma CEI 64-8 Sez. 714, per gli impianti di illuminazione pubblica la "classe II di isolamento" si intende raggiunta solo se le installazioni complessive garantiscono una resistenza di isolamento verso terra [ $M\Omega$ ] pari a:

$$R \geq 2U_0 / (L + N)$$

dove:

- ◆  $U_0$ : tensione nominale verso terra, con un minimo di 1kV [kV];
- ◆ L: lunghezza complessiva della linea più lunga, con un minimo di 1 km [km];
- ◆ N: numero massimo di apparecchi illuminanti previsti.

Per il caso più sfavorevole (Linea L2 con N°87 apparecchi) dovrà essere soddisfatto:

$$R \geq 2 / (1 + 87)$$

$$R \geq 0,0223 M\Omega$$

## 2.8 Protezione dai sovraccarichi (Norma CEI 64-8/4 Art. 422)

Per l'impianto elettrico in esame sono stati previsti a protezione dei vari circuiti elettrici, una serie di interruttori automatici tali da assicurare la protezione dai sovraccarichi. In conformità a quanto richiesto dalle Norme CEI 64-8/4 Art. 422.2 la protezione dai sovraccarichi è stata effettuata accertando che, per ogni linea, fossero soddisfatte le relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad \text{e} \quad I_f \leq 1,45 I_z$$

dove:

- ◆  $I_n$  : corrente nominale della protezione
- ◆  $I_b$  : corrente di impiego della conduttura
- ◆  $I_z$  : portata elettrica della conduttura, dedotta dalle Tabelle CEI-UNEL 35024/6
- ◆  $I_f$  : corrente convenzionale di funzionamento

## 2.9 Protezione dai cortocircuiti (Norma CEI 64-8/4 Art. 434)

Deve essere disposta, per ogni linea, la caratteristica della relativa protezione verificando:

1. che il potere di interruzione del dispositivo di protezione sia superiore alla corrente presunta di corto circuito nel punto di installazione

La corrente di cortocircuito all'origine dell'impianto può essere ricavata conoscendo i dati della cabina di trasformazione esistente a monte, o richiedendo i dati all'Ente fornitore (nel caso di sistemi TT). I valori delle correnti di cortocircuito a fondo linea sono invece ricavabili, a favore della sicurezza, dalle tabelle della Norma CEI 11-28 (guida al calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali in bassa tensione).

2. che il tempo di intervento della protezione sia inferiore a quello che porterebbe la temperatura dei conduttori oltre il limite ammissibile secondo la formula:

$$t \leq (k^2 s^2) / I^2$$

la formula sopra riportata si ricava dall'integrale di Joule:

$$\int i^2 dt \leq k^2 s^2$$

che si riferisce all'energia specifica passante sopportabile dal cavo di sezione  $s$  in caso di anomalie ( $k$  è un coefficiente dipendente dalle caratteristiche costruttive del cavo, mentre si assume per  $I$  il valore massimo presunto della corrente di guasto).

## 2.10 Protezione dagli effetti termici (Norma CEI 64-8/4 Cap. 42)

Come ulteriore compendio per la protezione degli impianti, si prescrive che sia garantita la protezione dagli incendi, dalle ustioni, e dai surriscaldamenti, mediante le seguenti raccomandazioni:

- ◆ Distanziamento dei componenti che producono sovratemperature, archi e scintille;
- ◆ Utilizzo di involucri incombustibili per gli elementi di cui sopra;
- ◆ Utilizzo di componenti certificati per la loro resistenza termica;
- ◆ Utilizzo di componenti con trattamenti superficiali di isolamento o riduzione della conducibilità termica;
- ◆ Utilizzo di componenti protetti dal contatto accidentale;
- ◆ Utilizzo di componenti che non raggiungono temperature pericolose sulle parti a portata di mano.

