

COMMITTENTE:



COMUNE DI VALCHIUUSA

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

OGGETTO:

REALIZZAZIONE MARCIAPIEDE TRA VICO E DRUSACCO LOTTO 1

LOCALITÀ DELL'INTERVENTO:

SP 64 DELLA VALCHIUSELLA

FASE PROGETTUALE:

PROGETTO ESECUTIVO

7	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-
2	Luglio 2023	PROGETTO ESECUTIVO	M.Q.	I.B.	G.N.
1	Ottobre 2022	PROGETTO DEFINITIVO	M.Q.	I.B.	G.N.
0	Gennaio 2022	STUDIO DI FATTIBILITÀ	-	M.V.R.	G.N.
REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	RIESAMINATO

TITOLO:

RELAZIONE IMPIANTI ELETTRICI

ARCHIVIO:

5505

FILE N°:

TESTALINI_ELABORATI

DATA:

Loranzè, Luglio 2023

TAVOLA N°

E

SCALA:

.

STUDIO TECNICO
Ing. GIANLUCA NOASCONO

Sede legale

Via Barengo n.13, 10081
Castellamonte (To)
TEL. +39 348 7227848
e-mail: info.noascono@pec.it
P.IVA 08172840012

Sede operativa

Strada Provinciale 222, n.31
10010 Loranzè (To)
TEL. 0125.1970499
FAX 0125.564014
e-mail: gianluca.noascono@ilquadrifoglio.to.it

PROGETTISTA:

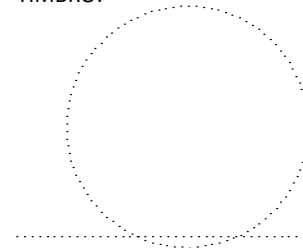
Dott. Ing. Gianluca NOASCONO
N° 8292 Y ALBO INGEGNERI
PROVINCIA DI TORINO

TIMBRO:



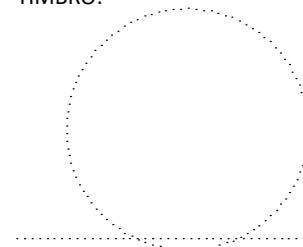
ALTRA FIGURA:

TIMBRO:



ALTRA FIGURA:

TIMBRO:



INDICE

INDICE.....	1
RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA.....	2
1. PREMESSE.....	2
2. NORME DI RIFERIMENTO	3
3. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO.....	5
4. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI	12
5. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI.....	13
6. CALCOLO DELLE CORRENTI DI IMPIEGO	13
7. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI	14
8. INTEGRALE DI JOULE.....	15
9. DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI NEUTRO	17
10. CALCOLO DELLA TEMPERATURA DEI CAVI	18
11. CADUTE DI TENSIONE.....	19
12. SCELTA DELLE PROTEZIONI	20
13. VERIFICA DELLA PROTEZIONE A CORTOCIRCUITO DELLE CONDUTTURE	21
14. TUBI PROTETTIVI E CANALI	22
15. IMPIANTO DI TERRA.....	23
16. ALLEGATI.....	23
Allegato A.....	24
Allegato B	25

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

1. PREMESSE

L'Amministrazione Comunale di Valchiusa ha incaricato il sottoscritto Dott. Ing. Gianluca NOASCONO, in qualità di rappresentante dello STUDIO TECNICO ING. G. NOASCONO con sede legale in Via Barengo, n. 13 - 10081 Castellamonte (TO), della redazione del progetto per la realizzazione dei lavori di "Realizzazione di marciapiede tra Vico e Drusacco – Lotto 1".

Il presente progetto, che costituisce il grado esecutivo ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs. n. 50 del 18/04/2016, fa seguito ed è redatto in conformità al progetto definitivo, determina in ogni dettaglio i lavori da realizzare, il relativo costo previsto, ed è sviluppato ad un livello di definizione tale che ogni elemento è stato identificato in forma, tipologia, qualità, dimensione e prezzo.

La presente relazione illustra le caratteristiche, i criteri di dimensionamento e i metodi di calcolo dell'impianto elettrico da realizzare a servizio dell'Amministrazione Comunale di Valchiusa per il progetto esecutivo "Realizzazione marciapiede tra Vico e Drusacco Lotto 1". Il progetto è stato redatto nel rispetto delle indicazioni del DM 37/08 del 22 gennaio 2008 e s.m.i. nell'intento di realizzare un impianto elettrico rispondente a tutte le necessità di utilizzo dello stesso, e nel rispetto delle normative tecniche e giuridiche tali da garantire affidabilità e sicurezza durante il normale esercizio, nel pieno rispetto della Legge n.186 del 1° Marzo 1968 riguardante la realizzazione degli impianti a regola d'arte.

Il presente documento costituisce con la documentazione allegata un progetto esecutivo.

Nell'eventualità che si riscontrino delle discordanze o incongruenze nelle indicazioni presenti nei documenti sopra citati, si dovrà fare riferimento a quelle più restrittive o a favore della sicurezza.

Gli impianti oggetto dei lavori saranno realizzati a regola d'arte nel rispetto delle indicazioni del DM 37/08 del 22 gennaio 2008 e s.m.i., e nel rispetto dei requisiti minimi descritti nel progetto.

I componenti elettrici che verranno impiegati per la realizzazione dell'impianto dovranno risultare conformi alle corrispondenti Norme tecniche di riferimento. In particolare, la scelta e l'installazione delle apparecchiature elettriche ed elettroniche e dei relativi cavi di collegamento sarà realizzata in modo tale da soddisfare le relative norme EMC (compatibilità elettromagnetica).

2. NORME DI RIFERIMENTO

Nel presente progetto si è tenuta in considerazione la normativa vigente in materia di sicurezza e risparmio energetico. In particolare, le opere dovranno essere realizzate in conformità con le normative vigenti nel territorio italiano riguardanti la qualità dei manufatti e dei componenti e la regola dell'arte.

Di seguito, fermo restando che la ditta appaltante dovrà realizzare l'opera in conformità con tutte le normative di legge presenti, le norme UNI, le norme CEI, anche se non espressamente citate, vengono riportate alcune tra le principali normative alle quali fare riferimento tenendo pure in considerazione le successive modifiche:

CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.

CEI 11-20 2000 IVa Ed. Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti I e II categoria.

CEI EN 60909-0 IIa Ed. (IEC 60909-0:2001-07): Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti.

CEI 11-28 1993 Ia Ed. (IEC 781): Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione.

CEI 17-5 VIIIa Ed. 2007: Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici.

CEI 20-91 2010: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.

CEI 23-3/1 Ia Ed. 2004: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.

CEI 64-8 VIIIa Ed. 2021: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.

IEC 364-5-523: Wiring system. Current-carrying capacities.

IEC 60364-5-52: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.

CEI UNEL 35023 2012: Cavi per energia isolati con gomma o con materiale termoplastico avente grado di isolamento non superiore a 4- Cadute di tensione.

CEI UNEL 35024/1 1997: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.

CEI UNEL 35024/2 1997: Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.

CEI UNEL 35026 2000: Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.

CEI 17-43 IIa Ed. 2000: Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS).

CEI 23-51 IIa Ed. 2004: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.

UNE 20460 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata e declassamento (UNE 20460-5-523) dei cavi secondo regolamento spagnolo.

UNI EN 13201 – Illuminazione stradale, requisiti prestazionali, calcolo delle prestazioni, metodi di misura delle prestazioni fotometriche, indicatori delle prestazioni energetiche”

UNI EN 11248 – Illuminazione stradale – Scelta delle categorie illuminotecniche

3. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto elettrico oggetto della presente relazione è un impianto di nuova installazione di illuminazione stradale.

L'impianto elettrico di nuova installazione è destinato all'illuminazione della Strada Provinciale 66 di Drusacco, nel Comune di Valchiusa (TO).

L'impianto elettrico di illuminazione di nuova installazione è destinato al Lotto 1 di progetto, di cui si riporta di seguito una panoramica e una delimitazione dei confini.

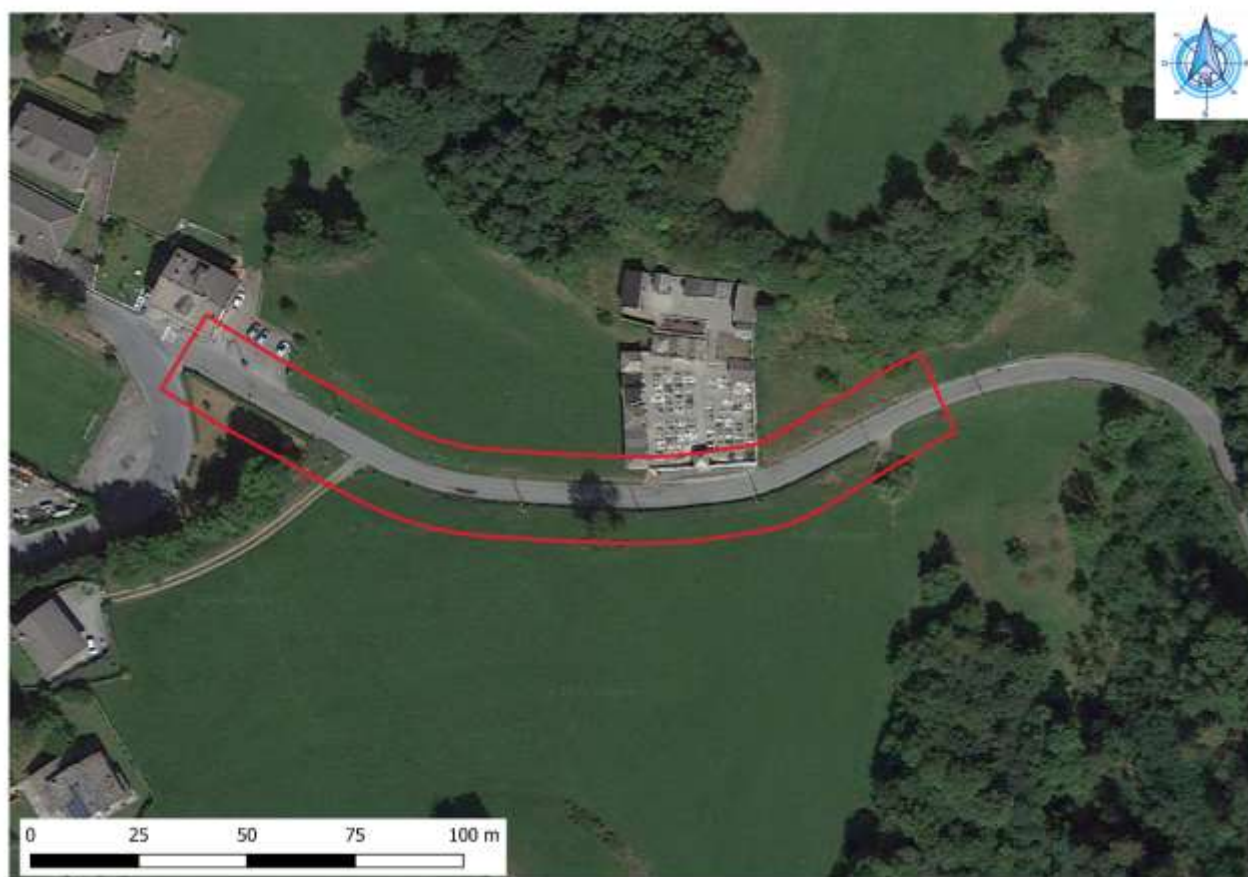


Figura 1) Panorarmica generale del Lotto 1 di progetto

L'impianto elettrico in progetto prevede una fornitura di nuova installazione, posata in armadio in vetroresina di nuova installazione.

L'armadio in vetroresina in progetto è del tipo DKC Conchiglia, modello Grafi 5, dimensioni di ingombro complessive di 580x940x460 mm (bxhxp), n.2 vani (a inferiore e b superiore) di dimensioni utili a=455x445x365 mm (bxhxp) e b=455x265x365 mm (bxhxp), grado di protezione IP55, sigla GH5-5/31/T, cod. 077515211

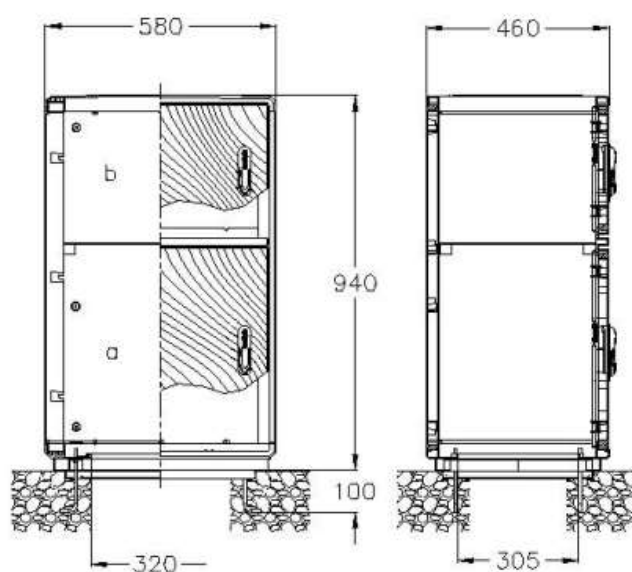


Figura 2) Armadio in vetroresina di nuova installazione per nuova fornitura

Tale armadio è dimensionato al fine di contenere nel vano inferiore (vano a) il contatore, e nel vano superiore (vano b) le guide DIN per il sostegno sia delle protezioni previste in progetto sia per la predisposizione futura di nuove possibili protezioni.

All'interno del vano b, le protezioni inserite a progetto sono: n.1 interruttore magnetotermico generale 4P da $I_n=16$ A, n.3 interruttori magnetotermici 2P da $I_n=16$ A, n.1 interruttore crepuscolare, n.1 orologio, n.1 scaricatore di sovratensione.

Si riporta in allegato alla presente relazione lo schema elettrico relativo all'impianto in progetto.


A valle di tale protezioni è presente una dorsale di alimentazione costituita da cavo FG16OR16 0,6/1 kV di sezione 4x10, posata in cavidotto interrato di diametro $D=110$ mm.

Per ciascun punto luce in progetto è presente un pozzetto di derivazione, contenente delle muffole multipolari. Tramite queste muffole è possibile creare dalla dorsale di alimentazione, le derivazioni degli stacchi di alimentazione per gli apparecchi di illuminazione in progetto. Gli stacchi dell'alimentazione degli apparecchi previsti, sono costituita da cavo FG16OR16 0,6/1 kV di sezione 2x1,5 e posati in cavidotto doppia parete di diametro 50 mm.

Nel rispetto della Legge Regionale Piemonte del 9 febbraio 2018 (Allegato A), secondo il punto B, gli apparecchi illuminanti scelti hanno una temperatura di colore pari a 3000 K (inferiore ai 3500 K massimi tollerati), secondo il punto D, il rapporto tra interdistanza e l'altezza delle sorgenti luminose è inferiore a 3,7.

Si prevede in progetto l'installazione di n.6 punti luce con altezza fuori terra del palo $h_{ft}=8$ m e interdistanza=30 m.

L'apparecchio illuminante scelto è il seguente:

	<p><u>Tipo</u>: Cariboni <u>Modello</u>: KAI Small R3 <u>Potenza</u>: 78 W <u>Flusso luminoso</u>: 10.550 lm <u>Temperatura di colore</u>: 3000 K <u>Ottica</u>: ME-01 <u>Alimentazione</u>: 700 mA <u>Codice</u>: 01KID60932AHM3</p>
---	--

Per la verifica illuminotecnica è stato utilizzato il software di calcolo Dialux Evo10.1.

La norma UNI 11248:2016 individua le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione atte a contribuire, per quanto di pertinenza, alla sicurezza degli utenti della strada ed in particolare:

- indica come classificare una zona esterna destinata al traffico, ai fini della determinazione della categoria illuminotecnica che le compete;

- fornisce la procedura per la selezione delle categorie illuminotecniche che competono alla zona classificata;
- identifica gli aspetti che condizionano l'illuminazione stradale e, attraverso la valutazione dei rischi, permette il conseguimento del risparmio energetico e la riduzione dell'impatto ambientale.

La norma descrive e prescrive una metodologia progettuale secondo la quale pervenire, a partire da dati associati al tipo di strada, dati che rappresentano i valori di ingresso per la procedura, alle categorie illuminotecniche adeguate. Tale metodologia progettuale è basata su un procedimento sottrattivo che, a seguito di un'analisi dei rischi con la quale il progettista valuta i parametri di influenza, permette di individuare progressivamente:

- la categoria illuminotecnica di ingresso; dipendente dalla tipologia di strada in considerazione
- la categoria illuminotecnica di progetto; dipendente dalla presenza o meno di parametri di influenza che possono far variare la categoria illuminotecnica di ingresso
- la categoria illuminotecnica di esercizio; dipendente dalla presenza di fattori che potrebbero far variare i parametri di influenza presenti al momento della progettazione e far variare di conseguenza anche la categoria illuminotecnica

Per determinare progressivamente le categorie illuminotecniche prima citate, è stata utilizzato il Prospetto 1 della norma UNI 11248:2016, che riporta la classificazione delle strade secondo la legislazione in vigore.

Partendo da questa classificazione è stata rilevata la categoria illuminotecnica di appartenenza evidenziata nel Prospetto 1 seguente.

Tipo di strada	Descrizione del tipo di strada	Limiti di velocità [km/h]	Categoria illuminotecnica di ingresso
A ₁	Autostrade extraurbane	Da 130 a 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A ₂	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	Da 70 a 90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	

<i>B</i>	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	Da 70 a 90	M3
<i>C</i>	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2)	Da 70 a 90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	Da 70 a 90	M2
<i>D</i>	Strade urbane di scorrimento	70	M2
		50	
<i>E</i>	Strade urbane di quartiere	50	M3
<i>F</i>	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2)	Da 70 a 90	M2
	Strade locali extraurbane	50	M4
		30	C4/P2
	Strade locali urbane	50	M4
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C3/P1
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2
	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C4/P2
	Strade locali interzonali	50	M3
		30	C4/P2
<i>F_{bis}</i>	Itinerari ciclo-pedonali	Non dichiarato	P2
	Strade a destinazione particolare	30	

Prospetto1 norma UNI 11248:2016 - Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento.

In assenza di parametri di influenza che possano comportare una variabilità delle categorie illuminotecniche, si riporta che la categoria di ingresso, di progetto e di esercizio coincidano.

Le tipologie di strade individuate in concordanza con la committenza, nel presente progetto sono:

- C, strade extraurbane secondarie, limite di velocità 50 km/h → M3

La norma **UNI EN 13201-2:2016** definisce, per mezzo di requisiti fotometrici, le classi di impianti di illuminazione per l'illuminazione stradale indirizzata alle esigenze di visione degli utenti della strada e considera gli aspetti ambientali dell'illuminazione stradale.

I principali criteri illuminotecnici di queste categorie sono basate sulla luminanza del manto stradale della carreggiata e comprendono la luminanza media, l'uniformità generale e l'uniformità longitudinale in condizioni di manto stradale asciutto. Ulteriori criteri riguardano l'abbagliamento debilitante, quantificato mediante l'incremento di soglia, TI, e l'illuminazione delle zone circostanti, quantificata dal rapporto dell'illuminamento ai bordi, EIR (Edge Illuminance Ratio). Un ulteriore criterio, utilizzato in alcuni Paesi, è l'uniformità generale della luminanza in condizioni di manto stradale bagnato.

I requisiti illuminotecnici da rispettare per le categorie M sono state evidenziate nel Prospetto 1 della norma UNI EN 13201-2:2016, riportato di seguito.

Categoria	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto a bagnato				Abbagliamento debilitante	Illuminazione di contiguità
	Asciutto			Bagnato	Asciutto	Asciutto
	L [minima mantenuta] cd · m ²	U ₀ [minima]	U _I [minima]	U _{0w} [minima]	f _{TI} [minima]	R _{EI} [minima]
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,30
M6	0,30	0,35	0,40	0,15	20	0,30

Prospetto 2 norma UNI 13201-2:2016 – Categorie illuminotecniche M.

Si riporta di seguito il prospetto presente nella Norma UNI 13201-1:2016, utile alla comparazione delle categorie illuminotecniche. Grazie ad essa si determina che, in condizioni di pavimentazione scura e levigata CIE: C2 e un coefficiente medio di luminanza $Q_0=0.07$, le categorie illuminotecniche previste sono di tre tipologie:

- categoria **M3** per i tipi di strada C

Categoria illuminotecnica comparabile						
Condizione	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Se $Q_0 \leq 0,05 \text{ sr}^{-1}$	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Se $0,05 \text{ sr}^{-1} < Q_0 \leq 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C1	C2	C3	C4	C5	C5
Se $Q_0 > 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C2	C3	C4	C5	C5	C5
			P1	P2	P3	P4

Prospetto 3 norma UNI 13201-2:2016 – Comparazione di categorie illuminotecniche.

Dal Prospetto 2 della Norma UNI 13201-2:2016 si evincono le caratteristiche della categoria C:

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	E (minimo mantenuto)	U ₀ (minimo)
C0	50	0,40
C1	30	0,40
C2	20	0,40
C3	15	0,40
C4	10	0,40
C5	7,50	0,40

Prospetto 4 norma UNI 13201-2:2016 – Comparazione di categorie illuminotecniche.

Inoltre, sono state osservate le disposizioni del D.M. 28 marzo 2018 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – “Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di illuminazione pubblica” e della L.R. 9 febbraio 2018, n.3, della Regione Piemonte – “Disposizioni per la prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche”.

Il rispetto dei criteri illuminotecnici normativi descritti si riporta nel report di calcolo, in allegato alla presente.

Nel calcolo sono state considerati due configurazioni per la carreggiata.

La prima configurazione prevede l'illuminazione della carreggiata e dei parcheggi posti accanto alla carreggiata. La larghezza della carreggiata è pari a 6 m, mentre la larghezza dei posti auto è di 4 m.

La seconda configurazione prevede l'illuminazione della sola carreggiata, di larghezza pari a 6 m.

I risultati di calcolo ottenuti mediante il software sono:

- Configurazione 1) → $L_m=1,10 \text{ cd/m}^2$ (corrispondenti al valore di $E_m=17,59 \text{ lx}$)
- Configurazione 2) → $L_m=1,43 \text{ cd/m}^2$ (corrispondenti al valori di $E_m=21,90 \text{ lx}$)

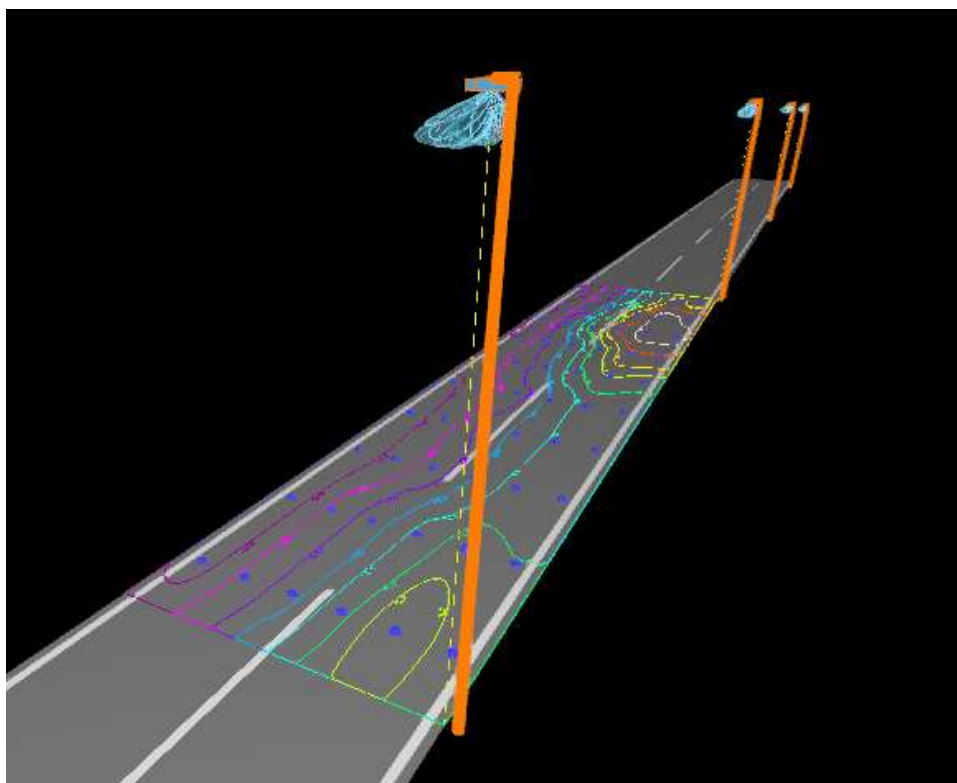


Figura 3) Rappresentazione 3D della carreggiata in oggetto, sul software di calcolo Dialux Evo 10.1

4. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

La protezione dai contatti diretti, aventi lo scopo di proteggere le persone dalle conseguenze di contatti con parti elettricamente attive, ossia in tensione durante il loro funzionamento, sarà del-

STUDIO TECNICO

ING. G. NOASCONO

Sede legale: Via Barengo 13

10081 Castellamonte (TO)

Tel. +39 0125 1970499

Fax +39 0125 564014

gianluca.noascono@ilquadrifoglio.to.it

info.noascono@pec.it

tipo totale. Il termine totale indica che queste misure impediranno sia il contatto accidentale che involontario, a patto di non utilizzare attrezzi e di non danneggiare il sistema di protezione.

5. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

La protezione contro i contatti indiretti sarà realizzata mediante interruttori magnetotermici differenziali; la corrente differenziale di intervento sarà tale da garantire la selettività tra i vari interruttori posti in cascata.

6. CALCOLO DELLE CORRENTI DI IMPIEGO

Il calcolo delle correnti d'impiego viene eseguito in base alla classica espressione:

$$I_b = \frac{P_d}{k_{ca} \cdot V_n \cdot \cos\varphi}$$

Nella quale:

$k_{ca} = 1$ sistema monofase o bifase, due conduttori attivi;

$k_{ca} = 1.73$ sistema trifase, tre conduttori attivi.

Se la rete è in corrente continua il fattore di potenza $\cos\varphi$ è pari a 1.

Dal valore massimo (modulo) di I_b vengono calcolate le correnti di fase in notazione vettoriale (parte reale ed immaginaria) con le formule:

$$\begin{aligned}\dot{I}_1 &= I_b \cdot e^{-j\varphi} = I_b \cdot (\cos\varphi - j\sin\varphi) \\ \dot{I}_2 &= I_b \cdot e^{-j(\varphi-2\pi/3)} = I_b \cdot \left(\cos\left(\varphi - \frac{2\pi}{3}\right) - j\sin\left(\varphi - \frac{2\pi}{3}\right) \right) \\ \dot{I}_3 &= I_b \cdot e^{-j(\varphi-4\pi/3)} = I_b \cdot \left(\cos\left(\varphi - \frac{4\pi}{3}\right) - j\sin\left(\varphi - \frac{4\pi}{3}\right) \right)\end{aligned}$$

Il vettore della tensione V_n è supposto allineato con l'asse dei numeri reali:

$$\dot{V}_n = V_n + j0$$

La potenza di dimensionamento P_d è data dal prodotto:

$$P_d = P_n \cdot coeff$$

Nella quale *coeff* è pari al fattore di utilizzo per utenze terminali oppure al fattore di contemporaneità per utenze di distribuzione.

La potenza P_n , invece, è la potenza nominale del carico per utenze terminali, ovvero, la somma delle P_d delle utenze a valle (ΣP_d a valle) per utenze di distribuzione (somma vettoriale).

La potenza reattiva delle utenze viene calcolata invece secondo la:

$$Q_n = P_n \cdot \tan \varphi$$

Per le utenze terminali, mentre per le utenze di distribuzione viene calcolata come somma vettoriale delle potenze reattive nominali a valle (ΣQ_d a valle).

Il fattore di potenza per le utenze di distribuzione viene valutato, di conseguenza, con la:

$$\cos \varphi = \cos \left(\arctan \left(\frac{Q_n}{P_n} \right) \right)$$

7. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi è tale da poter garantire la protezione dei conduttori alle correnti di sovraccarico.

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

a) $I_b \leq I_n \leq I_z$

b) $I_f \leq 1.45 \cdot I_z$

Per la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente I_b , pertanto, viene determinata la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione.

Il dimensionamento dei cavi rispetta anche i seguenti casi:

Condutture senza protezione derivate da una conduttura principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate;

Conduttura che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata I_z della conduttura principale.

L'individuazione della sezione si effettua utilizzando le tabelle di posa assegnate ai cavi. Le sette tabelle utilizzate sono:

IEC 448;

IEC 364-5-523 (1983);

IEC 60364-5-52 (PVC/EPR);

IEC 60364-5-52 (Mineral);

CEI-UNEL 35024/1;

CEI-UNEL 35024/2;

CEI-UNEL 35026;

CEI 20-91 (HEPR).

8. INTEGRALE DI JOULE

Dalla sezione dei conduttori del cavo deriva il calcolo dell'integrale di Joule, ossia la massima energia specifica ammessa dagli stessi, tramite la:

$$I^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2$$

La costante K viene data dalla norma 64-8/4 (par. 434.3), per i conduttori di fase e neutro e, dal paragrafo 64-8/5 (par. 543.1), per i conduttori di protezione in funzione al materiale conduttore e al materiale isolante. Per i cavi ad isolamento minerale le norme attualmente sono allo studio, i paragrafi sopraccitati riportano però nella parte commento dei valori prudenziali.

I valori di K riportati dalla norma sono per i conduttori di fase (par. 434.3):

Cavo in rame e isolato in PVC:	$K = 115$
Cavo in rame e isolato in gomma G:	$K = 135$
Cavo in rame e isolato in gomma etilenpropilenica G5-G7:	$K = 143$
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	$K = 115$
Cavo in rame serie L nudo:	$K = 200$
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	$K = 115$
Cavo in rame serie H nudo:	$K = 200$
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	$K = 74$
Cavo in alluminio e isolato in G, G5-G7:	$K = 92$

I valori di K per i conduttori di protezione unipolari (par. 543.1) tab. 54B:

Cavo in rame e isolato in PVC:	$K = 143$
Cavo in rame e isolato in gomma G:	$K = 166$
Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	$K = 176$
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	$K = 143$
Cavo in rame serie L nudo:	$K = 228$

Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 143
Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 95
Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 110
Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 116

I valori di K per i conduttori di protezione in cavi multipolari (par. 543.1) tab. 54C:

Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 115
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 135
Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 143
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 76
Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 89
Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 94

9. DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI NEUTRO

La norma CEI 64-8 par. 524.2 e par. 524.3, prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifasi, può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

Il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 mm²;

La massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso

La sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm² se il conduttore è in rame e a 25 mm² se il conduttore è in alluminio.

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi e questi ultimi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mm^2 se conduttore in rame e 25 mm^2 se conduttore in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase. In base alle esigenze progettuali, sono gestiti fino a tre metodi di dimensionamento del conduttore di neutro, mediante:

Determinazione in relazione alla sezione di fase;

Determinazione tramite rapporto tra le portate dei conduttori;

Determinazione in relazione alla portata del neutro.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore in questione secondo i seguenti vincoli dati dalla norma:

$$\begin{aligned} S_f < 16 \text{ mm}^2: & \quad S_n = S_f \\ 16 \leq S_f \leq 35 \text{ mm}^2: & \quad S_n = 16 \text{ mm}^2 \\ S_f > 35 \text{ mm}^2: & \quad S_n = S_f / 2 \end{aligned}$$

Il secondo criterio consiste nell'impostare il rapporto tra le portate del conduttore di fase e il conduttore di neutro, e il programma determinerà la sezione in base alla portata.

Il terzo criterio consiste nel dimensionare il conduttore tenendo conto della corrente di impiego circolante nel neutro come per un conduttore di fase.

Le sezioni dei neutri possono comunque assumere valori differenti rispetto ai metodi appena citati, comunque sempre calcolati a regola d'arte.

10. CALCOLO DELLA TEMPERATURA DEI CAVI

La valutazione della temperatura dei cavi si esegue in base alla corrente di impiego e alla corrente nominale tramite le seguenti espressioni:

$$T_{cavo}(I_b) = T_{ambiente} + \left(\alpha_{cavo} \cdot \frac{I_b^2}{I_z^2} \right)$$
$$T_{cavo}(I_n) = T_{ambiente} + \left(\alpha_{cavo} \cdot \frac{I_n^2}{I_z^2} \right)$$

Esprese in °C.

Esse derivano dalla considerazione che la sovratemperatura del cavo a regime è proporzionale alla potenza in esso dissipata.

Il coefficiente α_{cavo} è vincolato dal tipo di isolamento del cavo e dal tipo di tabella di posa che si sta usando.

11. CADUTE DI TENSIONE

Le cadute di tensione sono calcolate vettorialmente. Per ogni utenza si calcola la caduta di tensione vettoriale lungo ogni fase e lungo il conduttore di neutro (se distribuito). Tra le fasi si considera la caduta di tensione maggiore che viene riportata in percentuale rispetto alla tensione nominale:

$$c.d.t(ib) = \max \left(\left(\sum_{i=1}^k \dot{Z}f_i \cdot \dot{I}f_i - \dot{Z}n_i \cdot \dot{I}n_i \right) \right)_{f=R,S,T}$$

Con f che rappresenta le tre fasi R, S, T;

Con n che rappresenta il conduttore di neutro;

Con i che rappresenta le k utenze coinvolte nel calcolo;

Il calcolo fornisce, quindi, il valore esatto della formula approssimata:

$$cdt(I_b) = k_{cdt} \cdot I_b \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot (R_{cavo} \cdot \cos \varphi + X_{cavo} \cdot \sin \varphi) \cdot \frac{100}{V_n}$$

Con:

$k_{cdt}=2$ per sistemi monofase;

$k_{cdt}=1.73$ per sistemi trifase.

I parametri R_{cavo} e X_{cavo} sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione del tipo di cavo (unipolare/multipolare) ed alla sezione dei conduttori; di tali parametri il primo è riferito a 70° C per i cavi con isolamento PVC, a 90° C per i cavi con isolamento EPR; mentre il secondo è riferito a 50Hz, ferme restando le unità di misura in Ω/km . La $cdt(I_b)$ è la caduta di tensione alla corrente I_b è calcolata analogamente alla $cdt(I_b)$.

Se la frequenza di esercizio è differente dai 50 Hz si imposta

$$X'_{cavo} = \frac{f}{50} \cdot X_{cavo}$$

La caduta di tensione da monte a valle (totale) di una utenza è determinata come somma delle cadute di tensione vettoriale, riferite ad un solo conduttore, dei rami a monte all'utenza in esame, da cui, viene successivamente determinata la caduta di tensione percentuale riferendola al sistema (trifase o monofase) e alla tensione nominale dell'utenza in esame.

Sono adeguatamente calcolate le cadute di tensione totali nel caso siano presenti trasformatori lungo la linea (per esempio trasformatori MT/BT o BT/BT). In tale circostanza, infatti, il calcolo della caduta di tensione totale tiene conto sia della caduta interna nei trasformatori, sia della presenza di spine di regolazione del rapporto spire dei trasformatori stessi.

Se al termine del calcolo delle cadute di tensione alcune utenze abbiano valori superiori a quelli definiti, si ricorre ad un procedimento di ottimizzazione per far rientrare la caduta di tensione entro limiti prestabiliti (limiti dati da CEI 64-8 par. 525). Le sezioni dei cavi vengono forzate a valori superiori cercando di seguire una crescita uniforme fino a portare tutte le cadute di tensione sotto i limiti.

12. SCELTA DELLE PROTEZIONI

La scelta delle protezioni viene effettuata verificando le caratteristiche elettriche nominali delle condutture ed i valori di guasto; in particolare le grandezze che vengono verificate sono:

- Corrente nominale, secondo cui si è dimensionata la conduttura;
- Numero poli;
- Tipo di protezione;
- Tensione di impiego, pari alla tensione nominale dell'utenza;
- Potere di interruzione, il cui valore dovrà essere superiore alla massima corrente di guasto a monte dell'utenza $I_{km,max}$, taratura della corrente di intervento magnetico, il cui valore massimo per garantire la protezione contro i contatti indiretti (in assenza di differenziale) deve essere minore della minima corrente di guasto alla fine della linea ($I_{mag,max}$).

13. VERIFICA DELLA PROTEZIONE A CORTOCIRCUITO DELLE CONDUTTURE

Secondo la norma 64-8 par.434.3 "Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti.", le caratteristiche delle apparecchiature di protezione contro i cortocircuiti devono soddisfare a due condizioni:

Il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (a meno di protezioni adeguate a monte);

La caratteristica di intervento deve essere tale da impedire che la temperatura del cavo non oltrepassi, in condizioni di guasto in un punto qualsiasi, la massima consentita.

La prima condizione viene considerata in fase di scelta delle protezioni. La seconda invece può essere tradotta nella relazione:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 S^2$$

Ossia in caso di guasto l'energia specifica sopportabile dal cavo deve essere maggiore o uguale a quella lasciata passare dalla protezione.

La norma CEI al par. 533.3 "Scelta dei dispositivi di protezioni contro i cortocircuiti" prevede pertanto un confronto tra le correnti di guasto minima (a fondo linea) e massima (inizio linea) con i punti di intersezione tra le curve. Le condizioni sono pertanto:

Le intersezioni sono due:

$$I_{cc,min} \geq I_{inter,min} \text{ (quest'ultima riportata nella norma come } I_a\text{);}$$

$$I_{cc,max} \leq I_{inters,max} \text{ (quest'ultima riportata nella norma come } I_b\text{).}$$

L'intersezione è unica o la protezione è costituita da un fusibile:

$$I_{cc,min} \geq I_{inters,min}.$$

L'intersezione è unica e la protezione comprende un magnetotermico:

$$I_{cc,max} \leq I_{inters,max}.$$

Sono pertanto verificate le relazioni in corrispondenza del guasto, calcolato, minimo e massimo.

Nel caso in cui le correnti di guasto escano dai limiti di esistenza della curva della protezione il controllo non viene eseguito.

Note:

La rappresentazione della curva del cavo è una iperbole con asintoti K^2S^2 e la I_z dello stesso.

La verifica della protezione a cortocircuito eseguita dal programma consiste in una verifica qualitativa, in quanto le curve vengono inserite riprendendo i dati dai grafici di catalogo e non direttamente da dati di prova; la precisione con cui vengono rappresentate è relativa.

14. TUBI PROTETTIVI E CANALI

La distribuzione dovrà essere effettuata tramite:

- Tubo corrugato per cavidotto interrato di diametro D=110 mm
- Tubo corrugato per cavidotto interrato di diametro D=50 mm

All'interno del corrugato di diametro $D=110$ mm, è posata la dorsale di alimentazione dell'impianto di illuminazione di nuova realizzazione. Tale dorsale attraversa i pozzetti di derivazione presenti in corrispondenza di ciascuno dei punti luce in considerazione.

All'interno del corrugato di diametro $D=50$ mm, sono posati i cavi degli stacchi dalla dorsale e per l'alimentazione degli apparecchi in progetto.

Le tubazioni devono essere disposte orizzontalmente, evitando quanto più possibile, i percorsi obliqui.

Il diametro interno dei tubi deve essere almeno uguale a 1.5 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi.

Il raggio di curvatura delle tubazioni deve essere tale da non danneggiare i cavi.

Il percorso di tubazioni, il tipo e la sezione, sono chiaramente indicati nelle tavole planimetriche.

15. IMPIANTO DI TERRA

L'impianto elettrico di illuminazione descritto nella presente relazione, deve essere realizzato tutto in classe II. Essendo presente la classe II per tutti i componenti che compongono l'impianto, non è necessaria l'installazione di un impianto di terra.

16. ALLEGATI

- Allegato A: Schema elettrico unifilare
- Allegato B: Progetto illuminotecnico

Allegato A

STUDIO TECNICO

ING. G. NOASCONO

Sede legale: Via Barengo 13

10081 Castellamonte (TO)

Tel. +39 0125 1970499

Fax +39 0125 564014

gianluca.noascono@ilquadrifoglio.to.it

info.noascono@pec.it

Allegato B
