

TITLE: Studio illuminotecnico

AVAILABLE LANGUAGE: IT

STUDIO ILLUMINOTECNICO

Impianto di generazione da fonte rinnovabile (Agrivoltaico avanzato)
 con potenza nominale pari a 89 MW e relative opere di connessione
 alla RTN –
 “Ceta”
Crevalcore (BO)

File: CET.ENG.REL.031.00_Studio illuminotecnico

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
00	24/04/2026	Emissione Definitiva	A.A.Graziano	F.Trovati	L.Spaccino

CLIENT VALIDATION

Name

APPROVED BY

CLIENT CODE

IMP.			GROUP			TYPE			PROGR.			REV	
C	E	T	E	N	G	R	E	L	0	3	1	0	0

CLASSIFICATION For Information or For Validation

UTILIZATION SCOPE

Definitive Design

Indice

1. PREMESSA	4
2. PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI	5
3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	6
4. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE	9
5. CLASSIFICAZIONE ILLUMINOTECNICA	11
5.1. CATEGORIA ILLUMINOTECNICA	11
5.2. SORGENTI LUMINOSE E APPARECCHI	11
6. CALCOLI ILLUMINOTECNICI	12
6.1. INGRESSO 1	16
6.2. INGRESSO 2	17
6.3. INGRESSO 3	18
6.4. Cabina di raccolta	19
6.5. Cabina SCADA	20
6.6. TU (Transformation Unit) 1	21
6.7. TU (Transformation Unit) 2	22
6.8. TU (Transformation Unit) 3	23
6.9. TU (Transformation Unit) 4	24
6.10. TU (Transformation Unit) 5	25
6.11. TU (Transformation Unit) 6	26
6.12. TU (Transformation Unit) 7	27
6.13. TU (Transformation Unit) 8	28
6.14. TU (Transformation Unit) 9	29
6.15. TU (Transformation Unit) 10	30
6.16. TU (Transformation Unit) 11	31
6.17. TU (Transformation Unit) 12	32
6.18. TU (Transformation Unit) 13	33
6.19. TU (Transformation Unit) 14	34
6.20. TU (Transformation Unit) 15	35
6.21. TU (Transformation Unit) 16	36
7. PRESTAZIONE ENERGETICA	37
7.1. PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE	37
7.2. PRESTAZIONE ENERGETICA DELL'IMPIANTO	38
8. PRESCRIZIONI PER LA SICUREZZA	40
8.1. PROTEZIONE COMBINATA CONTRO I CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI	40
8.2. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI	40
8.3. CONDUTTORI	40
8.4. CARATTERISTICHE DEI DISPOSITIVI DI INTERRUZIONE	40
9. VERIFICHE E MANUTENZIONE	41
9.1. VERIFICHE	41
9.1.1. Verifiche iniziali	41
9.1.2. Verifiche periodiche	41



9.2.	MANUTENZIONE	41
9.2.1.	Manutenzione elettrica	41

1. PREMESSA

Il presente documento è parte integrante del progetto proposto da Meninas s.r.l., che ha come oggetto la realizzazione di un impianto fotovoltaico, da realizzarsi in un'area sita nel Comune di Crevalcore (BO), in Emilia Romagna, e delle relative opere di connessione alla RTN, secondo le modalità indicate nella Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) rilasciata da Terna S.p.A. (codice pratica: 202304178).

I criteri generali adottati per lo sviluppo del presente progetto sono in linea con le prescrizioni contenute nel quadro normativo di riferimento per tali interventi.

Il presente elaborato tecnico è redatto al fine di garantire idonea illuminazione sui luoghi di lavoro all'aperto anche nel rispetto della L.R. 19/2003, in moto tale che sia assicurata la sicurezza dei lavoratori in combinazione con la riduzione dell'inquinamento luminoso e ottico, nonché la riduzione dei consumi energetici da esso derivati.

2. PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI

Gli impianti e tutti i componenti elettrici installati, saranno realizzati a regola d'arte in osservanza a quanto dettato dalla L. 186/68. In particolare, tutti i componenti e i materiali utilizzati saranno forniti di marcatura CE o altre marcature europee comparabili. Gli stessi presenteranno caratteristiche di idoneità all'ambiente di installazione e saranno conformi alle norme di legge e ai regolamenti vigenti di uso generale, in particolare ai seguenti:

- Legge n°186 del 1° marzo 1968 “Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione di impianti elettrici ed elettronici (regola d'arte)”;
- Norma UNI 10671 “Apparecchi di illuminazione – Misurazione dei dati fotometrici e presentazione dei risultati”;
- Norma UNI 10819 “Luce e illuminazione: impianti di illuminazione esterna – requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso”;
- Norma UNI EN 12665 “Light and lighting – Basic terms and criteria for specifying lighting requirements” [Luce e illuminazione – Criteri e termini base per specificare I requisiti di illuminazione];
- norma UNI EN 12464-2:2014 “Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro Parte 2: Posti di lavoro in esterno”;
- Norma UNI EN 13032-2 “Light and lighting – Measurements and presentation of photometric data of lamps and luminaries – Part 2: Presentation of data for indoor and outdoor work places” [Luce e illuminazione – Illustrazione e misure dei dati fotometrici di lampade e luminarie – Parte 2: Illustrazione dei dati per ambienti di lavoro interni ed esterni];
- Legge regionale n. 19/2003 “*Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico*”, pubblicata sul BUR n.147/2003;
- Direttiva per l'applicazione della Legge regionale del 29 settembre 2003 n. 19 recante: “*Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico*”;
- Direttiva di Giunta Regionale n. 1732 del 12 novembre 2015 “*TERZA direttiva per l'applicazione dell'art.2 della Legge Regionale n. 19/2003 recante "Norme in materia di riduzione dell'Inquinamento Luminoso e di risparmio energetico"*
- CEI 64-7: “Impianti elettrici di illuminazione pubblica e similari”;
- CEI 64-8: “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V ca, 1500Vcc”;
- CEI 11-17: “Impianti di Produzione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica. Linee in cavo”;
- CEI 17-13/1: “Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per Bassa Tensione”;
- CEI 111-35: “Guida all'esecuzione delle cabine elettriche d'utente”;
- CEI 81-1: “Protezione delle strutture contro i fulmini e successive modificazioni”.

3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La Regione Emilia-Romagna governa la materia relativa all'inquinamento luminoso e al risparmio energetico, attraverso la Legge Regionale n. 19/2003 *“Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico”*.

Nel corso degli anni, sono state emanate più direttive approvate con delibera di giunta regionale, fino ad arrivare alla *“TERZA direttiva”* approvata con DGR. n.1732 il 12/11/2015, destinata sia agli enti, per i quali la norma prevede diverse competenze (Province, Comuni ed ARPA), sia ai progettisti, per i quali la norma prevede i requisiti per la stesura del progetto illuminotecnico e non.

Il PTCP recepisce la L.R. 19/2003 all'art. 13.7bis delle NTA, riportato a seguire:

“Art. 13.7bis - Requisiti degli insediamenti in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico negli impianti di illuminazione

(il presente articolo recepisce e integra la L.R. 19/2003 - “Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico” - e le relative Direttive applicative Del. GR n. 1688/2013, Del. GR n.1732/2015)

1.(I) Il PTCP tutela dall'inquinamento luminoso il sistema provinciale delle aree naturali protette di cui all'art. 3.8, i siti della Rete Natura 2000 di cui all'art. 3.7 e gli osservatori astronomici ed astrofisici, professionali e non professionali, di rilevanza regionale o interprovinciale che svolgono attività di ricerca scientifica e di divulgazione.

2.(D) A tal fine il PTCP identifica le seguenti Zone di Protezione dall'inquinamento luminoso, in osservanza della L.R. 19/2003 e delle relative Direttive applicative:

- a) le aree che costituiscono il sistema provinciale delle aree naturali protette e dei siti della Rete Natura 2000 (tavola 1);*
- b) le aree ricomprese entro un raggio di 25 Km dall'osservatorio astronomico professionale in Comune di Loiano (tavola 3);*
- c) le aree ricomprese entro un raggio di 15 Km dall'osservatorio astronomico non professionale in Comune di Monte San Pietro (tavola 3);*
- d) le aree ricomprese entro un raggio di 15 Km dall'osservatorio astronomico non professionale in Comune di San Giovanni in Persiceto (tavola 3).*

I Comuni e gli Enti di gestione delle aree naturali protette e dei Siti della Rete Natura 2000 adeguano i propri strumenti di pianificazione, programmazione e regolamentari recependo tali individuazioni e le relative disposizioni di protezione definite dalla L.R. 19/2003 e dalle direttive applicative.”

L'area di impianto è esterna a tutte le aree sopra riportate. Tuttavia, dal controllo effettuato con il WMS del PTM di Bologna risulta che il progetto sia interno a due zone di protezione dall'inquinamento luminoso; nella fattispecie, quella dell'Osservatorio Astronomico Geminiano Montanari di Cavezzo (MO) e quella dell'Osservatorio Astronomico P. Burgatti di Cento (FE), come di seguito illustrato.

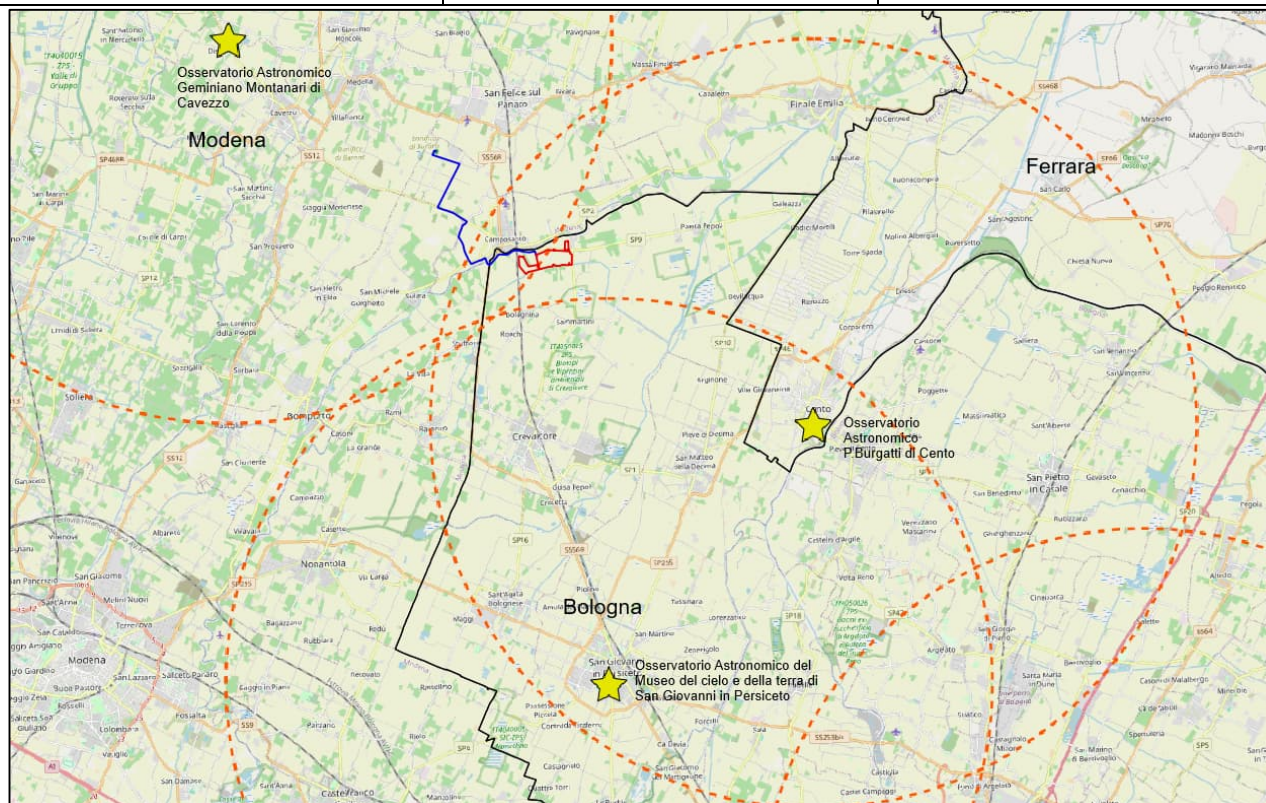


Figura 1: Localizzazione Osservatori (in giallo) e relativi buffer (in arancio) del PTM di Bologna interferenti con il progetto in esame

Considerando che il progetto rientra negli Osservatori delle province di Ferrara e Modena, si riportano per completezza le norme tecniche dei Piani Provinciali.

Art. 30 bis - Riduzione dell'inquinamento luminoso (PTCP Ferrara)

1. (D) In applicazione dell'art. 3, primo comma, lettera e) della L.R. 29 settembre 2003, n. 19 "Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico" e dell'art.3, settimo comma della delibera di Giunta Regionale n. 1688/2013, il PTCP individua (Tav. 5.3) gli ambiti territoriali interessati dalle zone di Parco e dai Siti della Rete Natura 2000 definiti, ai sensi ai sensi dell'art. 3 della citata DGR 1688/2013, Zone di protezione dall'inquinamento luminoso, dando atto che alla data di adozione delle presenti Norme non è stato segnalato nel territorio provinciale nessun Osservatorio Astronomico ed Astrofisico cui applicare la medesima disciplina.

2. (D) Il Comune il cui territorio è interessato dalla presenza delle aree di cui al comma precedente, è tenuto ad adeguare i propri strumenti di pianificazione inserendo:

- nella Relazione di Piano una sezione dedicata all'argomento, contenente un inquadramento normativo sintetico ed una valutazione delle criticità rilevate e delle soluzioni adottate;
- nelle Norme di Attuazione, la disciplina di tutela prevista dalla L.R. 29 settembre 2003, n. 19 "Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico" e dalla direttiva applicativa di cui alla DGR 1688/2013;
- nella cartografia di Piano, l'estensione della zona di protezione presente sul territorio comunale.

Tuttavia, dalla consultazione dello strumento di pianificazione comunale non appare alcuna trattazione in merito all'inquinamento luminoso.

ART. 87 Indirizzi e direttive per la sostenibilità energetica degli insediamenti (PTCP Modena)

[...]

87.3 Disposizioni in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico negli impianti di illuminazione

1. (D) Tutti i nuovi impianti di illuminazione esterna, pubblica e privata, devono essere realizzati a norma antinquinamento luminoso e ridotto consumo energetico ai sensi della L.R. 29/09/2003 n. 19 "Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico" e successive direttive applicative.

2. (D) Gli impianti di illuminazione esistenti devono essere adeguati in base alle disposizioni, modalità e tempi specificati all'articolo 4 della Direttiva applicativa regionale n. 2263 del 29/12/2005.

3. (D) Ai sensi della citata normativa regionale, il PTCP tutela dall'inquinamento luminoso il sistema regionale delle aree naturali protette, i siti della "Rete Natura 2000" e gli osservatori astronomici ed astrofisici, professionali e non professionali, di rilevanza regionale o provinciale che svolgono attività di ricerca scientifica o di divulgazione, quali Zone di Protezione dall'inquinamento luminoso.

4. (D) Ai Comuni competono le funzioni di cui all'articolo 4 delle Legge Regionale, nonché l'applicazione degli indirizzi di cui all'articolo 4 della Direttiva applicativa e l'adeguamento del Regolamento Urbanistico Edilizio (RUE) secondo le indicazioni di cui all'articolo 6 della citata direttiva. Inoltre, i Comuni o per essi gli Enti gestori degli impianti di illuminazione pubblica, devono inviare alla Regione ai sensi dell'art. 12 Direttiva n. 2263/2005, ogni cinque anni, una relazione informativa sugli interventi realizzati e sui risparmi energetici conseguiti. Tale relazione deve essere inviata anche alla Provincia, ai fini della costituzione di un Osservatorio Provinciale.

In questo caso la normativa provinciale riprende la Legge Regionale e la Delibera Regionale. Pertanto, **si rimanda alle norme già sopra riportate.**

Nonostante non siano presenti specifiche prescrizioni o indicazioni normative in merito, in fase operativa si valuterà l'adozione di sistemi automatici di controllo e spegnimento dell'illuminazione, programmati per operare in determinate fasce orarie notturne, al fine di ridurre potenziali impatti luminosi verso i ricettori esterni all'impianto.

Per maggiori dettagli sulle caratteristiche tecniche dell'impianto di illuminazione e sulle soluzioni previste, si rimanda al paragrafo successivo.

4. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Per l'impianto agrivoltaico in progetto si prevede l'installazione di un impianto di illuminazione esterna con un livello di illuminazione contenuto al minimo indispensabile, mirato alle aree e fasce sottoposte a controllo e vigilanza per l'intercettazione degli accessi impropri. Esso sarà pertanto limitato ai cancelli d'ingresso, alle transformation unit, alle cabine SCADA e di raccolta.

Gli apparecchi di illuminazione non consentiranno l'osservazione del corpo illuminante dalla linea d'orizzonte e da angolatura superiore, così da evitare di costituire fonti di ulteriore inquinamento luminoso e di disturbo per abbagliamento dell'avifauna notturna o di richiamare e concentrare popolazioni di insetti notturni. Pertanto, si prevedono sorgenti LED, ad elevata efficienza luminosa, installate su apparecchi con sistema *full-cut-off* (totalmente schermanti), limitando così le dispersioni verso l'alto e indirizzando il flusso luminoso verso il basso. Tali tipologie di lampade, si preferiscono alle sorgenti luminose al sodio alta pressione in quanto l'aspettativa di vita è di molto superiore e la loro manutenzione è agevole. In aggiunta, la tecnologia LED non emette raggi UV e, di conseguenza, risulta essere a ridotto effetto attrattivo.

Il sistema di illuminazione, accompagnato dal sistema di videosorveglianza, prevede l'installazione dei componenti in campo su pali in acciaio zincato fissati al suolo con pozzetto di fondazione in calcestruzzo dedicato. I pali avranno una altezza compresa tra 3.5 m e 4 m e su essi saranno installati sensori di presenza che rilevino la presenza umana e scongiurino l'accensione della lampada in caso di passaggio della piccola fauna. Pertanto, il sistema si accenderà solamente di notte in caso di necessità.

Sugli stessi pali saranno disposte le videocamere di videosorveglianza con visione sia notturna che diurna, evitando così la predisposizione di un impianto di illuminazione permanentemente acceso nelle ore di buio. I cavi di collegamento del sistema saranno alloggiati, possibilmente, nello scavo già previsto per il passaggio dei cavidotti dell'impianto fotovoltaico, ad una profondità di posa pari a 50 cm.

Gli apparecchi installati saranno di tipo CLASSE II e, pertanto, non necessiteranno di apposita messa a terra, evitando, in tal modo, che un singolo guasto causi il contatto con tensioni pericolose da parte dell'utilizzatore. Lungo il percorso interrato saranno eventualmente posizionati opportuni pozzetti rompitratta per la posa, l'infilaggio e l'ispezionabilità delle linee e dell'impianto di terra, aventi dimensioni 50 X 50 cm rinfiancati e con chiusino.

Tutti i componenti dovranno essere del tipo a doppio isolamento ed i cavi con tensione di Isolamento almeno 0,6/1kV. I colori distintivi delle guaine dei cavi di tipo FG16OR16-0,6/1kV dovranno essere conformi a quanto stabilito dalle norme CEI 16-6. La protezione contro i contatti indiretti sarà assicurata tramite impiego costante di soluzioni installative con doppio isolamento, e protezioni aggiuntive di tipo magnetotermico differenziale.

L'impianto avrà le seguenti caratteristiche:

- indice IPEI corrispondente almeno alla classe B;
- valore di illuminamento medio come da classificazione illuminotecnica dell'ambito considerato (Tabella 1);
- sensori di presenza.

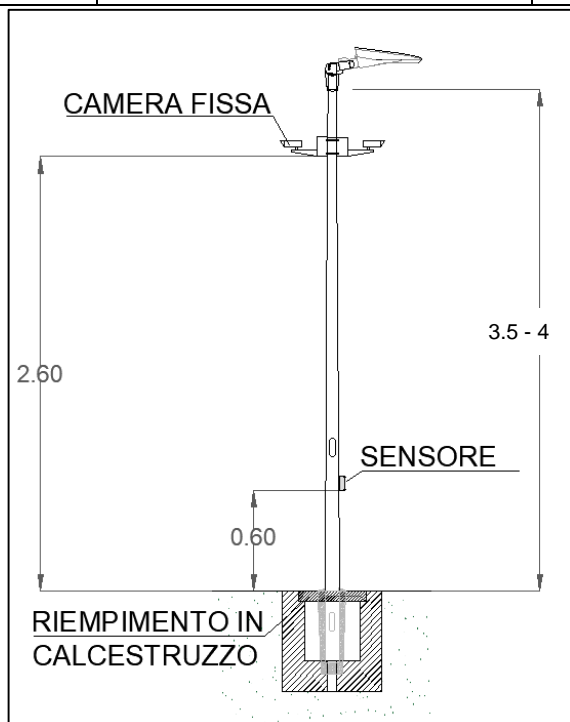


Figura 2: Tipologico sistemi illuminanti

5. CLASSIFICAZIONE ILLUMINOTECNICA

5.1. CATEGORIA ILLUMINOTECNICA

L'area sulla quale installare il sistema di illuminazione esterna ricade, secondo la norma EN 12464 – 2 :2014, in:

- 5.1.1 Marciapiedi riservato ai pedoni;
- 5.1.2 Zone di circolazione riservate ai veicoli lenti (max.10 km/h), per esempio, biciclette, autocarri e scavatori.

Dovranno essere rispettati i parametri riportati al prospetto 5.1 della norma.

N° riferimento	Tipo di zona, compito o attività	\bar{E}_m lx	U_o -	R_{GL} -	R_a -	Requisiti specifici
5.1.1	Marciapiedi riservato ai pedoni	5	0,25	50	20	
5.1.2	Zone di circolazione riservate ai veicoli lenti (max.10 km/h), per esempio, biciclette, autocarri e scavatori	10	0,40	50	20	
5.1.3	Circolazione regolare dei veicoli (max. 40 km/h)	20	0,40	45	20	Nei cantieri navali e nei bacini il valore R_{GL} può essere 50
5.1.4	Passaggi pedonali, punti di manovra, carico e scarico per i veicoli	50	0,40	50	20	
5.1.5	Pulizia e manutenzione	50	0,25	50	20	Tutte le superfici pertinenti

Tabella 1: Estratto Prospetto 5.1 Requisiti generali delle zone e per la pulizia dei posti di lavoro in esterni della EN 12464-2:2014.

5.2. SORGENTI LUMINOSE E APPARECCHI

Il nuovo impianto di illuminazione privata esterna avrà un numero complessivo di apparecchi pari a 22 e avrà le seguenti caratteristiche:

- sarà dotato di sorgenti luminose al LED (Light Emitting Diode) con temperatura di colore (CCT) minore o uguale a 3000 K;
- le sorgenti luminose non emetteranno luce verso l'alto, dunque, nella posizione di installazione, per almeno $\gamma \geq 90^\circ$, saranno caratterizzate da un'intensità luminosa massima pari a 0,00 cd/klm;
- gli apparecchi avranno indice IPEA almeno in classe C;
- gli apparecchi saranno conformi alla Norma EN 60598-1:2015.

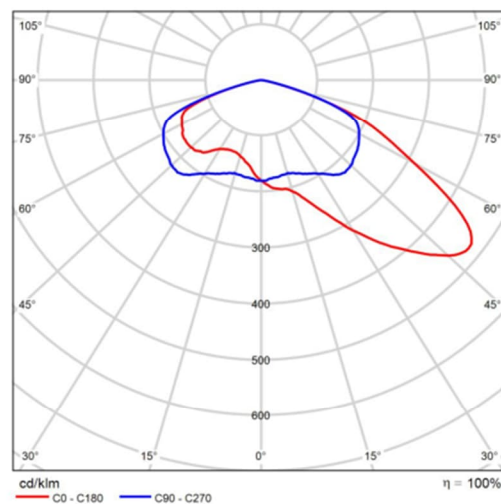
6. CALCOLI ILLUMINOTECNICI

Scheda tecnica prodotto

Disano Illuminazione S.p.A - 1713 Cripto medium - asimmetrico 3000K CRI 80 73W CLD Grafite



Articolo No.	413030-39
P	73.0 W
$\Phi_{Lampadina}$	8545 lm
$\Phi_{Lampada}$	8545 lm
η	99.99 %
Efficienza	117.0 lm/W
CCT	3000 K
CRI	80



CDL polare

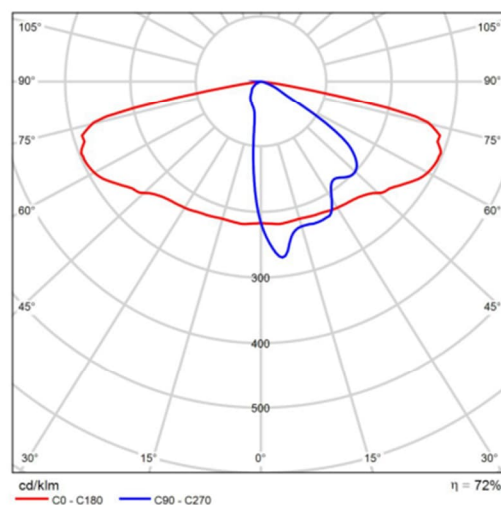
Figura 3: Scheda tecnica della lampada Disano 1713 Cripto Medium (lampada 1)

Scheda tecnica prodotto

ELEKTRO LUMEN - MARUT S G2 M03BL2 1k0 722 B164 C; Street Luminaire



P	7.1 W
$\Phi_{Lampadina}$	900 lm
$\Phi_{Lampada}$	645 lm
η	71.68 %
Efficienza	90.9 lm/W
CCT	2200 K
CRI	70



CDL polare

Figura 4: Scheda tecnica della lampada Elektro Lumen MARUT S G2 M03BL2 (lampada 2)

Altezza di montaggio	Lampada	Zona Illuminata	N° di Lampade
4.00	1	Ingresso 1	1
4.00	1	Ingresso 2	1
4.00	1	Ingresso 3	1
4.00	1	Cabina di raccolta	2
3.50	2	Cabina SCADA	1
3.50	2	TU 1	1
3.50	2	TU 2	1
3.50	2	TU 3	1
3.50	2	TU 4	1
3.50	2	TU 5	1
3.50	2	TU 6	1
3.50	2	TU 7	1
3.50	2	TU 8	1
3.50	2	TU 9	1
3.50	2	TU 10	1
3.50	2	TU 11	1
3.50	2	TU 12	1
3.50	2	TU 13	1
3.50	2	TU 14	1
3.50	2	TU 15	1
3.50	2	TU 16	1
Totale n° lampade			22

Superfici utili

Proprietà	\bar{E} (Nominale)	$E_{min.}$	E_{max}	U_o (g_1) (Nominale)	g_2	Indice
Superficie utile (Cabina di raccolta) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza (Area): 0.000 m, Altezza (Area): 1.100 m, Zona margine: 0.000 m	71.1 lx (≥ 5.00 lx) ✓	24.1 lx	142 lx	0.34 (≥ 0.25) ✓	0.17	WP10
Superficie utile (Cabina SCADA) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza (Area): 0.000 m, Altezza (Area): 1.100 m, Zona margine: 0.000 m	12.3 lx (≥ 5.00 lx) ✓	4.49 lx	25.4 lx	0.37 (≥ 0.25) ✓	0.18	WP9
Superficie utile (Ingresso 1) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza (Area): 0.000 m, Altezza (Area): 0.100 m, Zona margine: 0.000 m	44.4 lx (≥ 10.0 lx) ✓	24.3 lx	70.0 lx	0.55 (≥ 0.40) ✓	0.35	WP2
Superficie utile (Ingresso 2) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza (Area): 0.000 m, Altezza (Area): 0.100 m, Zona margine: 0.000 m	38.1 lx (≥ 10.0 lx) ✓	16.4 lx	69.9 lx	0.43 (≥ 0.40) ✓	0.23	WP12
Superficie utile (Ingresso 3) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza (Area): 0.000 m, Altezza (Area): 0.100 m, Zona margine: 0.000 m	44.7 lx (≥ 10.0 lx) ✓	23.5 lx	70.0 lx	0.53 (≥ 0.40) ✓	0.34	WP20
Superficie utile (TU 1) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza (Area): 0.000 m, Altezza (Area): 0.800 m, Zona margine: 0.000 m	5.55 lx (≥ 5.00 lx) ✓	1.55 lx	15.6 lx	0.28 (≥ 0.25) ✓	0.099	WP1
Superficie utile (TU 10) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza (Area): 0.000 m, Altezza (Area): 0.600 m, Zona margine: 0.000 m	6.31 lx (≥ 5.00 lx) ✓	1.85 lx	13.8 lx	0.29 (≥ 0.25) ✓	0.13	WP14
Superficie utile (TU 11) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza (Area): 0.000 m, Altezza (Area): 0.600 m, Zona margine: 0.000 m	5.11 lx (≥ 5.00 lx) ✓	1.74 lx	13.4 lx	0.34 (≥ 0.25) ✓	0.13	WP15
Superficie utile (TU 12) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza (Area): 0.000 m, Altezza (Area): 0.600 m, Zona margine: 0.000 m	5.11 lx (≥ 5.00 lx) ✓	1.79 lx	13.4 lx	0.35 (≥ 0.25) ✓	0.13	WP16

Superficie utile (TU 13) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza (Area): 0.000 m, Altezza (Area): 0.600 m, Zona margine: 0.000 m	5.35 lx (≥ 5.00 lx) ✓	2.05 lx	13.4 lx	0.38 (≥ 0.25) ✓	0.15	WP17
Superficie utile (TU 14) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza (Area): 0.000 m, Altezza (Area): 0.600 m, Zona margine: 0.000 m	5.61 lx (≥ 5.00 lx) ✓	2.35 lx	13.4 lx	0.42 (≥ 0.25) ✓	0.18	WP18
Superficie utile (TU 15) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza (Area): 0.000 m, Altezza (Area): 0.600 m, Zona margine: 0.000 m	6.33 lx (≥ 5.00 lx) ✓	2.40 lx	13.6 lx	0.38 (≥ 0.25) ✓	0.18	WP19
Superficie utile (TU 16) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza (Area): 0.000 m, Altezza (Area): 0.600 m, Zona margine: 0.000 m	5.98 lx (≥ 5.00 lx) ✓	2.14 lx	13.5 lx	0.36 (≥ 0.25) ✓	0.16	WP21
Superficie utile (TU 2) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza (Area): 0.000 m, Altezza (Area): 1.300 m, Zona margine: 0.000 m	6.25 lx (≥ 5.00 lx) ✓	1.80 lx	23.5 lx	0.29 (≥ 0.25) ✓	0.077	WP3
Superficie utile (TU 3) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza (Area): 0.000 m, Altezza (Area): 1.300 m, Zona margine: 0.000 m	6.95 lx (≥ 5.00 lx) ✓	1.91 lx	23.6 lx	0.27 (≥ 0.25) ✓	0.081	WP4
Superficie utile (TU 4) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza (Area): 0.000 m, Altezza (Area): 1.300 m, Zona margine: 0.000 m	6.22 lx (≥ 5.00 lx) ✓	1.62 lx	23.4 lx	0.26 (≥ 0.25) ✓	0.069	WP5
Superficie utile (TU 5) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza (Area): 0.000 m, Altezza (Area): 1.300 m, Zona margine: 0.000 m	6.27 lx (≥ 5.00 lx) ✓	1.71 lx	23.4 lx	0.27 (≥ 0.25) ✓	0.073	WP6
Superficie utile (TU 6) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza (Area): 0.000 m, Altezza (Area): 0.800 m, Zona margine: 0.000 m	5.15 lx (≥ 5.00 lx) ✓	1.62 lx	15.5 lx	0.31 (≥ 0.25) ✓	0.10	WP7
Superficie utile (TU 7) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza (Area): 0.000 m, Altezza (Area): 0.600 m, Zona margine: 0.000 m	6.49 lx (≥ 5.00 lx) ✓	2.46 lx	14.2 lx	0.38 (≥ 0.25) ✓	0.17	WP8
Superficie utile (TU 8) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza (Area): 0.000 m, Altezza (Area): 0.600 m, Zona margine: 0.000 m	5.20 lx (≥ 5.00 lx) ✓	2.06 lx	13.5 lx	0.40 (≥ 0.25) ✓	0.15	WP11
Superficie utile (TU 9) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza (Area): 0.000 m, Altezza (Area): 0.600 m, Zona margine: 0.000 m	6.10 lx (≥ 5.00 lx) ✓	1.70 lx	13.7 lx	0.28 (≥ 0.25) ✓	0.12	WP13

6.1. INGRESSO 1

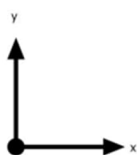
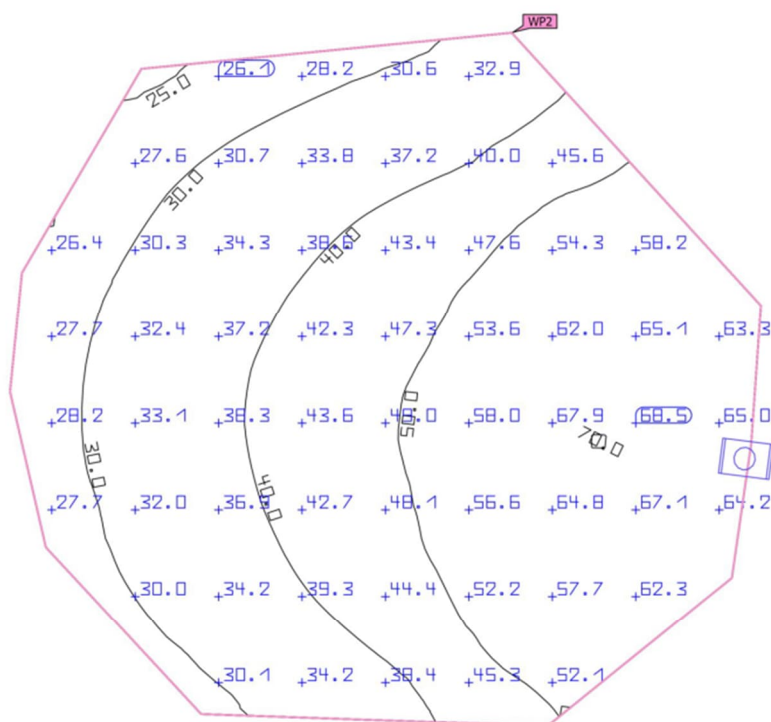


Figura 5: Curve Isolux Zona Ingresso 1

		Altezza di montaggio	3.900 m
Base	28.90 m ²	Altezza Superficie utile	0.000 m
Fattore di diminuzione	0.80 (fisso)	Zona margine Superficie utile	0.000 m

Risultati

	Unità	Calcolato	Nominale	OK	Indice
Superficie utile	$E_{\text{perpendicolare}}$	44.4 lx	≥ 10.0 lx	✓	WP2
	$U_o (g_1)$	0.55	≥ 0.40	✓	WP2
Valori di consumo ⁽²⁾	Consumo	639 kWh/a	max. 1050 kWh/a	✓	
Area	Valore di allacciamento specifico	2.53 W/m ²	-		
		5.68 W/m ² /100 lx	-		

(1) Basato su uno spazio rettangolare di 6.257 m X 5.786 m e SHR di 0.25.

(2) Calcolato utilizzando DIN:18599-4.

6.2. INGRESSO 2

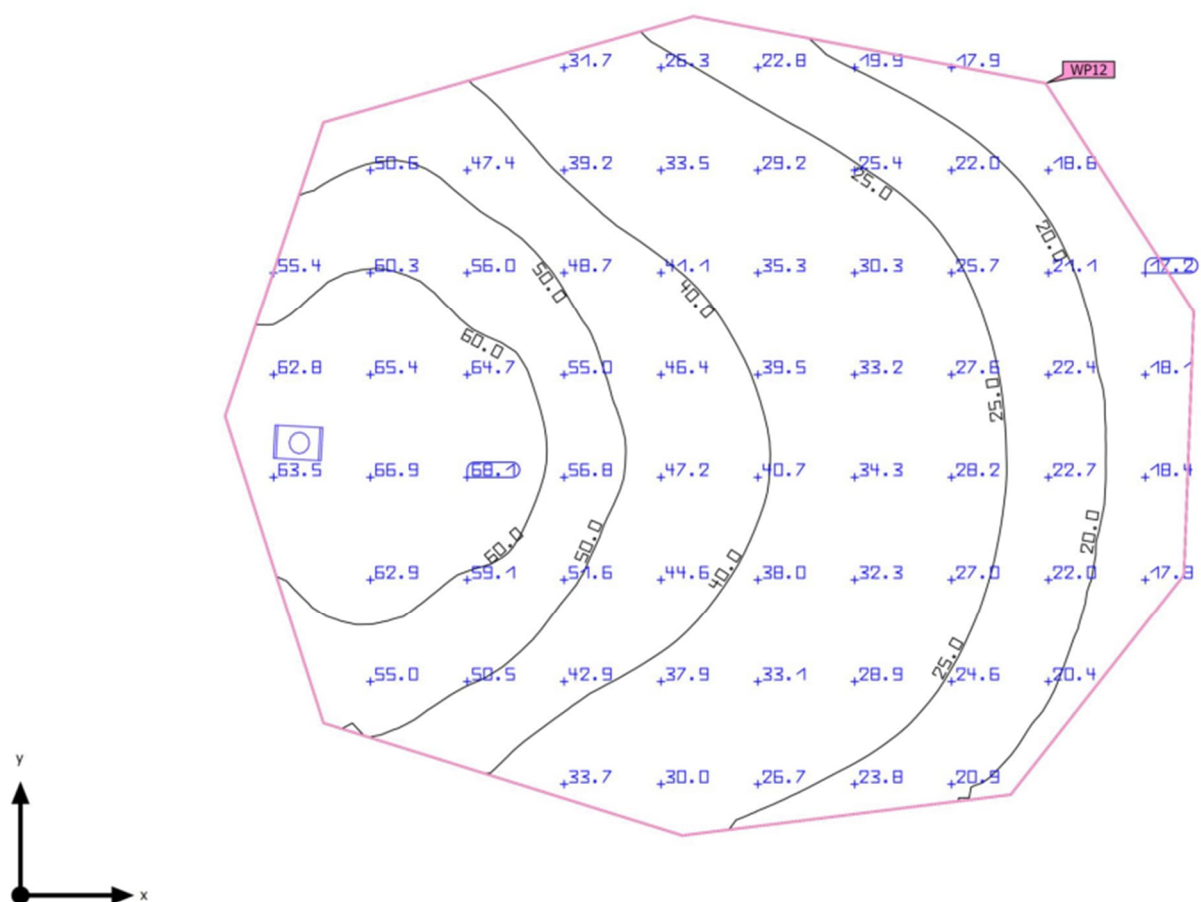


Figura 6: Curve Isolux Zona Ingresso 2

		Altezza di montaggio	3.900 m
Base	49.88 m ²	Altezza Superficie utile	0.000 m
Fattore di diminuzione	0.80 (fisso)	Zona margine Superficie utile	0.000 m

Risultati

	Unità	Calcolato	Nominale	OK	Indice
Superficie utile	$\bar{E}_{\text{perpendicolare}}$	38.1 lx	≥ 10.0 lx	✓	WP12
	U_0 (g ₁)	0.43	≥ 0.40	✓	WP12
Valori di consumo ⁽²⁾	Consumo	639 kWh/a	max. 1750 kWh/a	✓	
Area	Valore di allacciamento specifico	1.46 W/m ²	-		
		3.84 W/m ² /100 lx	-		

(1) Basato su uno spazio rettangolare di 8.666 m X 7.191 m e SHR di 0.25.

(2) Calcolato utilizzando DIN:18599-4.

6.3. INGRESSO 3

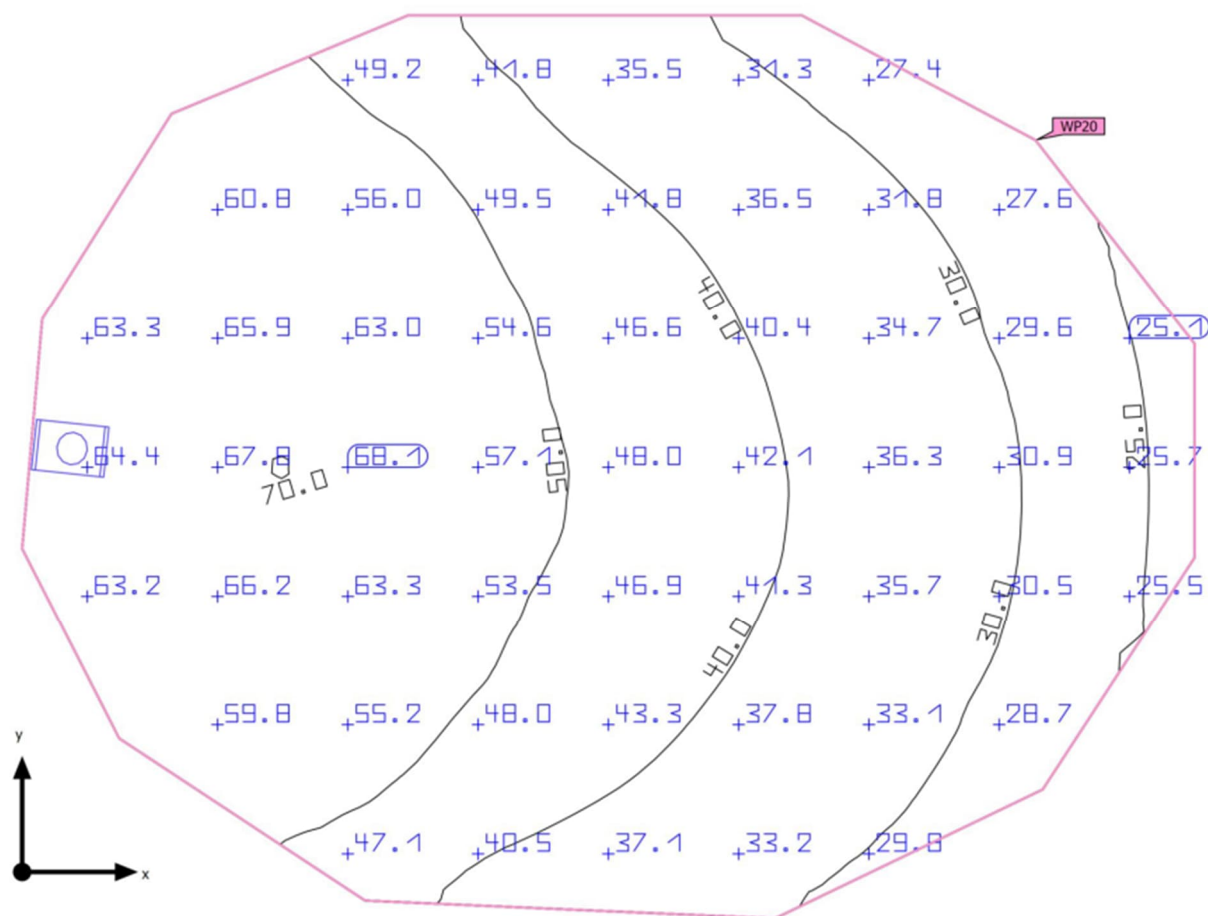


Figura 7: Curve Isolux Zona Ingresso 3

		Altezza di montaggio	3.900 m
Base	29.20 m ²	Altezza Superficie utile	0.000 m
Fattore di diminuzione	0.80 (fisso)	Zona margine Superficie utile	0.000 m

Risultati

	Unità	Calcolato	Nominale	OK	Indice
Superficie utile	$\bar{E}_{\text{perpendicolare}}$	44.7 lx	≥ 10.0 lx	✓	WP20
	U_0 (g ₁)	0.53	≥ 0.40	✓	WP20
Valori di consumo ⁽²⁾	Consumo	639 kWh/a	max. 1050 kWh/a	✓	
Area	Valore di allacciamento specifico	2.50 W/m ²	-		
		5.59 W/m ² /100 lx	-		

(1) Basato su uno spazio rettangolare di 6.854 m X 5.286 m e SHR di 0.25.

(2) Calcolato utilizzando DIN:18599-4.

6.4. Cabina di raccolta

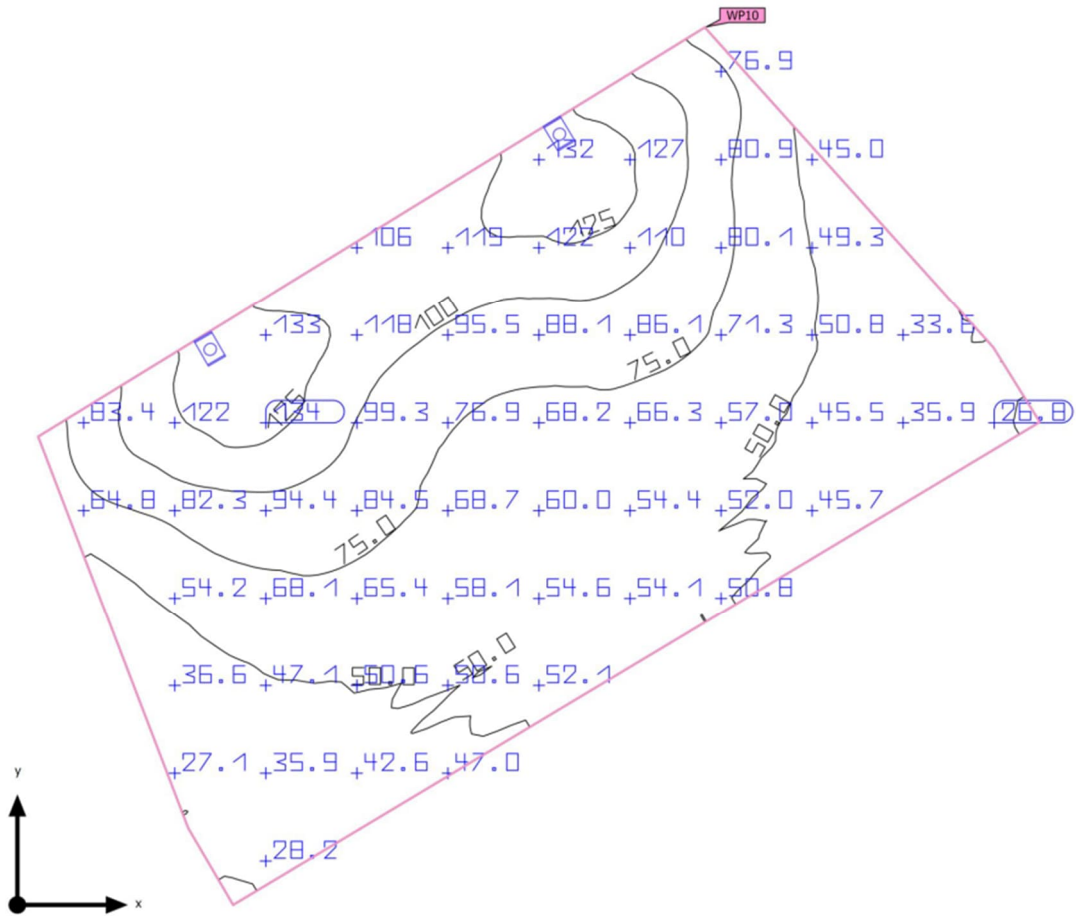


Figura 8: Curve Isolux Zona Cabina di raccolta

		Altezza di montaggio	2.900 m
Base	97.89 m ²	Altezza Superficie utile	0.000 m
Fattore di diminuzione	0.80 (fisso)	Zona margine Superficie utile	0.000 m

Risultati

	Unità	Calcolato	Nominale	OK	Indice
Superficie utile	$\bar{E}_{\text{perpendicolare}}$	71.1 lx	≥ 5.00 lx	✓	WP10
	$U_0 (g_1)$	0.34	≥ 0.25	✓	WP10
Valori di consumo ⁽²⁾	Consumo	1279 kWh/a	max. 3450 kWh/a	✓	
Area	Valore di allacciamento specifico	1.49 W/m ²	-		
		2.10 W/m ² /100 lx	-		

(1) Basato su uno spazio rettangolare di 13.987 m X 7.590 m e SHR di 0.25.

(2) Calcolato utilizzando DIN:18599-4.

6.5. Cabina SCADA

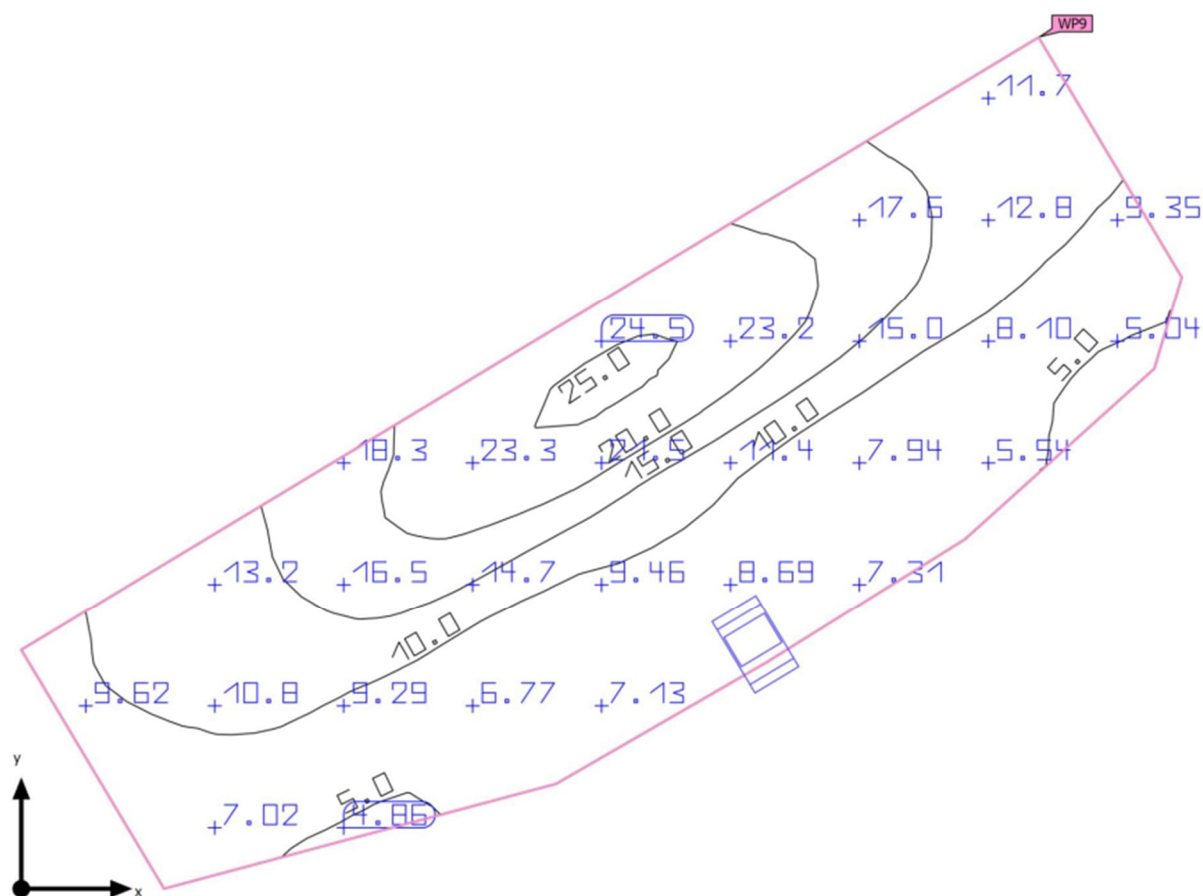


Figura 9: Curve Isolux Zona Cabina SCADA

		Altezza di montaggio	2.400 m
Base	11.23 m ²	Altezza Superficie utile	0.000 m
Fattore di diminuzione	0.80 (fisso)	Zona margine Superficie utile	0.000 m

Risultati

	Unità	Calcolato	Nominale	OK	Indice
Superficie utile	\bar{E} perpendicolare	12.3 lx	≥ 5.00 lx	✓	WP9
	U_0 (g ₁)	0.37	≥ 0.25	✓	WP9
Valori di consumo ⁽²⁾	Consumo	62.2 kWh/a	max. 400 kWh/a	✓	
Area	Valore di allacciamento specifico	0.63 W/m ²	-		
		5.13 W/m ² /100 lx	-		

(1) Basato su uno spazio rettangolare di 2.022 m X 6.057 m e SHR di 0.25.

(2) Calcolato utilizzando DIN:18599-4.

6.6. TU (Transformation Unit) 1

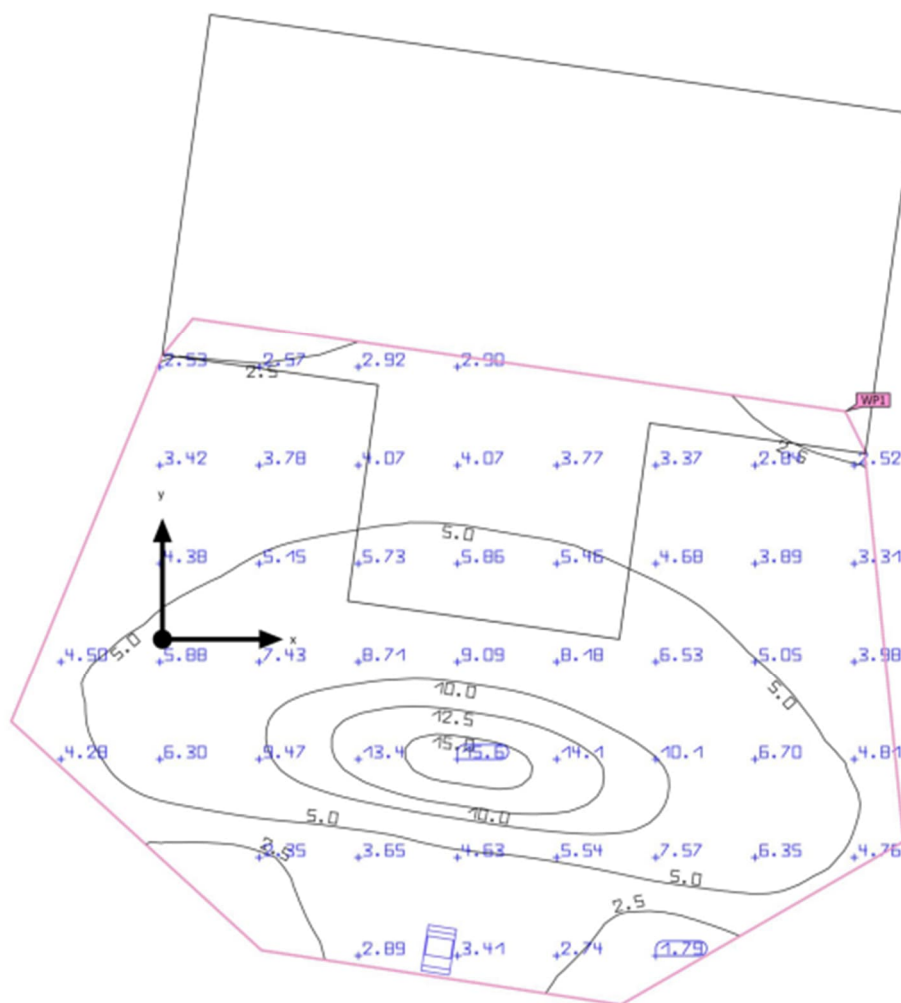


Figura 10: Curve Isolux TU 1

		Altezza di montaggio	2.700 m
Base	38.69 m ²	Altezza superficie utile	0.000 m
Fattore di diminuzione	0.80 (fisso)	Zona margine superficie utile	0.000 m

Risultati

	Unità	Calcolato	Nominale	OK	Indice
Superficie utile	\bar{E} perpendicolare	5.55 lx	≥ 5.00 lx	✓	WP1
	U _o (g ₁)	0.28	≥ 0.25	✓	WP1
Valori di consumo ⁽²⁾	Consumo	62.2 kWh/a	max. 1400 kWh/a	✓	
Area	Valore di allacciamento specifico	0.18 W/m ²	-		
		3.31 W/m ² /100 lx	-		

(1) Basato su uno spazio rettangolare di 8.272 m X 5.699 m e SHR di 0.25.

(2) Calcolato utilizzando DIN:18599-4.

6.7. TU (Transformation Unit) 2

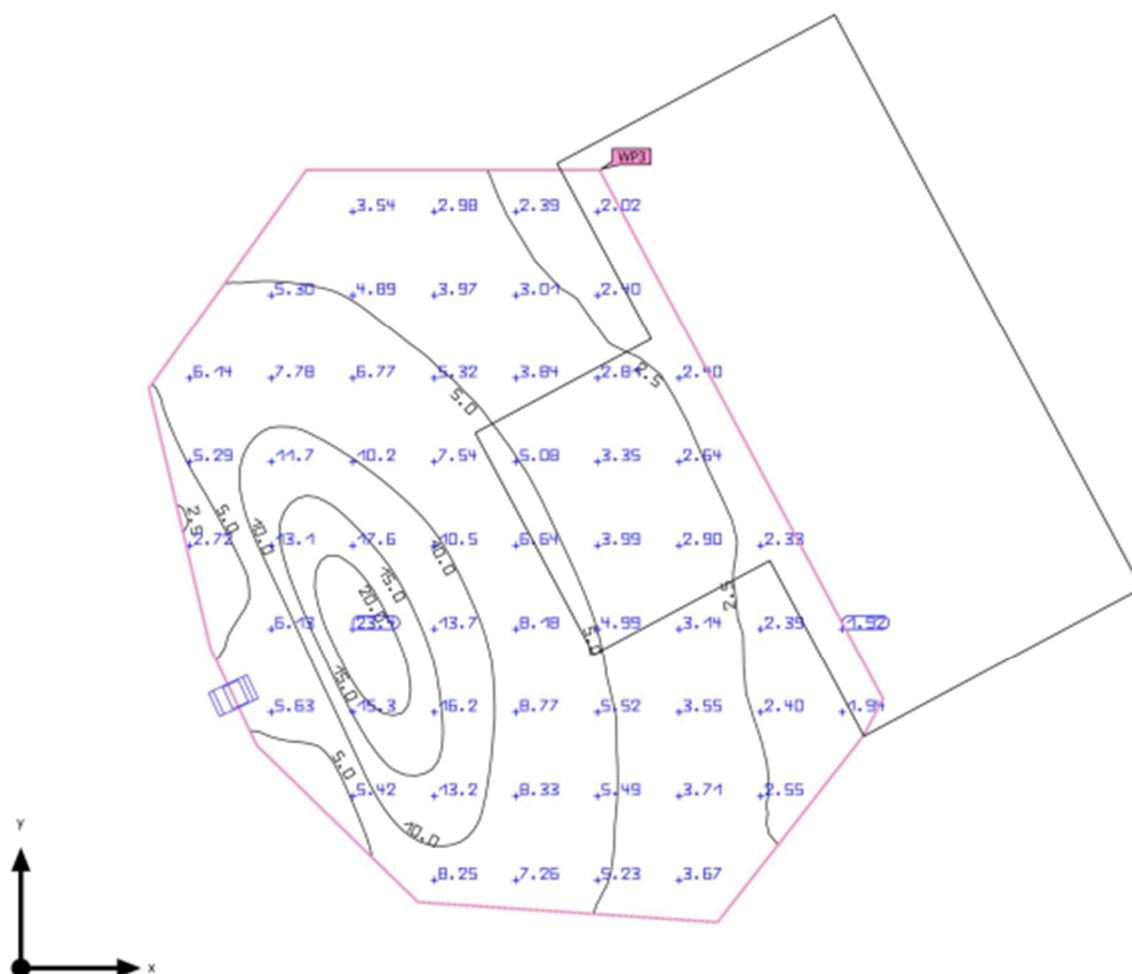


Figura 11: Curve Isolux TU 2

		Altezza di montaggio	2.200 m
Base	39.00 m ²	Altezza superficie utile	0.000 m
Fattore di diminuzione	0.80 (fisso)	Zona margine superficie utile	0.000 m

Risultati

	Unità	Calcolato	Nominale	OK	Indice
Superficie utile	$\bar{E}_{\text{perpendicolare}}$	6.25 lx	≥ 5.00 lx	✓	WP3
	$U_o (g_1)$	0.29	≥ 0.25	✓	WP3
Valori di consumo ⁽²⁾	Consumo	62.2 kWh/a	max. 1400 kWh/a	✓	
Area	Valore di allacciamento specifico	0.18 W/m ²	-		
		2.92 W/m ² /100 lx	-		

(1) Basato su uno spazio rettangolare di 8.591 m X 5.752 m e SHR di 0.25.

(2) Calcolato utilizzando DIN:18599-4.

6.8. TU (Transformation Unit) 3

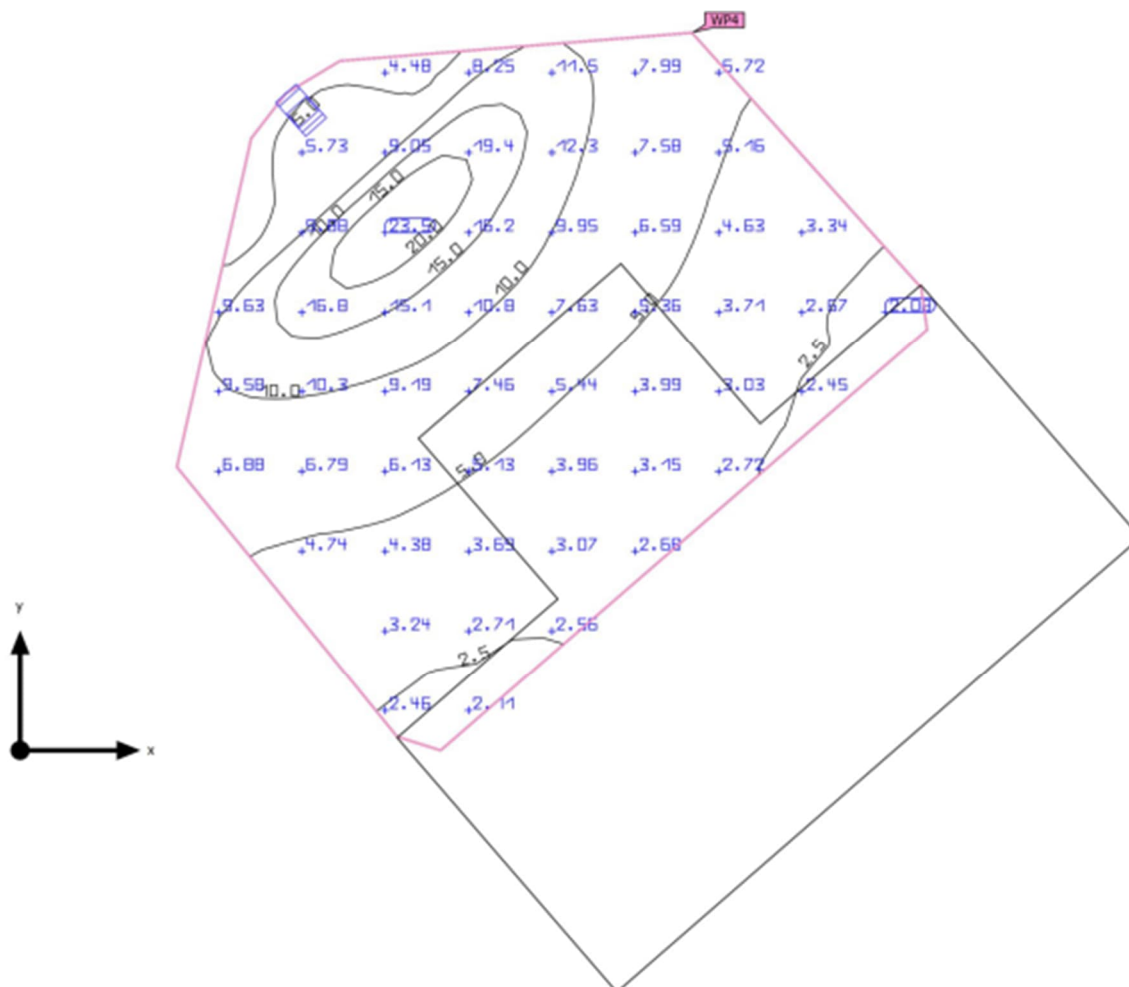


Figura 12: Curve Isolux TU 3

Base	30.30 m ²	Altezza di montaggio	2.200 m
Fattore di diminuzione	0.80 (fisso)	Altezza Superficie utile	0.000 m
		Zona margine Superficie utile	0.000 m

Risultati

	Unità	Calcolato	Nominale	OK	Indice
Superficie utile	$\dot{E}_{\text{perpendicolare}}$	6.95 lx	≥ 5.00 lx	✓	WP4
	U_0 (g ₁)	0.27	≥ 0.25	✓	WP4
Valori di consumo ⁽²⁾	Consumo	62.2 kWh/a	max. 1100 kWh/a	✓	
Area	Valore di allacciamento specifico	0.23 W/m ²	-		
		3.37 W/m ² /100 lx	-		

(1) Basato su uno spazio rettangolare di 6.500 m X 5.632 m e SHR di 0.25.

(2) Calcolato utilizzando DIN:18599-4.

6.9. TU (Transformation Unit) 4

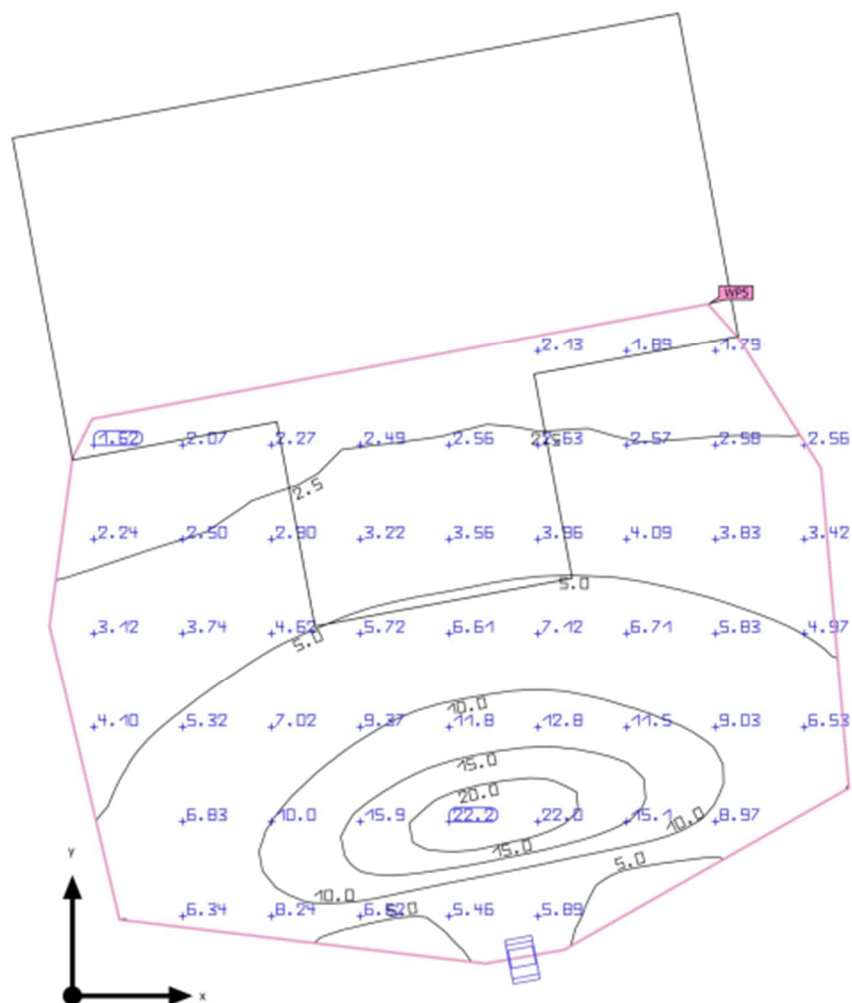


Figura 13: Curve Isolux TU 4

		Altezza di montaggio	2.200 m
Base	38.68 m ²	Altezza superficie utile	0.000 m
Fattore di diminuzione	0.80 (fisso)	Zona margine superficie utile	0.000 m

Risultati

	Unità	Calcolato	Nominale	OK	Indice
Superficie utile	$\bar{E}_{\text{perpendicolare}}$	6.22 lx	≥ 5.00 lx	✓	WP5
	$U_0 (g_1)$	0.26	≥ 0.25	✓	WP5
Valori di consumo ⁽²⁾	Consumo	62.2 kWh/a	max. 1400 kWh/a	✓	
Area	Valore di allacciamento specifico	0.18 W/m ²	-		
		2.95 W/m ² /100 lx	-		

(1) Basato su uno spazio rettangolare di 7.582 m X 5.859 m e SHR di 0.25.

(2) Calcolato utilizzando DIN:18599-4.

6.10. TU (Transformation Unit) 5

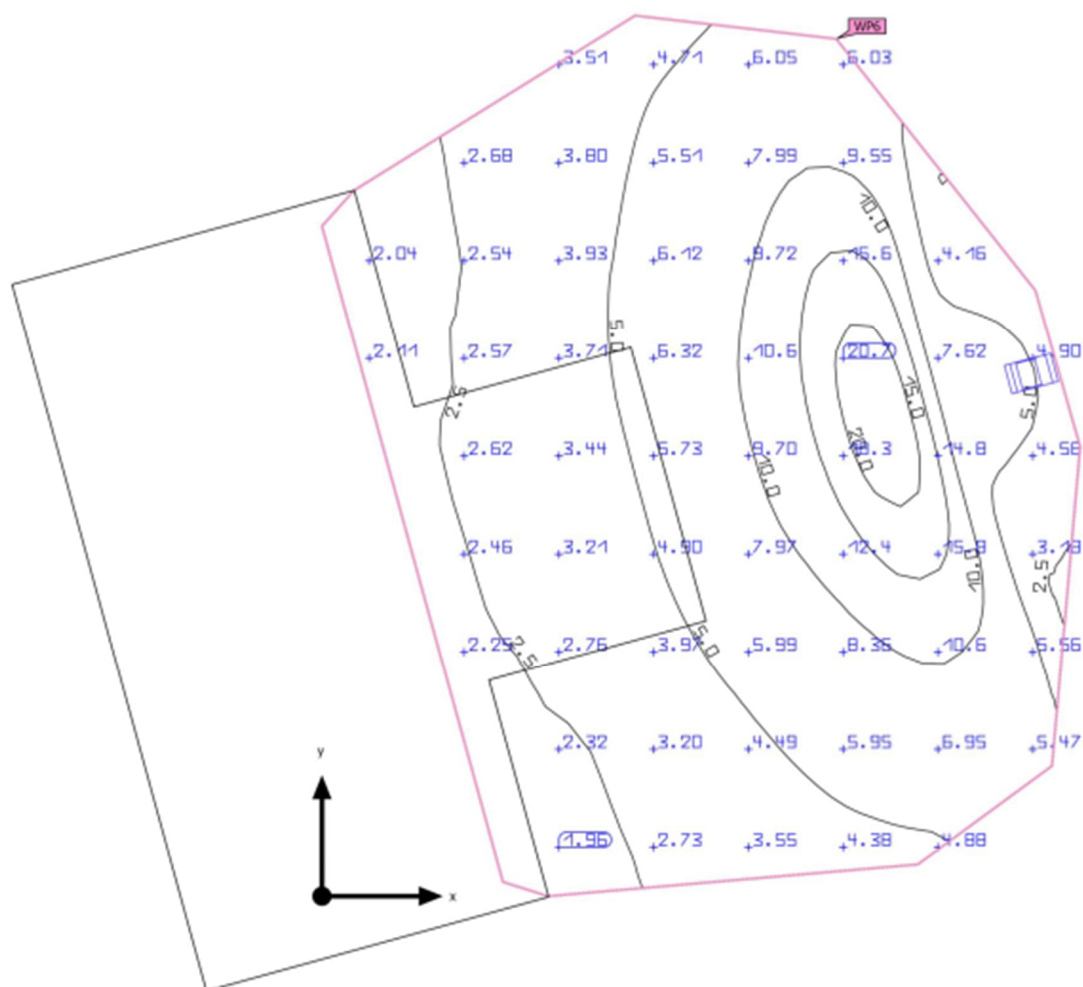


Figura 14: Curve Isolux TU 5

Base	39.69 m ²	Altezza di montaggio	2.200 m
Fattore di diminuzione	0.80 (fisso)	Altezza Superficie utile	0.000 m
		Zona margine Superficie utile	0.000 m

Risultati

	Unità	Calcolato	Nominale	OK	Indice
Superficie utile	$\bar{E}_{\text{perpendicolare}}$	6.27 lx	≥ 5.00 lx	✓	WP6
	U_0 (g ₁)	0.27	≥ 0.25	✓	WP6
Valori di consumo ⁽²⁾	Consumo	62.2 kWh/a	max. 1400 kWh/a	✓	
Area	Valore di allacciamento specifico	0.18 W/m ²	-		
		2.85 W/m ² /100 lx	-		

(1) Basato su uno spazio rettangolare di 7.945 m X 5.975 m e SHR di 0.25.

(2) Calcolato utilizzando DIN:18599-4.

6.11. TU (Transformation Unit) 6

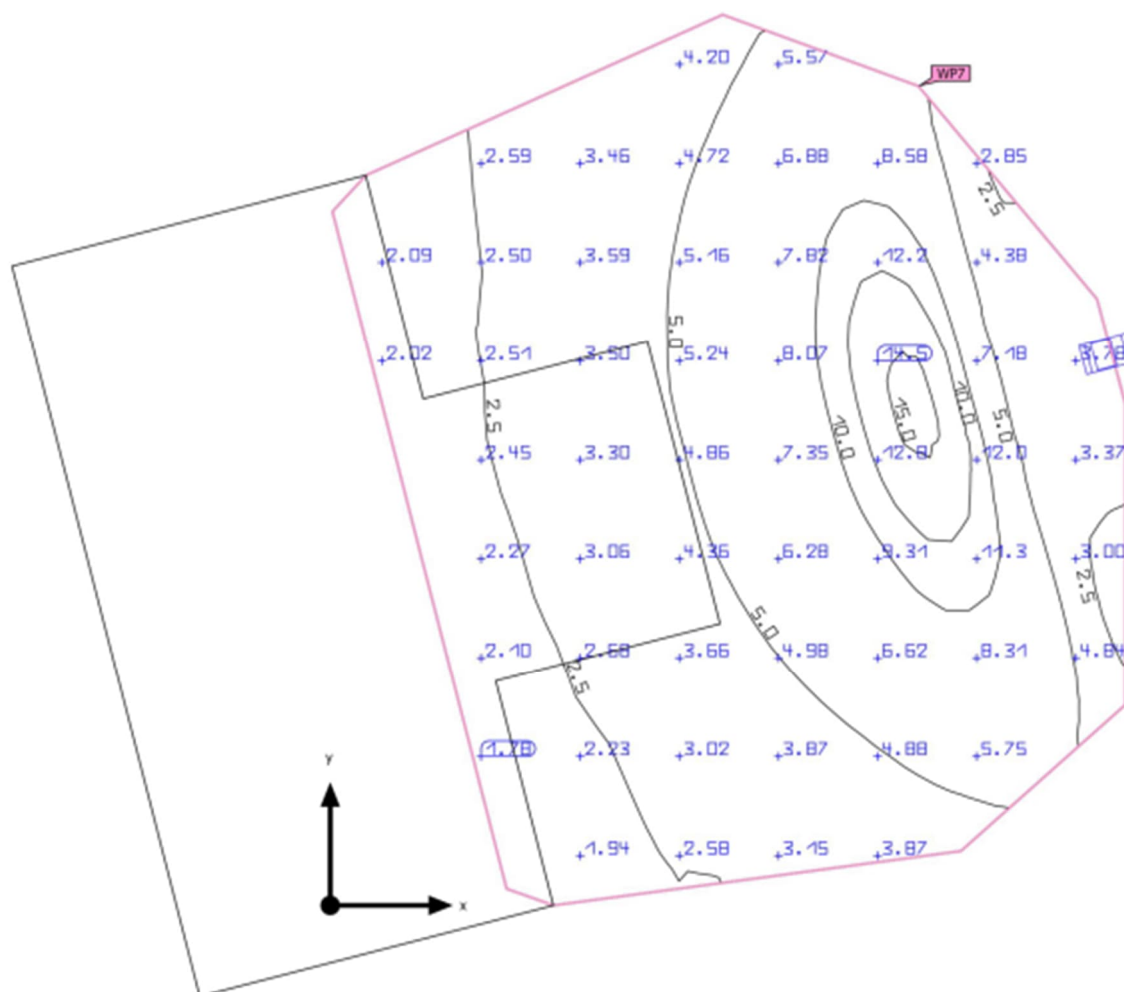


Figura 15: Curve Isolux TU 6

Base	39.53 m ²	Altezza di montaggio	2.700 m
Fattore di diminuzione	0.80 (fisso)	Altezza superficie utile	0.000 m
		Zona margine superficie utile	0.000 m

Risultati

	Unità	Calcolato	Nominale	OK	Indice
Superficie utile	$\bar{E}_{\text{perpendicolare}}$	5.15 lx	≥ 5.00 lx	✓	WP7
	$U_o (g_1)$	0.31	≥ 0.25	✓	WP7
Valori di consumo ⁽²⁾	Consumo	62.2 kWh/a	max. 1400 kWh/a	✓	
Area	Valore di allacciamento specifico	0.18 W/m ²	-		
		3.49 W/m ² /100 lx	-		

(1) Basato su uno spazio rettangolare di 7.517 m X 6.219 m e SHR di 0.25.

(2) Calcolato utilizzando DIN:18599-4.

6.12. TU (Transformation Unit) 7

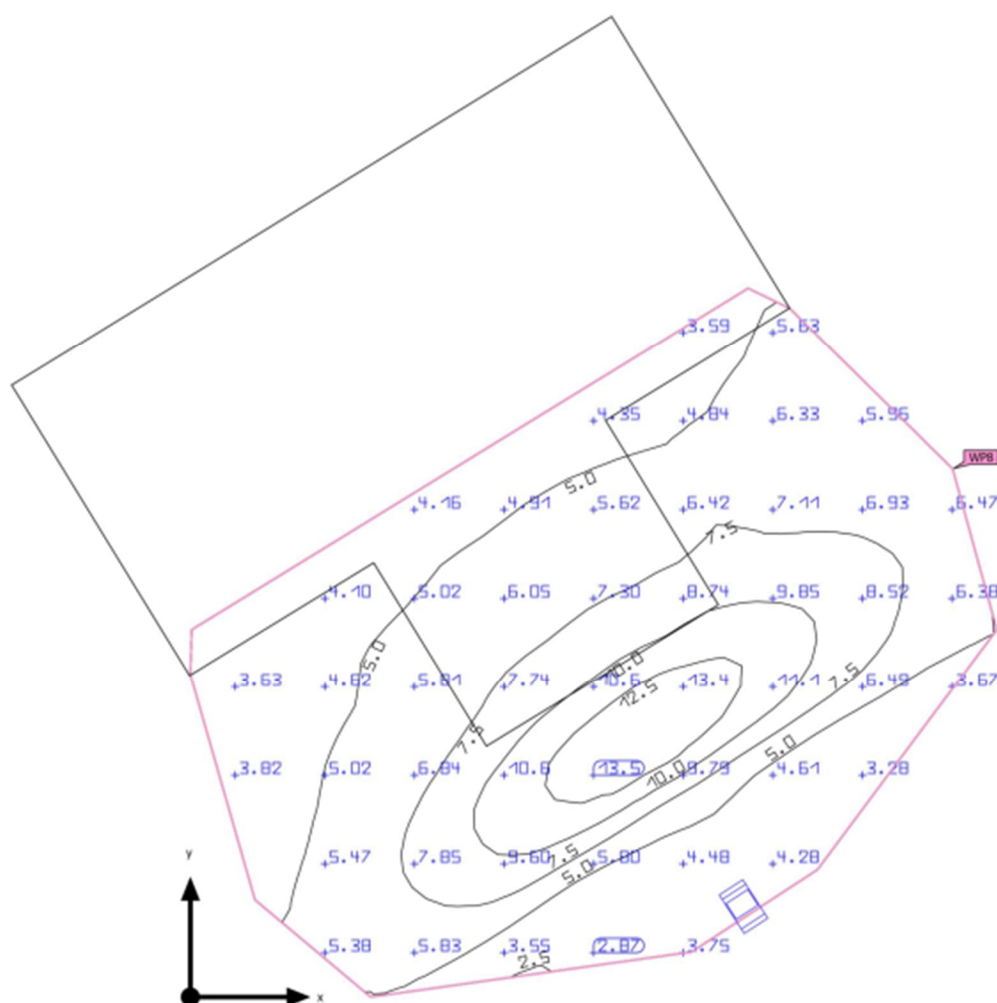


Figura 16: Curve Isolux TU 7

Base	31.47 m ²	Altezza di montaggio	2.900 m
Fattore di diminuzione	0.80 (fisso)	Altezza Superficie utile	0.000 m
		Zona margine Superficie utile	0.000 m

Risultati

	Unità	Calcolato	Nominale	OK	Indice
Superficie utile	$\bar{E}_{\text{perpendicolare}}$	6.49 lx	≥ 5.00 lx	✓	WP8
	$U_0 (g_1)$	0.38	≥ 0.25	✓	WP8
Valori di consumo ⁽²⁾	Consumo	62.2 kWh/a	max. 1150 kWh/a	✓	
Area	Valore di allacciamento specifico	0.23 W/m ²	-		
		3.48 W/m ² /100 lx	-		

(1) Basato su uno spazio rettangolare di 7.600 m X 4.972 m e SHR di 0.25.

(2) Calcolato utilizzando DIN:18599-4.

6.13. TU (Transformation Unit) 8

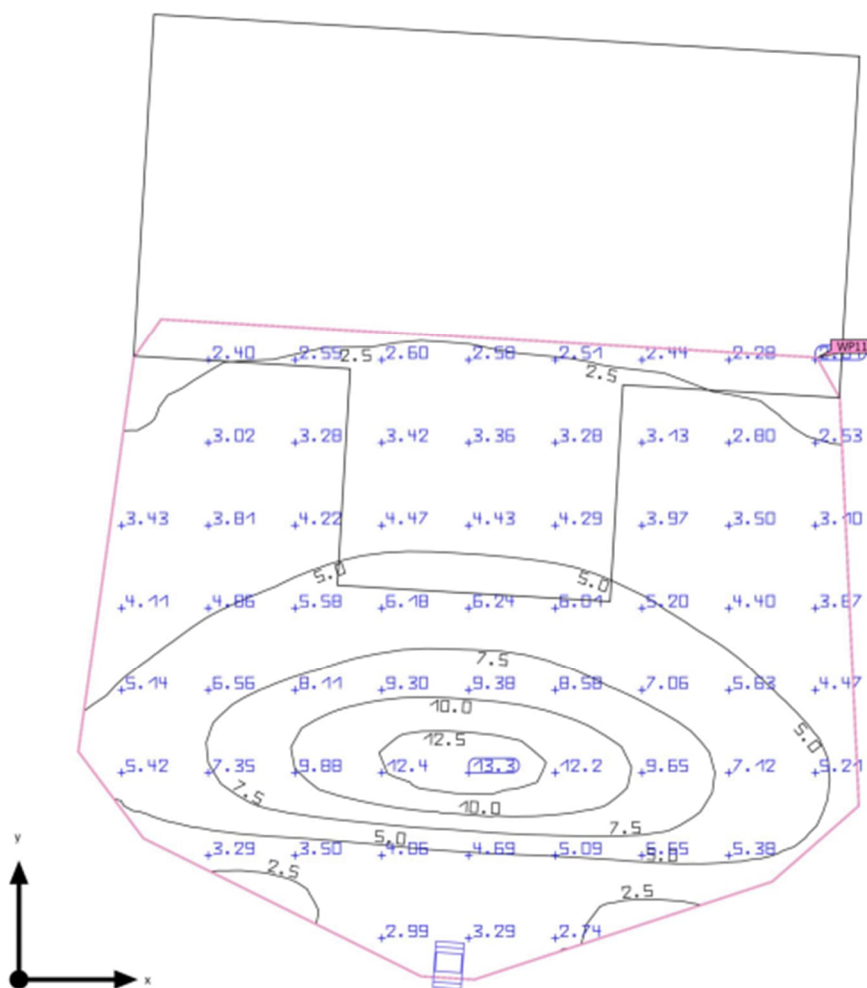


Figura 17: Curve Isolux TU 8

		Altezza di montaggio	2.900 m
Base	36.14 m ²	Altezza superficie utile	0.000 m
Fattore di diminuzione	0.80 (fisso)	Zona margine superficie utile	0.000 m

Risultati

	Unità	Calcolato	Nominale	OK	Indice
Superficie utile	$\bar{E}_{\text{perpendicolare}}$	5.20 lx	≥ 5.00 lx	✓	WP11
	$U_0 (g_1)$	0.40	≥ 0.25	✓	WP11
Valori di consumo ⁽²⁾	Consumo	62.2 kWh/a	max. 1300 kWh/a	✓	
Area	Valore di allacciamento specifico	0.20 W/m ²	-		
		3.78 W/m ² /100 lx	-		

(1) Basato su uno spazio rettangolare di 7.217 m X 5.921 m e SHR di 0.25.

(2) Calcolato utilizzando DIN:18599-4.

6.14. TU (Transformation Unit) 9

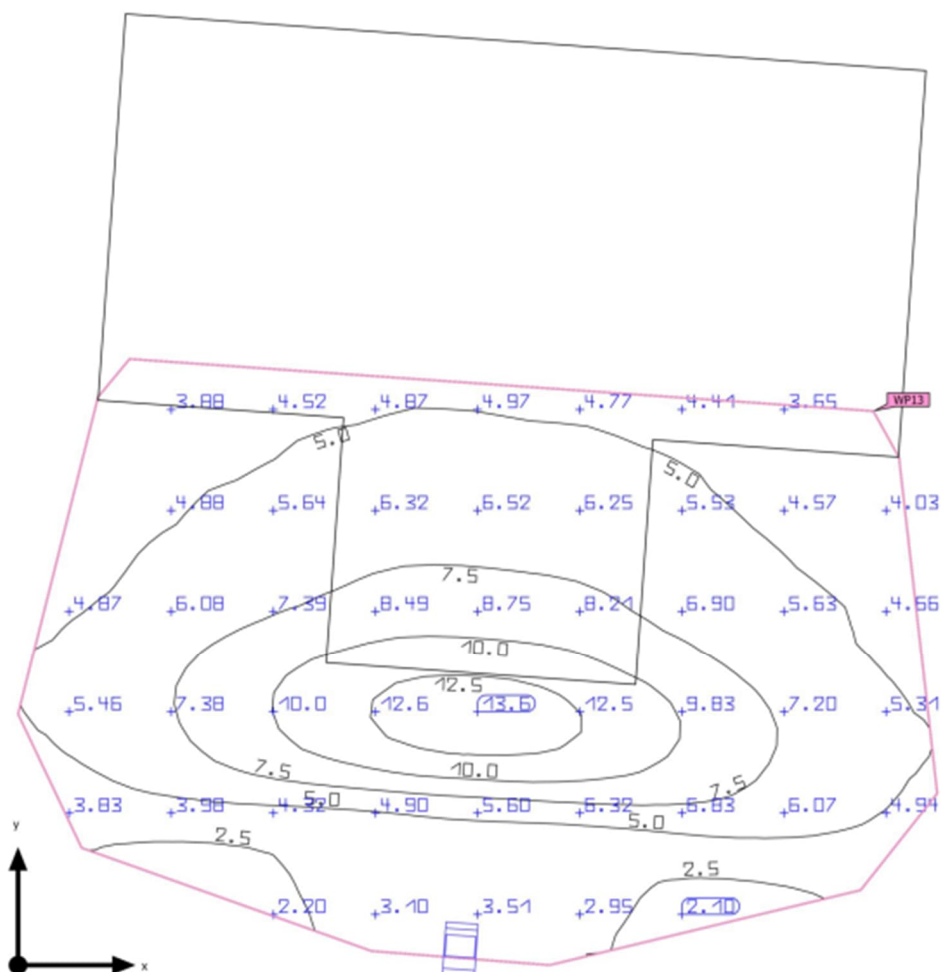


Figura 18: Curve Isolux TU 9

		Altezza di montaggio	2.900 m
Base	30.10 m ²	Altezza superficie utile	0.000 m
Fattore di diminuzione	0.80 (fisso)	Zona margine superficie utile	0.000 m

Risultati

	Unità	Calcolato	Nominale	OK	Indice
Superficie utile	$\bar{E}_{\text{perpendicolare}}$	6.10 lx	≥ 5.00 lx	✓	WP13
	U_0 (g _i)	0.28	≥ 0.25	✓	WP13
Valori di consumo ⁽²⁾	Consumo	62.2 kWh/a	max. 1100 kWh/a	✓	
Area	Valore di allacciamento specifico	0.24 W/m ²	-		
		3.86 W/m ² /100 lx	-		

(1) Basato su uno spazio rettangolare di 7.496 m X 4.671 m e SHR di 0.25.

(2) Calcolato utilizzando DIN:18599-4.

6.15. TU (Transformation Unit) 10

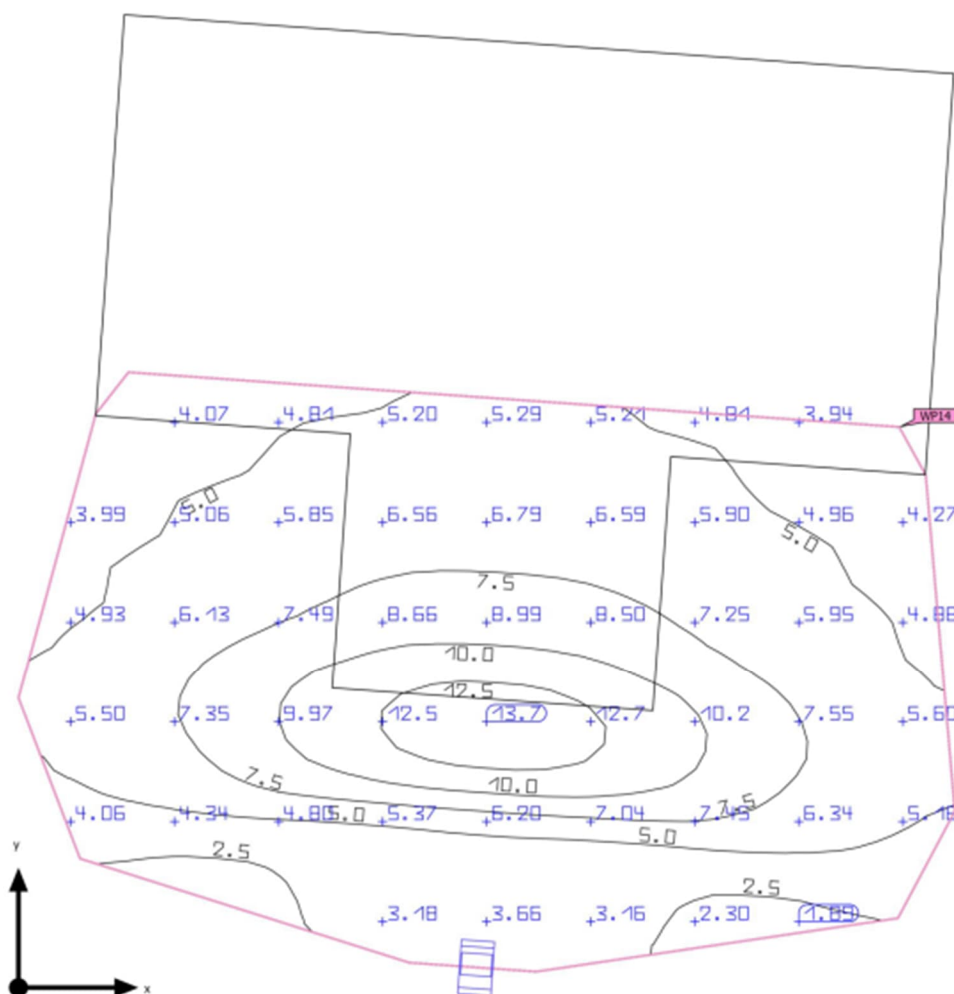


Figura 19: Curve Isolux TU 10

		Altezza di montaggio	2.900 m
Base	28.73 m ²	Altezza superficie utile	0.000 m
Fattore di diminuzione	0.80 (fisso)	Zona margine superficie utile	0.000 m

Risultati

	Unità	Calcolato	Nominale	OK	Indice
Superficie utile	$\bar{E}_{\text{perpendicolare}}$	6.31 lx	≥ 5.00 lx	✓	WP14
	$U_o (g_i)$	0.29	≥ 0.25	✓	WP14
Valori di consumo ⁽²⁾	Consumo	62.2 kWh/a	max. 1050 kWh/a	✓	
Area	Valore di allacciamento specifico	0.25 W/m ²	-		
		3.92 W/m ² /100 lx	-		

(1) Basato su uno spazio rettangolare di 7.387 m X 4.464 m e SHR di 0.25.

(2) Calcolato utilizzando DIN:18599-4.

6.16. TU (Transformation Unit) 11

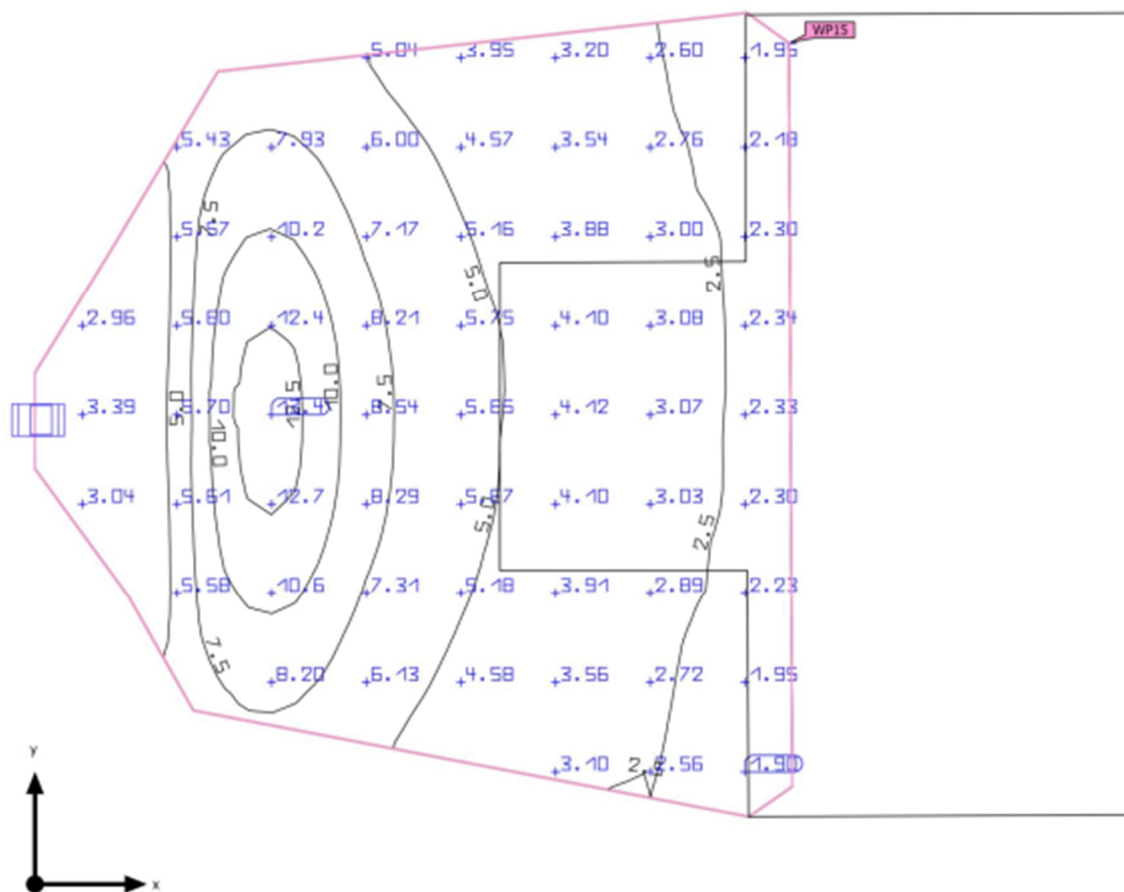


Figura 20: Curve Isolux TU 11

Base	32.10 m ²	Altezza di montaggio	2.900 m
Fattore di diminuzione	0.80 (fisso)	Altezza superficie utile	0.000 m
		Zona margine superficie utile	0.000 m

Risultati

	Unità	Calcolato	Nominale	OK	Indice
Superficie utile	$\bar{E}_{\text{perpendicolare}}$	5.11 lx	≥ 5.00 lx	✓	WP15
	$U_0 (g_1)$	0.34	≥ 0.25	✓	WP15
Valori di consumo ⁽²⁾	Consumo	62.2 kWh/a	max. 1150 kWh/a	✓	
Area	Valore di allacciamento specifico	0.22 W/m ²	-		
		4.33 W/m ² /100 lx	-		

(1) Basato su uno spazio rettangolare di 6.535 m X 6.144 m e SHR di 0.25.

(2) Calcolato utilizzando DIN:18599-4.

6.17. TU (Transformation Unit) 12

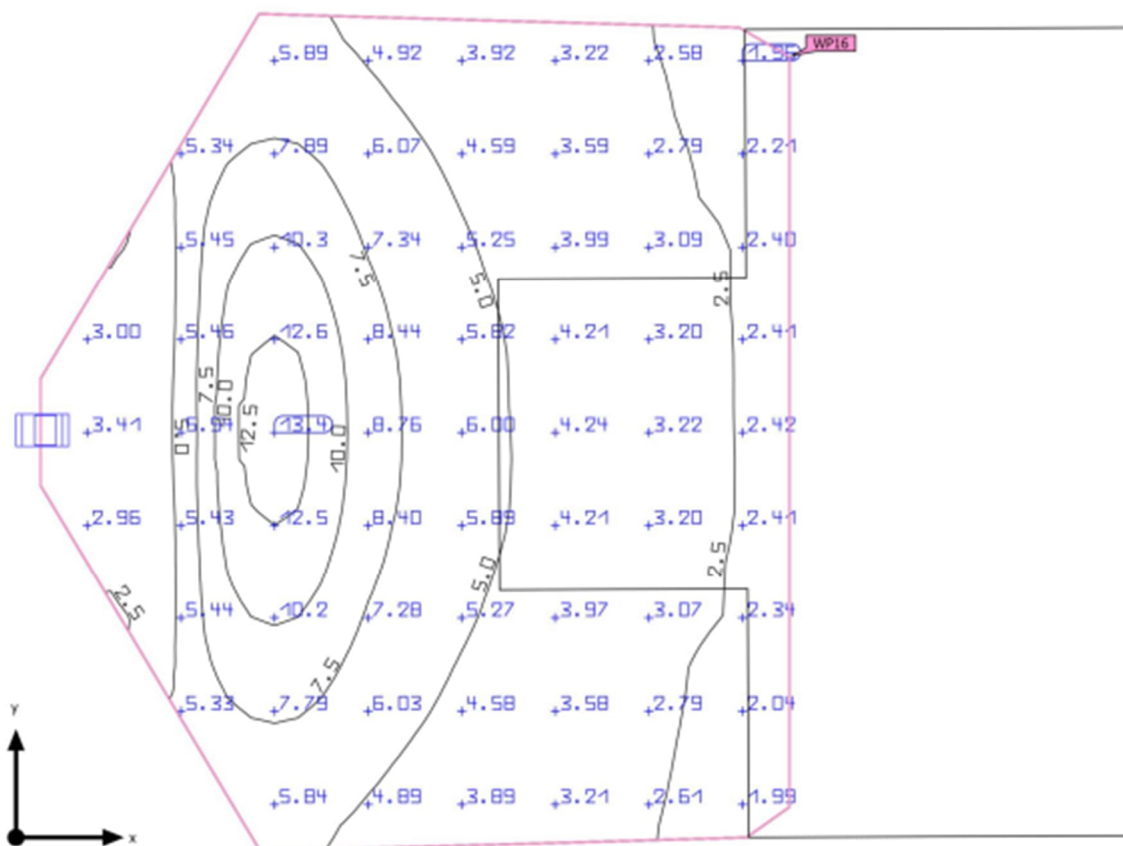


Figura 21: Curve Isolux TU 12

Base	35.00 m ²	Altezza di montaggio	2.900 m
Fattore di diminuzione	0.80 (fisso)	Altezza superficie utile	0.000 m
		Zona margine superficie utile	0.000 m

Risultati

	Unità	Calcolato	Nominale	OK	Indice
Superficie utile	$E_{\text{perpendicolare}}$	5.11 lx	≥ 5.00 lx	✓	WP16
	U_0 (g _i)	0.35	≥ 0.25	✓	WP16
Valori di consumo ⁽²⁾	Consumo	62.2 kWh/a	max. 1250 kWh/a	✓	
Area	Valore di allacciamento specifico	0.20 W/m ²	-		
		3.97 W/m ² /100 lx	-		

(1) Basato su uno spazio rettangolare di 6.756 m X 6.041 m e SHR di 0.25.

(2) Calcolato utilizzando DIN:18599-4.

6.18. TU (Transformation Unit) 13

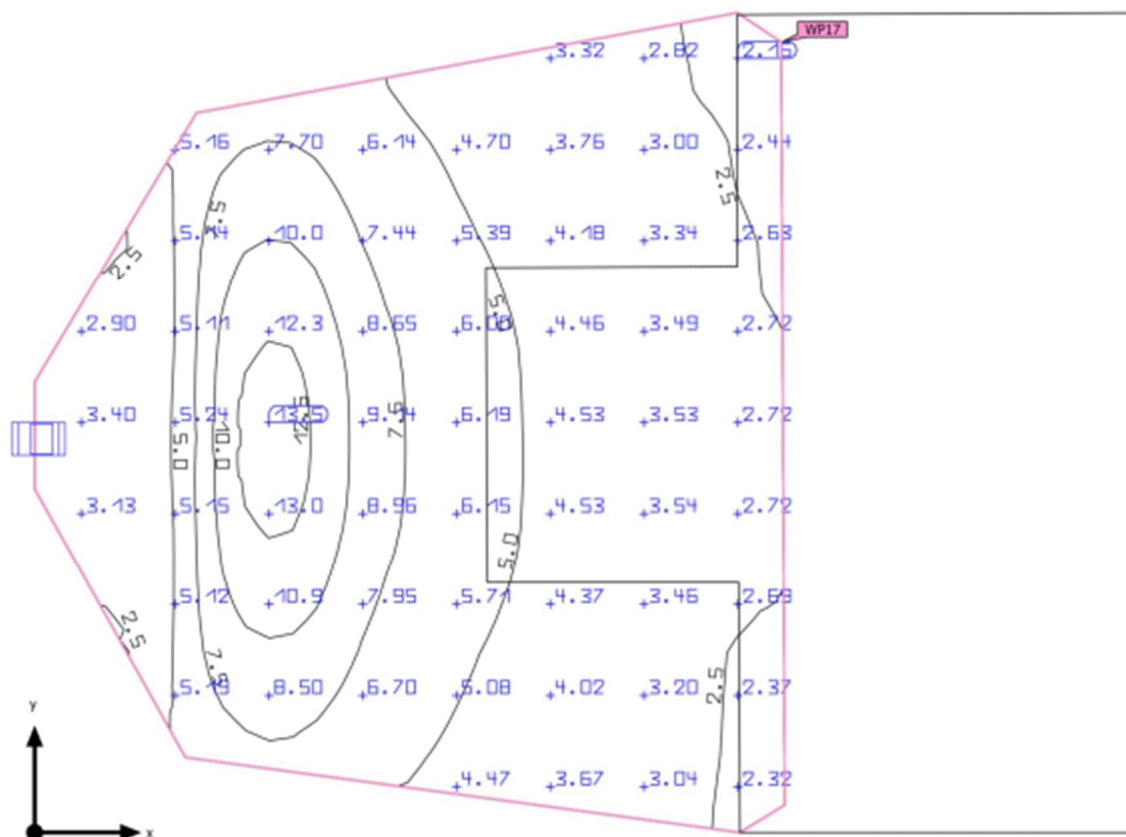


Figura 22: Curve Isolux TU 13

Base	31.31 m ²	Altezza di montaggio	2.900 m
Fattore di diminuzione	0.80 (fisso)	Altezza Superficie utile	0.000 m
		Zona margine Superficie utile	0.000 m

Risultati

	Unità	Calcolato	Nominale	OK	Indice
Superficie utile	$\bar{E}_{\text{perpendicolare}}$	5.35 lx	≥ 5.00 lx	✓	WP17
	U_0 (g _i)	0.38	≥ 0.25	✓	WP17
Valori di consumo ⁽²⁾	Consumo	62.2 kWh/a	max. 1100 kWh/a	✓	
Area	Valore di allacciamento specifico	0.23 W/m ²	-		
		4.24 W/m ² /100 lx	-		

(1) Basato su uno spazio rettangolare di 6.520 m X 5.955 m e SHR di 0.25.

(2) Calcolato utilizzando DIN:18599-4.

Profilo di utilizzo: Aree di transito comuni nei luoghi di lavoro/ posti di lavoro all'aperto (5.1.1 Percorsi, esclusivamente per pedoni)

6.19. TU (Transformation Unit) 14

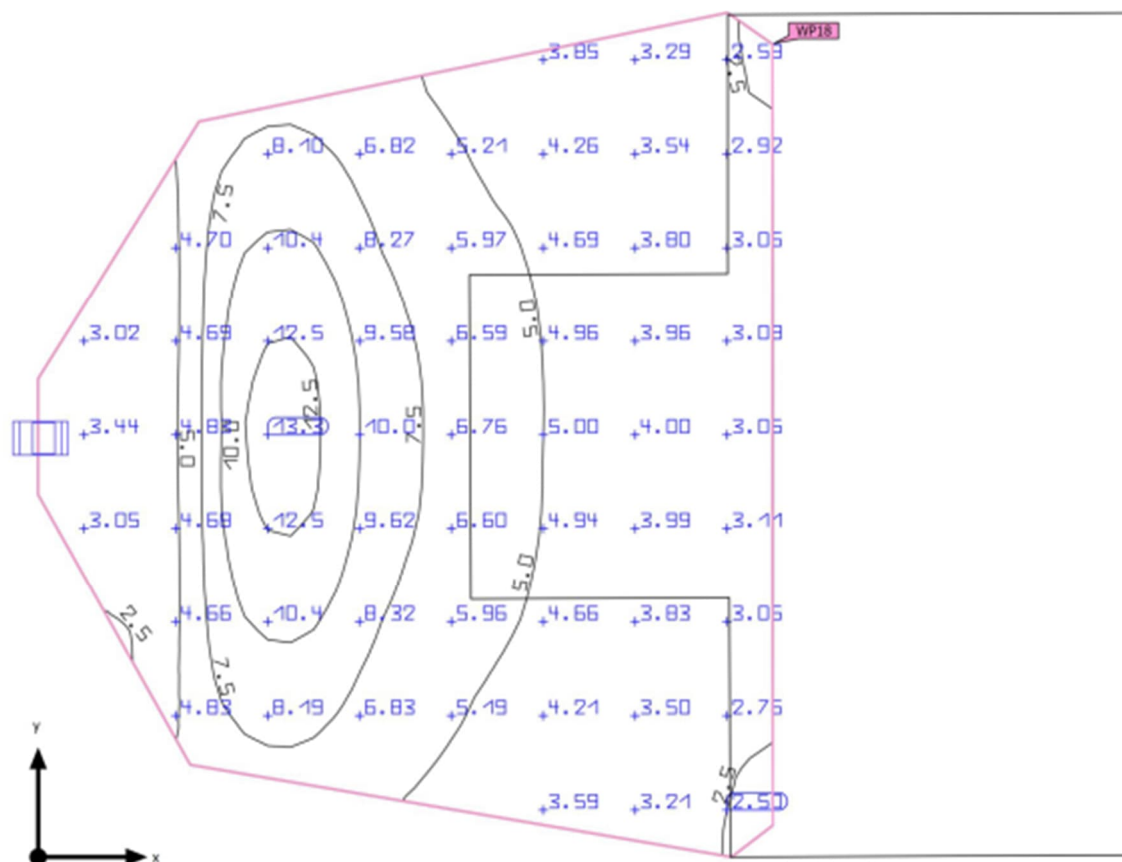


Figura 23: Curve Isolux TU 14

Base	29.51 m ²	Altezza di montaggio	2.900 m
Fattore di diminuzione	0.80 (fisso)	Altezza superficie utile	0.000 m
		Zona margine superficie utile	0.000 m

Risultati

	Unità	Calcolato	Nominale	OK	Indice
Superficie utile	$E_{\text{perpendicolare}}$	5.61 lx	≥ 5.00 lx	✓	WP18
	U_0 (g ₁)	0.42	≥ 0.25	✓	WP18
Valori di consumo ⁽²⁾	Consumo	62.2 kWh/a	max. 1050 kWh/a	✓	
Area	Valore di allacciamento specifico	0.24 W/m ²	-		
		4.29 W/m ² /100 lx	-		

(1) Basato su uno spazio rettangolare di 6.535 m X 5.686 m e SHR di 0.25.

(2) Calcolato utilizzando DIN:18599-4.

6.20. TU (Transformation Unit) 15

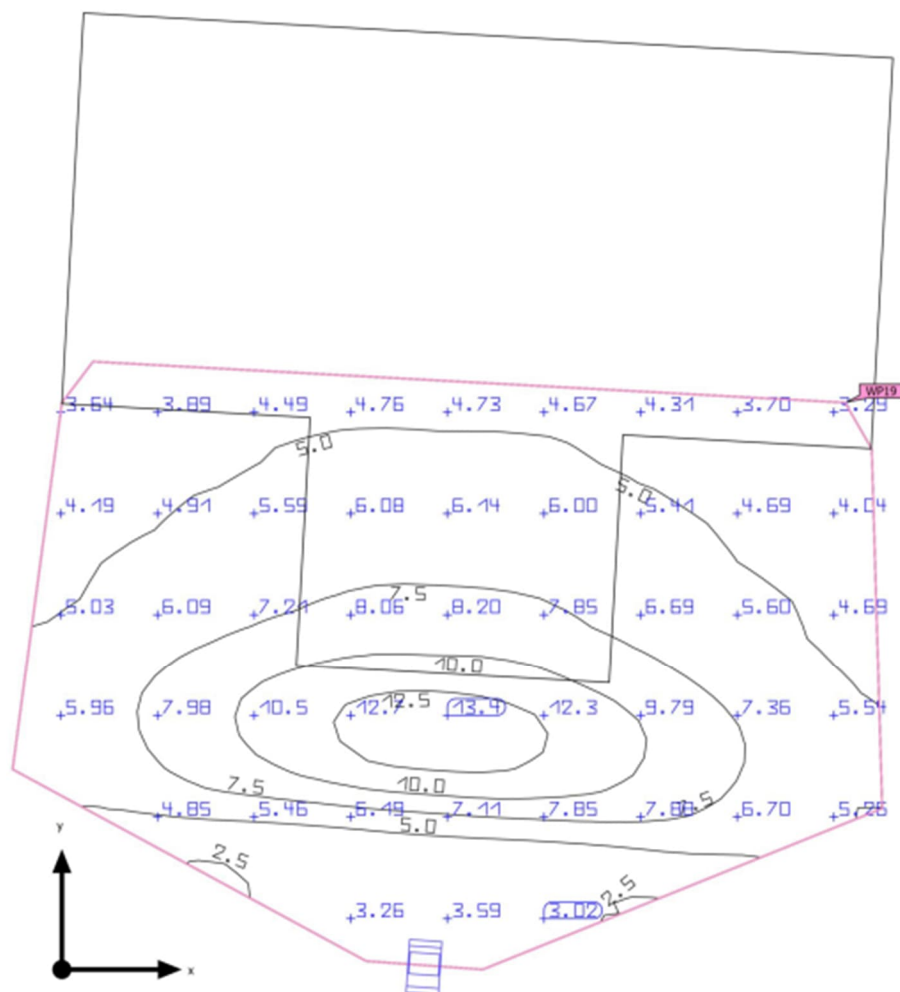


Figura 24: Curve Isolux TU 15

		Altezza di montaggio	2.900 m
Base	27.65 m ²	Altezza Superficie utile	0.000 m
Fattore di diminuzione	0.80 (fisso)	Zona margine Superficie utile	0.000 m

Risultati

	Unità	Calcolato	Nominale	OK	Indice
Superficie utile	\bar{E} perpendicolare	6.33 lx	≥ 5.00 lx	✓	WP19
	U_o (g ₁)	0.38	≥ 0.25	✓	WP19
Valori di consumo ⁽²⁾	Consumo	62.2 kWh/a	max. 1000 kWh/a	✓	
Area	Valore di allacciamento specifico	0.26 W/m ²	-		
		4.06 W/m ² /100 lx	-		

(1) Basato su uno spazio rettangolare di 7.002 m X 4.708 m e SHR di 0.25.

(2) Calcolato utilizzando DIN:18599-4.

6.21. TU (Transformation Unit) 16

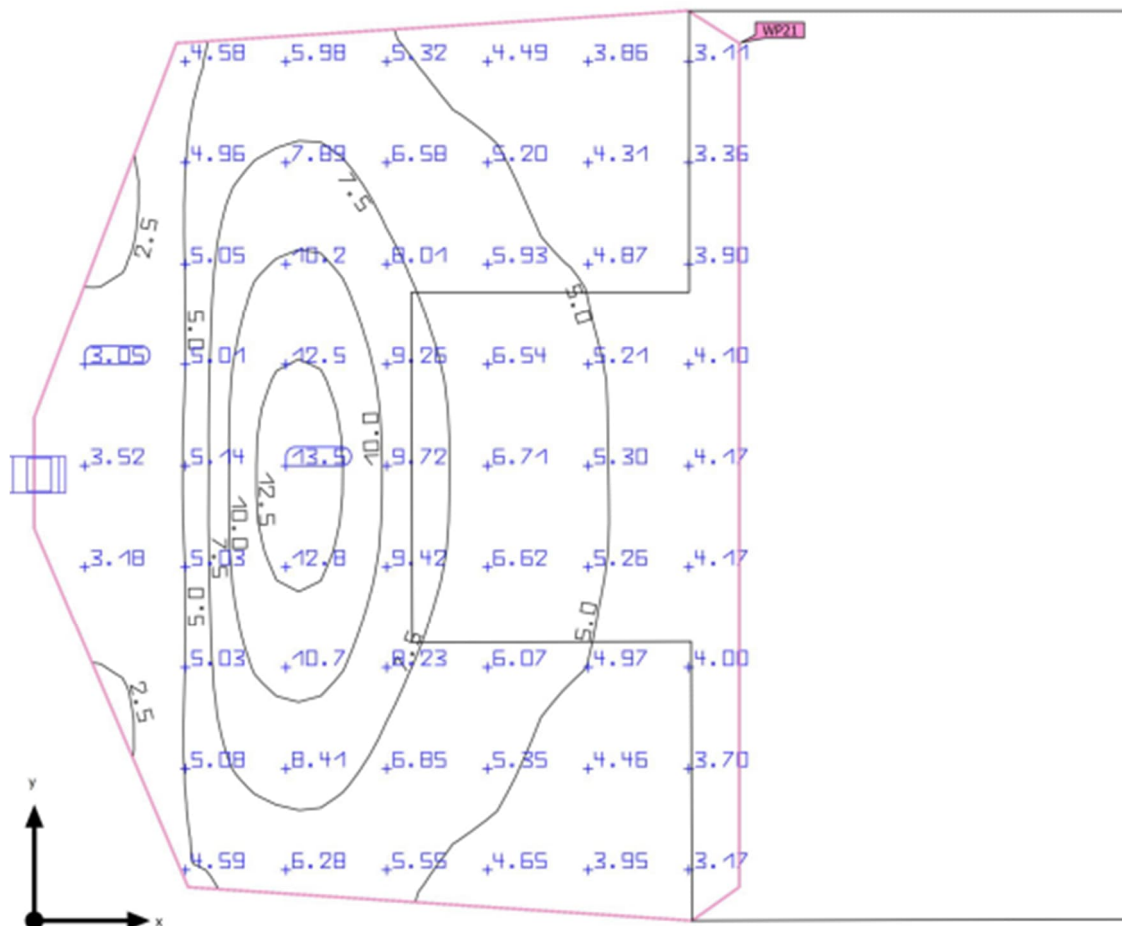


Figura 25: Curve Isolux TU 16

Base	28.78 m ²	Altezza di montaggio	2.900 m
Fattore di diminuzione	0.80 (fisso)	Altezza Superficie utile	0.000 m
		Zona margine Superficie utile	0.000 m

Risultati

	Unità	Calcolato	Nominale	OK	Indice
Superficie utile	$\bar{E}_{\text{perpendicolare}}$	5.98 lx	≥ 5.00 lx	✓	WP21
	$U_0 (g_1)$	0.36	≥ 0.25	✓	WP21
Valori di consumo ⁽²⁾	Consumo	62.2 kWh/a	max. 1050 kWh/a	✓	
Area	Valore di allacciamento specifico	0.25 W/m ²	-		
		4.13 W/m ² /100 lx	-		

(1) Basato su uno spazio rettangolare di 6.530 m X 5.055 m e SHR di 0.25.

(2) Calcolato utilizzando DIN:18599-4.

7. PRESTAZIONE ENERGETICA

7.1. PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE

Per fornire una valutazione oggettiva e “globale” dell’apparecchio, a prescindere dalla progettazione impiantistica o dall’uso dell’apparecchio (es. uso della riduzione del flusso), si utilizza l’indice IPEA (Indice Parametrizzato di Efficienza dell’Apparecchio). Esso è relativo al rapporto tra l’efficienza globale dell’apparecchio e l’efficienza globale di riferimento della migliore tecnologia attualmente utilizzata sul mercato per l’ambito considerato, ed è stato così calcolato:

$$IPEA = \frac{\eta_a}{\eta_r}$$

Dove η_a è l’efficienza globale dell’apparecchio di illuminazione, mentre η_r rappresenta l’efficienza globale di riferimento.

Pertanto, η_a è stato calcolato secondo la formula:

$$\eta_a = \frac{D_{ff} \cdot \Phi_{app}}{P_{app}} \left[\frac{lm}{W} \right]$$

in cui:

- Φ_{app} [lm] rappresenta il flusso luminoso nominale iniziale emesso dall’apparecchio di illuminazione nelle condizioni di utilizzo di progetto e a piena potenza;
- P_{app} [W] rappresenta la potenza attiva totale assorbita dall’apparecchio di illuminazione intesa come somma delle potenze assorbite dalle sorgenti e dalle componenti presenti all’interno dello stesso apparecchio di illuminazione (accenditore, alimentatore/reattore, condensatore, ecc.); tale potenza è quella che l’apparecchio di illuminazione assorbe dalla linea elettrica durante il suo normale funzionamento a piena potenza (comprensiva quindi di ogni apparecchiatura in grado di assorbire potenza elettrica dalla rete);
- D_{ff} rappresenta la frazione del flusso emesso dall’apparecchio di illuminazione rivolta verso la semisfera inferiore dell’orizzonte (calcolata come rapporto fra flusso luminoso diretto verso la semisfera inferiore e flusso luminoso totale emesso), cioè al di sotto dell’angolo di 90°.

Il valore di η_r , invece, dipende dalla potenza assorbita dall’apparecchio e a seconda dell’area da illuminare. Il suo valore è ricavato dalla seguente tabella.

Illuminazione di aree pedonali, percorsi pedonali, percorsi ciclabili, aree ciclo-pedonali	
Potenza nominale dell’apparecchio P[W]	Efficienza globale di riferimento η_r [lm/W]
$P \leq 65$	75
$65 < P \leq 85$	80
$85 < P \leq 115$	85
$115 < P \leq 175$	88
$175 < P \leq 285$	90
$285 < P \leq 450$	92
$450 < P$	92

Tabella 2: Valori dell’efficienza globale di riferimento secondo la potenza nominale dell’apparecchio

Così facendo, si ottengono i valori:

- $\eta_a = 117.0$ lm/W ed $\eta_r = 80$ lm/W per la lampada 1;
- $\eta_a = 90.9$ lm/W ed $\eta_r = 75$ lm/W per la lampada 2.

Ne consegue che $IPEA = 1,46$ per la lampada 1 e $IPEA = 1,21$ per la lampada 2. Le rispettive classi energetiche degli apparecchi utilizzati sono pari ad A++ ed A+, rispettivamente.

INTERVALLI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA	
Classe energetica apparecchi illuminanti	IPEA*
An+	$IPEA^* \geq 1,10 + (0,10 \times n)$
A++	$1,30 \leq IPEA^* < 1,40$
A+	$1,20 \leq IPEA^* < 1,30$
A	$1,10 \leq IPEA^* < 1,20$
B	$1,00 \leq IPEA^* < 1,10$
C	$0,85 \leq IPEA^* < 1,00$
D	$0,70 \leq IPEA^* < 0,85$
E	$0,55 \leq IPEA^* < 0,70$
F	$0,40 \leq IPEA^* < 0,55$
G	$IPEA^* < 0,40$

Tabella 3: Intervalli di classificazione energetica per gli apparecchi illuminanti

7.2. PRESTAZIONE ENERGETICA DELL'IMPIANTO

L'indice IPEI (Indice Parametrizzato di Efficienza dell'Impianto) che viene utilizzato per la valutazione delle prestazioni energetiche degli impianti di illuminazione è definito come segue:

$$IPEI = \frac{D_p}{D_{p,R}}$$

con D_p = Densità di Potenza di progetto, che si calcola come segue:

$$D_p = \frac{\sum P_{app}}{\sum_{i=1}^n \left(\bar{E}_i \cdot \frac{0.80}{MF_i \cdot A_i} \right)}$$

in cui:

- P_{app} [W] potenza attiva totale assorbita dagli apparecchi di illuminazione, intesa come somma delle potenze assorbite dalle sorgenti e dalle componenti presenti all'interno dello stesso apparecchio di illuminazione (accenditore, alimentatore/reattore, condensatore, ecc.);
- \bar{E}_i [lx] illuminamento orizzontale medio mantenuto di progetto dell'area i-esima, calcolato secondo le direttive UNI EN 13201.
- MF_i coefficiente di manutenzione adottato per il calcolo dell'area i-esima.
- A_i [mq] area i-esima illuminata.
- n : numero delle aree i-esime considerate;

e con $D_{p,R}$ = Densità di Potenza di riferimento, i cui valori sono riportati, in funzione del tipo di apparecchio di illuminazione, nella tabella seguente.

Illuminazione di aree pedonali o ciclabili Categoria illuminotecnica P (o C)	
Categoria illuminotecnica (secondo UNI 13201-2)	Densità di potenza di riferimento [W/lux/m ²]
(C0)	0,039
(C1)	0,042
(C2)	0,044
P1 (C3)	0,048
P2 (C4)	0,051
P3 (C5)	0,053
P4	0,056
P5	0,059
P6	0,061
P7	0,064

Tabella 4: Valori della densità di potenza di riferimento a seconda della categoria illuminotecnica

Ne consegue che IPEI = 0,73 e pertanto l'impianto ricade in classe A+.

INTERVALLI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA	
Classe energetica impianto	IPEI*
An+	$IPEI^* < 0,85 - (0,10 \times n)$
A++	$0,55 \leq IPEI^* < 0,65$
A+	$0,65 \leq IPEI^* < 0,75$
A	$0,75 \leq IPEI^* < 0,85$
B	$0,85 \leq IPEI^* < 1,00$
C	$1,00 \leq IPEI^* < 1,35$
D	$1,35 \leq IPEI^* < 1,75$
E	$1,75 \leq IPEI^* < 2,30$
F	$2,30 \leq IPEI^* < 3,00$
G	$IPEI^* \geq 3,00$

Tabella 5: Intervalli di classificazione energetica dell'impianto

8. PRESCRIZIONI PER LA SICUREZZA

8.1. PROTEZIONE COMBINATA CONTRO I CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI

Per i circuiti alimentati con trasformatori 24 V conformi alle norme CEI 96-2 la protezione contro i contatti diretti ed indiretti sarà garantita se questi circuiti, nei condotti in cui sono presenti circuiti a tensione 230/400 V, saranno realizzati mediante cavo con guaina e isolati alla massima tensione presente nello stesso condotto.

8.2. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Tali prescrizioni si attuano soltanto per i circuiti alimentati a tensione 230/400 V.

La protezione contro i contatti diretti sarà realizzata mediante l'installazione di involucri o barriere che abbiano un grado di protezione idoneo all'ambiente e comunque non inferiore a IP2X (IP4X per le superfici orizzontali). Tali barriere o involucri dovranno essere saldamente fissati, rimovibili soltanto con l'uso di una chiave o di un attrezzo, o essere interbloccate con un dispositivo di sezionamento che impedisca l'accesso quando vi sono parti in tensione.

Saranno inoltre installati anche interruttori differenziali con corrente di intervento non superiore a 30 mA, a monte del circuito, che fungono da protezione aggiuntiva contro i contatti diretti, nei locali ad uso abitativo per i circuiti che alimentano le prese spina con corrente nominale non superiore a 20 A.

8.3. CONDUTTORI

Tutti i conduttori dovranno essere protetti contro le sovracorrenti. A tal fine è necessario che siano soddisfatte le due relazioni:

$$I_B < I_n < I_z$$

$$I_f < 1,45 I_n$$

Avendo indicato:

- I_B : corrente di impiego del circuito;
- I_n : corrente nominale del dispositivo di protezione;
- I_z : portata (in regime permanente) della conduttura;
- I_f : corrente di effettivo funzionamento del dispositivo.

I conduttori dovranno quindi avere una sezione minima che garantisca che la portata termica del cavo soddisfi la suddetta relazione, e comunque non inferiore a 1,5 mm². La sezione dovrà inoltre essere adeguata a limitare la caduta di tensione al 4 % di ogni singolo utilizzatore, fra il funzionamento a vuoto e il funzionamento a pieno carico. Il materiale isolante di ogni conduttore dovrà avere le seguenti colorazioni: giallo-verde per il conduttore di protezione, il cavo di terra e i cavi per il collegamento equipotenziale e secondario, blu per il colore di neutro.

8.4. CARATTERISTICHE DEI DISPOSITIVI DI INTERRUZIONE

Al fine di proteggere l'impianto contro i cortocircuiti, ogni dispositivo ad interruzione automatica dovrà avere un potere di interruzione maggiore della massima corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione del dispositivo stesso. Si ricorda inoltre che la corrente nominale del dispositivo dovrà soddisfare la relazione sopra descritta ($I_B < I_n < I_z$).

9. VERIFICHE E MANUTENZIONE

9.1. VERIFICHE

9.1.1. Verifiche iniziali

Prima della consegna dell'impianto sarà necessario effettuare tutte le verifiche (esami a vista e prove) prescritte dalla Norma CEI 64-8. In particolare, si segnalano le prove di continuità dei conduttori di protezione, la misura della resistenza di isolamento dell'impianto elettrico, la verifica della separazione dei circuiti, misura di resistenza dell'impianto di terra.

9.1.2. Verifiche periodiche

Al fine di soddisfare quanto richiesto dalla legislazione vigente, in particolare il DPR 462/01 art. 4, sarà necessario innanzitutto spedire all'ISPESL e all'ASL di competenza la dichiarazione di conformità dell'installatore (senza allegati) come omologazione dell'impianto di terra.

Inoltre, sarà necessario effettuare, ogni cinque anni, la verifica dell'efficienza dell'impianto di terra ad un ente preposto (ASL o altro organismo autorizzato dal Ministero delle Attività Produttive).

9.2. MANUTENZIONE

Al fine di mantenere l'impianto elettrico conforme alla regola dell'arte e di soddisfare quanto richiesto dal D.Lgs. 81/08, si consiglia di programmare una manutenzione periodica sull'impianto elettrico. Tale programmazione, in termini di scadenze e di modalità, dovrà tenere conto della valutazione del rischio elettrico e di quanto indicato nel manuale d'uso e manutenzione di tutte le apparecchiature installate.

9.2.1. Manutenzione elettrica

Per la manutenzione elettrica in particolare si consiglia di:

- effettuare un esame a vista dell'impianto elettrico al fine di verificare lo stato dei componenti dell'impianto in oggetto, con sostituzione delle apparecchiature degradate,
- effettuare la pulizia delle apparecchiature elettriche più sensibili: quadri elettrici, ecc...
- verificare i serraggi di tutte le viti di ogni quadro elettrico, morsettiere,
- verifica dell'efficienza dei dispositivi per il sezionamento di emergenza.

Il Tecnico
Ing. Luca Spaccino