

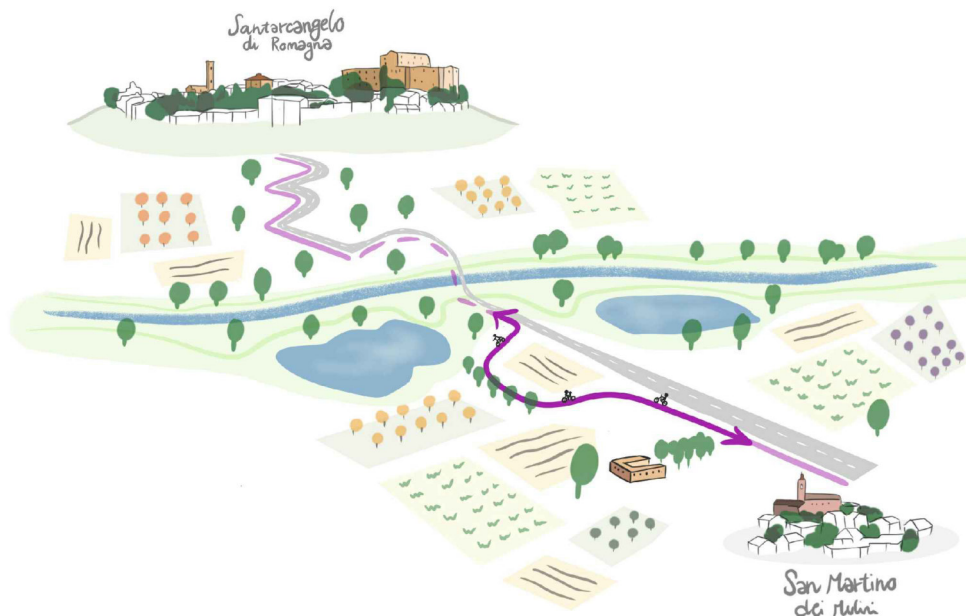


# CITTÀ DI SANTARCANGELO DI ROMAGNA

SETTORE TERRITORIO

QUALIFICAZIONE CITTÀ PUBBLICA E OPERE STRATEGICHE

PIAZZA GANGANELLI, 1 – 47822 SANTARCANGELO - TEL. 0541 356111 - EMAIL: URP@COMUNE.SANTARCANGELO.RN.IT



OGGETTO:

**RIQUALIFICAZIONE DI VIA TRASVERSALE MARECCHIA (S.P. 49), IN LOCALITÀ SAN MARTINO DEI MULINI, MEDIANTE REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PERCORSO CICLOPEDONALE CUP C41B21000030004**

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO ESECUTIVO

DIRIGENTE DEL SETTORE DEL TERRITORIO:  
ING. NATASCIA CASADEI

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:  
GEOM. GILBERTO BUGLI

ELABORATO:

**RELAZIONE TECNICA DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA**

ALLEGATO

TAVOLA

DATA

SCALA

GEN 4-1-B

OTTOBRE  
2021

**FAHRE  
ASSOCIATI**

PROGETTISTI:  
ARCH. IRENE ESPOSITO  
ARCH. ENRICO GUAITOLI PANINI

COLLABORATORI:  
PAES. GIULIA MAZZALI  
DOTT. ARCH. MICHELA GESSANI  
DOTT. ARCH. ELEONORA VACCARI

CONSULENTI:  
ING. ALEX SAMARITANI

PERCORSO E NOME FILE:  
REVISIONE 02

## Sommario

1.	QUADRO LEGISLATIVO DI RIFERIMENTO.....	3
1.1.	Norme generali.....	3
1.2.	Norme impianti di pubblica Illuminazione .....	3
1.3.	Norme CEI.....	4
1.4.	Norme UNI.....	4
2.	PRINCIPI GENERALI PER LA PROGETTAZIONE ILLUMINOTECNICA .....	5
2.1.	Premessa .....	5
2.2.	Illuminazione di ambiti stradali .....	5
2.3.	Definizione della categoria di ingresso.....	5
2.4.	Definizione delle categorie .....	7
2.5.	Definizione della categoria di Progetto .....	8
2.6.	Zone studio.....	10
2.7.	Definizione della categoria illuminotecnica d’esercizio .....	10
2.8.	Illuminazione di altri ambiti esterni Pubblici. ....	10
2.9.	Tabelle UNI EN 13201-2.....	11
3.	PROGETTO ILLUMINOTECNICO .....	12
3.1.	Individuazione dell’area d’intervento .....	12
3.2.	Definizione della categoria di Ingresso.....	13
3.3.	Valutazione del Rischio.....	13
3.4.	Definizione delle categorie di Progetto.....	14
3.5.	Definizione delle categorie di Esercizio.....	15
4.	PRESTAZIONI E CARATTERISTICHE IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE .....	16
4.1.	Caratteristiche delle sorgenti di illuminazione.....	16
4.2.	Caratteristiche degli apparecchi di illuminazione .....	16
4.3.	Verifica classe IPEA apparecchi .....	16
4.4.	Caratteristiche degli impianti di illuminazione.....	19
4.5.	Valori dello SLEEC di riferimento.....	22
5.	CALCOLO CLASSE IPEI IMPIANTI .....	23
6.	RISULTATI DELLE ANALISI EFFETTUATE .....	24
7.	PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO .....	25
7.1.	Impianto elettrico.....	25
7.2.	Linee di alimentazione.....	25

7.3.	Isolamento a terra .....	25
7.4.	Sovraccarico.....	26
7.5.	Cortocircuito.....	26
7.6.	Contatti indiretti .....	27
7.7.	Contatti diretti .....	28
7.8.	Selettività.....	28
7.9.	Protezione contro i fulmini.....	29
7.10.	Protezione dalle sovratensioni .....	29
8.	ALLEGATI.....	29

## 1. QUADRO LEGISLATIVO DI RIFERIMENTO

### 1.1. Norme generali

- L. n.109 del 14/2/1994 “Legge quadro in materia di lavori pubblici” e successive modificazioni ed integrazioni;
- D.P.R. n.554 del 21/12/1999 “Regolamento d’attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici” e successive modificazioni ed integrazioni;
- D.P.R. 34 - 02/00 Regolamento recante istituzione del sistema di qualificazione per gli esecutori di lavori pubblici, ai sensi dell'articolo 8 della legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modificazioni
- D.Lgs. n.285, 30 aprile 1992, “Nuovo codice della strada” e successive modifiche e integrazioni;
- D.P.R. n.495, 16 dicembre 1992, “Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada”;
- D.Lgs. n.626, 19/9/1994, “Attuazione delle Direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE, riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.”;
- D.Lgs. n.242, del 19/3/1996, “Modifiche ed integrazioni al D. Leg. 19/09/94, n. 626, recante attuazione di direttive comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.”;
- D.Lgs. n.494 del 14/8/1996, “Attuazione della Direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili” e successive modificazioni ed integrazioni (D.Lgs. n.528 del 19/9/1999);
- D.P.R. n.547/55 “Norme per la prevenzione degli infortuni”;
- D.P.R. n.164, 7 gennaio 1956 “Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni.”.
- Legge 10/91 Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale
- Legge 46/90 Norme per la sicurezza degli impianti
- • D.P.R. 412 - 09/93 Regolamento recante norme in attuazione dell'art. 4 della legge 10/1991
- • D.P.R. 447 - 12/91 Regolamento di attuazione della legge 46/1990, in materia di sicurezza impianti
- Legge 64/74 Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche
- Legge 1086/71 Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato
- Legge n. 1684, 25 novembre 1962 “Provvedimenti per l’edilizia, con particolari prescrizioni per le zone sismiche.” ed allegati elenchi delle località sismiche di prima e seconda categoria aggiornati con decreti ministeriali.
- D.M. 09/01/96 Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche
- D.M. 16/01/96 Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi
- D.M. 16/01/96 Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- D.P.R. n.503/96 “Norme sull’eliminazione delle barriere architettoniche”;
- D.M. LL.PP. del 12/12/1985 “Norme tecniche relative alle tubazioni”;
- Circ.M.LL.PP. n. 27291 del 20/03/86 “Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni”;
- L.R. del 25/11/02 n.31 Regione EMILIA ROMAGNA: Disciplina generale dell'edilizia.
- Norma UNI CEI 70030 “Impianti tecnologici sotterranei – Criteri generali di posa”;
- UNI EN ISO 6708 30/04/97 Elementi di tubazione. Definizione e selezione dei DN (diametro nominale).

### 1.2. Norme impianti di pubblica illuminazione

- L.R. n.19 “Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico” e relativa direttiva d’applicazione;
- D.G.R. 1732 del 12-11-2015 - "TERZA direttiva per l'applicazione dell'articolo 2 della LR 19/2003 recante "Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico"
- Circolare della Prefettura di Bologna prot. n. 269/15.5/Gab sull’inquinamento luminoso D.M. 37/08 “Norme per la sicurezza degli impianti”;
- Disegno di legge n. 751 “Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all’inquinamento luminoso”;
- Circolare della Prefettura di Bologna prot. n. 269/15.5/Gab sull’inquinamento luminoso.

- L.186/68 “Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione e impianti elettrici ed elettronici”;
- D. M. n. 28 del Min. LL. PP., 21 marzo 1988, “Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l’esecuzione e l’esercizio delle linee elettriche aeree esterne.” e successivi aggiornamenti (Norma CEI 11-4) (Regolamento attuativo della Legge n. 339, 28/06/86, “Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell’esercizio di linee elettriche aeree esterne”).

### **1.3. Norme CEI**

- 64-7 “Impianti elettrici di illuminazione pubblica e similari”: per l’individuazione dei minimi requisiti per le caratteristiche elettriche e meccaniche degli impianti in progetto;
- 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in c.a. e a 1500V in c.c.”: per l’individuazione di tutte le necessarie prescrizioni richieste allo scopo di garantire l’incolumità delle persone, degli animali e dei beni dai pericoli dell’energia elettrica;
- 11-1 “Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Norme generali.” (1987 Ottava edizione).
- 11-4 “Esecuzione delle linee elettriche aree esterne”;
- 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – linee in cavo”:

☐

### **1.4. Norme UNI**

- 10439 “Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato”.
- 10819 “Limitazione del flusso luminoso verso l’alto”.
- UNI 11248: Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche
- EN 13201-2 “ Road Lighting: performance ”.
- EN 13201-3 “ Road Lighting: calculation ”.
- EN 13201-4 “ Road Lighting: lighting classes ”.

## **2. PRINCIPI GENERALI PER LA PROGETTAZIONE ILLUMINOTECNICA**

### **2.1. Premessa**

Un impianto di illuminazione deve assicurare un buon livello illuminotecnico che è dipendente dalla tipologia della strada o area da illuminare e allo stesso tempo deve contenere al minimo i costi di gestione conseguenti alla realizzazione del nuovo impianto.

La qualità di un progetto di illuminazione pubblica viene determinata dall'individuazione del giusto punto di equilibrio di queste due esigenze contrapposte.

I livelli minimi e massimi necessari ad illuminare la strada vengono scelti da quelli di luminanza o illuminamento riportate nelle tabelle dalla norma UNI 11248 e delle norme UNI EN13201-2-3-4, in base alla classificazione delle strade fatta dagli enti proprietari come stabilito dal codice della strada e dalla nuova direttiva per l'applicazione dell'art. 2 della Legge Regionale dell'Emilia Romagna del 29 Settembre 2003 recante:

“Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e risparmio energetico”.

### **2.2. Illuminazione di ambiti stradali**

In base al D.M. 6792 del 05/11/2001, “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade, per strada si intende l'area ad uso pubblico destinata alla circolazione dei pedoni, dei veicoli e degli animali.

L'identificazione dei parametri progettuali avviene attraverso 3 fasi successive e che determinano la definizione della categoria illuminotecnica della o delle strade. Le tre fasi si suddividono in:

- definizione della **categoria illuminotecnica** della strada **di Ingresso** per l'analisi dei rischi;
- definizione della **categoria illuminotecnica** della strada **di Progetto**;
- definizione della **categoria illuminotecnica** della strada **di Esercizio**.

### **2.3. Definizione della categoria di ingresso**

La definizione della categoria illuminotecnica di ingresso, per l'elaborazione dell'analisi dei rischi si determina considerando esclusivamente la classificazione della strada. La classificazione della strada deve essere fornita dal committente o dal proprietario/gestore della strada. In mancanza di adeguati strumenti urbanistici (come ad esempio il PUT), il progettista illuminotecnico propone una classificazione che il

Comune, il committente o il proprietario / gestore, fa sua con l'approvazione del presente progetto. Per procedere alla definizione della categoria illuminotecnica di ingresso si procederà a: Suddividere la strada in zone di studio con condizioni omogenee;

Per ogni zona si identifica il tipo di strada (la classe stradale) in assenza di PUT si utilizza quanto prescritto nel D.M. 6792 del 05-11-2001;

In relazione al tipo di strada, con l'ausilio della Tabella 1 della D.G.R. 12-11-2015 n. 1732, la categoria illuminotecnica. Si suppone che la categoria così individuata sia in possesso dei livelli base, dei parametri di influenza di cui alla Tabella 1 della D.G.R. 12-11-2015 n. 1732.

**Tabella 1** – Categoria illuminotecnica di ingresso per l’analisi dei rischi obbligatoria, in relazione al tipo di strada, come da D.G.R. 12-11-2015 n. 1732.

Tipo di strada	Descrizione del tipo di strada	Limite di Velocità (km h)	Categoria illuminotecnica di riferimento
<b>A1</b>	Autostrade extraurbane	130 - 150	M1
	Autostrade urbane	130	
<b>A2</b>	Strade di servizio alla autostrade extraurbane	70 - 90	M2
	Strade di servizio alla autostrade urbane	50	
<b>B</b>	Strade extraurbane principali	110	M3
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70 - 90	M4
<b>C</b>	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2) <sup>1)</sup>	70 - 90	M3
	Strade extraurbane secondarie	50	M4
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70 - 90	M3
<b>D</b>	Strade urbane di scorrimento <sup>2)</sup>	70	M3
		50	
<b>E</b>	Strade urbane di interquartiere	50	M3
	Strade urbane di quartiere	50	
<b>F<sup>3)</sup></b>	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) <sup>1)</sup>	70 - 90	M3
	Strade locali extraurbane	50	M4
		30	P3
	Strade locali urbane	50	M4
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C4
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C5 / P3 <sup>3)</sup>
	Strade locali urbane: aree pedonali	5	
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C5 / P3 <sup>3)</sup>
Strade locali interzonali	50		
	30		
<b>Fbis</b>	Itinerari ciclo-pedonali <sup>4)</sup>	non dichiarato	P3
	Strade a destinazione particolare <sup>1)</sup>	30	

- 1) Secondo il DM 5-11-2011, n. 6792 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" del Ministero delle infrastrutture e dei Trasporti e successive integrazioni e modifiche.
- 2) Per strade di servizio delle strade urbane di scorrimento, definita la categoria illuminotecnica per la strada principale, si applica la categoria illuminotecnica con prestazione di luminanza immediatamente inferiore o la categoria comparabile a questa (Vedasi tabella 16 della D.G.R. 12-11-2015 n. 1732).
- 3) Nel caso di indicazione multipla la categoria illuminotecnica deve essere scelta attraverso l’analisi dei rischi. Se in prossimità di incroci in zone rurali o in strade locali extraurbane sono previsti apparecchi di illuminazione, singoli o in numero molto limitato con funzione di segnalazione visiva, limitatamente per questa zona non è richiesta alcuna prescrizione per i livelli di illuminazione (categoria illuminotecnica P7) e si richiede la categoria illuminotecnica G3 per la limitazione dell’abbagliamento, valutata nelle condizioni di installazione degli apparecchi di

illuminazione.

- 4) Secondo la Legge 1 Agosto 2003 numero 214" conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 27 Giugno 2003, n. 151, recante modifiche caso di indicazione multipla, la categoria dovrà essere scelta attraverso l'analisi dei rischi.

#### **2.4. Definizione delle categorie**

Le categorie **M** definiscono i parametri minimi necessari per soddisfare prevalentemente le esigenze del traffico motorizzato, in cui il parametro di riferimento è la Luminanza (cd/mq).

E' possibile identificare tali classi con le classi ME indicate nella Norma EN 13201-2 attraverso la Tabella 2 della D.G.R. 12-11-2015 n. 1732.

<b>Tabella 2</b> – Codifica delle categorie illuminotecniche M con quelle ME identificate dalla EN 13201-2.	
Categoria Illuminotecnica come da D.G.R. 12-11-2015 n. 1732.	Classi Illuminotecniche da norma EN 13201-2
M1	ME1
M2	ME2
M3	ME3b
M4	ME4a
M5	ME5
M6	ME6

Le categorie **C** si usano per determinare i parametri da rispettare nei "Punti di conflitto" ossia nelle aree in cui flussi di traffico motorizzato si intersecano e le convenzioni di luminanza non sono applicabili. Un esempio di queste aree sono gli incroci, le rotatorie, i sottopassi, le strade commerciali, le corsie di incolonnamento e di decelerazione, ecc.

Per le categorie **C** il parametro di riferimento è l'illuminamento orizzontale (Lux).

E' possibile identificare tali classi con le classi CE indicate nella Norma EN 13201-2 attraverso la Tabella 3 della D.G.R. 12-11-2015 n. 1732.

<b>Tabella 3</b> – Codifica delle categorie illuminotecniche C con quelle CE identificate dalla EN 13201-2.	
Categoria Illuminotecnica come da D.G.R. 12-11-2015 n. 1732.	Classi Illuminotecniche da norma EN 13201-2
C0	CE0
C1	CE1
C2	CE2
C3	CE3



C4	CE4
C5	CE5

Le categorie **P** definiscono il valore minimo di sicurezza da rispettare in aree principalmente pedonali utilizzate nei parcheggi a raso, marciapiedi o piste ciclabili. In questo caso, è necessario verificare i valori di illuminamento e soprattutto il rispetto del valore minimo puntuale.

E' possibile identificare tali classi con le classi S indicate nella Norma EN 13201-2 attraverso la Tabella 4 della D.G.R. 12-11-2015 n. 1732

<b>Tabella 4</b> – Codifica delle categorie illuminotecniche P con quelle S identificate dalla EN 13201-2.	
Categoria Illuminotecnica come da D.G.R. 12-11-2015 n. 1732.	Classi Illuminotecniche da norma EN 13201-2
P1	S1
P2	S2
P3	S3
P4	S4
P5	S5
P6	S6

### **2.5. Definizione della categoria di Progetto**

La definizione della categoria di progetto avviene modificando la categoria di ingresso in base al tipo di strada ed ai parametri di influenza considerati della valutazione del rischio. Partendo dal presupposto che la categoria d'ingresso possieda i requisiti minimi di sicurezza riportati nella tabella 3 della D.G.R. 12-11- 2015 n. 1732

<b>Tabella 5</b> – Livello base dei parametri di influenza considerati nella definizione della categoria di ingresso per l'analisi dei rischi di cui alla tabella 1, come da D.G.R. 12-11-2015 n. 1732.								
Tipo di strada								
Parametri di influenza	A1	A2	B	C	D	E	F	F bis
Flusso di traffico	elevato							
Complessità campo visivo	elevata	normale		-			normale	-
Zone di conflitto	-			non cospicue				-

Dispositivi rallentatori	-	assenti	-
Rischio aggressione	-	normale	-
Pendenza media	-		≤ 5%
Livello luminoso dell'ambiente	-		Ambiente urbano
Pedoni	-		non ammessi

In caso di differenze, si applicherà la relativa riduzione o aumento della categoria illuminotecnica così come definito in tabella 6.

<b>Tabella 6</b> – Possibile variazione di categoria illuminotecnica in relazione al reale livello dei parametri di influenza, come da D.G.R. 12-11-2015 n. 1732.		
Parametro di influenza	Reale livello	Variazione di categoria
Flusso del traffico	< 50% della portata di servizio	-1
	< 25% della portata di servizio	-2
Complessità campo visivo	elevata	+1
Zone di conflitto	cospicue	+1
Zone di conflitto	Assenti	-1
Dispositivi rallentatori	Presenti	-1
Rischio aggressione	elevato	+1
Pendenza media	Elevata (>5%)	+1
Livello luminoso dell'ambiente	Elevato	-1
Pedoni	Ammessi	+1

Nella tabella 7 sono riportati ulteriori parametri di valutazione da utilizzare in casi particolari

<b>Tabella 7</b> – Esempio di ulteriori parametri di influenza da valutare caso per caso, come da D.G.R. 12-11-2015 n. 1732.		
Parametro di influenza	Nota	Possibile variazione di categoria
Svincoli e/o intersezioni a raso	< 50% della portata di servizio	+1

Abbagliamento	Ti <8%, indice di intensità luminosa G6 e indice di abbagliamento D6	-1
Segnaletica	Cospicua nelle zone di conflitto	-1
Possibilità di attraversamenti pedonali	Si veda par. 3.1 della D.G.R. 12-11-2015 n. 1732.	Da valutare
Uso di sorgenti a luce bianca o moduli LED	Rapporto S/P elevato e campo di adattamento visivo mesopico	Da valutare

Nel caso si utilizzassero sorgenti di luce bianca o a led, con alto rapporto S/P (rapporto fra flusso luminoso scotopico emesso [S] e flusso luminoso fotopico emesso [P]), così come specificato nella precedente tabella si potranno adottare valori di luminanza inferiori nei calcoli ma non tali da consentire uno sconto di categoria. Per i valori adottabili in caso di rapporto S/P elevato, si farà riferimento alla tabelle 8 e 9 del D.G.R. 12-11- 2015 n. 1732.

## 2.6. Zone studio

Di norma, la strada è costituita da più zone di studio e per ognuna si selezionerà una categoria illuminotecnica di progetto ed una o più categorie di esercizio.

## 2.7. Definizione della categoria illuminotecnica d'esercizio

La definizione di una o più categorie di esercizio si determina in base alla valutazione dei requisiti prestazionali che l'impianto dovrà garantire in relazione al variare nel tempo dei parametri d'influenza (es. il variare dei flussi del traffico durante la giornata o durante l'anno). Questi parametri determinano categorie d'esercizio maggiori o minori della categoria di progetto.

La classe illuminotecnica di progetto coincide con quella di esercizio quando i parametri di influenza non cambiano rispetto alle condizioni progettuali

## 2.8. Illuminazione di altri ambiti esterni Pubblici.

In altri ambiti, quali rotatorie, piste ciclabili, parcheggi, ecc. (escluse le gallerie), utilizzando la tabella 8 si può effettuare una comparazione delle categorie illuminotecniche tra aree contigue ed adiacenti, tenendo conto che non è consigliabile differenze di categoria illuminotecnica > di 2.

<b>Tabella 8</b> – Comparazione di categorie illuminotecniche per zone attigue/adiacenti, come da Tabella 16 della D.G.R. 12-11-2015 n. 1732.									
Livelli di prestazione visiva e di progetto									
Categoria		M1	M2	M3	M4	M5	M6		
Categoria	C0	C1	C2	C3	C4	C5			
Categoria				P1	P2	P3	P4	P5	P6

Categoria	EV2	EV3	EV4	EV5	EV5	EV5			
-----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--	--	--

### 2.9. Tabelle UNI EN 13201-2

Le tabelle sottostanti, come da UNI EN 13201-2, riportano i parametri di riferimento per le principali categorie illuminotecniche, stradali e non.

VALORI ILLUMINOTECNICI PER LA PROGETTAZIONE IN AMBITO STRADALE Da utilizzare unitamente alla tabella 2				
Classe	Luminanza media mantenuta	Uniformità minima (%)		Valore Max indice abbagliamento debilitante Ti (%)
		U <sub>0</sub>	U <sub>1</sub>	
ME 1	2,0	40	70	10
ME 2	1,5	40	70	10
ME 3	1,0	40	70	10
ME 3b	1,0	40	60	15
ME 3c	1,0	40	50	15
ME 4a	0,75	40	60	15
ME 4b	0,75	40	50	15
ME 5	0,5	35	40	15
ME 6	0,3	35	40	15

VALORI ILLUMINOTECNICI PER LA PROGETTAZIONE IN ZONE DI CONFLITTO (es. rotonde, sottopassi, le strade commerciali, ecc.) Da utilizzare unitamente alla tabella 3		
Classe	Illuminamento medio orizzontale (lux)	Uniformità U <sub>0</sub>
CE 0	50	0.4
CE 1	30	0.4
CE 2	20	0.4
CE 3	15	0.4
CE 4	10	0.4
CE 5	7.5	0.4

VALORI ILLUMINOTECNICI PER LA PROGETTAZIONE IN AREE CON PRESENZA DI PEDONI (es. parcheggi a raso, marciapiedi o piste ciclabili, ecc.) Da utilizzare unitamente alla tabella 4		
Classe	Illuminamento medio orizzontale (lux)	Illuminamento minimo orizzontale (lux)

<b>S 1</b>	15	5
<b>S 2</b>	10	3
<b>S 3</b>	7.5	1.5
<b>S 4</b>	5	1
<b>S 5</b>	3	0.6
<b>S 6</b>	2	0.6
<b>S 7</b>	Non Determinato	

### **3. PROGETTO ILLUMINOTECNICO**

#### **3.1. Individuazione dell'area d'intervento**

L'area di intervento del presente progetto prevede la realizzazione di nuova pista ciclabile di collegamento in zona Santarcangelo di Romagna (RN), secondo la mappa allegata.



La zona di intervento è riservata esclusivamente al traffico ciclabile e la strada principale carrabile si trova ad alcuni metri di distanza.

Per tale motivazione l'illuminazione sarà riservata esclusivamente alla zona ciclabile.

### 3.2. Definizione della categoria di Ingresso

In assenza di PUT con la indicazione delle categorie illuminotecniche delle strade del Comune in questione si classificano le strade così come di seguito riportato e l'amministrazione Comunale le fa sue con l'approvazione del presente progetto.

1. In base alla Tabella 1, la nuova strada viene individuata come di tipo Fbis – itinerari ciclopeditonali con categoria illuminotecnica P3.

### 3.3. Valutazione del Rischio

#### Pista ciclabile

Si propone l'analisi del rischio per l'unica tipologia di strada, Percorso ciclo – pedonale tipo P3.

Valori di riferimento Come da tabella 6 e 7 - D.G.R. 12-11-2015 n. 1732.			ANALISI DEL RISCHIO	
Parametro di influenza	Reale livello	Variazione categoria	Valutazione di progetto	Variazione categoria
Flusso del traffico	< 50% della portata di servizio	-1	normale	0
	< 25% della portata di servizio	-2	normale	0
Complessità campo visivo	elevata	1	no	0
Zone di conflitto	cospicue	1	no	0
Zone di conflitto	Assenti	-1	no	0
Dispositivi rallentatori	Presenti	-1	no	0
Rischio aggressione	elevato	1	no	0
Pendenza media	Elevata (>5%)	1	no	0
Livello luminoso dell'ambiente	Elevato	-1	no	0
Pedoni	Ammessi	1	si	1
Svincoli e/o intersezioni a raso	presenti	1	Non valutato	0
Abbagliamento	Ti <8%, indice di intensità luminosa G6 e indice di abbagliamento D6	-1	no	0
Segnaletica	Cospicua nelle zone di	-1	no	0
Possibilità di passaggi pedonali	Si veda par. 3.1 della D.G.R. 12-11-2015 n. 1732.	Da valutare	Non valutato	0
Uso di sorgenti a luce bianca o moduli LED	Rapporto S/P elevato e campo adattamento visivo mesopico	Da valutare	Non valutato	0
Variazione di Categoria in funzione del Rischio			<b>1</b>	

### 3.4. Definizione delle categorie di Progetto

Effettuata l'analisi dei rischi come da tabelle 6 e 7 le classi illuminotecniche risultanti sono:

#### Per la pista ciclabile si attua:

Classe illuminotecnica d'ingresso	Variazione della classe illuminotecnica	Classe illuminotecnica di progetto	Codifica come da tabella 2
P3	+1	<b>P2</b>	<b>S2</b>

VALORI ILLUMINOTECNICI PER LA PROGETTAZIONE IN AREE CON PRESENZA DI PEDONI (es. parcheggi a raso, marciapiedi o piste ciclabili , ecc.) COME DA TABELLA UNI EN 13201-2		
Classe	Illuminamento Medio Orizzontale (lux)	Illuminamento Minimo orizzontale (lux)
<b>S 2</b>	10	2

#### Per la pista ciclabile si attua:

Classe illuminotecnica d'ingresso	Variazione della classe illuminotecnica	Classe illuminotecnica di progetto	Codifica come da tabella 2
P3	+1	<b>P2</b>	<b>S2</b>

VALORI ILLUMINOTECNICI PER LA PROGETTAZIONE IN AREE CON PRESENZA DI PEDONI (es. parcheggi a raso, marciapiedi o piste ciclabili , ecc.) COME DA TABELLA UNI EN 13201-2		
Classe	Illuminamento Medio Orizzontale (lux)	Illuminamento Minimo orizzontale (lux)
<b>S 2</b>	10	2

### 3.5. Definizione delle categorie di Esercizio

Partendo dal presupposto che la zona in cui insiste la nuova pista ciclabile è di tipo residenziale ma anche a forte carattere turistico e che nelle ore notturne il traffico si riduce fortemente. Applicando i parametri di riduzione della categoria illuminotecnica in funzione della variazione del traffico così come riportato in Tab. 6, si possono definire delle classi di esercizio di seguito riportate:

#### Nuova Pista ciclabile di collegamento

Classe illuminotecnica di progetto	Classe esercizio bassa stagione		Classe esercizio alta stagione	
	Traffico veicolare < 25%	Traffico veicolare < 50%	Traffico veicolare < 25%	Traffico veicolare < 25%
	dalle 22 alle 24	dalle 24 alle 8	dalle 24 alle 8	/
	-1	-1	-1	/
S2	S3	S4	S3	/

VALORI ILLUMINOTECNICI PER LA PROGETTAZIONE IN AREE CON PRESENZA DI PEDONI (es. parcheggi a raso, marciapiedi o piste ciclabili, ecc.) COME DA TABELLA UNI EN 13201-2		
Classe	Illuminamento Medio Orizzontale (lux)	Illuminamento Minimo orizzontale (lux)
S 2	10	2
S 3	7	1.5
S 4	5	1

#### Ponte ciclo-pedonale

Classe illuminotecnica di progetto	Classe esercizio bassa stagione		Classe esercizio alta stagione	
	Traffico veicolare < 25%	Traffico veicolare < 50%	Traffico veicolare < 25%	Traffico veicolare < 25%
	dalle 22 alle 24	dalle 24 alle 8	dalle 24 alle 8	/
	-1	-1	-1	/
S2	S3	S4	S3	/

VALORI ILLUMINOTECNICI PER LA PROGETTAZIONE IN AREE CON PRESENZA DI PEDONI (es. parcheggi a raso, marciapiedi o piste ciclabili, ecc.) COME DA TABELLA UNI EN 13201-2		
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--



Classe	Illuminamento Medio Orizzontale (lux)	Illuminamento Minimo orizzontale (lux)
S 2	10	2
S 3	7	1.5
S 4	5	1

#### 4. PRESTAZIONI E CARATTERISTICHE IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

##### 4.1. Caratteristiche delle sorgenti di illuminazione

Gli Apparecchi di illuminazione sono dotati di sorgenti luminose a moduli Led con Temperatura di Colore Correlata (CCT) certificata a 4000 °K.

Questa condizione fa sì che non sia necessario eseguire la verifica che fattore Circadiano della luce emessa sia  $a_{cv} \leq a_{0,60}$ , così come da Allegato C della D.G.R. 12-11-2015 n. 1732.

Le sorgenti luminose saranno realizzate con lampade modello BRIQUE, in acciaio INOX verniciabile secondo il colore scelto di progetto, aventi le seguenti caratteristiche:

- Potenza massima nominale 30W
- Colore luce 4000K
- Testa di palo 60mm
- Vetro temprato da 4mm

**Nel calcolo con DIALUX è stato utilizzato un fattore di Manutenzione standard pari a 0,80**

##### 4.2. Caratteristiche degli apparecchi di illuminazione

- 1) Gli apparecchi di illuminazione, nella loro posizione di funzionamento, per  $\gamma \geq 90^\circ$  hanno un'intensità luminosa (verso l'alto) inferiore a 0,49 cd/klm;
- 2) Gli apparecchi di illuminazione possiedono un indice IPEA (indice parametrizzato di efficienza dell'apparecchio), così come definito dell'allegato D della D.G.R. 12-11-2015 n. 1732;
- 3) Gli apparecchi di illuminazione appartengono al Gruppo RG0/RG1.

##### 4.3. Verifica classe IPEA apparecchi

La verifica di idoneità del parametro IPEA degli apparecchi previsti a progetto si ha quando questo determina una classe IPEA  $\geq$  a "C" così come da seguente tabella.

CLASSI ED INTERVALLI IPEA come da tab. 1 all. D della D.G.R. 12-11-2015 n. 1732		
Classe IPEA	IPEA	
A++	$1,15 < IPEA$	Ok !
A+	$1,10 < IPEA \leq 1,15$	Ok !
A	$1,05 < IPEA \leq 1,10$	Ok !
B	$1,00 < IPEA \leq 1,05$	Ok !
C	$0,93 < IPEA \leq 1,00$	Ok !
D	$1,10 < IPEA \leq 1,15$	NO !

<b>E</b>	<b>1,10 &lt; IPEA ≤ 1,15</b>	<b>NO !</b>
<b>F</b>	<b>1,10 &lt; IPEA ≤ 1,15</b>	<b>NO !</b>
<b>G</b>	<b>1,10 &lt; IPEA ≤ 1,15</b>	<b>NO !</b>

L'indice IPEA è il rapporto fra l'efficienza globale dell'apparecchio rispetto l'efficienza globale di riferimento relativa alla migliore tecnologia attualmente utilizzata sul mercato e si calcola con la formula:

$$IPEA = \eta_a / \eta_r$$

Dove:

$\eta_a$  = efficienza globale dell'apparecchio

$\eta_r$  = efficienza globale di riferimento

L'efficienza globale dell'apparecchio si calcola con:

$$\eta_a = \frac{\Phi_{app} \times Dff}{P_{reale}} = \frac{\Phi_{sorg} \times Lor \times Dff}{P_{sorg} / \eta_{alim}} = \frac{\Phi_{sorg} \times Dlor}{P_{sorg} / \eta_{alim}} = \eta_{sorg} \times \eta_{alim} \times Dlor \quad [lm/W]$$

Dove:

- $\Phi_{app}$  (lm) flusso apparecchio luminoso nominale iniziale emesso dall'apparecchio di illuminazione nelle condizioni di utilizzo di progetto e a piena potenza.
- $Dff$  Frazione di 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°.
- $P_{reale}$  (W) potenza reale assorbita dall'apparecchio di illuminazione, intesa come somma delle potenze assorbite dalla sorgente e dalle componenti presenti all'interno dello stesso apparecchio di illuminazione. Tale potenza è quella che l'apparecchio di illuminazione assorbe dalla linea elettrica durante il suo normale funzionamento a piena potenza.
- $\eta_{alim}$  Rendimento dell'alimentatore, inteso come rapporto tra la potenza nominale delle sorgenti e la potenza in entrata del circuito lampada/alimentatore con possibili carichi ausiliari.
- $\Phi_{sorg}$  (lm) flusso nominale luminoso emesso dalla sorgente nuda presente all'interno dell'apparecchio.
- $P_{sorg}$  (W) potenza nominale dell'apparecchio.
- $Lor$  Efficienza luminosa dell'apparecchio calcolata come rapporto tra il flusso luminoso emesso dall'apparecchio e il flusso originariamente emesso dalle lampade nude presenti in esso in condizioni standard.
- $\eta_{sorg}$  (lm/W) efficienza nominale della sorgente luminosa.
- $Dlor$  Rapporto tra il flusso emesso dall'apparecchio e rivolto verso l'emisfero inferiore e il flusso luminoso originariamente emesso dalle lampade nude presenti in esso ed operanti con lo stesso impianto

I valori dell'efficienza globale di riferimento  $\eta_r$  si ricavano dalle seguenti tabelle.

Efficienza globale di riferimento $\eta_r$ per l'illuminazione stradale e di grandi aree, come da Tab. 2	<b>ILLUMINAZIONE STRADALE E DI GRANDI AREE</b>	
	Potenza nominale della sorgente [W]	Efficienza globale di riferimento $\eta_r$ [lm/W]
	$P \leq 55$	60
	$55 < P \leq 75$	65
	$75 < P \leq 105$	75

All. D della D.G.R. 12-11-2015 n. 1732	105 < P ≤ 155	81
	155 < P ≤ 255	93
	255 < P ≤ 405	99

Efficienza globale di riferimento $\eta_r$ per l'illuminazione di percorsi ciclopedonali, come da Tab. 3 All. D della D.G.R. 12-11-2015 n. 1732	ILLUMINAZIONE DI PERCORSI CICLOPEDONALI	
	Potenza nominale della sorgente [W]	Efficienza globale di riferimento $\eta_r$ [lm/W]
	P ≤ 55	50
	55 < P ≤ 75	56
	75 < P ≤ 105	58
	105 < P ≤ 155	63
	155 < P ≤ 255	67
	255 < P ≤ 405	67

Efficienza globale di riferimento $\eta_r$ per l'illuminazione di aree verdi e parchi, come da Tab. 4 All. D della D.G.R. 12-11-2015 n. 1732	ILLUMINAZIONE DI AREE VERDI E PARCHI	
	Potenza nominale della sorgente [W]	Efficienza globale di riferimento $\eta_r$ [lm/W]
	P ≤ 55	49
	55 < P ≤ 75	55
	75 < P ≤ 105	57
	105 < P ≤ 155	62
	155 < P ≤ 255	66
255 < P ≤ 405	66	

Efficienza globale di riferimento $\eta_r$ per l'illuminazione di centri storici con apparecchi artistici, come da Tab. 5 All. D della D.G.R. 12-11-2015 n. 1732	ILLUMINAZIONE DI CENTRI STORICI CON APP. ARTISTICI (*)	
	Potenza nominale della sorgente [W]	Efficienza globale di riferimento $\eta_r$ [lm/W]
	P ≤ 55	51
	55 < P ≤ 75	57
	75 < P ≤ 105	58
	105 < P ≤ 155	63
	155 < P ≤ 255	68
	255 < P ≤ 405	68

(\*) Per apparecchio artistico si intende un apparecchio con spiccata valenza estetica diurna e di desing specifico per l'ambito di illuminazione considerato. Questo tipo di apparecchi è usato in numero limitato in installazioni di particolare pregio architettonico ed urbanistico ed esempio nei centri storici.

Gli Apparecchi di illuminazione previsti per la realizzazione dell'opera di che trattasi sono:

**Calcolo IPEA per sorgenti LED**

	Tipo di apparecchio	Apparecchio a LED	
	Marca e modello	Litex Brique 11W	
	Ambito principale di utilizzo	percorsi ciclopedonali	
	Tipo sorgente	LED	
Φsorg	flusso Modulo LED	1.637	lm

Preale	potenza reale apparecchio LED	11	W
	Dff	1	

$\eta_R$	efficienza globale di riferimento (da Allegato D)	148,8	lm/W
----------	---------------------------------------------------	-------	------

$\eta_{app}$	efficienza globale apparecchio ( $\Phi_{sorg} * P_{sorg} * Dff$ )	149	lm/W
--------------	-------------------------------------------------------------------	-----	------

<b>IPEA (<math>\eta_{app}/\eta_R</math>)</b>	<b>1,00</b>	<b>B</b>
----------------------------------------------	-------------	----------

#### 4.4. Caratteristiche degli impianti di illuminazione

- 1) Gli impianti di illuminazione, così come progettati hanno un indice di prestazione energetica IPEI  $\geq$  alla "classe B", così come previsto nell'allegato E della D.G.R. 12-11-2015 n. 1732.
- 2) Gli impianti di illuminazione sono dotati di un sistema di gestione del flusso luminoso emesso dagli apparecchi illuminanti tale da permettere la riduzione della potenza impiegata dall'impianto di almeno il 30%. Gli orari e le modalità di riduzione della potenza saranno fornite dall'Amministrazione Comunale con apposito atto. In assenza di questo, si utilizzeranno gli orari e le modalità di riduzione della potenza proposti all'interno di questa relazione che l'Amministrazione Comunale fa suoi con l'approvazione del presente progetto.
- 3) Gli impianti di illuminazione sono dotati di orologio astronomico per la gestione delle accensioni degli spegnimenti e delle riduzioni della potenza, così come prescritto dalla Delibera dell'AEEG del 25 settembre 2008 ARG/elt 135/08. In questo modo si avrà un ritardo massimo dell'accensione degli impianti pari a 20 min. e un anticipo massimo dello spegnimento pari a 20 min.
- 4) Gli impianti di illuminazione soddisfano i parametri illuminotecnici indicati nell'allegato F D.G.R. 12-11-2015 n. 1732, così come evidenziato precedentemente all'interno di questa relazione e come dimostrato nelle relazioni di calcolo allegate alla presente. Come è possibile verificare dai risultati di calcolo, i valori ottenuti hanno una tolleranza  $<$  al 20% rispetto ai livelli minimi previsti nel citato allegato.
- 5) Gli apparecchi illuminanti sono posizionati in modo tale da rispettare un rapporto fra interdistanza e altezza delle sorgenti  $\geq$  a 3,7 (salvo una tolleranza di  $\pm$  10 % data dalla geometria della strada dalla presenza di ostacoli o incroci, attraversamenti e passi carrai).
- 6) L'impianto così concepito e accompagnato da un'analisi dei consumi e dei risparmi energetici di esercizio e dal TCO (Total Cost of Ownership trad. costo totale di possesso).

#### Metodo per la verifica classe IPEI impianti

L'IPEI è l'indice parametrizzato di efficienza dell'impianto ed è parametrizzato in base allo SLEEC (Street light Energy Efficiency Criteria) che indica il rapporto tra la potenza impiegata per

unità di superficie ed il valore illuminotecnico raggiunto.

Gli intervalli IPEI a cui fare riferimento per definire la classe di appartenenza sono riportati nella seguente tabella.

CLASSI ED INTERVALLI IPEI		
come da tab. 1 all. E della D.G.R. 12-11-2015 n. 1732		
Classe IPEA	IPEA	
A++	IPEI < 0,75	Ok !
A+	0,75 ≤ IPEA < 0,82	Ok !
A	0,82 ≤ IPEA < 0,91	Ok !
B	0,91 ≤ IPEA < 1,09	Ok !
C	1,09 ≤ IPEA < 1,35	NO !
D	1,35 ≤ IPEA < 1,79	NO !
E	1,79 ≤ IPEA < 2,63	NO !
F	2,63 ≤ IPEA < 3,10	NO !
G	3,10 ≤ IPEA	NO !

In particolare l'indice IPEI è il rapporto tra SLEEC (S) dell'impianto [ espresso in luminanza (SL) o illuminamento (SE) a secondo del tipo di strada da considerare] ed il relativo SLEEC di riferimento ( SL<sub>r</sub> o SE<sub>r</sub>), moltiplicato per un fattore correttivo K<sub>inst</sub> che consente di premiare soluzioni progettuali con maggiore interdistanza fra i punti luce.

L'IPEI si ricava dalle formule:

$$IPEI = \frac{SL}{SL_r} \times K_{inst} = \frac{SL}{SL_r} = \left( 0,524 + \frac{L_m}{L_{m,rif} \times 2,1} \right) \text{ (in illuminamento) per ambiti stradali}$$

e/o

$$IPEI = \frac{SE}{SE_r} \times K_{inst} = \frac{SE}{SE_r} = \left( 0,524 + \frac{E_m}{E_{m,rif} \times 2,1} \right) \text{ (in illuminamento) per altri ambiti}$$

Dove:

- SL SELEEC in luminanza. Impiegato in ambito stradale quando è richiesto il calcolo in luminanza. È determinato in base ai calcoli illuminotecnici, secondo la formula di seguito riportata.
- SE SELEEC per l'illuminamento. Impiegato per tratti misti quando la normativa richiede un calcolo in illuminamento. È determinato in base ai calcoli illuminotecnici, secondo la formula di seguito riportata.
- SL<sub>r</sub> SELEEC di riferimento per luminanza. Si veda Tab. 2 dell'allegato E della D.G.R. 12-11-2015 n. 1732.
- SE<sub>r</sub> SELEEC di riferimento per illuminamento. Si veda Tab. 3 e 4 dell'allegato E della D.G.R. 12-11-2015 n. 1732.
- K<sub>inst</sub> Coefficiente di installazione. Coefficiente che premia gli apparecchi che, a parità di caratteristiche, garantiscono un'interdistanza più elevata.
- L<sub>m</sub> (cd/mq) Luminanza media mantenuta, risultante dal calcolo illuminotecnico effettuato, adottando un fattore di manutenzione pari a 0,80 ed un manto stradale C2.
- E<sub>m</sub> (Lux) Illuminamento medio mantenuto, risultante dal calcolo illuminotecnico effettuato, adottando un fattore di manutenzione pari a 0,80

$L_{m,rif}$  (cd/mq) Luminanza media mantenuta di riferimento, per la classe illuminotecnica di progetto adottata (da UNI EN 13201-2).

$E_{m,rif}$  (Lux) Illuminamento medio mantenuto di riferimento, per la classe illuminotecnica di progetto adottata (da UNI EN 13201-2).

Il calcolo dell'IPEI sviene quindi eseguito come di seguito specificato:

$$SL = \frac{P_{app}}{L_m \times i_{rif} \times l_{media}} = \left[ \frac{W}{Cd/m^2 \times m^2} \right] \quad \text{SLEEC in luminanza (SL)}$$

e/o

$$SE = \frac{P_{app}}{E_m \times i_{rif} \times l_{media}} = \left[ \frac{W}{Lux \times m^2} \right] \quad \text{SLEEC in Illuminamento (SE)}$$

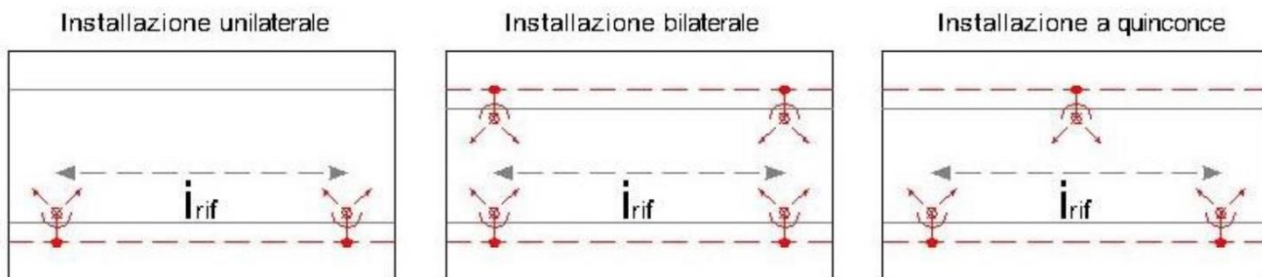
$P_{app}$  (W) Potenza reale assorbita dall'apparecchio, intesa come somma delle potenze assorbite dalla sorgente e dalle componenti presenti all'interno dello stesso apparecchio. Tale potenza puo venire espressa come  $P_{sorgente}/\eta_b$  in cui  $P_{sorgente}$  è la potenza nominale della sorgente e  $\eta_b$  è il rendimento dell'alimentatore.

$L_m$  (cd/mq) Luminanza media mantenuta, risultante dal calcolo illuminotecnico effettuato, adottando un fattore di manutenzione pari a 0,80 ed un manto stradale C2.

$E_m$  (Lux) Illuminamento medio mantenuto, risultante dal calcolo illuminotecnico effettuato, adottando un fattore di manutenzione pari a 0,80.

$l_{media}$  Larghezza media della careggiata o della zona illuminata.

$i_{rif}$  (m) Interdistanza di riferimento in un impianto di pubblica illuminazione fra un punto luce e l'altro, computata secondo gli schemi di seguito riportati.



Nel caso in cui , per il calcolo illuminotecnico, non sia possibile riferirsi ad una tipologia d'installazione con file omogenee di apparecchi di illuminazione, è possibile calcolare il valore SE con la formula :

$$SE = \frac{P_{app}}{E_m \times S_{media}}$$

dove:

$S_{media}$  L'area media illuminata da ciascun apparecchio di illuminazione. Nel caso di piu apparecchi insistenti sulla stessa area, occorre dividere quest'area per il numero di apparecchi presenti al fine di ottenere l'area media illuminata teorica.

#### 4.5. Valori dello SLEEC di riferimento

##### In luminanza $SL_r$

Valori di SLEEC di riferimento ( $SL_r$ ) per l'illuminazione stradale, come da Tab. 2 All. E della D.G.R. 12-11-2015 n. 1732	ILLUMINAZIONE STRADALE E DI GRANDI AREE	
	Categoria illuminotecnica	$SL = \frac{W}{Cd/m^2 \times m^2}$
	M1	0,49
	M2	0,51
	M3	0,55
	M4	0,58
	M5	0,60
M6	0,65	

##### In illuminamento $SE_r$

Valori di SLEEC di riferimento ( $SE_r$ ) per l'illuminazione di intersezioni e centri storici, come da Tab. 3 All. E della D.G.R. 12-11-2015 n. 1732	ILLUMINAZIONE DI INTERSEZIONI E CENTRI STORICI	
	Categoria illuminotecnica	$SE_r = \frac{W}{Lux \times m^2}$
	C0	0,033
	C1	0,035
	C2	0,037
	C3	0,039
	C4	0,042
C5	0,044	

Valori di SLEEC di riferimento ( $SE_r$ ) per l'illuminazione di marciapiedi, percorsi ciclopedonali, parcheggi, come da Tab. 3 All. E della D.G.R. 12-11-2015 n. 1732	ILLUMINAZIONE DI MARCIAPIEDI, PERCORSI CICLOPEDONALI, PARCHEGGI	
	Categoria illuminotecnica	$SE_r = \frac{W}{Lux \times m^2}$
	P1	0,07
	P2	0,08
	P3	0,09
	P4	0,11
	P5	0,14
	P6	0,17
P7	0,21	

## 5. CALCOLO CLASSE IPEI IMPIANTI

Calcolo per larghezza 2,5m:

	Ambito principale da illuminare		
	Tipo strada (PUT)	Fbis	
	Descrizione tipo strada	itinerari ciclo-pedonali	
	specificata	marciapiedi, percorsi ciclopedonali e parcheggi	
	Categoria illuminotecnica	P2	
$E_{m,rif}$	Illuminamento di riferimento	10	lux
$l$	Larghezza carreggiata	2,5	m

	Tipo di apparecchio		
	Marca e modello		
	Tipo sorgente	LED	
$\Phi_{sorg}$	flusso Modulo LED	1.637	lm
$P_{app}$	potenza reale apparecchio LED	11	W

$i$	interdistanza	20	m
	altezza sorgenti	5	m
$E_m$	Illuminamento medio mantenuto	10,23	lux
	$U_o$		

$SE$	SLEEC in illuminamento $[P_{app}/(E_m*i*l)]$	0,02	W/[(lux)*mq]
$K_{inst}$	Costante d'installazione $(0,524+ [E_m/(E_{m,rif}*2,1)])$	1,01	

$SE_R$	SLEEC di riferimento	0,08	lm/W
--------	----------------------	------	------

	<b>IPEI (<math>SE/SE_R * K_{inst}</math>)</b>	0,27	<b>A++</b>
--	-----------------------------------------------	------	------------



## 6. RISULTATI DELLE ANALISI EFFETTUATE

L'impianto sarà dotato di Lampade tipo *Litex Brique 11W*, installate su palo ad una altezza di 4,5m dal piano stradale.

La pista ciclabile in oggetto ha una larghezza variabile a tratti, di 2,5m e di 5,0m. Per tale motivo sono state effettuate due analisi sulla stessa pista ciclabile. E' previsto inoltre il passaggio di pedoni sulla stessa, per tale motivazione è stato tenuto conto nell'analisi del rischio.

L'analisi ha mostrato soddisfatte le verifiche con una distanza tra i vari pali di 20m.

I flussi luminosi medi non superano di 1,5 volte il valore limite indicato da normativa.

Il rapporto di interdistanza tra i pali vale:

$$I = \frac{\text{Distanza tra i pali}}{\text{Altezza dei pali}} = \frac{20m}{4,5m} = 4,4 > 3,7 \text{ (limite di normativa)}$$

I parametri IPEA e IPEI di impianto sono rispettati come indicato da calcoli sopra effettuati

## **7. PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO**

### **7.1. Impianto elettrico**

Gli impianti in progetto risultano in categoria 1 (tensione di esercizio fino a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua), con sistema di alimentazione TT (alimentazione dalla rete di distribuzione in B.T. dell'ente distributore) e aventi tensione di esercizio 230 1F+N+T / 400V 3F+N+T e frequenza 50 Hz.

Gli impianti realizzati saranno del tipo in derivazione, pertanto i centri luminosi saranno derivati dalla linea di alimentazione e risulteranno in "parallelo" tra loro. La derivazione dell'alimentazione sarà effettuata mediante giunzioni realizzate in pozzetto.

#### **Il collegamento sarà effettuato a scalare sulle tre fasi.**

Tutti i componenti dell'impianto dovranno essere conformi alle relative norme CEI, UNI e alle tabelle CEI-UNEL (ove queste esistano). In particolare i componenti elettrici degli impianti dovranno rispettare quanto indicato all'art. 133 della norma **CEI 64-8**.

### **7.2. Linee di alimentazione**

La distribuzione dell'energia sarà realizzata mediante linee in cavo interrato posate all'interno di appositi cavidotti dislocati secondo le indicazioni delle tavole planimetriche di progetto.

Essendo prevista l'alimentazione dell'impianto mediante fornitura trifase in B.T., i centri luminosi saranno derivati in modo da suddividere equamente il carico tra le fasi e garantire un minimo di illuminazione in caso di guasto su una parte dell'impianto. Detti circuiti saranno indipendenti ed avranno il conduttore di neutro in comune.

I cavi delle linee di alimentazione sono stati dimensionati per rispondere alle normative vigenti: la caduta di tensione in linea è stata verificata per il rispetto del 4% (art. 525 norma **CEI 64-8**) tenendo conto di un eventuale 15% di maggiorazione dei carichi dovuto ad eventuali ampliamenti. In ogni caso la sezione minima dei conduttori di fase e di neutro e dei cavi non risultano inferiori a quanto indicato all'art. 524 della norma **CEI 64-8**.

Il calcolo della caduta di tensione delle linee adottate viene fornito in allegato alla relazione.

### **7.3. Isolamento a terra**

All'atto della verifica iniziale l'impianto dovrà presentare una resistenza di isolamento verso terra non inferiore ai valori indicati nella Tabella 61A della norma **CEI 64-8** con apparecchi di

illuminazione disinseriti, mentre con apparecchi di illuminazione inseriti ogni circuito dovrà rispettare la seguente relazione:

$$RI \geq 2U_0 / (L+N) (M_n)$$

dove:

- $U_0$  è la tensione nominale verso terra in kV dell'impianto (si assume il valore 1 per tensione nominale inferiore a 1 kV);
- $L$  è la lunghezza della linea di alimentazione in km (si assume il valore 1 per lunghezza inferiori a 1 km);
- $N$  è il numero di apparecchi di illuminazione presenti nel sistema elettrico.

La misura va effettuata tra il complesso dei conduttori metallicamente connessi e la terra, con una tensione di prova (500Vcc) applicata per circa 60 s.

#### **7.4. Sovraccarico**

Come stabilito dalla norma **CEI 64-8 v2**, gli impianti IP sono caratterizzati da un carico costante e quindi la verifica delle protezioni di sovraccarico non sono richieste.

#### **7.5. Cortocircuito**

A protezione dell'impianto elettrico dai corto circuiti vanno previsti degli idonei dispositivi dimensionati come stabilito dagli art. 432.1; 433.2; 434.3; 435; 533 della norma **CEI 64-8**.

Tuttavia l'articolo 533.3 stabilisce che se il dispositivo termico dell'interruttore di linea ha una portata inferiore a quella del cavo più sottile utilizzato nell'impianto, l'impianto si considera autoprotetto senza alcuna ulteriore verifica.

In generale l'intervento della protezione dovrà avvenire in un tempo sufficientemente breve da non permettere che l'energia passante nel conduttore ne causi surriscaldamenti pericolosi. Per garantire questo va rispettata la seguente relazione:

$$I^2 t \geq K^2 S^2$$

dove:

- $I$  è la corrente di cortocircuito presunta;
- $t$  è il tempo di intervento dell'interruttore;
- $K$  è un coefficiente che dipende dal tipo di isolamento del conduttore;
- $S$  è la sezione del conduttore.

### **7.6. Contatti indiretti**

La protezione contro i contatti indiretti, in un sistema TT, deve essere garantita mediante una o più delle seguenti misure:

- tempestivo intervento delle protezioni di massima corrente degli interruttori preposti alla protezione delle linee e, laddove ciò non risultasse possibile, tramite protezioni di tipo differenziale;
- utilizzo di componenti di classe II ;
- realizzazione di separazione elettrica con l'uso di trasformatore di isolamento.

Per la protezione contro i contatti indiretti nei sistemi TT è necessario che in ogni punto dell'impianto sia rispettata la condizione (Rif. Norma CEI 64-8 art. 413.1.4.2) :

$$R_e I_{dn} \leq 50$$

dove:

- $R_e$  è la resistenza dell'impianto di dispersione (espressa in  $\Omega$ );
- $I_{dn}$  è la corrente che provoca il funzionamento del dispositivo di protezione differenziale (espressa in A).

Nel caso in cui per ragioni di selettività si utilizza un differenziale di tipo "S" in serie con altri differenziali il tempo massimo di interruzione non dovrà essere superiore a 1 s.

Nel caso di utilizzo, a diversi livelli dell'impianto, di più dispositivi differenziali, dovrà essere garantita la selettività di intervento. La protezione dai contatti indiretti sarà garantita dal grado d'isolamento delle apparecchiature o mediante barriere o involucri atti a impedire il contatto diretto con le parti in tensione, nella fattispecie saranno utilizzati componenti elettrici di Classe II o con isolamento equivalente (ART. 413.2 norma CEI 64-8). La protezione mediante luoghi non conduttori o mediante collegamento equipotenziale locale non connesso a terra non devono essere utilizzate.

Per quanto riguarda eventuali parti di impianto obbligatoriamente da realizzare in Classe I o esistenti, la protezione dai contatti diretti sarà effettuata mediante l'utilizzo di dispositivi che in coordinamento con l'impianto di terra effettuano l'interruzione dell'alimentazione. Questo tipo di protezione ha lo scopo di interrompere l'alimentazione in caso di guasto tra una parte attiva ed

una massa o un conduttore di protezione. Per assicurare la protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica del circuito è necessario prevedere un collegamento a terra di tutte le masse metalliche.

Nella fattispecie, trattandosi di un sistema di distribuzione in configurazione TT, la protezione dai contatti indiretti sarà effettuata mediante l'utilizzo di dispositivi che in coordinamento con l'impianto di terra effettuano l'interruzione dell'alimentazione. Questo tipo di protezione ha lo scopo di interrompere l'alimentazione in caso di guasto tra una parte attiva ed una massa o un conduttore di protezione.

Il tempo di intervento della protezione sarà tale da impedire che la durata del guasto possa causare un rischio di effetti fisiologici dannosi in una persona accidentalmente in contatto con le parti in tensione.

#### **7.7. Contatti diretti**

I componenti avranno caratteristiche costruttive che non permettano il contatto diretto, da parte degli utenti, con le parti conduttrici in tensione (minimo IP2X).

In ogni caso, tutti gli impianti dovranno essere disposti in modo che le persone non possano venire a contatto con le parti in tensione se non previo smontaggio o distruzione degli elementi di protezione.

Eventuali parti attive accessibili da sportelli, anche se installati a altezza  $\leq 2,5$  m dal suolo e apribili solamente mediante attrezzo, dovranno avere grado di protezione non inferiore a IPXXB, o dovranno essere protette da un ulteriore schermo con uguale grado di protezione, a meno che non siano installate in locali accessibili solo a persone autorizzate.

Nella fattispecie si raccomanda di porre particolare attenzione agli sportelli che danno accesso alle morsettiere di derivazione ubicati alla base dei pali e alle apparecchiature ubicate all'interno dell'armadio stradale.

Le lampade degli apparecchi di illuminazione non dovranno essere accessibili senza la rimozione di involucri o barriere, (rimovibili solo mediante attrezzo), salvo che l'apparecchio non sia installato ad una altezza superiore a 2,8 m.

Le misure di protezione mediante ostacoli e di stanziamento non sono ammesse.

#### **7.8. Selettività**

Per garantire la maggior continuità di servizio possibile, la scelta degli interruttori automatici sarà mirata ad ottenere la selettività di intervento.

Ciò significa che le tarature avranno valore a scalare da monte a valle. In questo modo un eventuale guasto in qualsiasi punto dell'impianto non comprometterà il funzionamento della sola porzione interessata dal guasto stesso.

#### **7.9. Protezione contro i fulmini**

Nel caso specifico, come indicato nell' art. 714.35 della norma **CEI 64-8**, la protezione dei sostegni contro i fulmini non è necessaria.

#### **7.10. Protezione dalle sovratensioni**

La protezione dalle sovratensioni transitorie di origine atmosferica o generata da manovre di dispositivi elettrici sarà effettuata mediante l'utilizzo di dispositivi con idoneo valore di tensione nominale di tenuta all'impulso.

La protezione di base è correlata alla bontà dell'isolamento dei componenti elettrici ed al loro livello di tenuta all'impulso. I componenti elettrici dovranno essere scelti in modo che la loro tenuta all'impulso non sia inferiore alla tensione specificata nella tabella sottostante.

Tensione nominale dell'impianto	Tensione nominale di tenuta all'impulso richiesta per i componenti elettrici (kV)			
	Categoria IV	Categoria III	Categoria II	Categoria I
230/400 V	6	4	2,5	1,5

Gli impianti saranno dotati di limitatori di sovratensione (SPD) installati secondo gli schemi elettrici progettuali e comunque verificando che la tensione residua ai morsetti dell'SPD (Uprot) non sia superiore al livello di tensione indicato nella tabella sopra riportata, per la categoria di tenuta all'impulso prevista nel punto di installazione.

## **8. ALLEGATI**

- Calcoli Illuminotecnici
- Scheda tecnica dei corpi illuminanti
- Relazione di calcolo dei plinti

## **CALCOLI ILLUMINOTECNICI**

## Contenuto

Copertina .....	1
Contenuto .....	2
Descrizione .....	3
Lista lampade .....	4

## Scheda prodotto

LITEK - (1x LED) .....	5
------------------------	---

## Strada 1 · Alternativa 1

Descrizione .....	6
Riepilogo (in direzione EN 13201:2015) .....	7
Pista ciclabile 1 (P2) .....	10

Glossario .....	11
-----------------	----



**Descrizione**

## Lista lampade

$\Phi_{\text{totale}}$   
13096 lm

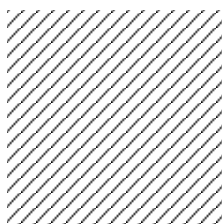
$P_{\text{totale}}$   
88.0 W

Efficienza  
148.8 lm/W

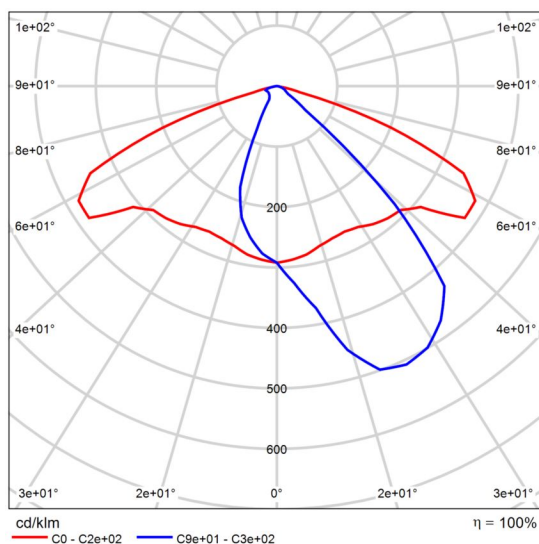
Pz.	Produttore	Articolo No.	Nome articolo	P	$\Phi$	Efficienza
8	LITEK	Brique - Ottica AS9 - 1900Lm - 11W		11.0 W	1637 lm	148.8 lm/W

## Scheda tecnica prodotto

LITEK



Articolo No.	Brique - Ottica AS9 - 1900Lm - 11W
P	11.0 W
$\Phi_{Lampadina}$	1634 lm
$\Phi_{Lampada}$	1637 lm
$\eta$	100.17 %
Efficienza	148.8 lm/W
CCT	4000 K
CRI	100



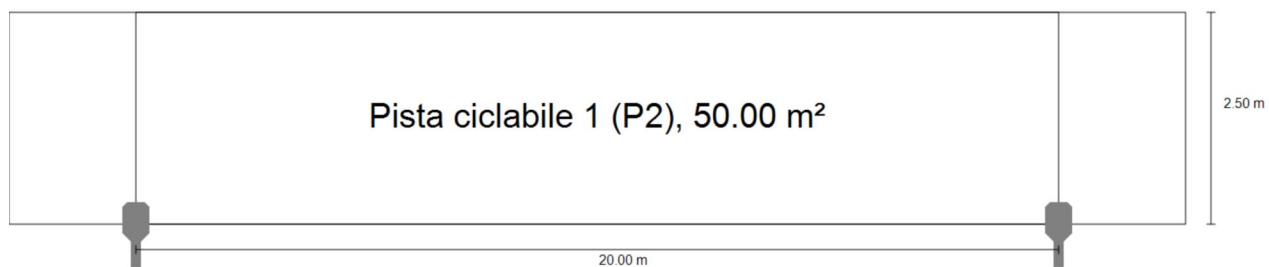
CDL polare

Strada 1

**Descrizione**

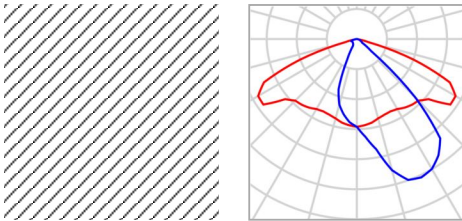
Strada 1

**Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)**



Strada 1

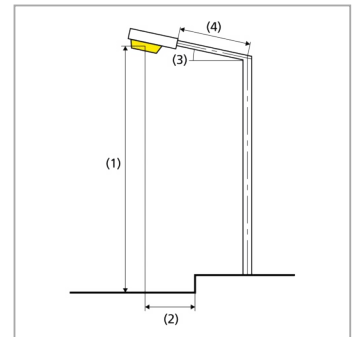
## Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)



Produttore	LITEK	P	11.0 W
Articolo No.	Brique - Ottica AS9 - 1900Lm - 11W	$\Phi_{Lampadina}$	1634 lm
Dotazione	1x LED	$\Phi_{Lampada}$	1637 lm
		$\eta$	100.17 %

2015000084 TWFF (su un lato sotto)

Distanza pali	20.000 m
(1) Altezza fuochi	4.500 m
(2) Distanza fuochi	0.000 m
(3) Inclinazione braccio	0.0°
(4) Lunghezza braccio	0.500 m
Ore di esercizio annuali	4000 h: 100.0 %, 11.0 W
Consumo	550.0 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Max. intensità luminose Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo indicato con le verticali inferiori.	$\geq 70^\circ$ : 389 cd/klm $\geq 80^\circ$ : 17.1 cd/klm $\geq 90^\circ$ : 0.00 cd/klm
Classe intensità luminose I valori intensità luminosa in [cd/klm] per calcolare la classe intensità luminosa si riferiscono, conformemente alla EN 13201:2015, al flusso luminoso lampade.	G*4
Classe indici di abbagliamento	D.6



Strada 1

## Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)

Risultati per i campi di valutazione

	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Pista ciclabile 1 (P2)	$E_m$	10.23 lx	[10.00 - 15.00] lx	✓
	$E_{min}$	3.01 lx	$\geq 2.00$ lx	✓

Per l'installazione è stato previsto un fattore di manutenzione di 0.80.

Risultati per gli indicatori dell'efficienza energetica

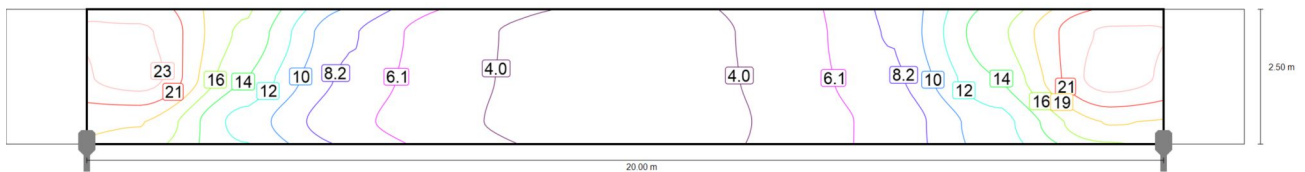
	Unità	Calcolato	Consumo
Strada 1	$D_p$	0.022 W/lx*m <sup>2</sup>	-
2015000084 TWFF (su un lato sotto)	$D_e$	0.9 kWh/m <sup>2</sup> anno,	44.0 kWh/anno

Strada 1

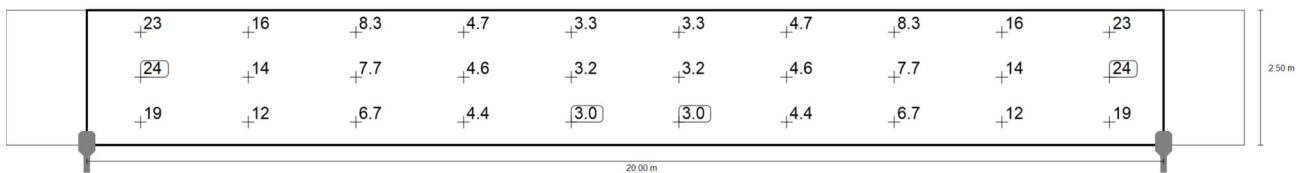
## Pista ciclabile 1 (P2)

Risultati per campo di valutazione

	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Pista ciclabile 1 (P2)	$E_m$	10.23 lx	[10.00 - 15.00] lx	✓
	$E_{min}$	3.01 lx	$\geq 2.00$ lx	✓



Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Curve isolux)



Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Raster dei valori)

m	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000	11.000	13.000	15.000	17.000	19.000
2.083	23.00	16.07	8.33	4.66	3.34	3.34	4.66	8.33	16.07	23.00
1.250	23.76	14.45	7.71	4.62	3.22	3.22	4.62	7.71	14.45	23.76
0.417	18.66	11.56	6.70	4.39	3.01	3.01	4.39	6.70	11.56	18.66

Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Tabella valori)

	$E_m$	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$
Valore di manutenzione illuminamento orizzontale	10.2 lx	3.01 lx	23.8 lx	0.294	0.127



## Glossario

### A

A	Simbolo usato nelle formule per una superficie in geometria
Altezza libera	Denominazione per la distanza tra il bordo superiore del pavimento e il bordo inferiore del soffitto (quando un locale è stato smantellato).
Area circostante	L'area circostante è direttamente adiacente all'area del compito visivo e dovrebbe essere larga almeno 0,5 m secondo la UNI EN 12464-1. Si trova alla stessa altezza dell'area del compito visivo.
Area del compito visivo	L'area necessaria per l'esecuzione del compito visivo conformemente alla UNI EN 12464-1. L'altezza corrisponde a quella alla quale viene eseguito il compito visivo.

### C

CCT	<p>(ingl. correlated colour temperature)</p> <p>Temperatura del corpo di una lampada ad incandescenza che serve a descrivere il suo colore della luce. Unità: Kelvin [K]. Più è basso il valore numerico e più rossastro sarà il colore della luce, più è alto il valore numerico e più bluastrò sarà il colore della luce. La temperatura di colore delle lampade a scarica di gas e dei semiconduttori è detta "temperatura di colore più simile" a differenza della temperatura di colore delle lampade ad incandescenza.</p> <p>Assegnazione dei colori della luce alle zone di temperatura di colore secondo la UNI EN 12464-1:</p> <p>colore della luce - temperatura di colore [K] bianco caldo (bc) &lt; 3.300 K bianco neutro (bn) ≥ 3.300 – 5.300 K bianco luce diurna (bld) &gt; 5.300 K</p>
Coefficiente di riflessione	Il coefficiente di riflessione di una superficie descrive la quantità della luce presente che viene riflessa. Il coefficiente di riflessione viene definito dai colori della superficie.
CRI	<p>(ingl. colour rendering index)</p> <p>Indice di resa cromatica di una lampada o di una lampadina secondo la norma DIN 6169: 1976 oppure CIE 13.3: 1995.</p> <p>L'indice generale di resa cromatica Ra (o CRI) è un indice adimensionale che descrive la qualità di una sorgente di luce bianca in merito alla sua somiglianza, negli spettri di remissione di 8 colori di prova definiti (vedere DIN 6169 o CIE 1974), con una sorgente di luce di riferimento.</p>

## Glossario

### E

Efficienza	Rapporto tra potenza luminosa irradiata $\Phi$ [lm] e potenza elettrica assorbita P [W], unità: lm/W.  Questo rapporto può essere composto per la lampadina o il modulo LED (rendimento luminoso lampadina o modulo), la lampadina o il modulo con dispositivo di controllo (rendimento luminoso sistema) e la lampada completa (rendimento luminoso lampada).
------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

---

Eta ( $\eta$ )	(ingl. light output ratio) Il rendimento lampada descrive quale percentuale del flusso luminoso di una lampadina a irraggiamento libero (o modulo LED) lascia la lampada quando è montata.  Unità: %
----------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

---

### F

Fattore di diminuzione	Vedere MF
Fattore di luce diurna	Rapporto dell'illuminamento in un punto all'interno, ottenuto esclusivamente con l'incidenza della luce diurna, rispetto all'illuminamento orizzontale all'esterno sotto un cielo non ostruito.  Simbolo usato nelle formule: D (ingl. daylight factor) Unità: %

---

Flusso luminoso	Misura della potenza luminosa totale emessa da una sorgente luminosa in tutte le direzioni. Si tratta quindi di una "grandezza trasmettitore" che indica la potenza di trasmissione complessiva. Il flusso luminoso di una sorgente luminosa si può calcolare solo in laboratorio. Si fa distinzione tra il flusso luminoso di una lampadina o di un modulo LED e il flusso luminoso di una lampada.  Unità: lumen Abbreviazione: lm Simbolo usato nelle formule: $\Phi$
-----------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

---

### G

g1	Spesso anche Uo (ingl. overall uniformity) Descrive l'uniformità complessiva dell'illuminamento su una superficie. È il quoziente di $E_{min}/\bar{E}$ e viene richiesto anche dalle norme sull'illuminazione dei posti di lavoro.
----	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

---

## Glossario

g <sub>2</sub>	Descrive più esattamente la "disuniformità" dell'illuminamento su una superficie. È il quoziente di E <sub>min</sub> /E <sub>max</sub> ed è rilevante di solito solo per la verifica della rispondenza alla UNI EN 1838 per l'illuminazione di emergenza.
<hr/>	
I	
Illuminamento	Descrive il rapporto del flusso luminoso, che colpisce una determinata superficie, rispetto alle dimensioni di tale superficie ( $\text{lm}/\text{m}^2 = \text{lx}$ ). L'illuminamento non è legato alla superficie di un oggetto ma può essere definito in qualsiasi punto di un locale (sia all'interno che all'esterno). L'illuminamento non è una caratteristica del prodotto, infatti si tratta di una grandezza ricevitore. Per la misurazione si utilizzano luxmetri.  Unità: lux Abbreviazione: lx Simbolo usato nelle formule: E
<hr/>	
Illuminamento, adattivo	Per determinare su una superficie l'illuminamento medio adattivo, la rispettiva griglia va suddivisa in modo da essere "adattiva". Nell'ambito di grandi differenze di illuminamento all'interno della superficie, la griglia è suddivisa più finemente mentre in caso di differenze minime la suddivisione è più grossolana.
<hr/>	
Illuminamento, orizzontale	Illuminamento calcolato o misurato su un piano orizzontale (potrebbe trattarsi per es. della superficie di un tavolo o del pavimento). L'illuminamento orizzontale è contrassegnato di solito nelle formule da E <sub>h</sub> .
<hr/>	
Illuminamento, perpendicolare	Illuminamento calcolato o misurato perpendicolarmente ad una superficie. È da tener presente per le superfici inclinate. Se la superficie è orizzontale o verticale, non c'è differenza tra l'illuminamento perpendicolare e quello orizzontale o verticale.
<hr/>	
Illuminamento, verticale	Illuminamento calcolato o misurato su un piano verticale (potrebbe trattarsi per es. della parte anteriore di uno scaffale). L'illuminamento verticale è contrassegnato di solito nelle formule da E <sub>v</sub> .
<hr/>	
Intensità luminosa	Descrive l'intensità della luce in una determinata direzione (grandezza trasmettitore). L'intensità luminosa è il flusso luminoso $\Phi$ che viene emesso in un determinato angolo solido $\Omega$ . La caratteristica dell'irraggiamento di una sorgente luminosa viene rappresentata graficamente in una curva di distribuzione dell'intensità luminosa (CDL). L'intensità luminosa è un'unità base SI.  Unità: candela Abbreviazione: cd Simbolo usato nelle formule: I
<hr/>	

## Glossario

### L

LENI	(ingl. lighting energy numeric indicator) Parametro numerico di energia luminosa secondo UNI EN 15193  Unità: kWh/m <sup>2</sup> anno
LLMF	(ingl. lamp lumen maintenance factor)/secondo CIE 97: 2005 Fattore di manutenzione del flusso luminoso lampadine che tiene conto della diminuzione del flusso luminoso di una lampadina o di un modulo LED durante il periodo di esercizio. Il fattore di manutenzione del flusso luminoso lampadine è indicato come numero decimale e può assumere un valore di massimo 1 (in assenza di riduzione del flusso luminoso).
LMF	(ingl. luminaire maintenance factor)/secondo CIE 97: 2005 Fattore di manutenzione lampade che tiene conto della sporcizia di una lampada durante il periodo di esercizio. Il fattore di manutenzione lampade è indicato come numero decimale e può assumere un valore di massimo 1 (in assenza di sporcizia).
LSF	(ingl. lamp survival factor)/secondo CIE 97: 2005 Fattore di sopravvivenza lampadina che tiene conto dell'avaria totale di una lampada durante il periodo di esercizio. Il fattore di sopravvivenza lampadina è indicato come numero decimale e può assumere un valore di massimo 1 (nessun guasto entro il lasso di tempo considerato o sostituzione immediata dopo il guasto).
Luminanza	Misura per l'"impressione di luminosità" che l'occhio umano ha di una superficie. La superficie stessa può illuminare o riflettere la luce incidente (grandezza trasmettitore). Si tratta dell'unica grandezza fotometrica che l'occhio umano può percepire.  Unità: candela / metro quadrato Abbreviazione: cd/m <sup>2</sup> Simbolo usato nelle formule: L

### M

MF	(ingl. maintenance factor)/secondo CIE 97: 2005 Fattore di manutenzione come numero decimale compreso tra 0 e 1, che descrive il rapporto tra il nuovo valore di una grandezza fotometrica pianificata (per es. dell'illuminamento) e il fattore di manutenzione dopo un determinato periodo di tempo. Il fattore di manutenzione prende in considerazione la sporcizia di lampade e locali, la riduzione del riflesso luminoso e la défaillance di sorgenti luminose. Il fattore di manutenzione viene considerato in blocco oppure calcolato in modo dettagliato secondo CIE 97: 2005 utilizzando la formula $RMF \times LMF \times LLMF \times LSF$ .
----	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## Glossario

### O

Osservatore UGR	Punto di calcolo nel locale per il quale DIALux determina il valore UGR. La posizione e l'altezza del punto di calcolo devono corrispondere alla posizione tipica dell'osservatore (posizione e altezza degli occhi dell'utente).
-----------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

---

### P

P	(ingl. power) Assorbimento elettrico
	Unità: watt Abbreviazione: W

---

### R

RMF	(ingl. room maintenance factor)/secondo CIE 97: 2005 Fattore di manutenzione locale che tiene conto della sporcizia delle superfici che racchiudono il locale durante il periodo di esercizio. Il fattore di manutenzione locale è indicato come numero decimale e può assumere un valore di massimo 1 (in assenza di sporcizia).
-----	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

---

### S

Superficie utile	Superficie virtuale di misurazione o di calcolo all'altezza del compito visivo, che di solito segue la geometria del locale. La superficie utile può essere provvista anche di una zona marginale.
Superficie utile per fattori di luce diurna	Una superficie di calcolo entro la quale viene calcolato il fattore di luce diurna.

---

### U

UGR (max)	(ingl. unified glare rating) Misura per l'effetto abbagliante psicologico negli interni. L'altezza del valore UGR, oltre che dalla luminanza della lampada, dipende anche dalla posizione dell'osservatore, dalla linea di mira e dalla luminanza dell'ambiente. Inoltre, nella EN 12464-1 vengono indicati i valori UGR massimi ammessi per diversi luoghi di lavoro in interni.
-----------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

---

## Glossario

### Z

Zona di sfondo	Secondo la norma UNI EN 12464-1 la zona di sfondo è adiacente all'area immediatamente circostante e si estende fino ai confini del locale. Per locali di dimensioni maggiori la zona di sfondo deve avere un'ampiezza di almeno 3 m. Si trova orizzontalmente all'altezza del pavimento.
Zona margine	Area perimetrale tra superficie utile e pareti che non viene considerata nel calcolo.

**Progetto:** Realizzazione piste e collegamenti ciclabili.

**Dati Impianto**

Tensione [V] : 400/230  
Sistema di distribuzione : TN-S  
Norma di calcolo : CEI 64-8  
Norma posa cavi : CEI UNEL 35024

**Cabina di trasformazione MT/BT con:** 1 Trasformatore

Potenza di corto circuito della rete MT [MVA] : 500				
	Trasformatore 1 E12AAACBA	Trasformatore 2	Trasformatore 3	Trasformatore 4
Potenza trasformatore [kVA]	630,00	0,00	0,00	0,00
Tensione di corto circuito [%]	6,00	0,00	0,00	0,00
Perdita negli avvolgimenti [W]	7100,00	0,00	0,00	0,00
Corrente erogata [A]	905,63	0,00	0,00	0,00
Classe energetica	AoAk-Reg548			
Corrente disponibile [A]	901,28	0,00	0,00	0,00
Contributo motori alla corrente di C.to C.to	Potenza motori:		Coefficiente motori:	

**Progetto:****Quadro:** Q1 - Principale -**Dati Impianto**

Tensione [V] :	400/230
Sistema di distribuzione :	TN-S
P.I. secondo norma :	CEI EN 60947-2 - ICU

---



**Linea: 1      Sezionatore Generale**

Descrizione del carico: Sezionatore Generale

---

Fasi della linea:	L1L2L3N
Potenza nominale	3,00 kW
Cos(Φ)	1,00
Coeff. Ku/Kc	1/1
Armoniche	TH<=15%
Corrente - Cos(Φ) L1 (A):	4,35 - 1
Corrente - Cos(Φ) L2 (A):	4,35 - 1
Corrente - Cos(Φ) L3 (A):	4,35 - 1
Corrente N (A):	1,038755E-12

---

Lunghezza della linea (m):	15,00
Tipologia cavo:	Unipolare con guaina
Gruppo di posa:	In tubo interrato
Tipo di posa:	61 - In tubo interrato
Conduttore:	CU
Isolante	EPR

---

Temperatura ambiente:	30 °C
K utente:	1,00
K temperatura:	0,93
Num. circuiti raggruppati/ Num. passerelle	1/0
Cdt massima ammessa (%):	5,00
Cdt effettiva/totale (%):	0 / 0
Sez. conduttori di fase:	5 // 240
Sez. conduttori di neutro/PEN:	5 // 240
Sez. conduttori di PE:	1 // 35
Portata Iz (A):	1.146

---

Corrente di cortocircuito trifase massima:	inizio linea 14,49 kA	fine linea 14,46 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro massima:	inizio linea 14,20 kA	fine linea 14,14 kA
Corrente di corto circuito fase/fase massima:	inizio linea 12,60 kA	fine linea 12,58 kA
Corrente di corto circuito fase/PE massima:	inizio linea 10,64 kA	fine linea 10,37 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro minima:	inizio linea 14,20 kA	fine linea 14,14 kA
Corrente di corto circuito fase/fase minima:	inizio linea 12,60 kA	fine linea 12,58 kA
Corrente di corto circuito fase/PE minima:	inizio linea 10,64 kA	fine linea 10,37 kA

---

**Articolo: T754N1000 - Megatiker M5 1600N Magnetotermico**

Corrente regolata Ir [A]:	1 * 1000
Intervento magnetico Im (A)	10.000,00
Ritardo magnetico (s)	0,01
Corrente differenziale (A)	
Ritardo differenziale (s)	
Potere d'interruzione dell'apparecchio (kA):	50,00
Valore di backup:	50,00
Valore di selettività:	

**Linea: 2      Linea 1**

## Descrizione del carico: Linea 1

Fasi della linea:	L1N
Potenza nominale	1,00 kW
Cos(Φ)	1,00
Coeff. Ku/Kc	1/1
Armoniche	TH<=15%
Corrente - Cos(Φ) L1 (A):	4,35 - 1
Corrente - Cos(Φ) L2 (A):	0 - 0
Corrente - Cos(Φ) L3 (A):	0 - 0
Corrente N (A):	4,35

Lunghezza della linea (m):	226,00
Tipologia cavo:	Unipolare con guaina
Gruppo di posa:	In tubo interrato
Tipo di posa:	61 - In tubo interrato
Conduttore:	CU
Isolante	EPR

Temperatura ambiente:	30 °C
K utente:	1,00
K temperatura:	0,93
Num. circuiti raggruppati/ Num. passerelle	1/0
Cdt massima ammessa (%):	5,00
Cdt effettiva/totale (%):	3,45 / 3,45
Sez. conduttori di fase:	1 // 6
Sez. conduttori di neutro/PEN:	1 // 6
Sez. conduttori di PE:	1 // 6
Portata Iz (A):	48

Corrente di cortocircuito trifase massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro massima:	inizio linea 14,14 kA	fine linea 0,13 kA
Corrente di corto circuito fase/fase massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/PE massima:	inizio linea 10,37 kA	fine linea 0,13 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro minima:	inizio linea 14,14 kA	fine linea 0,13 kA
Corrente di corto circuito fase/fase minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/PE minima:	inizio linea 10,37 kA	fine linea 0,13 kA

**Articolo: 60 caratt. "C" + modulo diff. tipo "AC" - 2 Poli 4 Moduli (Restart)**

Corrente regolata Ir [A]:	1 * 6
Intervento magnetico Im (A)	54,00
Ritardo magnetico (s)	0,01
Corrente differenziale (A)	0,30
Ritardo differenziale (s)	0,00
Potere d'interruzione dell'apparecchio (kA):	20,00
Valore di backup:	
Valore di selettività:	totale

**Linea: 3      Linea 2**

## Descrizione del carico: Linea 2

Fasi della linea:	L2N
Potenza nominale	1,00 kW
Cos(Φ)	1,00
Coeff. Ku/Kc	1/1
Armoniche	TH<=15%
Corrente - Cos(Φ) L1 (A):	0 - 0
Corrente - Cos(Φ) L2 (A):	4,35 - 1
Corrente - Cos(Φ) L3 (A):	0 - 0
Corrente N (A):	4,35

Lunghezza della linea (m):	246,00
Tipologia cavo:	Unipolare con guaina
Gruppo di posa:	In tubo interrato
Tipo di posa:	61 - In tubo interrato
Conduttore:	CU
Isolante	EPR

Temperatura ambiente:	30 °C
K utente:	1,00
K temperatura:	0,93
Num. circuiti raggruppati/ Num. passerelle	1/0
Cdt massima ammessa (%):	5,00
Cdt effettiva/totale (%):	3,76 / 3,76
Sez. conduttori di fase:	1 // 6
Sez. conduttori di neutro/PEN:	1 // 6
Sez. conduttori di PE:	1 // 6
Portata Iz (A):	48

Corrente di cortocircuito trifase massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro massima:	inizio linea 14,14 kA	fine linea 0,12 kA
Corrente di corto circuito fase/fase massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/PE massima:	inizio linea 10,37 kA	fine linea 0,12 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro minima:	inizio linea 14,14 kA	fine linea 0,12 kA
Corrente di corto circuito fase/fase minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/PE minima:	inizio linea 10,37 kA	fine linea 0,12 kA

**Articolo: 60 caratt. "C" + modulo diff. tipo "AC" - 2 Poli 4 Moduli (Restart)**

Corrente regolata Ir [A]:	1 * 6
Intervento magnetico Im (A)	54,00
Ritardo magnetico (s)	0,01
Corrente differenziale (A)	0,30
Ritardo differenziale (s)	0,00
Potere d'interruzione dell'apparecchio (kA):	20,00
Valore di backup:	
Valore di selettività:	totale

**Linea: 4      Linea 3**

## Descrizione del carico: Linea 3

---

Fasi della linea:	L3N
Potenza nominale	1,00 kW
Cos(Φ)	1,00
Coeff. Ku/Kc	1/1
Armoniche	TH<=15%
Corrente - Cos(Φ) L1 (A):	0 - 0
Corrente - Cos(Φ) L2 (A):	0 - 0
Corrente - Cos(Φ) L3 (A):	4,35 - 1
Corrente N (A):	4,35

---

Lunghezza della linea (m):	276,00
Tipologia cavo:	Unipolare con guaina
Gruppo di posa:	In tubo interrato
Tipo di posa:	61 - In tubo interrato
Conduttore:	CU
Isolante	EPR

---

Temperatura ambiente:	30 °C
K utente:	1,00
K temperatura:	0,93
Num. circuiti raggruppati/ Num. passerelle	1/0
Cdt massima ammessa (%):	5,00
Cdt effettiva/totale (%):	4,22 / 4,22
Sez. conduttori di fase:	1 // 6
Sez. conduttori di neutro/PEN:	1 // 6
Sez. conduttori di PE:	1 // 6
Portata Iz (A):	48

---

Corrente di cortocircuito trifase massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro massima:	inizio linea 14,14 kA	fine linea 0,10 kA
Corrente di corto circuito fase/fase massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/PE massima:	inizio linea 10,37 kA	fine linea 0,10 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro minima:	inizio linea 14,14 kA	fine linea 0,10 kA
Corrente di corto circuito fase/fase minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/PE minima:	inizio linea 10,37 kA	fine linea 0,10 kA

---

**Articolo: 60 caratt. "C" + modulo diff. tipo "AC" - 2 Poli 4 Moduli (Restart)**

Corrente regolata Ir [A]:	1 * 6
Intervento magnetico Im (A)	54,00
Ritardo magnetico (s)	0,01
Corrente differenziale (A)	0,30
Ritardo differenziale (s)	0,00
Potere d'interruzione dell'apparecchio (kA):	20,00
Valore di backup:	
Valore di selettività:	totale

**Progetto**

**Disegnato**

**N° Disegno**

**Tensione di esercizio**

400/230

**Distribuzione**

TN

**Quadro**

Q1 - Principale

**P.I. secondo norma**

CEI EN 60947-2 Icu

**Norma posa cavi**

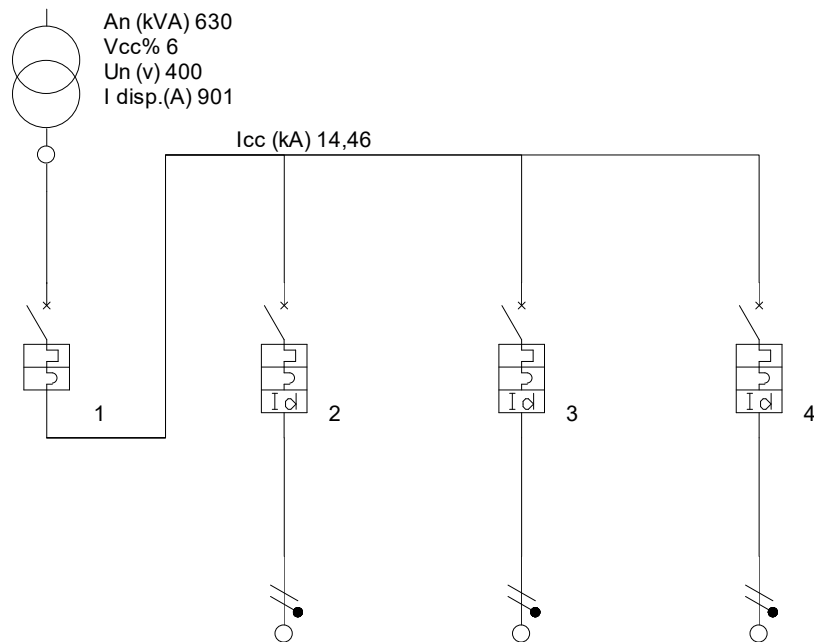
CEI UNEL35024

**Stato progetto**

Calcolato

Data: 18/10/2018

Pagina: 1/1

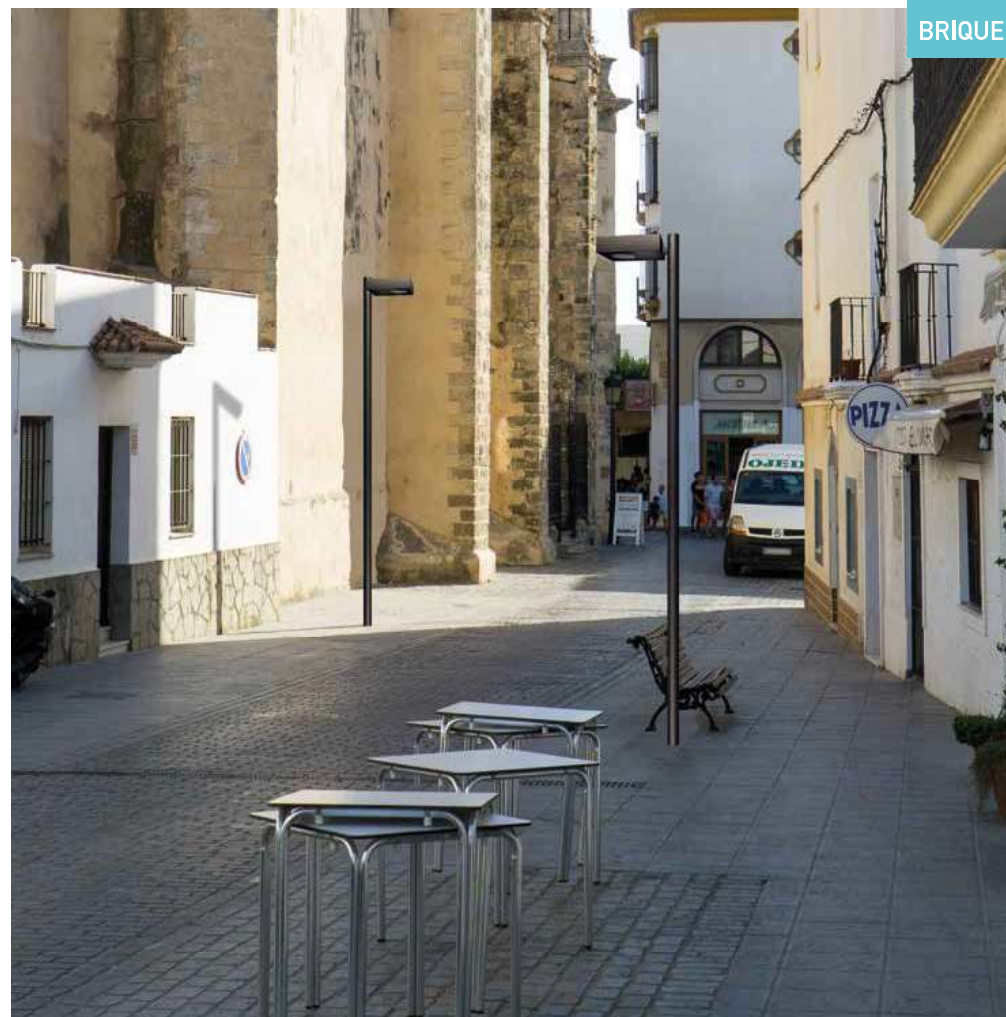


Descrizione	Sezionatore Generale	Linea 1	Linea 2	Linea 3			
Fasi della linea	L1L2L3N	L1N	L2N	L3N			
Codice articolo 1	T754N1000	FN82C6	FN82C6	FN82C6			
Codice articolo 2		G24AC32	G24AC32	G24AC32			
Corrente regolata di fase Ir (A)	1 x In = 1000,00	1 x In = 6,00	1 x In = 6,00	1 x In = 6,00			
Potenza totale	3,000 kW	1,000 kW	1,000 kW	1,000 kW			
Coeff Utilizz./Contemp. Ku/Kc	1/1	1/1	1/1	1/1			
Potenza effettiva	3,000 kW	1,000 kW	1,000 kW	1,000 kW			
Corrente di impiego Ib (A)	4,35	4,35	4,35	4,35			
Cos ø	1	1	1	1			
Sezione di fase (mm²)	5 // 240	6	6	6			
Sezione di neutro (mm²)	5 // 240	6	6	6			
Sezione di PE (mm²)	35	6	6	6			
Portata cavo di fase (A)	1145,527	48,36	48,36	48,36			
Lunghezza linea a valle (m)	1	226	246	276			
c.d.t. effett. tratto/impianto (%)	0,00 / 0,00	3,45 / 3,45	3,76 / 3,76	4,22 / 4,22			
Sezione cablaggio interno fase	2 Barre // 50 x 6	2,5	2,5	2,5			
Codice morsetti		039061	039061	039061			



Apparecchio d'illuminazione stradale e arredo urbano a LED di ultimissima generazione (design R&D Litek), struttura superiore in acciaio INOX AISI304 e verniciatura in poliestere a polvere a lunga durata per esterni di colore "Antracite" RAL 7016 goffrato, struttura inferiore in alluminio anodizzato nero. Specificatamente progettato per la tecnologia LED, con gruppo ottico sigillato con schermo protettivo in vetro temperato da 4 mm extra chiaro (escluso vers. 3D), compatto e ad alte prestazioni, tonalità luce standard neutra (4000 K), calda (3000 K), molto calda (2700 K) o caldissima (2200 K); ottiche stradali, roto-simmetriche e diffondenti con emissione totalmente cut-off (escluso

vers. 3D). Nuovi MULTICHIP LED a base ceramica per rifusione diretta, LED elettricamente isolati dal sistema termico di dissipazione, sistema di pilotaggio LED in corrente costante Vdc, diverse tipologie di funzionamento/ accensione (RO, OF, DMP, DM, TLC, DA, NFC, NEMA, LUMAWISE, CLO); sistema LITEK di dissipazione calore TCS (Thermal Cooling System) ridondante con controllo automatico di sicurezza della temperatura, alimentazione 110/240Volt 50/60 Hz e cos-fi  $\geq 0,9$ , classe di isolamento 1 o 2, grado di protezione IP66 min., protezione agli urti IK08, bulloneria in acciaio inox o nylon. Marcatura CE. Apparecchio e driver Made in Italy.



Luminaria LED para iluminação urbana de alta eficiência de última geração (design LITEK R&D), estrutura superior em aço inoxidável AISI304 e revestimento em pó de longa duração para uso externo em estrutura "Antracite" RAL 7016, estrutura inferior em alumínio anodizado preto. Projetado especificamente para a tecnologia LED, com unidade ótica selada com proteção de vidro temperado extra claro de 4 mm (excluindo a versão 3D), Luz padrao em tons neutros 4000 K, quentes 3000 K, muito quente 2700 K ou muito quente 2200 K; ótica de rua, roto-simétrica e de feixe largo com emissão totalmente cut-off (excluindo a versão 3D). Novos LEDs à base de

cerâmica MULTICHIP para soldadura direta, LEDs eletricamente isolados do sistema de dissipação de calor, sistema de alimentação LED em corrente constante Vdc, diferentes tipos de operação / ignição (RO, OF, DMP, DM, TLC, DA, NFC, NEMA, LUMAWISE, CLO); Sistema de dissipação de calor LITEK TCS (Thermal Cooling System) redundante com controle automático de segurança de temperatura, fonte de alimentação 110 / 240Volt 50/60 Hz e cos-fi  $\geq 0,9$ , classe de isolamento 1 ou 2, grau de proteção IP66 min. Proteção contra impactos IK08, sistema anti-condensação patenteado, aço inoxidável ou nylon. Marcação CE. Luminaria LED e Driver fabricados na Itália.



## **RELAZIONE DI CALCOLO**



## 1. ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE

La presente relazione tratta il dimensionamento dei plinti per installazione di pali di pubblica illuminazione in comune di Santarcangelo di Romagna (RN).

L'illuminazione è prevista dedicata su pista ciclabile, con altezze di 4,5m e distanza tra i vari pali di 20m. Le sollecitazioni di calcolo sul plinto di fondazione dipendono prevalentemente dal peso del palo, dal carico di neve e dall'azione del vento.

Si vedano negli allegati i relativi calcoli degli sforzi indicati.

Il presente intervento ricade all'interno della DGR 2272/2016, punto A.4.2 "Strutture di sostegno per dispositivi di telecomunicazione, illuminazione, torri faro, segnaletica stradale (quali pali, tralicci), pale eoliche, isolate e non ancorate agli edifici, aventi altezza massima  $\leq 15\text{m}$  ",

Codice Intervento L1

Per gli interventi contrassegnati dal codice (L1) è necessario predisporre:

- la dichiarazione sintetica descrittiva dell'intervento, firmata dal progettista, contenente l'asseverazione che l'opera è priva di rilevanza per la pubblica incolumità ai fini sismici, in quanto l'intervento ricade in una delle ipotesi indicate negli elenchi A e B specificamente individuate;
- l'elaborato grafico: sufficiente ad individuare l'intervento (natura, dimensioni e localizzazione).

## 2. PROCEDIMENTO DI CALCOLO E VERIFICHE

Come prescritto dalle vigenti norme NTC 2018, per le verifiche di stabilità - EQU - e delle azioni sul terreno - GEO - della fondazione viene eseguita utilizzando lo "APPROCCIO 1" nella combinazione A2-M2-R2.

La verifica del carico limite ultimo viene condotta con il metodo/formula di Brinch- – Hansen utilizzando i valori relativi alle caratteristiche del terreno comunicate dalla ditta committente. Non vengono utilizzati codici di calcolo e, per alcune procedure di calcolo di carattere ripetitivo, oltre che alla classica calcolatrice scientifica, è stato utilizzato un foglio elettronico per calcolo automatico "Microsoft Excel"; la correttezza e l'affidabilità dei risultati di detti calcoli automatici sono stati più volte verificati dallo scrivente nel corso della sua vita professionale.

Coefficienti relativi allo "APPROCCIO 1" nella combinazione A2-M2-R2

COEFFICIENTI $\gamma_A$		EQU	GEO
Carichi permanenti	Favorevoli	0,9	1,0
	Sfavorevoli	1,1	1,0
Carichi variabili	Favorevoli	0,0	0,0
	Sfavorevoli	1,5	1,3

COEFFICIENTI $\gamma_M$			M2
Tang. angolo attrito	$\tan \varphi'k$	$\gamma\varphi'$	1,25
Coesione efficace	$c'k$	$\gamma c'$	1,25
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma\gamma$	1,00

COEFFICIENTI $\gamma_R$			R2
Capacità portante		$\gamma_R$	1,80
Scorrimento		$\gamma_R$	1,10

### **3. TIPOLOGIA DEI PALI**

Come rappresentato negli elaborati grafici di progetto, si hanno le seguenti tipologie di pali installati con le seguenti caratteristiche :

PALO Hft 4,50 m

Altezza palo / punto luce  $H = 4,50$  m

Diametro di base  $D = 115$  mm

Diametro di sommità  $d = 60$  mm

Spessore  $s = 3$  mm

#### 4. MATERIALI E TERRENO DI FONDAZIONE

##### CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO

La fondazione è realizzata con calcestruzzo avente le seguenti caratteristiche:

Resistenza caratteristica a compressione R'ck non inferiore a	<b>300 daN/cm<sup>2</sup></b>
Ovvero Classe di resistenza	<b>C25/30</b>
Massimo rapporto acqua/cemento	<b>0,60</b>
Dosaggio minimo cemento	<b>300 kg/mc</b>
Classe di esposizione ambientale	<b>XC2</b>
(Bagnato raramente asciutto: superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo; fondazioni in terreno non aggressivo)	
Classe di consistenza	<b>S4</b>
Diametro Max Aggregato	$d_g \leq$ <b>32 mm</b>
Non si esclude la possibilità di utilizzare conglomerato di qualità superiore.	

##### ACCIAIO PER ARMATURE DEL CEMENTO ARMATO

barre in acciaio ad aderenza migliorata	<b>B450C</b>
Tensione di rottura	$f_t \geq$ <b>540 N/mm<sup>2</sup></b>
Tensione di snervamento	$f_y \geq$ <b>450 N/mm<sup>2</sup></b>

##### TERRENO

Per quanto al terreno di fondazione si considerano caratteristiche definibili "medie" in conseguenza del fatto che dette fondazioni non interessano strati profondi di terreno ma presentano caratteristiche di "fondazioni superficiali", si adottano pertanto le seguenti caratteristiche geotecniche:

- peso specifico terreno medio	$\gamma =$ <b>1.800 daN/m<sup>3</sup></b>
- Angolo di attrito del terreno	$\phi =$ <b>28°</b>
- Coesione, per motivi di sicurezza si considera	$c' =$ <b>0,00 daN/cm<sup>2</sup></b>
- Acqua di falda a quota inferiore della base di imposta della fondazione	

## **5. CARICHI DI PROGETTO**

### **CARICHI PERMANENTI:**

Peso proprio delle strutture portanti in acciaio.

Peso proprio degli apparecchi illuminanti ed accessori elettrici.

Peso proprio di segnaletica e accessori.

### **SOVRACCARICHI VERTICALI**

Vedi allegato

### **SOVRACCARICHI DOVUTI AL VENTO**

Vedi allegato

## 6. VERIFICHE DI CALCOLO

VERIFICHE DEL PLINTO ALTO ( $\alpha > 45^\circ$ ). (tens. e deform. positive se di compressione)

- Verifica carico limite verticale in condizione drenata (Brinch-Hansen) (comb. 1 SLU A2+M2+R2)

Dimensioni adottate (cm):  $B=85.00$ ;  $L=85.00$ ;  $D=85.00$ ;  $\text{ecc}B=9.40$ ;  $\text{ecc}L=0.38$ ;  $B'=66.19$ ;  $L'=84.25$ ;  
Carichi (N, N·cm):  $N=15950.00$ ;  $MB=6000.00$ ;  $ML=150000.00$ ;  $HB=0.00$ ;  $HL=75.00$

Parametri geotecnici adottati: angolo di attrito= $17.91192^\circ$ ; coesione eff.= $0.00000$  N/mm<sup>2</sup>; peso spec. terreno= $18639.00$  N/m<sup>3</sup>

Parametri intermedi: Sovraccarico sul piano di posa  $q=0.01584$  N/mm<sup>2</sup>;  $V=15950.00$  N;  $H=0.00$  N;  
angolo forza orizz. direz. L  $\alpha L=0.00000^\circ$ ;  $mB=1.56$ ;  $mL=1.44$ ;  $m=1.44$ ;  $k=1.00$ ;

Fattori :

$N_c=13.03$ ;  $N_q=5.21$ ;  $N_g=4.02$ ;

$s_c=1.30$ ;  $d_c=1.38$ ;  $i_c=1.00$ ;  $g_c=1.00$ ;  $b_c=1.00$ ;

$s_q=1.15$ ;  $d_q=1.31$ ;  $i_q=1.00$ ;  $g_q=1.00$ ;  $b_q=1.00$ ;

$s_g=1.15$ ;  $d_g=1.00$ ;  $i_g=1.00$ ;  $g_g=1.00$ ;  $b_g=1.00$ ;

Pressione limite:  $q_{lim}=0.15269$  N/mm<sup>2</sup> ( $152685.81$  N/m<sup>2</sup>); Carico Limite:

$Q_{lim}=q_{lim} \cdot B' \cdot L'=85144.55$  N

Verifica del carico limite:  $Q_{lim}/gR=85144.55/1.8000=47302.53 > N=15950.00$  N => VERIFICA POSITIVA

- Verifiche per la sezione ortogonale all'asse x (Azioni al filo del pilastro):

Azione del tirante (comb. 1 SLU A1+M1+R1):  $T = -342.90$  N

Armatura inserita:  $A_f=2.36$  cm<sup>2</sup>;  $A_f'=1.57$  cm<sup>2</sup>

(equivalente a: 1Ø10 dritti inf. + 2Ø10 staffoni)

$sf = | -1.46 |$  (N/mm<sup>2</sup>) <  $f_{yd}$

- Verifiche per la sezione ortogonale all'asse y (Azioni al filo del pilastro):

Azione del tirante (comb. 1 SLU A1+M1+R1):  $T = -786.18$  N

Armatura inserita:  $A_f=2.36$  cm<sup>2</sup>;  $A_f'=1.57$  cm<sup>2</sup>

(equivalente a: 1Ø10 dritti inf. + 2Ø10 staffoni)

$sf = | -3.34 |$  (N/mm<sup>2</sup>) <  $f_{yd}$

- Verifiche a punzonamento S.L.U..

$d=750$  mm. Altezza utile media della base del plinto  $d=(d_x+d_y)/2$ ;

$u=1666$  mm. Perimetro di verifica critico, che massimizza il rapporto  $v_{Ed}/v_{Rd,c}$ ;

$a=274.9868$  mm. Distanza del perimetro critico  $u$  dal pilastro ( $a/d=0.3666$ );

$v_{Ed}=b \cdot V_{Ed \text{ rid}}/(d \cdot u)$ . Tensione di punzonamento sollecitante nel perimetro critico  $u$ ;

$b=[1+k(M_{ed} \cdot u)/(V_{ed} \cdot W)]=11.3193$ : coefficiente di amplificazione per eccentricità di carico nel perimetro  $u$ ;

$W_1=543636$ ,  $k_1=0.6000$  : distribuzione del taglio e coefficiente  $k$  lungo la direzione  $c_1$ ;

$v_{Rd \text{ max}}=0.4 \cdot 0.5 \cdot f_{cd}=2.6460$ . Tensione resistente di progetto di punzonamento massimo;

Verifica nel perimetro in adiacenza al pilastro  $u_0=1200$  mm (comb. 1 SLU A1+M1+R1)

$V_{Ed}=1500.0$  N;  $V_{Ed \text{ rid}}=V_{Ed}-D_{V_{Ed}}=1313.1$  N. Azioni verticali data e ridotta;

$v_{Ed}=b \cdot V_{Ed \text{ rid}}/(u_0 \cdot d)=0.0165 < v_{Rd \text{ max}} => \text{VERIFICA POSITIVA}$

Verifica nel perimetro critico  $u=1666$  mm (comb. 1 SLU A1+M1+R1)

$V_{Ed}=1500.0$  N;  $V_{Ed\ rid}= V_{Ed}-D V_{Ed}=267.2$  N. Azioni verticali data e ridotta;

$M_x=0.0$ ,  $M_y=-1500000.0$  Nmm. Momenti flettenti provenienti dal pilastro (nel sistema di riferimento del pilastro);

$v_{Rd,c}=1.778962$  N/mm<sup>2</sup>. Tensione resistente nel plinto privo di armatura a punzonamento nel perimetro  $u$ ;

$v_{Ed}=b \cdot V_{Ed\ rid} / (d \cdot u_1) = 0.0024 < v_{Rd,c}$  VERIFICA POSITIVA -> Non è necessaria armatura a punzonamento

- Verifiche al ribaltamento S.L.U.:

Coeff. di segur. lungo x (comb. 1 SLU A1+M1+R1):  $K_r = M_{stab} / (M + T \cdot H_{pli}) = 677875.00 / 6000.00 = 112.98 > 1.00 \Rightarrow$  VERIFICA POSITIVA

Coeff. di segur. lungo y (comb. 1 SLU A1+M1+R1):  $K_r = M_{stab} / (M + T \cdot H_{pli}) = 677875.00 / 150000.00 = 4.52 > 1.00 \Rightarrow$  VERIFICA POSITIVA

- Verifica allo scorrimento S.L.U. (comb. 1 SLU A2+M2+R2;  $N_{tot}=15950.00$  N,  $A_{eff}=5576.45$  cm<sup>2</sup>,  $H=75.00$  N):

Coeff. di sicurezza:  $K_s = (V \cdot \tan(\delta) + c_a \cdot A_{eff}) / H = 5805.33 / 75.00 = 77.40 > 1.10 \Rightarrow$  VERIFICA POSITIVA

Vista l'armatura minima calcolata e tenendo conto delle distanze minime e numero di Staffoni minimi, l'armatura progettata è':

Staffoni direzione X : 2Ø10

Staffoni direzione Y : 2Ø10

Ferri dritti inferiori direzione X : 1Ø10

Ferri dritti inferiori direzione Y : 1Ø10

VERIFICHE TUTTE POSITIVE

## **7. CONCLUSIONE**

I plinti di fondazione sono stati calcolati secondo le sollecitazioni dovute a neve e vento, oltre i carichi statici.

Non è richiesto un calcolo sismico in quanto ricadenti al punto A.4.2 della DGR 2272/2016, "Strutture di sostegno per dispositivi di telecomunicazione, illuminazione, torri faro, segnaletica stradale (quali pali, tralicci), pale eoliche, isolate e non ancorate agli edifici, aventi altezza massima  $\leq 15\text{m}$ ".

I calcoli vengono eseguiti su base volontaria a titolo cautelativo.



## AZIONE DELLA NEVE PAR. 3.4 NTC18

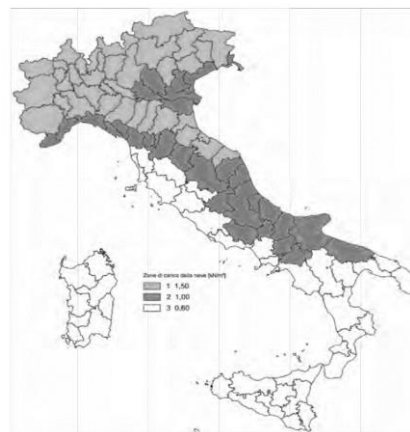
### 1.DEFINIZIONE DEI DATI

Il carico di riferimento neve al suolo, per località poste a quota  $a_s \leq 1500$  m s.l.m., non dovrà essere assunto minore di quello indicato in tabella, cui corrispondono valori associati ad un periodo di ritorno pari a 50 anni. Per altitudini  $a_s \geq 1500$  m s.l.m. si dovrà fare riferimento a valori statistici locali utilizzando comunque valori non inferiori a quelli previsti per 1500m

1.1  $a_s$  (altitudine sul livello del mare): 50 [m]

1.2 zona: Zona III

<p><b><u>Zona I - Alpina</u></b> Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbano-Cusio-Ossola, Vercelli, Vicenza</p>	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 1,39 [1+(a_s/728)^2] \text{ kN/m}^2$ $a_s > 200 \text{ m}$
<p><b><u>Zona I - Mediterranea</u></b> Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Monza Brianza, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese</p>	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 1,35 [1+(a_s/602)^2] \text{ kN/m}^2$ $a_s > 200 \text{ m}$
<p><b><u>Zona II</u></b> Arezzo, Ascoli Piceno, Avellino, Bari, Barletta-Andria-Trani, Benevento, Campobasso, Chieti, Fermo, Ferrara, Firenze, Foggia, Frosinone, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, L'Aquila, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rieti, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona</p>	$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/m}^2$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 0,85 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2$ $a_s > 200 \text{ m}$
<p><b><u>Zona III</u></b> Agrigento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Grosseto, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Ogliastra, Olbia-Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo</p>	$q_{sk} = 0,60 \text{ kN/m}^2$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 0,51 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2$ $a_s > 200 \text{ m}$



Per altitudini superiori a 1500 m sul livello del mare si fa riferimento alle condizioni locali di clima e di esposizione utilizzando comunque valori di carico neve non inferiori a quelli previsti per 1500 m.

Per un'opera di nuova realizzazione in fase di costruzione o per le fasi transitorie relative ad interventi sulle costruzioni esistenti, il periodo di ritorno dell'azione si riduce come di seguito specificato:

- per fasi di costruzione o fasi transitorie con durata prevista in sede di progetto non superiore a tre mesi, si assumerà  $TR \geq 5$  anni;
- per fasi di costruzione o fasi transitorie con durata prevista in sede di progetto compresa fra tre mesi d un anno, si assumerà  $TR \geq 10$  anni.

## 2 CALCOLO DEL CARICO NEVE AL SUOLO

$q_{sk}$  valore caratteristico della neve al suolo **0,60** [kN/m<sup>2</sup>]

## 3 CALCOLO DEI COEFFICIENTI

### 3.1 Coefficiente di esposizione

Il coefficiente di esposizione deve essere utilizzato per modificare il valore del carico della neve in copertura in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera. Normalmente si adotta  $C_e=1$ . Si riportano in tabella i coefficienti consigliati per le diverse classi di topografia.

Battuta dai venti	Aree pianeggianti non ostruite esposte su tutti i lati, senza costruzioni o alberi più alti.	0,9
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti.	1,1

3.1.1 Classe di topografia:

Normale

Il coefficiente di esposizione vale:

$C_E$	1,00
-------	------

### 3.2 Coefficiente termico

Il coefficiente termico può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato  $C_t = 1$ .

Il coefficiente topografico vale:

$C_t$	1,00
-------	------

### 3.2 Coefficiente di forma

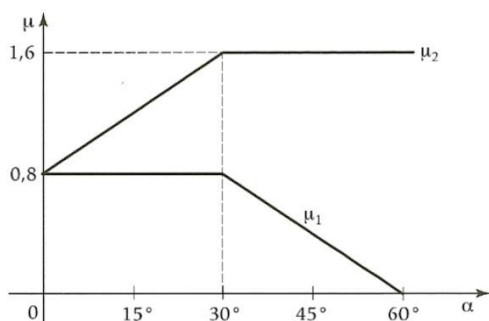
3.2.1 Inclinazione della falda  $\alpha$  (1)

0 [deg]

3.2.2 Inclinazione della falda  $\alpha$  (2)

0 [deg]

### 3.2.3 Legge di variazione del coefficiente di forma:



$\mu_1(\alpha_1)$	0,80
$\mu_1(\alpha_2)$	0,80
$\mu_2(\alpha)$	0,80

	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60$
$\mu_1(\alpha)$	0,80	$0.8(60-\alpha)/30$	0,00
$\mu_2(\alpha)$	$0.8+0,8 \alpha/30$	1,60	0,00

## AZIONE DEL VENTO PAR. 3.3 NTC18

### DEFINIZIONE DEI DATI

zona:

2) Emilia Romagna



### Classe di rugosità del terreno:

D) Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,....)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinchè una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi dettagliate, verrà assegnata la classe più sfavorevole.

Nelle fasce entro i 40km dalla costa delle zone 1,2,3,4,5 e 6 la categoria di esposizione è indipendente dall'altitudine del sito.

$a_s$  (altitudine sul livello del mare della costruzione):

50	[m]
8	[km]
100	[anni]
II	

Distanza dalla costa

$T_R$  (Tempo di ritorno):

Categoria di esposizione

ZONE 1,2,3,4,5						
	costa		500m		750m	
	2 km	10 km	30 km			
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**

\* Categoria II in zona 1,2,3,4  
Categoria III in zona 5

\*\* Categoria III in zona 2,3,4,5  
Categoria IV in zona 1

ZONA 6					
	costa		500m		
	2 km	10 km	30 km		
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

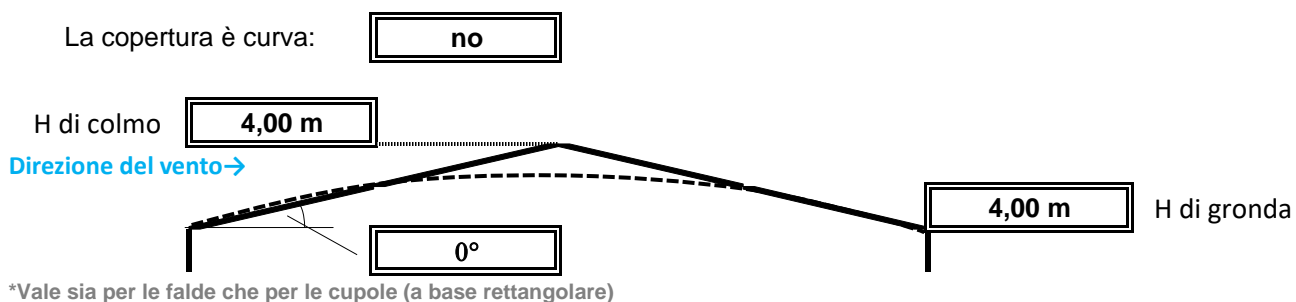
ZONE 7,8			
	costa		
	1.5 km	0.5 km	
A	--	--	IV
B	--	--	IV
C	--	--	III
D	I	II	*

\* Categoria II in zona 8  
Categoria III in zona 7

ZONA 9		
	costa	
	mare	
A	--	I
B	--	I
C	--	I
D	I	I

## Altezza del colmo della copertura, rispetto al suolo e inclinazione della falda sopravvento

E' consigliabile calcolare la pressione del vento per ogni facciata del fabbricato modificando i parametri per ogni caso. Nel caso di studio su prospetto di timpano, la valutazione della pressione del vento si conduce come se la copertura fosse piana e la parete alta fino alla linea di colmo. Nel caso di coperture a padiglione, la valutazione delle pressioni si esegue su ogni facciata del fabbricato utilizzando di volta in volta l'angolo della falda investito dal vento. Nel caso di coperture curve, si deve inserire l'angolo della retta tangente al bordo della copertura, in sostanza l'angolo di attacco della copertura. (per cupole a tutto sesto l'angolo è di 90°, per cupole a sesto ribassato è minore di 90°). Nel caso di studio su prospetto piano l'analisi si conduce come su prospetto di timpano. Si osserva che oltre alle pressioni andrebbe considerata anche la forza tangenziale esercitata dal vento sul fabbricato. Generalmente essa si trascura, è necessaria modellarla solo per grandi coperture piane ad esempio: coperture di grandi capannoni industriali. Il foglio di calcolo è utilizzabile per fabbricati a base rettangolare.



## CALCOLO VELOCITA' DI RIFERIMENTO DEL VENTO §3.3.2.

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_s$	$C_a$
2	25	750	0,45	1,000

$$v_b = v_{b,0} \cdot c_a$$

$c_a = 1$  per  $a_s \leq a_0$   
 $c_a = 1 + k_s (a_s/a_0 - 1)$  per  $a_0 < a_s \leq 1500$  m

**$v_b$  (velocità base di riferimento) 25,00 m/s**

$$v_r = v_b \cdot c_r$$

$c_r$  coefficiente di ritorno 1,04

**$v_r$  (velocità di riferimento) 25,98 m/s**

## PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO §3.3.6.

$q_r$  (pressione cinetica di riferimento [N/mq])

$$q_r = 1/2 \cdot \rho \cdot v_r^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3)$$

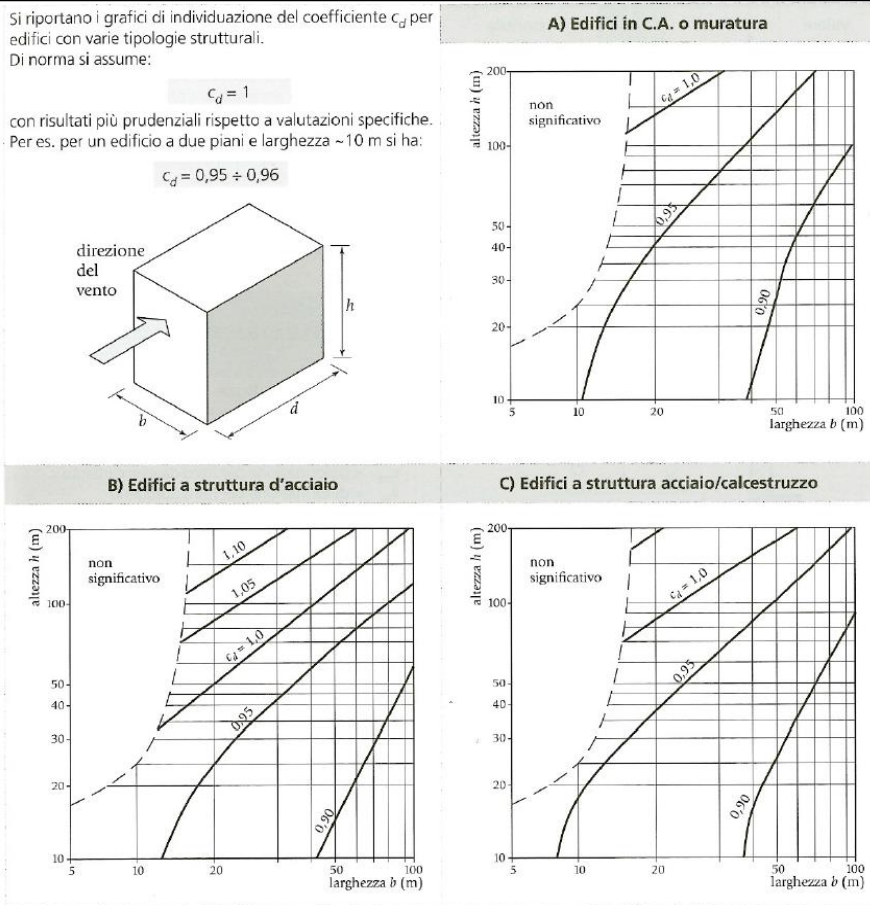
**Pressione cinetica di riferimento  $q_r$  421,88 [N/m²]**

## CALCOLO DEI COEFFICIENTI

**Coefficiente dinamico [§3.3.8]**

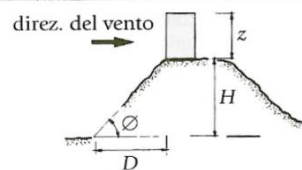
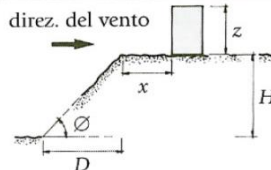
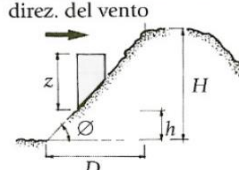
**$c_d$  1,00**

Esso può essere assunto cautelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.



### Coefficiente Topografico (Orografico)

Il coefficiente topografico si assume di norma uguale ad 1, sia per zone pianeggianti, ondulate, collinose e montane. Nel caso di costruzioni che sorgono presso la sommità di colline o pendii isolati si procede nel modo seguente:

1			2			3				
Costruzioni ubicate sulla cresta di una collina			Costruzioni ubicate sul livello superiore			Costruzioni ubicate su di un pendio				
										
$c_t = 1 + \beta \cdot \gamma$			$c_t = 1 + \beta \cdot \gamma \cdot \left(1 - 0,1 \cdot \frac{x}{H}\right) \geq 1$			$c_t = 1 + \beta \cdot \gamma \cdot \frac{h}{H}$				
Coefficiente $\beta$			Coefficiente $\gamma$							
per:	$\frac{z}{H} \leq 0,75$	$0,75 \leq \frac{z}{H} \leq 2$	$\frac{z}{H} \geq 2$	per:	$\frac{H}{D} \leq 0,10$	$0,10 < \frac{H}{D} \leq 0,30$	$\frac{H}{D} > 0,3$			
$\beta$	$\beta = 0,5$	$\beta = 0,8 - 0,4 \cdot \frac{z}{H}$	$\beta = 0$	$\gamma$	$\gamma = 0$	$\gamma = 5 \left(\frac{H}{D} - 0,10\right)$	$\gamma = 1$			

**Caso selezionato:**

Condizione non isolata

Il coefficiente topografico vale:

$c_t$

1,00

### Coefficiente di esposizione [§3.3.7]

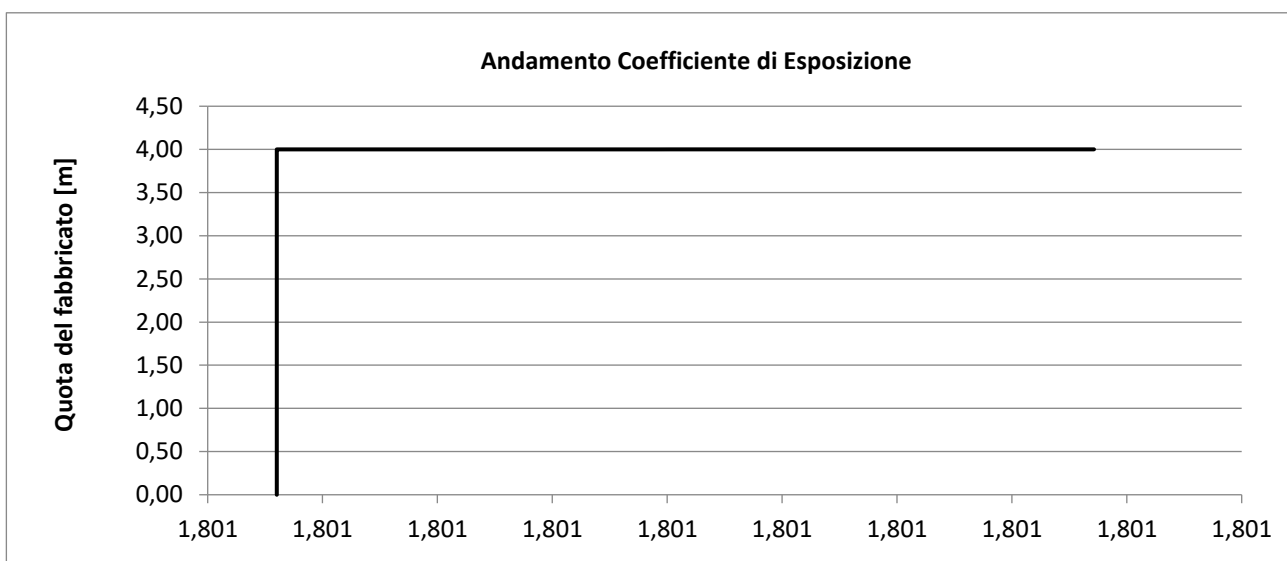
Il coefficiente di esposizione dipende dall'altezza  $z$  sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito (e quindi dalla classe di rugosità del terreno) ove sorge la costruzione; per altezze non maggiori di  $z=200\text{m}$  valgono le seguenti espressioni

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

$k_r$	$z_0$ [m]	$z_{\min}$ [m]
0,19	0,05	4,00

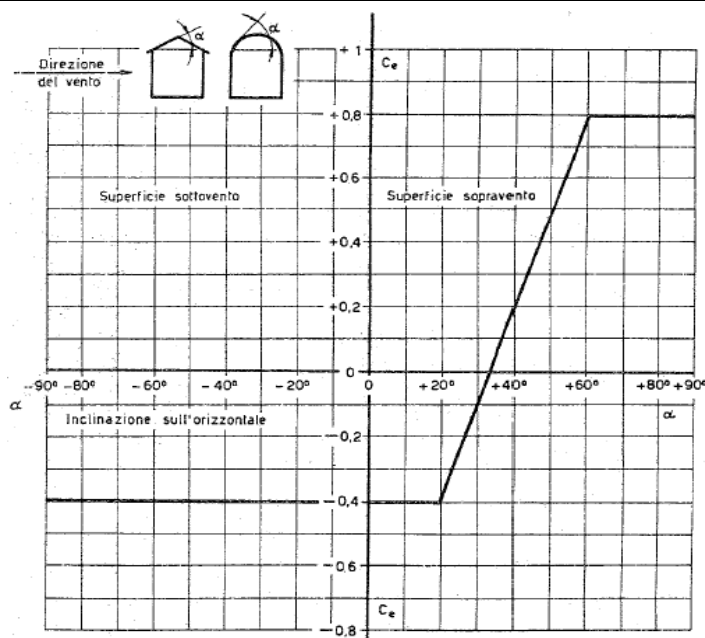
<b>Coefficiente di esposizione minimo</b>	$c_{e,\min}$	<b>1,80</b>	$z < 4,00$
<b>Coefficiente di esposizione alla gronda</b>	$c_{e,\text{gronda}}$	<b>1,80</b>	$z = 4,00$
<b>Coefficiente di esposizione al colmo</b>	$c_{e,\text{colmo}}$	<b>1,80</b>	$z = 4,00$



### Coefficiente di forma

#### Edifici a pianta rettangolare con coperture piane, a falde, inclinate, curve

E' il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.



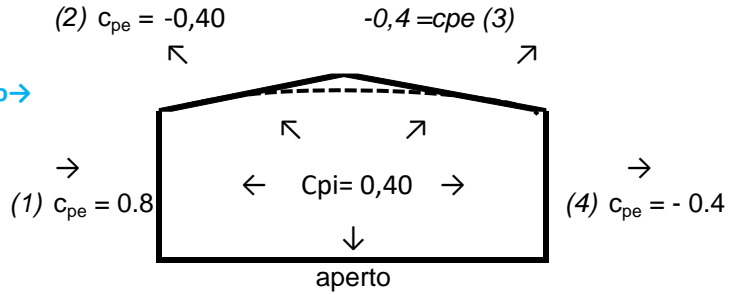
Costruzioni che presentano su due pareti opposte, normali alla direzione del vento, aperture di superficie non minore di 1/3 di quella totale

Configurazione più svantaggiosa

Configurazione A

(1) parete sopravvento	$C_p$
	0,40
(2) copertura sopravvento	$C_p$
	-0,80
(3) copertura sottovento	$C_p$
	-0,80
(4) parete sottovento	$C_p$
	-0,80

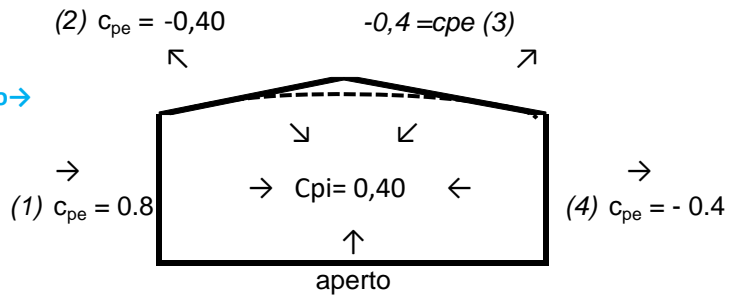
Direzione del vento →



Configurazione A

(1) parete sopravvento	$C_p$
	1,20
(2) copertura sopravvento	$C_p$
	0,00
(3) copertura sottovento	$C_p$
	0,00
(4) parete sottovento	$C_p$
	0,00

Direzione del vento →



Configurazione B

## PRESSIONI DEL VENTO

Combinazione più sfavorevole per pareti e copertura:

Valori massimi della pressione per ogni elemento

$$p \text{ (pressione del vento)} = q_r \cdot C_d \cdot C_t \cdot C_e \cdot C_p$$

$C_d$  (coefficiente dinamico)       $C_t$  (coefficiente topografico)       $C_e$  (coefficiente di esposizione)

$C_p$  (coefficiente di forma)

	$p$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$C_d$	$C_t$	$C_e$	$C_p$	$P$ [kN/m <sup>2</sup> ]
(1) par. sopravvent.	0,422	1,00	1,00	1,801	0,40	0,30
(2) cop. sopravvent.	0,422	1,00	1,00	1,801	-0,80	-0,61
(3) cop. Sottovent.	0,422	1,00	1,00	1,801	-0,80	-0,61
(4) par. sottovent.	0,422	1,00	1,00	1,801	-0,80	-0,61

(2) copertura sopravvento

-0,61 kN/mq

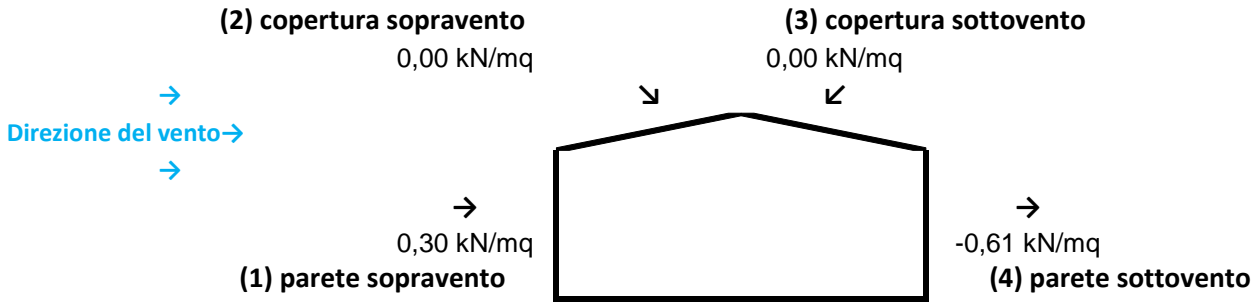
(3) copertura sottovento

-0,61 kN/mq

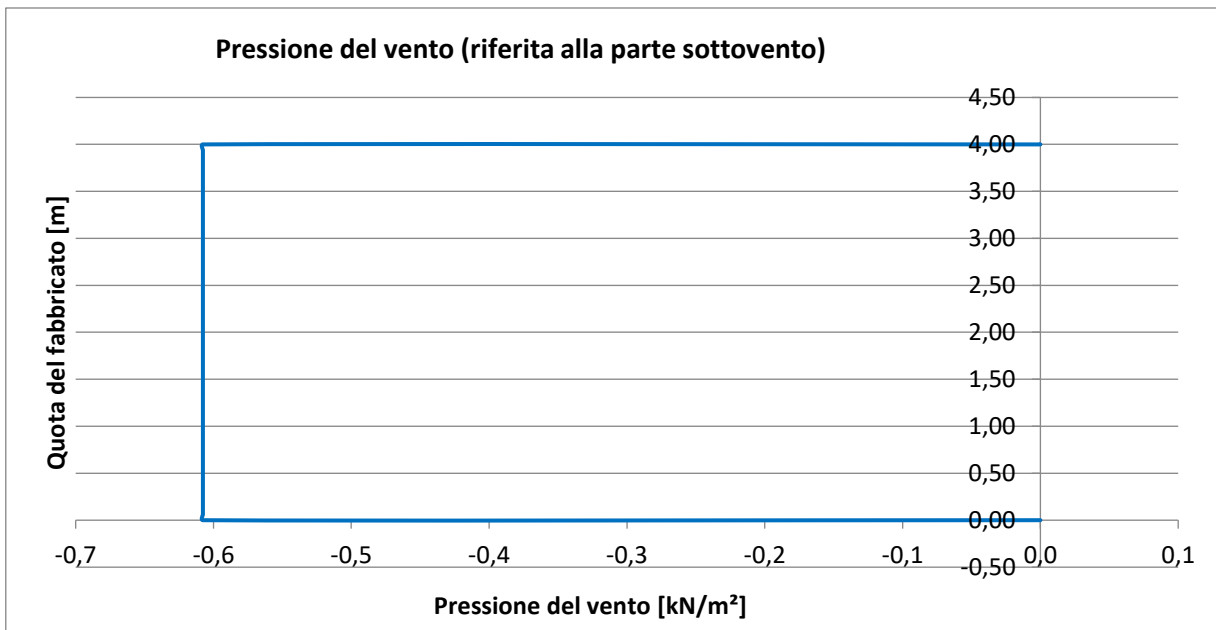
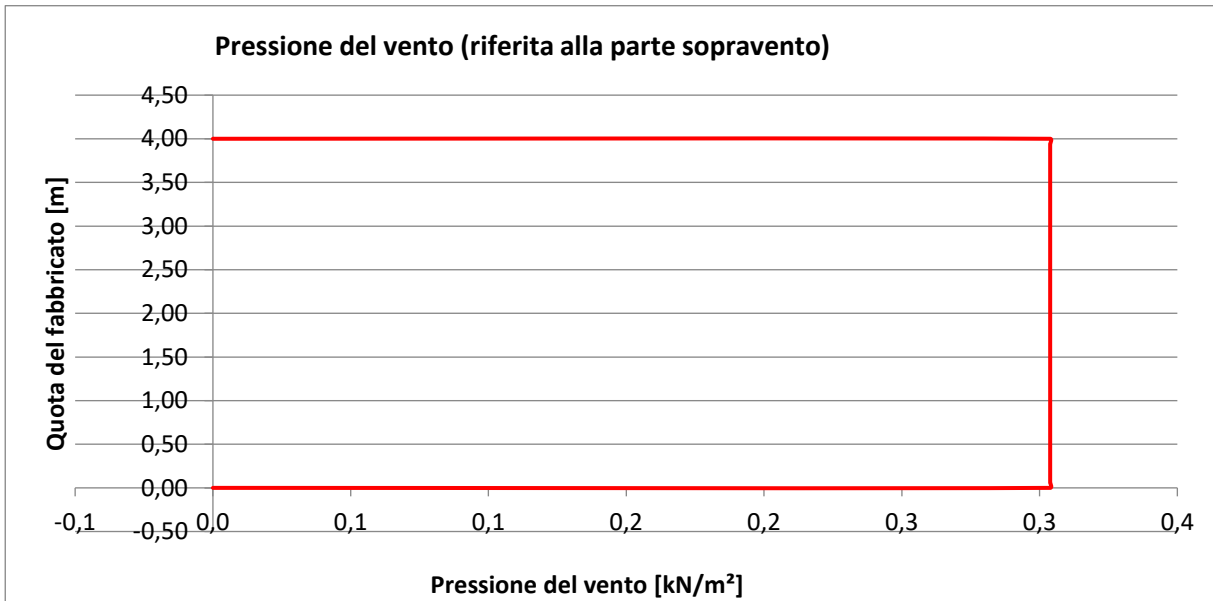
Direzione del vento →



**Valori medi della pressione per ogni elemento (da utilizzare per caricare il modello FEM)**



**Andamento delle pressioni più svataggiose**



**PRESSIONI DEL VENTO IN DIREZIONE TANGENZIALE [§3.3.5]**

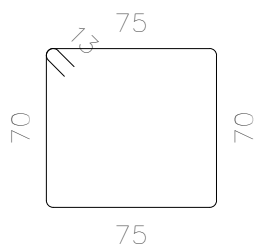
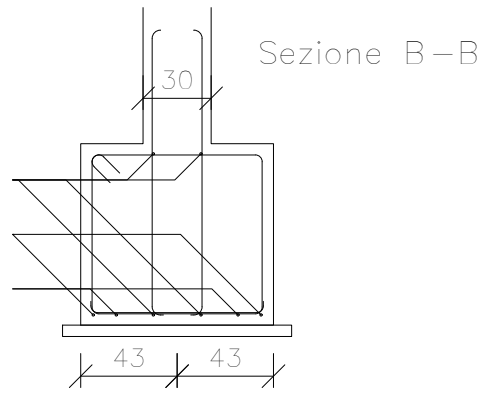
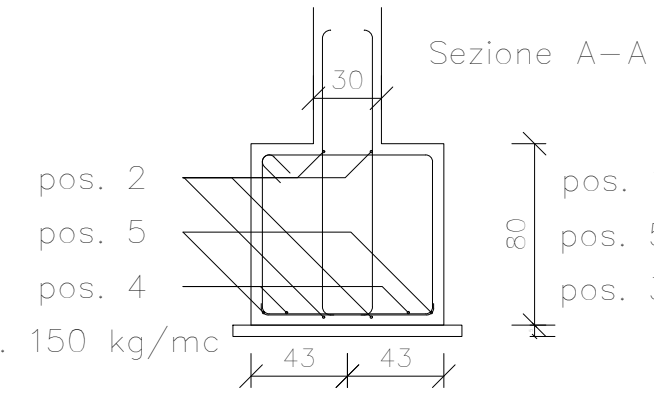
Tipo di superficie:

Scabra

Pressione tangenziale del vento  $q_{tan}$  15,19 [N/m<sup>2</sup>]

\*Si applica solitamente alle superfici piane di grande estensione

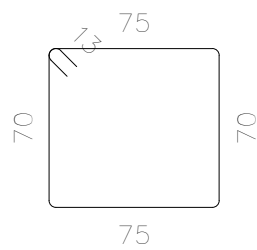




2 $\emptyset$ 10 pos. 1 L=316



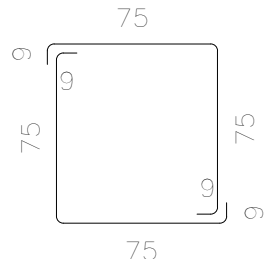
1 $\emptyset$ 10 pos. 3 L=86



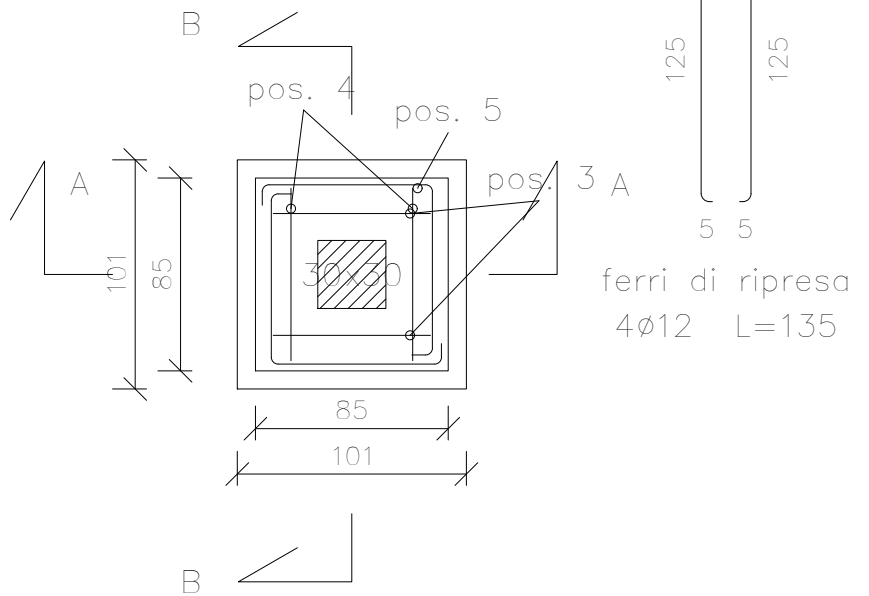
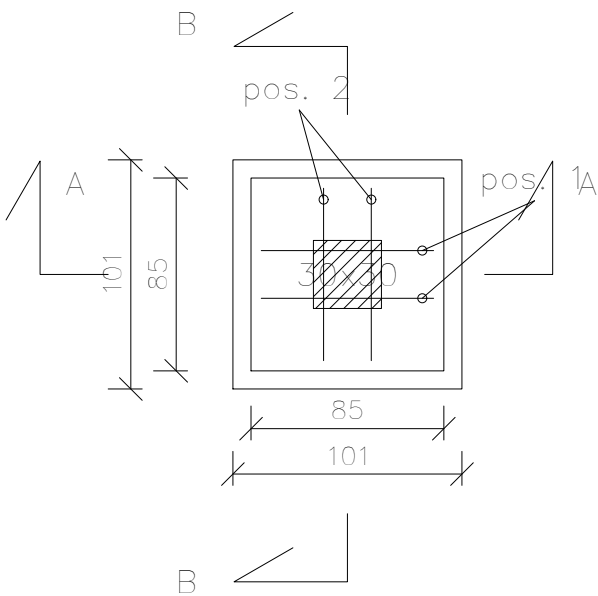
2 $\emptyset$ 10 pos. 2 L=316



1 $\emptyset$ 10 pos. 4 L=86



2 $\emptyset$ 10 pos. 5 L=168



100 cm

PLINTO

ACCIAIO: B450C

CLS: Rck=30 N/mm<sup>2</sup>

www.ingegneriasoft.com