## 2.11 Protezione dagli abbassamenti di tensione (Norma CEI 64-8/4 Cap. 44)

Per gli impianti in progetto non si prevedono rischi (per le persone e per gli utilizzatori) derivanti dagli abbassamenti di tensione.

Le protezioni sono quindi omesse.

## 2.12 Protezione dalle sovratensioni e dalle scariche atmosferiche

In base agli accertamenti condotti applicando la Norma CEI 81-10, si desume che la fulminazione diretta degli elementi dell'impianto è un evento poco probabile. La situazione è invece diversa per quanto concerne le sovratensioni (fulminazione indiretta), che possono interessare le linee (sia quelle proprie dell'impianto sia la rete di distribuzione a monte).

Gli apparecchi illuminanti a led lavorano con tensioni molto basse, di conseguenza sono dotati di isolamenti ridotti, non in grado di resistere alle sovratensioni.

Si procede alla valutazione delle sovratensioni secondo i canoni della Norma CEI-EN 62305:

- 1) Individuazione della struttura (impianto di illuminazione all'aperto)
- 2) Valutazione dei rischi presenti (R1 ed R4)
- 3) Calcolo della frequenza di danno F (componenti C, M, W, Z);
- 4) Confronto frequenza di danno calcolata e frequenza di danno tollerabile.

Il calcolo è eseguito tramite il software applicativo *TNE Zeus 2.6* ©, la cui procedura tiene conto delle Norme CEI-EN 62305 e CEI 81-10 nella loro versione vigente (febbraio 2013) e della Guida CEI 81-29.

In base a quanto calcolato dal software citato, la protezione dalle sovratensioni è necessaria e può essere soddisfatta adottando un S.P.D. di livello IV.

In base all'entità delle sovratensioni (indotte, a bassa energia ed a fronte lento), al punto di impatto (linea e terra) ed alla tensione di tenuta ad impulso delle apparecchiature (1 kV), il S.P.D. dovrà avere queste caratteristiche nominali:

- ✓ Tipo: tipo 2
- ✓ Corrente di scarica  $I_{imp}$  5 kA -  $I_n$  2,5 kA
- ✓ Livello di protezione: < 1 kV

Le caratteristiche determinate sono riconducibili ad un modello di tipo 2, con correnti di scarica 20/40 kA, livello di protezione 0,5 kV, collegamento N-PE (necessario in quanto non sono presenti interruttori differenziali a monte del quadro elettrico).

\*\*\*

Per il caso specifico l'installazione del S.P.D. è intesa sul quadro elettrico. Con questa soluzione si limitano le sovratensioni provenienti dalla rete, ma non si proteggono completamente gli apparecchi (le sovratensioni possono interessare anche le linee a valle del quadro). Si rendono quindi necessari S.P.D. collocati nei singoli punti luce (sulle morsettiere dei pali o all'interno degli apparecchi illuminanti).

In base a quanto riportato nelle schede tecniche degli apparecchi illuminanti scelti a progetto, si desume che questi sono dotati di S.P.D. incorporati (di tipo 3 e con livello di protezione < 0,5 kV).

Viste le caratteristiche degli S.P.D. interni agli apparecchi e vista la distanza tra gli apparecchi ed il quadro, si realizza il coordinamento di protezione.

## CONCLUSIONI

### Progettista e staff tecnico

Il presente progetto è stato compilato a nome dello Studio Elettrotecnico Perenchio, e firmato dal responsabile professionista Per. Ind. Sergio Perenchio, iscritto all'Albo professionale del Collegio dei Periti Industriali di Torino al N° 3350. Si riportano qui di seguito i nominativi dello staff tecnico, dei collaboratori, dei consulenti e dei fornitori che hanno direttamente partecipato alla compilazione della citata commessa.

PROGETTISTA:	Perenchio
DISEGNATORI:	Perenchio
BATTITURA TESTI:	Perenchio
CALCOLI VARI:	Perenchio
CONSULENTI ELETTROTECNICI:	-
CONSULENTI DI ALTRE COMPETENZE:	-
FOTOCOPIE E STAMPE FORMATI A2-A0:	LaserWrite - Avigliana (TO)
IMPAGINAZIONE E RILEGATURE:	LaserWrite - Avigliana (TO)

### §

Per le mansioni di cui sopra, lo staff tecnico ha fatto uso delle seguenti apparecchiature:

### HARDWARE:

PC Asus con processore Intel Celeron G1840	©
Stampante HP Officejet 7612	©
Stampante HP Deskjet D2460	©
Multifunzione Kyocera Mita KM-2050-KX	©

### SOFTWARE:

Sistema operativo Microsoft Windows 7 Professional 64 bit	©
Applicativi Microsoft Word 2007, Excel 2007, Mozilla Firefox 65 - AutoCADLT 2013 - Dialux 6.1 - Groupe Schneider Iproject 4, TNE Zeus 2.6 - Kaspersky Security 2019	©

### STRUMENTI DI MISURA:

Multimetro elettrico ASITA SBS 7671	©
Multimetro elettrico FLUKE Modello 177	©
Misuratore di terra (tellurometro) ICE Mod. 666	©
Luxmetro analogico HIOKI 3421	©
Analizzatore di rete HT ITALIA Energy Test 2020	©
Multimetro ed analizzatore HT ITALIA ZG47P	©

## **Bibliografia**

Per la compilazione del presente progetto sono stati consultati i seguenti volumi:

Carlo Castagnoli	“Fisica generale”	Levrotto&Bella	(1992)
Mario Pezzi	“Elettrotecnica generale”	Zanichelli	(1989)
Olivieri-Ravelli	“Elettrotecnica” Vol. 5	Cedam	(1982)
Ignazio Mendolia	“Misure elettriche”	Fabbri	(1987)
Vito Carrescia	“Fondamenti di sicurezza elettrica”	TNE	(1997)
Vito Carrescia	“Il consulente elettrico”	TNE	(1997)
Vito Carrescia	“Impianti a Norme CEI” Vol. 8	TNE	(2015)
Enrico Grassani	“Riduzione del rischio elettrico”	UTET	(1996)
Giorgio Valdes	“Il problema termico negli impianti”	UTET	(2002)
Piero Vezzani	“Elementi di progettazione elettrica”	TNE	(2006)
A.A. V.V.	“La protezione dai campi elettromagnetici”	TNE	(2003)
A.A. V.V.	“Impianti di terra”	TNE	(2003)
A.A. V.V.	“Sovracorrenti e relativi fenomeni”	BTicino	(1996)
A.A. V.V.	“Guida al sistema bassa tensione”	Schneider	(2017)
A.A.V.V.	“Manuali didattici”	Gewiss	(2006)
A.A.V.V.	“Fondamenti di illuminotecnica”	OSRAM	(2000)

Sono inoltre state consultate le seguenti normative tecniche:

Raccolta varie Norme e Guide CEI "Electra Omnia Web" - SO50	CEI	(2004)
---	-----	--------

## **Allegati**

Gli elaborati di progetto, sono costituiti, oltre che dal presente, da:

- ◆ Capitolato speciale d'appalto (ELABORATO N° 2)
- ◆ Schema di contratto (ELABORATO N° 3)
- ◆ Elenco prezzi unitari (ELABORATO N° 4)
- ◆ Computo metrico estim. - calcolo incidenza - quadro econ. (ELABORATO N° 5)
- ◆ Elaborati grafici (ELABORATO N° 6)
- ◆ Manuale d'uso e piano di manutenzione (ELABORATO N° 7)

## **Altri documenti necessari**

Per l'esecuzione dei lavori indicati nel presente progetto il D.M. 37/2008 non trova applicazione (gli impianti sono completamente all'aperto), quindi non sarebbero necessarie particolari qualifiche tecnico - professionali per l'Impresa esecutrice. Vista comunque l'importanza dell'opera e la necessità di eseguire gli impianti in ogni caso a regola d'arte, l'Appaltatore dovrà essere in possesso dei requisiti tecnico-professionali previsti dagli Art. 1 e 8 del D.M. N° 37 del 22 gennaio 2008 (lettera "A" per gli impianti elettrici).

A fine lavori l'Impresa dovrà rilasciare una dichiarazione di conformità alle Norme CEI ed alla Legge 186/68 (non essendo possibile rilasciare la dichiarazione prevista dal D.M. 37/2008).

Poichè tutti gli impianti sono previsti in classe II di isolamento non sarà necessario espletare l'omologazione dell'impianto di messa a terra e la richiesta delle verifiche periodiche ispettive da parte di un Organismo Abilitato (D.P.R. 462/2001).

Il progetto esecutivo aggiornato allo stato finale "post-operam", gli atti della Direzione Lavori, la dichiarazione di conformità completa di tutti gli allegati, le certificazioni dei quadri elettrici (dove previste), gli eventuali manuali dei componenti installati ed i registri di manutenzione costituiranno la "documentazione finale di impianto" (Guida CEI 0-2 Art. 1.3.4 ed allegato "C"), che dovrà essere sempre conservata dalla Committenza con cura ed in modo integrale.

## **Uso e tutela del presente documento**

Si riportano qui di seguito alcune indicazioni per il corretto uso del presente progetto, ai sensi delle vigenti disposizioni contrattuali:

- ◆ La pubblicazione dei dati personali della Committenza (Regolamento Europeo 2016/679 GDPR), riportati nella seguente relazione, è stata consentita dalla Committenza stessa in sede di definizione dell'incarico.
- ◆ La presente relazione, con gli annessi elaborati progettuali, è da considerarsi tutelata in quanto soggetta a proprietà intellettuale. Di conseguenza è vietato eseguire copie parziali o totali, modifiche ed integrazioni, o riproduzioni su qualsiasi supporto del presente documento, come è altresì vietato mostrarne a terzi il contenuto, senza la previa autorizzazione dell'Autore. Qualsiasi copia differente anche solo in parte dall'originale (conservato presso la sede del Professionista), oppure sprovvista di firma e sigillo professionale, (o con gli uni od entrambi falsificati o fotocopiati), sarà da considerarsi come riproduzione illegale, priva di qualsiasi valore, ed il possessore potrà essere perseguito a norma di Legge (Art. 2043 - 20048 - 20049 del Codice Civile e Art. 622 - 623 del Codice Penale).
- ◆ Eventuali elaborati prodotti da terzi, e qui contenuti totalmente o parzialmente, nonché eventuali citazioni tratte da qualsiasi altra pubblicazione, sono stati accompagnati da riferimenti espliciti sulla fonte, sull'Autore, e sulle disposizioni di copyright. Anche in questo caso vale quanto esposto al punto precedente.
- ◆ Si declina ogni responsabilità per eventuali danni od infortuni, la cui primaria causa risulti unicamente imputabile all'errata od incompleta applicazione di quanto indicato nel presente elaborato.
- ◆ Qualora eventuali Norme e/o Leggi, qui citate, venissero abrogate, o anche solo parzialmente variate, prima dell'inizio ufficiale dei lavori, dovranno essere disposte le opportune varianti di progetto.
- ◆ La Committenza e l'Impresa installatrice che acquisiscono il progetto si impegnano ad eseguire quanto prescritto. Eventuali varianti potranno essere accettate solo se preventivamente proposte in forma scritta al progettista e/o alla eventuale Direzione dei Lavori.
- ◆ Si diffida infine la Committenza a fare uso del presente documento in ambito giuridico (quale consulenza di parte), senza aver ottenuto l'autorizzazione scritta del Professionista in sede di un nuovo incarico.

S.Ambrogio di Torino, addì 8 febbraio 2019

IL PROFESSIONISTA: