

## COMMITTENTE

### Comune di Buccinasco

Via Roma, 2  
20090 Buccinasco (MI)

Assessore LLPP - David Arboit  
RUP - Arch. Emanuele Polito

## OPERA

### REALIZZAZIONE DELLA STRADA DI COLLEGAMENTO TRA LE VIE A. MEUCCI E LOMELLINA

## PROGETTAZIONE

#### MANDATARIA

**CSA studio**

ACCURACY FOR A BETTER DESIGN

via San Carlo, 31 - 20017 Rho (Milano)  
info@csastudio.it | tel. +39 02 9306942  
www.csastudio.it

#### MANDANTI

P111 COMMESSA024 Strada BuccinascoLavorato\_Progetto\_DefinitivoX\_REFLOGO\_gvgENGINEERING\_OK.JPG

via Bronzino, 9 - 20133 Milano  
www.gvg-engineering.it

P111080000 StradaBuccinascoLavorato\_Progetto\_DefinitivoX\_REFLOGO\_esedraingegneria.it

via Bronzino, 9 - 20133 Milano  
www.esedraingegneria.it

#### INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Arch. Ing. Mario V. Serini

#### COORDINATORE PER LA SICUREZZA

Arch. Ing. Mario V. Serini

#### CSA studio

Arch. Ing. Mario V. Serini  
Arch. Silvia Peca  
Arch. Marco Conte

#### GVG ENGINEERING

Ing. Alessandro Grassi

#### ESEDRA Ingegneria

Ing. Luca Formis

## PROGETTO DEFINITIVO

Codice elaborato	Revisione	Titolo
<b>DZA.00</b>	<b>0</b>	<b>ELABORATI GENERALI ELENCO ELABORATI</b>

Rev.	Descrizione	Data
0	Prima emissione	NOVEMBRE 2019
1		
2		
3		
4		
5		

Redazione elaborato			Scala
REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	-
Ing. Michele Galanti	Ing. Alessandro Grassi	Arch. Ing. Mario V. Serini	

<b>COD. DOCUMENTO</b>	<b>TITOLO DOCUMENTO</b>
	<b>ELABORATI GENERALI</b>
224-D-ZA-00-0	ELENCO ELABORATI
224-D-ZR-01-0	RELAZIONE GENERALE
224-D-GR-02-0	RELAZIONE GEOTECNICA
224-D-HR-03-0	RELAZIONE IDRAULICA
224-D-RR-04-0	RELAZIONE STRADALE
224-D-SR-05-0	RELAZIONE STRUTTURE
224-D-MR-06-0	RELAZIONE IMPIANTI
	<b>STUDI PER UN'ADEGUATA CONOSCENZA DEL CONTESTO</b>
224-D-AR-07-0	RELAZIONE RICOGNIZIONE AMBIENTALE TERRENI
224-D-GR-08-0	RELAZIONE GEOLOGICA CON PROVE GEOTECNICHE
	<b>PARTE STRADALE</b>
224-D-ZP-100-0	COROGRAFIA GENERALE
224-D-ZP-101-0	PLANIMETRIA STATO DI FATTO – RILIEVO – TAVOLA 1
224-D-ZP-102-0	PLANIMETRIA STATO DI FATTO – RILIEVO – TAVOLA 2
224-D-ZP-103-0	PLANIMETRIA DI INQUADRAMENTO
224-D-ZP-104-0	PLANIMETRIA DI PROGETTO – TAVOLA 1
224-D-ZP-105-0	PLANIMETRIA DI PROGETTO – TAVOLA 2
224-D-RP-106-0	PLANIMETRIA DI TRACCIAMENTO STRADALE
224-D-RF-107-0	PROFILO LONGITUDINALE – TAVOLA 1
224-D-RF-108-0	PROFILO LONGITUDINALE – TAVOLA 1
224-D-RS-109-0	SEZIONE TIPOLOGIA
224-D-RS-110-0	SEZIONI CORRENTI – TAVOLA 1
224-D-RS-111-0	SEZIONI CORRENTI – TAVOLA 2
224-D-RS-112-0	SEZIONI CORRENTI – TAVOLA 3
224-D-RS-113-0	SEZIONI CORRENTI – TAVOLA 4
224-D-RS-114-0	SEZIONI CORRENTI – TAVOLA 5
224-D-RP-115-0	PLANIMETRIA SEGNALETICA ORIZZONTALE E VERTICALE – TAVOLA 1
224-D-RP-116-0	PLANIMETRIA SEGNALETICA ORIZZONTALE E VERTICALE – TAVOLA 2
	<b>PARTE IDRAULICA</b>
224-D-HP-117-0	PLANIMETRIA IDRAULICA
224-D-HF-118-0	PROFILO IDRAULICO
224-D-HK-119-0	PARTICOLARI COSTRUTTIVI
	<b>PARTE STRUTTURALE</b>
224-D-SP-131-0	PLANIMETRIA DI INQUADRAMENTO E SEZIONI TIPOLOGICHE
224-D-SE-132-0	CARPENTERIA TRAVI DI CORONAMENTO
224-D-SE-133-0	CARPENTERIA SOLETTA CARRABILE
224-D-SK-134-0	DETTAGLI COSTRUTTIVI
	<b>ESPROPRI</b>
224-D-EC-140-0	PIANO PARTICELLARE D'ESPROPRIO - STIMA INDENNITA'
224-D-EP-141-0	PIANO PARTICELLARE D'ESPROPRIO - PLANIMETRIA
	<b>INTERFERENZE</b>
224-D-IP-150-0	PLANIMETRIA INTERFERENZE DEI SOTTOSERVIZI - TAVOLA 1
224-D-IP-151-0	PLANIMETRIA INTERFERENZE DEI SOTTOSERVIZI - TAVOLA 2
	<b>PARTE IMPIANTISTICA</b>
224-D-MP-160-0	PLANIMETRIA CAVI E PUNTI LUCE TAVOLA 1
224-D-MP-161-0	PLANIMETRIA CAVI E PUNTI LUCE TAVOLA 2
	<b>COMPUTI E STIME</b>
224-D-ZC-170-0	COMPUTO METRICO
224-D-ZC-171-0	COMPUTO METRICO ESTIMATIVO
224-D-ZT-172-0	CAPITOLATO SPECIALE
224-D-ZC-173-0	QUADRO ECONOMICO
	<b>SICUREZZA</b>
224-D-UR-200-0	PRIME INDICAZIONE SULLA SICUREZZA - RELAZIONE PSC
224-D-UP-201-0	PRIME INDICAZIONE SULLA SICUREZZA - LAYOUT CANTIERE
	<b>IDENTIFICAZIONE AREE DA BONIFICA BELLICA</b>
224-D-ZR-210-0	RELAZIONE TECNICA
224-D-ZP-211-0	PLANIMETRIA

## COMMITTENTE

### Comune di Buccinasco

Via Roma, 2  
20090 Buccinasco (MI)

Assessore LLPP - David Arboit  
RUP - Arch. Emanuele Polito

## OPERA

### REALIZZAZIONE DELLA STRADA DI COLLEGAMENTO TRA LE VIE A. MEUCCI E LOMELLINA

## PROGETTAZIONE

#### MANDATARIA

**CSA studio**

ACCURACY FOR A BETTER DESIGN

via San Carlo, 31 - 20017 Rho (Milano)  
info@csastudio.it | tel. +39 02 9306942  
www.csastudio.it

#### MANDANTI

P111 COMMESSA024 Strada BuccinascoLavorato\_Progetto\_DefinitivoX\_REFLOGO\_gvgENGINEERING\_OK.JPG

via Bronzino, 9 - 20133 Milano  
www.gvg-engineering.it

P111080000 StradaBuccinascoLavorato\_Progetto\_DefinitivoX\_REFLOGO\_esedraingegneria.it

via Bronzino, 9 - 20133 Milano  
www.esedraingegneria.it

#### INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Arch. Ing. Mario V. Serini

#### COORDINATORE PER LA SICUREZZA

Arch. Ing. Mario V. Serini

#### CSA studio

Arch. Ing. Mario V. Serini  
Arch. Silvia Peca  
Arch. Marco Conte

#### GVG ENGINEERING

Ing. Alessandro Grassi

#### ESEDRA Ingegneria

Ing. Luca Formis

## PROGETTO DEFINITIVO

Codice elaborato	Revisione	Titolo
<b>DZR.01</b>	<b>0</b>	<b>ELABORATI GENERALI RELAZIONE GENERALE</b>

Rev.	Descrizione	Data
0	Prima emissione	NOVEMBRE 2019
1		
2		
3		
4		
5		

Redazione elaborato			Scala
REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	-
Ing. Michele Galanti	Ing. Alessandro Grassi	Arch. Ing. Mario V. Serini	

## INDICE

1.	PREMESSA	2
2.	DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE	2
3.	VINCOLI URBANISTI ED ARCHEOLOGICI	4
4.	PIANO DI GESTIONE DELLE TERRE	7
5.	DESCRIZIONE DELLE OPERE	8
6.	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE della strada	9
7.	REGIMAZIONE DELLE ACQUE	10
8.	SEGNALETICA STRADALE	10
9.	OPERA D'ARTE DI SCAVALCO ROGGIA CORIO	11
10.	INTERFERENZE	11
11.	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	15

## 1. PREMESSA

Entro il Comune di Buccinasco, sito in provincia di Milano in prossimità del Comune di Assago, nel rispetto del PGTU, si prevede in progetto la realizzazione di una strada di collegamento tra le vie A. Meucci e Lomellina, annettendo il breve tratto finale esistente della Via Guido Rossa, oltre la rotonda della Via Lomellina.

Pertanto si prevede un prolungamento della Via Meucci fino alla rotatoria di Via Lomellina tale da consentire di scaricare la via Lomellina stessa e, soprattutto, eliminare le attuali svolte a sinistra verso le vie Piemonte, Veneto e Calabria.

## 2. DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE

Il prolungamento della strada Via Meucci si conforma come unione di due sezioni differenti:

La Via Meucci è composta (partendo da Sud) da un marciapiede di larghezza 1,90 m, una larghezza stradale di 9,00 m uno spartitraffico centrale di 1,90 m, una seconda carreggiata di larghezza pari a 9,0 m ed un marciapiede successivo di 2,0 m di larghezza.



FIGURA 1 – VISTA AEREA DELLA ZONA DELL'INTERVENTO SULLA VIA MEUCCI

Il ramo di innesto esistente sulla Via Lomellina è composto invece (partendo da Sud) da una carreggiata di 6,60 m , uno spartitraffico centrale di 1,90 m ed infine da carreggiata di 6,60 m.

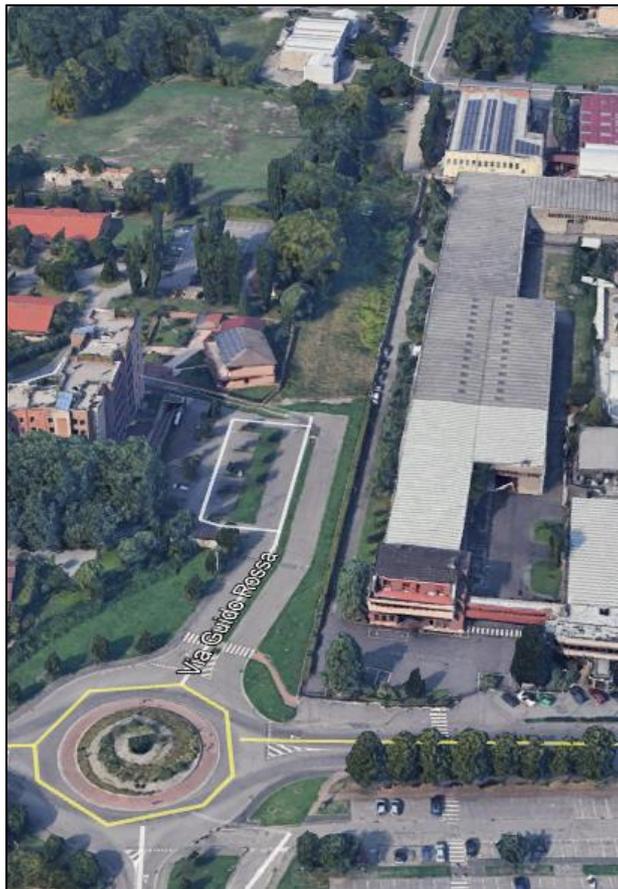


FIGURA 2 – VISTA AEREA DELLA ZONA DELL'INTERVENTO SULLA ROTONDA DI VIA LOMELLINA

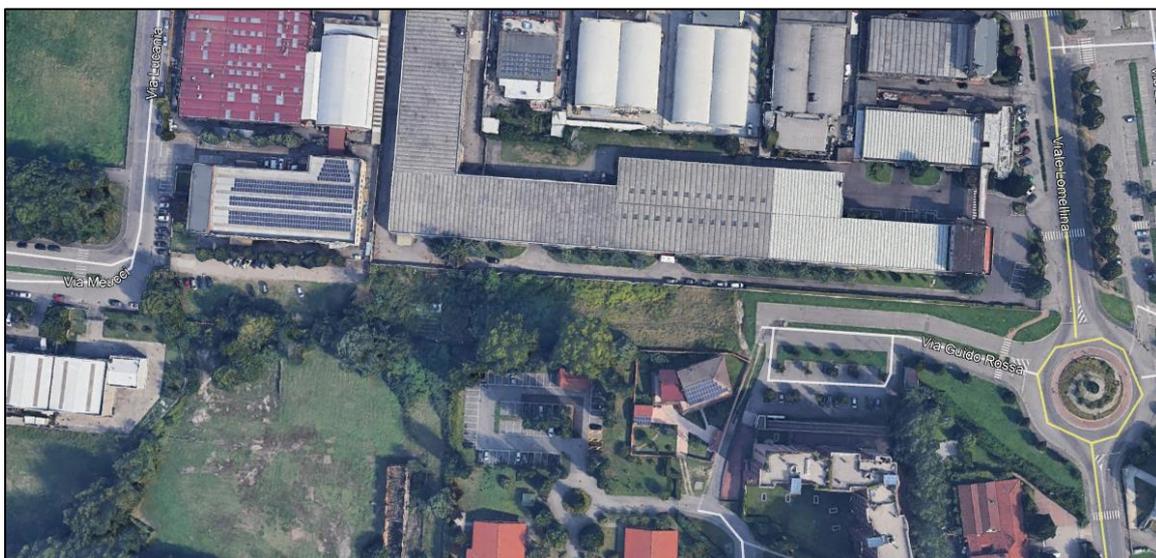


FIGURA 3 – VISTA AEREA DELLA ZONA DELL'INTERVENTO

L'accesso all'area oggetto dei futuri lavori avviene su suolo principalmente incolto.

Allo stato attuale, la regimazione idraulica delle strade da prolungare è presente con caditoie poste nello spartitraffico centrale.

### 3. VINCOLI URBANISTI ED ARCHEOLOGICI

In merito ai vincoli urbanistici ed archeologici, si è fatto riferimento ad alcuni stralci del Piano di Governo del Territorio Approvato con DCC 59 del 11/07/2013 e successiva Variante 1/2017, adottata con DCC 13 del 06/03/2017 e approvata con DCC 56 del 26/10/2017.

Da questi si osserva che nell'area in oggetto non sussistono problematiche o vincoli particolari:

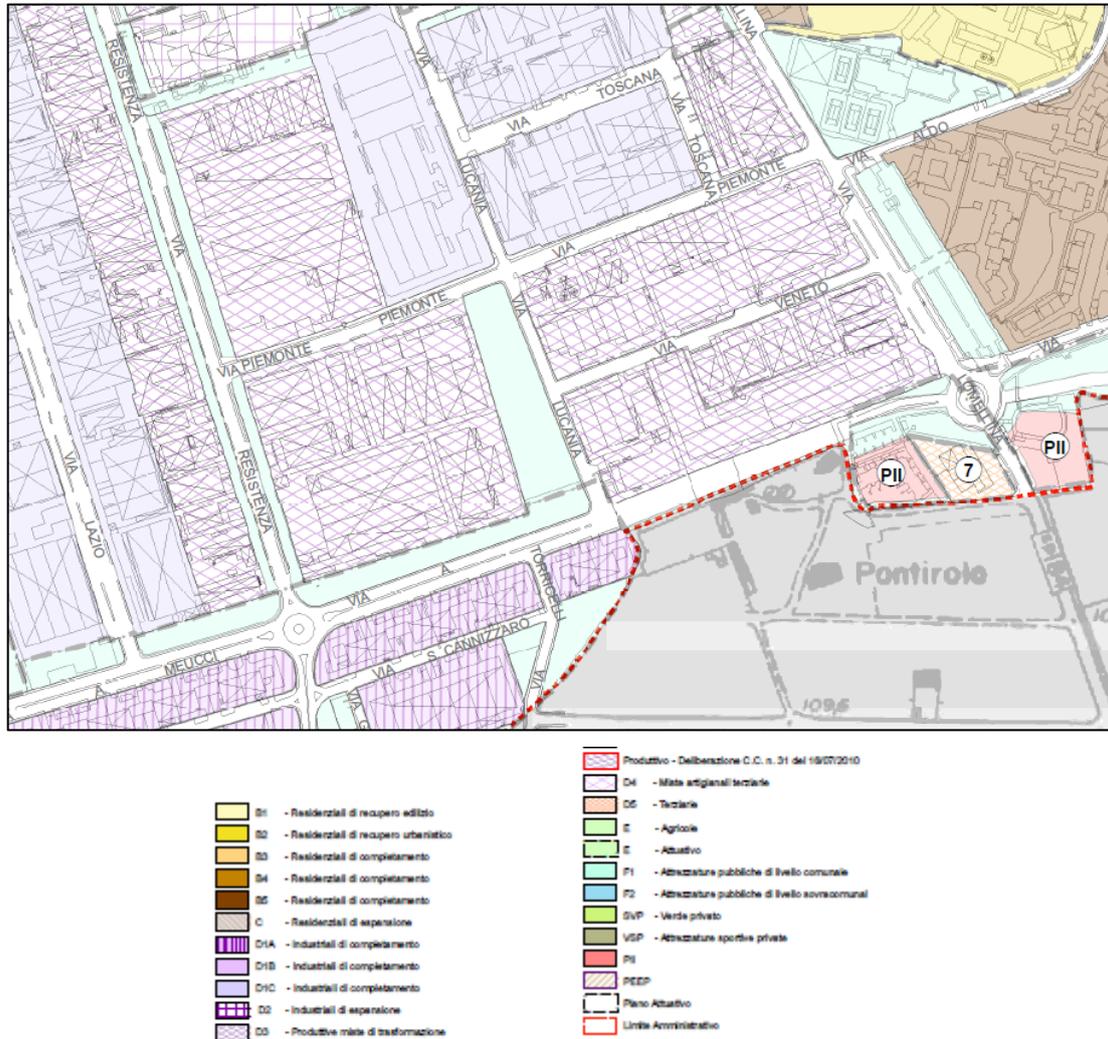


FIGURA 5 - PIANO REGOLATORE GENERALE

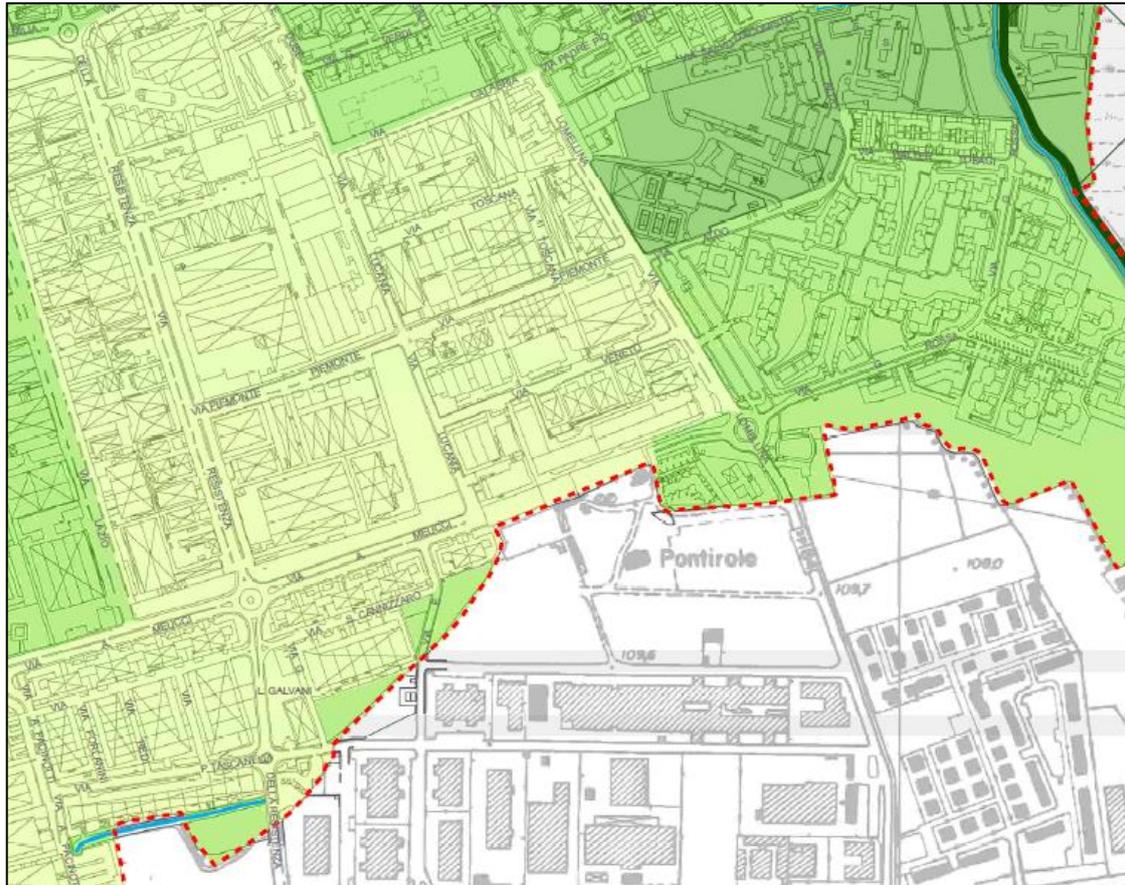
**Vincoli amministrativi (limiti all'edificazione)**

-  Fascia di rispetto cimiteriale
-  Fascia di rispetto del depuratore
-  Aree di forestazione e rinaturalizzazione realizzate con progetti ambientali

**Reti tecnologiche**

-  Elettrodotto
-  Elettrodotto interrato
-  Rete gas MP
-  Metanodotto

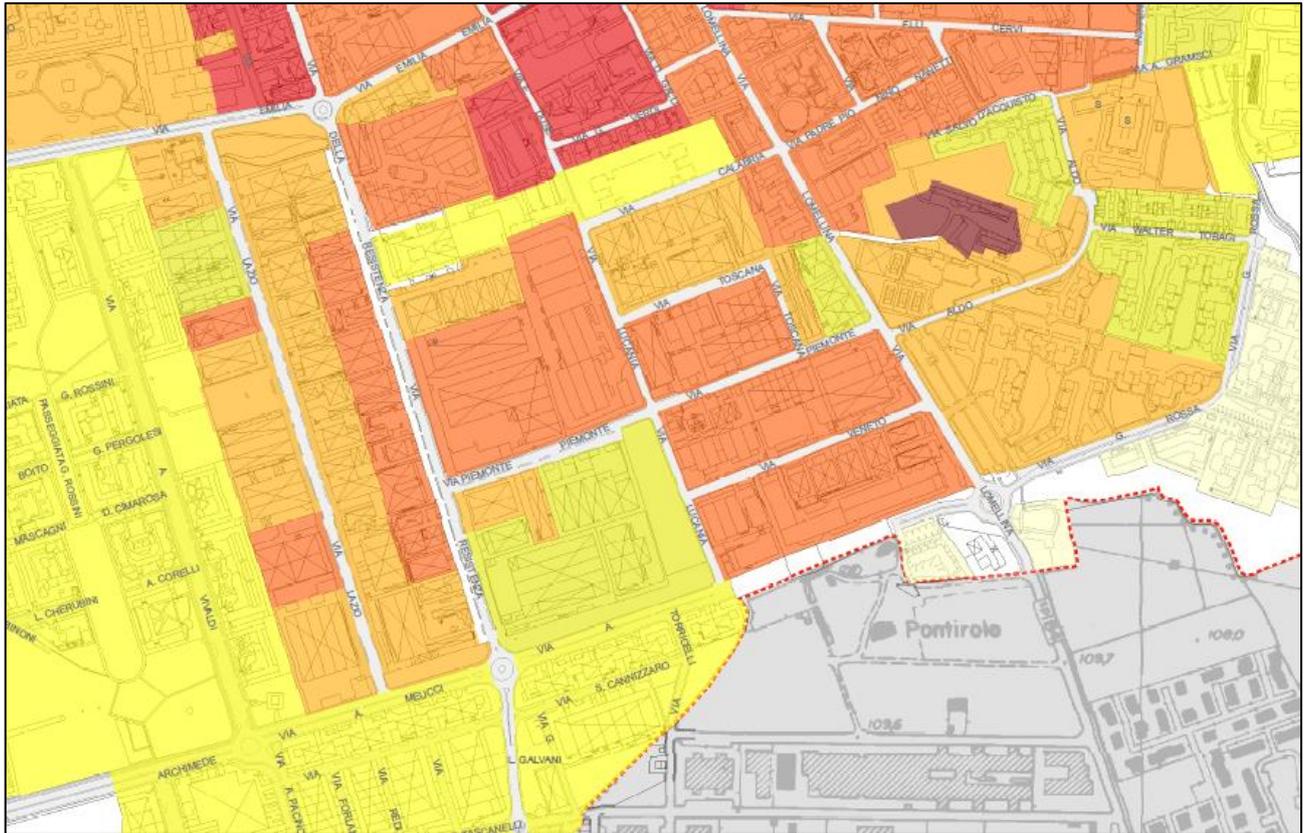
FIGURA 6 – CARTA DEI VINCOLI



**Sintesi della Classe di sensibilità**

- Molto alta
- Alta
- Media
- Bassa

FIGURA 7 – SENSIBILITÀ PAESAGGISTICA


**Evoluzione storica degli insediamenti**

- Datazione degli insediamenti fino al 1897
- Datazione degli insediamenti 1897-1924
- Datazione degli insediamenti 1924-1955
- Datazione degli insediamenti 1955-1972
- Datazione degli insediamenti 1972-1980
- Datazione degli insediamenti 1980-1994
- Datazione degli insediamenti 1994-2004
- Limite Amministrativo

FIGURA 8 – EVOLUZIONE STORICA DEGLI INSEDIAMENTI

#### 4. PIANO DI GESTIONE DELLE TERRE

In questa fase preliminare si ipotizza che tutte le terre scavate, circa 5000 mc, vengano conferite a discarica secondo la classifica prevista dalla Normativa Vigente.

I materiali costituenti la base della pavimentazione e pavimentazione stessa verranno, per un volume di circa 6000 mc, verranno forniti direttamente da cave Autorizzate.

## 5. DESCRIZIONE DELLE OPERE

Oggetto dell'intervento, come già anticipato, è la realizzazione della nuova strada di collegamento, tra la Via Meucci e la rotonda di Via Lomellina nel Comune di Buccinasco (MI), di lunghezza pari a 344,50 m, a cui andranno sommati i 90 m di tratto esistente (Via Guido Rossa).

Ai sensi della normativa vigente (D.M. 05.11.2001 e D.M. 22.04.2004), le opere in progetto sono da classificarsi come **strada tipo E** con passaggio di bus.

Il progetto è stato dunque diretto al fine di ottenere una maggior sicurezza e transitabilità, nel rispetto dello stato attuale ed in ogni modo con le opere in progetto, garantendo un livello di servizio sufficiente, in considerazione del tipo e dell'entità di traffico che interesserà l'opera.

Inoltre sul lato Nord verrà realizzata, in sede separata da un doppio cordolo, una pista ciclopedonale di larghezza 2,50 m, che si svilupperà parallelamente alla nuova sede stradale e si andrà a collegare a quella in progetto sulla Via Meucci.

Sul lato Sud si proseguirà bensì con un marciapiede di larghezza congruente con l'esistente della Via Meucci, di larghezza pari a 1,50 m.

In progetto si prevede la regimazione idraulica delle acque meteoriche predisponendo una tubazione in PEAD con diametro nominale variabile da 450 a 730 mm e con pendenza minima pari 0.3% al di sotto dello spartitraffico centrale, che raccoglie l'acqua di pioggia proveniente dal manto stradale tramite bocche di lupo poste ai due lati dello spartitraffico centrale con interrasse 15 m.

Le acque raccolte dal collettore centrale sono recapitate a due trincee di infiltrazione poste al di sotto della pista ciclabile realizzate con pietrame con pezzature non eccedente 40-80 mm e volume dei vuoti compreso tra 30 e 40%, opportunamente dimensionate per raccogliere il volume di acqua proveniente dalla piattaforma stradale e dalla pista ciclabile.

Inoltre si prevede in progetto di garantire la conservazione della Roggia Corio che, presente in corrispondenza dell'attuale tratto finale della Via Guido Rossa, attraverserà perpendicolarmente il nuovo tracciato stradale.

Nella figura seguente si riporta uno stralcio della planimetria in progetto:

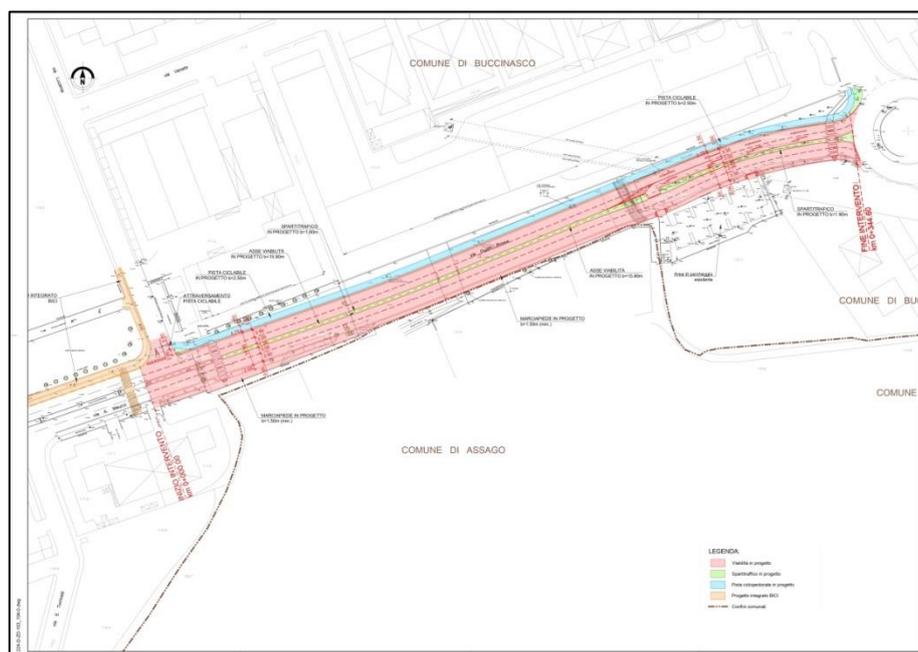


FIGURA 4 – PLANIMETRIA DI PROGETTO

## 6. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA STRADA

Il progetto della viabilità è stato basato sulla cartografia regionale in scala 1:500.

Sulla base di quanto descritto, per gli elementi costituenti la piattaforma stradale nel tratto di nuova costruzione, si prevedono le seguenti caratteristiche:

- Numero delle corsie 2 per carreggiata;
- Larghezza della corsia adibita ai bus 3,50 m;
- Larghezza della corsia adibita di sorpasso 3,00 m;
- Larghezza delle banchine 0,50 m (pavimentate);
- Larghezza dello spartitraffico 1,90 m;
- Larghezza pista ciclabile 2,50 m;
- Larghezza marciapiede min 1,50 m.

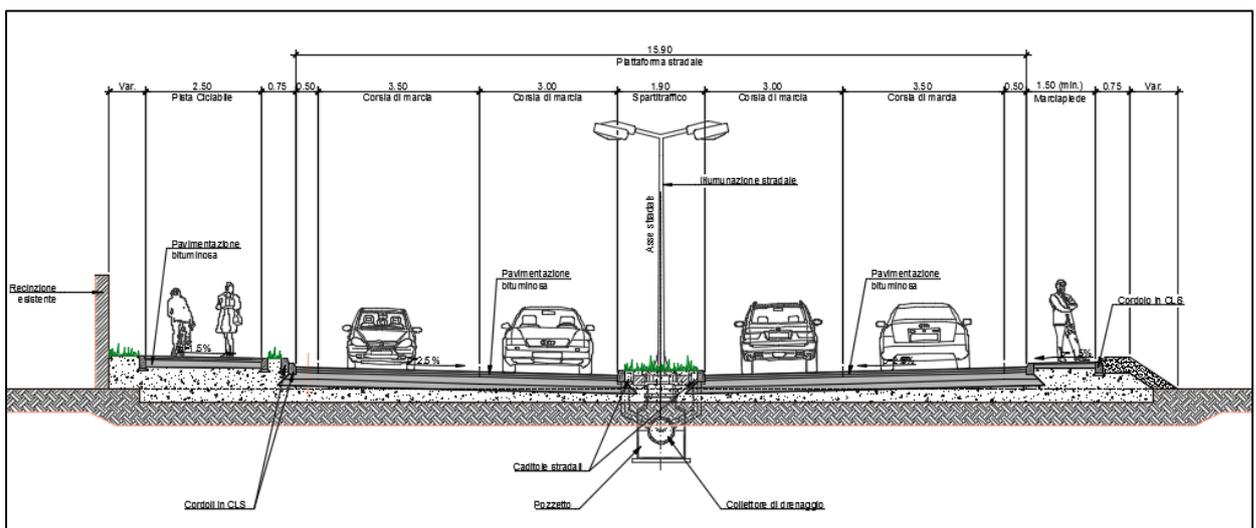


FIGURA 5 –SEZIONE STRADALE DI PROGETTO

## 7. REGIMAZIONE DELLE ACQUE

Per tutte le opere idrauliche, si prevede da progetto, la realizzazione dell'opera, verrà prevista quindi la regimazione idraulica delle acque meteoriche predisponendo una tubazione in PEAD con diametro nominale variabile da 450 a 730 mm e con pendenza minima pari 0.3% al di sotto dello spartitraffico centrale, che raccoglie l'acqua di pioggia proveniente dal manto stradale tramite bocche di lupo poste ai due lati dello spartitraffico centrale con interrasse 15 m. Le bocche di lupo sono collegate al collettore centrale tramite discendenti con diametro nominale 180 mm.

Le acque raccolte dal collettore centrale sono recapitate a due trincee di infiltrazione poste al di sotto della pista ciclabile realizzate con pietrame con pezzature non eccedente 40-80 mm e volume dei vuoti compreso tra 30 e 40%, opportunamente dimensionate per raccogliere il volume di acqua proveniente dalla piattaforma stradale e dalla pista ciclabile. Ogni trincea è dotata di un tubo microfessurato centrale, DN 200, che ha la funzione di distribuire uniformemente le acque lungo la trincea, e di una condotta verticale forata, con diametro 200 mm, munita di coperchio in superficie, allo scopo di poter osservare in ogni momento il livello idrico nello strato di base.

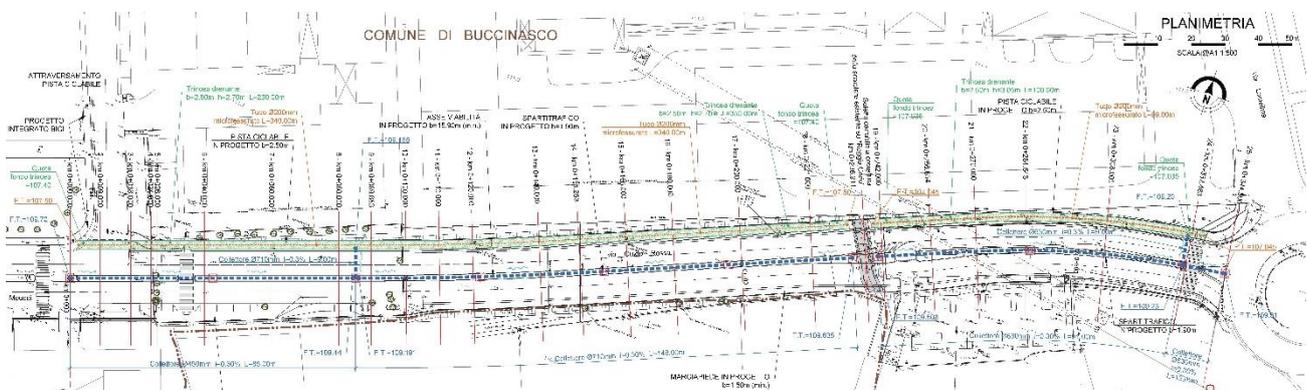


FIGURA 6 – SOLUZIONE PROPOSTA DI INTERVENTO

## 8. SEGNALETICA STRADALE

Nel progetto si prevede infine l'apposizione della segnaletica orizzontale e verticale a norma del vigente *Codice della Strada D.Lgs. 30.04.1992 e succ. mod. e int.*.

La posizione, la tipologia della segnaletica sia orizzontale che verticale, sono idonee a fornire le giuste indicazioni al conducente la circolazione sulla strada in progetto in tutta sicurezza.

Le categorie di segnali, la posizione e le dimensioni sono conformi al *D.P.R. 16.12.1992 n° 495 – “Regolamento di esecuzione ed attuazione del nuovo codice della strada”*.

Tutti i segnali di pericolo e di obbligo saranno previsti con pellicola in classe II con struttura a nido d'ape ad alta rifrangenza.

Per tale pellicola tipo 3M, il produttore fornisce garanzia fino a 10 anni per il mantenimento della visibilità.

## 9. OPERA D'ARTE DI SCAVALCO ROGGIA CORIO

Lungo il nuovo tracciato stradale, dal punto di vista altimetrico, da est a ovest si procede con una livelletta suborizzontale, ad eccezione del tratto che intercorre tra il km 0+180,00 e il km 0+284,543 in cui, a causa di un intervento di mantenimento della Roggia Corio, presente al km 0+236,911, è stato necessario realizzare un dosso in cui la livelletta risulta inizialmente in salita con una pendenza del 2,67 % per poi riscendere con una pendenza del 3,0%.

La presenza di questo dosso, oltre ad evitare la demolizione dello scatolare esistente, non provoca alterazioni rispetto alla verifica di visibilità che risulta soddisfatta rispetto i vincoli previsti da normativa.

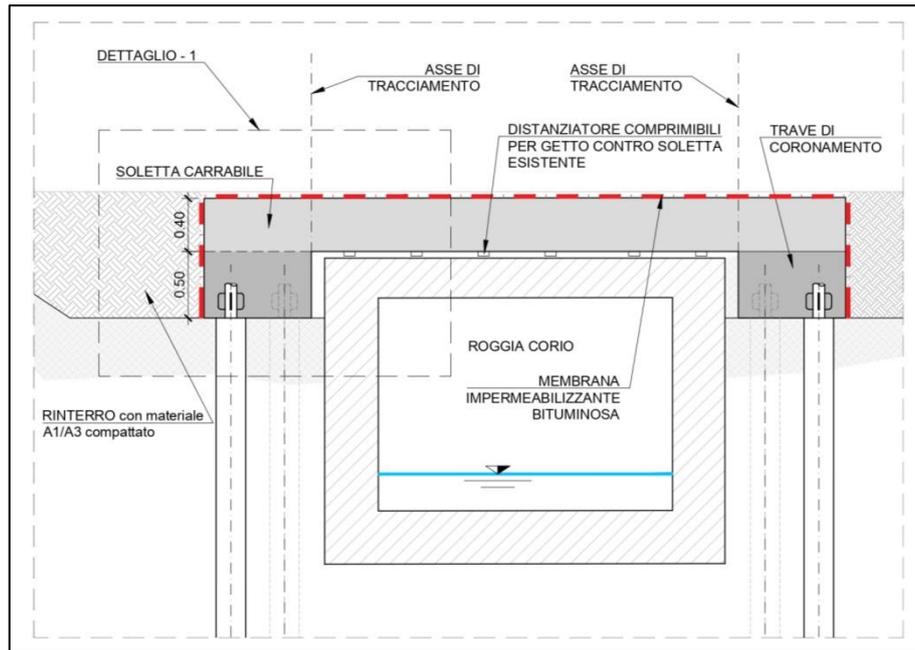


FIGURA 7 – PARTICOLARE COSTRUTTIVO SOLETTA PROTEZIONE ROGGIA CORIO

## 10. INTERFERENZE

Dall'analisi dell'area di interesse, si prevede in fase di progettazione un intervento sui pozzetti esistenti afferenti la rete fognaria, che rispetto allo stato di fatto, saranno sollevati di una certa quantità variabile al fine di essere adeguati al nuovo asse stradale.

In merito alla presenza di ulteriori interferenze, si è riscontrato che lungo il tracciato risultano presenti i seguenti sotto-servizi:

- Rete di adduzione acqua potabile le cui condotte terminano all'incrocio tra via Meucci e Via Lucania e su via Guido Rossa;

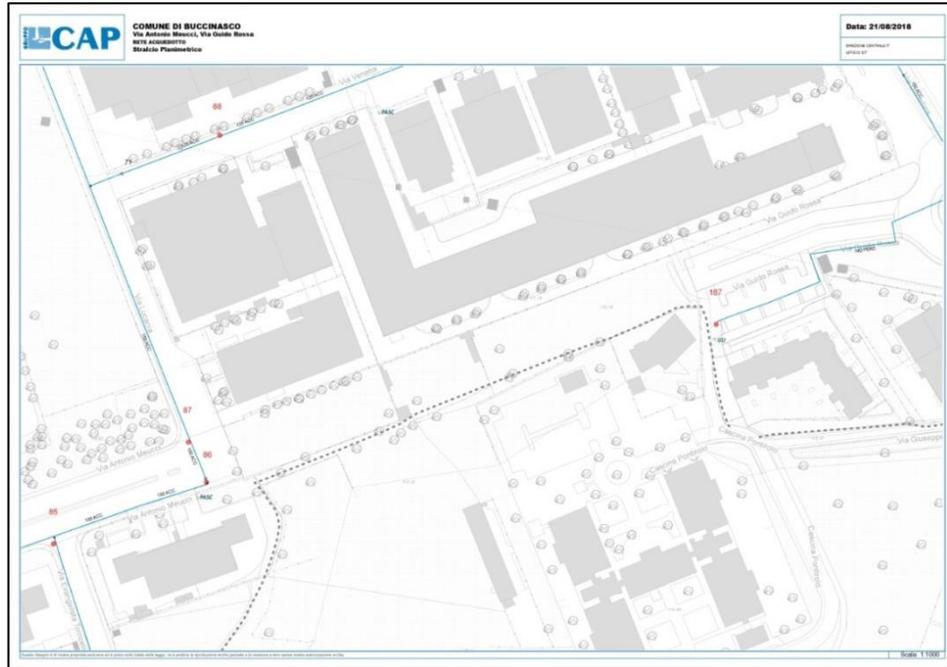


FIGURA 7 – STRALCIO PLANIMETRICO RETE ADDUZIONE ACQUA POTABILE ESISTENTE

- Rete fognaria che si colloca in asse lungo l'asse del futuro intervento;

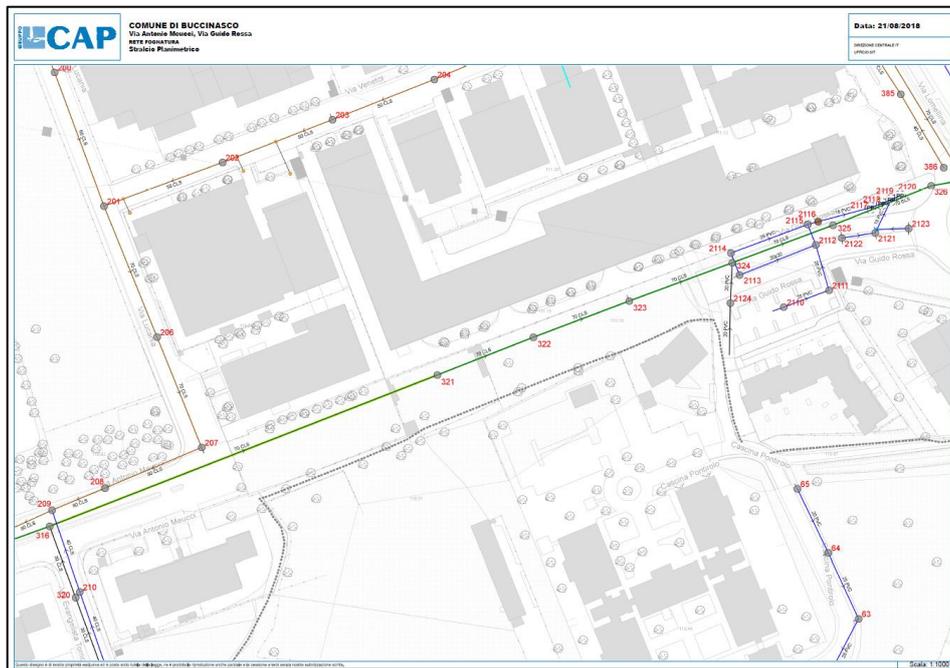


FIGURA 8 – STRALCIO PLANIMETRICO SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE ESISTENTE (FONTE GRUPPO C.A.P.)

Per quanto concerne le reti idrauliche e fognarie si rimanda, per maggiore dettaglio, alla “Relazione Idraulica” (D-HR-03-0) e alla “Relazione Strutture” (D-SR-05-0), in cui verrà descritta la soluzione da applicare a salvaguardia della Roggia Corio, presente allo stato attuale alla sezione terminale della Via Guido Rossa, che si manterrà perpendicolare al nuovo tracciato stradale.





FIGURA 11 – STRALCIO PLANIMETRICO RETE ENEL

## 11. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FIGURA 12 – INNESTO VIA MEUCCI/ VIA LUCANIA



FIGURA 13– PROLUNGAMENTO STRADA DI PROGETTO LATO VIA GUIDO ROSSA (VIA LOMELLINA)



FIGURA 14 – STATO ATTUALE VIA GUIDO ROSSA (ROTATORIA VIA LOMELLINA)



FIGURA 15– STATO ATTUALE TRATTO TOMBATO SOTTO STRADA PROGETTO ROGGIA CORIO



FIGURA 16 – STATO ATTUALE TRATTO TOMBATO SOTTO STRADA PROGETTO ROGGIA CORIO

## COMMITTENTE

### Comune di Buccinasco

Via Roma, 2  
20090 Buccinasco (MI)

Assessore LLPP - David Arboit  
RUP - Arch. Emanuele Polito

## OPERA

### REALIZZAZIONE DELLA STRADA DI COLLEGAMENTO TRA LE VIE A. MEUCCI E LOMELLINA

## PROGETTAZIONE

#### MANDATARIA

**CSA studio**

ACCURACY FOR A BETTER DESIGN

via San Carlo, 31 - 20017 Rho (Milano)  
info@csastudio.it | tel. +39 02 9306942  
www.csastudio.it

#### MANDANTI

P11 COMMESSA024 Strada BuccinascoLavorato\_Progetto\_DefinitivoX\_REFLOGO\_gvgENGINEERING\_OK.JPG

via Bronzino, 9 - 20133 Milano  
www.gvg-engineering.it

P11 COMMESSA024 Strada BuccinascoLavorato\_Progetto\_DefinitivoX\_REFLOGO\_gvgENGINEERING\_OK.JPG

via Bronzino, 9 - 20133 Milano  
www.esedraingegneria.it

#### INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Arch. Ing. Mario V. Serini

#### COORDINATORE PER LA SICUREZZA

Arch. Ing. Mario V. Serini

#### CSA studio

Arch. Ing. Mario V. Serini  
Arch. Silvia Peca  
Arch. Marco Conte

#### GVG ENGINEERING

Ing. Alessandro Grassi

#### ESEDRA Ingegneria

Ing. Luca Formis

## PROGETTO DEFINITIVO

Codice elaborato	Revisione	Titolo
<b>DGR.02</b>	<b>0</b>	<b>ELABORATI GENERALI RELAZIONE GEOTECNICA</b>

Rev.	Descrizione	Data
0	Prima emissione	NOVEMBRE 2019
1		
2		
3		
4		
5		

Redazione elaborato			Scala
REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	-
Ing. Alessandro Grassi	Ing. Alessandro Grassi	Arch. Ing. Mario V. Serini	

## INDICE

1.	INTRODUZIONE	2
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
3.	DESCRIZIONE DELL'OPERA	2
4.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO	3
	4.1. Geomorfologia	3
	4.2. Geologia	3
5.	INDAGINI DI RIFERIMENTO	4
6.	CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA	5
7.	DEFINIZIONE DEI LIVELLI DI FALDA	5
8.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	5

## 1. INTRODUZIONE

La presente relazione è parte integrante del Progetto Preliminare del “Collegamento stradale da Via Meucci a Via Lomellina nel comune di Buccinasco (MI).

In essa si descriveranno le indagini geognostiche di bibliografia, e le conseguenti caratterizzazioni geologico-geotecniche relative alle opere in progetto.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.M. 14 gennaio 2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni” (pubblicato su G.U. del 4 febbraio 2008 n.29).
- Decreto Ministero dei Lavori Pubblici del 9 gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche";
- Decreto Ministero dei Lavori Pubblici del 16 gennaio 1996 "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";
- Decreto Ministero dei Lavori Pubblici del 16 gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche";
- Decreto Ministero dei Lavori Pubblici dell'11 marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- Per il rischio sismico si fa riferimento a quanto riportato nel:
  - - DGR della Lombardia 8/7374 del 28/05/2008.

## 3. DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'opera in oggetto consiste nella realizzazione di un collegamento stradale tra la via Meucci (in corrispondenza della via Lucania) e la Via Lomellina in corrispondenza del ramo di innesto sulla rotatoria attualmente realizzato ma “cieco”.

La nuova viabilità sarà a raso rispetto al piano campagna attuale che non presenta asperità o dislivelli degni di nota.

La sezione stradale è di tipo E con passaggio di Bus composta da una due carreggiate composte da due corsie ciascuna di larghezza 3.5 m e 3.0 m.

Sul lato Nord verrà prevista una pista ciclo pedonale in ambito separato dal piano viabile della larghezza di 2.5 m. Sul lato sud invece verrà realizzato un marciapiedi in continuità a quello esistente su Via Meucci.

Verrà inoltre costruito un manufatto a protezione della attuale roggia interferente con la viabilità futura. Esso sarà costituito da una soletta in c.a. fondata a ai due estremi su file di micropali.

## 4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO

### 4.1. Geomorfologia

L'area interessata dall'intervento posta alla quota media di 110 m s.l.m. la cui origine è imputabile alle dinamiche alluvionali post glaciali wurmiane, rientra in una porzione del livello fondamentale della pianura, un piatto e regolare tavolato leggermente immergente verso SSE nel quale non sono presenti elementi geomorfologici significativi oltre agli alvei dei corpi idrici superficiali ed alle forme legate alle attività antropiche come le cave ad esempio.

L'area è inserita in contesto produttivo e non si sono riscontrati nel territorio immediatamente circostante fenomeni geomorfologici accelerati in atto né tanto meno elementi morfogenetici tali da lasciar supporre rapide future evoluzioni territoriali. L'area pertanto può essere considerata stabile e l'intervento in progetto non altererà tale favorevole situazione.

### 4.2. Geologia

Per fornire un inquadramento geologico dettagliato si è consultato il foglio n.45 "Milano" della Carta geologica d'Italia (AA.VV), secondo tale documentazione l'area studiata rientra in un'unità geologica definibile come "alluvioni fluvioglaciali", si tratta di prevalenti sabbie e subordinate ghiaie tradizionalmente definite "diluvium recente" che si alternano in lenti sub orizzontali.

In superficie riporti o lenti limose.

## 5. INDAGINI DI RIFERIMENTO

Le indagini prese a riferimento per la caratterizzazione dei terreni si riferiscono alla trivellazione dei pozzi ad uso idropotabile, di cui all'elenco riportato sotto.

- 1\_Pozzo 0150360001: Pozzo Romano Banco (1957)
- 2\_Pozzo 0150360002: Pozzo Via Lario (1966)
- 3\_Pozzo 0150360003: Pozzo Grancino Vecchio (1959) Via di Vittorio
- 4\_Pozzo 0150360004: Pozzo Grancino Nuovo (1966) Via Marzabotto
- 5\_Pozzo 0150360005: Pozzo Via Via Resistenza (1974) Via Lazio
- 6\_Pozzo 0150360006: Pozzo Località Rovedo (1974) Via per Rovido
- 7\_Pozzo 0150360007: Pozzo IV Alpini (1985) Via Alpini
- 8\_Pozzo 0150360008: Pozzo Via Romagna (1993)
- 9\_Pozzo 0150360009: Pozzo Via Palermo (1989)
- 10\_Pozzo 0150360010: Pozzo Via Romagna (1993)

I pozzi più vicino all'area oggetto dell'intervento sono il numero 4, 8 e 10 localizzati nella figura sottostante.



## 6. CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA

IN base alla stratigrafia dei sondaggi di bibliografia ed in funzione del tipo di opera che non prevede scavi se non limitatamente alla parte superficiale dell'opera, verrà considerata come stratigrafia di progetto la seguente sequenza stratigrafica

LIVELLO R – Strato di riporto costituito da terreno vegetale  
Da piano campagna a circa 0,70 m di profondità

LIVELLO A – Strato sabbioso con ghiaia e ciottoli  
Da circa 0,70 m a 4 0 m di profondità

LIVELLO B – Alternanza di livelli di argilla limosa a sabbia con ghiaia  
Da circa 4.0 m a 10 0 m di profondità

## 7. DEFINIZIONE DEI LIVELLI DI FALDA

L'opera non è interessata dalla presenza di falda acquifera perla parte superficiale. I micropali invece saranno immersi nella falda che si presuppone si a circa 4-5 m dal piano campagna.

## 8. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

In base alla bibliografia disponibile, in funzione della stratigrafia di riferimento, i parametri geotecnici riportati sono i seguenti:

STRATIGRAFIA							
PROFONDITA		LIVELLO	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$c'$ kPa	$\phi'$ gradi	E MPa	$c_u$ kPa
Da m	A m						
0,00	0,70	R	18		23	-	-
0,70	-4,00	A	18	0	25	15	
-4,00	-10,00	B	18	5	28	20	50

## COMMITTENTE

### Comune di Buccinasco

Via Roma, 2  
20090 Buccinasco (MI)

Assessore LLPP - David Arboit  
RUP - Arch. Emanuele Polito

## OPERA

### REALIZZAZIONE DELLA STRADA DI COLLEGAMENTO TRA LE VIE A. MEUCCI E LOMELLINA

## PROGETTAZIONE

#### MANDATARIA

**CSA studio**

ACCURACY FOR A BETTER DESIGN

via San Carlo, 31 - 20017 Rho (Milano)  
info@csastudio.it | tel. +39 02 9306942  
www.csastudio.it

#### MANDANTI

P11 COMMESSA024 Strada BuccinascoLavorato\_Progetto\_DefinitivoX\_REFLOGO\_gvgENGINEERING\_OK.JPG

via Bronzino, 9 - 20133 Milano  
www.gvg-engineering.it

P11 COMMESSA024 Strada BuccinascoLavorato\_Progetto\_DefinitivoX\_REFLOGO\_esedraENGINEERING\_OK.JPG

via Bronzino, 9 - 20133 Milano  
www.esedraingegneria.it

#### INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Arch. Ing. Mario V. Serini

#### COORDINATORE PER LA SICUREZZA

Arch. Ing. Mario V. Serini

#### CSA studio

Arch. Ing. Mario V. Serini  
Arch. Silvia Peca  
Arch. Marco Conte

#### GVG ENGINEERING

Ing. Alessandro Grassi

#### ESEDRA Ingegneria

Ing. Luca Formis

## PROGETTO DEFINITIVO

Codice elaborato	Revisione	Titolo
<b>DHR.03</b>	<b>0</b>	<b>ELABORATI GENERALI RELAZIONE IDRAULICA</b>

Rev.	Descrizione	Data
0	Prima emissione	NOVEMBRE 2019
1		
2		
3		
4		
5		

Redazione elaborato			Scala
REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	-
Ing. Michele Gilardoni	Ing. Alessandro Grassi	Arch. Ing. Mario V. Serini	

## INDICE

1.	PREMESSA	2
2.	DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE	2
3.	DESCRIZIONE DELLE OPERE	4
4.	SCOPO DEL LAVORO	5
5.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
6.	ANALISI PLUVIOMETRICA	5
7.	VERIFICHE IDRAULICHE	9
	7.1. Collettori	9
	7.2. Pozzetti di raccolta con bocche di lupo	11
	7.3. Trincea drenante	12

## 1. PREMESSA

Entro il Comune di Buccinasco, sito in provincia di Milano in prossimità del Comune di Assago, nel rispetto del PGTU, si prevede in progetto la realizzazione di una strada di collegamento tra le vie A. Meucci e Lomellina, annettendo il breve tratto finale esistente della Via Guido Rossa, oltre la rotonda della Via Lomellina.

Pertanto si prevede un prolungamento della Via Meucci fino alla rotatoria di Via Lomellina tale da consentire di scaricare la via Lomellina stessa e, soprattutto, eliminare le attuali svolte a sinistra verso le vie Piemonte, Veneto e Calabria.

## 2. DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE

Il prolungamento della strada Via Meucci si conforma come unione di due sezioni differenti:

La Via Meucci è composta (partendo da Sud) da un marciapiede di larghezza 1,90 m, una larghezza stradale di 9,00 m uno spartitraffico centrale di 1,90 m, una seconda carreggiata di larghezza pari a 9,0 m ed un marciapiede successivo di 2,0 m di larghezza.



FIGURA 1 – VISTA AEREA DELLA ZONA DELL'INTERVENTO SULLA VIA MEUCCI

Il ramo di innesto esistente sulla Via Lomellina è composto invece (partendo da Sud) da una carreggiata di 6,60 m, uno spartitraffico centrale di 1,90 m ed infine da carreggiata di 6,60 m.



FIGURA 2 – VISTA AEREA DELLA ZONA DELL'INTERVENTO SULLA ROTONDA DI VIA LOMELLINA

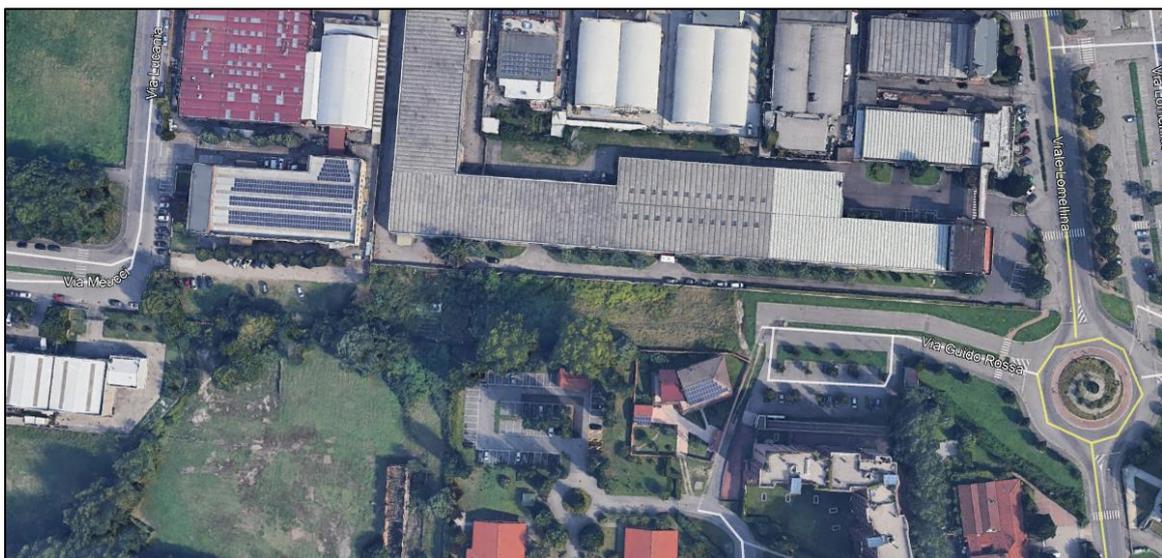


FIGURA 3 – VISTA AEREA DELLA ZONA DELL'INTERVENTO

L'accesso all'area oggetto dei futuri lavori avviene su suolo principalmente incolto.

Allo stato attuale, la regimazione idraulica delle strade da prolungare è presente con caditoie poste nello spartitraffico centrale.

### 3. DESCRIZIONE DELLE OPERE

Oggetto dell'intervento è la realizzazione della nuova strada di collegamento, tra la Via Meucci e la rotonda di Via Lomellina nel Comune di Buccinasco (MI), di lunghezza pari a 344,50 m, a cui andranno sommati i 90 m di tratto esistente (Via Guido Rossa) da adattare alle esigenze normative.

Il progetto è stato dunque diretto al fine di ottenere una maggior sicurezza e transitabilità, nel rispetto dello stato attuale ed in ogni modo con le opere in progetto, garantendo un livello di servizio sufficiente, in considerazione del tipo e dell'entità di traffico che interesserà l'opera.

Nello specifico il presente elaborato, relativo al suddetto progetto definitivo, ha come scopo principale quello di fornire tutte le indicazioni in merito al dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque meteoriche dalla sede stradale lungo tutto il nuovo prolungamento della Via Meucci fino alla rotatoria di Via Lomellina.

Per la realizzazione dell'opera, verrà prevista quindi la regimazione idraulica delle acque meteoriche predisponendo una tubazione in PEAD con diametro nominale variabile da 450 a 730 mm e con pendenza minima pari 0.3% al di sotto dello spartitraffico centrale, che raccoglie l'acqua di pioggia proveniente dal manto stradale tramite bocche di lupo poste ai due lati dello spartitraffico centrale con interrasse 15 m. Le bocche di lupo sono collegate al collettore centrale tramite discendenti con diametro nominale 180 mm.

Le acque raccolte dal collettore centrale sono recapitate a due trincee di infiltrazione poste al di sotto della pista ciclabile realizzate con pietrame con pezzature non eccedente 40-80 mm e volume dei vuoti compreso tra 30 e 40%, opportunamente dimensionate per raccogliere il volume di acqua proveniente dalla piattaforma stradale e dalla pista ciclabile. Ogni trincea è dotata di un tubo microfessurato centrale, DN 200, che ha la funzione di distribuire uniformemente le acque lungo la trincea, e di una condotta verticale forata, con diametro 200 mm, munita di coperchio in superficie, allo scopo di poter osservare in ogni momento il livello idrico nello strato di base.

Nella figura seguente si riporta uno stralcio della planimetria idraulica in progetto.

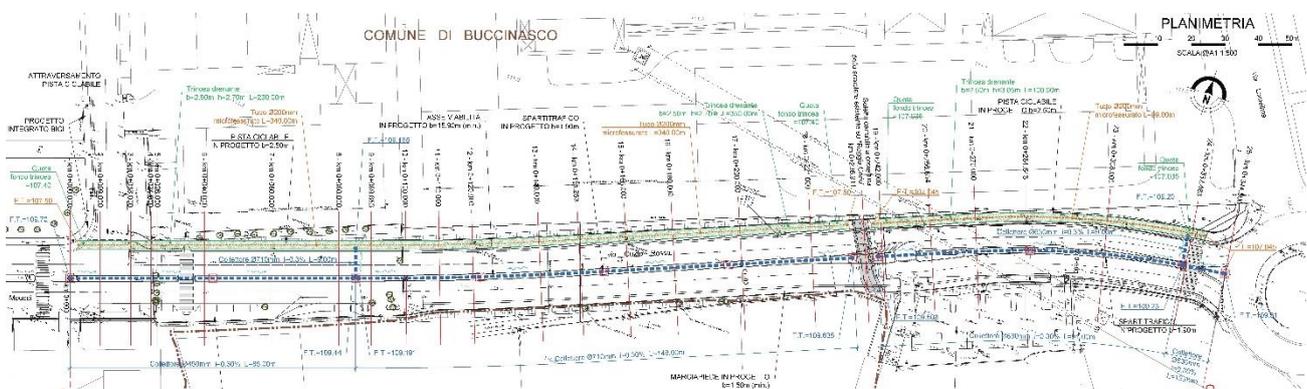


FIGURA 2 – SOLUZIONE PROPOSTA DI INTERVENTO

Si rileva che la soluzione proposta differisce da quanto previsto nel Progetto Preliminare, per recepire le richieste di CAP in merito al recapito delle acque provenienti dalla piattaforma stradale e alla pista ciclabile.

Nel Progetto Preliminare era infatti previsto che le acque raccolte dai collettori posti al centro della carreggiata e al di sotto della pista ciclabile venissero scaricate nella tubazione fognaria  $\phi 700$  esistente al di sotto della strada.

Nella fase di verifica del Progetto Preliminare, l'ente gestore della condotta fognaria (CAP) ha evidenziato l'impossibilità di utilizzare la condotta stessa come recapito finale delle acque, e pertanto su indicazione del Comune di Buccinasco si è proceduto con un sistema di smaltimento tramite dispersione.

#### 4. SCOPO DEL LAVORO

La presente relazione ha l'obiettivo di presentare l'inquadramento idrologico, il dimensionamento ed i risultati delle verifiche idrauliche eseguite per la progettazione del sistema di smaltimento delle acque di piattaforma nell'ambito degli interventi relativi al progetto definitivo del prolungamento della Via Meucci fino alla rotatoria di Via Lomellina.

#### 5. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa principale di settore, cui si è fatto riferimento, è la seguente:

- *D.G.R. n. X/6738 del 19 giugno 2017: "Disposizioni regionali concernenti l'attuazione Del Piano Di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) del bacino del Fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con deliberazione n. 5 dal comitato istituzionale dell'autorità di bacino del Fiume Po";*
- *L.R. n. 4 del 15/03/2016: "Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua";*
- *Circolare n. 617 del 02/02/2009: "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008";*
- *D.M. 14/01/2008: "Norme tecniche per le costruzioni";*
- *D. Lgs. n. 152/2006 del 03/04/2006: "Norme in materia ambientale";*
- *L.R. n. 12 del 11/03/2005: "Legge per il governo del territorio" (ultimo aggiornamento: legge regionale 8 luglio 2016, n. 16).*

#### 6. ANALISI PLUVIOMETRICA

Si riporta di seguito la tabella di sintesi dell'analisi statistica delle registrazioni pluviometriche di durata 1-24 ore, aggiornate all'anno 2011, desunte dal sito dell'ARPA Lombardia per il punto di coordinate WGS84 9.116169, 45,4087118, ubicato in prossimità dell'intervento

ARPA Lombardia per l'elaborazione delle linee segnalatrici di pioggia LSPP ha utilizzato i dati delle stazioni aventi almeno 25 anni di rilevazioni e provenienti da:

- annali idrologici, pubblicati a cura dell'Ufficio Idrografico e Mareografico del Po a partire dall'anno 1934 all'anno 1991;
- digitalizzazioni di serie storiche, ricavate dagli annali fino all'anno 1986-1991, aggiornando alcune di queste serie con informazioni provenienti direttamente da digitalizzazioni del diagramma pluviometrico e aggiornate fino all'anno 2001.

ARPA LOMBARDIA  
Agerzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente

### Calcolo della linea segnalatrice 1-24 ore

Località: *Buccinasco*  
 Coordinate: *WGS 84 9.116160, 45.4087118*

**Linea segnalatrice**

Tempo di ritorno (anni)

Parametricati da: <http://idro.arpalombardia.it>

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 29

N - Coefficiente di scala 0,30219999

GEV - parametro alpha 0,2965

GEV - parametro kappa -0,0502

GEV - parametro epsilon 0,8129001

**Evento pluviometrico**

Durata dell'evento [ore]

Precipitazione cumulata [mm]

*Formulazione analitica*

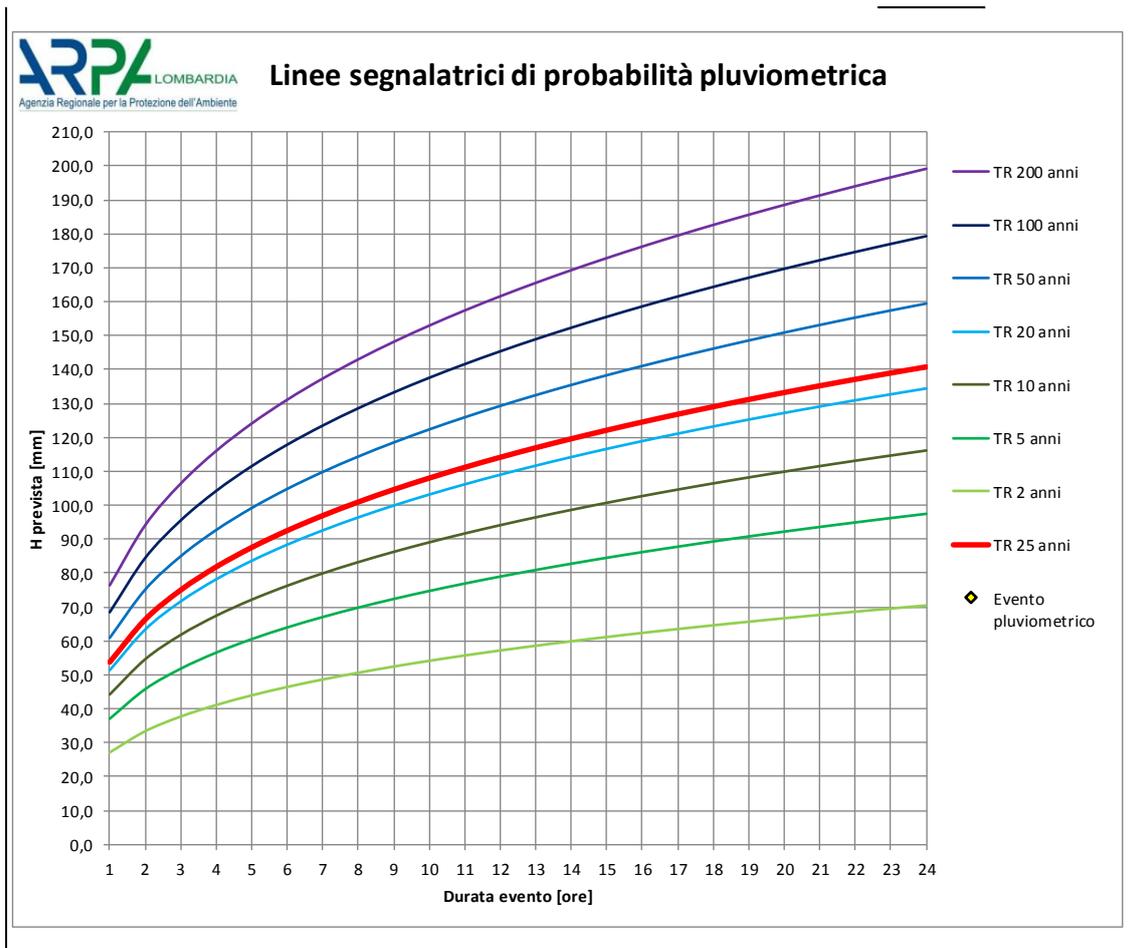
$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[ \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

Bibliografia ARPA Lombardia:  
<http://idro.arpalombardia.it/manual/lspp.pdf>  
[http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA\\_report.pdf](http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf)

**Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno**

Tr	2	5	10	20	50	100	200	25
WT	0,92258	1,27480	1,51928	1,76261	2,09091	2,34719	2,61162	1,84164736
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 25 anni
1	27,0	37,2	44,4	51,5	61,1	68,6	76,3	53,8129341
2	33,2	45,9	54,7	63,5	75,3	84,6	94,1	66,3525983
3	37,6	51,9	61,9	71,8	85,2	95,6	106,4	75,0019769
4	41,0	56,6	67,5	78,3	92,9	104,3	116,0	81,8142956
5	43,8	60,6	72,2	83,8	99,4	111,5	124,1	87,5216307
6	46,3	64,0	76,3	88,5	105,0	117,9	131,1	92,4791804
7	48,5	67,1	79,9	92,7	110,0	123,5	137,4	96,8891825
8	50,5	69,8	83,2	96,5	114,5	128,6	143,1	100,878928
9	52,4	72,4	86,2	100,0	118,7	133,2	148,2	104,534284
10	54,1	74,7	89,0	103,3	122,5	137,5	153,0	107,916204
11	55,6	76,9	91,6	106,3	126,1	141,6	157,5	111,069683
12	57,1	78,9	94,1	109,1	129,5	145,3	161,7	114,028979
13	58,5	80,9	96,4	111,8	132,6	148,9	165,7	116,820845
14	59,8	82,7	98,6	114,3	135,6	152,3	169,4	119,466614
15	61,1	84,4	100,6	116,7	138,5	155,5	173,0	121,983598
16	62,3	86,1	102,6	119,0	141,2	158,5	176,4	124,386062
17	63,5	87,7	104,5	121,2	143,8	161,5	179,7	126,685913
18	64,6	89,2	106,3	123,4	146,3	164,3	182,8	128,893201
19	65,6	90,7	108,1	125,4	148,7	167,0	185,8	131,016501
20	66,7	92,1	109,8	127,4	151,1	169,6	188,7	133,063188
21	67,6	93,5	111,4	129,2	153,3	172,1	191,5	135,039658
22	68,6	94,8	113,0	131,1	155,5	174,5	194,2	136,9515
23	69,5	96,1	114,5	132,8	157,6	176,9	196,8	138,803626
24	70,4	97,3	116,0	134,6	159,6	179,2	199,4	140,60038



Nelle tabelle seguenti si riportano invece i risultati dell'analisi statistica delle registrazioni pluviometriche di durata 1-5 giorni, aggiornate all'anno 2011, desunte dal sito dell'ARPA Lombardia per il punto di coordinate WGS84 9.116169, 45,4087118..



ARPA LOMBARDIA  
Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente

### Calcolo della linea segnalatrice 1-5 giorni

Località: *Buccinasco*  
 Coordinate: *WGS 84 9.116169, 45.4087118*

Parametri ricavati da: <http://idro.arpa.lombardia.it>

A1 - Coefficiente pluviometrico orario	20,89789
N - Coefficiente di scala	0,3568328
W2 - Tempo di ritorno 2 anni	0,92989278
W5 - Tempo di ritorno 5 anni	1,220549
W10 - Tempo di ritorno 10 anni	1,431247
W20 - Tempo di ritorno 20 anni	1,648303
W50 - Tempo di ritorno 50 anni	1,950493
W100 - Tempo di ritorno 100 anni	2,198385
W200 - Tempo di ritorno 200 anni	2,4512401

*Formulazione analitica*

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[ \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

*Evento pluviometrico*

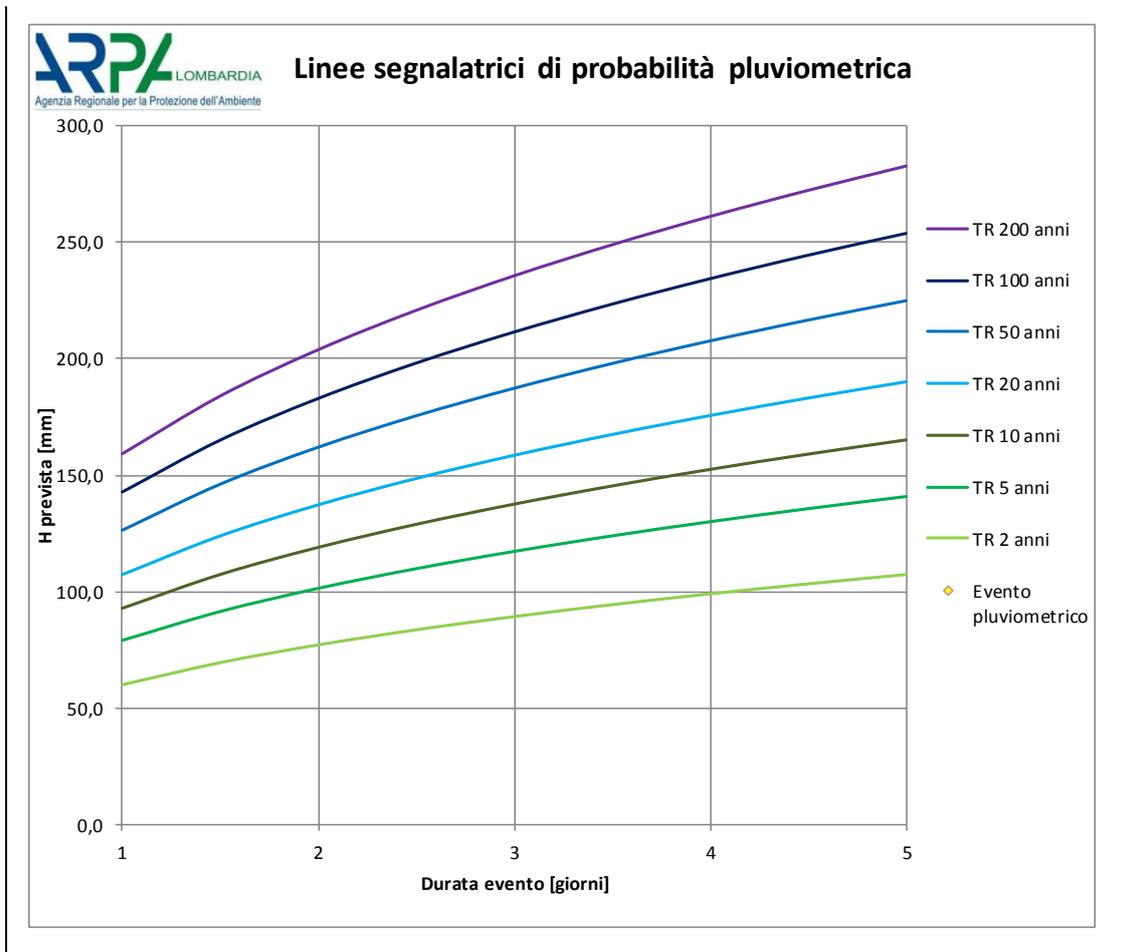
Durata dell'evento [ore]

Precipitazione cumulata [mm]

*Bibliografia ARPA Lombardia:*  
<http://idro.arpa.lombardia.it/manual/lsnp.pdf>

#### Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200
wT	0,92989	1,22055	1,43125	1,64830	1,95049	2,19839	2,45124
Durata (gg)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni
1	60,4	79,3	93,0	107,1	126,7	142,8	159,2
1,5	69,8	91,6	107,4	123,7	146,4	165,0	184,0
2	77,3	101,5	119,1	137,1	162,2	182,9	203,9
2,5	83,8	109,9	128,9	148,5	175,7	198,0	220,8
3	89,4	117,3	137,6	158,5	187,5	211,3	235,6
3,5	94,4	124,0	145,4	167,4	198,1	223,3	249,0
4	99,1	130,0	152,5	175,6	207,8	234,2	261,1
4,5	103,3	135,6	159,0	183,1	216,7	244,2	272,3
5	107,3	140,8	165,1	190,1	225,0	253,6	282,8



## 7. VERIFICHE IDRAULICHE

### 7.1. Collettori

La stima della portata di deflusso è stata eseguita con la formula razionale, seguendo il metodo di calcolo cinematico, per la quale vale la relazione:

$$Q = \frac{10^{-3}}{3600} \cdot \varphi \cdot A \cdot i(Tc)$$

dove:

- $\varphi$ : coefficiente di deflusso pari a 1 per le zone pavimentate e a 0.3 per le zone a verde. Detto  $\varphi_i$  il coefficiente di deflusso relativo alla superficie  $S_i$ , il valore medio del coefficiente relativo ad aree caratterizzate da differenti valori  $\varphi$  si ottiene con una media ponderata:

$$\varphi = \frac{\sum \varphi_i \cdot S_i}{\sum S_i}$$

- $i(T_c)$ : intensità di pioggia relativa al tempo di corrivazione (mm/h), definita dalla relazione  $h_i(T_c)/T_c$  per l'evento con  $T_r = 25$  anni;
- $A$ : area del bacino drenato, espressa in  $m^2$ .

Il tempo di corrivazione è definito dalla relazione

$$T_c = T_a + T_r$$

dove

- $T_a$  = tempo di afflusso, ovvero il tempo necessario alla particella d'acqua in piattaforma per raggiungere il collettore, posto pari a 3 minuti;
- $T_r$  = tempo di rete, pari al tempo di percorrenza all'interno della canalizzazione. Il tempo di rete è calcolato, in prima approssimazione, considerando una velocità di scorrimento pari a 1 m/s.

Per il calcolo dei collettori presenti in progetto si è adottata la nota formula di Chezy per il moto uniforme:

$$Q = A \cdot K_s \cdot (R \cdot I)^{\frac{1}{2}}$$

dove:

- $A$ : area bagnata;
- $K_s$ : coefficiente di scabrezza di Strickler, pari a  $85 m^{1/3}/s$  per i manufatti in PEAD;
- $R$ : raggio idraulico
- $I$ : pendenza del collettore

La verifica dei collettori è stata svolta tramite il raffronto tra le portate di progetto calcolate come indicato nella formula precedente e la portata smaltita da ogni singolo elemento, in riferimento ad ogni specifico tratto della rete di smaltimento in funzione della sua pendenza.

La velocità della corrente deve essere compresa tra i valori limite min. 0.5 m/s e max. 5.0 m/s; infatti una velocità troppo bassa può portare alla formazione di depositi persistenti di materiali sedimentabili che a lungo andare possono causare restringimento della sezione liquida, mentre una velocità troppo alta può portare al deterioramento delle condotte. Le tubazioni di collettamento devono garantire il deflusso della portata di progetti con un coefficiente di riempimento inferiore al 70%.

Nella figura seguente è indicato lo schema planimetrico dei collettori, con l'indicazione delle sezioni in modo tale da facilitare la lettura dei calcoli svolti, mentre nella tabella seguente sono presentate le verifiche svolte.

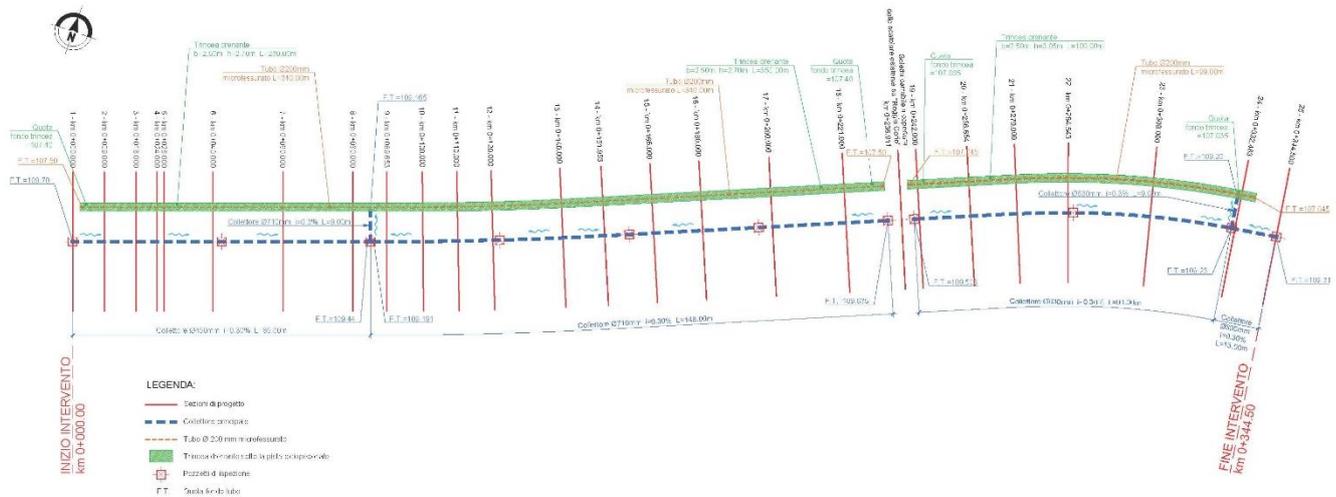


FIGURA 7-1: SCHEMA PLANIMETRICO

Nodo di monte	Nodo di valle	Lunghezza	Area pavimentata	Area verde	T <sub>a</sub>	T <sub>r</sub>	T <sub>r</sub>	T <sub>c</sub>	C <sub>medio</sub>	Area di calcolo	i(T <sub>c</sub> )	Q
(Sezione)	(Sezione)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )	(min)	(min)	(min)	(min)	(-)	(m <sup>2</sup> )	(mm/ora)	(m <sup>3</sup> /s)
19	25	105.36	2314.26	519.66	3.00	1.76	1.76	4.76	0.87	2833.92	313.198	0.215
1	8	44.825	842.04	168.77	3.00	0.75	0.75	3.75	0.88	1010.80	369.892	0.092
8	19	192.085	3611.20	561.85	3.00	3.20	3.20	6.20	0.91	4173.05	260.255	0.273

TABELLA 7.1: CALCOLO DELLA PORTATA AFFERENTE AI COLLETTORI

Nodo di monte	Nodo di valle	Q	i	DN	Grado riempimento	v
(Sezione)	(Sezione)	(m <sup>3</sup> /s)	(%)	(mm)	(%)	(m/s)
19	25	0.215	0.30	630	63%	1.35
1	8	0.092	0.30	450	65%	1.09
8	19	0.273	0.30	710	59%	1.44

TABELLA 7.2: VERIFICA DEI COLLETTORI

### 7.2. Pozzetti di raccolta con bocche di lupo

La portata smaltita dalle bocche di lupo viene calcolata con la formula della bocca a stramazzo a parete grossa di seguito presentata:

$$Q = 0.385 \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot H^{3/2}$$

dove

- b = 0.27 m: larghezza di bocca
- H = 0.15 m: altezza acqua a monte della bocca
- g = 9.81 m/s<sup>2</sup>: accelerazione di gravità.

Dalla formula precedente si ottiene una portata massima smaltita dalla bocca di lupo pari a 0.0267 m<sup>3</sup>/s.

La portata per metro lineare proveniente dalla piattaforma stradale, calcolata assumendo un tempo di accesso pari a 3 minuti, la larghezza della piattaforma stradale e della pista ciclabile pari a 9.50 m, e

utilizzando le curve di possibilità pluviometrica presentate nel par. 6 per l'evento con periodo di ritorno 25 anni, è pari a  $0.0011 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$ .

L'interasse teorico delle bocche di lupo è pertanto pari a  $0.0267/0.0011 = 23.45 \text{ m}$ ; per garantire lo smaltimento della portata affluente dalla piattaforma stradale, le bocche di lupo sono posizionate con interasse non superiore a 15 m.

La portata massima che può portare il discendente è calcolata con la formula del funzionamento sotto battente:

$$Q = C_q A \sqrt{2gh}$$

Essendo

- $C_q = 0.6$ ,
- A l'area del discendente
- h il carico sulla sezione contratta.

Considerando h pari a 15 cm si ottiene che il discendente DN180, avente diametro interno pari a 158 mm, è in grado di smaltire una portata pari a 20.18 l/s. Poiché l'interasse dei discendenti è pari a quello delle bocche di lupo (15 m), la portata afferente a ciascun discendente è pari a  $0.0011 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m} * 15 \text{ m} * 1000 \text{ l}/\text{m}^3 = 17.09 \text{ l}/\text{s}$ ; la verifica è pertanto soddisfatta.

### 7.3. Trincea drenante

Il dimensionamento della trincea drenate è stato condotto in accordo con il regolamento della regione Lombardia del 23 novembre 2017 – n. 7, e relativo aggiornamento del 19 aprile 2019 – n. 8.

In accordo con l'Elenco dei Comuni ricadenti nelle aree ad alta, media e bassa criticità idraulica, ai sensi dell'art. 7 del regolamento regionale (allegato C), il comune di Buccinasco ricade nell'area B a media criticità idraulica.

Il coefficiente medio di deflusso è posto pari a 0.87, in accordo con i criteri di calcolo definiti all'art. 11, comma d del regolamento regionale.

La superficie interessata dall'intervento è, per ciascuna trincea drenante, inferiore a 1 ettaro, e quindi, in accordo con la tabella seguente, l'intervento rientra nella classe 2 – Impermeabilizzazione potenziale media, ed il dimensionamento viene svolto con il metodo delle sole piogge.

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Area A, B	Area C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,03 ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq)	> 0,4	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
		da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	qualsiasi		
		da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	≤ 0,4		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	> 0,4	Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G)	
		> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

TABELLA 7.3: TABELLA 1 REGOLAMENTO REGIONALE 19 APRILE 2019 – N. 8

In accordo al regolamento regionale, art. 12, comma 2, il volume minimo di invaso per ciascuna vasca è pari a 500 m<sup>3</sup> per ettaro di superficie scolante dell'intervento (aree B di cui al comma 3 dell'art. 7).

Il dimensionamento delle trincee è stato svolto seguendo il metodo delle sole piogge indicato nell'allegato G al regolamento regionale del 19 aprile 2019 – n. 8, al quale si rimanda per la trattazione teorica.

In particolare, la durata critica dell'evento  $D_w$  (ore) e il volume di laminazione  $W_0$  (m<sup>3</sup>) sono stati calcolati tramite le due formule seguenti, dove

$$D_w = \left( \frac{Q_{u,lim}}{2.78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w$$

dove

- S = superficie scolante (ha)
- a = parametro curva possibilità pluviometrica (mm/ora), calcolato come  $a1 \cdot w_T$  (par. 6)
- n = parametro curva possibilità pluviometrica per eventi con durata maggiore di 1 ora (par. 6); per eventi con durata inferiore a 1 ora, si assume il valore 0.5, come da regolamento regionale
- $\varphi$  = coefficiente medio di deflusso (-), pari a 1 per le aree impermeabili e 0.3 per le aree a verde, come da regolamento regionale
- $Q_{u,lim}$  = portata limite scolante (l/s), pari alla portata defluente dalla base e dalle pareti laterali della trincea drenante

Le vasche sono state dimensionate per un evento con periodo di ritorno pari a 50 anni; il volume effettivo di laminazione è stato cautelativamente maggiorato rispetto a quello così calcolato per rispondere alla misura di sicurezza per un evento con tempo di ritorno 100 anni (art. 11, comma 3 del regolamento regionale).

I risultati delle verifiche per ciascuna vasca sono presentati nelle tabelle seguenti.

		TR 50 anni	TR 100 anni
Classe intervento		2 - Impermeabilizzazione potenziale media	
Modalità di calcolo		Metodo sole piogge	
Superficie piattaforma	(m <sup>2</sup> )	2314	
Superficie a verde (permeabile)	(m <sup>2</sup> )	519.66	
Coefficiente deflusso medio	(-)	0.87	
Livello criticità idraulica		B	
Volume minimo vasca	(m <sup>3</sup> /ha superficie impermeabile)	500	
Superficie equivalente impermeabile	(ha)	0.25	
Volume minimo vasca da regolamento	(m <sup>3</sup> )	123.51	
Parametri curva possibilità pluviometrica			
$a = a1 * W_t$	(mm/ora)	60.64	68.07
n (per T >= 1 ora)	(-)	0.302	0.302
n (per T < 1 ora)	(-)	0.50	0.50
$D_w$ (durata critica evento)	(ore)	8.43	8.44
$W_0$ (volume di laminazione)	(m <sup>3</sup> )	198.96	223.49
Volume totale trincea (volume vuoti 35%)	(m <sup>3</sup> )	568.46	638.55
Permeabilità terreno	(m/s)	2.50E-06	2.50E-06
Dimensioni trincea			
Lunghezza	(m)	100	100
Larghezza base	(m)	2.5	2.5
Altezza	(m)	2.27	2.55
Superficie disponibile per filtrazione	(m <sup>2</sup> )	1137.5	1275
Portata smaltita per filtrazione	(l/s)	2.84	3.19
<b>Volume di laminazione</b>	<b>(m<sup>3</sup>)</b>	<b>198.96</b>	<b>223.49</b>
<b>Tempo svuotamento</b>	<b>(ore)</b>	<b>19.43</b>	<b>19.48</b>

TABELLA 7.4: DIMENSIONAMENTO E VERIFICA TRINCEA 1

Considerando una vasca con lunghezza 100 m, larghezza di base 2.50 m (pari alla larghezza della pista ciclabile) e riempimento massimo pari a 2.55 m, il volume di laminazione disponibile per un evento con periodo di ritorno 100 anni risulta pari a 223.49 m<sup>3</sup>.

		TR 50 anni	TR 100 anni
Classe intervento		2 - Impermeabilizzazione potenziale media	
Modalità di calcolo		Metodo sole piogge	
Superficie piattaforma	(m <sup>2</sup> )	4595	
Superficie a verde (permeabile)	(m <sup>2</sup> )	1037.87	
Coefficiente deflusso medio	(-)	0.87	
Livello criticità idraulica		B	
Volume minimo vasca	(m <sup>3</sup> /ha superficie impermeabile)	500	
Superficie equivalente impermeabile	(ha)	0.49	
Volume minimo vasca da regolamento	(m <sup>3</sup> )	245.32	
Parametri curva possibilità pluviometrica			
a = a1 * W <sub>t</sub>	(mm/ora)	60.64	68.07
n (per T >= 1 ora)	(-)	0.302	0.302
n (per T < 1 ora)	(-)	0.50	0.50
D <sub>w</sub> (durata critica evento)	(ore)	8.43	8.42
W <sub>0</sub> (volume di laminazione)	(m <sup>3</sup> )	395.29	443.52
Volume totale trincea (volume vuoti 35%)	(m <sup>3</sup> )	1129.40	1267.20
Permeabilità terreno	(m/s)	2.50E-06	2.50E-06
Dimensioni trincea			
Lunghezza	(m)	230	230
Larghezza base	(m)	2.50	2.50
Altezza	(m)	1.96	2.21
Superficie disponibile per filtrazione	(m <sup>2</sup> )	2258.1	2537.8
Portata smaltita per filtrazione	(l/s)	5.65	6.34
<b>Volume di laminazione</b>	<b>(m<sup>3</sup>)</b>	<b>395.29</b>	<b>443.52</b>
<b>Tempo svuotamento</b>	<b>(ore)</b>	<b>19.45</b>	<b>19.42</b>

TABELLA 7.5: DIMENSIONAMENTO E VERIFICA TRINCEA 2

Considerando una vasca con lunghezza 230 m, larghezza di base 2.50 m (pari alla larghezza della pista ciclabile) e riempimento massimo pari a 2.21 m, il volume di laminazione disponibile per un evento con periodo di ritorno 100 anni risulta pari a 443.52 m<sup>3</sup>.

Come si evince dalle tabelle precedenti, il tempo di svuotamento è sempre inferiore a 48 ore, come richiesto nell'art. 11, comma f del regolamento regionale.

## COMMITTENTE

### Comune di Buccinasco

Via Roma, 2  
20090 Buccinasco (MI)

Assessore LLPP - David Arboit  
RUP - Arch. Emanuele Polito

## OPERA

### REALIZZAZIONE DELLA STRADA DI COLLEGAMENTO TRA LE VIE A. MEUCCI E LOMELLINA

## PROGETTAZIONE

#### MANDATARIA

**CSA studio**

ACCURACY FOR A BETTER DESIGN

via San Carlo, 31 - 20017 Rho (Milano)  
info@csastudio.it | tel. +39 02 9306942  
www.csastudio.it

#### MANDANTI

P11 COMMESSA024 Strada BuccinascoLavoro00\_Progetto\_DefinitivoX\_REFLOGO\_gvgENGINEERING\_OK.JPG

via Bronzino, 9 - 20133 Milano  
www.gvg-engineering.it

P11 COMMESSA024 Strada BuccinascoLavoro00\_Progetto\_DefinitivoX\_REFLOGO\_esedraINGEGNERIA\_OK.JPG

via Bronzino, 9 - 20133 Milano  
www.esedraingegneria.it

#### INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Arch. Ing. Mario V. Serini

#### COORDINATORE PER LA SICUREZZA

Arch. Ing. Mario V. Serini

#### CSA studio

Arch. Ing. Mario V. Serini  
Arch. Silvia Peca  
Arch. Marco Conte

#### GVG ENGINEERING

Ing. Alessandro Grassi

#### ESEDRA Ingegneria

Ing. Luca Formis

## PROGETTO DEFINITIVO

Codice elaborato	Revisione	Titolo
<b>DMR.06</b>	<b>0</b>	<b>ELABORATI GENERALI RELAZIONE IMPIANTI</b>

Rev.	Descrizione	Data
0	Prima emissione	NOVEMBRE 2019
1		
2		
3		
4		
5		

Redazione elaborato			Scala
REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	-
Ing. Luca Formis	Ing. Alessandro Grassi	Arch. Ing. Mario V. Serini	

## SOMMARIO

1	PREMESSA	- 3 -
2	CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI	- 4 -
3	RELAZIONE GENERALE	- 4 -
	3.1 QUALITÀ E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	- 4 -
	3.2 REQUISITI MINIMI CORPI ILLUMINANTI	- 5 -
	3.3 REQUISITI NORMATIVI	- 5 -
	3.4 PROTEZIONE DA ACQUA E CORPI SOLIDI	- 5 -
	3.5 PROTEZIONI MECCANICHE	- 6 -
	3.6 CASSETTE – GIUNZIONI – DERIVAZIONI	- 6 -
	3.7 DESCRIZIONE DEL FUNZIONAMENTO	- 6 -
	3.8 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO ELETTRICO	- 6 -
3.8.1	PROTEZIONE DA SOVRACCARICO E CORTOCIRCUITO	- 6 -
3.8.2	PROTEZIONE DEL CONDUTTORE DI NEUTRO	- 7 -
	3.9 MISURE DI PROTEZIONE CONTRO CONTATTI DIRETTI E INDIRECTI	- 8 -
3.9.1	PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI	- 8 -
3.9.2	PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRECTI	- 8 -
3.9.3	DISPERSORE	- 9 -
3.9.4	RECINZIONE	- 9 -
3.9.5	PROTEZIONE VERSO TERRA E VERSO MASSA	- 9 -
4	SCELTA E CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEI QUADRI	- 9 -
	4.1 APPARECCHIATURE ASSIEMATE DI PROTEZIONE E MANOVRA (QUADRI)	- 9 -
	4.2 ISOLAMENTO DEI CAVI	- 10 -
	4.3 TIPOLOGIE DI CONDUTTURE AMMESSE	- 12 -
	4.4 COLORI DISTINTIVI DEI CAVI	- 14 -
	4.5 SEZIONI MINIME E CADUTE DI TENSIONE AMMESSE	- 14 -
	4.6 SEZIONI MINIMA DEI CONDUTTORI DI NEUTRO	- 14 -
	4.7 CAVIDOTTI	- 15 -
5	PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE	- 15 -
6	RELAZIONE SPECIALISTICA	- 16 -
	6.1 CARATTERISTICHE GENERALI DI PROGETTO	- 16 -
	6.2 CLASSIFICAZIONE ILLUMINOTECNICA	- 16 -
6.2.1	CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI PROGETTO	- 16 -
6.2.2	PARAMETRI DI CALCOLO	- 16 -
	6.3 CAVIDOTTI	- 17 -
	6.4 CONDUTTURE	- 17 -
	6.5 POZZETTI DI DERIVAZIONE E ROMPITRATTA	- 17 -
	6.6 PALI DI ILLUMINAZIONE	- 18 -
	6.7 CORPI ILLUMINANTI	- 18 -

---

6.8	<i>CALCOLI ESECUTIVI</i>	- 18 -
7	ELABORATI GRAFICI	- 18 -
8	DICHIARAZIONE DI CONFORMITA'	- 18 -
9	LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO	- 19 -
9.1	<i>RIFERIMENTI NORMATIVI PER I CAVI</i>	- 19 -
9.2	<i>RIFERIMENTI NORMATIVI PER I QUADRI</i>	- 19 -
9.3	<i>RIFERIMENTI NORMATIVI PER LA DISTRIBUZIONE</i>	- 19 -
9.4	<i>NORME PER L'ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI</i>	- 20 -
10	COLLAUDO E MANUTENZIONE	- 21 -
10.1	<i>COLLAUDO: VERIFICHE PER LA MESSA IN FUNZIONE</i>	- 21 -
10.1.1	ESAME A VISTA	- 21 -
10.1.2	MISURE E PROVE SPERIMENTALI	- 21 -
10.2	<i>MANUTENZIONE: VERIFICHE A IMPIANTO ESEGUITO</i>	- 21 -
11	ALLEGATI	- 22 -
11.1	<i>CALCOLO ILLUMINOTECNICO</i>	- 22 -
11.2	<i>SCHEDA TECNICA PROIETTORI</i>	- 22 -
11.3	<i>SCHEDA TECNICA PALO DI SOSTEGNO</i>	- 22 -
11.4	<i>SCHEDA POSA PALO DI SOSTEGNO</i>	- 22 -

## 1 PREMESSA

Gli impianti elettrici descritti nella presente relazione sono relativi all'illuminazione pubblica che verrà realizzata in seguito alla costruzione di una nuova strada di collegamento tra le vie A. Meucci e Lomellina, annettendo il breve tratto finale esistente della Via Guido Rossa, oltre la rotonda della Via Lomellina, nel comune di Buccinasco.

Si fa presente che lo scrivente è stato incaricato dalla committenza della sola progettazione esecutiva, è esclusa ogni opera di direzione lavori, collaudo o verifica ad opere eseguite.

Con le precisazioni esposte nel primo paragrafo - "Classificazione dei luoghi" – non sono stati forniti dal Committente prescrizioni particolari, tali da condizionare la realizzazione degli impianti in oggetto.

Le normative di riferimento per l'illuminazione stradale (o pubblica) sono le UNI 11248 e UNI EN 13201.

Il codice della strada definisce la strada come "area ad uso pubblico destinata alla circolazione dei pedoni dei veicoli ed animali".

Se in futuro dovessero insorgere esigenze impiantistiche diverse da quelle contemplate nel presente progetto, occorrerà modificare gli impianti realizzati ed aggiornare la relativa documentazione di progetto.

Vengono dunque declinate ogni responsabilità derivanti da condizioni di funzionamento, rischio e quant'altro qui considerato per le quali non sia stata fornita dal committente adeguata informazione e/o prescrizione scritta.

Le apparecchiature utilizzate ed annesse alla rete di alimentazione e previste nei presenti elaborati, non costituiscono oggetto del progetto e dovranno essere certificate e conformi alle relative norme di prodotto (relative ai locali ed alle modalità d'installazione).

Si declinano responsabilità per l'uso di apparecchiature non rispondenti alle normative riportate e non installate in ambienti o posizioni non conformi alla normativa.

*Per la natura stessa degli interventi alcune decisioni tecniche dovranno essere prese nel corso degli interventi di adeguamento, in quanto si avrà una più chiara visione dello stato dell'impianto e si potranno meglio individuare e valutare quegli elementi quali i passaggi cavi, i montanti, i conduttori, che ora risultano difficili da considerare; qualora si verificasse questa necessità, verranno aggiornati gli schemi elettrici e il progetto*

L'elaborato comprende schemi e criteri di scelta di base degli elementi elettrici.

## **2 CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI**

L'area oggetto dell'intervento è un tratto della strada denominata Via Guido Rossa.

L'attività prevede un prolungamento della Via Meucci fino alla rotatoria di Via Lomellina tale da consentire di scaricare la via Lomellina stessa e, soprattutto, eliminare le attuali svolte a sinistra verso le vie Piemonte, Veneto e Calabria.

La strada in oggetto è classificata, secondo la UNI 11248 prospetto 1 come "strada urbana di quartiere" di tipo E.

Sono presenti nel comune di Buccinasco altri corpi illuminati a led, di recentemente installazione; per continuità estetica si ipotizza di utilizzare medesimi prodotti marca FIVEP modello KAI.

## **3 RELAZIONE GENERALE**

L'illuminazione pubblica sulla strada in oggetto verrà realizzata in seguito alla posa di nuovi pali a doppio braccio posizionati nello spartitraffico centrale, come meglio specificato negli elaborati grafici. La posizione dei pali riportata sugli elaborati è vincolante in quanto determinano il risultato illuminotecnico.

La linea elettrica che fornisce l'alimentazione ai proiettori sarà derivata da un quadro esistente.

### **3.1 QUALITÀ E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

**Tutti i materiali devono essere dotati di marcatura CE e di Dop nel caso di prodotti rientranti nell'ambito di applicazione di una norma europea armonizzata ai sensi del Regolamento n.305/2011.**

**Tutti i cavi elettrici dovranno essere dotati di marcatura CE e della Dichiarazione di Prestazione Dop in base alla Norma EN 50575 "Classi di reazione al fuoco dei cavi elettrici in relazione al Regolamento UE prodotti da costruzione 305/2011.**

I luoghi di applicazione dei cavi in correlazione con le classi di reazione al fuoco sono definiti dalla Tabella CEI UNEL 35016.

E' richiesto che la marcatura sia stampigliata sulla guaina in modo da identificare il cavo inequivocabilmente anche dopo la posa.

Tutti i materiali e gli apparecchi devono essere rispondenti alle relative norme CEI e tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistono. Per i materiali potranno essere richiesti i campioni, sempre che siano materiali di normale produzione.

Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.

Non saranno richieste prove per i materiali contrassegnati con il MARCHIO ITALIANO DI QUALITÀ' (IMQ) od equivalenti, ai sensi della Legge n.791 dell'Ottobre 1977.

I materiali dei quali sono stati richiesti i campioni non potranno essere posti in opera che dopo l'accettazione da parte della Committente.

### 3.2 REQUISITI MINIMI CORPI ILLUMINANTI

I corpi illuminanti dovranno avere le caratteristiche elettriche minime di seguito indicate:

- Grado di protezione minimo degli apparecchi d'illuminazione contro la penetrazione ai corpi solidi e liquidi IP 65. Questo elevato grado di protezione impedisce la penetrazione all'interno dell'apparecchio di pioggia e polvere, rendendolo praticamente sigillato.
- La classe dell'apparecchio nei confronti dei contatti indiretti deve essere II
- Devono avere il vano ottico chiuso da elementi trasparenti e piani realizzati con materiali come vetro Temprato
- Devono avere un alto rendimento luminoso (rapporto tra flusso luminoso (lm) reso dall'apparecchio e flusso luminoso (lm) emesso dalla lampada comunque superiore al 70% per tutti gli apparecchi
- Sull'apparecchio di illuminazione devono essere riportati i seguenti dati di targa:
  - a. nome della ditta costruttrice, numero di identificazione o modello;
  - b. tensione di funzionamento;
  - c. limiti della temperatura per cui è garantito il funzionamento, se diverso da 25°;
  - d. grado di protezione IP;
  - e. il simbolo per la classe II e
  - f. potenza nominale in Watt e tipo di lampada.
- Il costruttore dell'apparecchio deve fornire un foglio con le istruzioni per la corretta installazione in conformità alla legge regionale per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per la manutenzione.
- Gli apparecchi devono essere conformi alle normative di riferimento (CEI 34-21, CEI 34-30, CEI 34-33, CEI 64-7).

### 3.3 REQUISITI NORMATIVI

I progetti illuminotecnici sono stati realizzati in conformità alle L.r. per il contenimento dell'inquinamento luminoso e al DM del ministero dell'ambiente del dicembre 2013 sui Criteri Minimi Ambientali, ed alle relative normative di settore.

Per questo stesso motivo l'impiego di prodotti diversi da quelli indicati ma equivalenti, oltre ad essere fortemente sconsigliato presuppone il rispetto delle prescrizioni delle Leggi regionali medesime e del D.M.

### 3.4 PROTEZIONE DA ACQUA E CORPI SOLIDI

Le parti accessibili da terzi (altezza inferiore a m. 3 - vedi CEI 64-7 (1998) Art. 3.4.2) degli involucri contenenti componenti elettrici, ove non precisato dal presente progetto, devono avere grado di protezione almeno pari a IP 43.

Per le altre parti di impianto dovranno essere rispettati i seguenti gradi di protezione:

- per i componenti installati in pozzetto IP68
- per il vano porta apparecchi dei corpi illuminanti IP44
- per il vano lampada IP44 min.

### 3.5 PROTEZIONI MECCANICHE

I componenti degli impianti esposti al pericolo di prevedibili lesioni meccaniche devono essere adeguatamente protetti.

Gli accorgimenti costruttivi sono da studiarsi caso per caso; in particolare è richiesta una protezione meccanica per i cavi fuori terra disposti a meno di 3 m dal suolo e per i cavi installati a portata di mano rispetto ai piani di calpestio dei luoghi ordinariamente percorsi da persone.

### 3.6 CASSETTE – GIUNZIONI – DERIVAZIONI

Per cavi di sezione fino a 16mm<sup>2</sup> la derivazione agli apparecchi di illuminazione sarà effettuata con l'impiego di cassetta di connessione in classe II collocata nell'alloggiamento all'interno del palo con transito nella medesima dei cavi unipari di dorsale.

Ove non fosse possibile tale tipo di derivazione, le giunzioni dovranno essere realizzate nei pozzetti, senza interruzione del conduttore, utilizzando connettori a compressione crimpati, prevedendo il ripristino dell'isolamento iniziale mediante nastro auto agglomerante e successiva finitura mediante nastro isolante.

La giunzione dovrà essere realizzata a "T" e non in linea per garantire l'idoneo grado di protezione della giunzione stessa.

La salita all'asola dei cavi unipolari sarà riservata unicamente alla fase interessata ed al neutro escludendo le restanti due fasi; per tratti di dorsali rilevanti dovrà essere previsto altresì un sezionamento dell'intera linea facendo transitare le tre fasi ed il neutro in una cassetta di connessione collocato nell'asola di un palo secondo indicazione dei Direttore dei Lavori.

*La sezione minima dei conduttori deve essere di 2,5 mm<sup>2</sup> per le derivazioni ai punti luce.*

### 3.7 DESCRIZIONE DEL FUNZIONAMENTO

Il ciclo di funzionamento prevede l'accensione e lo spegnimento tramite comando astronomico crepuscolare.

L'accensione e lo spegnimento possono comunque essere forzati mediante selettore AUT-MAN posti sul quadro principale.

Si ipotizza di collegare la nuova linea con la linea presente che alimenta l'ultimo palo in via Meucci ang. Via Lucania

### 3.8 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO ELETTRICO

Lo studio e la progettazione dell'impianto elettrico vengono eseguite secondo i seguenti principi

#### 3.8.1 PROTEZIONE DA SOVRACCARICO E CORTOCIRCUITO

Per ogni conduttura secondo le norme CEI 64-8 deve essere verificato che:

- il tipo di posa sia compatibile con l'ambiente di installazione
- siano soddisfatte le relazioni:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$I_F \leq 1,45 \times I_Z$$

dove:

$I_B$  = corrente di impiego del circuito

$I_z$  = portata in regime permanente della conduttura

$I_N$  = corrente nominale del dispositivo di protezione

$I_F$  = corrente convenzionale che assicura il funzionamento del dispositivo di protezione.

• il dispositivo di protezione sia tale da garantire la protezione della conduttura anche per i tratti a sezione inferiore, che il suo potere di interruzione sia almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione, e che sia soddisfatta la seguente relazione:

$$(I^2t) \leq K^2 S^2$$

dove:

$(I^2t)$  è l'energia specifica passante per la durata del cortocircuito

$K$  = coefficiente dipendente dal tipo di conduttore

$S$  = sezione dei conduttori da proteggere in  $\text{mm}^2$

Un interruttore automatico idoneo per la protezione contro il sovraccarico di un cavo è generalmente idoneo anche per la protezione contro il cortocircuito, se ha un potere di interruzione, o un potere di cortocircuito, almeno pari alla corrente di cortocircuito presunta nel punto d'installazione.

E' ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore a condizione che

a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione. In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica passante  $I^2t$  lasciata passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

• Qualora si dovessero utilizzare fusibili di tipo generale G, si dovrà rispettare la seguente condizione:

$$I_B \leq I_N \leq 0,9 \times I_z$$

per tenere conto delle caratteristiche di intervento dei fusibili, diverse da quelle degli interruttori automatici. Un fusibile scelto per la protezione contro il sovraccarico è anche adatto contro il cortocircuito, purché abbia il potere d'interruzione almeno uguale alla corrente di cortocircuito presunta nel punto d'installazione.

I conduttori utilizzati per i circuiti di potenza devono avere sezione minima di  $1.5 \text{ mm}^2$ , quelli dei circuiti ausiliari  $1 \text{ mm}^2$ .

### 3.8.2 PROTEZIONE DEL CONDUTTORE DI NEUTRO

Nei circuiti fase-neutro l'interruttore automatico può avere un solo polo protetto contro le sovracorrenti, ma in tal caso deve essere inserito sul conduttore di fase.

Nei sistemi trifasi, quando il conduttore di neutro è di sezione uguale a quella delle fasi, oppure quando ha sezione inferiore a quella delle fasi ma il carico è sostanzialmente equilibrato, il polo di neutro dell'interruttore quadripolare può non essere protetto.

Se occasionalmente la corrente di squilibrio può superare la portata del conduttore di neutro, si deve utilizzare per il conduttore di neutro la stessa sezione dei conduttori di fase.

### 3.9 MISURE DI PROTEZIONE CONTRO CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI

#### 3.9.1 PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI

Tale protezione consiste nel realizzare le misure per proteggere le persone contro i pericoli risultanti dal contatto diretto con le parti attive; le Norme CEI 64-8 (4/412) prevedono le seguenti modalità esecutive:

- protezione mediante isolamento che può essere rimosso solo mediante distruzione;
- protezione mediante involucri o barriere;
- protezione mediante ostacoli;
- protezione mediante distanziamento;
- protezione aggiuntiva mediante interruttore differenziale.

#### 3.9.2 PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI

Consiste nel prendere le misure per proteggere le persone contro i pericoli risultanti dal contatto con parti conduttrici che potrebbero andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale.

Viene realizzato essenzialmente in due modi:

- protezione con sistemi a doppio isolamento effettuata mediante componenti elettrici di Classe II o con isolamento equivalente
- protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione

La scelta della modalità e dell'apparecchiatura più appropriata dipende dal particolare tipo di impianto in cui si opera: TT, TN oppure IT.

Negli impianti con propria cabina di trasformazione, il sistema elettrico è collegato a terra con la configurazione TN (un punto collegato direttamente a terra e le masse collegate ad esso tramite il PE).

Secondo le CEI 64-8 la protezione è garantita se è verificata la condizione:

$$Z_s \leq U_0 / I_a$$

dove:

**U<sub>0</sub>** è la tensione nominale in c.a. dell'impianto verso terra,

**Z<sub>s</sub>** è l'impedenza totale dell'anello di guasto

**I<sub>a</sub>** è la corrente di intervento del dispositivo di protezione.

Il tempo di intervento nei luoghi ordinari per i circuiti di distribuzione che alimentano quadri, sottoquadri ed utenze fisse è previsto essere  $\leq 5$  secondi; per i circuiti terminali che alimentano direttamente, o tramite prese a spina, apparecchi trasportabili, mobili, o portatili l'interruzione deve avvenire in un tempo che dipende dal valore di U<sub>0</sub> (0,4 s per i normali impianti 230/400 V).

Negli impianti con fornitura direttamente in bassa tensione il sistema elettrico è collegato a terra con la configurazione TT (impianto di terra locale separato da quello dell'Ente Fornitore). Secondo le CEI 64-8 la protezione è garantita se è verificata la condizione:

$$R_a \times I_a \leq U_0$$

dove:

**U<sub>0</sub>** è la tensione limite di contatto (pari a 50V per ambienti ordinari o 25V per ambienti particolari),

**R<sub>a</sub>** è la somma delle resistenze dei conduttori di protezione PE e del dispersore, in ohm  
**I<sub>a</sub>** è la massima corrente di intervento del dispositivo di protezione differenziale presente nell'impianto.

### 3.9.3 DISPERSORE

Occorre realizzare un dispersore in corda di rame nuda interrata nel medesimo scavo della condotta di alimentazione dell'impianto e poi collegare i pali al dispersore suddetto pure con corda nuda. In realtà anche la parte del palo immersa nel cemento è da considerare in contatto elettrico con il terreno (dispersore di fatto). Al dispersore dovrà essere collegato il conduttore di protezione PE per la messa a terra dell'apparecchio di illuminazione: se gli apparecchi di illuminazione sono di classe II non necessitano di collegamento al conduttore di terra. Il conduttore di protezione dovrà avere una sezione minima di 16 mm<sup>2</sup>

### 3.9.4 RECINZIONE

Nel caso in cui il palo metallico di illuminazione sia vicino ad una recinzione metallica o ad un guard-rail, è necessario che tutte le masse siano collegate allo stesso impianto di terra mediante un collegamento equipotenziale per evitare tensioni pericolose tra parti contemporaneamente accessibili. Bisogna inoltre garantire la continuità elettrica tra i vari pezzi di recinzione.

### 3.9.5 PROTEZIONE VERSO TERRA E VERSO MASSA

La resistenza di isolamento dell'impianto di illuminazione all'atto della verifica deve essere  $\geq 2 / (L + N)$  [ MΩ]

dove:

**L** = lunghezza complessiva linee di alimentazione in Km (valore =1 per lunghezze inferiori al km)

**N** = numero di apparecchi presenti nel sistema elettrico

## **4 SCELTA E CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEI QUADRI**

### **4.1 APPARECCHIATURE ASSIEMATE DI PROTEZIONE E MANOVRA (QUADRI)**

La norma EN 60439-1 distingue fra quadri aperti e chiusi. Negli ambienti ordinari è necessario installare quadri chiusi, aventi un grado di protezione almeno IP2X.

Inoltre, la norma definisce le condizioni ambientali di servizio, stabilisce i requisiti meccanici, dà prescrizioni in merito a:

- L'isolamento;
- Il comportamento termico;
- La tenuta al cortocircuito;
- La protezione contro lo shock elettrico;
- Il grado di protezione dell'involucro;
- I componenti installati, le suddivisioni e le connessioni all'interno del quadro;
- L'alimentazione di apparecchi elettronici;

Il quadro elettrico dovrà essere cablato secondo schema elettrico allegato con riserva di spazio minima del 30% per futuri ampliamenti, completo di siglatura dei circuiti, identificazione dei conduttori e delle morsettiere, collegamenti e certificazioni in ottemperanza a quanto previsto dalla norma EN 60439-1.

Il quadro dovrebbe ricevere energia da una sola linea di alimentazione. Quando ciò non è possibile, e quindi il quadro è alimentato da più linee, occorre esporre una scritta in modo che la persona che accede alle parti attive sia avvertita della necessità di sezionare dette parti dalle diverse alimentazioni, a meno che non sia previsto un interblocco tale da assicurare che tutti i circuiti interessati siano sezionati (CEI 64-8, art.462.3).

La norma EN 60439-1 prescrive infine le prove di tipo ed individuali, le modalità per la loro esecuzione e i criteri di valutazione dei risultati.

I quadri dell'impianto in oggetto rientrano tra quelli definiti "per uso domestico e similare" e nella loro costruzione verrà applicata la norma CEI 23-51.

Il loro limiti di utilizzo è il seguente:

- $-U_n < 440V$  tensione nominale
- $-I_{ne} < 125A$  corrente nominale in entrata
- $-I_{cc} < 10KA$  corrente di corto circuito nominale
- $-I_p < 15KA$  corrente di corto circuito massima (in caso limitata da dispositivo adatto allo scopo)

La norma CEI 23-51 permette di ridurre le prove e verifiche da effettuare sui quadri per messa in servizio a:

- a) verifica della costruzione e identificazione
- b) verifica del corretto cablaggio, del funzionamento meccanico e se necessario del funzionamento elettrico.
- c) prova della resistenza di isolamento
- d) verifica dei limiti di sovra temperatura.

## 4.2 ISOLAMENTO DEI CAVI

I cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria devono essere adatti a tensioni nominali verso terra e tensione nominale ( $U_0/U$ ) non inferiori a 450/750 V, il cui simbolo di designazione è 07. I conduttori utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando devono essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500 V, in questo caso il simbolo di designazione è 05. La tabella seguente riporta quanto esposto:

<b>Condizioni</b>	<b>Caratteristiche minime del cavo</b>
Categoria 0	300/300 V
Categoria I per segnalazioni	300/500 V
Categoria I per energia	450/750 V
Categoria I anche per posa interrata	0,6/1 kV

Qualora si preveda l'esistenza di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi devono essere protetti da cavidotti diversi e far capo a cassette separate. Tuttavia è ammesso collocare i cavi nello stesso cavidotto e far capo alle stesse cassette, purché tutti i cavi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili se non a mezzo di attrezzo, tra i morsetti destinati a serrare i conduttori appartenenti a sistemi diversi.

Le caratteristiche tecniche, i materiali ed i metodi di prova relativi a tutti i cavi BT per circuiti di potenza e controllo, cavi unipolari per cablaggi interni dei quadri, saranno rispondenti alle Norme CEI e alle tabelle CEI UNEL di riferimento in materia.

Tutti i cavi impiegati nella realizzazione degli impianti descritti nelle presenti specifiche, dovranno essere rispondenti all'unificazione UNEL ed alle norme costruttive stabilite dal CEI.

In generale è prescritto l'uso di condutture con guaina per tutti i collegamenti di potenza all'interno dell'edificio, per tutte le linee dorsali e per quelle posate in canale, passerelle o tubazioni in acciaio zincato. Condotture senza guaina invece saranno impiegate per la distribuzione secondaria quando le canalizzazioni di protezione sono in materiale plastico autoestinguento.

I cavi di comando e controllo saranno di tipo schermato, con lo schermo opportunamente collegato a terra ad entrambi i lati come previsto dalla Norma CEI 11-1, lo schermo sarà del tipo a calza.

I cavi di comando e controllo ed i cavi di potenza, durante i loro percorsi, saranno sempre tra loro segregati.

I conduttori dovranno essere in rame, ed essere rispondenti alle norme CEI 20-11/13/14, CEI 20-22 III, CEI 20-37/38.

In particolare saranno impiegati:

- conduttori flessibili unipolari tipo **FG17 (450/750v)** ex N07V-K ed ex N07G9-K, isolati in materiale EPR non propaganti l'incendio per i circuiti d'energia con tensione d'esercizio fino a 400 V;
- cavi flessibili unipolari e multipolari tipo **FG16OR16 - 0,6/1 kV** ex FG7OR, isolati in materiale termoplastico (PVC) con guaina in gomma G7 non propagante l'incendio, per circuiti d'energia con tensione d'esercizio fino a 1000
- cavi flessibili unipolari e multipolari tipo **FG16OM16 - 0,6/1 kV** ex FG7OM1 isolati in gomma HEPR non propagante l'incendio, a bassi emissioni di fumi e gas tossici, per circuiti d'energia con tensione d'esercizio fino a 1000 V.
- cavi flessibili unipolari e multipolari tipo **FG18OM16 - 0,6/1 kV** ex FG710 OM1 isolati in elastometrico di qualità G10 non propagante l'incendio, a bassi emissioni di fumi e gas tossici, per circuiti d'energia con tensione d'esercizio fino a 1000 V.

In merito alle prescrizioni per la protezione degli incendi nelle condutture elettriche, si considerano i principali fattori che causano incendi: cortocircuiti, riscaldamenti, contatti elettrici e coinvolgimento delle condutture stesse in incendi.

Le condutture devono essere realizzate in modo da non essere né causa d'innescò né causa di propagazione di incendi indipendentemente dai fattori elettrici e/o fisici che li hanno causati.

Le condutture che attraversano questi luoghi, ma che non sono destinate all'alimentazione elettrica al loro interno, non devono avere connessioni lungo il percorso all'interno di questi luoghi a meno che le connessioni siano poste in involucri che soddisfino la prova contro il fuoco (come definita nelle relative norme di prodotto), per esempio soddisfino le prescrizioni per scatole da parete in accordo con la Norma CEI EN 60670 (CEI 23-48).

Le condutture elettriche che attraversano le vie d'uscita di sicurezza non devono costituire ostacolo al deflusso delle persone e preferibilmente non essere a portata di mano; comunque, se a portata di mano, devono essere poste entro involucri o dietro barriere che non creino intralci al deflusso e che costituiscano una buona protezione contro i danneggiamenti meccanici prevedibili durante l'evacuazione.

I conduttori dei circuiti in c.a. devono essere disposti in modo da evitare pericolosi riscaldamenti delle parti metalliche adiacenti per effetto induttivo, particolarmente quando si usano cavi unipolari.

### 4.3 TIPOLOGIE DI CONDUTTURE AMMESSE

Le condutture (comprese quelle che transitano soltanto) devono essere realizzate in uno dei modi indicati qui di seguito in a), b), c):

- a1) condutture di qualsiasi tipo incassate in strutture non combustibili;
- a2) condutture realizzate con cavi in tubi protettivi metallici o involucri metallici, entrambi con grado di protezione almeno IP4X;
- a3) condutture realizzate con cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione sprovvisti all'esterno di guaina non metallica.
- b1) condutture realizzate con cavi multipolari muniti di conduttore di protezione concentrico, o di una guaina metallica, o di un'armatura, aventi caratteristiche tali da poter svolgere la funzione di conduttore di protezione;
- b2) condutture realizzate con cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione provvisti all'esterno di guaina non metallica;
- b3) condutture realizzate con cavi aventi schermi sulle singole anime o sull'insieme delle anime con caratteristiche tali da poter svolgere la funzione di conduttore di protezione
- c1) condutture diverse da quelle in a) e b), realizzate con cavi multipolari provvisti di conduttore di protezione;
- c2) condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in tubi protettivi metallici o involucri metallici, senza particolare grado di protezione incluse le passerelle continue forate o a filo; in questo caso la funzione di conduttore di protezione può essere svolta dai tubi o involucri stessi o da un conduttore (nudo o isolato) contenuto in ciascuno di essi;
- c3) condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in tubi protettivi o involucri, entrambi:
  - costruiti con materiali isolanti;
  - installati in vista (non incassati);
  - con grado di protezione almeno IP4X.
- c4) binari elettrificati e condotti sbarre con grado di protezione almeno IP4X

La colorazione delle guaine dei cavi multipolari, dovrà essere quella prevista dalle tabelle UNEL 00721-69, UNEL 00722-78, UNEL 00724-73.

La propagazione dell'incendio lungo le condutture deve essere evitata in uno dei modi indicati nei punti a), b), c) seguenti:

- a) utilizzando cavi "non propaganti la fiamma" in conformità con la serie di Norme CEI EN 60332-1 (CEI 20-35) quando:
  - sono installati individualmente o sono distanziati tra loro non meno di 250 mm nei tratti in cui seguono lo stesso percorso; oppure
  - i cavi sono installati individualmente in tubi protettivi o involucri con grado di protezione almeno IP4X;

b) utilizzando cavi “non propaganti l’incendio” installati in fascio in conformità con la serie di Norme CEI EN 60332-3 (CEI 20-22 cat. II e/o cat. III); peraltro, qualora essi siano installati in quantità tale da superare il volume unitario di materiale non metallico stabilito dalla Norma CEI EN 60332-3 per le prove, devono essere adottati provvedimenti integrativi analoghi a quelli indicati in c);

c) adottando sbarramenti, barriere e/o altri provvedimenti come indicato nella Norma CEI 11-17. Inoltre, devono essere previste barriere tagliafiamma in tutti gli attraversamenti di solai o pareti che delimitano il compartimento antincendio. Le barriere tagliafiamma devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco almeno pari a quelle richieste per gli elementi costruttivi del solaio o parete in cui sono installate.

Per i cavi si deve valutare il rischio nei riguardi dei fumi, gas tossici e corrosivi in relazione alla particolarità del tipo di installazione e dell’entità del danno probabile nei confronti di persone e/o cose, al fine di adottare opportuni provvedimenti.

A tal fine sono considerati adatti i cavi senza alogeni (LSOH) rispondenti alle Norme CEI EN 60332-3 (CEI 20-22), CEI EN 50267 e CEI EN 61034 (CEI 20-37) per quanto riguarda le prove.

Le tipologie di cavo sopra riportate sono conformi alle Norme CEI 20-13, CEI 20-38 e alla Norma CEI 20-20/15.

Cavi LSOH, sono ad esempio *FG70M1*, *FG70M2*, *FG100M1*, *FG100M2*

Tutti i conduttori di nuova posa dell’impianto, ove necessario, saranno dei tipi sotto descritti:

- in rame, tensione nominale  $U_0/U$  0,6/1kV, isolati in PVC, con guaina esterna di PVC o gomma di qualità G7, del tipo non propagante l’incendio, rispondente alla normativa **CEI 20-22**. Adatti per posa in ambienti bagnati, all’esterno e per posa interrata.
- in rame, tensione nominale  $U_0/U$  450/750V, isolati in PVC, con guaina esterna di PVC, del tipo non propagante l’incendio, rispondente alla normativa **CEI 20-22**. Adatti per posa mobile e fissa nei luoghi con pericolo d’esplosione e d’incendio, ed in ambienti umidi. Non adatti per posa interrata.
- in rame tensione nominale  $U_0/U$  450/750V, isolati in PVC senza guaina esterna, del tipo non propagante l’incendio, rispondente alla normativa **CEI 20-22**. Adatti per posa in tubazioni.

Tutte le giunzioni sui conduttori devono essere realizzate in cassette di derivazione e devono essere eseguite mediante appositi morsetti. L’ingresso dei cavi nelle cassette non deve alterare il grado di protezione previsto. Tutte le linee devono essere previste di contrassegno per una più facile identificazione, saranno della colorazione come indicato dalle norme CEI e dalle tabelle CEI-UNEL 00722; in particolare il conduttore di neutro sarà di colore blu chiaro, ed il conduttore di protezione sarà giallo/verde. Per ciascun circuito gli schemi allegati riportano la sezione della linea in partenza. Il dimensionamento dei conduttori è stato ricavato come dimostrato nel capitolo “Calcoli esecutivi”, con l’ausilio di sistema computerizzato, considerando una caduta di tensione massima del 4% della tensione nominale al punto di consegna. Durante l’installazione devono essere rispettati i raggi di curvatura imposti dai costruttori, e le canalizzazioni non dovranno presentare spigoli o curvature che possano danneggiare l’isolante del cavo durante la posa. Si ricorda che i conduttori dei circuiti citofonici devono essere fisicamente divisi da quelli dei circuiti d’energia, oppure devono essere isolati per la massima tensione presente sull’impianto.

#### 4.4 COLORI DISTINTIVI DEI CAVI

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 0072-74 e 00712. In particolare i conduttori di neutro e protezione devono essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde.

Per quanto riguarda i conduttori di fase, devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio e marrone.

#### 4.5 SEZIONI MINIME E CADUTE DI TENSIONE AMMESSE

Le sezioni dei conduttori, calcolate in funzione della potenza impegnata e dalla lunghezza dei circuiti, devono essere scelte tra quelle unificate in modo che la caduta di tensione massima misurabile nel punto di alimentazione dell'utenza sia:

- energia ordinaria di illuminazione pubblica = 5% della UN
- energia ordinaria di illuminazione = 4% della UN
- energia ordinaria di F.M. = 4% della UN
- energia illuminazione di sicurezza = 3% della UN

In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL. Per gli impianti fissi si devono comunque utilizzare cavi con sezione dei conduttori non inferiore ai valori minimi riportati in tabella qui di seguito.

<b>Impieghi Sez. Min</b>	<b>(mm<sup>2</sup>)</b>
Impianti citofonici; circuiti di segnalazioni acustiche; circuiti comando relè o contattori	<b>0,5</b>
Condutture volanti per alimentazione di apparecchi portatili soggetti a deboli sollecitazioni meccaniche in locali domestici e uffici; cavetti per lampadari.	<b>0,75</b>
Per cablaggi interni di quadri elettrici; per circuiti elettrici di ascensori e montacarichi e per segnalamento e comando.	<b>1</b>
Uso generale per posa in tubi o canalette per alimentazione di singoli apparecchi di illuminazione o prese a spina con portata nominale $\leq 10$ A.	<b>1,5</b>

#### 4.6 SEZIONI MINIMA DEI CONDUTTORI DI NEUTRO

La sezione dei conduttori di neutro non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifase, con sezione superiore a 16 mm<sup>2</sup>., la sezione dei conduttori di neutro può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, col minimo di

16 mm<sup>2</sup> e purch  il carico sia praticamente equilibrato e sia assicurata la protezione contro le sovracorrenti. (per conduttori in rame) .

#### 4.7 CAVIDOTTI

I conduttori devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente. Dette protezioni possono essere: tubazioni, canalette porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile ecc. Il diametro dei tubi deve essere pari almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto dal fascio di cavi in esso contenuto. Tale coefficiente di maggiorazione deve essere aumentato a 1,5 quando i cavi siano del tipo sotto piombo o con guaina metallica; il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere la sfilabilit  dei cavi in esso contenuti senza che ne risultino danneggiati i tubi o i cavi stessi.

Comunque il diametro interno non deve essere inferiore a 16 mm.

Per gli impianti da realizzarsi nei locali tecnici, e per altri impianti esterni, se non risulter  possibile il reinfilaggio in tubazioni esistenti, devono essere posate delle tubazioni in PVC serie pesante per fissaggio a parete, complete di accessori, e cassette di derivazione atte a mantenere il grado di protezione richiesto nei vari luoghi.

I cavi posati in tubi o condotti devono risultare sempre sfilabili e reinfilabili. Nei tubi o condotti non devono esserci giunzioni o morsetti.

Gli eventuali tubi utilizzati per l'impianto elettrico devono essere:

- in polivinilcloruro ( PVC ) rigido, tipo pesante, norme CEI 23-8, tabella UNEL 37118-72
- in polivinilcloruro ( PVC ) flessibile, tipo pesante, norme CEI 23-14

I cavidotti interrati vanno posati ad una profondit  minima di 50/60 cm su letto di sabbia vagliata e lavata di almeno 10cm di spessore e successivamente ricoperti con la sabbia stessa fino alla copertura di tutto il diametro del cavidotto. La protezione meccanica sar  garantita da apposito tamponamento con calcestruzzo.

## 5 PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE

Per la struttura oggetto della relazione   stato effettuato la valutazione rischio fulminazione dell'intera struttura, in ottemperanza a quanto previsto dalle **Norme CEI 81-4 e Norme CEI EN 62305-2**, per valutare la necessit  di prevedere un sistema di protezione contro le scariche atmosferiche, tale accertamento si   reso necessario in quanto visto le caratteristiche orografiche del luogo, le caratteristiche costruttive della struttura, occorre verificare che il rischio R1 ( perdita di vite umane) sia inferiore al rischio complessivo RT (rischio tollerato).

Poich  il rischio complessivo R1   inferiore, a quello tollerato RT, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

Dalla valutazione rischio fulminazione, la struttura   risultata autoprotetta, sia contro le fulminazioni dirette che per quelle indirette.

## 6 RELAZIONE SPECIALISTICA

### 6.1 CARATTERISTICHE GENERALI DI PROGETTO

- **Tipo d'impianto:** impianto elettrico di categoria I, con alimentazione della rete pubblica di bassa tensione
- **Punto di origine:** contatore elettrico trifase
- **Sistema di fornitura:** c.a. trifase con neutro, con frequenza nominale 50 Hz
- **Potenza contrattuale:**
- **Tensioni nominali:** 230 V per i circuiti monofasi, 400 V per quelli trifasi.
- **Sistema di distribuzione:** di tipo TT, con impianto di terra comune a tutte le sezioni d'impianto
- **Resistenza di terra:** il valore è stato misurato nel punto di arrivo al collettore principale posto nel locale ove è posto il contatore e il valore è  **$R_A =$  DA MISURARE AL TERMINE DELL'ADEGUAMENTO**
- **Correnti di corto circuito:** la corrente di corto circuito presunta per guasto trifase nel punto di installazione è stata assunta pari a 6kA, in base al valore comunicato dalla società elettrofornitrice; la determinazione della corrente di corto circuito nei vari punti dell'impianto è riportata nei calcoli esecutivi della documentazione di progetto
- **Caduta di tensione ammissibile:** come dato di progetto è stato considerato il 4% del valore nominale, tra il punto di origine e gli utilizzatori

### 6.2 CLASSIFICAZIONE ILLUMINOTECNICA

#### 6.2.1 CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI PROGETTO

Fasi della classificazione:

- **Categoria illuminotecnica di riferimento:** tale categoria deriva direttamente dalle leggi e norme di settore; la classificazione non è normalmente di competenza del progettista
- **Categoria illuminotecnica di progetto:** dipende dall'applicazione dei parametri di influenza e specifica i requisiti illuminotecnici da considerare nel progetto dell'impianto.
- **Categorie illuminotecniche di esercizio:** in relazione all'analisi dei parametri di influenza (analisi dei rischi) e ad aspetti di contenimento dei consumi energetici, sono quelle categorie che tengono conto della variazione nel tempo dei parametri di influenza, come è ad esempio in ambito stradale la variazione del flusso del traffico durante la giornata.

Come indicato nel cap 2 "classificazione dei luoghi, la strada in oggetto è classificata, secondo la UNI 11248 prospetto 1 come "strada urbana di scorrimento" di tipo D.

#### 6.2.2 PARAMETRI DI CALCOLO

I calcoli illuminotecnici sono stati realizzati nel rispetto delle norme tecniche specifiche applicabili; mediante i seguenti software illuminotecnici:

- Dialux per aree, parcheggi, zone di conflitto, ambiti specifici (software commerciale)
- Easy Light – Save the Sky per la progettazione dei percorsi ciclo pedonali e stradali

I progetti illuminotecnici fanno riferimento e funzionano in conformità alla CIE30, EN 13201 ed alla UNI11248.

La griglia ed il metodo di calcolo sono quelli definiti nella norma EN 13201, ed i principali parametri di calcolo impiegati sono, per una uniformità di progettazione, anche alla luce dell'analisi delle caratteristiche del territorio di studio sono i seguenti:

- il tipo di manto stradale è il C2;
- fattore di manutenzione calcolato in conformità alla CIE 154 è definito in via conservativa pari a 0.8 anche per impianti d'illuminazione a LED.

### 6.3 CAVIDOTTI

Dovranno essere posati nuovi cavidotti per tutta la lunghezza della strada, atti ad accogliere le linee di alimentazione e dati. Il diametro interno del cavidotto dovrà essere pari ad almeno 1,5 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi e comunque non inferiore a 125 mm nominale esterno (110 mm interno utile).

I cavidotti interrati dovranno essere in polietilene ad alta densità flessibile corrugato a doppia parete serie pesante classe N, protetti da cassatura in cemento in qualsiasi tipo di scavo, e da posa di apposito nastro con scritta "illuminazione pubblica", posati all'interno di scavi con sottofondo, rinfiando e ricoprimento del tubo in sabbia, ad una profondità minima di 0,5 m dal piano di calpestio.

Qualora venissero utilizzati tubi protettivi di tipo 450 o 750 non è richiesta una profondità minima di posa.

I cavi interrati in prossimità di altri cavi devono rispettare distanze minime di rispetto: nei parallelismi tra cavi di energia e di telecomunicazione la distanza in pianta deve essere almeno 0.3 metri.

La segnalazione del percorso interrato del cavidotto dovrà avvenire a minimo 30 centimetri di profondità.

### 6.4 CONDUITTURE

All'interno del cavidotto dovrà essere posato un nuovo cavo unipolare tipo FG7OR 0.6/1 kV formazione 1x16x4 mm<sup>2</sup>. La nuova condotta dovrà essere giuntata alla condotta esistente proveniente dal Q23 all'interno del pozzetto esistente in prossimità della scala pedonale di accesso al ponte vicino al cimitero.

### 6.5 POZZETTI DI DERIVAZIONE E ROMPIRATTA

I pozzetti dovranno essere realizzati mediante anelli in calcestruzzo vibrocompresso senza fondo, ispezionabili, con chiusino in ghisa carrabile lamellare UNI EN 124 aventi luce netta minima pari a 40x40 cm senza personalizzazione (ENEL / TELECOM), completi di fori di aggancio per apertura con attrezzo apri – chiusini ed a forma esclusivamente quadrata.

La scelta della classe di portata dovrà essere definita in base al luogo di installazione conformemente al seguente elenco:

- Classe B125: aree verdi e pedonali;
- Classe C250: aree ciclopedonali – marciapiedi – parcheggi – banchine stradali – fascia
- bordo strada che si estende fino a 0,5 metri sulle corsie di circolazione

- Classe D400: vie di circolazione escluse dalle fasce di cui sopra

## 6.6 PALI DI ILLUMINAZIONE

Dovranno essere posati 11 nuovi pali. I pali dovranno rispettare le prescrizioni delle norme UNI EN 40.

Si ipotizza l'utilizzo di pali conici d'acciaio, a doppio braccio, altezza 8 mt.

I pali saranno fissati al suolo tramite contropiastre interrate e tirafondi.

I pali saranno dotati di finestra d'ispezione alla base del palo (ad un'altezza di almeno 30 cm), che possa consentire l'estrazione della morsettiera a doppio isolamento. Dovrà essere inoltre presente un asola per consentire l'entrata dei cavi, posizionata a circa 50 cm sotto il piano di calpestio.

## 6.7 CORPI ILLUMINANTI

Dovranno essere posati 22 nuovi corpi illuminanti aventi le caratteristiche indicate al cap. 3.2

In allegato la scheda tecnica dei proiettori ipotizzati.

## 6.8 CALCOLI ESECUTIVI

Dall'esame dei carichi da alimentare, dalla scelta dei valori assunti per i fattori di contemporaneità e utilizzazione, sono stati calcolati le potenze convenzionali dei vari circuiti e le rispettive correnti d'impiego; tutti i calcoli e le verifiche sono riportate nell'elaborato "Calcoli Esecutivi".

## 7 ELABORATI GRAFICI

Per l'impianto in oggetto, gli elaborati grafici previsti sono:

- **Schema elettrico generale:** questo elaborato mostra le principali connessioni (unifilari o multifilari) tra i componenti principali dell'impianto
- **Schema dei quadri elettrici e delle alimentazione dei principali utilizzatori:** sono riportati gli schemi unifilari del quadro elettrico generale e dei quadri secondari

## 8 DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ

Estratto art. 7 della legge 37/08 " Regolamento che riordina le disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici. "

*1. Al termine dei lavori, previa effettuazione delle verifiche previste dalla normativa vigente, comprese quelle di funzionalità dell'impianto, l'impresa installatrice rilascia al committente la dichiarazione di conformità degli impianti realizzati nel rispetto delle norme di cui all'articolo 6. Di tale dichiarazione, resa sulla base del modello di cui all'allegato I, fanno parte integrante la relazione contenente la tipologia dei materiali impiegati, nonché il progetto di cui all'articolo 5.*

*2. Nei casi in cui il progetto è redatto dal responsabile tecnico dell'impresa installatrice l'elaborato tecnico è costituito almeno dallo schema dell'impianto da realizzare, inteso come descrizione funzionale ed effettiva dell'opera da eseguire eventualmente integrato con la necessaria documentazione tecnica attestante le varianti introdotte in corso d'opera.*

3. In caso di rifacimento parziale di impianti, il progetto, la dichiarazione di conformità, e l'attestazione di collaudo ove previsto, si riferiscono alla sola parte degli impianti oggetto dell'opera di rifacimento, ma tengono conto della sicurezza e funzionalità dell'intero impianto. Nella dichiarazione di cui al comma 1 e nel progetto di cui all'articolo 5, è espressamente indicata la compatibilità tecnica con le condizioni preesistenti dell'impianto.
4. La dichiarazione di conformità è rilasciata anche dai responsabili degli uffici tecnici interni delle imprese non installatrici di cui all'articolo 3, comma 3, secondo il modello di cui l'allegato II del presente decreto.
5. Il contenuto dei modelli di cui agli allegati I e II può essere modificato o integrato con decreto ministeriale per esigenze di aggiornamento di natura tecnica.

## 9 LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

### 9.1 RIFERIMENTI NORMATIVI PER I CAVI

**Norma CEI 20-22/1÷5:** "Prove d'incendio sui cavi elettrici".

**Norma CEI 20-35/CEI 20-35/2:** "Prove sui cavi elettrici sottoposti al fuoco".

**Norma CEI 20-36:** "Prova di resistenza al fuoco dei cavi elettrici".

**Norma CEI 20-37/1÷7:** "Prove sui gas emessi durante la combustione di cavi elettrici e dei materiali dei cavi".

**Norma CEI 20-38/1 e 2:** "Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio ed a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi".

**Norma CEI 20-45:** "Cavi resistenti al fuoco isolati con miscela elastomerica con tensione nominale  $U_0/U$  non superiore a 0,6/1kV".

### 9.2 RIFERIMENTI NORMATIVI PER I QUADRI

**Norma CEI EN 60439 - 1÷ 4 (17-13 da 1 a 4):** "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione".

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

**Norma CEI 17-41:** "Contattori elettromeccanici per usi domestici e similari".

**Norma CEI EN 60947- da 1 a 7-2:** "Apparecchiature a bassa tensione".

**Norma CEI EN 60898 (CEI 23-3):** "Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari".

**Norma CEI EN 61008 - 1 e 2.1 (CEI 23 - 42 e 23 - 43):** "Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari".

**Norma CEI EN 61009 - 1 e 2.1 (CEI 23 - 44 e CEI 23 - 45):** "Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari".

### 9.3 RIFERIMENTI NORMATIVI PER LA DISTRIBUZIONE

**Norma CEI 23 - 48 e CEI 23 - 49:** "Involucri per apparecchi per installazione elettriche fisse per usi domestici e similari".

**Norma CEI 23-8:** "Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro (PVC) ed accessori".

**Norma CEI 23-14:** "Tubi protettivi flessibili in polivinilcloruro (PVC) ed accessori".

**Norma CEI 23-19:** "Canali portacavi in materiale plastico e loro accessori ad uso battiscopa".

**Norma CEI EN 50086 – 1/- 2.1/- 2.2/- 2.3/- 2.4:** “Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche”.

**Norma CEI EN 60669 – 1 (CEI 23 – 9):** “Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare”.

**Norma CEI 23 – 32:** “Sistemi di canali di materiale plastico isolato e loro accessori ad uso portacavi e porta apparecchi per soffitto e parete”.

**Norma CEI 23 – 31:** “Sistemi di canali metallici loro accessori ad uso portacavi e porta apparecchi”.

**Norma CEI 23 – 50:** “Prese a spina per usi domestici e similari”.

**Norma CEI 23 – 16:** “Prese a spina di tipi complementari per usi domestici e similari”.

**Norma CEI 23 – 12:** “Prese a spina per usi industriali”.

**Norma CEI 23 – 12\1\2:** “Spine e prese per usi industriali”.

**Norma CEI 23 – 16:** “Prese a spina di tipi complementari per usi domestici e similari”.

**CEI EN 62305-1:** "Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali" Febbraio 2013

**CEI EN 62305-2:** "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio" Febbraio 2013

**CEI EN 62305-3:** "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone" Febbraio 2013

**CEI EN 62305-4:** "Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture" Febbraio 2013

**CEI 81-29 :** "Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305" Febbraio 2014

**CEI 81-30 :** "Protezione contro i fulmini. Reti di localizzazione fulmini (LLS). Linee guida per l'impiego di sistemi LLS per l'individuazione dei valori di Ng (Norma CEI EN 62305-2)" Febbraio 2014

#### 9.4 NORME PER L'ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI

Si richiamano a titolo informativo, ma non limitativo, alcune fra le principali norme per l'esecuzione degli impianti:

**DL 9 aprile 2008**, n. 81 (ex DPR n° 547 del 27. 04. 1955)

**DL 22 gennaio 2008**, n. 37 (ex 46/90)

**Norma CEI 64-8/1/2/3/4/5/6/7:** “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. ed a 1500 V in c.c.”.

**Norma CEI-UNEL 35024-1 (CEI 20):** “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiore a 1000 V in corrente alternata ed a 1500 V in corrente continua. Portata di corrente per regime permanente per posa in aria”.

**Norma CEI EN 60529 (CEI 70-1):** “Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)”.

**Norma CEI EN 60034-1 (CEI 2-3):** “Macchine elettriche rotanti – Caratteristiche nominali e di funzionamento”.

## **10 COLLAUDO E MANUTENZIONE**

### **10.1 COLLAUDO: VERIFICHE PER LA MESSA IN FUNZIONE**

Prima della messa in funzione degli impianti elettrici, dovranno essere effettuate le seguenti verifiche a cura dell'Impresa installatrice.

#### 10.1.1 ESAME A VISTA

- Rispondenza dell'impianto agli schemi ed elaborati tecnici
- Controllo preliminare dei sistemi di protezione contro i contatti diretti ed indiretti
- Controllo della idoneità dei componenti e delle modalità di installazione allo specifico impiego
- Verifica dei dispositivi di sezionamento e comando

#### 10.1.2 MISURE E PROVE SPERIMENTALI

- Misura della resistenza di isolamento
- Prova di continuità dei circuiti di protezione
- Misura della resistenza di terra
- Verifica dell'esecuzione e funzionamento dei dispositivi di sicurezza

### **10.2 MANUTENZIONE: VERIFICHE A IMPIANTO ESEGUITO**

Ad impianto eseguito, gli impianti elettrici devono essere controllati regolarmente ad intervalli di tempo prestabilito, come previsto dalle istruzioni del fornitore. I risultati delle relative verifiche devono essere trascritte su apposito registro a firma dell'esecutore responsabile.

#### ***Ad intervalli non superiore a due anni***

- Verifica dell'efficienza dell'impianto di terra

#### ***Secondo le indicazioni del costruttore***

- Verifica dell'efficienza protezioni magnetotermiche e differenziali

L'impianto in oggetto dovrà essere inserito nel piano di manutenzione dell'attuale gestore dell'illuminazione pubblica.

Progettista:  
Stefano Quintavalle  
Collegio Per. Ind. Prov. Milano e Lodi n° 6632  
Milano – Via Magellano 3  
Tel 02.39324232

#### **IL PROGETTISTA**



## **11 ALLEGATI**

**11.1 CALCOLO ILLUMINOTECNICO**

**11.2 SCHEDA TECNICA PROIETTORI**

**11.3 SCHEDA TECNICA PALO DI SOSTEGNO**

**11.4 SCHEDA POSA PALO DI SOSTEGNO**

Redattore:  
Cariboni Group SpA

Cariboni Group SpA  
Via Della Tecnica, 19  
23875 Osnago (LC)

+39 039.95211  
info@caribonigroup.com

Data:  
11/11/2019

**Cariboni**  
group

PRJ13142\_REV\_0 Illuminazione - Buccinasco

## Contenuto

PRJ13142\_REV\_0 Illuminazione - Buccinasco

PRJ13142\_REV\_0 Illuminazione - Buccinasco

CARIBONI GROUP_FIVEP - KAI S R2 LA-01 700mA 4K (1xR2 53W700mA 4K).....	3
Strada 1: Alternativa 1	
Risultati della pianificazione.....	4
Strada 1: Alternativa 1 / Marciapiede 1 (P2)	
Sintesi dei risultati.....	6
Tabella.....	7
Isolinee.....	8
Grafica dei valori.....	9
Strada 1: Alternativa 1 / Carreggiata 2 (M3)	
Sintesi dei risultati.....	10
Tabella.....	11
Isolinee.....	14
Grafica dei valori.....	19
Strada 1: Alternativa 1 / Carreggiata 1 (M3)	
Sintesi dei risultati.....	24
Tabella.....	25
Isolinee.....	28
Grafica dei valori.....	33
Strada 1: Alternativa 1 / Pista ciclabile 1 (P3)	
Sintesi dei risultati.....	38
Tabella.....	39
Isolinee.....	40
Grafica dei valori.....	41

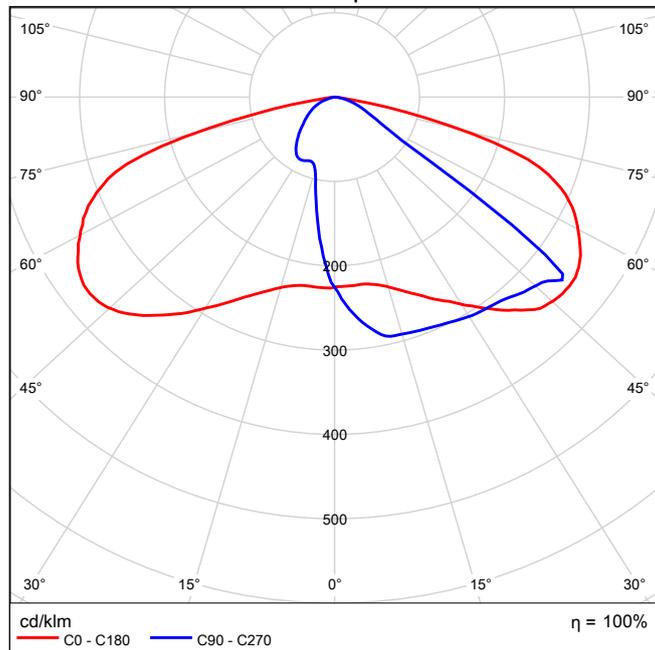
CARIBONI GROUP\_FIVEP 01KI1C40031AHM3\_700 KAI S R2 LA-01 700mA 4K 1xR2 53W700mA 4K / CARIBONI GROUP\_FIVEP - KAI S R2 LA-01 700mA 4K (1xR2 53W700mA 4K)

### CARIBONI GROUP\_FIVEP 01KI1C40031AHM3\_700 KAI S R2 LA-01 700mA 4K 1xR2 53W700mA 4K

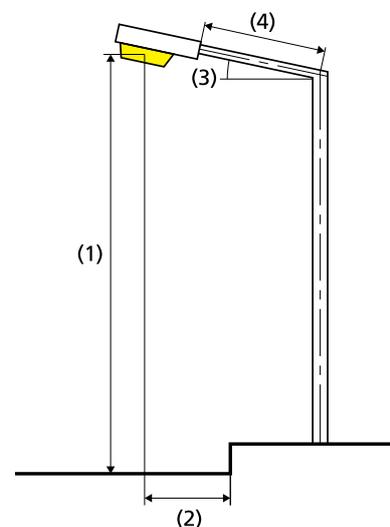
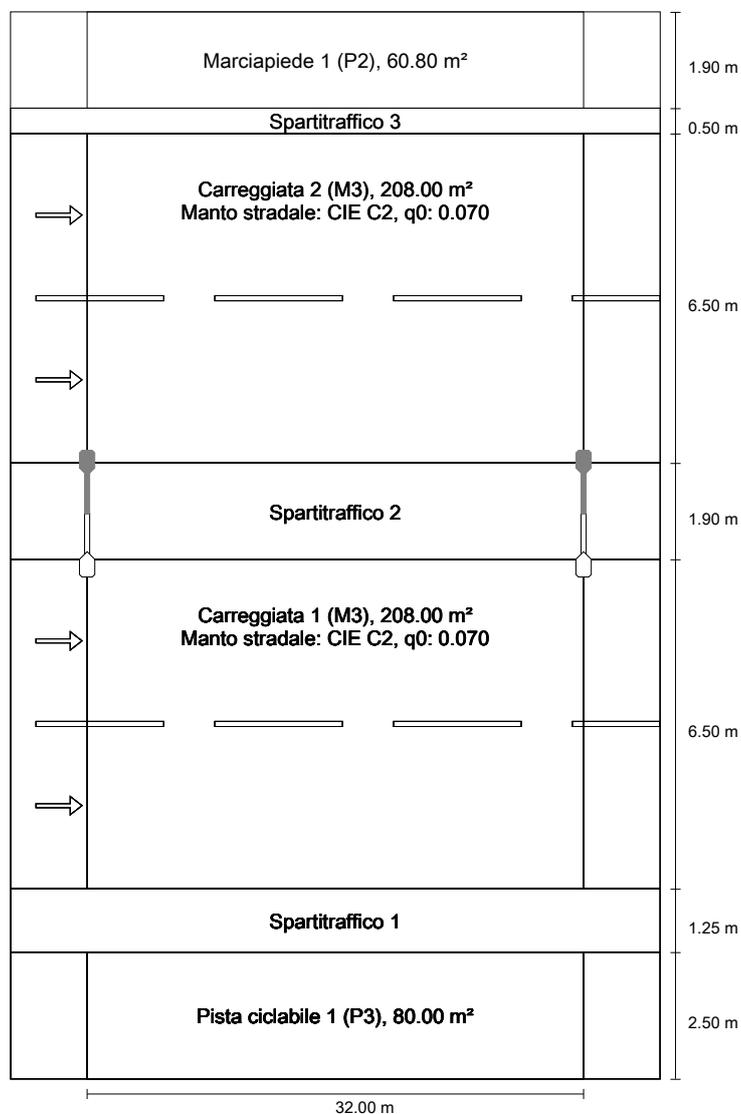


Rendimento: 100%  
Flusso luminoso lampadina: 6845 lm  
Flusso luminoso apparecchio: 6845 lm  
Potenza: 53.0 W  
Rendimento luminoso: 129.1 lm/W

#### Emissione luminosa 1 / CDL polare



## Strada 1 in direzione EN 13201:2015

**CARIBONI GROUP\_FIVEP 01K11C40031AHM3\_700**  
**KAI S R2 LA-01 700mA 4K**


La distanza tra i pali di questa disposizione lampade determina la lunghezza dei campi di valutazione.

Lampadina:	1xR2 53W700mA 4K
Flusso luminoso (lampada):	6844.89 lm
Flusso luminoso (lampadina):	6845.00 lm
Ore di esercizio	
4000 h:	100.0 %, 53.0 W
W/km:	1643.0
Disposizione:	su un lato sotto
Distanza pali:	32.000 m
Inclinazione braccio (3):	0.0°
Lunghezza braccio (4):	1.000 m
Altezza fuochi (1):	8.000 m
Sporgenza punto luce (2):	8.400 m

ULR: -1.00

ULOR: 0.00

Valori massimi dell'intensità luminosa

a 80° e oltre 527 cd/klm \*

a 80° e oltre 55.4 cd/klm \*

a 80° e oltre 0.00 cd/klm \*

Classe intensità luminose: G\*3

Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo indicato con le verticali inferiori.

\* I valori di intensità luminosa in [cd/klm] per il calcolo della classe di intensità luminosa, si riferiscono al flusso di emissione dell'apparecchio secondo la norma EN 13201:2015.

La disposizione rispetta la classe degli indici di abbagliamento D.4

## Risultati per i campi di valutazione

Fattore di diminuzione: 0.90

## Marciapiede 1 (P2)

Em [lx] ≥ 10.00 ≤ 15.00	Emin [lx] ≥ 2.00
✓ 10.49	✓ 7.64

## Carreggiata 2 (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ] ≥ 1.00	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 1.12	✓ 0.50	✓ 0.70	✓ 10	✓ 0.68

## Carreggiata 1 (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ] ≥ 1.00	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 1.13	✓ 0.50	✓ 0.69	✓ 10	✓ 0.68

## Pista ciclabile 1 (P3)

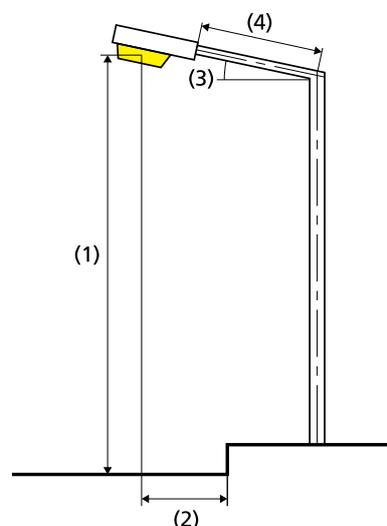
Em [lx] ≥ 7.50 ≤ 11.25	Emin [lx] ≥ 1.50
✓ 9.17	✓ 6.77

## Risultati per gli indicatori dell'efficienza energetica

Indice della densità di potenza (Dp) 0.006 W/lxm<sup>2</sup>

La norma EN 13201:2015-5 non comprende la pianificazione con più disposizioni lampade. Il calcolo dei valori di potenza viene eseguito pertanto solo per la disposizione lampade la cui distanza tra i pali determina la lunghezza dei campi di valutazione.

Densità di consumo energetico

Disposizione 1: KAI S R2 LA-01 700mA 4K (212.0 kWh/anno) 0.4 kWh/m<sup>2</sup> annoDisposizione 2: KAI S R2 LA-01 700mA 4K (212.0 kWh/anno) 0.4 kWh/m<sup>2</sup> annoCARIBONI GROUP\_FIVEP 01K11C40031AHM3\_700  
KAI S R2 LA-01 700mA 4K

Lampadina:	1xR2 53W700mA 4K
Flusso luminoso (lampada):	6844.89 lm
Flusso luminoso (lampadina):	6845.00 lm
Ore di esercizio	
4000 h:	100.0 %, 53.0 W
W/km:	1643.0
Disposizione:	su un lato sopra
Distanza pali:	32.000 m
Inclinazione braccio (3):	0.0°
Lunghezza braccio (4):	1.000 m
Altezza fuochi (1):	8.000 m
Sporgenza punto luce (2):	8.500 m

ULR: -1.00

ULOR: 0.00

Valori massimi dell'intensità luminosa

a 80° e oltre 527 cd/klm \*

a 80° e oltre 55.4 cd/klm \*

a 80° e oltre 0.00 cd/klm \*

Classe intensità luminose: G\*3

Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo indicato con le verticali inferiori.

\* I valori di intensità luminosa in [cd/klm] per il calcolo della classe di intensità luminosa, si riferiscono al flusso di emissione dell'apparecchio secondo la norma EN 13201:2015.

La disposizione rispetta la classe degli indici di abbagliamento D.6

## Marciapiede 1 (P2)

Fattore di diminuzione: 0.90  
Reticolo: 11 x 3 Punti

Em [lx] ≥ 10.00 ≤ 15.00	Emin [lx] ≥ 2.00
✓ 10.49	✓ 7.64

## Marciapiede 1 (P2)

### Illuminamento orizzontale [lx]

20.733	11.4	10.9	9.91	8.88	8.01	7.64	7.96	8.79	9.73	10.7	11.4
20.100	12.8	12.2	10.9	9.52	8.45	8.05	8.37	9.42	10.7	12.0	12.8
19.467	14.4	13.7	11.9	10.1	8.84	8.39	8.74	9.99	11.8	13.4	14.3
m	1.455	4.364	7.273	10.182	13.091	16.000	18.909	21.818	24.727	27.636	30.545

Reticolo: 11 x 3 Punti

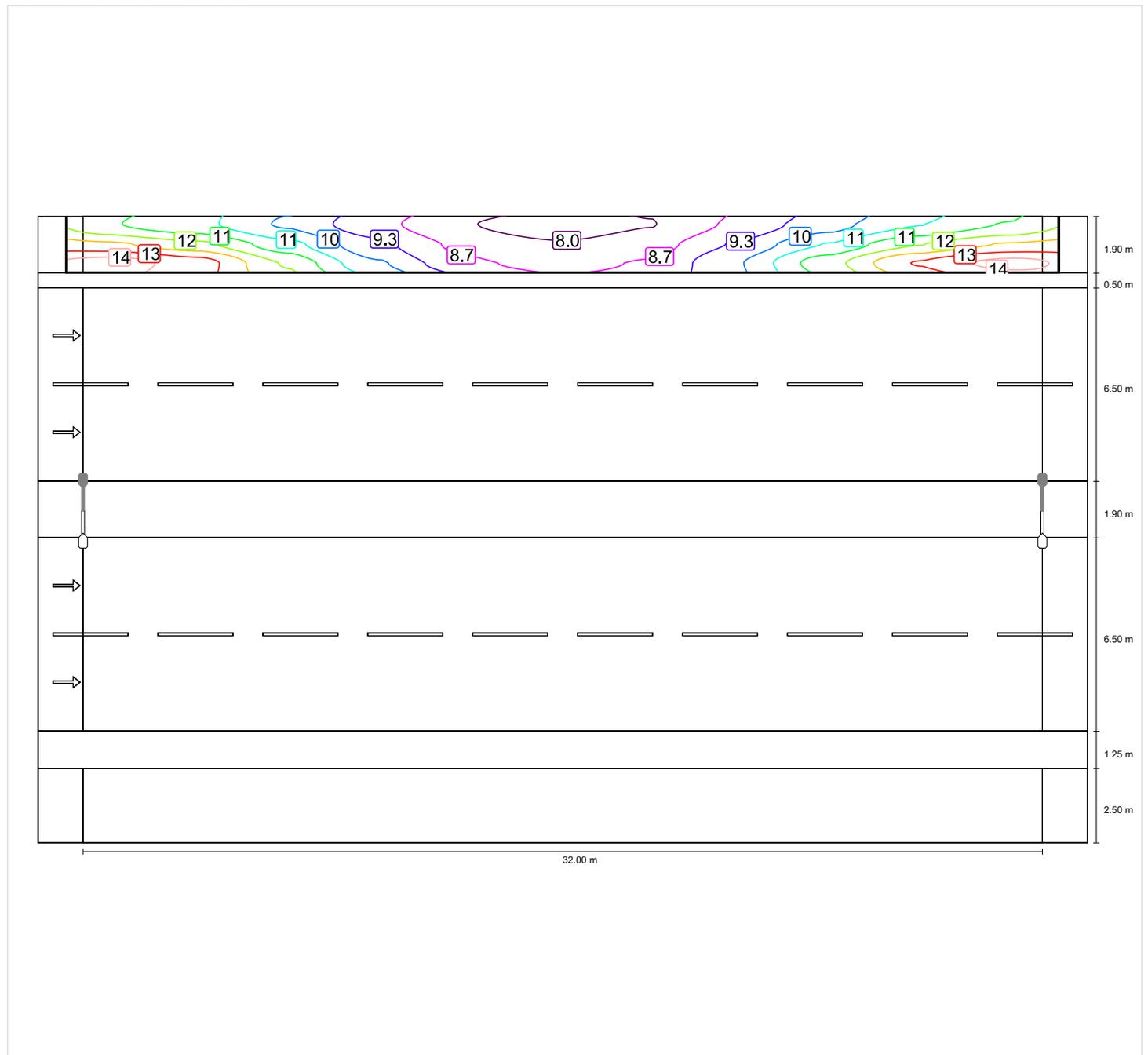
Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
10.5	7.64	14.4	0.729	0.531

## Marciapiede 1 (P2)

Fattore di diminuzione: 0.90  
Reticolo: 11 x 3 Punti

Em [lx]	Emin [lx]
≥ 10.00	≥ 2.00
≤ 15.00	
✓ 10.49	✓ 7.64

### Illuminamento orizzontale

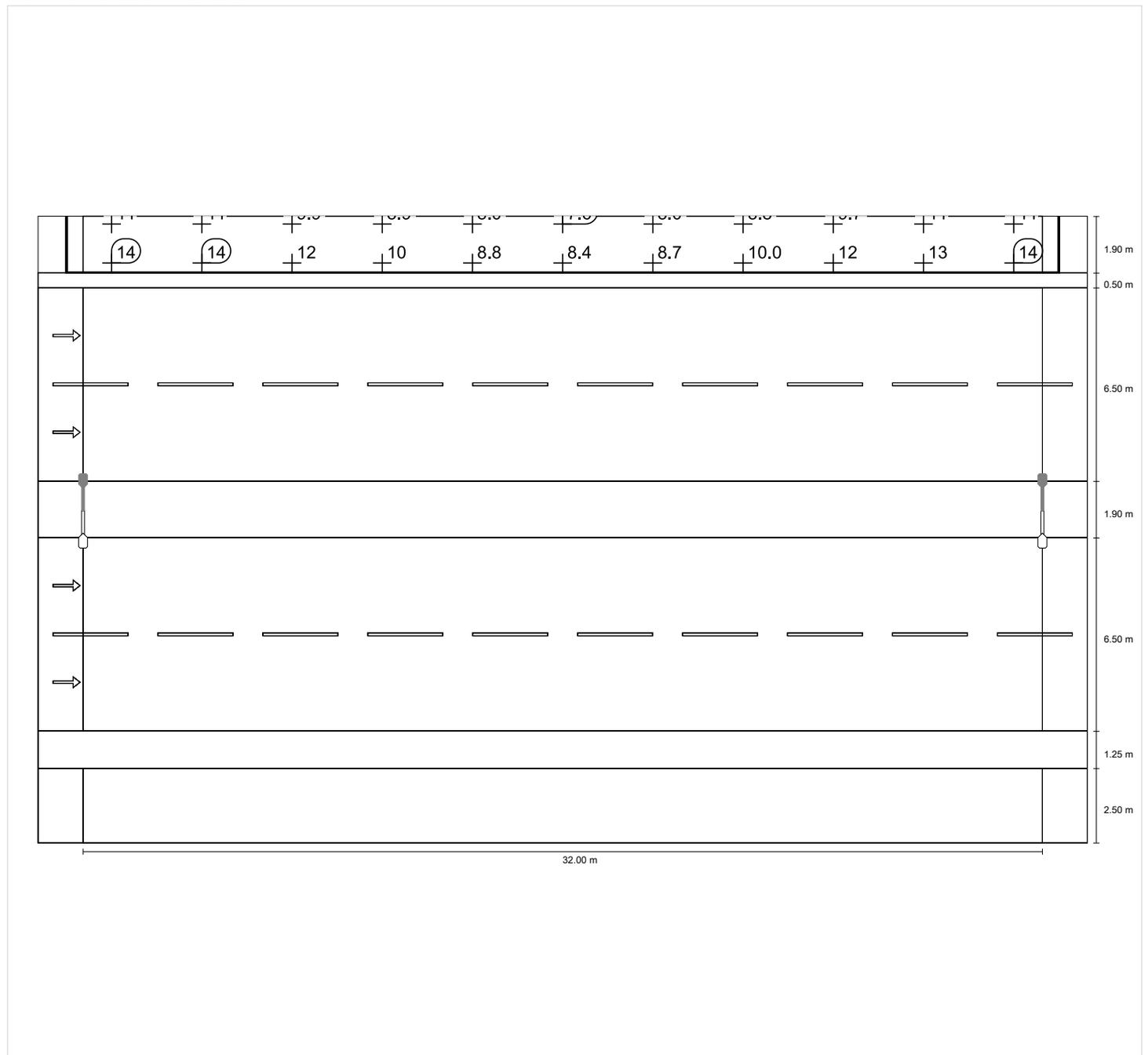


### Marciapiede 1 (P2)

Fattore di diminuzione: 0.90  
Reticolo: 11 x 3 Punti

Em [lx]	Emin [lx]
≥ 10.00	≥ 2.00
≤ 15.00	
✓ 10.49	✓ 7.64

#### Illuminamento orizzontale



## Carreggiata 2 (M3)

Fattore di diminuzione: 0.90

Reticolo: 11 x 6 Punti

Lm [cd/m <sup>2</sup> ] ≥ 1.00	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 1.12	✓ 0.50	✓ 0.70	✓ 10	✓ 0.68

Osservatori corrispondenti (2):

Osservatore	Posizione [m]	Lm [cd/m <sup>2</sup> ] ≥ 1.00	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15
Osservatore 1	(-60.000, 13.775, 1.500)	1.12	0.50	0.70	10
Osservatore 2	(-60.000, 17.025, 1.500)	1.20	0.51	0.73	7

## Carreggiata 2 (M3)

### Illuminamento orizzontale [lx]

18.108	18.2	17.0	14.1	11.2	9.50	8.80	9.39	11.1	14.0	16.7	18.0
17.025	22.0	19.9	15.7	12.2	9.75	8.82	9.63	12.0	15.6	19.6	21.8
15.942	25.9	22.9	17.5	12.9	9.80	8.69	9.73	12.8	17.4	22.6	25.6
14.858	29.8	25.8	19.4	13.3	9.69	8.57	9.66	13.2	19.2	25.5	29.4
13.775	33.0	28.2	20.3	13.5	9.74	8.65	9.71	13.4	20.0	27.8	32.8
12.692	31.8	27.7	21.1	14.1	10.0	8.76	10.0	14.0	20.8	27.5	31.8
m	1.455	4.364	7.273	10.182	13.091	16.000	18.909	21.818	24.727	27.636	30.545

Reticolo: 11 x 6 Punti

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
17.3	8.57	33.0	0.497	0.260

## Osservatore 1

Luminanza con carreggiata asciutta [cd/m<sup>2</sup>]

18.108	0.68	0.68	0.63	0.57	0.56	0.62	0.68	0.73	0.78	0.78	0.73
17.025	0.83	0.80	0.73	0.67	0.65	0.69	0.80	0.88	0.94	0.94	0.89
15.942	0.98	0.93	0.86	0.82	0.79	0.81	0.97	1.09	1.14	1.13	1.06
14.858	1.16	1.12	1.07	1.01	0.98	1.05	1.21	1.36	1.44	1.37	1.24
13.775	1.38	1.34	1.30	1.23	1.27	1.39	1.54	1.70	1.74	1.62	1.46
12.692	1.44	1.48	1.50	1.47	1.47	1.66	1.83	2.02	1.98	1.71	1.51
m	1.455	4.364	7.273	10.182	13.091	16.000	18.909	21.818	24.727	27.636	30.545

Reticolo: 11 x 6 Punti

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Lmin [cd/m <sup>2</sup> ]	Lmax [cd/m <sup>2</sup> ]	g1	g2
1.12	0.56	2.02	0.502	0.278

Luminanza con lampada nuova [cd/m<sup>2</sup>]

18.108	0.76	0.75	0.70	0.64	0.62	0.69	0.75	0.81	0.87	0.87	0.81
17.025	0.92	0.89	0.81	0.74	0.72	0.77	0.88	0.98	1.05	1.05	0.99
15.942	1.09	1.03	0.96	0.91	0.87	0.90	1.08	1.21	1.27	1.26	1.18
14.858	1.28	1.25	1.19	1.13	1.09	1.16	1.35	1.52	1.60	1.52	1.38
13.775	1.53	1.49	1.44	1.36	1.41	1.54	1.72	1.89	1.93	1.80	1.62
12.692	1.60	1.64	1.67	1.63	1.63	1.84	2.03	2.25	2.20	1.90	1.67
m	1.455	4.364	7.273	10.182	13.091	16.000	18.909	21.818	24.727	27.636	30.545

Reticolo: 11 x 6 Punti

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Lmin [cd/m <sup>2</sup> ]	Lmax [cd/m <sup>2</sup> ]	g1	g2
1.24	0.62	2.25	0.502	0.278

## Osservatore 2

Luminanza con carreggiata asciutta [cd/m<sup>2</sup>]

18.108	0.70	0.70	0.65	0.61	0.61	0.66	0.72	0.77	0.81	0.80	0.74
17.025	0.87	0.84	0.79	0.76	0.72	0.77	0.87	0.94	0.98	0.98	0.92
15.942	1.05	1.04	0.99	0.94	0.91	0.96	1.08	1.18	1.20	1.18	1.10
14.858	1.28	1.27	1.24	1.20	1.19	1.25	1.37	1.51	1.54	1.45	1.31
13.775	1.51	1.50	1.48	1.38	1.34	1.58	1.73	1.83	1.85	1.70	1.54
12.692	1.39	1.44	1.52	1.41	1.43	1.70	1.87	2.06	1.99	1.71	1.50
m	1.455	4.364	7.273	10.182	13.091	16.000	18.909	21.818	24.727	27.636	30.545

Reticolo: 11 x 6 Punti

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Lmin [cd/m <sup>2</sup> ]	Lmax [cd/m <sup>2</sup> ]	g1	g2
1.20	0.61	2.06	0.510	0.296

Luminanza con lampada nuova [cd/m<sup>2</sup>]

18.108	0.78	0.78	0.73	0.68	0.68	0.73	0.80	0.85	0.90	0.89	0.83
17.025	0.96	0.93	0.88	0.84	0.80	0.86	0.96	1.04	1.09	1.08	1.02
15.942	1.17	1.16	1.10	1.05	1.01	1.07	1.20	1.31	1.34	1.32	1.22
14.858	1.42	1.41	1.38	1.33	1.33	1.39	1.52	1.68	1.71	1.62	1.46
13.775	1.67	1.67	1.64	1.53	1.49	1.75	1.92	2.03	2.06	1.88	1.71
12.692	1.55	1.60	1.69	1.57	1.59	1.89	2.08	2.29	2.21	1.90	1.67
m	1.455	4.364	7.273	10.182	13.091	16.000	18.909	21.818	24.727	27.636	30.545

Reticolo: 11 x 6 Punti

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Lmin [cd/m <sup>2</sup> ]	Lmax [cd/m <sup>2</sup> ]	g1	g2
1.33	0.68	2.29	0.510	0.296

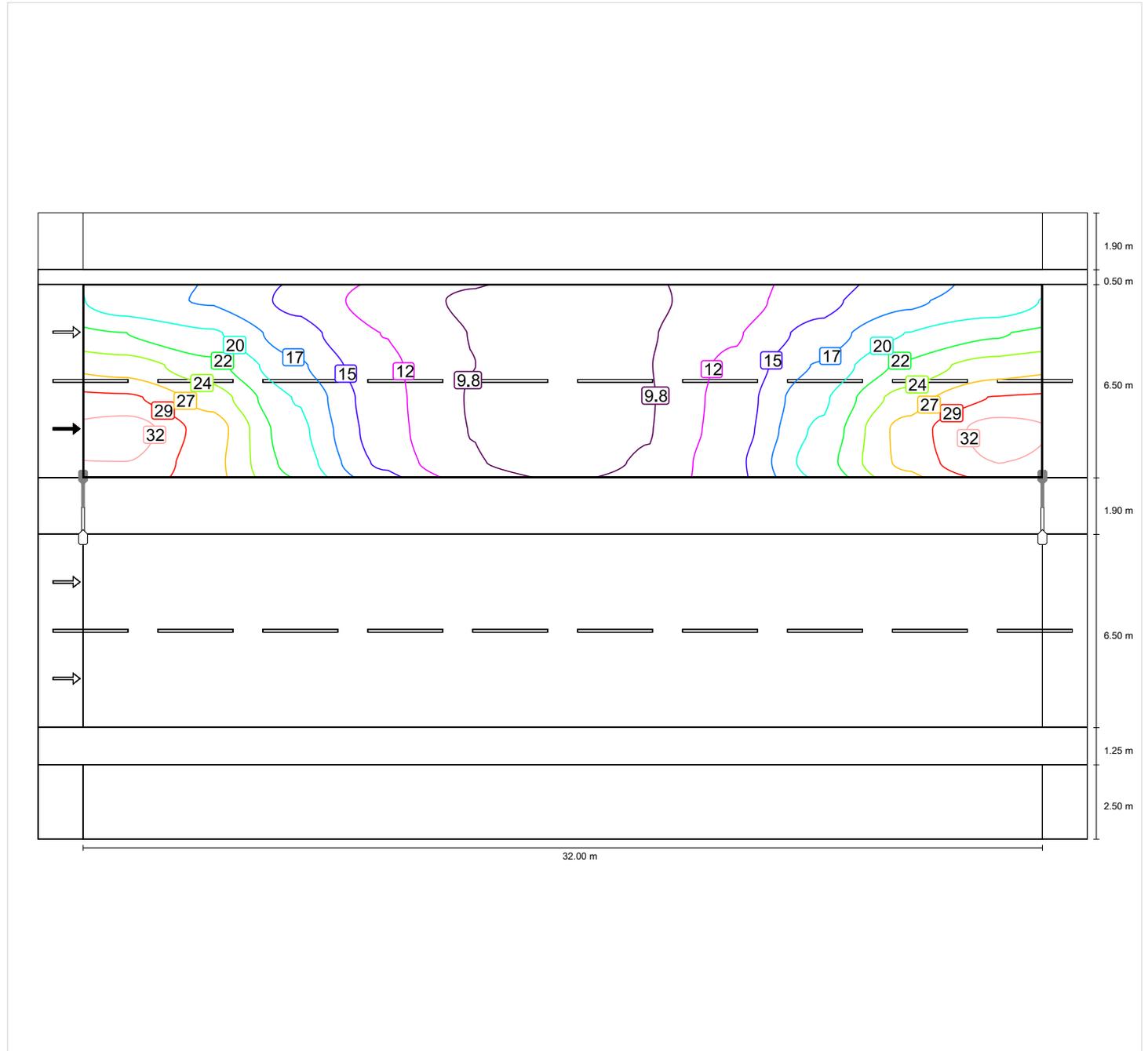
Strada 1: Alternativa 1 / Carreggiata 2 (M3) / Isolinee

## Carreggiata 2 (M3)

Fattore di diminuzione: 0.90  
Reticolo: 11 x 6 Punti

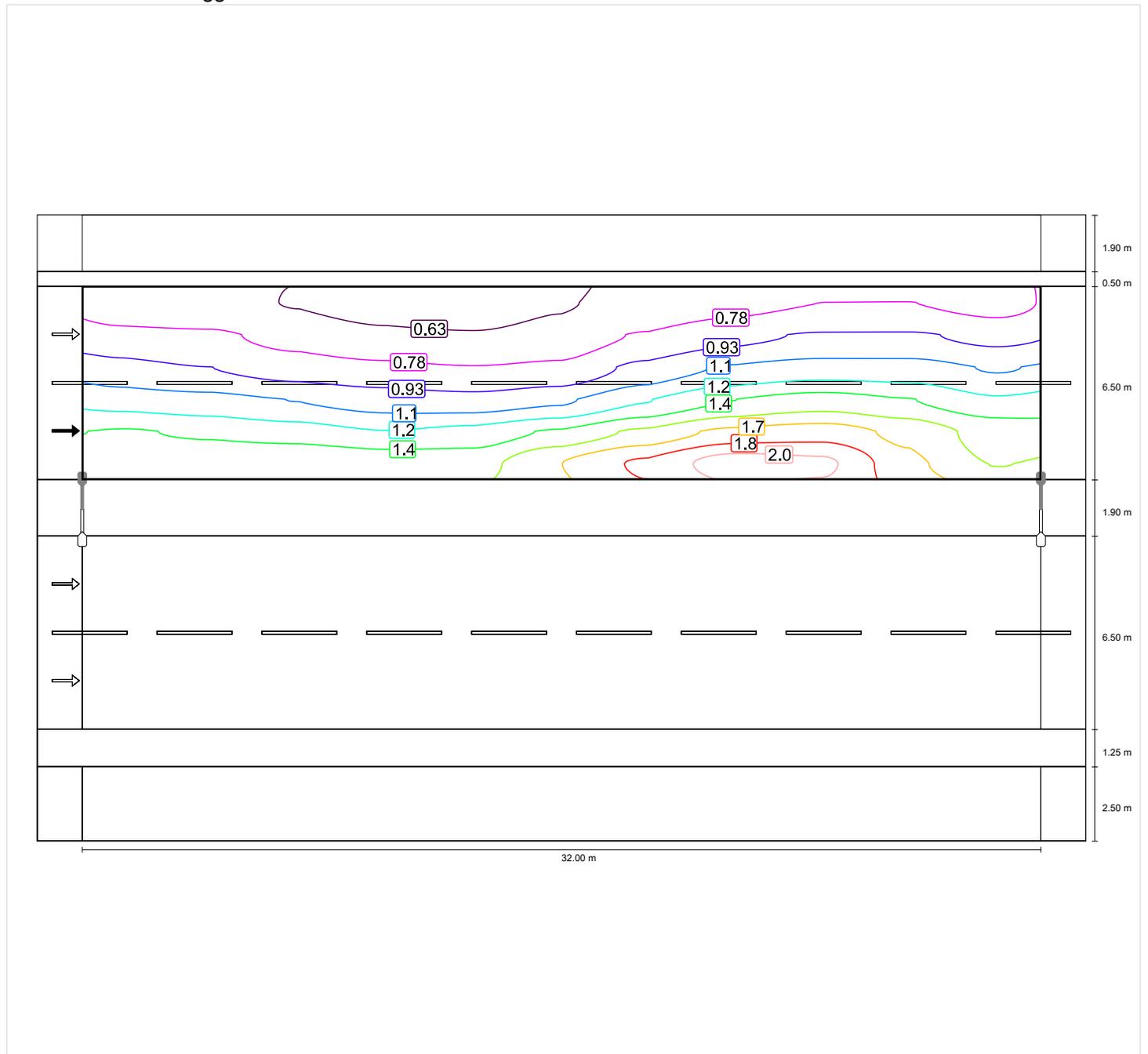
Lm [cd/m <sup>2</sup> ] ≥ 1.00	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 1.12	✓ 0.50	✓ 0.70	✓ 10	✓ 0.68

### Illuminamento orizzontale

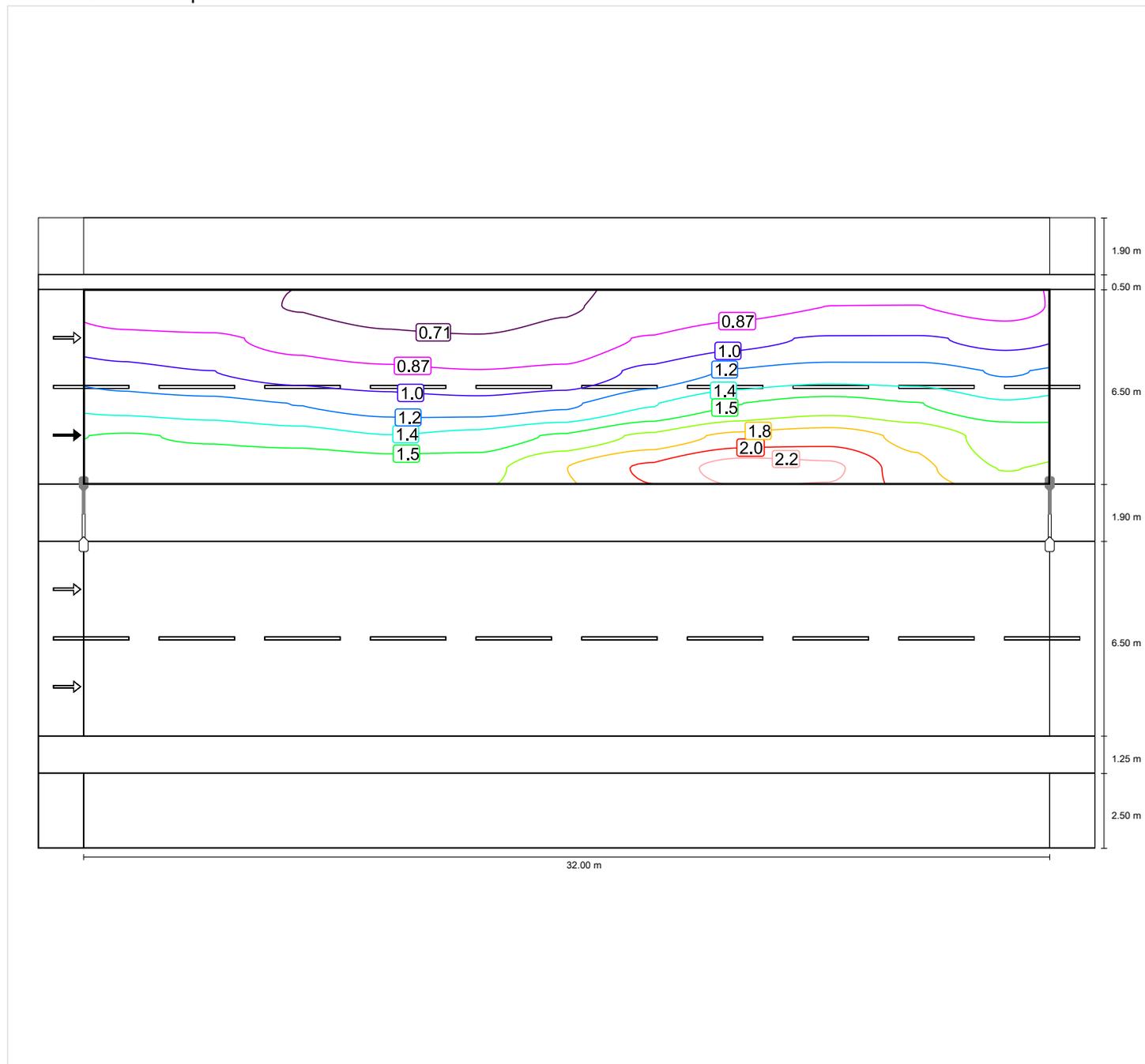


Osservatore 1

Luminanza con carreggiata asciutta

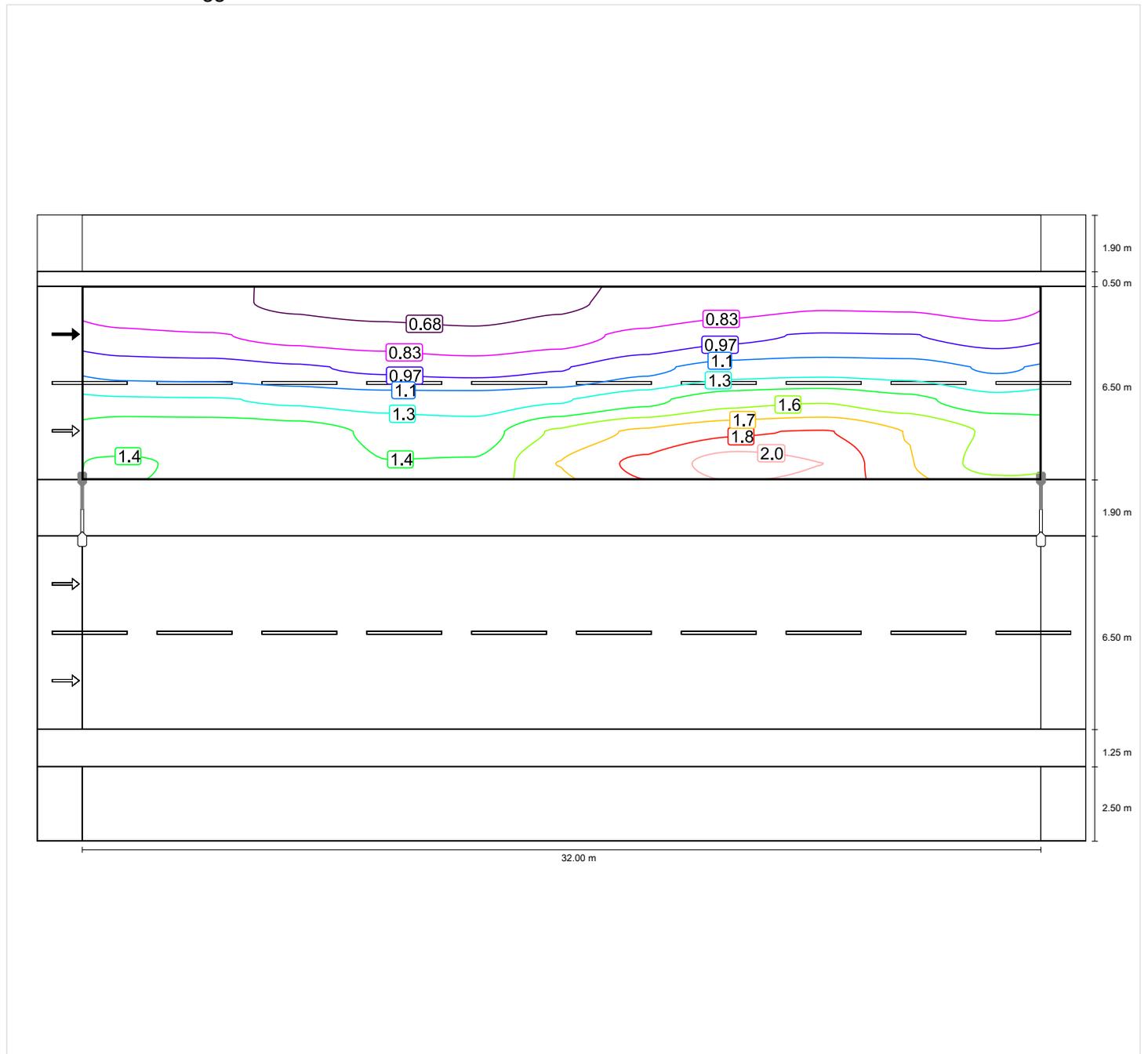


Luminanza con lampada nuova

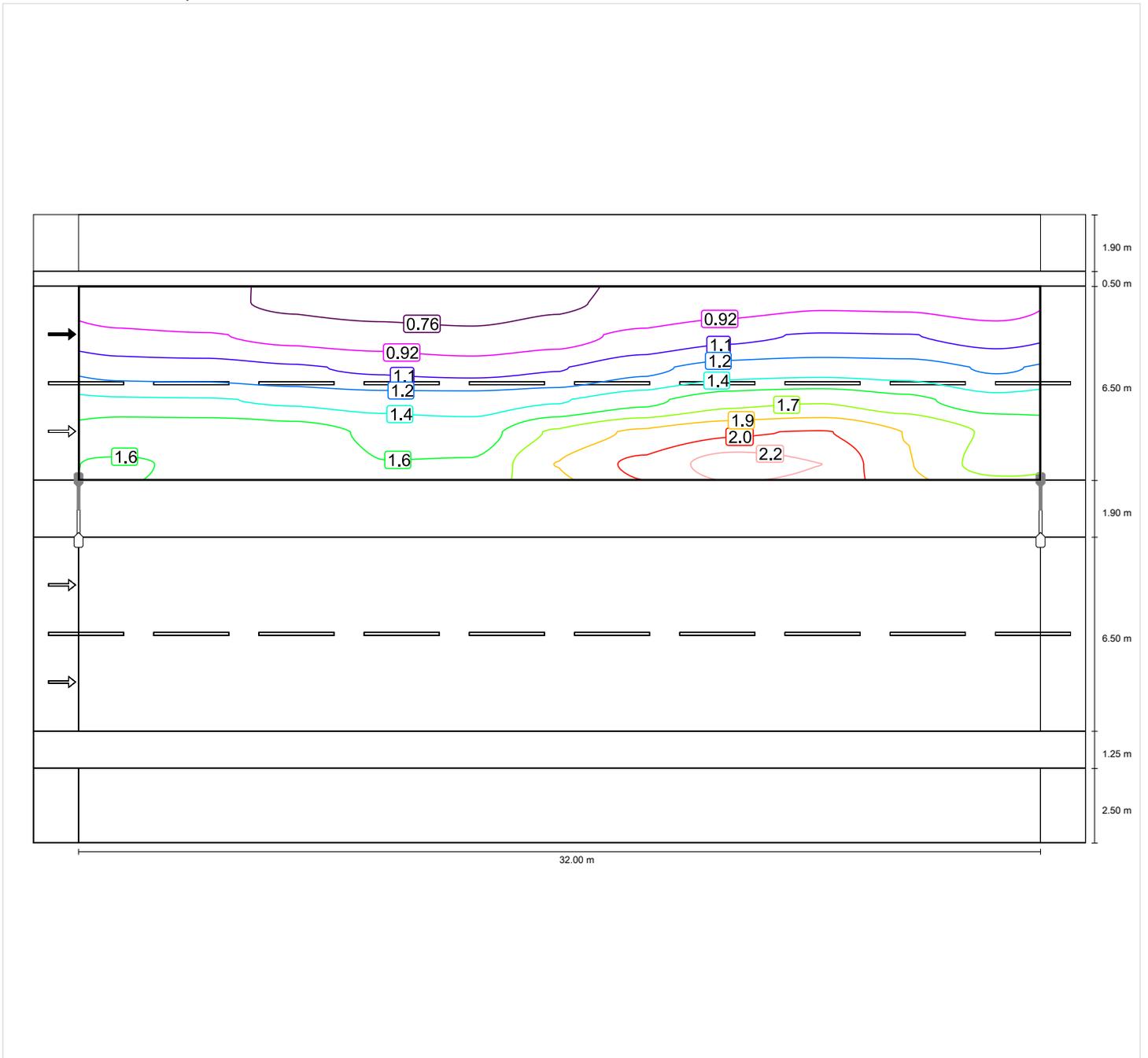


Osservatore 2

Luminanza con carreggiata asciutta



Luminanza con lampada nuova

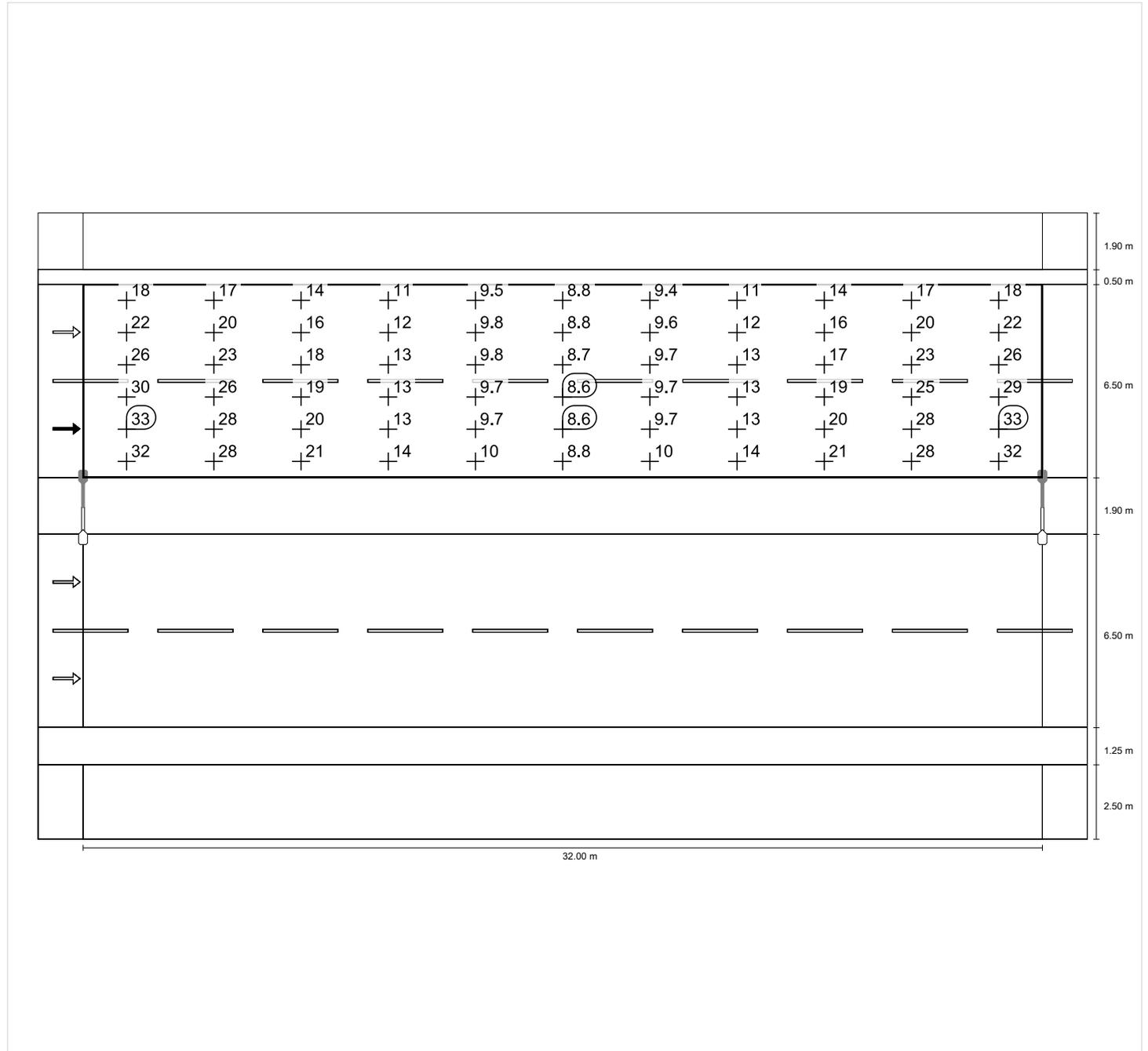


### Carreggiata 2 (M3)

Fattore di diminuzione: 0.90  
Reticolo: 11 x 6 Punti

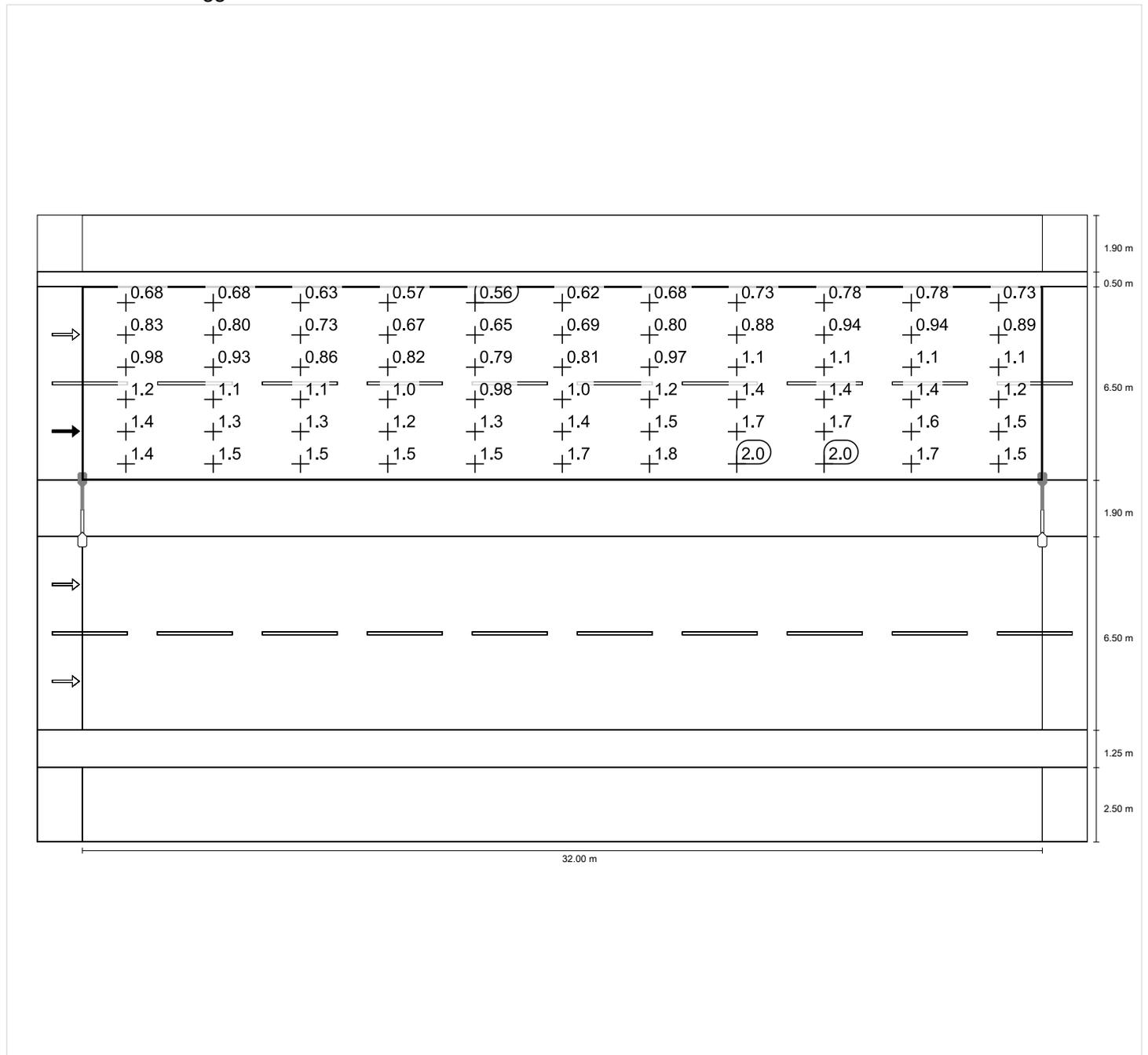
Lm [cd/m²] ≥ 1.00	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 1.12	✓ 0.50	✓ 0.70	✓ 10	✓ 0.68

### Illuminamento orizzontale

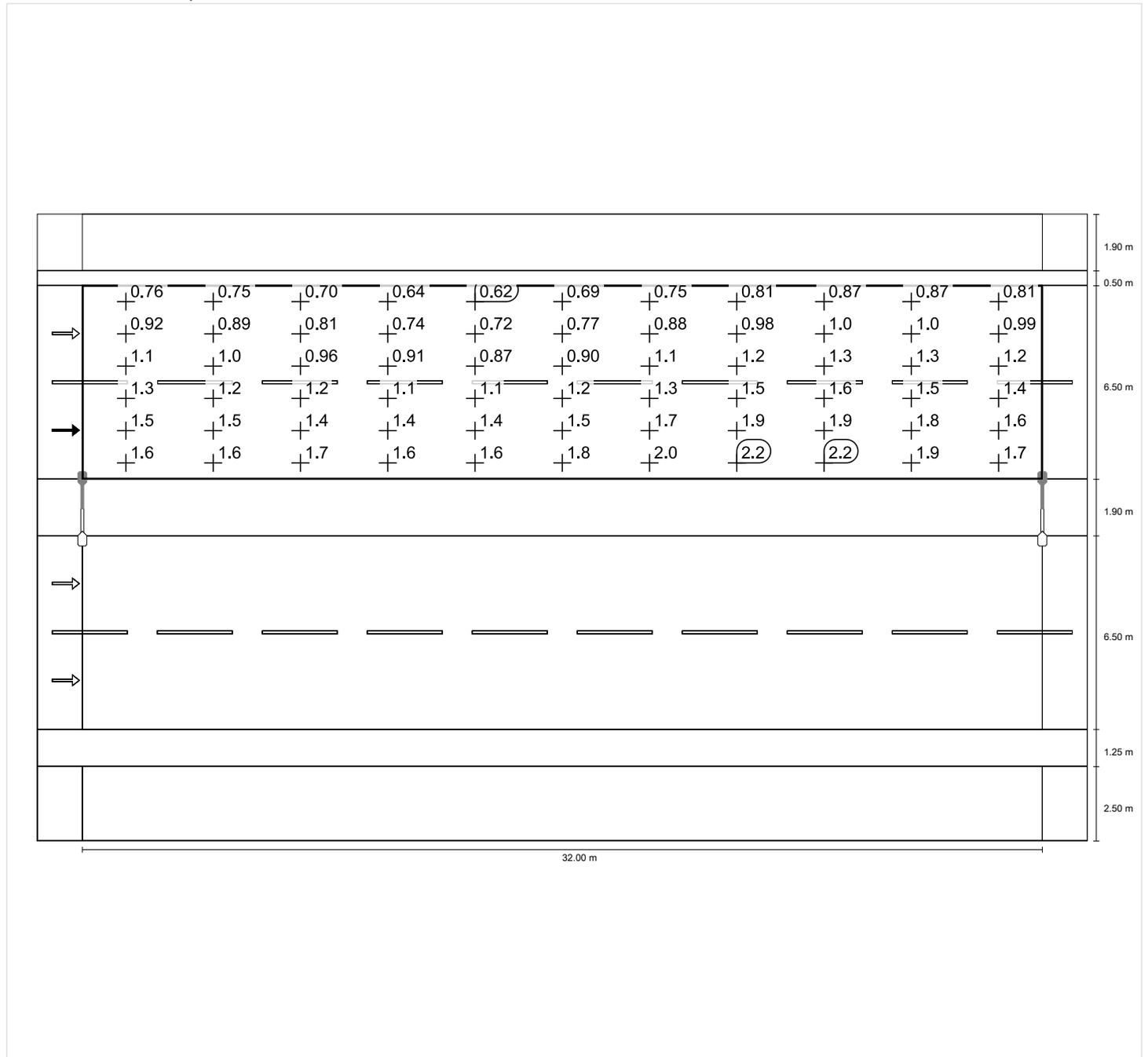


Osservatore 1

Luminanza con carreggiata asciutta

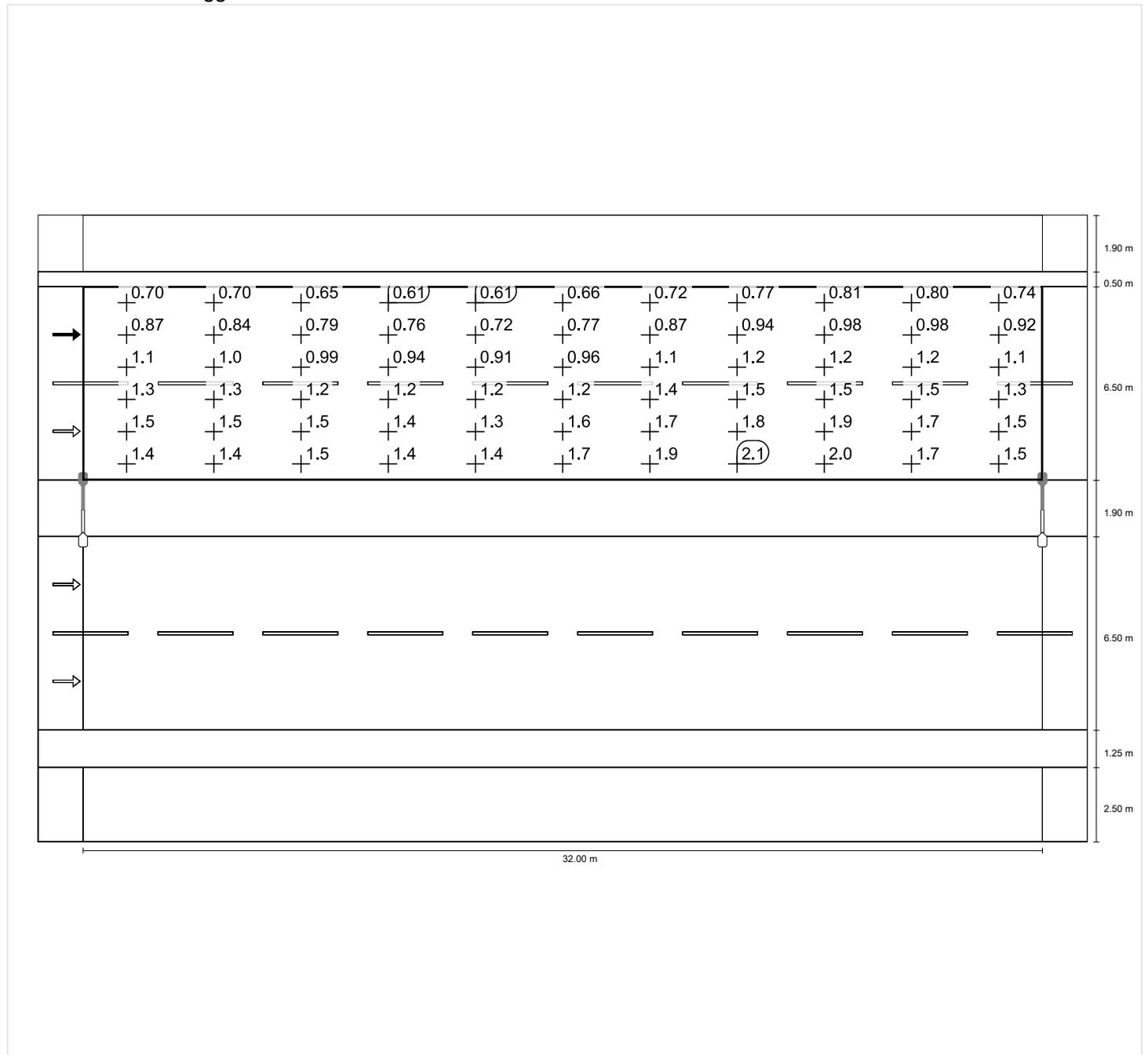


Luminanza con lampada nuova

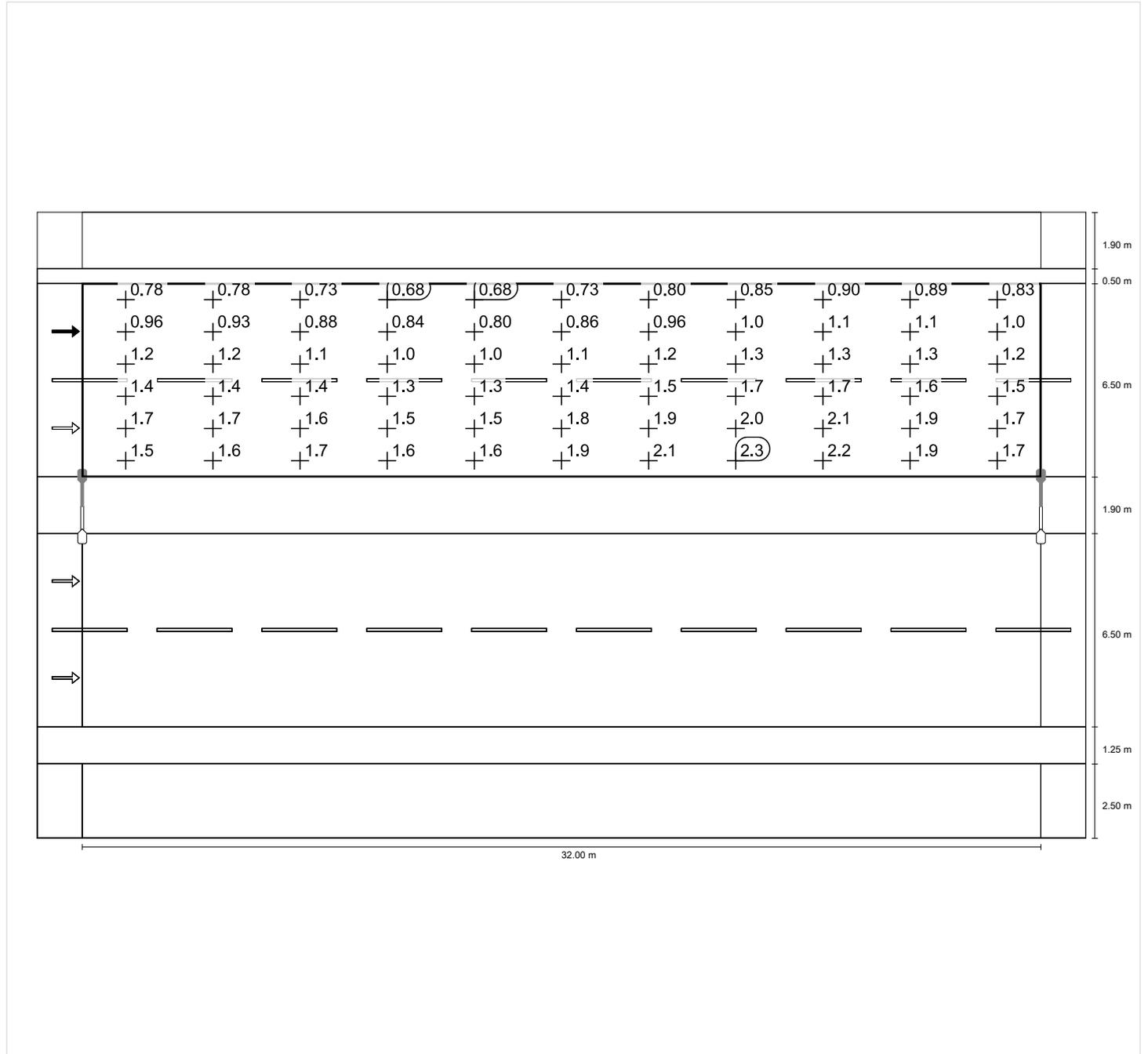


Osservatore 2

Luminanza con carreggiata asciutta



Luminanza con lampada nuova



## Carreggiata 1 (M3)

Fattore di diminuzione: 0.90

Reticolo: 11 x 6 Punti

Lm [cd/m <sup>2</sup> ] ≥ 1.00	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 1.13	✓ 0.50	✓ 0.69	✓ 10	✓ 0.68

Osservatori corrispondenti (2):

Osservatore	Posizione [m]	Lm [cd/m <sup>2</sup> ] ≥ 1.00	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15
Osservatore 1	(-60.000, 5.375, 1.500)	1.20	0.51	0.72	7
Osservatore 2	(-60.000, 8.625, 1.500)	1.13	0.50	0.69	10

## Carreggiata 1 (M3)

### Illuminamento orizzontale [lx]

9.708	31.6	27.5	21.0	14.1	10.0	8.78	10.0	14.2	21.2	27.7	31.6
8.625	32.9	27.8	20.1	13.4	9.71	8.68	9.73	13.5	20.3	28.2	33.1
7.542	29.8	25.7	19.3	13.2	9.67	8.54	9.71	13.3	19.5	26.1	30.1
6.458	26.0	22.9	17.5	12.8	9.73	8.69	9.79	13.0	17.7	23.1	26.3
5.375	22.1	19.9	15.8	12.1	9.65	8.81	9.77	12.3	15.9	20.2	22.4
4.292	18.4	17.0	14.1	11.2	9.42	8.82	9.53	11.3	14.2	17.2	18.5
m	1.455	4.364	7.273	10.182	13.091	16.000	18.909	21.818	24.727	27.636	30.545

Reticolo: 11 x 6 Punti

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
17.4	8.54	33.1	0.492	0.258

## Osservatore 1

Luminanza con carreggiata asciutta [cd/m<sup>2</sup>]

9.708	1.39	1.43	1.50	1.40	1.41	1.71	1.88	2.08	2.02	1.71	1.49
8.625	1.48	1.47	1.45	1.38	1.34	1.58	1.73	1.85	1.89	1.72	1.54
7.542	1.27	1.25	1.23	1.19	1.20	1.26	1.39	1.54	1.58	1.49	1.33
6.458	1.04	1.03	0.99	0.95	0.91	0.97	1.10	1.22	1.24	1.21	1.12
5.375	0.87	0.83	0.78	0.75	0.73	0.78	0.89	0.97	1.01	1.00	0.94
4.292	0.70	0.70	0.65	0.61	0.61	0.67	0.73	0.78	0.83	0.83	0.76
m	1.455	4.364	7.273	10.182	13.091	16.000	18.909	21.818	24.727	27.636	30.545

Reticolo: 11 x 6 Punti

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Lmin [cd/m <sup>2</sup> ]	Lmax [cd/m <sup>2</sup> ]	g1	g2
1.20	0.61	2.08	0.507	0.293

Luminanza con lampada nuova [cd/m<sup>2</sup>]

9.708	1.54	1.58	1.67	1.56	1.57	1.90	2.09	2.31	2.25	1.90	1.66
8.625	1.65	1.63	1.61	1.54	1.49	1.76	1.92	2.06	2.09	1.91	1.71
7.542	1.41	1.39	1.36	1.32	1.33	1.40	1.54	1.71	1.76	1.65	1.48
6.458	1.16	1.14	1.09	1.05	1.01	1.08	1.22	1.35	1.37	1.35	1.24
5.375	0.96	0.93	0.87	0.84	0.81	0.87	0.98	1.07	1.12	1.11	1.05
4.292	0.78	0.78	0.73	0.68	0.68	0.74	0.81	0.87	0.92	0.92	0.85
m	1.455	4.364	7.273	10.182	13.091	16.000	18.909	21.818	24.727	27.636	30.545

Reticolo: 11 x 6 Punti

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Lmin [cd/m <sup>2</sup> ]	Lmax [cd/m <sup>2</sup> ]	g1	g2
1.34	0.68	2.31	0.507	0.293

## Osservatore 2

Luminanza con carreggiata asciutta [cd/m<sup>2</sup>]

9.708	1.42	1.46	1.49	1.47	1.49	1.66	1.82	2.04	2.01	1.72	1.49
8.625	1.37	1.32	1.28	1.22	1.26	1.40	1.56	1.73	1.78	1.64	1.47
7.542	1.15	1.11	1.06	1.01	0.99	1.05	1.23	1.39	1.48	1.41	1.26
6.458	0.98	0.92	0.85	0.81	0.79	0.83	0.99	1.12	1.17	1.17	1.08
5.375	0.83	0.80	0.73	0.67	0.65	0.70	0.82	0.91	0.96	0.97	0.91
4.292	0.68	0.68	0.63	0.57	0.56	0.63	0.69	0.75	0.80	0.81	0.74
m	1.455	4.364	7.273	10.182	13.091	16.000	18.909	21.818	24.727	27.636	30.545

Reticolo: 11 x 6 Punti

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Lmin [cd/m <sup>2</sup> ]	Lmax [cd/m <sup>2</sup> ]	g1	g2
1.13	0.56	2.04	0.496	0.274

Luminanza con lampada nuova [cd/m<sup>2</sup>]

9.708	1.58	1.62	1.65	1.63	1.65	1.84	2.03	2.27	2.23	1.92	1.66
8.625	1.52	1.46	1.43	1.36	1.40	1.56	1.73	1.92	1.97	1.83	1.63
7.542	1.28	1.23	1.18	1.13	1.11	1.17	1.37	1.55	1.64	1.56	1.40
6.458	1.09	1.03	0.95	0.90	0.88	0.92	1.10	1.24	1.30	1.29	1.20
5.375	0.92	0.89	0.81	0.74	0.72	0.78	0.91	1.01	1.07	1.08	1.01
4.292	0.76	0.75	0.70	0.64	0.62	0.70	0.77	0.83	0.89	0.90	0.83
m	1.455	4.364	7.273	10.182	13.091	16.000	18.909	21.818	24.727	27.636	30.545

Reticolo: 11 x 6 Punti

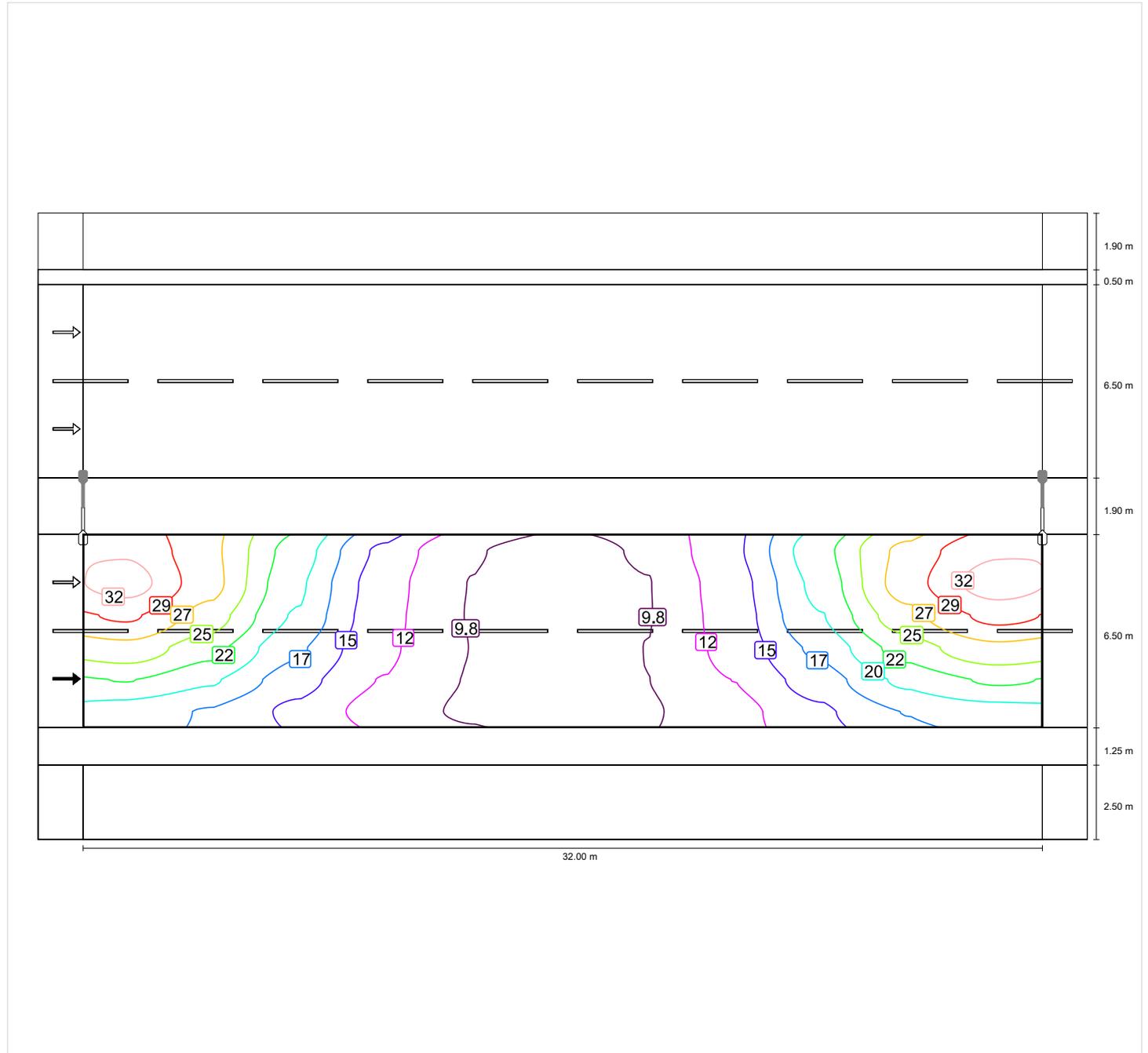
Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Lmin [cd/m <sup>2</sup> ]	Lmax [cd/m <sup>2</sup> ]	g1	g2
1.25	0.62	2.27	0.496	0.274

### Carreggiata 1 (M3)

Fattore di diminuzione: 0.90  
Reticolo: 11 x 6 Punti

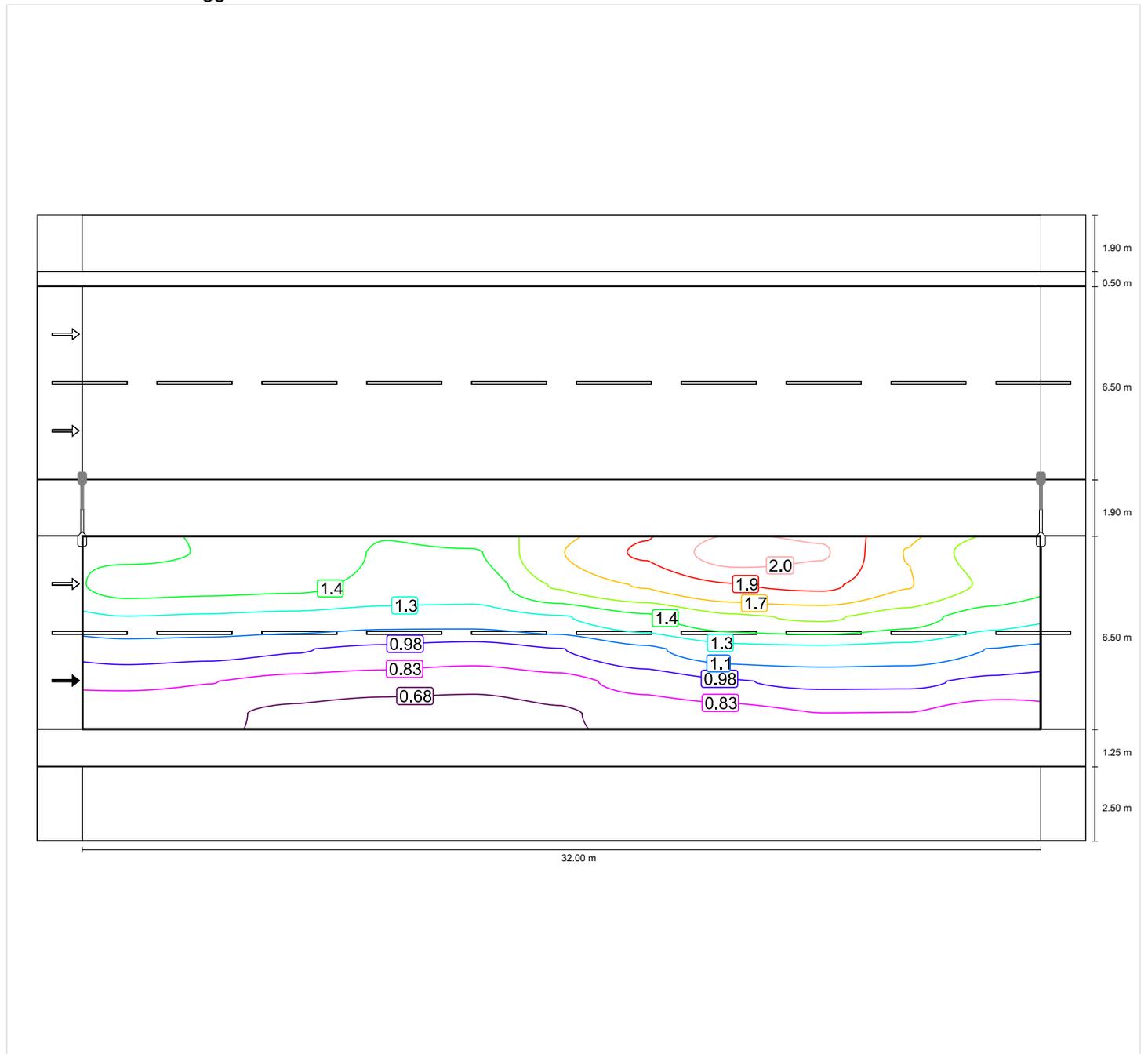
Lm [cd/m <sup>2</sup> ] ≥ 1.00	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 1.13	✓ 0.50	✓ 0.69	✓ 10	✓ 0.68

#### Illuminamento orizzontale

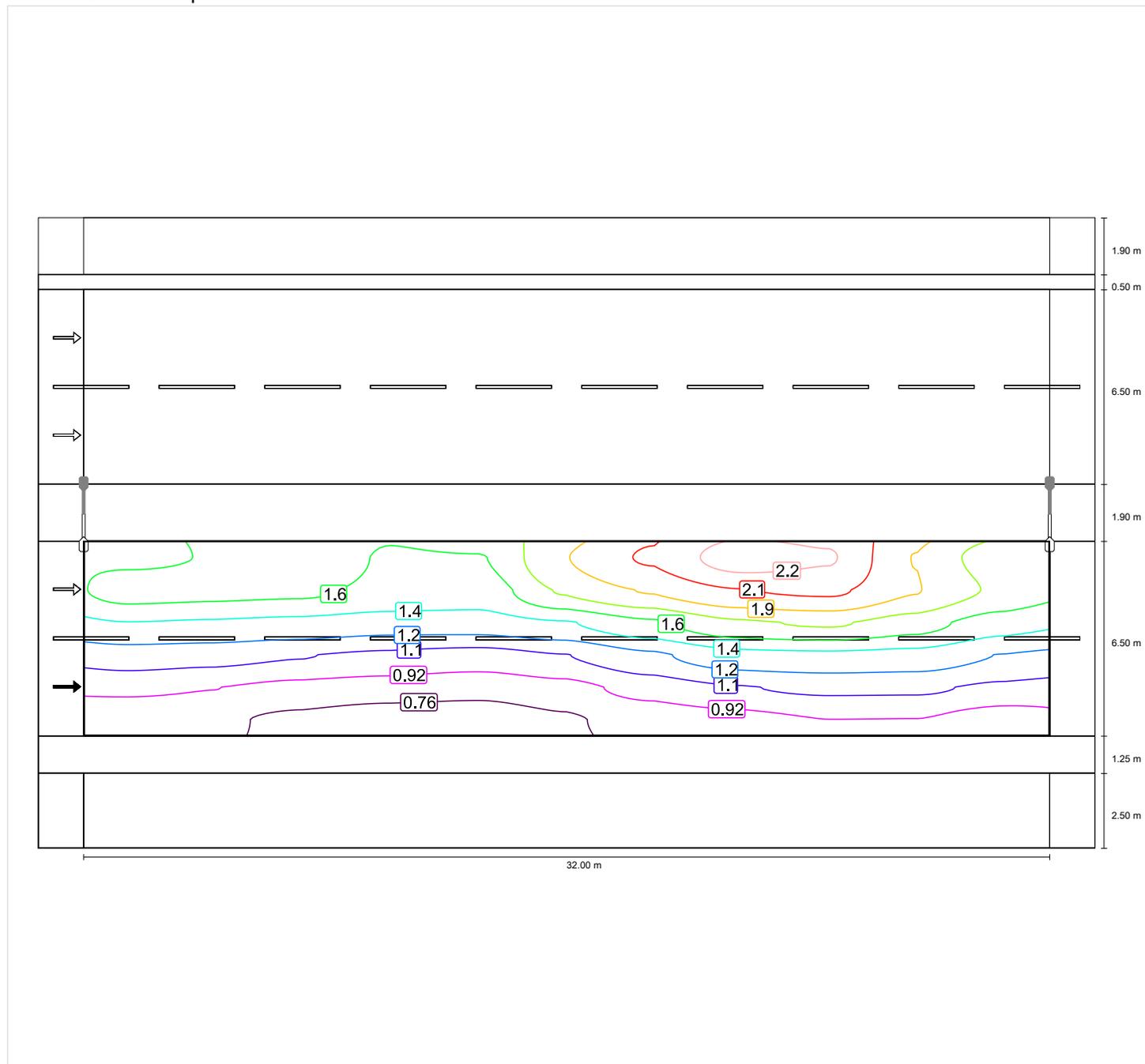


Osservatore 1

Luminanza con carreggiata asciutta

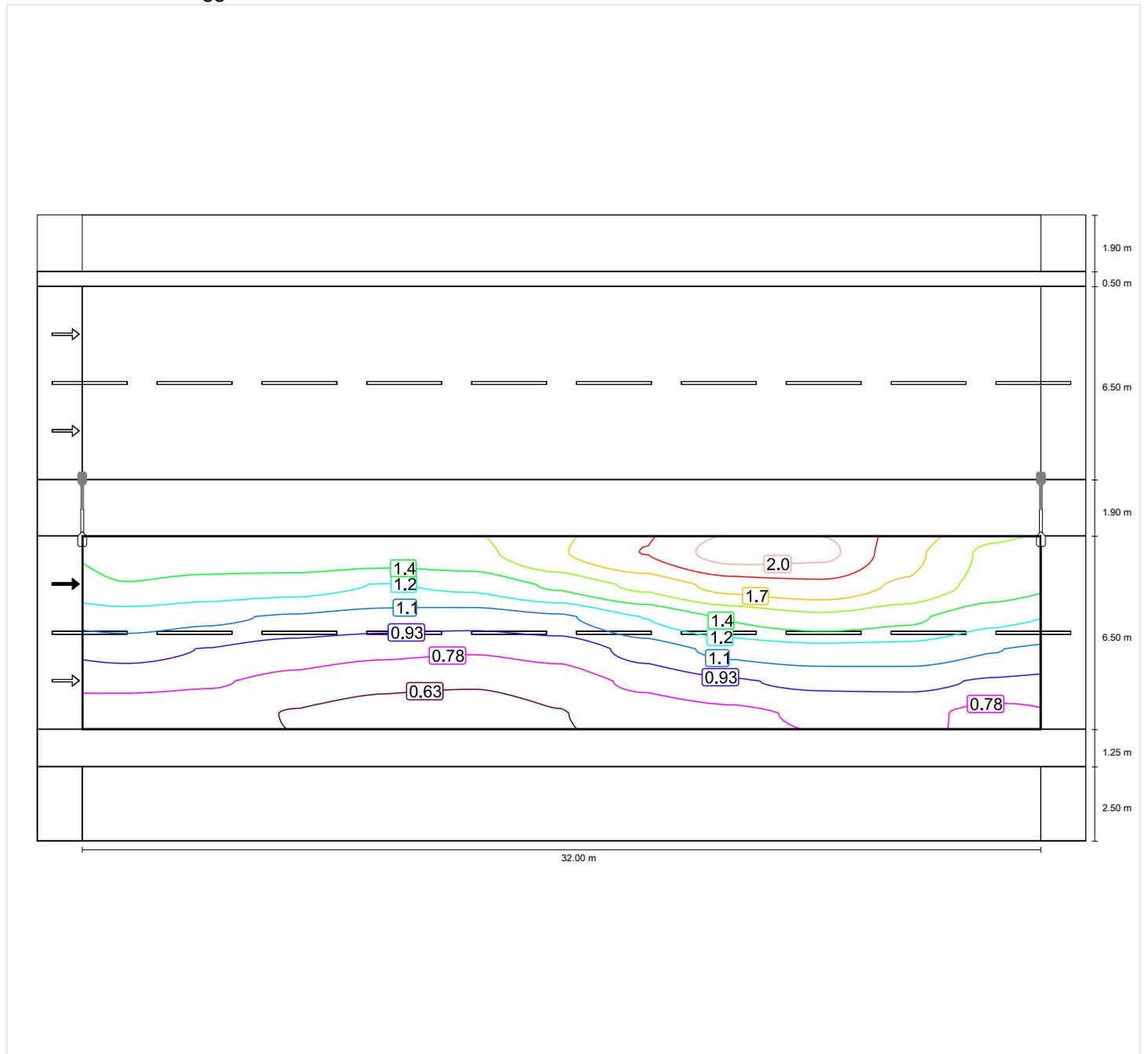


Luminanza con lampada nuova

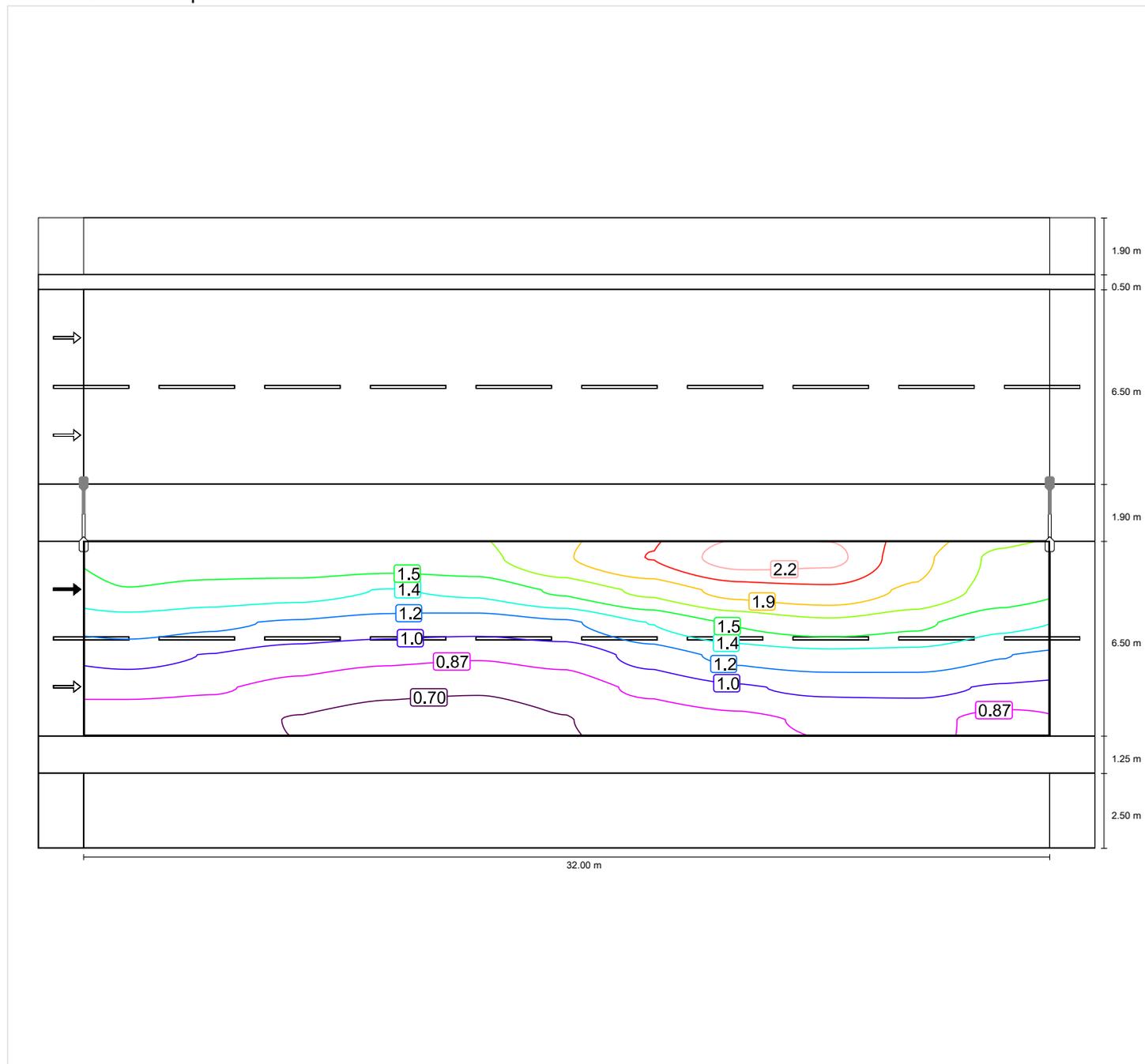


Osservatore 2

Luminanza con carreggiata asciutta



Luminanza con lampada nuova

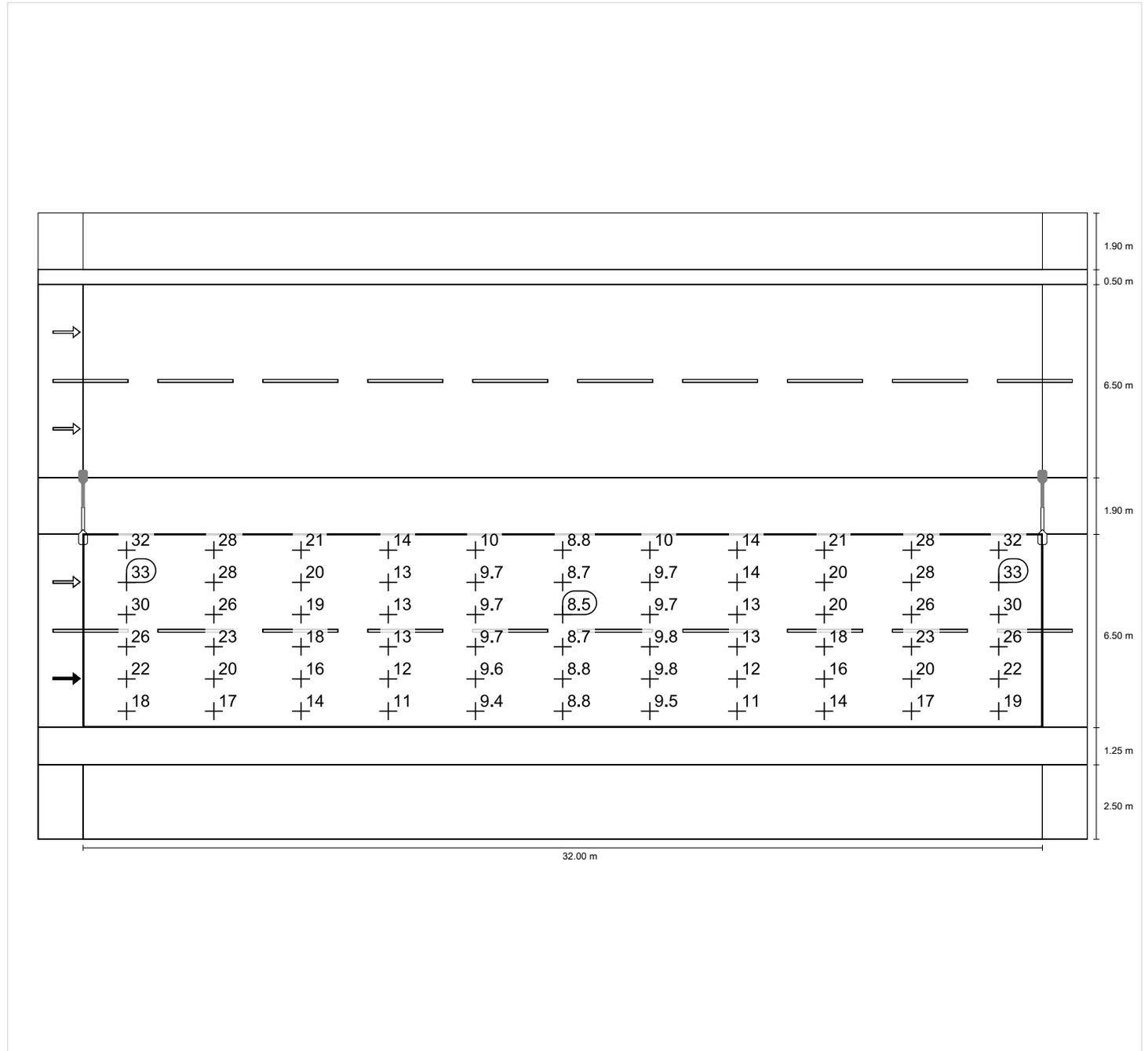


### Carreggiata 1 (M3)

Fattore di diminuzione: 0.90  
Reticolo: 11 x 6 Punti

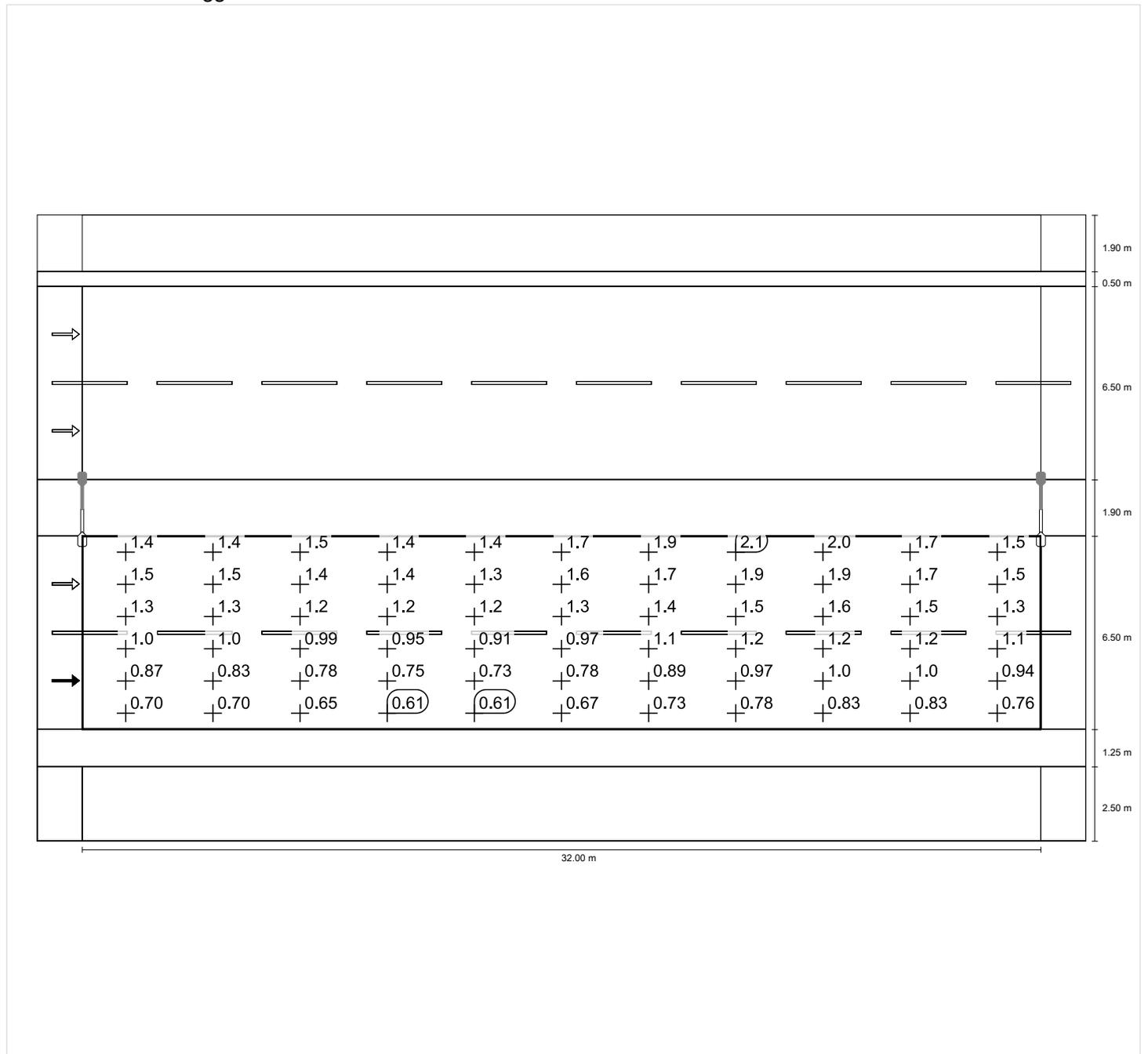
Lm [cd/m <sup>2</sup> ] ≥ 1.00	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 1.13	✓ 0.50	✓ 0.69	✓ 10	✓ 0.68

#### Illuminamento orizzontale

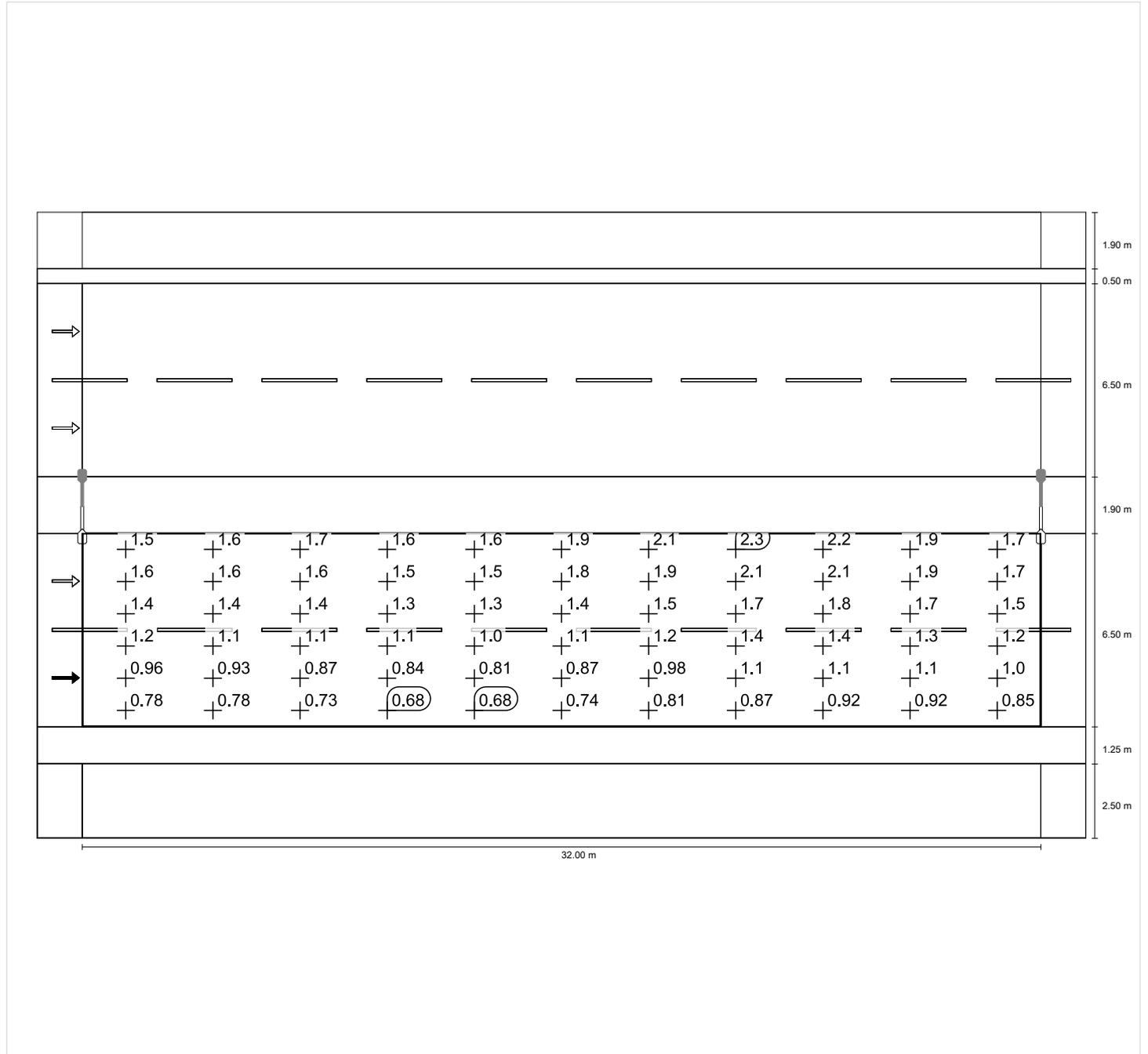


Osservatore 1

Luminanza con carreggiata asciutta

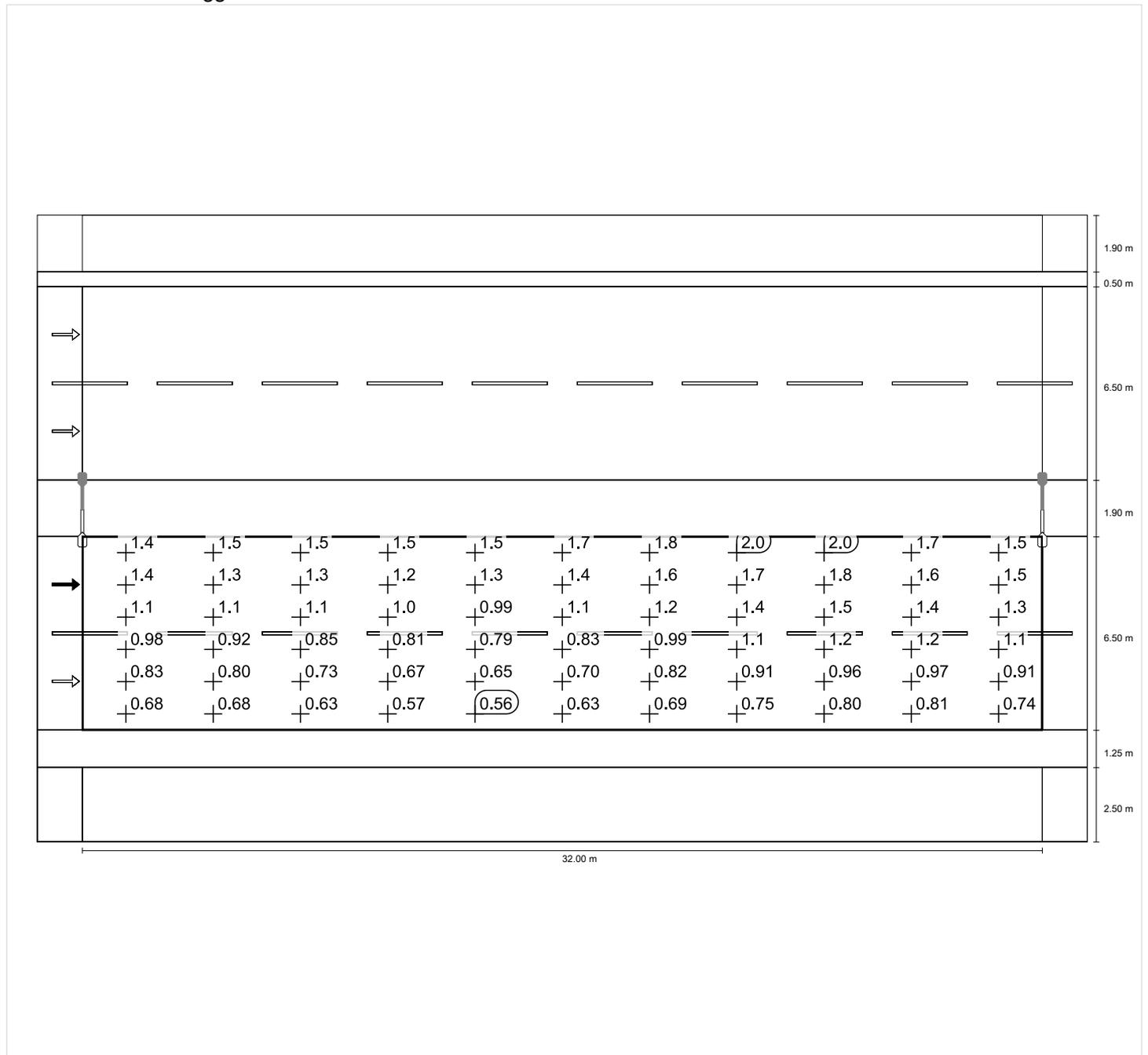


Luminanza con lampada nuova



Osservatore 2

Luminanza con carreggiata asciutta





## Pista ciclabile 1 (P3)

Fattore di diminuzione: 0.90  
Reticolo: 11 x 3 Punti

Em [lx] ≥ 7.50 ≤ 11.25	Emin [lx] ≥ 1.50
✓ 9.17	✓ 6.77

## Pista ciclabile 1 (P3)

### Illuminamento orizzontale [lx]

2.083	12.5	11.7	10.5	9.30	8.30	7.98	8.37	9.41	10.7	12.0	12.6
1.250	10.8	10.0	9.27	8.45	7.74	7.43	7.78	8.54	9.43	10.2	10.8
0.417	9.48	8.67	8.07	7.57	7.03	6.77	7.06	7.65	8.19	8.79	9.50
m	1.455	4.364	7.273	10.182	13.091	16.000	18.909	21.818	24.727	27.636	30.545

Reticolo: 11 x 3 Punti

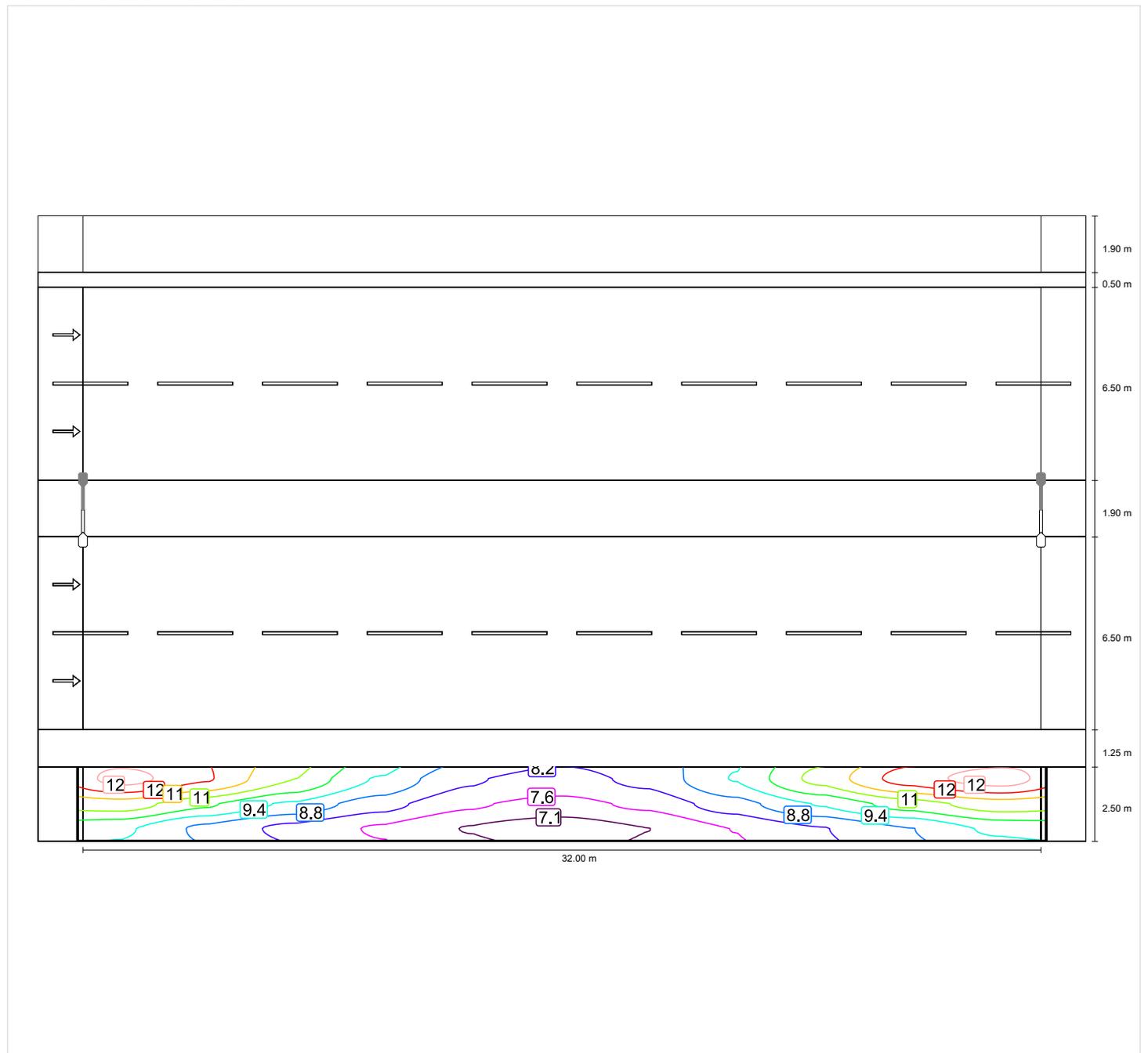
Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
9.17	6.77	12.6	0.738	0.539

### Pista ciclabile 1 (P3)

Fattore di diminuzione: 0.90  
Reticolo: 11 x 3 Punti

Em [lx]	Emin [lx]
≥ 7.50	≥ 1.50
≤ 11.25	
✓ 9.17	✓ 6.77

### Illuminamento orizzontale

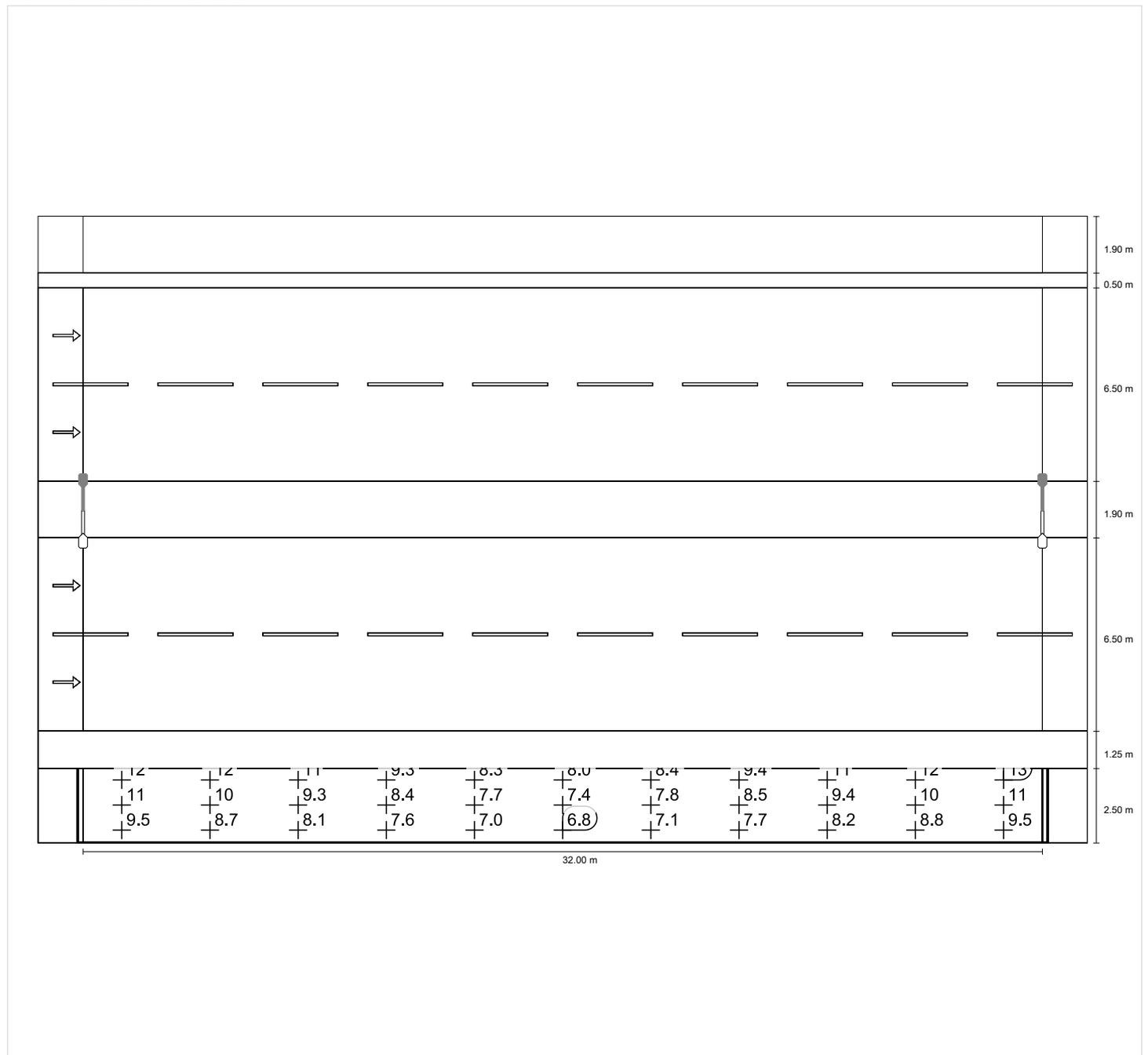


### Pista ciclabile 1 (P3)

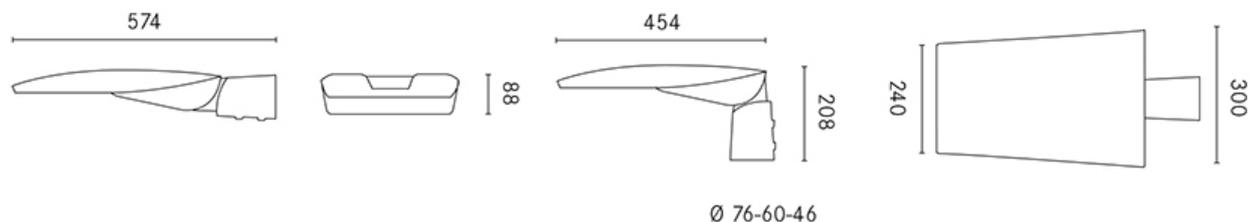
Fattore di diminuzione: 0.90  
Reticolo: 11 x 3 Punti

Em [lx]	Emin [lx]
≥ 7.50	≥ 1.50
≤ 11.25	
✓ 9.17	✓ 6.77

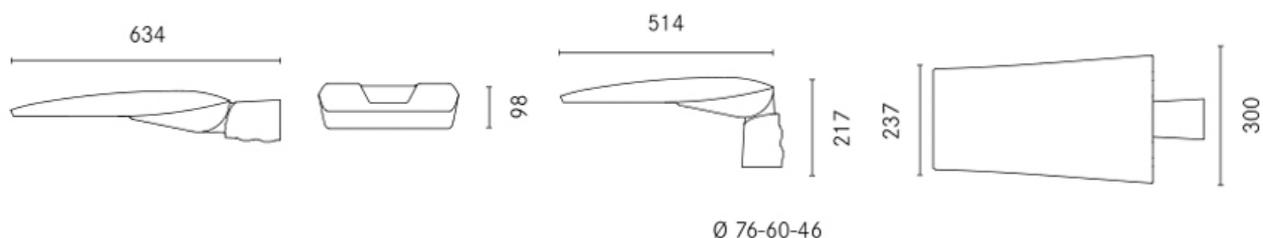
#### Illuminamento orizzontale



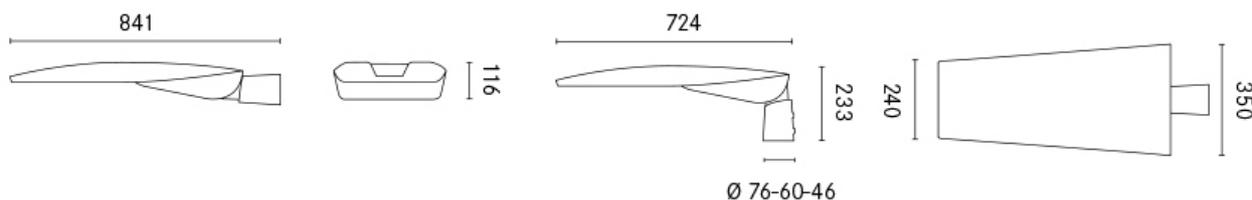
small



small x



medium



Caratteristiche generali

Descrizione: armatura stradale LED

Classe di isolamento: classe II

Tensione nominale: 220-240 V / 50-60 Hz

Grado di protezione: IP66

Protezione contro gli urti: IK08

Dispositivo di protezione surge: integrato 10kV-10kA, Type 3, equipaggiato con LED di segnalazione e termofusibile per disconnessione a fine vita; tenuta all'impulso CL II 10kV DM

Fattore di potenza: > 0.9

Temperatura ambiente Ta: -30° C +50°C

Peso: small 6,50 kg; small x 7,50 kg; medium 11,00 kg

Superficie esposta max: small 0,13 m<sup>2</sup>; small x 0,14 m<sup>2</sup>; medium 0,24 m<sup>2</sup> (dimensionata per vento 205 Km/h)

Superficie esposta laterale: small 0,036 m<sup>2</sup>; small x 0,042 m<sup>2</sup>; medium 0,059 m<sup>2</sup> (dimensionata per vento 205 Km/h)

Protezione da sovratensioni modo comune: 10 kV

Protezione da sovratensioni modo differenziale: 10 kV

Driver: incluso

Marchi e Certificazioni: ENEC / CE

Le caratteristiche del prodotto elencate sono soggette a variazioni e dovranno essere confermate in fase di ordine.

I valori indicati in questa scheda tecnica sono da considerarsi valori nominali.

Al fine di favorire un costante aggiornamento dei propri prodotti, Cariboni Group si riserva il diritto di apportare modifiche senza preavviso.

---

Classificazione: CUT OFF

---

### Materiali

---

Corpo portante, copertura vano componenti e sistema di fissaggio: pressofusione in lega di alluminio UNI EN AB 46100 a basso tenore di rame

---

Schermo: vetro piano temperato 4 mm

---

Gruppo ottico: lenti PMMA ad alta trasparenza

---

Guarnizioni: silicone espanso antivecchiante

---

Viti esterne e componentistica metallica: acciaio INOX

---

Viti Interne: acciaio cromozincato

---

Piastra di cablaggio: tecnopolimero autoestinguente V0

---

Finitura: fosfocromatazione e verniciatura in polveri di poliestere realizzata in 16 fasi per la miglior resistenza agli agenti atmosferici

---

### Colori

---

grigio RAL9006 (codice con finale \_HM3 e \_HM4)

---

Sablé 100 Noir (codice con finale \_HM4)

---

### Installazione e manutenzione

---

Installazione: lato-palo / braccio

---

Diametro pali: Ø 46 - 60 - 76 mm

---

Dispositivo di ancoraggio al palo regolabile senza necessità di aprire l'armatura

---

Inclinazione: testa-palo 0 +20° (con step 5°); braccio 0 -20° (con step 5°)

---

Fissaggio: N. 2 grani di fissaggio in acciaio INOX

---

Ø cavo di alimentazione: 10 ÷ 14 mm

---

Cavi flessibili 1x0,75 mm<sup>2</sup> doppio isolamento in gomma siliconica

---

Pressacavo: PG16

---

Sostituibilità gruppo ottico: senza l'utilizzo di utensili

---

Sostituibilità piastra cablaggio: senza utilizzo di utensili

---

Vano di alimentazione: indipendente dal gruppo ottico

---

Sezionatore: automatico (con sezione dei morsetti di 2,5 mm<sup>2</sup>)

---

### Sistema Ottico

---

Previsto con emitter bianchi 4000K, 3000K e 2200K (solo KAI SMALL) posizionati per mezzo di sistema "pick and place" su circuito elettrico, MCPCB, dissipante termicamente. Sistema ottico composto da lenti in polimetilmetilacrilato ad alta trasparenza, sviluppate in modo che ciascuna sorgente realizzi la totalità della fotometria. Utilizzando questa soluzione è possibile garantire che, in caso di malfunzionamento di un singolo LED, non si crei una zona a minore illuminamento rispetto alle altre ma, al limite, si ottiene una riduzione percentuale dell'illuminamento sull'intera superficie di competenza.

---

Indice di resa cromatica (CRI): ≥ 70 SDCM=4, @ 6.000h SDCM ≤7 STEP

---

Vita gruppo ottico: > 160.000 h @ 700mA @ Ta 25° C TM21 L80B10 L80B20

---

Vita driver (codice con finale \_HM3): 80.000 h @ 700mA @ Ta 25° C

---

Vita driver (codice con finale \_HM4): 100.000 h @ 700mA @ Ta 25° C

---

Classe di sicurezza fotobiologica: EXEMPT GROUP

---

ULOR: 0 % - DLOR: 100 %

Le caratteristiche del prodotto elencate sono soggette a variazioni e dovranno essere confermate in fase di ordine.  
I valori indicati in questa scheda tecnica sono da considerarsi valori nominali.  
Al fine di favorire un costante aggiornamento dei propri prodotti, Cariboni Group si riserva il diritto di apportare modifiche senza preavviso.

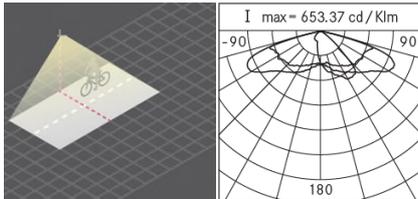
Categoria intensità luminosa: G\*3 asimmetrica stradale e manto bagnato; G\*6 attrav. Pedonali, asimmetrica LT-05 e asimmetrica LT-06

Riferimenti Normativi

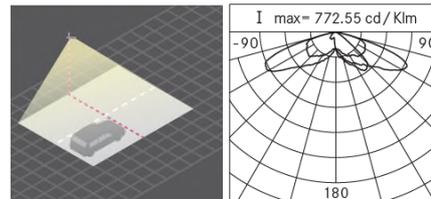
EN60598-1 / EN60598-2-3 / EN62471 / EN61547

Ottiche asimmetriche stradali

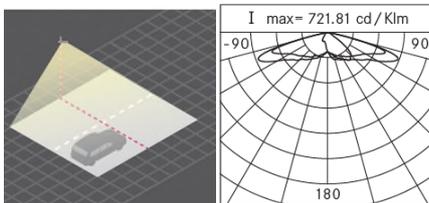
ST-01 L/H = 0,75 (L = Larghezza strada, H = Altezza palo)



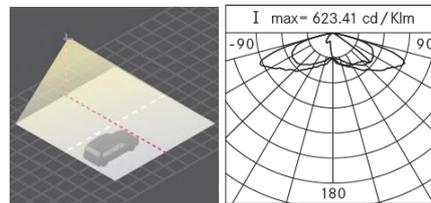
ME-01 L/H = 1 (L = Larghezza strada, H = Altezza palo)



ME-02 L/H = 1,1 (L = Larghezza strada, H = Altezza palo)

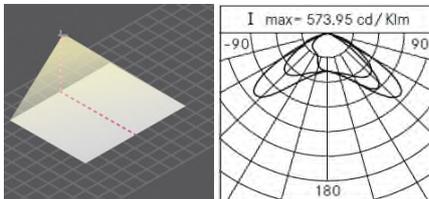


LA-01 L/H = 1,25 (L = Larghezza strada, H = Altezza palo)

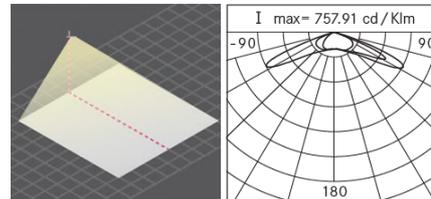


Ottiche asimmetriche

LT-05 L/H = 1,5 (L = Larghezza strada, H = Altezza palo)

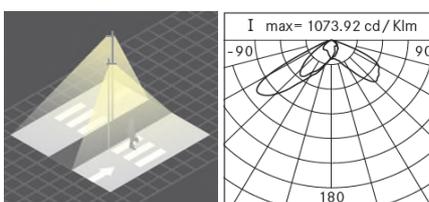


LT-06 L/H = 2 (L = Larghezza strada, H = Altezza palo)

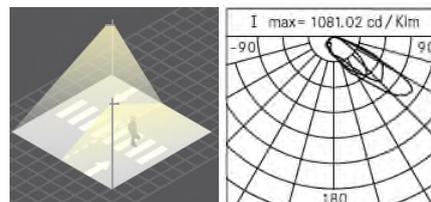


Ottiche per attraversamenti pedonali

AP-01\_SX

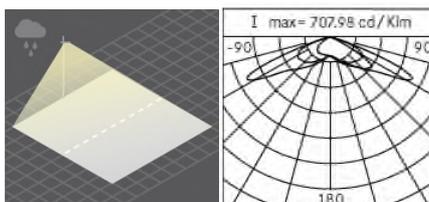


AP-01\_DX



Ottiche per manto bagnato

MB-01



Le caratteristiche del prodotto elencate sono soggette a variazioni e dovranno essere confermate in fase di ordine.

I valori indicati in questa scheda tecnica sono da considerarsi valori nominali.

Al fine di favorire un costante aggiornamento dei propri prodotti, Cariboni Group si riserva il diritto di apportare modifiche senza preavviso.

Dati prestazionali

OTTICA ASIMMETRICA STRADALE ST-01 / ME-01 / ME-02 / LA-01 OTTICA ASIMMETRICA LT-06 / LT-05 (SOLO PER SMALL E SMALL X) OTTICA PER MANTO BAGNATO MB-01													
Opzioni	Sorgente	mA	K	$\phi$ mod [lm]	P mod [W]	$\eta$ mod [lm/W]	$\phi$ app [lm]	P app [W]	$\eta$ app [lm/W]	IPEA* stradale	IPEA* aree verdi/cicli opedonali	IPEA* aree estese	IPEA* centro storico
small	R1	700	4000	4035	24	168	3470	27	129	A6+	A6+	A7+	A10+
small	R1	525	4000	3185	17,5	182	2740	20	137	A7+	A7+	A8+	A11+
small	R1	350	4000	2245	11,5	195	1930	13,5	143	A8+	A8+	A9+	A12+
small	R1,3	700	4000	5340	32	167	4595	35,5	129	A6+	A6+	A7+	A10+
small	R1,3	525	4000	4225	23,5	180	3635	26,5	137	A7+	A7+	A8+	A11+
small	R1,3	350	4000	2980	15,5	192	2565	18	143	A8+	A8+	A9+	A12+
small	R2	700	4000	7960	48	166	6845	52,5	130	A6+	A6+	A7+	A10+
small	R2	525	4000	6300	35,5	177	5420	39,5	137	A7+	A7+	A8+	A11+
small	R2	350	4000	4455	23	194	3830	26,5	145	A8+	A8+	A9+	A12+
small	R3	700	4000	11810	72	164	10085	78	129	A6+	A5+	A7+	A10+
small	R3	525	4000	9325	53	176	8025	58,5	137	A7+	A7+	A8+	A11+
small	R3	350	4000	6620	34,5	192	5695	39	146	A9+	A8+	A9+	A12+
small X	R3	700	4000	11810	72	164	10085	78	129	A6+	A5+	A7+	A10+
small X	R3	525	4000	9325	53	176	8025	58,5	137	A7+	A7+	A8+	A11+
small X	R3	350	4000	6620	34,5	192	5695	39	146	A9+	A8+	A9+	A12+
small X	R4	700	4000	15410	95	162	13255	103,5	128	A4+	A4+	A7+	A8+
small X	R4	525	4000	12305	70,5	175	10585	77,5	137	A7+	A6+	A8+	A11+
small X	R4	350	4000	8770	46,5	189	7545	51,5	147	A9+	A8+	A9+	A12+
medium	R4	700	4000	15410	95	162	13255	103,5	128	A4+	A4+	A7+	A8+
medium	R4	525	4000	12305	70,5	175	10585	77,5	137	A7+	A6+	A8+	A11+
medium	R4	350	4000	8770	46,5	189	7545	51,5	147	A9+	A8+	A9+	A12+
medium	R5	700	4000	19400	119,5	162	16690	128,5	130	A3+	A3+	A7+	A8+
medium	R5	525	4000	15465	88,5	175	13300	95,5	139	A5+	A5+	A8+	A10+
medium	R5	350	4000	11000	58	190	9460	63,5	149	A9+	A8+	A10+	A12+
medium	R6	700	4000	23155	143	162	19915	154	129	A3+	A3+	A6+	A8+
medium	R6	525	4000	18485	106	174	15900	114,5	139	A5+	A5+	A8+	A10+
medium	R6	350	4000	13165	69,5	189	11325	76,5	148	A8+	A7+	A10+	A12+

Le caratteristiche del prodotto elencate sono soggette a variazioni e dovranno essere confermate in fase di ordine.  
I valori indicati in questa scheda tecnica sono da considerarsi valori nominali.  
Al fine di favorire un costante aggiornamento dei propri prodotti, Cariboni Group si riserva il diritto di apportare modifiche senza preavviso.

**OTTICA ASIMMETRICA STRADALE ST-01 / ME-01 / ME-02 / LA-01**  
**OTTICA ASIMMETRICA LT-06 / LT-05 (SOLO PER SMALL E SMALL X)**  
**OTTICA PER MANTO BAGNATO MB-01**

Opzioni	Sorgente	mA	K	$\varphi$ mod [lm]	P mod [W]	$\eta$ mod [lm/W]	$\varphi$ app [lm]	P app [W]	$\eta$ app [lm/W]	IPEA* stradale	IPEA* aree verdi/cicli opedonali	IPEA* aree estese	IPEA* centro storico
small	R1	700	3000	3845	24	160	3310	27	129	A5+	A5+	A6+	A9+
small	R1	525	3000	3035	17,5	173	2610	20	137	A6+	A6+	A7+	A10+
small	R1	350	3000	2140	11,5	186	1840	13,5	136	A7+	A7+	A8+	A11+
small	R1,3	700	3000	5095	32	159	4385	35,5	124	A5+	A5+	A6+	A9+
small	R1,3	525	3000	4025	23,5	171	3465	26,5	131	A6+	A6+	A7+	A10+
small	R1,3	350	3000	2840	15,5	183	2445	18	136	A7+	A7+	A8+	A11+
small	R2	700	3000	7590	48	158	6525	52,5	124	A6+	A5+	A6+	A9+
small	R2	525	3000	6010	35,5	169	5170	39,5	131	A6+	A6+	A7+	A10+
small	R2	350	3000	4245	23	185	3655	26,5	138	A7+	A7+	A8+	A11+
small	R3	700	3000	11260	72	156	9615	78	123	A5+	A4+	A6+	A9+
small	R3	525	3000	8895	53	168	7650	58,5	131	A6+	A6+	A7+	A10+
small	R3	350	3000	6315	34,5	183	5430	39	139	A8+	A7+	A8+	A12+
small X	R3	700	3000	11260	72	156	9615	78	123	A5+	A4+	A6+	A9+
small X	R3	525	3000	8895	53	168	7650	58,5	131	A6+	A6+	A7+	A10+
small X	R3	350	3000	6315	34,5	183	5430	39	139	A8+	A7+	A8+	A12+
small X	R4	700	3000	14695	95	155	12635	103,5	128	A3+	A3+	A6+	A7+
small X	R4	525	3000	11735	70,5	166	10095	77,5	130	A6+	A5+	A7+	A10+
small X	R4	350	3000	8365	46,5	180	7195	51,5	140	A8+	A7+	A8+	A12+
medium	R4	700	3000	14695	95	155	12635	103,5	122	A3+	A3+	A6+	A7+
medium	R4	525	3000	11735	70,5	166	10095	77,5	130	A6+	A5+	A7+	A10+
medium	R4	350	3000	8365	46,5	180	7195	51,5	140	A8+	A7+	A8+	A12+
medium	R5	700	3000	18500	119,5	155	15910	128,5	124	A++	A3+	A8+	A7+
medium	R5	525	3000	14745	88,5	167	12680	95,5	133	A4+	A4+	A7+	A9+
medium	R5	350	3000	10490	58	181	9020	63,5	142	A8+	A7+	A9+	A12+
medium	R6	700	3000	22080	143	154	18990	154	123	A++	A3+	A6+	A7+
medium	R6	525	3000	17625	106	166	15160	114,5	132	A4+	A4+	A7+	A9+
medium	R6	350	3000	12555	69,5	181	10800	76,5	141	A7+	A6+	A9+	A12+

Le caratteristiche del prodotto elencate sono soggette a variazioni e dovranno essere confermate in fase di ordine.

I valori indicati in questa scheda tecnica sono da considerarsi valori nominali.

Al fine di favorire un costante aggiornamento dei propri prodotti, Cariboni Group si riserva il diritto di apportare modifiche senza preavviso.

**OTTICA PER ATTRAVERSAMENTI PEDONALI AP-01\_SX / AP-01\_DX**

Opzioni	Sorgente	mA	K	$\varphi$ mod [lm]	P mod [W]	$\eta$ mod [lm/W]	$\varphi$ app [lm]	P app [W]	$\eta$ app [lm/W]	IPEA* stradale	IPEA* aree verdi/cicli opedonali	IPEA* aree estese	IPEA* centro storico
small X	R3	700	4000	11810	72	164	10085	78	129	A6+	A5+	A7+	A10+
small X	R3	525	4000	9325	53	176	8025	58,5	137	A7+	A7+	A8+	A12+
small X	R3	350	4000	6620	34,5	192	5695	39	146	A9+	A8+	A9+	A12+
small X	R4	700	4000	15410	95	162	13255	103,5	128	A4+	A4+	A7+	A8+
small X	R4	525	4000	12305	70,5	175	10585	77,5	137	A7+	A6+	A8+	A11+
small X	R4	350	4000	8770	46,5	189	7545	51,5	147	A9+	A8+	A9+	A12+

**OTTICA PER ATTRAVERSAMENTI PEDONALI AP-01\_SX / AP-01\_DX**

Opzioni	Sorgente	mA	K	$\varphi$ mod [lm]	P mod [W]	$\eta$ mod [lm/W]	$\varphi$ app [lm]	P app [W]	$\eta$ app [lm/W]	IPEA* stradale	IPEA* aree verdi/cicli opedonali	IPEA* aree estese	IPEA* centro storico
small X	R3	700	3000	11260	72	156	9615	78	123	A5+	A4+	A6+	A9+
small X	R3	525	3000	8895	53	168	7650	58,5	131	A6+	A6+	A7+	A10+
small X	R3	350	3000	6315	34,5	183	5430	39	139	A8+	A7+	A8+	A12+
small X	R4	700	3000	14695	95	155	12635	103,5	128	A3+	A3+	A6+	A7+
small X	R4	525	3000	11735	70,5	166	10095	77,5	130	A6+	A5+	A7+	A10+
small X	R4	350	3000	8365	46,5	180	7195	51,5	140	A8+	A7+	A8+	A12+

**OTTICA ASIMMETRICA STRADALE ME-01 / LA-01  
OTTICA ASIMMETRICA LT-06**

Opzioni	Sorgente	mA	K	$\varphi$ mod [lm]	P mod [W]	$\eta$ mod [lm/W]	$\varphi$ app [lm]	P app [W]	$\eta$ app [lm/W]	IPEA* stradale	IPEA* aree verdi/cicli opedonali	IPEA* aree estese	IPEA* centro storico
small	R2	700	2200	6015	48	125	5175	52,5	99	A++	A++	A3+	A5+
small	R2	525	2200	4765	35,5	134	4095	39,5	104	A3+	A++	A3+	A6+
small	R2	350	2200	3365	23	146	2895	26,5	109	A3+	A3+	A4+	A7+
small	R3	700	2200	8860	72	123	7620	78	98	A++	A+	A++	A5+
small	R3	525	2200	7050	53	133	6065	58,5	103	A3+	A++	A3+	A6+
small	R3	350	2200	5005	34,5	145	4305	39	110	A4+	A3+	A4+	A7+

**Legenda**

mA = Corrente di alimentazione

K = Temperatura colore

$\varphi$  mod [lm] = Flusso sorgente

P mod [W] = Potenza sorgente

$\eta$  mod [lm/W] = Efficienza sorgente

$\varphi$  app [lm] = Flusso apparecchio

P app [W] = Potenza apparecchio

$\eta$  app [lm/W] = Efficienza apparecchio

IPEA = Indice Parametrizzato di Efficienza dell'Apparecchio illuminante

Le caratteristiche del prodotto elencate sono soggette a variazioni e dovranno essere confermate in fase di ordine.

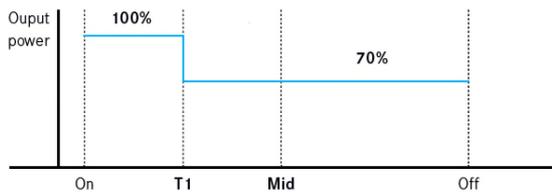
I valori indicati in questa scheda tecnica sono da considerarsi valori nominali.

Al fine di favorire un costante aggiornamento dei propri prodotti, Cariboni Group si riserva il diritto di apportare modifiche senza preavviso.

## Regolazione di Flusso

### Autoapprendimento mezzanotte virtuale con programmazione preimpostata selezionabile (codice con finale **\_HM3**)

Prodotto fornito con sistema di autoapprendimento mezzanotte virtuale con programmazione preimpostata selezionabile e su richiesta regolazione 1-10V. L'alimentatore consente di selezionare tra differenti programmi preimpostati di regolazione del flusso luminoso (ciascuno per le 3 varianti di corrente 350-525-700mA). Alla selezione del programma, l'alimentatore attiva uno speciale algoritmo che permette la riduzione del flusso luminoso, e di conseguenza della potenza assorbita, durante le ore centrali della notte. Il calcolo della mezzanotte virtuale è automatico e continuamente aggiornato nel corso dell'anno.



#### Profile standard

700 mA

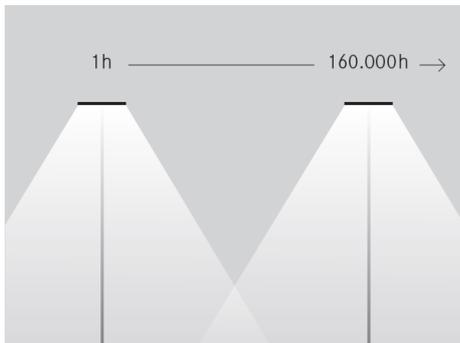
T1 (Mid - 2 h )

Mid (mezzanotte virtuale - *virtual midnight* - virtuellen mitternacht)

Ex. code: 01KI.....HM3

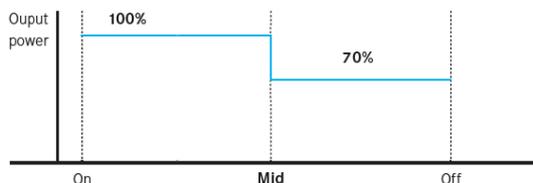
### Constant Lumen Output CLO (su richiesta)

Il compito del CLO è quello di compensare il naturale decadimento del flusso luminoso dei LED. Attraverso un innalzamento di corrente graduale, precedentemente programmato, il flusso luminoso si mantiene nel tempo e comunque non diventa mai inferiore del valore limite preimpostato.



### Autoapprendimento mezzanotte virtuale programmabile custom (codice con finale **\_HM4**)

Disponibili versioni programmabili custom su richiesta del cliente; mediante un algoritmo di mezzanotte virtuale è possibile eseguire una precisa riduzione percentuale del flusso luminoso dell'apparecchio e della potenza elettrica assorbita dall'apparecchio. Su richiesta, il sistema è programmabile per funzionamento con protocollo DALI.



#### Profile standard

700 mA 525 mA 350 mA

Mid (mezzanotte virtuale - *virtual midnight* - virtuellen mitternacht)

Ex. code: 01KI.....HM4

Le caratteristiche del prodotto elencate sono soggette a variazioni e dovranno essere confermate in fase di ordine.

I valori indicati in questa scheda tecnica sono da considerarsi valori nominali.

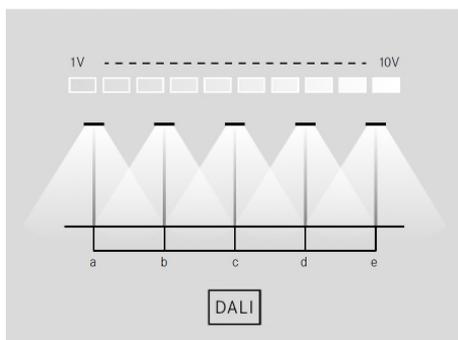
Al fine di favorire un costante aggiornamento dei propri prodotti, Cariboni Group si riserva il diritto di apportare modifiche senza preavviso.

---

#### Group Management: regolazione di flusso in 1-10V e DALI (su richiesta)

**1-10V** — È un controllo di tipo analogico, basato sulla distribuzione di un segnale in tensione che spazia tra 1 e 10 Volt, dove 1V corrisponde al valore minimo di intensità luminosa e 10V corrispondono al valore massimo.

**DALI** — È un controllo di tipo digitale, dove ad ogni apparecchio viene assegnato un indirizzo univoco, che permette il controllo del singolo punto luce e la creazione di gruppi di controllo.



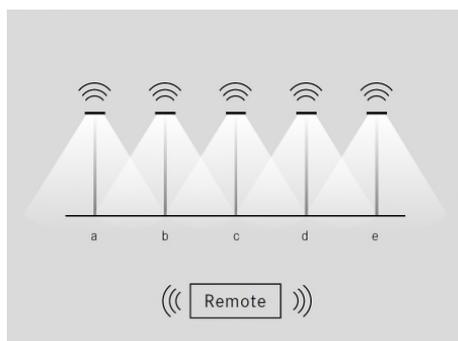
---

#### Remote Management (su richiesta)

I sistemi di telecontrollo ad onde convogliate e wireless consentono di gestire da remoto il dimming del flusso luminoso, il monitoraggio dell'impianto, le statistiche di consumo e la segnalazione dei guasti. I sistemi di telegestione, oltre a contenere i consumi e le spese di gestione, predispongono l'infrastruttura utile ad ospitare altri sistemi o servizi per il territorio compatibili con i più innovativi progetti di smart lighting.

**Onde convogliate** — Tramite la comunicazione a onde convogliate, quindi senza cavi aggiuntivi nell'impianto, è possibile comunicare con ogni singolo punto luce. Il sistema consente di monitorare da remoto ogni singolo apparecchio e di modificarne i profili di consumo.

**Wireless** — Il sistema di telegestione wireless è in grado di gestire gli apparecchi da remoto in modo semplice e senza vincoli dovuti all'impianto preesistente. La tecnologia wireless consente di monitorare ogni singolo apparecchio e di modificarne i profili di consumo.



Le caratteristiche del prodotto elencate sono soggette a variazioni e dovranno essere confermate in fase di ordine.

I valori indicati in questa scheda tecnica sono da considerarsi valori nominali.

Al fine di favorire un costante aggiornamento dei propri prodotti, Cariboni Group si riserva il diritto di apportare modifiche senza preavviso.

### Kai

Opzioni: small, small x, medium  
Temperatura colore: 4000K / 3000K / 2200K  
Tipologia di ottica: asimmetrica stradale ST-01, ME-01,  
asimmetrica stradale ME-02, LA-01  
manto bagnato MB-01  
attraversamenti pedonali AP-01\_SX  
attraversamenti pedonali AP-01\_DX  
asimmetrica LT-05, LT-06

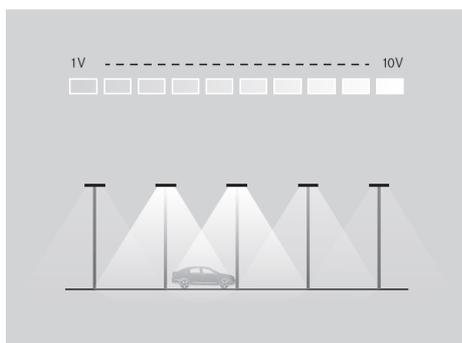
01KI\_\_\_\_\_

Colore: Sablé 100 Noir  
grigio RAL9006

### Sensori (su richiesta)

**Rilevatori di movimento e di presenza** — L'utilizzo dei sensori di movimento consente di rilevare il passaggio di persone o veicoli e di regolare il flusso emesso per garantire i giusti livelli di sicurezza. Se non viene rilevato alcun movimento di persone o veicoli il flusso luminoso viene ridotto consentendo un importante contenimento di consumi e costi. Il tipo di sensore e le modalità di installazione devono essere definiti in base al contesto applicativo e alle geometrie dello spazio di progetto. Il controllo dell'impianto, comunicando sistemi 1-10V, DALI o Wireless può essere centralizzato. I sensori devono essere montati esternamente al prodotto.

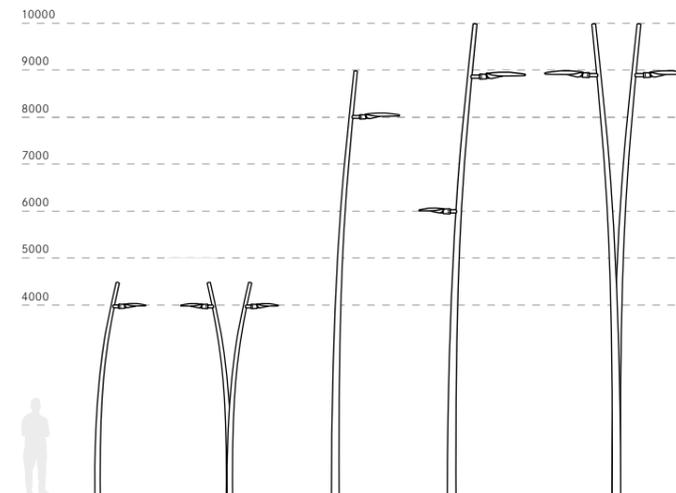
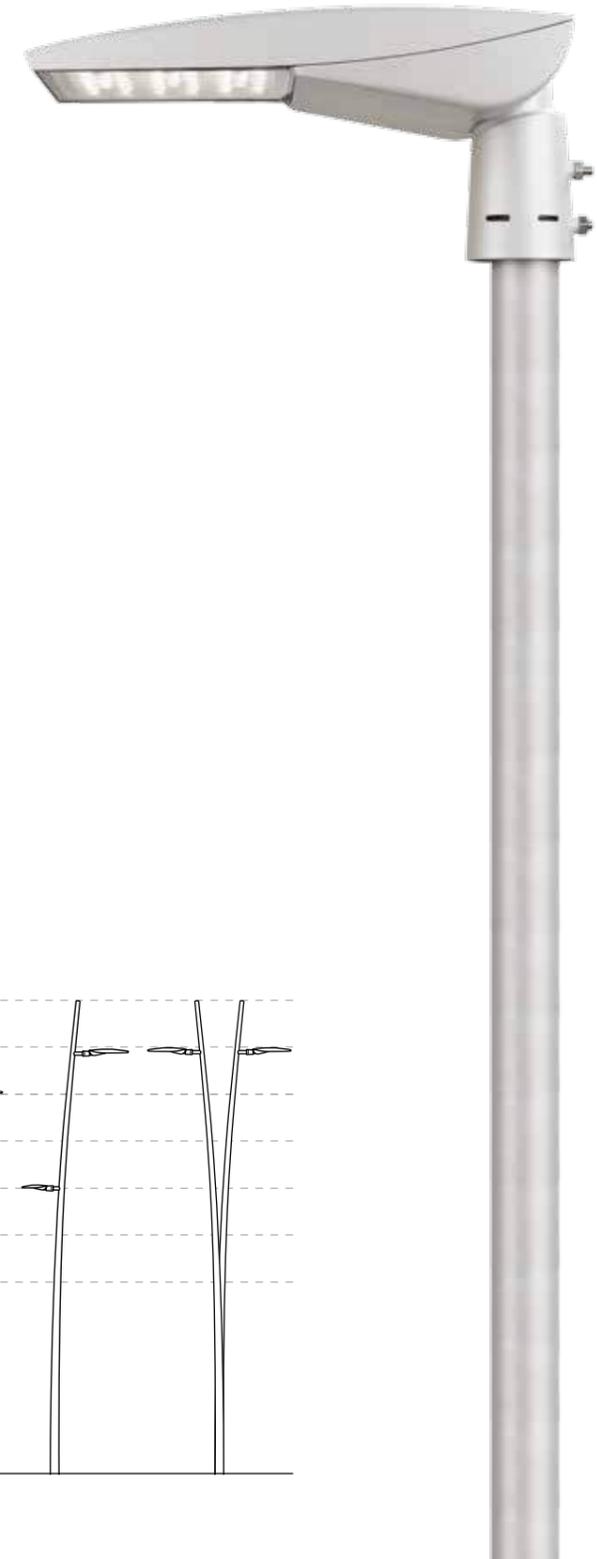
**Sensore luminoso** — I prodotti Cariboni con regolazione DALI, 1-10V o Wireless sono compatibili con sensori luminosi che regolano l'emissione di luce in uscita sulla base della quantità di luce già presente nell'ambiente. Questa soluzione evita inutili sprechi e garantisce il rientro dei costi di investimento in tempi brevi.



Le caratteristiche del prodotto elencate sono soggette a variazioni e dovranno essere confermate in fase di ordine.  
I valori indicati in questa scheda tecnica sono da considerarsi valori nominali.  
Al fine di favorire un costante aggiornamento dei propri prodotti, Cariboni Group si riserva il diritto di apportare modifiche senza preavviso.

Kai

Fivep





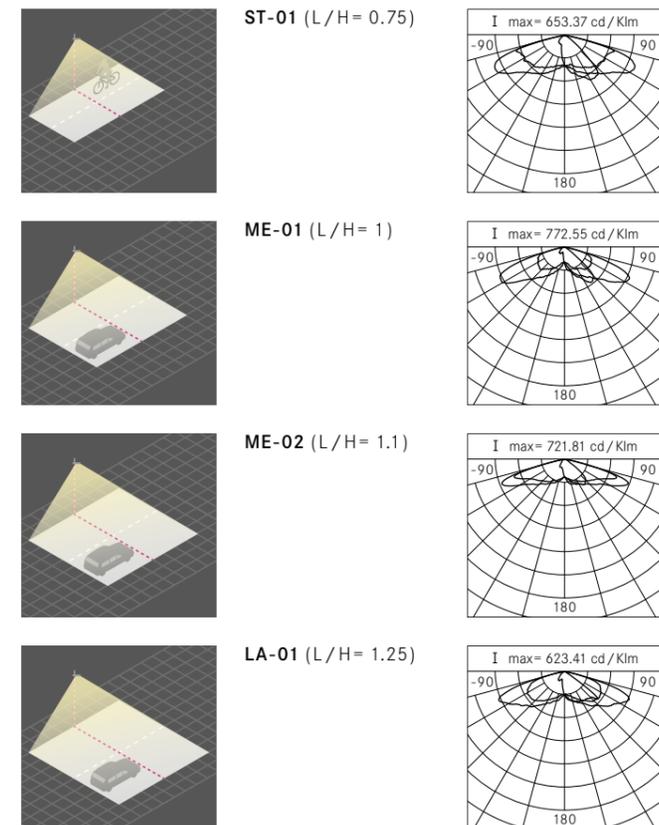
220-240V 50/60Hz	Tensione di alimentazione <i>Nominal voltage</i> Nennspannung
CL II	Classe di isolamento elettrico <i>Electrical insulation class</i> Elektrische Isolierklasse
IP66	Grado di protezione <i>Insulation protection degree</i> Isolationsschutzgrad
IK08	Protezione contro gli urti <i>Protection against impact</i> Stoßfestigkeit
>0.90	Fattore di potenza <i>Power factor</i> Leistungsfaktor
10kV	Protezioni da sovratensioni di modo comune <i>Common mode overvoltage protection</i> Schutz vor Gleichtakt-Überspannungen
10kV	Protezioni da sovratensioni di modo differenziale <i>Differential mode overvoltage protection</i> Schutz vor Gegentakt-Überspannungen
-30°C +50°C	Temperatura ambiente <i>Ambient temperature</i> Umgebungstemperatur
Sablé100 Noir Grey RAL9006	Colori <i>Colours</i> Farben
Included	Alimentazione elettronica <i>Electronic power supply</i> Elektronische Stromversorgung
HM3 HM4 DALI	Illuminazione intelligente <i>Smart Lighting</i> Intelligente Beleuchtung
Main voltage variation CLO 1-10V on request with HM4 Wireless on request PLC on request Pilot line on request Motion detectors/ brightness on request	



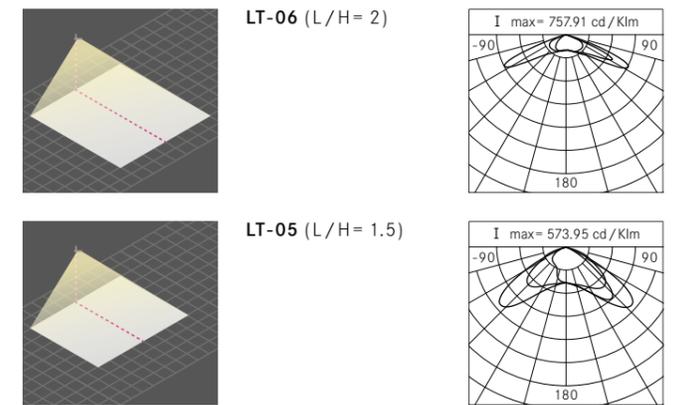
2135-23155 lm	Flusso sorgente <i>Source flux</i> Lichtstrom der Lichtquelle
ULOR: 0% DLOR: 100%	Cut-Off <i>Cut-Off</i> Cut-Off
4000K 3000K 2200K	Temperatura colore <i>Colour temperature</i> Farbtemperatur

≥70	Indice di resa cromatica (CRI) <i>Colour rendering index (CRI)</i> Farbwiedergabe-Index (CRI)
> 160.000h @700mA @Ta25°C TM21 L80B20	Durata di vita delle sorgenti <i>Source lifetime</i> Lebensdauer der Quellen
> 160.000h @700mA @Ta25°C TM21 L80B10	

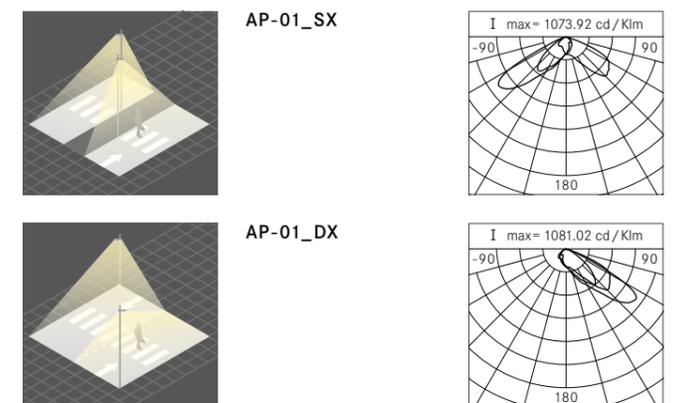
Ottiche asimmetriche stradali  
*Street asymmetrical optics* Optik asymmetrisch straßenleuchte



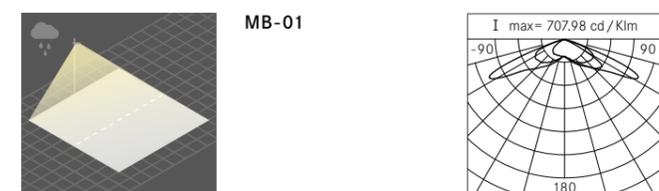
Ottiche asimmetriche *Asymmetrical optics* Optik asymmetrisch



Ottiche per attraversamenti pedonali  
*Pedestrian crossing optics* Optik für fußgängerüberwege



Ottiche per manto bagnato  
*Wet surface optics* Optik asymmetrisch straßenleuchte



L = Larghezza strada, *Street Width*, Straßenbreite  
H = Altezza palo, *Pole Height*, Lichtpunkthöhe

Installazione: palo, braccio, parete  
*Installation: pole, arm, wall*  
Installation: Mast, Arm, Wand

Approfondimento sistemi ottici, *Deepening optical systems*, Vertiefung optischen Systeme P. 308  
Approfondimento sistemi di smart lighting, *Deepening smart lighting systems*, Vertiefung intelligenten Beleuchtungssysteme P. 310

	Sistema ottico multilayers <i>Multilayer optical system</i> Optisches System "Multilayer"		Ottica attraversamenti pedonali <i>Optics for pedestrian crossings</i> Optik für Fußgängerüberwege		Ottica manto bagnato <i>Optics for wet surfaces</i> Optik für nasse Straßenbeläge
	Cut - Off <i>Cut - Off</i> Cut - Off		Luce calda 2200K <i>Warm Light 2200K</i> Warme Licht 2200K		Illuminazione intelligente <i>Smart Lighting</i> Intelligente Beleuchtung
	Maggiore efficienza energetica <i>Greater energy efficiency</i> Höhere Energieeffizienz		Maggiore durata vita delle sorgenti <i>Longer lifetime of sources</i> Längere Lebensdauer von Leuchtmitteln		Ta -30° C +50° C <i>Ta -30° C +50° C</i> Ta -30° C +50° C
	Resistenza agenti chimici/atmosferici <i>Resistance to chemical/atmospheric agents</i> Widerstand chemische/atmosphärische		Resistenza sovratensioni fino a 10kV <i>Overvoltage resistance up to 10kV</i> Überspannungsfestigkeit bis 10kV		CLO (Constant Lumen Output) <i>CLO (Constant Lumen Output)</i> CLO (Constant Lumen Output)
	Prodotto orientabile <i>Orientable product</i> Ausrichtbares Produkt		Dimensioni compatte <i>Dimensions compact</i> Kompakten Abmessungen		Sostituibilità gruppo ottico <i>Optical unit substitutability</i> Ersetzbarkeit der optischen Einheit
	Sostituibilità gruppo alimentazione <i>Power supply unit substitutability</i> Ersetzbarkeit der Versorgungseinheit		Riduzione accumulo sporco <i>Reduction in the buildup of dirt</i> Reduzierte Schmutzansammlung		

Average energy saving

56%

	KAI	Lighting fixtures with SODIUM LAMPS
<b>65% Energy Saving</b>	25W LED 29W Total Power	70W LAMPS 83W Total Power
<b>57% Energy Saving</b>	50W LED 57W Total Power	100W LAMPS 115W Total Power
<b>57% Energy Saving</b>	75W LED 83W Total Power	150W LAMPS 176W Total Power
<b>CRI</b>	>70	>25
<b>Life Time</b>	>160.000 hr	16.000 hr

+ additional 20% of energy saving with standard dimming system

Maintenance savings

Average life time LED > 160.000 hr > 20 years

23 years

Sodium lamps life time 16.000 hr = Nr 1 lamps change every 4 years (4200 hr / year)

4 years



**Installazione**

Apertura del vano alimentazione tool-less. Installazione su pali o bracci con Ø76mm. Forniti sistemi di riduzione per pali con Ø46-60mm. Dispositivo di ancoraggio al palo regolabile senza necessità di aprire l'armatura. Inclinazione in configurazione verticale (lato palo): 0° +20°, con passo 5°; inclinazione in configurazione orizzontale (braccio): 0° -20°, con passo 5°.

**Installation**

Tool-less opening of the power supply housing. Mounting on Ø76mm poles or arms. Adapters for Ø46-60mm poles provided. System for anchoring to poles which can be adjusted without opening the casing. Inclination in vertical configuration (pole side): 0° +20°, in 5° steps; inclination in horizontal configuration (arm): 0° -20°, in 5° steps.

**Installation**

Werkzeuglose Öffnung des Stromversorgungsfaches. Installation an Masten oder Auslegern mit Ø76mm. Verringerungssysteme für Maste mit Ø46-60mm mitgeliefert. Vorrichtung für die Verankerung am Mast einstellbar, ohne dass die Armierung geöffnet werden muss. Neigung in vertikaler Konfiguration (auf der Mastseite): 0° +20°, mit 5°-Step; Neigung in horizontaler Konfiguration (Ausleger): 0° -20°, mit 5°-Step.



**Manutenzione**

Sostituibilità semplice e veloce del gruppo ottico e del gruppo di alimentazione. Agendo sulle due clips di chiusura del coperchio, senza utilizzo di utensili, questo si può ribaltare lasciando libero accesso al gruppo di alimentazione e al gruppo ottico. All'apertura del vano componenti avviene una disconnessione elettrica automatica grazie all'intervento di un sezionatore che interrompe il circuito elettrico d'alimentazione e seziona i Led. La piastra porta-componenti del gruppo di alimentazione è facilmente sostituibile con lo sblocco dei fermi di aggancio alla struttura dell'armatura e lo scollegamento dei connettori elettrici rapidi resi irreversibili per forma. Il gruppo ottico può essere rimosso rapidamente senza utilizzo di utensili: dopo l'apertura del prodotto è sufficiente svincolare il coperchio sul quale sono fissati i moduli Led.

**Maintenance**

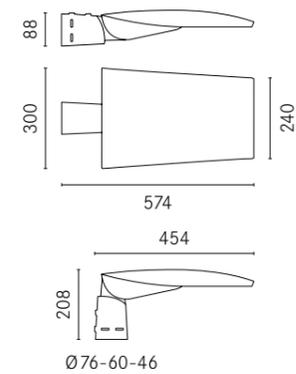
*Simple and rapid substitution of the optical unit and the power unit. By unfastening the two closure clips on the cover, which can be done without the use of tools, the cover can be opened, providing access to the power and the optical unit. On opening the component compartment the electricity supply is automatically interrupted via a disconnecter which interrupts the power circuit and isolates the LEDs. The wiring compartment for the power unit can be easily substituted by unfastening the holding clips and disconnecting the rapid power connectors, the shape of which renders it impossible to confuse them. The optical unit can be quickly removed without the use of tools: once the item has been opened, it is sufficient to detach the cover to which the LED modules are attached.*

**Wartung**

Einfache und schnelle Auswechselbarkeit der Optik- und Stromversorgungseinheit. Durch Betätigung der beiden Verschluss-Clips des Deckels, kann dieser ohne Verwendung von Werkzeugen weggeklappt werden, um freien Zugang zur Stromversorgungs- und Optikeinheit zu ermöglichen. Wenn das Komponentenfach geöffnet wird, erfolgt eine automatische elektrische Trennung dank des Eingriffes eines Trennschalters, der den elektrischen Versorgungskreis unterbricht und die LEDs trennt. Die Verkabelungsplatte der Stromversorgungseinheit kann leicht ausgetauscht werden, indem die Feststeller an der Armierungsstruktur entriegelt werden und die elektrischen Schnellverbinder, die aufgrund ihrer Form irreversibel sind, getrennt werden. Die Optikeinheit kann schnell ohne Verwendung von Werkzeugen entfernt werden: Nach der Öffnung des Produkts ist lediglich der Deckel, an dem die Module befestigt sind, zu befreien.

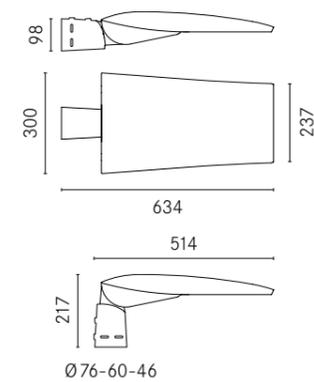
220 240V	50 60Hz	CL II	IP66	IK08
-------------	------------	-------	------	------

Kai brackets and poles small



Max weight: 6.5kg  
Max exposed surface: 0.13m<sup>2</sup>  
Lateral exposed surface: 0.036m<sup>2</sup>

Kai brackets and poles small x

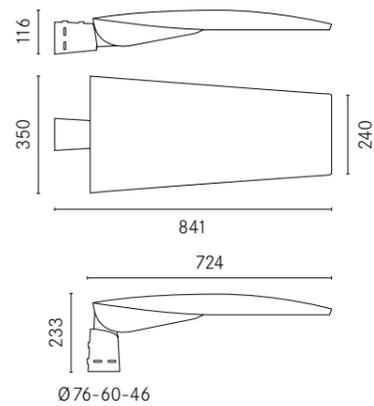


Max weight: 7.5kg  
Max exposed surface: 0.14m<sup>2</sup>  
Lateral exposed surface: 0.042m<sup>2</sup>

Kai S <b>01KI1</b>						
Led (source flux) Ref. @700mA @4000K						
4035lm 24W <b>B2</b>	5340lm 32W <b>B6</b>	7960lm 48W <b>C4</b>	11810lm 72W <b>D6</b>			
Led (source flux) Ref. @700mA @3000K						
3845lm 24W <b>B2</b>	5095lm 32W <b>B6</b>	7590lm 48W <b>C4</b>	11260lm 72W <b>D6</b>			
mA: HM3						
700	525	350	HM4			
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
K						
4000	3000	2200*	*Only 48W and 72W Optics ME-01 / LA-01 / LT-6			
<b>0</b>	<b>9</b>	<b>1</b>				
Optics						
ST-01 <b>30</b>	ME-01 <b>32</b>	ME-02 <b>33</b>	LA-01 <b>31</b>	LT-06 <b>37</b>	LT-05 <b>38</b>	MB-01 <b>40</b>
Colors						
RAL9006 <b>A</b>	Sablé100 <b>C</b>					
Smart Lighting						
Preset virtual midnight <b>HM3</b>			Custom programmable virtual midnight <b>HM4</b>			

Kai SX <b>01KI3</b>						
Led (source flux) Ref. @700mA @4000K						
11810lm 72W <b>D6</b>	15410lm 95W <b>E8</b>					
Led (source flux) Ref. @700mA @3000K						
11260lm 72W <b>D6</b>	14695lm 95W <b>E8</b>					
mA: HM3						
700	525	350	HM4			
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
K						
4000	3000					
<b>0</b>	<b>9</b>					
Optics						
ST-01 <b>30</b>	ME-01 <b>32</b>	ME-02 <b>33</b>	LA-01 <b>31</b>	LT-06 <b>37</b>	LT-05 <b>38</b>	
AP-DX <b>36</b>	AP-SX <b>34</b>	MB-01 <b>40</b>				
Colors						
RAL9006 <b>A</b>	Sablé100 <b>C</b>					
Smart Lighting						
Preset virtual midnight <b>HM3</b>			Custom programmable virtual midnight <b>HM4</b>			

Kai brackets and poles medium



Max weight: 11 kg  
 Max exposed surface: 0.24 m<sup>2</sup>  
 Lateral exposed surface: 0.059 m<sup>2</sup>

Kai M					
<b>01K12</b>					
Led (source flux) Ref. @700mA @4000K					
15410lm 95W	19400lm 119.5W	23155lm 143W			
<b>E8</b>	<b>G0</b>	<b>H2</b>			
Led (source flux) Ref. @700mA @3000K					
14695lm 95W	18500lm 119.5W	22080lm 143W			
<b>E8</b>	<b>G0</b>	<b>H2</b>			
mA: HM3		HM4			
700	525	350	700	525	350
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>3</b>		
K					
4000	3000				
<b>0</b>	<b>9</b>				
Optics					
ST-01	ME-01	ME-02	LA-01		
<b>30</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>31</b>		
LT-06	MB-01				
<b>37</b>	<b>40</b>				
Colors					
RAL9006	Sablé100				
<b>A</b>	<b>C</b>				
Smart Lighting					
Preset virtual midnight		Custom programmable virtual midnight			
<b>HM3</b>		<b>HM4</b>			

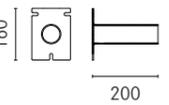
Esempio Example Beispiel

<b>01K12</b>	<b>E8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>A</b>	<b>HM4</b>
--------------	-----------	----------	----------	-----------	----------	------------

Accessori Accessories Zubehör

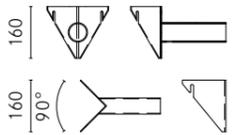
**06GN902C0**

Piastra a muro 90°  
 90° Wall plate  
 90° Wandplatte



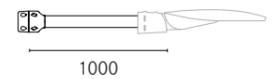
**06GN901C0**

Piastra angolare 90°  
 90° Corner plate  
 90° Eckplatte



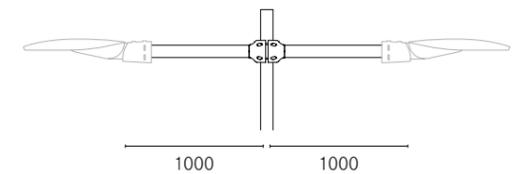
**01AK921C0 - Sablé100**

B1 Braccio tubolare singolo Ø60mm L 1000mm per palo Ø60-76mm  
 B1 Arm tubular Ø60mm L 1000mm for Ø60-76mm pole  
 B1 Arm Rohr Ø60mm L 1000mm für Masten Ø60-76mm



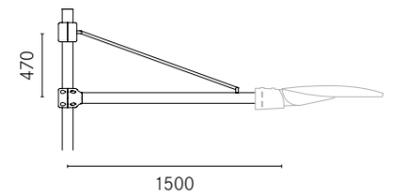
**01AK922C0 - Sablé100**

B2 Braccio tubolare doppio Ø60mm L 1000mm per palo Ø60-76mm  
 B2 Double arm tubular Ø60mm L 1000mm for Ø60-76mm pole  
 B2 Doppelarm Rohr Ø60mm L 1000mm für Masten Ø60-76mm



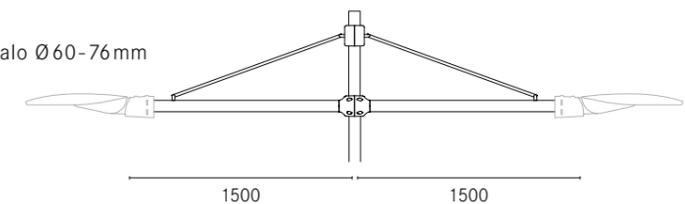
**01AK923C0 - Sablé100**

B3 Braccio tubolare singolo Ø60mm L 1500mm con tirante per palo Ø60-76mm  
 B3 Arm tubular Ø60mm L 1500mm with tensioning rod for Ø60-76mm pole  
 B3 Arm Rohr Ø60mm L 1500mm mit Zugstange für Masten Ø60-76mm



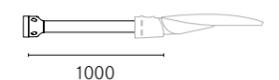
**01AK924C0 - Sablé100**

B4 Braccio tubolare doppio Ø60mm L 1500mm con tirante per palo Ø60-76mm  
 B4 Double arm tubular Ø60mm L 1500mm with tensioning rod for Ø60-76mm pole  
 B4 Doppelarm Rohr Ø60mm L 1500mm mit Zugstange für Masten Ø60-76mm



**01AK951C0 - Sablé100**

B1-P Braccio tubolare singolo Ø60mm L 1000mm per palo Ø60-76mm  
 B1-P Arm tubular Ø60mm L 1000mm for Ø60-76mm pole  
 B1-P Arm Rohr Ø60mm L 1000mm für Masten Ø60-76mm



I pali conici serie "SCD", sono ricavati da lamiere piane di forma trapezoidale presso-piegate a freddo e formate in modo da ottenere un "guscio" tronco-conico aperto. Tale apertura residua viene progressivamente chiusa mediante un sistema di pressioni e di saldatura realizzato con un procedimento automatico. I materiali utilizzati per la costruzione dei pali conici sono lamiere spianate, e successivamente tagliate a laser o cesoiate, in acciaio S 235JR (UNI EN 10025) certificate tipo 3.1. Le saldature da noi realizzate, sono eseguite con procedimento automatico (Arco Sommerso), in accordo alla normativa vigente. I pali sono tutti forniti completi delle tre lavorazioni standard alla base del palo: asola ingresso cavi, taschina per la messa a terra e feritoia per alloggiamento della morsettiera elettrica. Tutti i pali sono protetti dalla corrosione, mediante zincatura a caldo per immersione in bagno di zinco fuso, in conformità alla normativa UNI EN ISO 1461.

The conical poles, series "SCD", issued from flat trapezoidal shaped metal sheets cold bent and formed in order to obtain an open tronco-conical "shell". Such residual opening is progressively closed by means of a system of pressures and welding realized with an automatic procedure. Later these poles are cold bent by a bending press CNC. The materials used for the construction of the conical poles are flattened metal sheets, and subsequently laser cut or sheared, steel S 235JR (UNI EN 10025) certified type 3.1. Weldings made by us, are executed with automatic procedure (SAW), according to the current regulation. The poles are supplied complete with the three standard processes at the base of the pole: cable entry hole, hole for grounding and the hole for terminal board. All poles are protected against corrosion by hot dip galvanizing by immersion in molten zinc, according to the UNI EN ISO 1461.



# PAI CONICI DRITTI (Tapered columns from steel sheet)

CODICE	B/T (mm)	H TOT (mm)	H F.T. (mm)	I (mm)	S (mm)	VERN (mq)	PESO (kg)
SCD30-A-Z	95/60	3500	3000	500	3	0,85	21
SCD35-A-Z	100/60	4000	3500	500	3	1,01	25
SCD40-A-Z	105/60	4500	4000	500	3	1,17	28
SCD45-A-Z	110/60	5000	4500	500	3	1,23	32
SCD50-A-Z	115/60	5500	5000	500	3	1,51	37
SCD55-A-Z	120/60	6000	5500	500	3	1,88	41
SCD60-A-Z	128/60	6800	6000	800	3	2,01	48
SCD60-B-Z	128/60	6800	6000	800	4	2,01	64,3
SCD70-A-Z	138/60	7800	7000	800	3	2,43	58
SCD70-B-Z	138/60	7800	7000	800	4	2,43	77,9
SCD80-A-Z	148/60	8800	8000	800	3	2,88	69
SCD80-B-Z	148/60	8800	8000	800	4	2,88	92,5
SCD85-A-Z	153/60	9300	8500	800	3	3,11	75
SCD85-B-Z	153/60	9300	8500	800	4	3,11	100
SCD90-A-Z	158/60	9800	9000	800	3	3,36	81
SCD90-B-Z	158/60	9800	9000	800	4	3,36	108
SCD95-A-Z	163/60	10300	9500	800	3	3,61	87
SCD95-B-Z	163/60	10300	9500	800	4	3,61	116,4
SCD100-A-Z	168/60	10800	10000	800	3	3,87	93
SCD100-B-Z	168/60	10800	10000	800	4	3,87	124
SCD105-A-Z	173/60	11300	10500	800	3	4,14	100
SCD105-B-Z	173/60	11300	10500	800	4	4,14	133,6
SCD110-A-Z	178/60	11800	11000	800	3	4,41	106
SCD110-B-Z	178/60	11800	11000	800	4	4,41	142,7
SCD115-A-Z	183/60	12300	11500	800	3	4,69	113
SCD115-B-Z	183/60	12300	11500	800	4	4,69	152
SCD120-A-Z	188/60	12800	12000	800	3	4,99	121
SCD120-B-Z	188/60	12800	12000	800	4	4,99	161,5

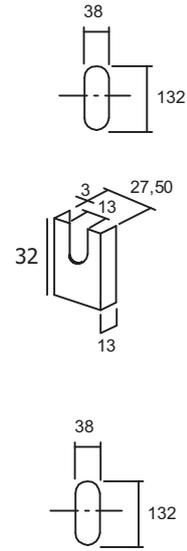
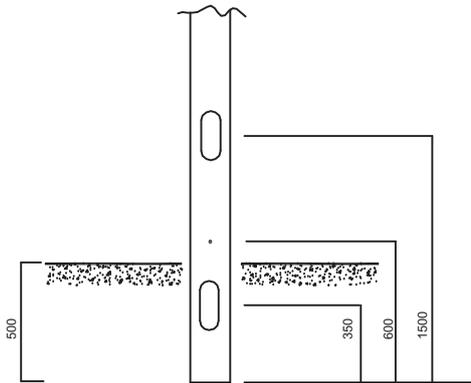
PALI CONICI - SERIE SCD-A-Z - TESTA PALO																				
Aree massime applicabili in base all'ubicazione del sito di installazione																				
ZONA 1 (max 1000 m s.l.m.) ZONA 2 (max 750 m s.l.m.) $V_{ref,0} = 25.0$ m/s				ZONA 3 (max 500 m s.l.m.) $V_{ref,0} = 27.0$ m/s				ZONE 4,6 (max 500 m s.l.m.) ZONA 5 (max 750 m s.l.m.) $V_{ref,0} = 28.0$ m/s				ZONA 7 (max 1000 m s.l.m.) $V_{ref,0} = 29.0$ m/s				ZONA 8 (max 1500 m s.l.m.) ZONA 9 (max 500 m s.l.m.) $V_{ref,0} = 31.0$ m/s				
I (D)	II (C)	III (B)	IV (A)	I (D)	II (C)	III (B)	IV (A)	I (D)	II (C)	III (B)	IV (A)	I (D)	II (C)	III (B)	IV (A)	I (D)	II (C)	III (B)	IV (A)	
SCD30-A-Z	0,89	1,03	1,13	1,18	0,77	0,89	0,98	1,02	0,72	0,83	0,91	0,95	0,67	0,78	0,85	0,89	0,58	0,68	0,75	0,78
SCD35-A-Z	0,77	0,92	1,01	1,06	0,66	0,80	0,87	0,91	0,61	0,74	0,81	0,85	0,57	0,69	0,76	0,80	0,50	0,60	0,66	0,70
SCD40-A-Z	0,68	0,84	0,93	0,97	0,58	0,72	0,80	0,84	0,54	0,67	0,74	0,78	0,50	0,62	0,69	0,73	0,43	0,54	0,60	0,63
SCD45-A-Z	0,61	0,76	0,87	0,91	0,52	0,65	0,74	0,78	0,48	0,60	0,69	0,72	0,45	0,56	0,64	0,67	0,39	0,48	0,56	0,58
SCD50-A-Z	0,56	0,69	0,82	0,86	0,47	0,59	0,70	0,73	0,44	0,54	0,64	0,68	0,40	0,50	0,60	0,63	0,35	0,43	0,52	0,54
SCD55-A-Z	0,51	0,64	0,78	0,83	0,43	0,54	0,66	0,70	0,40	0,50	0,61	0,64	0,37	0,46	0,56	0,59	0,31	0,39	0,48	0,51
SCD60-A-Z	0,43	0,54	0,69	0,73	0,36	0,45	0,58	0,61	0,33	0,42	0,53	0,56	0,30	0,38	0,49	0,51	0,25	0,32	0,41	0,44
SCD70-A-Z	0,37	0,48	0,65	0,68	0,30	0,39	0,53	0,57	0,28	0,35	0,49	0,52	0,25	0,32	0,44	0,47	0,21	0,27	0,37	0,40
SCD80-A-Z	0,33	0,42	0,60	0,64	0,26	0,34	0,50	0,53	0,23	0,31	0,45	0,48	0,21	0,28	0,41	0,44	0,17	0,23	0,34	0,36
SCD85-A-Z	0,31	0,40	0,58	0,63	0,24	0,32	0,47	0,51	0,22	0,29	0,42	0,46	0,19	0,26	0,38	0,42	0,16	0,21	0,32	0,35
SCD90-A-Z	0,29	0,38	0,55	0,61	0,23	0,30	0,44	0,50	0,20	0,27	0,40	0,45	0,18	0,24	0,36	0,41	0,14	0,19	0,30	0,33
SCD95-A-Z	0,27	0,36	0,52	0,59	0,21	0,28	0,42	0,48	0,18	0,25	0,38	0,43	0,16	0,22	0,34	0,39	0,13	0,18	0,28	0,32
SCD100-A-Z	0,25	0,34	0,50	0,57	0,20	0,26	0,40	0,46	0,17	0,23	0,36	0,41	0,15	0,21	0,32	0,38	0,12	0,16	0,26	0,31
SCD105-A-Z	0,24	0,32	0,48	0,56	0,18	0,25	0,38	0,45	0,16	0,22	0,34	0,41	0,14	0,19	0,30	0,36	0,11	0,15	0,24	0,30
SCD110-A-Z	0,22	0,30	0,45	0,55	0,17	0,23	0,36	0,44	0,15	0,20	0,32	0,39	0,13	0,18	0,28	0,35	0,10	0,14	0,23	0,28
SCD115-A-Z	0,21	0,28	0,43	0,54	0,16	0,22	0,34	0,43	0,14	0,19	0,30	0,38	0,12	0,16	0,27	0,34	0,09	0,13	0,21	0,27
SCD120-A-Z	0,20	0,27	0,41	0,52	0,15	0,20	0,32	0,42	0,13	0,18	0,28	0,37	0,11	0,15	0,25	0,33	0,08	0,12	0,20	0,26



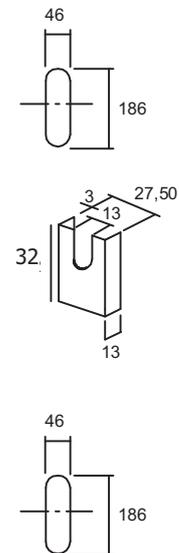
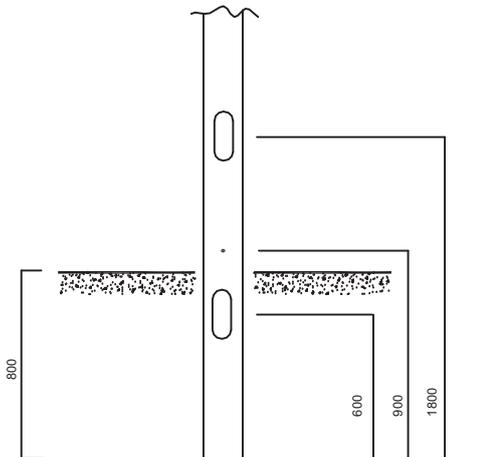
PALI CONICI - SERIE SCD-B-Z - TESTA PALO																				
Aree massime applicabili in base all'ubicazione del sito di installazione																				
ZONA 1 (max 1000 m s.l.m.) ZONA 2 (max 750 m s.l.m.) $V_{ref,0} = 25.0$ m/s				ZONA 3 (max 500 m s.l.m.) $V_{ref,0} = 27.0$ m/s				ZONE 4,6 (max 500 m s.l.m.) ZONA 5 (max 750 m s.l.m.) $V_{ref,0} = 28.0$ m/s				ZONA 7 (max 1000 m s.l.m.) $V_{ref,0} = 29.0$ m/s				ZONA 8 (max 1500 m s.l.m.) ZONA 9 (max 500 m s.l.m.) $V_{ref,0} = 31.0$ m/s				
I (D)	II (C)	III (B)	IV (A)	I (D)	II (C)	III (B)	IV (A)	I (D)	II (C)	III (B)	IV (A)	I (D)	II (C)	III (B)	IV (A)	I (D)	II (C)	III (B)	IV (A)	
SCD60-B-Z	0,64	0,80	1,00	1,05	0,54	0,67	0,85	0,89	0,50	0,62	0,78	0,82	0,46	0,57	0,72	0,76	0,40	0,49	0,62	0,65
SCD70-B-Z	0,58	0,73	0,95	1,01	0,48	0,61	0,81	0,85	0,44	0,56	0,74	0,78	0,41	0,51	0,68	0,72	0,35	0,44	0,59	0,62
SCD80-B-Z	0,54	0,67	0,92	0,98	0,44	0,56	0,77	0,82	0,40	0,51	0,71	0,75	0,37	0,46	0,65	0,69	0,31	0,39	0,56	0,59
SCD85-B-Z	0,52	0,65	0,89	0,96	0,43	0,53	0,75	0,81	0,39	0,49	0,68	0,74	0,35	0,45	0,63	0,68	0,30	0,37	0,53	0,58
SCD90-B-Z	0,50	0,62	0,86	0,95	0,41	0,51	0,72	0,80	0,37	0,47	0,66	0,73	0,34	0,43	0,60	0,67	0,29	0,36	0,51	0,57
SCD95-B-Z	0,48	0,60	0,83	0,94	0,39	0,49	0,69	0,78	0,36	0,45	0,64	0,72	0,33	0,41	0,58	0,66	0,27	0,34	0,49	0,56
SCD100-B-Z	0,47	0,58	0,81	0,93	0,38	0,48	0,67	0,77	0,35	0,43	0,61	0,71	0,32	0,40	0,56	0,65	0,26	0,33	0,47	0,55
SCD105-B-Z	0,45	0,56	0,79	0,92	0,36	0,46	0,65	0,76	0,33	0,42	0,59	0,70	0,30	0,38	0,54	0,64	0,26	0,32	0,46	0,54
SCD110-B-Z	0,44	0,55	0,77	0,91	0,36	0,45	0,63	0,75	0,32	0,41	0,57	0,69	0,30	0,37	0,53	0,63	0,25	0,31	0,44	0,53
SCD115-B-Z	0,43	0,53	0,74	0,90	0,35	0,43	0,61	0,74	0,32	0,39	0,56	0,68	0,29	0,36	0,51	0,62	0,24	0,30	0,43	0,52
SCD120-B-Z	0,42	0,52	0,72	0,89	0,34	0,42	0,60	0,74	0,31	0,38	0,54	0,68	0,28	0,35	0,49	0,62	0,23	0,29	0,41	0,52

# LAVORAZIONI STANDARD ALLA BASE DEL PALO (Standard works)

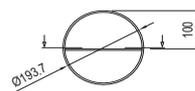
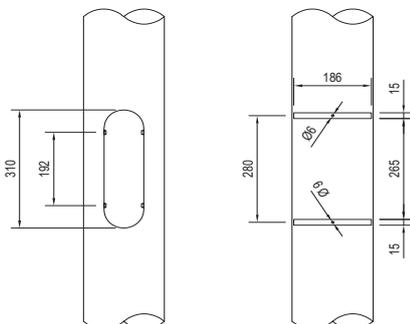
## LAVORAZIONI PER PALI CON ALTEZZA INFERIORE O UGUALE A 6 MT TOTALE



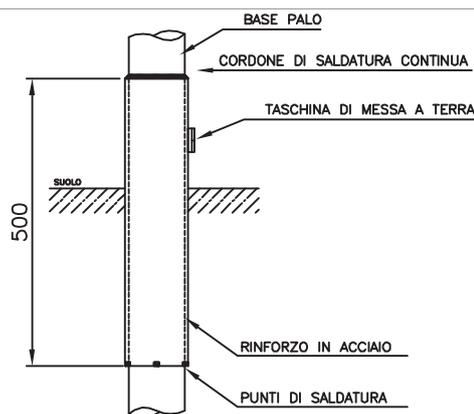
## LAVORAZIONI PER PALI CON ALTEZZA SUPERIORE O UGUALE A 6.8 MT TOTALE



## LAVORAZIONI PARTICOLARI : ASOLA A FILO



DIMENSIONI:  
186x45 cm  
300x85 cm  
400X100 cm

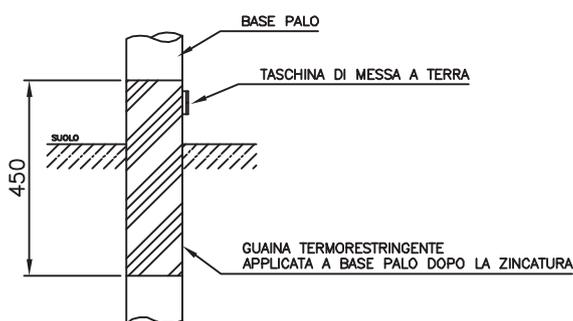


## RINFORZO IN ACCIAIO

Il rinforzo di base è un manicotto in tubo di acciaio S235JR saldato all'esterno della base del palo, nella sezione di incastro con il terreno, con la funzione di protezione contro la corrosione. Tale operazione viene ovviamente eseguita in fase di lavorazione del palo ancora grezzo, in modo che sia il palo che il rinforzo vengano zincati.

## STEEL WELDED SLEEVE

The steel welded sleeve is a tube made of steel S235JR welded outside the base of the pole, in the section interlocking with the ground, with the function of protection against corrosion. Of course, this operation is performed in the working step of the pole still raw, so that both the pole and the sleeve are galvanized.

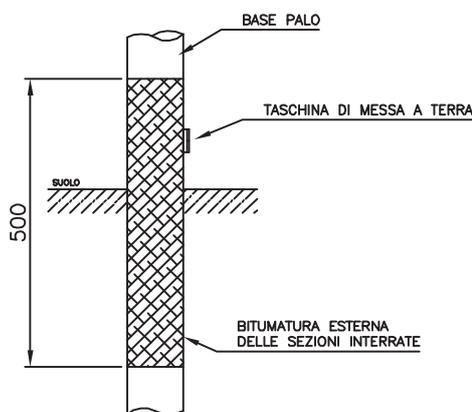


## GUAINA TERMORESTRINGENTE

La guaina termorestringente è un manicotto tubolare realizzato con poliolefina reticolata ad alto spessore, utile per proteggere dalla corrosione la parte interrata del palo e quella immediatamente sopra il livello del terreno. La parete interna della guaina è rivestita di un adesivo termofusibile che garantisce una perfetta sigillatura, evitando l'ingresso e il ristagno dell'acqua. L'applicazione di tale guaina alla base del palo impedisce anche l'aggressione di agenti corrosivi che provocherebbero un progressivo decadimento del metallo, di conseguenza aumenta significativamente la durata del palo stesso.

## THE SHRINKABLE SLEEVE

The shrinkable sleeve is a tubular sleeve made of thick netting polyolefin, useful to protect against corrosion the buried part of the pole and the one immediately above the ground. The internal side of the sleeve is coated with a hot melt adhesive which guarantees a perfect seal, avoiding water to enter and to stagnate. The application of such sleeve at the base of the pole also prevents from the attack of corrosive agents, which would cause a progressive decay of the metal, and consequently it significantly increases the length of the pole itself.



## BITUMATURA

Si tratta di rivestimento esterno della sezione interrata del palo, che consiste nell'applicazione a pennello di un prodotto a base di speciali bitumi con caratteristiche di buone proprietà anticorrosive in ambienti umidi e ottimo potere impermeabilizzante. Questo trattamento è perciò indicato come protettivo di strutture metalliche da interrare.

## BITUMINISING

It is the external covering of the underground section of the pole, which consists in applying a brush of a product based on special bitumen with characteristics of good anti-corrosive properties in humid environments and excellent waterproofing power. This treatment is therefore suitable as protective for metal structures to be buried.

## COMMITTENTE

### Comune di Buccinasco

Via Roma, 2  
20090 Buccinasco (MI)

Assessore LLPP - David Arboit  
RUP - Arch. Emanuele Polito

## OPERA

### REALIZZAZIONE DELLA STRADA DI COLLEGAMENTO TRA LE VIE A. MEUCCI E LOMELLINA

## PROGETTAZIONE

#### MANDATARIA

**CSA studio**

ACCURACY FOR A BETTER DESIGN

via San Carlo, 31 - 20017 Rho (Milano)  
info@csastudio.it | tel. +39 02 9306942  
www.csastudio.it

#### MANDANTI

P11 COMMESSA024 Strada BuccinascoLavorato\_Progetto\_DefinitivoX\_REFLOGO\_gvgENGINEERING\_OK.JPG

via Bronzino, 9 - 20133 Milano  
www.gvg-engineering.it

P11 COMMESSA024 Strada BuccinascoLavorato\_Progetto\_DefinitivoX\_REFLOGO\_esedraINGEGNERIA\_OK.JPG

via Bronzino, 9 - 20133 Milano  
www.esedraingegneria.it

INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE  
Arch. Ing. Mario V. Serini

COORDINATORE PER LA SICUREZZA  
Arch. Ing. Mario V. Serini

**CSA studio**  
Arch. Ing. Mario V. Serini  
Arch. Silvia Peca  
Arch. Marco Conte

**GVG ENGINEERING**  
Ing. Alessandro Grassi

**ESEDRA Ingegneria**  
Ing. Luca Formis

## PROGETTO DEFINITIVO

Codice elaborato	Revisione	Titolo
<b>DRR.04</b>	<b>0</b>	<b>ELABORATI GENERALI RELAZIONE STRADALE</b>

Rev.	Descrizione	Data
0	Prima emissione	NOVEMBRE 2019
1		
2		
3		
4		
5		

Redazione elaborato			Scala
REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	-
Ing. Michele Galanti	Ing. Alessandro Grassi	Arch. Ing. Mario V. Serini	

## INDICE

1.	PREMESSA	2
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
3.	OPERE IN PROGETTO	3
4.	RICHIAMI DELLA NORMATIVA APPLICATA	4
4.1.	Tracciato Planimetrico	4
4.1.1.	Rettifili	4
4.1.2.	Pendenze trasversali nei rettifili	5
4.2.	Tracciato Altimetrico	6
4.3.	Visibilità	7
4.3.1.	Distanza di visibilità per l'arresto	7
5.	PROGETTO STRADALE	9
5.1.	Sezione stradale tipo e velocità di progetto	9
5.2.	Andamento Planimetrico	11
5.2.1.	Descrizione dell'andamento planimetrico	11
5.2.2.	Rettifili	11
5.2.3.	Curve circolari	11
5.3.	Andamento Altimetrico	11
6.	SOVRASTRUTTURA STRADALE	11
6.1.1.	Asse stradale	11
7.	INTERFERENZE VIARIE	13
8.	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	13

## 1. PREMESSA

Entro il Comune di Buccinasco, sito in provincia di Milano in prossimità del Comune di Assago, nel rispetto del PGTU, si prevede in progetto la realizzazione di una strada di collegamento tra le vie A. Meucci e Lomellina, annettendo il breve tratto finale esistente della Via Guido Rossa, oltre la rotonda della Via Lomellina.

Pertanto si prevede un prolungamento della Via Meucci fino alla rotatoria di Via Lomellina tale da consentire di scaricare la via Lomellina stessa e, soprattutto, eliminare le attuali svolte a sinistra verso le vie Piemonte, Veneto e Calabria.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- *D.M. 5.11.2001 n. 6792 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade"* (G.U. n. 3 del 04.01.2002);
- *D.M. 22.04.2004 n. 67/s "Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»"* (G.U. n. 147 del 25.06.2004);
- *D.M. 19.04.2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali"* (G.U. n.170 del 24.07.2006);
- *D. Lg.vo n. 285/92 e s.m.i.. "Nuovo codice della Strada"*;
- *D.P.R. n. 495/92 e s.m.i.. "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada"*.

La segnaletica stradale – orizzontale e verticale – viene regolamentata secondo le prescrizioni della Normativa Vigente:

- *D. Lg.vo n. 285/92 e s.m.i.. "Nuovo codice della Strada"*;
- *D.P.R. n. 495/92 e s.m.i.. "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada"*;
- *DIRETTIVA 24.10.2000 "Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del codice della strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione"* (G.U. 28 dicembre 2000, n. 301);
- *D.M. 10.07.2002 "Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo"* (G.U. N. 226 del 26.09.2002);
- *UNI EN 1463-1: 2004 Materiali per segnaletica orizzontale - Inserti stradali catarifrangenti - Requisiti delle prestazioni iniziali*;
- *UNI 11154: 2006 Segnaletica stradale - Linee guida per la posa in opera – Segnaletica orizzontale*;
- *UNI EN 1436: 2008 Materiali per segnaletica orizzontale – Prestazioni della segnaletica orizzontale per gli utenti della strada*;
- *UNI EN 12899:2008 Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale*.

### 3. OPERE IN PROGETTO

Oggetto dell'intervento è la realizzazione della nuova strada di collegamento, tra la Via Meucci e la rotonda di Via Lomellina nel Comune di Buccinasco (MI), di lunghezza pari a 344,50 m, a cui andranno sommati i 90 m di tratto esistente (Via Guido Rossa) da adattare alle esigenze normative.

Il progetto è stato dunque diretto al fine di ottenere una maggior sicurezza e transitabilità, nel rispetto dello stato attuale ed in ogni modo con le opere in progetto, garantendo un livello di servizio sufficiente, in considerazione del tipo e dell'entità di traffico che interesserà l'opera.

La tipologia di piattaforma stradale adottata per l'asse in progetto è la *E soluzione a due corsie per senso di marcia* percorsa da Autobus del D.M. 05/11/2001 che prevede:

- Intervallo di velocità di progetto da 40 Km/h a 60 Km/h;
- Due corsie per senso di marcia di larghezza pari a 3,50 m e 3,00 m, oltre la banchina laterale di 0,50 m;
- Spartitraffico centrale di 1,90 m.

La piattaforma stradale in rettilineo ha una pendenza trasversale a schiena d'asino del 2,5% verso l'interno. Le banchine, pavimentate come il resto della carreggiata, presentano pendenze pari all'2,5%.

Sul lato Nord del tracciato verrà realizzata, in sede separata da un doppio cordolo, una pista ciclopedonale di larghezza 2,50 m, che si svilupperà parallelamente alla nuova sede stradale e si andrà a collegare a quella in progetto sulla Via Meucci.

Mentre sul lato Sud si proseguirà con un marciapiede di larghezza congruente con l'esistente della Via Meucci, di larghezza pari a 1,50 m.

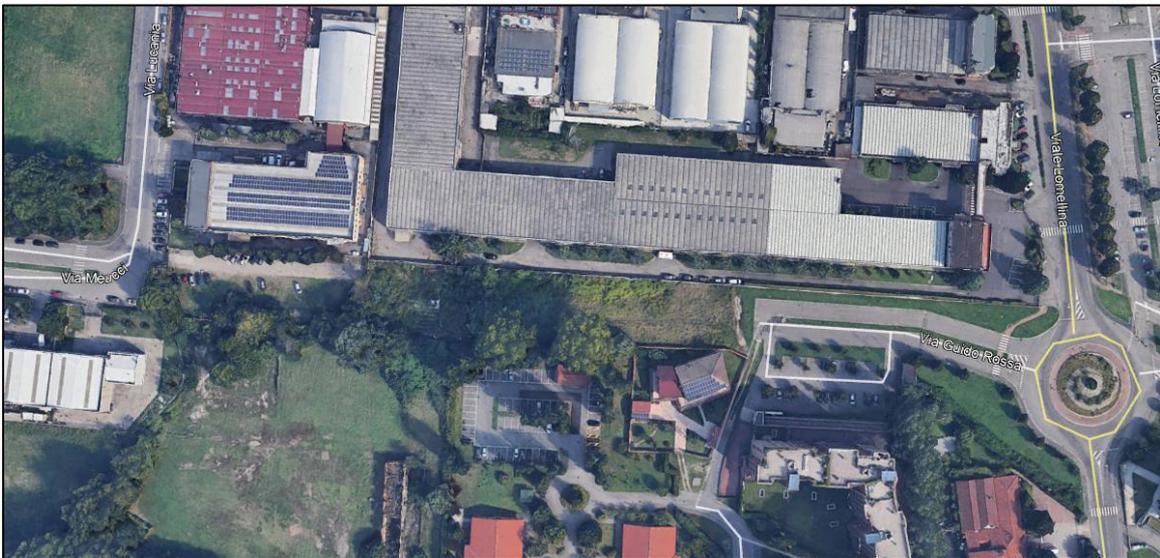


FIGURA 1 – VISTA AEREA DELLA ZONA DELL'INTERVENTO

## 4. RICHIAMI DELLA NORMATIVA APPLICATA

### 4.1. Tracciato Planimetrico

Il tracciato planimetrico è costituito da una successione di elementi geometrici, quali i rettifili ed i raccordi a raggio variabile. Trattandosi di una **strada di tipo E**, lo studio dell'asse planimetrico prevede un asse di progetto e due carreggiate separate, secondo lo schema della tipologia "a" prevista nella seguente figura di cui al Decreto 5/11/2001 con un solo asse di rotazione in asse alla carreggiata:

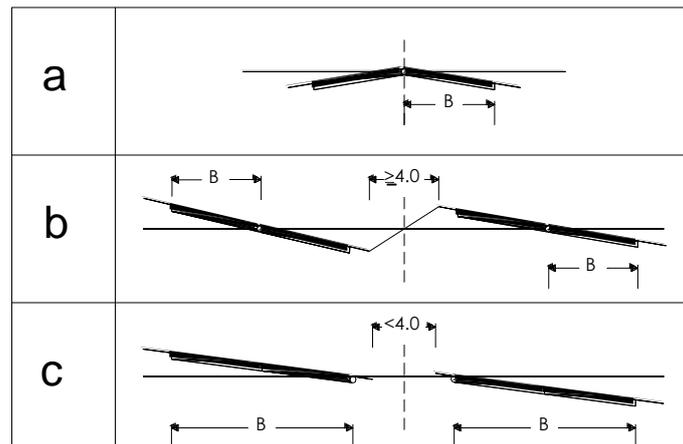


FIGURA 2 – TIPOLOGICI TRACCIATI STRADALI

#### 4.1.1. Rettifili

Per questi elementi compositivi dell'asse planimetrico, il *Decreto 5/11/2001* definisce i vincoli attinenti i limiti, superiore e inferiore, in funzione della velocità massima di progetto.

Il valore massimo è determinato dalla esigenza di evitare il superamento delle velocità da Codice della Strada, la monotonia, la difficile valutazione delle distanze e per ridurre l'abbagliamento nella guida notturna, rispetto alla seguente formula:

$$L_r = 22 \times V_{p \text{ Max}} \text{ [m]} \quad (1)$$

Il valore minimo è invece fissato per poter essere correttamente percepito dall'utente, secondo i valori riportati nella tabella seguente (Velocità=velocità massima che si desume dal diagramma di velocità):

Velocità [km/h]	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Lungh. min [m]	30	40	50	65	90	115	150	190	250	300	360

TABELLA 1 – VELOCITÀ MASSIMA DI PROGETTO

Per i rettifili che si inseriscono all'interno di un flesso, il requisito minimo della lunghezza non ha più valore, ma vale la regola sul limite superiore viene espressa dalla formula:

$$L_{\text{max}} = \frac{A_1 + A_2}{12,5} \text{ [m]} \quad (2)$$

#### 4.1.2. Pendenze trasversali nei rettifili

La pendenza minima trasversale in rettifilo è pari al valore 2,5% e le carreggiate sono ciascuna orientata con il ciglio più depresso verso l'interno, rispettando i valori massimi di pendenza previsti da normativa.

In curva circolare, la carreggiata esterna è inclinata verso l'interno e il valore di pendenza trasversale è mantenuto costante su tutta la lunghezza dell'arco di cerchio. Il valore massimo per una strada tipo E è pari al 3.5%.

La pendenza trasversale è espressa dalla seguente formula:

$$\frac{V_p^2}{R \times 127} = q + f_t \quad (3)$$

dove:

$V_p$  = velocità di progetto della curva [km/h];

R = raggio della curva [m];

q = pendenza trasversale /100;

$f_t$  = quota parte del coeff. di aderenza impegnato trasversalmente.

Per il coefficiente di aderenza trasversale  $f_{t \max}$ , valgono i valori della normativa di seguito riportati, che tengono conto della possibilità che, per ragioni di sicurezza, una quota parte dell'aderenza possa essere impegnata anche longitudinalmente in curva.

Velocità km/h	25	40	60	80	100	120	140
aderenza trasv. max imp. $f_{t \max}$ per strade tipo A, B, C, F extraurbane, e relative strade di servizio	-	0,21	0,17	0,13	0,11	0,10	0,09
aderenza trasv. max imp. $f_{t \max}$ per strade tipo D, E, F urbane, e relative strade di servizio	0,22	0,21	0,20	0,16	-	-	-

TABELLA 2 – COEFFICIENTE DI ADERENZA TRASVERSALE

Se il raggio di curvatura risulta essere maggiore del valore  $R_{2,5}$ , si assume una pendenza trasversale in curva sempre pari al valore 2,5%.

Per valori del raggio non inferiori a quelli  $R'$  indicati nella tabella seguente secondo la categoria della strada, è possibile conservare la sagoma in contropendenza al valore 2,5%, essendo comunque garantito l'equilibrio dinamico del veicolo.

Strada Tipo	A	B	C	D	E
Raggio $R'$ (m)	10.250	7.500	5.250	2.000	1.150

TABELLA 3 – CATEGORIE STRADALI

Per valori intermedi del raggio R inferiori a  $R_{2,5}$  si fa riferimento alla figura seguente:

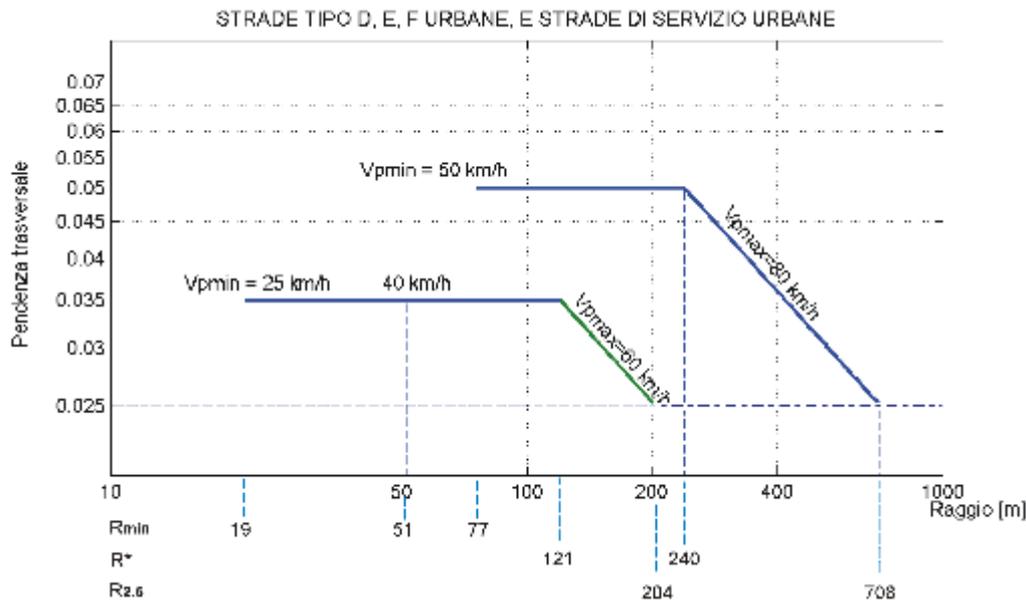


FIGURA 3 – ABACHI VELOCITÀ DI PROGETTO

## 4.2. Tracciato Altimetrico

Il profilo altimetrico è costituito da tratti a pendenza costante (livellette) collegati da raccordi verticali convessi e concavi.

La pendenza massima deve essere inferiore a un valore prefissato dalla normativa a seconda della categoria della strada.

I raccordi verticali si distinguono in concavi e convessi, che vanno dimensionati con riferimento alle distanze di visibilità, già discusse. Questi sono eseguiti con archi di parabola quadratica ad asse verticale, il cui sviluppo viene calcolato con l'espressione

$$L = R_v \times \frac{\Delta i}{100} \quad [m] \quad (4)$$

dove:

$\Delta i$  = variazione di pendenza percentuale delle livellette da raccordare;

$R_v$  = raggio del cerchio osculatore, nel vertice della parabola.

➤ Fissata la distanza di visuale libera che si vuole verificare lungo lo sviluppo del tracciato, le formule per il caso convesso sono:

$R_v$  = raggio del raccordo verticale convesso [m]

$D$  = distanza di visibilità da realizzare [m]

$\Delta_i$  = variazione di pendenza delle due livellette, espressa in percento

$h_1$  = altezza sul piano stradale dell'occhio del conducente [m]

$h_2$  = altezza dell'ostacolo [m]

- se  $D$  è inferiore allo sviluppo  $L$  del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2 \times \left( h_1 + h_2 + 2 \times \sqrt{h_1 \times h_2} \right)} \quad (5)$$

- se invece  $D > L$

$$R_v = \frac{2 \times 100}{\Delta i} \left[ D - 100 \frac{h_1 + h_2 + 2 \times \sqrt{h_1 \times h_2}}{\Delta i} \right] \quad (6)$$

Si pone da norma  $h_1 = 1,10$  m. In caso di visibilità per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso si pone  $h_2 = 0,10$  m.

➤ Per il caso concavo ponendo  $h = 0,5$  m e  $\vartheta = 1^\circ$  sono:

- se  $D$  è inferiore allo sviluppo del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2(h + D \sin \vartheta)} \quad (7)$$

- se invece  $D > L$

$$R_v = \frac{2 \times 100}{\Delta i} \left[ D - \frac{100}{\Delta i} (h + D \times \sin \theta) \right] \quad (8)$$

Con questi metodi di calcolo si ottengono i valori minimi, ma spesso nella pratica progettuale si ottengono valori più elevati dettati dalla ricerca di un andamento altimetrico che rispetti i limiti e vincoli al contorno (per i convessi dell'ordine di 15.000-20.000 m).

### 4.3. Visibilità

Per distanza di visuale libera o di visibilità si intende la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione della strada.

Lungo il tracciato stradale la distanza di visuale libera<sup>1</sup> per l'arresto delle essere sempre verificata:

Distanza di visibilità per l'arresto, che è pari allo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto.

#### 4.3.1. Distanza di visibilità per l'arresto

La relazione di calcolo per definire la distanza di visibilità per l'arresto, si calcola con la formula integrale:

$$D_A = D_1 + D_2 = \frac{V_0}{3,6} \times \tau - \frac{1}{3,6^2} \int_{V_0}^{V_1} \frac{V}{g \times \left[ f_i(V) \pm \frac{i}{100} \right] + \frac{Ra(V)}{m} + r_0(V)} dV \quad [m] \quad (9)$$

dove:

$D_1$  = spazio percorso nel tempo  $\tau$

$D_2$  = spazio di frenatura

<sup>1</sup> Ai fini delle verifiche delle visuali libere, la posizione del conducente deve sempre essere considerata al centro della corsia da lui impegnata, con l'altezza del suo occhio a 1,1 m sopra il piano viabile. Nella valutazione della distanza di visibilità per l'arresto, l'ostacolo va collocato a 0,1 m sopra il piano viabile e sempre in asse alla corsia del conducente. Nel caso della distanza di visibilità per il sorpasso, l'ostacolo va collocato nella corsia opposta, a 1,1 m sopra il piano viabile. Nel caso della manovra di cambio di corsia, deve venir verificata la possibilità di vedere il limite più lontano della corsia adiacente a quella impegnata dal conducente.

$V_0$  = velocità del veicolo all'inizio della frenatura, pari alla velocità di progetto desunta puntualmente dal diagramma delle velocità [km/h]

$V_1$  = velocità finale del veicolo, in cui  $V_1 = 0$  in caso di arresto [km/h]

$i$  = pendenza longitudinale del tracciato [%]

$\tau$  = tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione) [s]

$g$  = accelerazione di gravità [m/s<sup>2</sup>]

$R_a$  = resistenza aerodinamica [N]

$m$  = massa del veicolo [kg]

$f_l$  = quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura

$r_0$  = resistenza unitaria al rotolamento, trascurabile [N/kg]

La resistenza aerodinamica  $R_a$  si valuta con la seguente espressione :

$$R_a = \frac{1}{2 \times 3,6^2} \rho C_x S V^2 \text{ [N]} \quad (10)$$

dove:

$C_x$  = coefficiente aerodinamico

$S$  = superficie resistente [m<sup>2</sup>]

$\rho$  = massa volumica dell'aria in condizioni standard [kg/m<sup>3</sup>]

Per  $f_l$  con riferimento alla categoria Autostrade la normativa da i seguenti valori (compatibili anche con superficie stradale leggermente bagnata con spessore del velo idrico di 0,5 mm):

VELOCITA' [km/h]	25	40	60	80	100	120	140
$f_l$ Altre strade	0,45	0,43	0,35	0,30	0,25	0,21	-

TABELLA 4 – COEFFICIENTE DI ADERENZA TRASVERSALE IN FUNZIONE DELLA  $V_{\text{PROG}}$

Inserendo i corretti valori dei diversi parametri, l'integrale si riduce ad una sommatoria i quanto la funzione integrando assume la forma "a gradini" e si determinano i valori così diagrammabili:

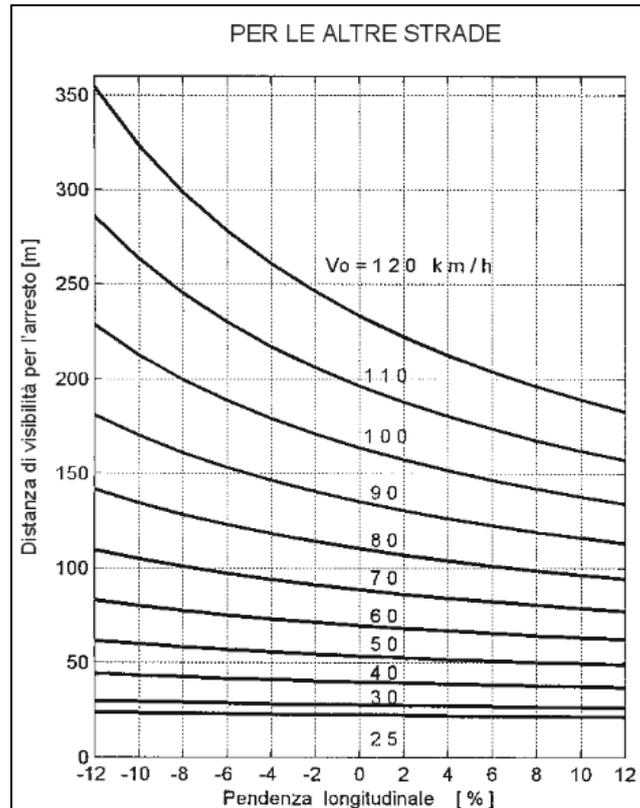


FIGURA 4 – DIAGRAMMA DI VISIBILITÀ

## 5. PROGETTO STRADALE

### 5.1. Sezione stradale tipo e velocità di progetto

La sede stradale di progetto è dimensionata con riferimento alle “*Norme Funzionali e Geometriche per la Costruzione delle Strade*” (DM 5.11.2001).

Con riferimento a quanto previsto dalla classificazione funzionale delle strade (ex art. 2 del Codice della Strada), le opere connesse al tracciato in esame sono classificate come *Strade urbane di quartiere categoria E* soluzione a 2+2 corsie di marcia di cui 1+1 percorsa da autobus secondo le “*Norme Funzionali e Geometriche per la Costruzione delle Strade*” (DM 5.11.2001).

L’intervallo delle velocità di progetto delle *Strade urbane di quartiere categoria E* è 40÷60 km/h.

Il suddetto DM 2001 prevede una sezione composta da una carreggiata formata da quattro corsie di cui quelle di marcia da 3,00 m e quelle percorse da bus da 3,75 m, fiancheggiate da altrettante banchine di larghezza 1,50 m. Nella sezione ordinaria pertanto la piattaforma stradale risulta avere una sezione minima pari a 17,50 m.

I valori di larghezza delle banchine sono da intendersi minimi, in quanto per necessità legate alla verifica delle distanze di visibilità e all’iscrizione dei veicoli in curva tali valori possono subire degli incrementi come di seguito specificato.

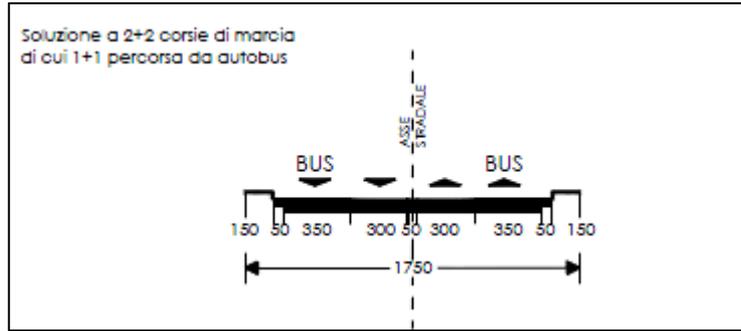


FIGURA 9 – CATEGORIA STRADA E

Al fine di garantire l'uniformità e continuità con gli assi stradali esistenti, si è preferito mantenere lo stesso spartitraffico di larghezza pari a 1,90 m, la banchina di sinistra pari a 2,50 m predisponendo la realizzazione della pista ciclopedonale, le due corsie di marcia da 3,00 m e quelle di percorrenza per autobus da 3,50 m, per una estensione totale della carreggiata pari a 20,65 m.

Gli elementi marginali, così come la pendenza trasversale, in rilevato sono stati progettati prevedendo lo smaltimento delle acque di piattaforma in conformità rispetto allo stato di fatto.

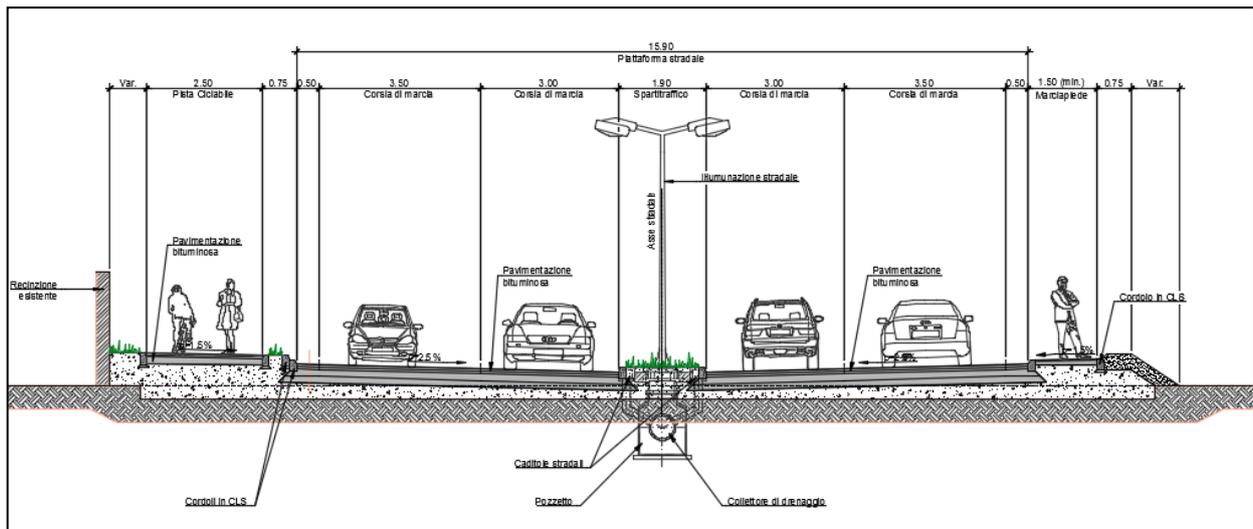


FIGURA 10A – SOLUZIONE PROPOSTA DI INTERVENTO – SEZIONE STRADALE

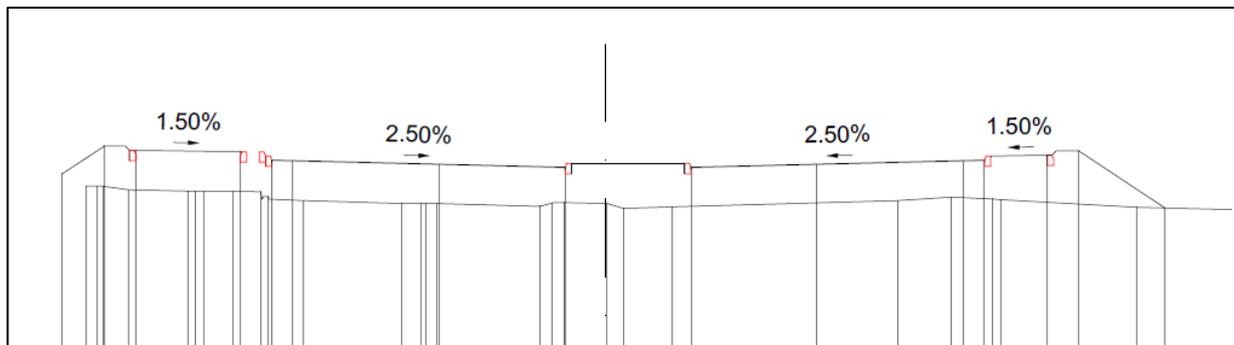


FIGURA 10B – SEZIONE STRADALE TRASVERSALE

## 5.2. Andamento Planimetrico

### 5.2.1. Descrizione dell'andamento planimetrico

Il tracciato dell'opera si sviluppa per 344,50 m dall'intersezione con le vie Guido Rossa, Lomellina, Lucania e A. Meucci nel Comune di Buccinasco (MI).

Nel seguito viene descritto l'andamento planimetrico dell'asse stradale nel senso delle progressive crescenti da est a ovest. Le progressive dell'opera sono state fissate in sede di PD e hanno inizio in corrispondenza della nuova intersezione a T tra la Via A. Meucci, la Via Lucania e il nuovo tracciato stradale.

Il progetto è caratterizzato dalla presenza delle seguenti 1 rotatoria di interconnessione con la viabilità comunale al km 0+344.500.

### 5.2.2. Rettifili

Il valore limite superiore, in funzione della velocità massima di progetto, per  $V_{p,max}=60$  km/h risulta pari a 1320 m.

Il rettifilo presente lungo il tracciato non raggiunge mai questo valore limite superiore.

Il valore minimo è invece per velocità di 40 km/h pari a 50 m.

I rettilinei del tracciato rispettano tale limite ad eccezione del tratto di raccordo immediatamente prima della rotatoria esistente.

### 5.2.3. Curve circolari

Le due curve circolari rispettano il requisito minimo di 2,5 sec di percorrenza alla  $V_{max}$  di progetto.

## 5.3. Andamento Altimetrico

Il territorio attraversato dalla strada di progetto si presenta con andamento pianeggiante senza improvvisi cambi di pendenza. Tra l'inizio e la fine del progetto si riscontra un dislivello a salire di circa 10 cm.

Da est a ovest si procede con una livelletta suborizzontale, ad eccezione del tratto che intercorre tra il km 0+180,00 e il km 0+284,543 in cui, a causa di un intervento di mantenimento della Roggia Corio, presente al km 0+236,911, è stato necessario realizzare un dosso in cui la livelletta risulta inizialmente in salita con una pendenza del 2,67 % per poi riscendere con una pendenza del 3,0%.

La presenza di questo dosso non provoca alterazioni rispetto alla verifica di visibilità che risulta soddisfatta rispetto i vincoli previsti da normativa.

## 6. SOVRASTRUTTURA STRADALE

### 6.1.1. Asse stradale

E' prevista una sovrastruttura con uno spessore complessivo pari a 41 cm, composta come segue:

Usura (drenante):	5 cm
Binder:	6 cm
Base in tout-venant bituminoso:	15 cm
Fondazione in misto granulare stabilizzato:	15 cm

TABELLA 5 – STRATIGRAFIA PAVIMENTAZIONE STRADALE

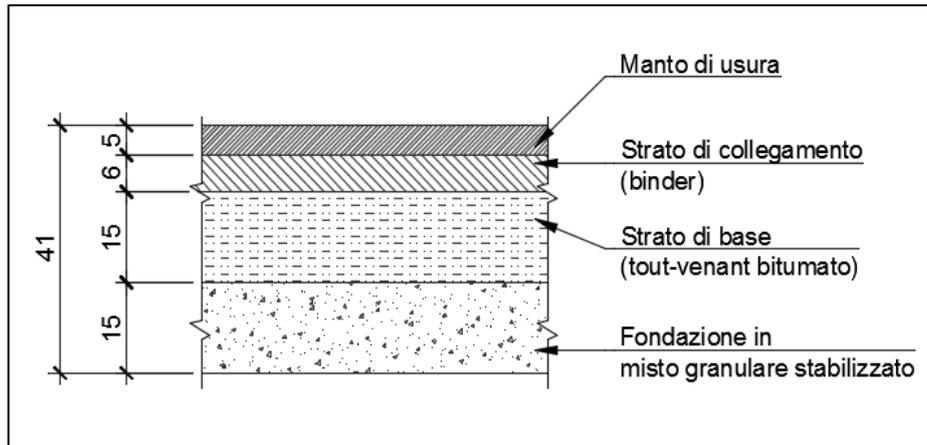


FIGURA 11 – PAVIMENTAZIONE STRADALE

Con la complanare pista ciclopedonale realizzata con uno spessore complessivo pari a 23 cm, composta come segue:

Binder:	3 cm
Base in tout-venant bituminoso:	5 cm
Fondazione in misto granulare stabilizzato:	15 cm

TABELLA 6 – STRATIGRAFIA PAVIMENTAZIONE PISTA CICLABILE

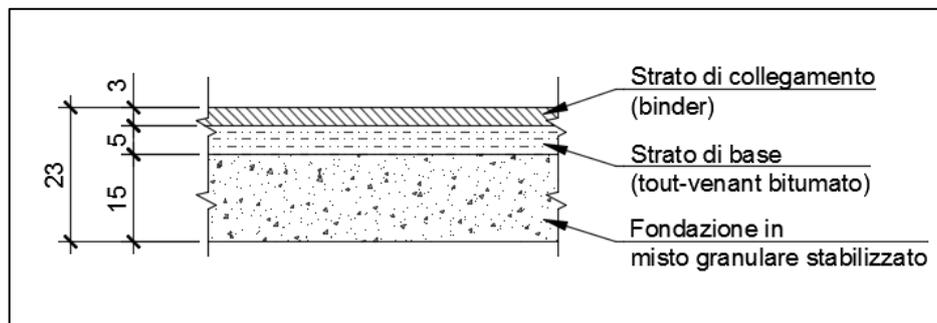


FIGURA 12 – PAVIMENTAZIONE PISTA CICLABILE

Dall'analisi tenso-deformativa condotta risulta che le sovrastrutture proposte di 41 cm e 23 cm consentono di soddisfare, per i tratti della viabilità di tipo urbane di quartiere, tutti i requisiti fissati e di garantire una vita utile teorica > 10 anni per quanto riguarda gli strati bituminosi e >> 10 anni per i rimanenti strati profondi.

## 7. INTERFERENZE VIARIE

Le opere in progetto prevedono interventi superficiali.

Al fine di ridurre al minimo i disagi e garantire una migliore viabilità nell'area in esame, si è previsto di mantenere, in uniformità con quanto già esistente, lo spartitraffico centrale continuo per tutta la lunghezza dell'intervento, assicurando i necessari attraversamenti pedonali lungo il tracciato, oltre ad una apertura (ingresso) in prossimità del posteggio a sud del tratto terminale della Via G. Rossa.

In corrispondenza dell'apertura di ingresso al suddetto parcheggio, è risultato necessario realizzare, nella carreggiata a nord del tracciato, una corsia di svolta in continuo che attraversa la carreggiata sud, rispetto alla quale risultano accertate tutte le verifiche di visibilità previste dalla normativa.

## 8. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FIGURA 13 – INNESTO VIA MEUCCI / VIA LUCANIA



FIGURA 14 – STATO ATTUALE VIA MEUCCI



FIGURA 13 – INNESTO VIA MEUCCI / VIA LUCANIA



FIGURA 16 – STATO ATTUALE VIA GUIDO ROSSA (ROTATORIA VIA LOMELLINA)



FIGURA 17– PROLUNGAMENTO STRADA DI PROGETTO LATO VIA GUIDO ROSSA (VIA LOMELLINA)

## COMMITTENTE

### Comune di Buccinasco

Via Roma, 2  
20090 Buccinasco (MI)

Assessore LLPP - David Arboit  
RUP - Arch. Emanuele Polito

## OPERA

### REALIZZAZIONE DELLA STRADA DI COLLEGAMENTO TRA LE VIE A. MEUCCI E LOMELLINA

## PROGETTAZIONE

#### MANDATARIA

**CSA studio**

ACCURACY FOR A BETTER DESIGN

via San Carlo, 31 - 20017 Rho (Milano)  
info@csastudio.it | tel. +39 02 9306942  
www.csastudio.it

#### MANDANTI

P11 COMMESSA024 Strada BuccinascoLavorato\_Progetto\_DefinitivoX\_REFLOGO\_gvgENGINEERING\_OK.JPG

via Bronzino, 9 - 20133 Milano  
www.gvg-engineering.it

P11 COMMESSA024 Strada BuccinascoLavorato\_Progetto\_DefinitivoX\_REFLOGO\_esedraINGEGNERIA\_OK.JPG

via Bronzino, 9 - 20133 Milano  
www.esedraingegneria.it

#### INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Arch. Ing. Mario V. Serini

#### COORDINATORE PER LA SICUREZZA

Arch. Ing. Mario V. Serini

#### CSA studio

Arch. Ing. Mario V. Serini  
Arch. Silvia Peca  
Arch. Marco Conte

#### GVG ENGINEERING

Ing. Alessandro Grassi

#### ESEDRA Ingegneria

Ing. Luca Formis

## PROGETTO DEFINITIVO

Codice elaborato	Revisione	Titolo
<b>DSR.05</b>	<b>0</b>	<b>ELABORATI GENERALI RELAZIONE STRUTTURE</b>

Rev.	Descrizione	Data
0	Prima emissione	NOVEMBRE 2019
1		
2		
3		
4		
5		

Redazione elaborato			Scala
REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	-
Ing. Alessandro Grassi	Ing. Alessandro Grassi	Arch. Ing. Mario V. Serini	

**INDICE**

1.	Premessa	3
2.	Descrizione dell'opera	4
3.	Materiali	6
4.	Documenti di riferimento	8
5.	Parametri geotecnici	9
6.	Criteri di verifica e calcolo	10
6.1.	Premessa	10
6.2.	Combinazioni delle azioni (Cap.2.5.3 D.M. 17/01/2018)	11
6.3.	Coefficienti delle azioni agli Stati Limite (Cap. 5.2.3 D.M. 17/01/2018)	12
6.4.	Fondazioni su pali	14
6.4.1.	Verifiche agli stati limite ultimi (SLU)	14
6.4.2.	Resistenza di pali soggetti a carichi assiali	14
6.4.3.	Stima della resistenza dei micropali soggetti a carichi assiali	16
6.4.4.	Comportamento di pali in gruppo soggetti a carichi trasversali	20
7.	Definizione dell'azione sismica	25
7.1.	Definizione del periodo di ritorno dell'evento sismico	25
7.2.	Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche	26
7.3.	Valutazione dell'azione sismica sui manufatti	26
7.4.	Valutazione delle forze d'inerzia del terreno	29
7.5.	Coefficienti sismici per l'analisi pseudostatica	29
7.6.	Spinta delle terre in condizioni sismiche	30
8.	Analisi dei carichi	31
8.1.	Carichi permanenti strutturali G1	31
8.2.	Carichi permanenti non strutturali G2	31
8.3.	Carichi da traffico	31
8.3.1.	Schema di Carico e Carichi Mobili	31
8.3.2.	Azioni di frenatura e accelerazione $q_3$	33
8.4.	Carichi sismici	33
9.	Analisi della struttura	34
9.1.	Combinazioni di carico	35
9.2.	Dimensionamento della soletta di copertura della roggia	37
9.2.1.	Modello di calcolo	37
9.2.2.	Carichi elementari	38
9.2.3.	Combinazioni di carico	40
9.2.4.	Risultati	41
9.2.5.	Analisi strutturale della soletta	45
9.3.	Dimensionamento delle fondazioni su micropali	52
9.3.1.	Azioni di progetto	54

---

9.3.2.	Verifica di capacità portante dei micropali	55
9.3.3.	Determinazione delle azioni interne dei micropali	58
9.3.4.	Risultati dell'analisi Group	60
10.	Conslusioni	66
11.	Allegati	67
11.1.	Allegato 1: Risultati delle prove Penetrometriche Dinamiche e Sismiche in sito	67

## 1. PREMESSA

Nell'ambito del Comune di Buccinasco, si rende necessario, anche in base al PGTU, il prolungamento della Via Meucci fino alla rotatoria di Via Lomellina tale da consentire di scaricare la via Lomellina stessa e, soprattutto, eliminare le attuali svolte a sinistra verso le vie Piemonte, Veneto e Calabria.

La presente relazione ha come scopo il dimensionamento di un'opera di protezione della Roggia Corio, passante al di sotto della strada di nuova realizzazione per una lunghezza di 20 m circa.



*Figura 1-1 – Vista aerea della zona dell'intervento*

## 2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'opera consiste in un portale che “avvolge” il manufatto esistente, ed è composta da una soletta orizzontale in C.A. sostenuta da una fondazione in micropali posti ai lati della roggia.

La soletta ha lunghezza 4.80 m circa e altezza 0.40 m. Al fine di vincolare correttamente la soletta alla fondazione, alle sue estremità sono realizzati dei ringrossi di altezza complessiva 0.90 m e larghezza 0.80m.

I micropali sono di lunghezza 8 m e sono disposti con maglia triangolare 0.50 m x 0.40 m. Essi avranno diametro 0.30 m e saranno armati con un profilo tubolare metallico  $\varnothing 193.7$  mm sp. 20 mm. È bene precisare infine che questa struttura è progettata per non indurre sovraccarichi al manufatto idraulico esistente.

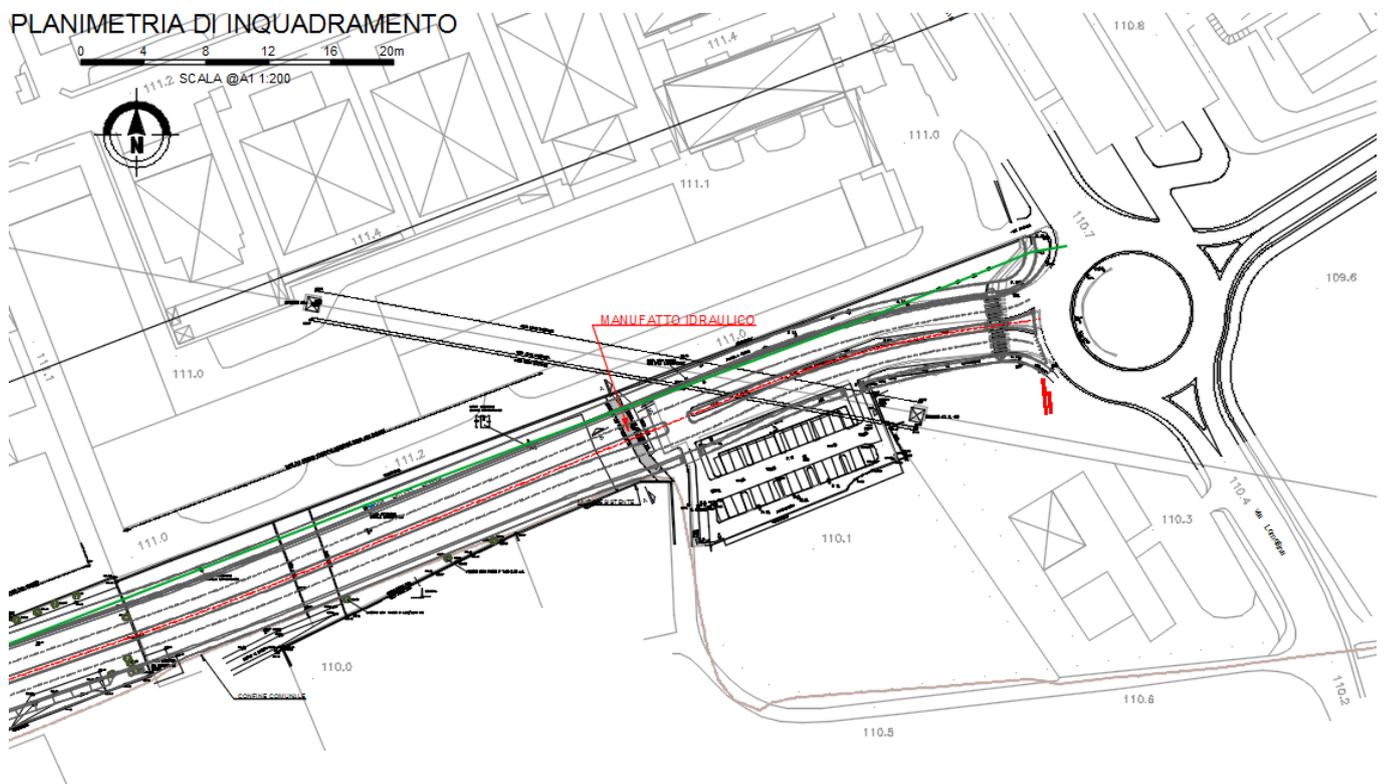


Figura 2-1: vista planimetrica dell'opera

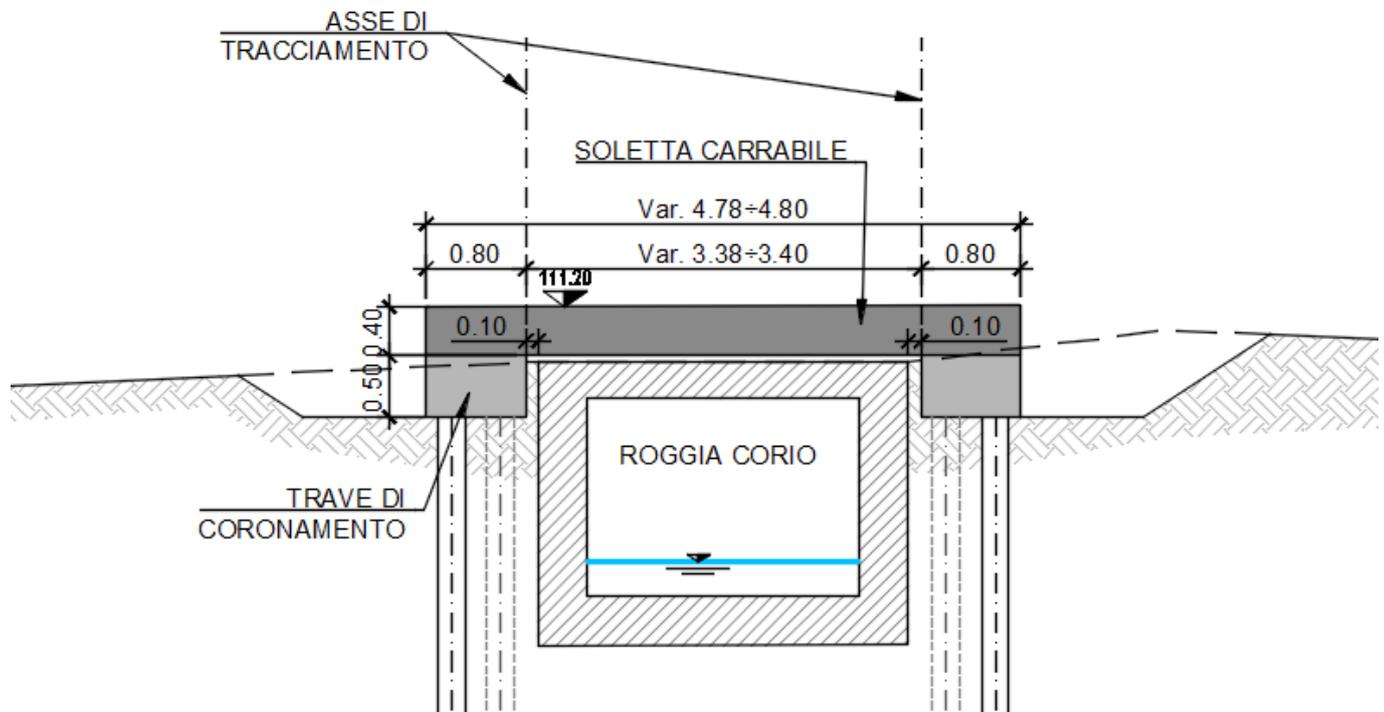


Figura 2-2: sezione tipica della struttura oggetto del presente lavoro

### 3. MATERIALI

- **Calcestruzzo magro**

Per il magrone di sottofondazione si prevede l'utilizzo di calcestruzzo classe: **C12/15**

- **Soletta in calcestruzzo**

Classe di resistenza	C32/40
$R_{ck}$	40 MPa
$F_{ck}$	32 MPa
Classe esposizione	XF4
Dim. max. nominale aggregato	20 mm
Classe internato in cloruri	0.2
Classe consistenza	S4
Cemento (UNI-EN 197-1)	CEM I, CEM II
Copriferro	5 cm

- **Acciaio per calcestruzzo armato**

Tipo	B450C
Tensione di snervamento caratteristica	$f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
Tensione a rottura caratteristica	$f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
Allungamento totale al carico massimo	$A_{gt} \geq 7.5\%$
Rapporto $f_{tk}/f_{yk}$	$1.15 \leq f_{tk}/f_{yk} < 1.35$
Rapporto $f_{y,misurato}/f_{y,nominale}$	$f_{y,misurato}/f_{y,nominale} \leq 1.25$
Coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s = 1.15$
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 391.30 \text{ N/mm}^2$
Tensione di esercizio max (comb. Rara)	$\sigma_s = 0.80 * f_{yk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$

- **Malta di iniezione per micropali:**

Classe di resistenza	C25/30
$R_{ck}$	35 MPa
$F_{ck}$	28 MPa

- **Profili tubolari metallici:**

Tipo	S355
$t < 40 \text{ mm}$	
Tensione di snervamento caratteristica	$f_{yk} \geq 355 \text{ N/mm}^2$

---

Tensione a rottura caratteristica $t > 40 \text{ mm}$	$f_{tk} \geq 510 \text{ N/mm}^2$
Tensione di snervamento caratteristica	$f_{yk} \geq 335 \text{ N/mm}^2$
Tensione a rottura caratteristica	$f_{tk} \geq 510 \text{ N/mm}^2$
Coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s = 1.05$
Modulo elastico	$E = 210000 \text{ N/mm}^2$
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.3$

#### 4. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- D.P.R. n° 380 del 06/06/2001, integrato ai sensi del D.Lgs. n° 301 del 27/12/2002 - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- D.M. 17/01/2018 “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni” - GU n°42 del 20/2/2018.
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni» - Gazzetta Ufficiale del 11.02.2019 n. 35, supplemento ordinario n. 5.
- UNI EN 206-1:2016 – “Calcestruzzo-Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità”.
- UNI 11104:2016 – “Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206”.
- UNI EN 1992-1-1: Eurocodice 2 – Progettazione di opere in calcestruzzo - Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 1993-1-1: Eurocodice 3 – Progettazione di opere in acciaio - Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 1997-1-1: Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica - Regole generali

## 5. PARAMETRI GEOTECNICI

La stratigrafia di progetto è stata dedotta dalle prove Penetrometriche Dinamiche (PD) effettuate in sito in data 23/10/2019 dal presente RTP. Per ulteriori dettagli si rimanda alla relazione delle prove effettuate.

La stratigrafia di progetto assunta nei calcoli è la seguente:

Strato	Da [m]	a [m]	N <sub>SPT</sub> [-]	Angolo d'attrito [°]	Modulo elastico [MPa]	Modulo edometrico [MPa]
P1-1	0	2.5	7	25	18.5	49.2
P1-2	2.5	4	4	23	13.7	27.3
P2-3	4	4.5	7	25	18.4	49.2
P2-4	4.5	30	9	32	31.3	142.0

Tabella 5-1: stratigrafia di progetto

Si assume per tutti i terreni un peso secco di  $18 \text{ kN/m}^3$  ed un peso saturo di  $21 \text{ kN/m}^3$ .

Sono state inoltre condotte delle prove sismiche al fine di determinare la velocità di propagazione delle onde di taglio  $v_{s,30}$  del terreno. I risultati sono mostrati in Tabella 11-2: la velocità  $v_{s,30}$  è uguale a  $485 \text{ m/s}$ . Come mostrato in Tab. 3.2.II delle NTC 2018, la categoria sismica del terreno considerato è la B: “*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*”.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a <math>800 \text{ m/s}</math>, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a <math>3 \text{ m}</math>.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra <math>360 \text{ m/s}</math> e <math>800 \text{ m/s}</math>.</i>
C	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a <math>30 \text{ m}</math>, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra <math>180 \text{ m/s}</math> e <math>360 \text{ m/s}</math>.</i>
D	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a <math>30 \text{ m}</math>, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra <math>100</math> e <math>180 \text{ m/s}</math>.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a <math>30 \text{ m}</math>.</i>

Tabella 5-2: categoria di terreno in funzione della velocità di propagazione delle onde di taglio  $v_{s,30}$  (Tab. 3.2.II delle NTC2018)

## 6. CRITERI DI VERIFICA E CALCOLO

### 6.1. Premessa

Le verifiche contenute nel presente documento fanno riferimento a quanto prescritto per i sistemi fondazionali nelle NTC2018 e successiva circolare esplicativa.

Le verifiche strutturali sono eseguite nei confronti degli Stati Limite Ultimi (SLU) e degli Stati Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) riferiti allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione.

Gli stati limite di esercizio esaminati per il soddisfacimento delle prestazioni richieste ai manufatti sono:

- danneggiamenti locali che possono ridurre la durabilità della struttura, la sua efficienza o il suo aspetto (controllo delle tensioni massime e della fessurazione del calcestruzzo con verifiche sezionali);
- eccessive deformazioni che possono limitare l'uso della costruzione, la sua efficienza e il suo aspetto (verifica dei rapporti limite deformazione massima o spessore /luce di calcolo).

Per ogni stato limite deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d \quad (\text{eq. 6.2.1 delle NTC2018})$$

dove

$E_d$  valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;

$R_d$  valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

## 6.2. Combinazioni delle azioni (Cap.2.5.3 D.M. 17/01/2018)

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 2} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_{Ed} + \sum_{i \geq 2} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

### 6.3. Coefficienti delle azioni agli Stati Limite (Cap. 5.2.3 D.M. 17/01/2018)

Per le verifiche agli SLU si adottano i valori dei coefficienti parziali della tabella sotto riportata (rif. tab. 5.1.V del D.M. 17/01/2018).

Tab. 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1	A2
Azioni permanenti $g_1$ e $g_3$	favorevoli	$\gamma_{G1}$ e $\gamma_{G3}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali <sup>(2)</sup> $g_2$	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Azioni variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{e1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 2}$ , $\gamma_{\epsilon 3}$ , $\gamma_{\epsilon 4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

<sup>(2)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio carichi permanenti portati), sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

<sup>(3)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

<sup>(4)</sup> 1,20 per effetti locali

Tabella 6-1: valori dei fattori parziali agli SLU per ponti stradali

I coefficienti di combinazione dei carichi, applicati in tutte le combinazioni, sono riferiti alla Tab. 5.1.VI del D.M. 17/01/2018.

Tab. 5.1.VI - Coefficienti  $\psi$  per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente $\psi_0$ di combi- nazione	Coefficiente $\psi_1$ (valori frequent)	Coefficiente $\psi_2$ (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	--	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5

Tabella 6-2: valori dei coefficienti di combinazione per ponti stradali

## 6.4. Fondazioni su pali

### 6.4.1. Verifiche agli stati limite ultimi (SLU)

Secondo quanto specificato al punto 6.4.3.1 delle NTC2018, nelle verifiche di sicurezza devono essere presi in considerazione tutti i meccanismi di stato limite ultimo, sia a breve sia a lungo termine.

Gli stati limite ultimi delle fondazioni su pali si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione stessa.

Le verifiche delle fondazioni su pali sono effettuate con riferimento ai seguenti stati limite, quando pertinenti:

- SLU di tipo geotecnico (GEO)
  - collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali;
  - collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi trasversali;
  - collasso per carico limite di sfilamento nei riguardi dei carichi assiali di trazione;
  - stabilità globale
- SLU di tipo strutturale (STR)
  - raggiungimento della resistenza dei pali;
  - raggiungimento della resistenza della struttura di collegamento dei pali;

accertando che la condizione  $E_d \leq R_d$  sia soddisfatta per ogni stato limite considerato.

Le verifiche devono essere effettuate, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I delle NTC2018. Tutte le verifiche, ad eccezione della verifica di stabilità globale, devono essere effettuate seguendo la combinazione (A1+M1+R3) di coefficienti parziali prevista nell'Approccio 2. La verifica di stabilità globale dell'opera è effettuata secondo la Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'Approccio 1.

**Tab. 6.4.II** – Coefficienti parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali infissi	Pali trivellati	Pali ad elica continua
	$\gamma_R$	(R3)	(R3)	(R3)
Base	$\gamma_b$	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	$\gamma_s$	1,15	1,15	1,15
Totale (*)	$\gamma$	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	$\gamma_{st}$	1,25	1,25	1,25

(\*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Figura 6-1. Coefficienti parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche (Tab.6.4.II delle NTC2018)

### 6.4.2. Resistenza di pali soggetti a carichi assiali

La resistenza dei pali soggetti a carichi assiali è calcolata come prescritto al punto 6.4.3.1.1 delle NTC2018.

La resistenza caratteristica ( $R_k$ ) del palo singolo può essere dedotta da:

- risultati di prove di carico statico di progetto su pali pilota;
- metodi di calcolo analitici, dove  $R_k$  è calcolata a partire dai valori caratteristici dei parametri geotecnici oppure con l'impiego di relazioni empiriche che utilizzino direttamente i risultati di prove in sito (prove penetrometriche, pressiometriche, ecc.);
- risultati da prove dinamiche di progetto, ad alto livello di deformazione, eseguite su pali pilota.

Nelle analisi condotte si è proceduto considerando l'approccio di tipo (b) e come di seguito descritto.

Con riferimento alle procedure analitiche che prevedano l'utilizzo dei parametri geotecnici o dei risultati di prove in sito, il valore caratteristico della resistenza a compressione e a trazione ( $R_{c,k}$  ovvero  $R_{t,k}$ ) è ottenuto come:

;

$$R_{c,k} = \min \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

$$R_{t,k} = \min \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

con

$R_{MEDIA}$  e  $R_{MIN}$  le resistenze calcolate;

$\xi_3$  e  $\xi_4$  i fattori di correlazione funzione del numero  $n$  di verticali indagate riportati alla Tab.6.4.IV delle NTC2018.

Tab. 6.4.IV - Fattori di correlazione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$
$\xi_3$	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
$\xi_4$	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

Figura 6-2. Fattori di correlazione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate (Tab.6.4.IV delle NTC2018)

Qualora si abbiano a disposizione prove in sito continue (prova tipo CPT o DMT) o discontinue (SPT, pressiometriche, ecc.) ma con passi di campionamenti sufficientemente fitti da considerare una misura continua con la profondità, la stima della resistenza caratteristica è così condotta:

- per ogni verticale di indagine si calcola il profilo di resistenza con la profondità in funzione delle prove in sito e di laboratorio assumendo i valori medi a disposizione nella singola verticale;
- stima, tra quelli calcolati, del profilo di resistenza medio ( $R_{MEDIA}$ ) e di resistenza minimo ( $R_{MIN}$ );
- la resistenza caratteristica  $R_k$ , a compressione o a trazione, sarà il minore dei valori ottenuti:

$$R_k = \min \left\{ \frac{(R_{c,m})_{media}}{\xi_5}; \frac{(R_{c,m})_{min}}{\xi_6} \right\}$$

con  $\xi_5$  e  $\xi_6$  fattori di correlazione funzione del numero di verticali indagate.

Tab. 6.4.V - Fattori di correlazione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica a partire dai risultati di prove dinamiche su pali pilota

Numero di prove di carico	$\geq 2$	$\geq 5$	$\geq 10$	$\geq 15$	$\geq 20$
$\xi_5$	1,60	1,50	1,45	1,42	1,40
$\xi_6$	1,50	1,35	1,30	1,25	1,25

Figura 6-3. Fattori di correlazione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate (Tab.6.4.V delle NTC2018)

Qualora, invece, si abbiano a disposizione prove in sito o di laboratorio discrete, si procederà secondo il seguente schema:

- 1 per ogni strato vengono scelti il valore medio e minimo tra tutti i valori a disposizione necessari per il calcolo del profilo di resistenza con la profondità;
- 2 stima del profilo di resistenza medio ( $R_{MEDIA}$ ) e di resistenza minimo ( $R_{MIN}$ ) adottando i parametri medi e minimi ottenuti al punto precedente;
- 3 la resistenza caratteristica ( $R_k$ ), a compressione o a trazione, sarà il minore dei valori ottenuti:

$$R_k = \min \left\{ \frac{(R_{c,m})_{media}}{\xi_1}; \frac{(R_{c,m})_{min}}{\xi_2} \right\}$$

con  $\xi_1$  e  $\xi_2$  fattori di correlazione funzione del numero di verticali indagate.

Tab. 6.4.III - Fattori di correlazione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica a partire dai risultati di prove di carico statico su pali pilota

Numero di prove di carico	1	2	3	4	$\geq 5$
$\xi_1$	1,40	1,30	1,20	1,10	1,0
$\xi_2$	1,40	1,20	1,05	1,00	1,0

Figura 6-4. Fattori di correlazione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate (Tab.6.4.III delle NTC2018)

Il valore di progetto  $R_d$  della resistenza si ottiene a partire dal valore caratteristico  $R_k$  applicando i coefficienti parziali  $\gamma_R$  della Tabella 6.4.II delle NTC2018 (vedi Figura 6-1).

I criteri utilizzati per la stima delle curve di capacità portante a compressione e trazione sono illustrati nel successivo paragrafo.

### 6.4.3. