

**SOGGETTO ATTUATORE - Art.7 D.L. 11 novembre 2016, n. 205 (già art.15 ter del D.L. 17 ottobre 2016, n.189, convertito dalla L. 15 dicembre 2016, n.229)**

ex OCDPC 408 / 2016 - art.4 - OCDPC 475 / 2017 - art.3

**S.S. 260 "Picente"**  
**Lavori di adeguamento e potenziamento della tratta stradale laziale.**  
**2 Lotto - dal km 43+800 al km 41+150**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**PROGETTAZIONE STRADALE**

*Dott. Ingegneri Camillo Andreocci Ord. Prov. di Latina n.A1473*

**PROGETTAZIONE STRUTTURE**

*Dott. Ingegneri Ilaria Lardani Ord. Prov. di Roma n.A37398*

**PROGETTAZIONE GEOTECNICA**

*Dott. Geol. Massimo Pietrantonì Ord. Lazio n.A738*

**PROGETTAZIONE IMPIANTI**

*Dott. Ingegneri Salvatore Giua Ord. della Prov. di Roma n.15959*

**RESPONSABILE STUDIO AMBIENTALE**

*Dott. Geol. P. Mauri Ord. Geologi Lombardia n.666*  
*Dott. Ing. R. Abate D. Regione Lombardia 2641/14 T*  
*Dott. Arch. Laura Tasca Ord. Arch. Paesaggisti Prov. di Bg n. 2410*  
*Dott. Biol. A. Di Peso Ord. Prov. di Milano n.089989*  
*Dott. Arch. J. Zaccagna Ord. Prov. di Livorno n.776*

**IL GEOLOGO**

*Dott. Geol. Massimo Pietrantonì Ord. Lazio n.A738*

**ARCHEOLOGIA**

*Dott. Grazia Savino l' Fascia D.M. 244 2019 n.3856*

**COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE**

*Dott. Ingegneri Camillo Andreocci Ord. Prov. di Latina n.A1473*

IMPRESA ESECUTRICE: TOTO S.P.A. COSTRUZIONI GENERALI



DIRETTORE TECNICO

*Dott. Ing. Camillo Colalongo*

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

CAPOGRUPPO MANDATARIA



RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

*Dott. Ing. Camillo Andreocci*  
*Ord. della Prov. di Latina n.A1473*

MANDANTI



ARCHEOLOGIA

*Dott. Grazia Savino*  
*l' Fascia D.M. 244 2019 n.3856*



VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

*Dott. Ing. Antonio Aurelj*

PROGETTISTA

VISTO PER APPROVAZIONE  
DEL RUP

**IMPIANTI - LOTTO 2**  
**TRATTO IN VARIANTE CATEGORIA C2**  
**RELAZIONE TECNICA IMPIANTI TECNOLOGICI**

CODICE PROGETTO			CODICE ELAB.			REVISIONE	SCALA	
PROGETTO	LIV. PROG.	ANNO						
-			T00	IM00	IMP	RE01	A	-
G								
F								
E								
A	LUGLIO 2023	PRIMA EMISSIONE				L. SEGATA	G. DI COSIMO	S. GIUA
REV.	DATA	DESCRIZIONE				REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>ANALISI DEI RISCHI E SCELTA CATEGORIA .....</b>	<b>6</b>
3.1	Verifica abbagliamento.....	8
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE ELETTRICHE.....</b>	<b>9</b>
4.1	Classificazione ambiente .....	9
4.2	Descrizione dell'impianto in progetto .....	9
4.3	Distribuzione elettrica (cavidotti,pozzetti) .....	12
4.4	Distanze fra cavi energia, telecomunicazione e tubazioni metalliche (gas) .....	14
<b>5</b>	<b>CAVI ELETTRICI.....</b>	<b>16</b>
5.1	Cavo FS17 450/750V.....	16
5.2	Cavo FG16R16 0,6/1kV - FG16OR16 0,6/1kV .....	16
<b>6</b>	<b>IMPIANTO DI TERRA .....</b>	<b>17</b>
6.1	Dispersore.....	17
6.2	Condutture di terra.....	18
6.3	Collettore (o nodo) principale di terra.....	18
6.4	Conduttori di protezione .....	18
6.5	Conduttori equipotenziali.....	19
6.6	Verifica analitica .....	19
<b>7</b>	<b>IMPIANTO ILLUMINAZIONE .....</b>	<b>20</b>
7.1	Armature stradali per illuminazione stradale 52.5W 7105lm .....	20
7.2	Inquinamento luminoso .....	21
<b>8</b>	<b>VERIFICA ILLUMINOTECNICA .....</b>	<b>23</b>

## INDICE DELLE TABELLE E DELLE FIGURE

Figura 1 – Tracciato di progetto su ortofoto.....	3
Figura 2 – Energia prodotta dal sistema FV .....	10
Figura 3 – Schema sistema proposto.....	10
Figura 4 – Locale tecnico.....	11
Figura 5 – Illuminazione rotatoria.....	20

## 1 INTRODUZIONE

La presente relazione riporta le opere elettriche per la realizzazione dell'impianto illuminazione necessario a seguito della realizzazione del nuovo viadotto a servizio della variante alla SS 260 "Picente" ad Amatrice in Provincia di Rieti.

Il tracciato della nuova strada attraversa la valle del torrente Castellano staccandosi dall'attuale sede in prossimità della progressiva km 43+800 (arrivando dalla Salaria, subito prima dell'incrocio per andare verso Sommati) e ricollegandosi con la SS 260 "Picente" attuale in prossimità della progressiva km 41+150 (arrivando dalla Salaria, poco prima del "Villaggio Scoiattolo").

Il lotto in oggetto include le due rotatorie di innesto sull'attuale SS 260 "Picente" della nuova opera stradale.

L'intervento in esame si innesta al km 41+150 della SS 260 "Picente" e arriva al km 43+800, in variante sul vecchio tracciato. Il progetto delle opere civili consiste nella realizzazione di un lungo viadotto innestato sulla viabilità esistente per mezzo di due rotatorie, le quali sono oggetto delle opere elettriche.

Il nuovo tracciato stradale è stato previsto con una categoria tipo C2 (strada extraurbana secondaria) ai sensi del D.M. del 5/11/2001 (Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade).

All'interno del progetto le due rotatorie saranno denominate A e B, precisamente:

- Rotatoria A, intersezione nord, da pk km 0+007
- Rotatoria B, intersezione sud, da pk km 1+219

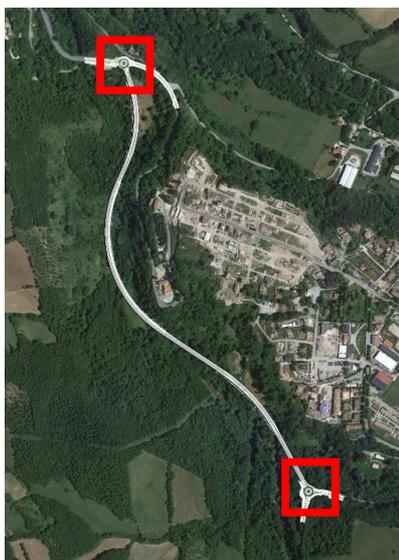


Figura 1 – Tracciato di progetto su ortofoto

## 2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Nel seguito vengono elencati i principali riferimenti legislativi e normativi applicabili alla progettazione degli impianti in oggetto.

- CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto.
- 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 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo.
- CEI 11-25 Calcolo delle correnti di corto circuiti nelle reti trifasi a corrente alternata.
- CEI 11-26 Calcolo degli effetti delle correnti di corto circuito.
- CEI 11-28 Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione.
- CEI 11-48 (CEI EN 50110-1) Esercizio degli impianti elettrici.
- CEI 11-49 (CEI EN 50110-2) Esercizio degli impianti elettrici (allegati nazionali).
- CEI 16-7 Elementi per identificare i morsetti e la terminazione dei cavi.
- CEI 17-13/2 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.). Parte 2: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre.
- CEI 17-13/3 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.). Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso. Quadri di distribuzione (ASD).
- CEI 17-13/4 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri B.T.). Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate per cantiere (ASC).
- CEI 17-43 Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.) non di serie (ANS).
- CEI 17-52 Metodo per la determinazione della tenuta al cortocircuito delle apparecchiature assiemate non di serie (ANS).
- CEI 17-70 Guida all'applicazione delle norme dei quadri di bassa tensione.
- CEI 17-71 Involucri vuoti per apparecchiature di protezione e manovra per bassa tensione". Prescrizioni generali.
- CEI 20-13, 20-14, 20-19, 20-20, 20-22, 20-35, 20-36, 20-37, 20-45, 20-65, relativamente ai vari tipi di cavi elettrici.
- CEI 20-21 Calcolo delle portate dei cavi elettrici. Parte 1: in regime permanente (fattore di carico 100%).
- CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi a 0,6/1 kV.
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare

- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
- CEI 64-8 sezione 714 "impianti illuminazione situati all'esterno"
- CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale o terziario.
- CEI 64-14 Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori.
- Decreto Legislativo n.37 del 21-01-2008: Norme per la sicurezza degli impianti
- CEI 70-1 Grado di protezione degli involucri (Codice IP).
- CEI 81-10/1 Protezione contro i fulmini. Parte 1: principi generali.
- CEI 81-10/2 Protezione contro i fulmini. Parte 2: valutazione del rischio.
- CEI 81-10/3 Protezione contro i fulmini. Parte 3: danno materiale alle strutture e pericolo per le persone.
- CEI 81-10/4 Protezione contro i fulmini. Parte 4: impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.
- Tabelle CEI-UNEL 00722 Colori distintivi delle anime dei cavi isolati con gomma o polivinilcloruro per energia o per comandi e segnalazioni con tensioni nominali Uo/U non superiori a 0,6/1 kV.
- Regolamento n. 305/2011 del Parlamento Europeo del 9 marzo 2011, Regolamento CPR relativo alle condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione, "allegato IV n. 31 cavi elettrici, di controllo e di comunicazione"
- Decreto Legislativo n.37 del 21-01-2008: Norme per la sicurezza degli impianti
- UNI 11248 "illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche"
- UNI EN 13201-2 "illuminazione stradale – Requisiti prestazionali"
- UNI EN 13201-3 "illuminazione stradale – Calcolo delle prestazioni"
- UNI EN 13201-4 "illuminazione stradale – Metodo di misura delle prestazioni fotometriche"

### 3 ANALISI DEI RISCHI E SCELTA CATEGORIA

La classificazione delle due rotonde dipende dalla classificazione della strada in ingresso alla rotonda, quindi, è necessario valutare l'intero contesto stradale. Il prospetto 1 della norma UNI 11248:2016 di seguito riportato, esplicita la classificazione delle strade secondo la normativa vigente ed associa, a ciascuna di queste, una categoria illuminotecnica di ingresso all'analisi dei rischi. Le categorie illuminotecniche definite dalla norma 11248:2016 sono suddivise in:

- categoria illuminotecnica d'ingresso, definita dalla tabella contenuta nella norma;
- categoria di progetto, utilizzata per dimensionare l'impianto e dipende dai parametri di influenza;

Nel caso in esame, l'asse stradale viene adeguato ad una strada di tipo "C2", per cui la categoria illuminotecnica di ingresso associata è M2, come evidenziato nella tabella riportata di seguito (UNI 11248 punto 7 prospetto 1).

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h <sup>-1</sup> ]	categoria illuminotecnica ingresso
A <sub>1</sub>	Autostrade extraurbane	Da 130 a 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A <sub>2</sub>	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	Da 70 a 90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	Da 70 a 90	M3
C	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
D	Strade urbane di scorrimento	70	M2
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	M3
F	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, zona 30	30	C3/P1
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2
	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi altri utenti)	5	C4/P2
	Strade locali interzonali	50	M3
30		C4/P2	
F <sub>bis</sub>	Itinerari ciclo-pedonali	Non dichiarato	P2
	Strade a destinazione particolare	30	

Tabella 1 – Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi

La Norma UNI 11248 punto 8.3 consente la riduzione della categoria illuminotecnica nel caso vengano utilizzati apparecchi illuminanti con resa cromatica uguale o superiore a 60 ( $R_a \geq 60$ ) e il rapporto S/P  $\geq 1,10$  (rapporto scotopica / fotopica ovvero il rapporto tra la sensibilità in condizioni di penombra e in condizioni di grande illuminamento). Gli apparecchi illuminanti

utilizzati avranno un valore di Ra superiore a 60 e un rapporto S/P superiore a 1,10. (valore lampade Led 4K pari a 2,1). In relazione a quanto espresso e le indicazioni fornite dalla norma, si prevede di ridurre la categoria a M3.

I valori illuminotecnici richiesti dalla norma UNI EN 13201-2:2016 (prospetto 1-categorie illuminotecniche) per una strada classificata M3 sono:

- Luminanza media del manto stradale L: 1,0 cd\*m<sup>2</sup>
- Uniformità longitudinale U0: 0,40
- Incremento di soglia Ti (indice abbagliamento):15 (valore massimo)

Quando la zona di studio prevede l'utilizzo di una categoria illuminotecnica M e la conformazione della strada non permette di sviluppare il calcolo di luminanza media come specificato dalla norma UNI EN 13201-3 bisogna utilizzare una delle categorie indicate nel prospetto 6 della norma UNI EN 11248 punto 9.7 oltre, nel caso di un'intersezione stradale, quanto indicato nell'appendice A della stessa norma. Nel nostro caso le intersezioni sono classificate come zona di conflitto di categoria C in quanto è l'intersezione di più strade. (UNI EN 13201-2:2016 paragrafo 5 prospetto 2 e UNI 11248 allegato A paragrafo A.3) Il prospetto 6 della norma UNI EN 11248 permette l'individuazione della categoria dell'intersezione in funzione del coefficiente medio di luminanza della pavimentazione stradale (Q<sub>0</sub>) che nella nostra valutazione ipotizziamo tra 0,05 e 0,08. (il valore "sr" indicato in tabella è il valore di illuminamento orizzontale delle aree limitrofe alla carreggiata in rapporto ai corrispondenti valori presenti sulla carreggiata). In funzione della categoria scelta in precedenza (M3) per la strada in oggetto, si ipotizza di utilizzare una categoria C3, indicata nel prospetto 6 della norma UNI EN 11248.

La verifica illuminotecnica delle rotatorie sarà eseguita utilizzando una categoria illuminotecnica di progetto pari a C3, con i seguenti valori da rispettare (prospetto 2 della UNI EN 13201-2:2016):

- E (Illuminamento medio) = 15 lx;
- U0 (Uniformità generale) = 0.40;

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	[minimo mantenuto] Lx	U <sub>0</sub> [minimo]
C0	50	0,40
C1	30	0,40
C2	20,0	0,40
C3	15,0	0,40
C4	10,0	0,40
C5	7,50	0,40

Tabella 2 – Categorie illuminotecniche C basate sull'illuminamento del manto stradale – Prospetto II

### 3.1 VERIFICA ABBAGLIAMENTO

L'abbagliamento è la sensazione visiva prodotta un apparecchio illuminante e può essere percepito come abbagliamento molesto o debilitante. La definizione delle due diverse tipologie è:

- Abbagliamento molesto: sensazione fastidiosa senza compromettere la visione, una fatica visiva;
- Abbagliamento debilitante: compromette la visione degli oggetti ed ostacoli a causa di una diffusione della luce tale da ridurre la capacità di percezione

La limitazione dell'abbagliamento debilitante può essere dimostrata sia valutando i valori TI (incremento percentuale di contrasto di un oggetto necessario per farlo rimanere alla visibilità di soglia in presenza di abbagliamento debilitante causato dagli apparecchi illuminanti) sia attraverso la scelta di un apparecchio illuminante secondo le categorie G1,G2,G3,G4,G5,G6. Allo stesso modo la limitazione dell'abbagliamento modesto (luce molesta) può essere rispettata con la scelta di un apparecchio secondo le categorie D1,D2,D3,D4,D5,D6. (UNI EN 13201-2 paragrafo 5 nota 2 e paragrafo 6 nota 2-3) La definizione di tali categorie sono riportate nelle tabelle A.1 e A.2 presenti nell'allegato A della norma UNI EN 13201-2.

La norma UNI EN 13201-2 per quanto concerne le aree di conflitto/rotatorie richiede che vengano rispettate le categorie illuminotecniche C con uniformità 0.40 e non viene richiesto il calcolo del TI in quanto l'osservatore in queste zone ha infinite posizioni; pertanto, viene raccomandato l'utilizzo dei prodotti in base alla categoria G.

Nel progetto proposto sono stati scelti apparecchi adeguati ai valori indicati nella norma UNI EN 13201 allegato A.1 e A.2, precisamente:

- Illuminazione rotonde: Classe indice abbagliamento molesto D.5, classe indice abbagliamento debilitante G.6

## **4 DESCRIZIONE DELLE OPERE ELETTRICHE**

Le opere elettriche descritte nella presente relazione si riferiscono alle due nuove rotatorie presenti al termine del nuovo viadotto a servizio della variante alla SS 260 "Picente" ad Amatrice in Provincia di Rieti.

Per lo sviluppo del progetto si evidenzia che:

- i calcoli sono sviluppati con programmi software dedicati, i quali utilizzano le apparecchiature elettriche delle principali ditte fornitrici, universalmente riconosciuti di elevata affidabilità e debitamente validati;
- i risultati dei calcoli dimensionali di linee e interruttori sono riportati anche sugli schemi unifilari di potenza dei quadri elettrici;

### **4.1 CLASSIFICAZIONE AMBIENTE**

L'impianto proposto riguarda l'illuminazione pubblica, quindi, dovrà recepire anche le indicazioni contenute nella norma CEI 64-8 sezione 714. L'articolo 714.412 puntualizza che tutte le parti attive dei componenti elettrici devono essere protette mediante isolamento o mediante barriere o involucri per impedire i contatti diretti. Gli apparecchi illuminanti, morsettiere, quadri elettrici e cassette di derivazione avranno un grado di protezione pari a IP55 o superiore.

### **4.2 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO IN PROGETTO**

In entrambe le rotatorie si prevede di sviluppare un impianto in grado di ridurre al minimo il prelievo dell'energia elettrica dall'ente fornitore. Il sistema proposto prevede un piccolo impianto fotovoltaico con sistema di accumulo per permettere il funzionamento dell'impianto d'illuminazione durante le ore notturne.

L'impianto fotovoltaico è composto da tre pannelli fotovoltaici con potenza elettrica di picco pari a 425W cadauno, per una potenza totale pari a 1275W, installati sulla copertura di un piccolo locale tecnico previsto nei pressi della rotatoria per contenere il sistema di accumulo, i quadri elettrici e l'apparecchiatura prevista in progetto.

La produzione di energia dell'impianto fotovoltaico verrà immagazzinata nel sistema di accumulo per poi essere utilizzata nelle ore notturne per permettere il funzionamento dell'impianto d'illuminazione della rotatoria evitando di prelevare energia elettrica dalla rete, avverando i costi di energia elettrica. Il sistema di accumulo proposto avrà una capacità di 4800kWh per permettere di avere una buona scorta di energia in caso di giornate poco soleggiate e quindi poca produzione di energia elettrica dall'impianto fotovoltaico.

È stata fatta una simulazione per verificare la produzione di energia dell'impianto fotovoltaico nel sito d'installazione dell'impianto e l'energia prodotta annualmente è pari a 1'580.13 kWh, con inclinazione dei pannelli pari a 15° e orientamento 0°. Nel grafico si riporta la produzione annua suddivisa in mesi.

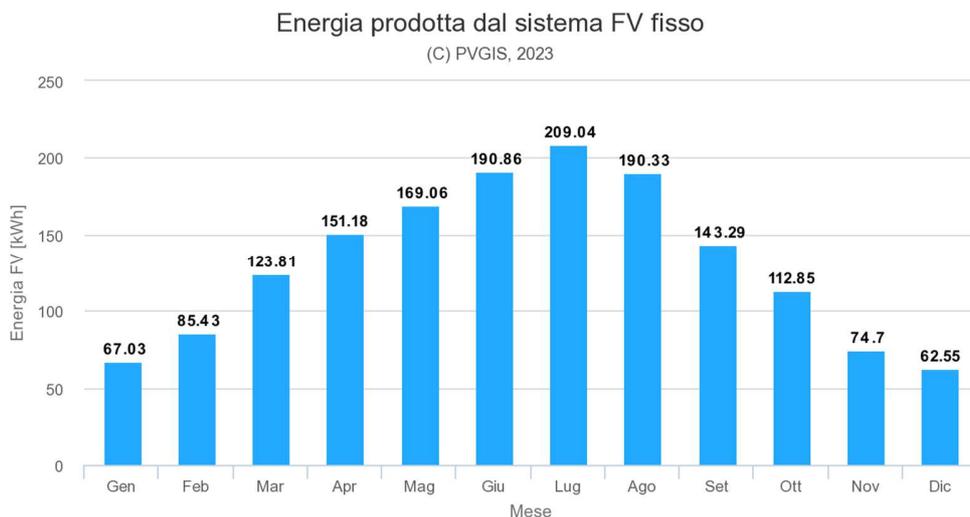


Figura 2 – Energia prodotta dal sistema FV

L'energia prodotta sarà in grado di caricare il sistema di accumulo per permettere il funzionamento dell'impianto illuminazione nelle ore notturne. Oltre all'impianto fotovoltaico e il sistema di accumulo è necessario prevedere un regolatore di carica per la gestione della batteria e l'inverter per trasformare la corrente continua in alternata. Il sistema può essere riassunto con lo schema riportato di seguito.

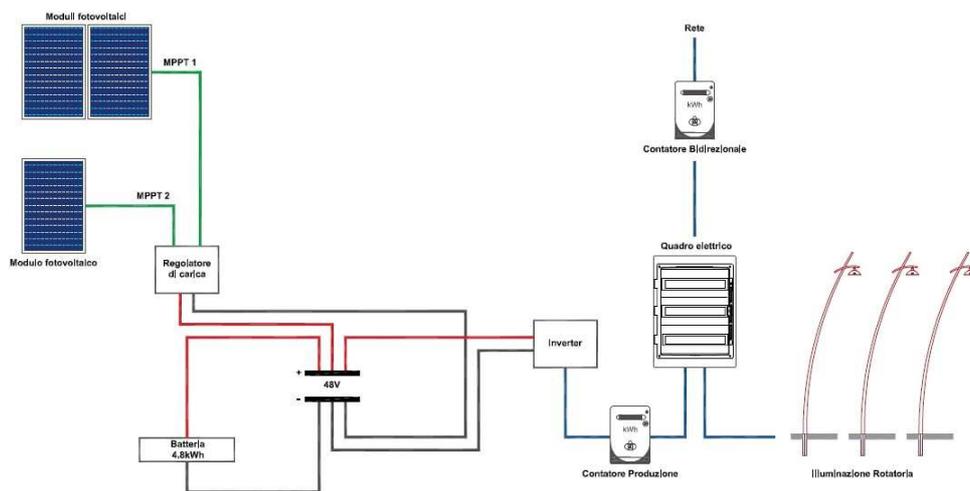


Figura 3 – Schema sistema proposto

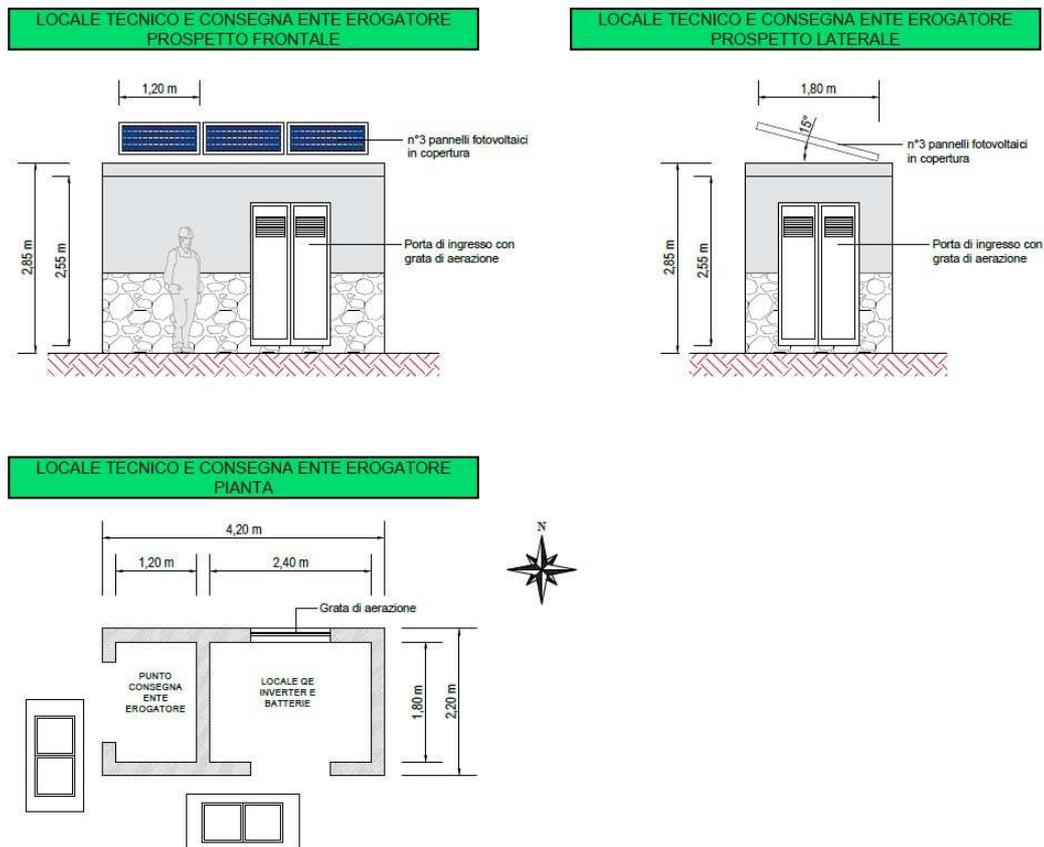


Figura 4 – Locale tecnico

Per garantire la sicurezza elettrica si prevede l'installazione dei quadri elettrici per proteggere la parte d'impianto in corrente continua (Quadro di campo) e la parte d'impianto in corrente alternata. (Quadro illuminazione)

Il quadro di campo sarà composto da sezionatori con portafusibili e scaricatore di linea per la protezione dei moduli fotovoltaici. La struttura del quadro sarà in PVC e installata nel locale tecnico accanto al regolatore di carica. Sono previste anche delle bobine di sgancio tensione e relativo pulsante per togliere alimentazione ai circuiti in corrente continua in caso d'incendio o altra necessità di emergenza.

Il quadro illuminazione (QE\_ILL) sarà a servizio dell'impianto illuminazione e forza motrice del locale oltre alla protezione dell'inverter e dei circuiti ausiliari in corrente alternata. La struttura del quadro sarà in PVC e installata nel locale tecnico accanto all'inverter. Maggiori dettagli del quadro sono riportati nell'elaborato dedicato allegato al progetto.

Il contatore di energia previsto in ogni rotatoria sarà di tipo monofase con potenza pari a 1,5kW 230V sistema TT.

Nei quadri saranno installati interruttori automatici dimensionati in base ai carichi elettrici previsti e con caratteristiche idonee per la protezione dalle sovracorrenti, e dai cortocircuiti (norme C.E.I. 64-8 CAP. VI). Inoltre, saranno collocati anche

dei moduli differenziali ad alta sensibilità per la protezione dai contatti indiretti, secondo le norme (CEI 64-8 CAP. V). Il potere di interruzione e le curve di intervento degli interruttori installati saranno scelti in base alla corrente di cortocircuito presunta ed in base a criteri e considerazioni di selettività delle protezioni elettriche dell'impianto. Gli interruttori di protezione installati sui vari quadri saranno scelti per dare una grande settorializzazione e selettività all'impianto. Le linee fino alle sezioni di 16mm<sup>2</sup> saranno collegate a morsettiere componibili mentre per sezioni superiori saranno collegate direttamente ai morsetti degli interruttori di protezione. Per i circuiti ausiliari i conduttori saranno di tipo flessibile, con isolamento 750 V e sezione minima 1.5 mm<sup>2</sup>. Gli organi di comando saranno chiaramente identificati da targhette sotto ogni interruttore e i collegamenti delle linee di alimentazione in ingresso saranno adeguatamente segregati con opportune barriere.

Nell'esecuzione dei collegamenti dovranno essere utilizzati i seguenti colori distintivi per i vari circuiti:

- colore nero per i conduttori di fase;
- colore azzurro per i conduttori di neutro;
- colore giallo-verde per i conduttori di protezione;
- colore grigio o altro per i conduttori dei circuiti ausiliari.

Le sezioni dei conduttori sono state calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4% della tensione a vuoto. Sono stati considerati anche i coefficienti di riduzione con il metodo indicato nella norma CEI-UNEL 35026 par. 2, riducendo la portata del cavo in funzione della profondità di posa, delle caratteristiche termiche del terreno in cui viene interrato e per la presenza di più circuiti nella stessa canalizzazione. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle contenute nella norma CEI-UNEL 35026. L'utilizzo di cavi tipo FG16R permette anche di proteggere le persone da eventuali contatti indiretti in quanto sono classificati di Classe II (doppio isolamento). (Norma CEI 64-8.)

#### **4.3 DISTRIBUZIONE ELETTRICA (CAVIDOTTI,POZZETTI)**

In considerazione di criteri di sicurezza, requisiti estetici, requisiti funzionali, la distribuzione nei tratti stradali è realizzata in cavidotto interrato dedicato ed in conformità con le norme CEI 11-17.

I cavidotti interrati sono costituiti da tubi protettivi a doppio strato in polietilene strutturato ad alta densità, corrugato esternamente e con parete interna liscia, resistenza allo schiacciamento di 450 N, completo di giunto a manicotto conforme alle norme CEI EN 50086-1-2-4, con diametro esterno mm 110.

La profondità di posa minima dei cavidotti dal piano di calpestio è:

- pari a cm 60 in sede non stradale
- maggiore di cm 80, estradosso tubo, in sede stradale.

Nei principali cambi di direzione, in corrispondenza dei pali d'illuminazione, nei nodi di derivazione e giunzioni, sono installati pozzetti prefabbricati in calcestruzzo (per l'esatto posizionamento si faccia riferimento agli elaborati grafici allegati). All'interno dei pozzetti, l'imbocco delle canalizzazioni è debitamente stuccato con malta cementizia. Non sono previsti

pozzetti di derivazione costruiti sul posto e realizzati con dime. I pozzetti sono dotati di chiusini con carrabilità D400. Il chiusino è completo di dicitura "Impianti elettrici" o analoga concordata con la DL. Per il drenaggio delle acque di possibile infiltrazione, i pozzetti prefabbricati hanno il fondo completamente aperto; sono posati su letto di ghiaia costipata dello spessore minimo di cm 10. Il controtelaio ed i lati dei pozzetti sono protetti e fissati attraverso uno strato di calcestruzzo dosato a q.li 2,5 di cemento per metro cubo e fissati saldamente. Le dimensioni e l'ubicazione dei pozzetti si evince dagli elaborati di progetto. I pozzetti di derivazione saranno collocati davanti al palo, ben allineati, con la battuta del chiusino sul telaio perfettamente combaciante per non creare rumorosità indesiderate. Il cavidotto entrerà nel pozzetto solo lateralmente e ben stuccato con malta cementizia.

La derivazione dei cavi per ogni palo avviene nell'apposita morsettiera di connessione ubicata nel palo in una cassetta di derivazione da palo con grado di protezione IP67, classe II. La cassetta di derivazione contenuta nel palo si trova ad un'altezza di 1m dal piano di calpestio e grazie alla serratura a chiave non permette il facile accesso da personale non autorizzato evitando possibili contatti diretti.

I pali avranno un'altezza pari a 7m fuori terra e saranno posati con un plinto di fondazione in calcestruzzo con dimensione adeguate posizionati all'interno della rotatoria. (verifica definitiva del plinto in fase esecutiva) La parte superiore dei basamenti di fondazione, su terreno naturale, sarà ricoperta dal terreno, salvo diverse disposizioni impartite dalla direzione lavori; I basamenti saranno completi di apposito foro realizzato con tubi in PVC per il collegamento con il pozzetto di distribuzione elettrica. Il raccordo fra il pozzetto di derivazione esterno al basamento ed il basamento di fondazione stesso, per la posa del cavo di alimentazione, sarà realizzata con tubo in PVC flessibile del diametro interno di mm 60 ed a 30cm di profondità; tale raccordo avrà pendenza verso il pozzetto.

Non è previsto il collegamento a terra del palo in quanto tutti gli apparecchi sono in classe di isolamento II e anche la cassetta di derivazione sarà dotata della stessa classe d'isolamento. Infatti, mettere a terra un apparecchio di classe II potrebbe portare ad interessare l'apparecchio da tensioni pericolosi presenti nell'impianto di terra e causati da un malfunzionamento. Inoltre, la probabilità che in un apparecchio di classe II ceda l'isolamento doppio o rinforzato è molto più remota rispetto da una tensione pericolosa entrante dall'impianto di terra. Il collegamento dell'eventuale SPD presente nell'apparecchio illuminante sarà eseguito con il palo in acciaio che funge da dispersore naturale verso terra, scaricando a terra l'eventuale sovratensione con un tempo talmente breve da non determinare pericolo alle persone. Per proteggere da eventuali sovratensioni provenienti dalla linea elettrica, verrà installato uno scaricatore di tensione nel quadro generale in grado di scaricare la sovratensione nell'impianto di terra previsto nei pressi del quadro.

In ogni caso si prevede la realizzazione dell'impianto di terra nei pressi del locale tecnico necessario per eseguire l'impianto di terra a servizio del fabbricato, come descritto nell'elaborato dedicato.

Il locale tecnico verrà allestito con impianto luce e forza motrice idoneo per l'utilizzo finale. Gli impianti saranno installati a vista con tubi e scatole di derivazione in PVC installati a parete e/o a soffitto.

#### **4.4 DISTANZE FRA CAVI ENERGIA, TELECOMUNICAZIONE E TUBAZIONI METALLICHE (GAS)**

Nell'esecuzione delle opere di posa di cavidotti interrati contenenti cavi energia bisogna rispettare le distanze da eventuali cavi di telecomunicazione o tubazioni metalliche indicate nella norma CEI 11-17 paragrafo 6. In caso di incroci con cavi di telecomunicazioni è necessario rispettare le seguenti regole imposte dalla norma:

- il cavo energia deve essere posizionato ad una quota inferiore rispetto a quello di telecomunicazione
- la distanza tra cavo energia e telecomunicazione non deve essere inferiore a 0,30m
- il cavo posto ad una quota superiore deve essere segnalato e protetto con dispositivi adatti e descritti al paragrafo 6.1.4 della norma CEI 11-17

La norma specifica che se almeno uno dei due cavi è posto dentro appositi manufatti (tubazioni, cunicoli, ecc.) che proteggono il cavo stesso e ne rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza la necessità di effettuare scavi, non è necessario osservare le prescrizioni sopraelencate.

L'incrocio fra cavi di energia e tubazioni metalliche adibite al trasporto e alla distribuzione di fluidi acquedotti, oleodotti e simili non deve effettuarsi sulla proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni metalliche stesse. Non si devono avere giunti sui cavi di energia a distanza inferiore a 1 m dal punto di incrocio, a meno che non siano attuati i provvedimenti descritti nel seguito. Nessuna particolare prescrizione è data nel caso in cui la distanza minima, misurata fra le superfici esterne di cavi di energia e di tubazioni metalliche o fra quelle di eventuali loro manufatti di protezione, è superiore a 0,50 m. Tale distanza può essere ridotta fino ad un minimo di 0,30 m, quando una delle strutture di incrocio è contenuta in manufatto di protezione non metallico (separatori in calcestruzzo), prolungato per almeno 0,30 m per parte rispetto all'ingombro in pianta dell'altra struttura oppure quando fra le strutture che si incrociano venga interposto un elemento separatore non metallico (per es. lastre di calcestruzzo o di materiale isolante rigido); questo elemento deve poter coprire, oltre alla superficie di sovrapposizione in pianta delle strutture che si incrociano, quella di una striscia di circa 0,30 m di larghezza ad essa periferica. Le distanze sopra indicate possono essere ulteriormente ridotte, previo accordo fra gli Enti proprietari o Concessionari, se entrambe le strutture sono contenute in manufatto di protezione non metallico.

Nel caso di parallelismi tra cavi energia e tubazioni metalliche è necessario rispettare la distanza massima tra loro ed in nessun tratto potrà essere misurata una distanza inferiore a 0,30m tra le superfici esterne di essi o di eventuali manufatti di protezione. La norma permette di derogare la distanza indicata precedentemente in due casi:

- quando la differenza di quota fra le superfici esterne delle strutture interessate è superiore a 0,50m;
- quando tale differenza è compresa tra 0,30m e 0,50 m, ma si interpongano fra le due strutture elementi separatori non metallici, nei tratti in cui la tubazione non è contenuta in un manufatto di protezione non metallico;

In ogni modo non devono essere disposti nello stesso manufatto di protezione cavi di energia e tubazioni contenenti fluidi infiammabili mentre per tubazioni di altro uso tale posa è consentita purché le tubazioni non siano poste a stretto contatto e ci sia un accordo tra gli Enti proprietari delle tubazioni. La coesistenza tra gasdotti interrati e cavi energia è regolamentata dal D.M. 24.11.1984 "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas

naturale con densità non superiore a 0,8" quindi nel caso di incroci o parallelismi tra cavi energia e tubazioni dedicate al trasporto di gas naturali dovranno essere definiti con gli Enti proprietari o concessionari del gasdotto. Le prescrizioni descritte nei precedenti paragrafi sono applicabili, ove non in contrasto col suddetto D.M., per incroci e parallelismo con cavi direttamente interrati con le modalità di posa L (senza protezione meccanica) e M (con protezione meccanica). Le condotte per gas metano sono classificate in sette specie, le quali si differenziano tra loro in funzione della pressione massima di esercizio (MOP). Di conseguenza le distanze tra tubazione del gas e cavidotti elettrici sono vincolate alla classificazione del gasdotto. Solitamente nei centri abitati sono utilizzate condotte con pressioni inferiori a 5 bar (classificazione specie 4-5-6-7) mentre la distribuzione principale utilizza pressioni tra i 5 e 24 bar (classificazione specie 1-2-3). (UNI 9165 e DM 11/04/2008) In seguito ad un confronto con l'Ente o il Concessionario del gasdotto sarà possibile identificare eventuali tubazioni presenti nelle zone di scavo, attualmente non identificate, per poi definire le distanze di rispetto tra cavidotti energia e condotte del gas. Le distanze indicate dalla Norma UNI 9165 e dal DM 11/04/2008 in caso di parallelismi tra cavidotti energia e condotti gas sono:

- per condotti gas di specie 1-2-3 deve esserci una distanza pari alla profondità di posa del condotto gas
- per condotti gas di specie 4-5 deve esserci una distanza maggiore a 0,5m
- per condotti gas di specie 6-7 deve esserci una distanza in grado di consentire interventi di manutenzione senza intralciare il funzionamento dei due impianti

In caso di incroci tra cavidotti energia e gasdotti le distanze di sicurezza da rispettare sono:

- per condotti gas di specie 1-2-3 deve esserci una distanza di almeno 1,5m (DM 11/04/2008 art. 2.7 allegato A)
- per condotti gas di specie 4-5 deve esserci una distanza maggiore a 0,5m
- per condotti gas di specie 6-7 deve esserci una distanza in grado di consentire interventi di manutenzione senza intralciare il funzionamento dei due impianti

## **5 CAVI ELETTRICI**

I cavi utilizzati nel progetto sono di due tipologie:

- Cavo FS17 450/750V
- Cavo FG16R16 / FG16OR16 0.6/1kV

### **5.1 CAVO FS17 450/750V**

Cavo per energia isolato in PVC di qualità S17, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) n°305/11, classe Cca - s3, d1, a3, conduttore di rame rosso ricotto classe 5, isolante in mescola di PVC di qualità S17. Questa tipologia di cavo viene utilizzata per il cablaggio interno del quadro.

### **5.2 CAVO FG16R16 0,6/1kV - FG16OR16 0,6/1kV**

Cavo unipolare o multipolare per energia isolato in gomma HEPR di qualità G16, riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico, guaina in mescola termoplastica tipo R16 e conduttore flessibile di rame rosso ricotto classe 5. Il prodotto è conforme al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR), n°305/11, classe Cca-s3,d1,a3. Questi cavi sono adatti per l'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di Ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e fumo, conformi al Regolamento CPR. Per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti interni o esterni anche bagnati. Per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa. Adatti anche per posa interrata diretta o indiretta. Non indicato per sringhe di collegamento con pannelli fotovoltaici. Raggio minimo di curvatura per diametro D (in mm): Cavi energia flessibili, conduttore classe 5 = 4 D / Cavi segnalazione e comandi flessibili, classe 5 = 6 D. Sforzo massimo di tiro paria 50 N/mm<sup>2</sup>. Colore guaina Grigio chiaro RAL7035. Classe isolamento II

## 6 IMPIANTO DI TERRA

Tutte le apparecchiature utilizzate per l'impianto d'illuminazione (apparecchi illuminanti, morsettiere) hanno una classe di isolamento II quindi non necessitano del collegamento all'impianto di terra. Come descritto in precedenza, i componenti in classe II sono provvisti di isolamento supplementare e sono privi di morsetto di messa a terra. La messa a terra non è necessaria (potrebbe addirittura essere controproducente per la sicurezza) in quanto gli eventuali involucri metallici esterni sono separati dalle parti attive interne da un isolamento doppio o rinforzato.

In ogni caso si prevede la realizzazione dell'impianto di terra nei pressi del locale tecnico necessario per eseguire l'impianto di terra a servizio del fabbricato tecnologico, come descritto nell'elaborato dedicato. Inoltre, la presenza di scaricatori di tensione nei quadri elettrici e la presenza di due quadri implica la formazione di un impianto di terra per il collegamento degli SPD e per la protezione dai contatti indiretti che si possono verificare nei pressi del quadro elettrico. (carpenteria in metallo)

Nella zona interessata dal fabbricato tecnologico è prevista la realizzazione di un anello realizzato con corda di rame nuda da 35mm<sup>2</sup>, interrata a profondità h = -0,6m dal piano di calpestio e collegata a dispersori di terra di profondità con altezza 1,5m.

All'interno di ogni singolo locale dovrà essere realizzato un collettore (nodo) principale di terra costituito da barra di rame di adeguate dimensioni entro cassetta metallica o in PVC, sul quale dovrà essere prevista l'attestazione di conduttori in corda di rame, tipo FG17. A valle del quadro di distribuzione dovrà essere distribuito il conduttore di terra per tutte le singole utilizzazioni con sezione pari a quella del corrispondente conduttore di fase fino a 16mm<sup>2</sup>, col minimo tuttavia di 16mm<sup>2</sup> quando il conduttore di terra non faccia parte di cavi multipolari o non sia posato nella stessa tubazione.

In fase di realizzazione dell'impianto, si dovrà provvedere alle necessarie verifiche di misurazione delle tensioni di passo e di contatto previste dalle Norme CEI. Qualora i valori misurati non fossero ammissibili, occorrerà prendere i provvedimenti necessari per migliorare la distribuzione dei potenziali in caso di guasto.

I componenti dell'impianto di terra sono:

- dispersore
- conduttore di terra
- collettore (o nodo) principale di terra
- conduttori di protezione
- conduttori equipotenziali

### 6.1 DISPERSORE

Il dispersore o impianto di terra primario è definito ai sensi della Norma CEI 99-2, 99-3 e CEI 64-8 insieme di conduttori in contatto elettrico diretto con il terreno o annessi nel calcestruzzo a contatto con il terreno.

Il dispersore è necessario per disperdere le correnti verso terra e verrà integrato con il collegamento ai ferri delle armature di fondazione della cabina. Per evitare variazioni del valore della resistenza di terra nel tempo a causa di gelate del terreno, è prevista una profondità di installazione di almeno 0,5m dal piano di campagna (nel nostro caso 0,6m). Le giunzioni fra i diversi elementi del dispersore e fra il dispersore ed il conduttore di terra devono essere effettuate con saldatura forte o autogena oppure con robusti morsetto o manicotto purché assicurino un contatto equivalente; le giunzioni devono inoltre essere protette contro la corrosione.

## **6.2 CONDUTTURE DI TERRA**

Si definisce conduttore di terra il conduttore che collega il dispersore al collettore (o nodo) principale di terra. Ai sensi della Norma CEI 64-8 il conduttore di terra è definito il conduttore, non in contatto col terreno, che collega il collettore (o nodo) al dispersore oppure conduttore, non in contatto col terreno, che collega tra loro due dispersori. Il conduttore di terra può collegare anche due dispersori ma in questo caso non è considerato dispersore in quanto è formato da un cavo isolato. Il conduttore di terra deve essere eseguito secondo quanto previsto dal progetto ed è costituito da un conduttore di rame isolato con guaina bicolore giallo-verde.

## **6.3 COLLETTORE (O NODO) PRINCIPALE DI TERRA**

Il collettore principale di terra, ai sensi della Norma CEI 64-8, è l'elemento a cui fanno capo i diversi conduttori di protezione, i conduttori equipotenziali principali, i conduttori di terra ed i conduttori di terra funzionali. Il collettore di terra è collegato al dispersore con uno o più conduttori di terra.

Il collettore (o nodo) principale di terra previsto nell'impianto di cui in oggetto è formato da (una sbarra in metallo) a cui vanno collegati il conduttore di terra ed i vari conduttori di protezione, conduttori equipotenziali principali.

## **6.4 CONDUTTORI DI PROTEZIONE**

I conduttori di protezione, ai sensi della Norma CEI 99-2, 99-3 e CEI 64-8, sono conduttori che collegano le masse di apparecchiature ad un collettore di terra ai fini della protezione contro i contatti indiretti. In breve, i conduttori di protezione collegano il o i collettori (o nodi) principali di terra alle masse.

Per i conduttori di protezione, secondo quanto previsto dalle Norme CEI 64-8 possono essere usati: anime di cavi multipolari, conduttori nudi, cavi unipolari, armature dei cavi elettrici, tubi protettivi metallici, canalette metalliche, masse estranee con caratteristiche adeguate.

I conduttori di protezione devono essere ispezionabili ed affidabili nel tempo, protetti contro qualsiasi danneggiamento meccanico, da corrosione, ecc., che ne alteri le caratteristiche, non devono avere inseriti dispositivi di interruzione salvo che sul collettore (o nodo) principale di terra per poter eseguire le misure.

## 6.5 CONDUTTORI EQUIPOTENZIALI

I conduttori equipotenziali sono i conduttori che collegano le masse e/o masse estranee per assicurare le equipotenzialità. Ai sensi della Norma CEI 99-3 e CEI 64-8 sono definiti conduttore di protezione che mette diverse masse e masse estranee al medesimo potenziale (funzione di collegamento equipotenziale).

## 6.6 VERIFICA ANALITICA

È possibile fare una verifica analitica di coordinamento tra la protezione differenziale presente nel progetto e l'impianto di terra, ipotizzando un dispersore di terra orizzontale di lunghezza pari a 40m.

Il valore ( $I_a$ ) della corrente che provoca l'intervento del dispositivo di protezione è determinato dalla massima corrente differenziale di intervento delle protezioni, si è quindi adottato il valore  $I_{dmax}=1$ .

Il valore massimo della tensione totale di terra consentito dalle vigenti norme nel caso specifico è  $U_t=50V$ .

Da questi parametri è possibile determinare il valore massimo accettabile della resistenza di terra

$$R_t = U_t / I_a \quad 50 / 1 = 50 \, \Omega$$

La resistività del terreno vale per terreno ghiaioso (prudenzialmente scelto come terreno di reinterro del dispersore)  $500 \, \Omega \cdot m$  ( $\rho_m$ ). Per il calcolo approssimato della resistenza di terra ottenibile con un dispersore orizzontale, si può applicare la formula  $R_d = 2 \rho_m / L$  dove  $L$  è la lunghezza dell'elemento a contatto col terreno (CEI 64-12). (dispersore orizzontale)

Nel caso in oggetto, il valore di  $R_d$  (resistenza del dispersore previsto) vale  $2 * 500 / 40 = 25 \, \Omega$ .

Senza considerare l'apporto dovuto ai dispersori verticali presenti nell'impianto di terra e al collegamento ai ferri di armatura delle fondazioni, si è già raggiunta la condizione per cui  $R_d \leq R_t$ , quindi l'impianto di dispersione a terra è coordinato con gli interruttori di protezione previsti.

## 7 IMPIANTO ILLUMINAZIONE

Il progetto propone l'installazione un sistema illuminante al centro di ogni rotonda e composto da tre apparecchi installati su palo con altezza 7m fuori terra.



Figura 5 – Illuminazione rotonda

La verifica illuminotecnica è allegata alla presente relazione. Di seguito si riportano i dati tecnici dell'apparecchio illuminante previsto in progetto.

### 7.1 ARMATURE STRADALI PER ILLUMINAZIONE STRADALE 52.5W 7105LM

L'apparecchio utilizzato per l'illuminazione stradale è dotato di sorgente a Led e adatto per applicazioni nel campo della pubblica illuminazione stradale. L'armatura sarà installata su palo e collegato alla linea elettrica di alimentazione tramite morsettiera, come descritto nei paragrafi precedenti. L'apparecchio sarà dotato di modulo per il comando e controllo del punto luce tramite sistema ad onde convogliate.

Le principali caratteristiche dell'apparecchio sono:

- Corpo: Alluminio pressofuso UNI EN AB 47100
- Schermo: vetro piano temprato 4 mm
- Guarnizioni: Silicone antinvecchiante
- Chiusura: viti in acciaio INOX
- Pressacavo: Plastico PG16
- Classe di isolamento: classe II
- Tensione nominale: 220-240 V 50/60 Hz

- Grado di protezione IP: IP66
- Protezione contro gli urti: IK09
- Dispositivo di protezione SPD: 10kV-10kA
- Dispositivo di protezione surge: integrato 10kV-10kA, tenuta all'impulso CL II 10kV DM
- Fattore di potenza: > 0.9
- Temperatura di esercizio: -30°C +50°C
- Sorgente: LED
- Temperatura colore: 4000 K
- Potenza elettrica 52.5W
- Flusso luminoso 7105lm
- Efficienza sorgente LED: 135lm/W
- Indice di resa cromatica (CRI):  $\geq 70$
- Tipologia di ottica: asimmetrica stradale LT-06
- ULOR: 0 % (luce verso l'alto)
- Classe di sicurezza fotobiologica: EXEMPT GROUP
- Lifetime gruppo ottico: >160.000h @700mA @Ta25°C TM21 / L80B20 >160.000h @700mA @Ta25°C TM21 L80B10
- Consistenza cromatica (SDCM):  $\leq 4$
- Marchi e Certificazioni: ENEC / CE
- Diametro per installazione pali:  $\varnothing$  60-74-102 mm
- Installazione su palo altezza fuori terra 7m

## 7.2 INQUINAMENTO LUMINOSO

Il controllo dell'inquinamento luminoso è finalizzato, oltre che al risparmio energetico, anche alla salvaguardia dell'ambiente notturno, del paesaggio, della biodiversità, degli equilibri ecologici e della salute umana ed a consentire attività culturali-ricreative. Per questo motivo il flusso luminoso non indirizzato verso l'ambito da illuminare o emesso sopra l'orizzonte dagli apparecchi di illuminazione di un impianto pubblico deve essere il più possibile contenuto. La realizzazione di impianti di illuminazione pubblica resta sottoposta alle prescrizioni contenute negli strumenti di pianificazione (paesaggistici, territoriali, urbanistici e di settore), quando presenti, ed alle procedure autorizzative previste dalle specifiche norme di riferimento. A questo proposito occorre tener presente che una corretta valutazione degli effetti dell'inquinamento luminoso deve essere basato sulle caratteristiche spettrali della luce emessa e non su grandezze derivate, come la temperatura di colore correlata (Tcc). Nel progetto sono state utilizzate sorgenti luminose LED con Tcc non superiore a

4000K nominali. Gli apparecchi illuminanti utilizzati per le aree stradali esterne non emettono luce verso l'alto (0%) e quindi rispettano le norme relative all'inquinamento luminoso regionali.

## **8 VERIFICA ILLUMINOTECNICA**

In allegato alla presente relazione si riportano i risultati di calcolo per l'impianto illuminazione presente in progetto.

**PRJ15576\_REV\_0 Rotonda nel comune di Amatrice (RI)**

## Contatti



### Lighting Dept.

Cariboni Group Spa  
Via della Tecnica, 19 23875  
Osnago (LC) - Italy

T +39 039.95211

## Lista lampade

 $\Phi_{\text{totale}}$ 

42630 lm

 $P_{\text{totale}}$ 

315.0 W

Efficienza

135.3 lm/W

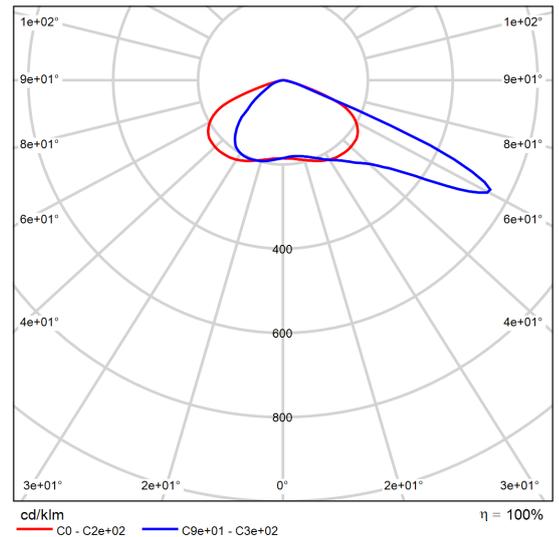
Pz.	Produttore	Articolo No.	Nome articolo	P	$\Phi$	Efficienza
6	CARIBONI GROUP	01VO2C400 37CHM4	VOLTA-S SO R2-4K 52,5W 700mA LT-06	52.5 W	7105 lm	135.3 lm/ W

## Scheda tecnica prodotto

CARIBONI GROUP - VOLTA-S SO R2-4K 52,5W 700mA LT-06



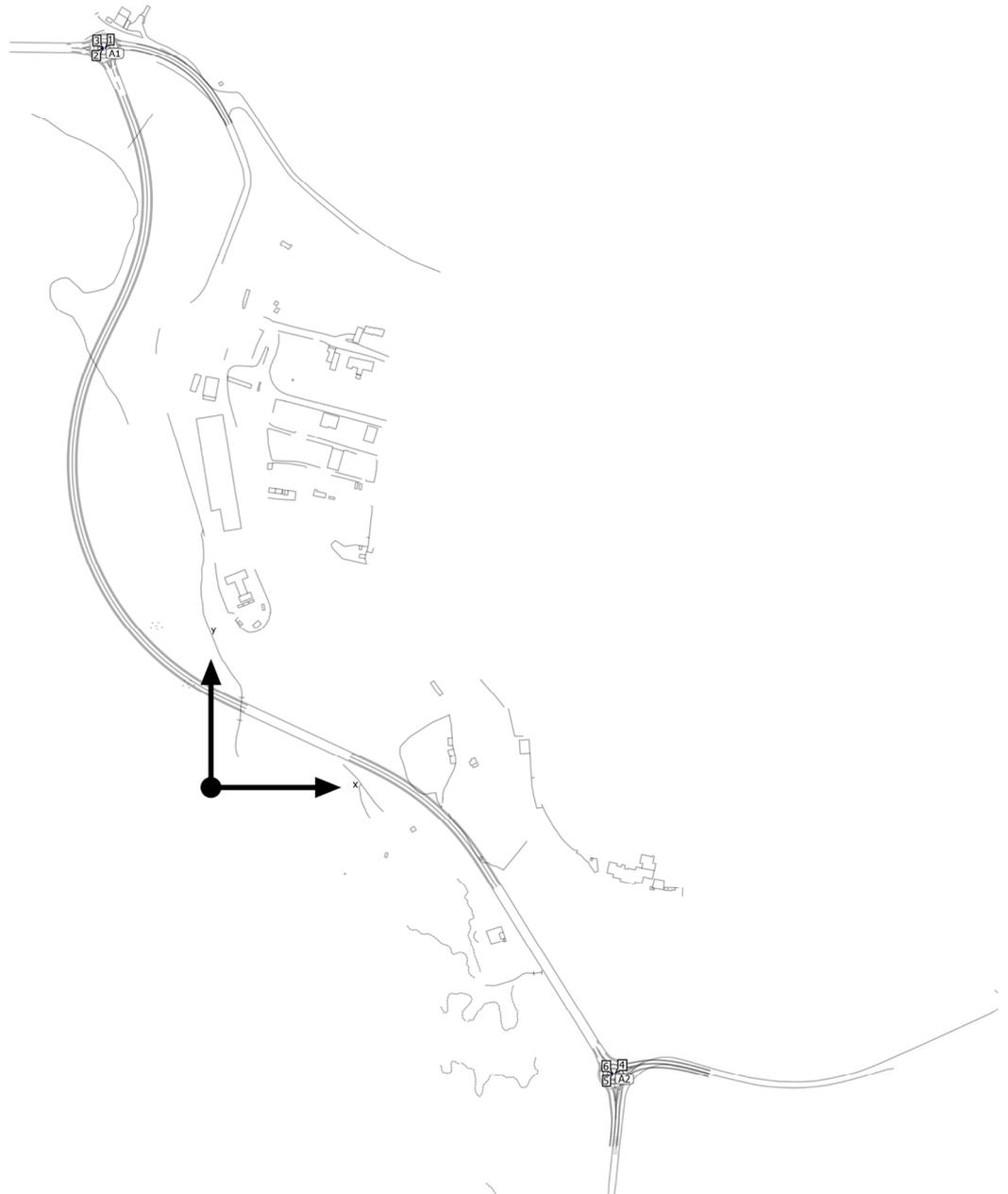
Articolo No.	01VO2C40037CHM4
P	52.5 W
$\Phi_{Lampadina}$	7105 lm
$\Phi_{Lampada}$	7105 lm
$\eta$	100.00 %
Efficienza	135.3 lm/W
CCT	4000 K
CRI	70



CDL polare

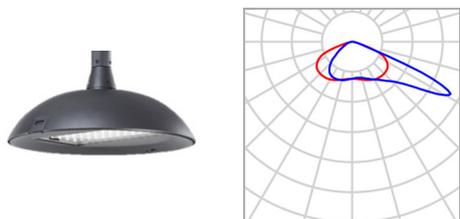
Area 1

## Disposizione lampade



Area 1

## Disposizione lampade



Produttore	CARIBONI GROUP	P	52.5 W
Articolo No.	01VO2C40037CHM4	$\Phi$ Lampada	7105 lm
Nome articolo	VOLTA-S SO R2-4K 52,5W 700mA LT-06		
Dotazione	1x R2-4K 52,5W 700mA		

### 3 x CARIBONI GROUP VOLTA-S SO R2-4K 52,5W 700mA LT-06

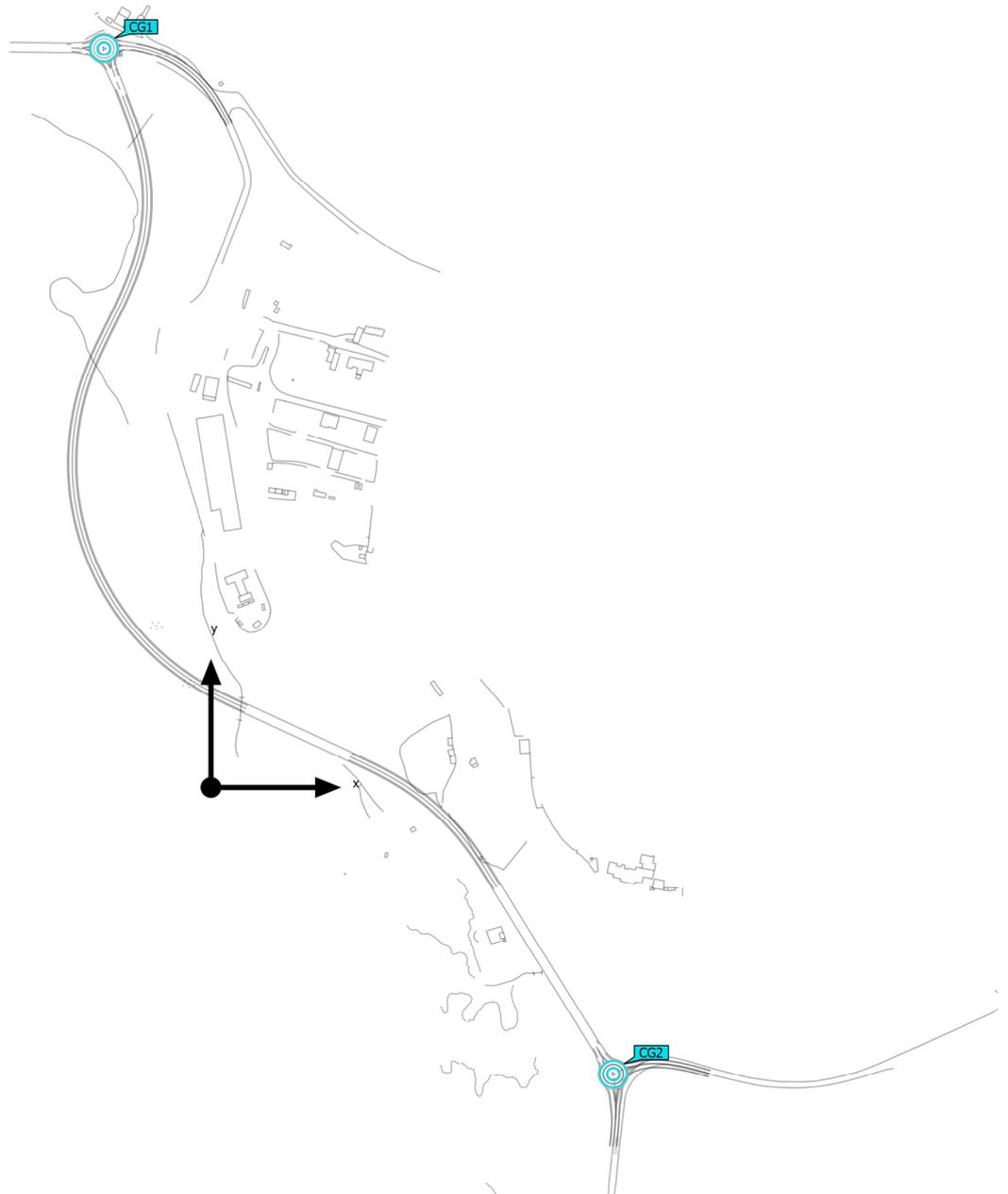
Tipo	Disposizione in cerchio	X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
1ª lampada (X/Y/Z)	-105.267 m / 743.187 m / 7.000 m	-105.267 m	743.187 m	7.000 m	1
		-107.240 m	744.326 m	7.000 m	2
Disposizione	A1	-107.240 m	742.048 m	7.000 m	3

### 3 x CARIBONI GROUP VOLTA-S SO R2-4K 52,5W 700mA LT-06

Tipo	Disposizione in cerchio	X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
1ª lampada (X/Y/Z)	402.015 m / -287.561 m / 7.000 m	402.015 m	-287.561 m	7.000 m	4
		400.042 m	-286.422 m	7.000 m	5
Disposizione	A2	400.042 m	-288.700 m	7.000 m	6

Area 1 (Scena luce 1)

## Oggetti di calcolo



Area 1 (Scena luce 1)

**Oggetti di calcolo**

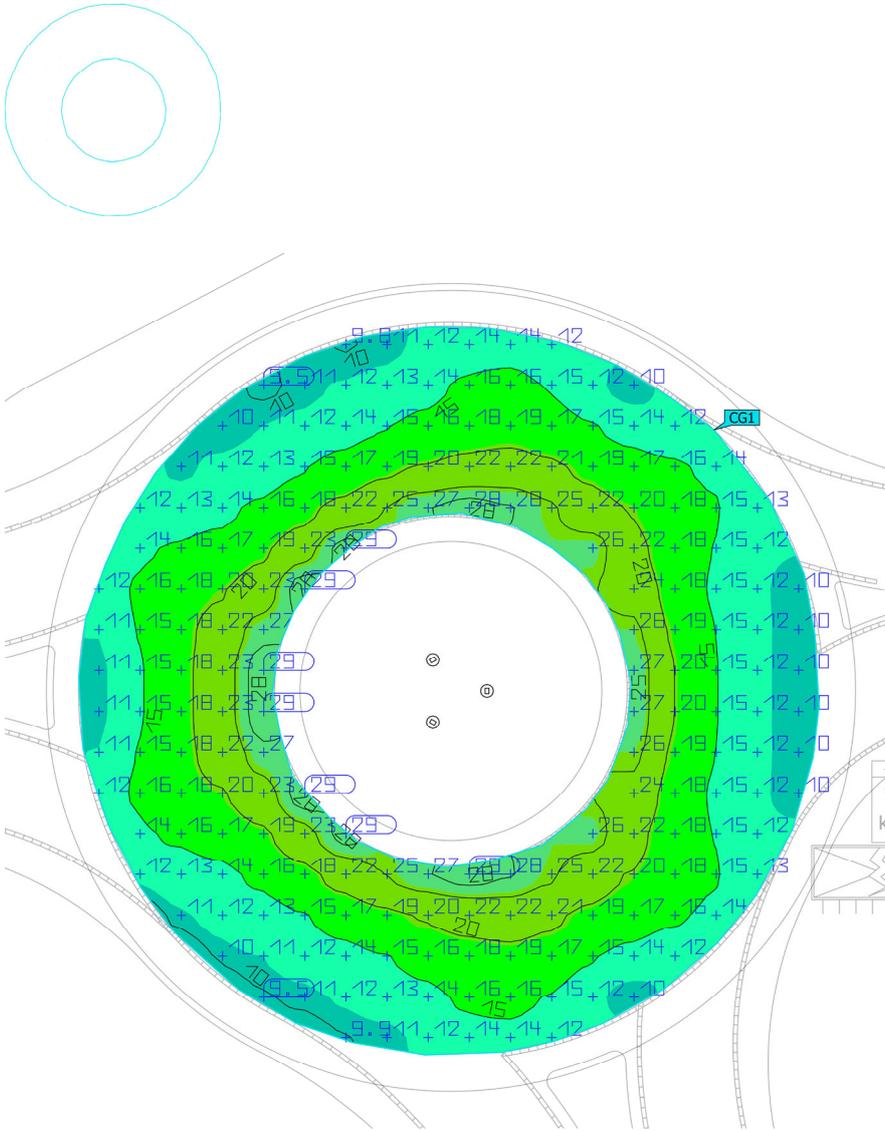
Superfici di calcolo

Proprietà	$\bar{E}$	$E_{min.}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Indice
ROTONDA R1 Illuminamento perpendicolare Altezza: 0.000 m	16.9 lx	9.53 lx	29.0 lx	0.56	0.33	CG1
ROTONDA R2 Illuminamento perpendicolare Altezza: 0.000 m	16.9 lx	9.27 lx	30.3 lx	0.55	0.31	CG2

Profilo di utilizzo: Preimpostazione DIALux, Standard (area di transito all'aperto)

Area 1 (Scena luce 1)

**ROTONDA R1**

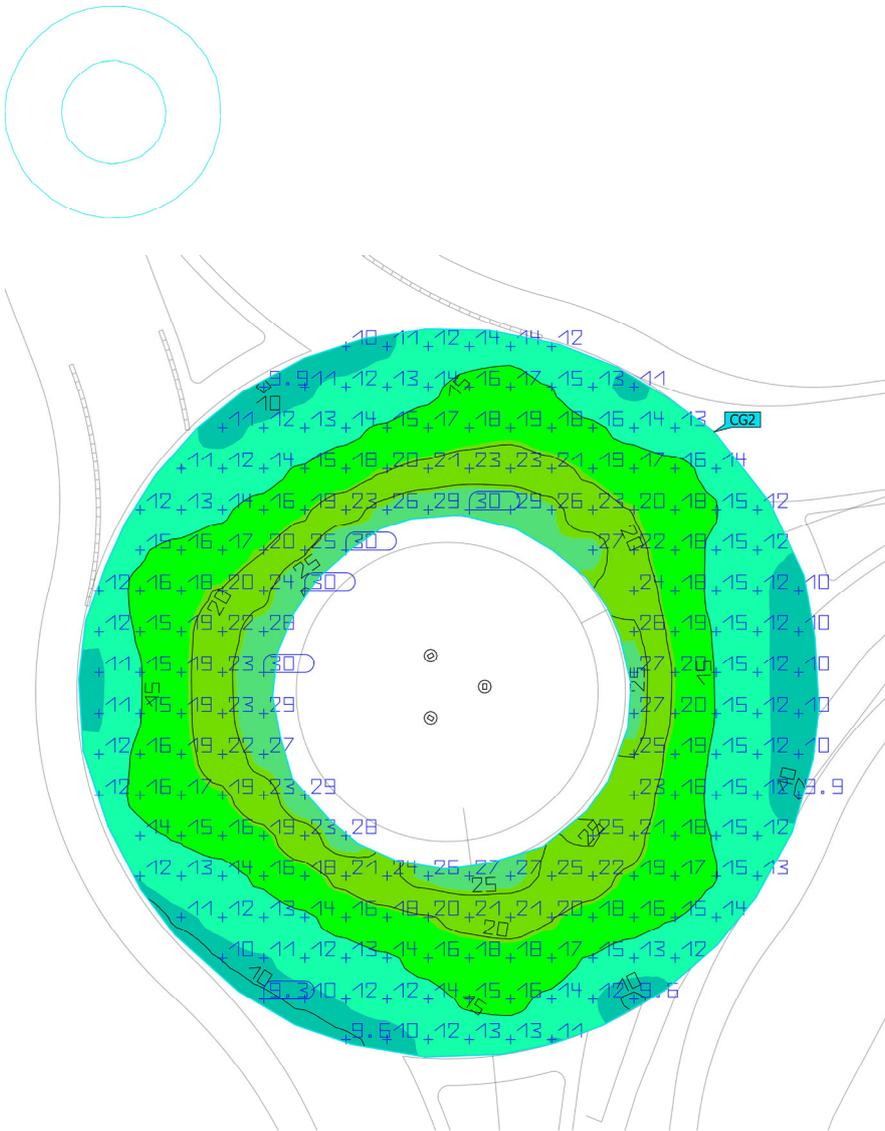


Proprietà	$\bar{E}$	$E_{min.}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Indice
ROTONDA R1 Illuminamento perpendicolare Altezza: 0.000 m	16.9 lx	9.53 lx	29.0 lx	0.56	0.33	CG1

Profilo di utilizzo: Preimpostazione DIALux, Standard (area di transito all'aperto)

Area 1 (Scena luce 1)

**ROTONDA R2**



Proprietà	$\bar{E}$	$E_{min.}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Indice
ROTONDA R2 Illuminamento perpendicolare Altezza: 0.000 m	16.9 lx	9.27 lx	30.3 lx	0.55	0.31	CG2

Profilo di utilizzo: Preimpostazione DIALux, Standard (area di transito all'aperto)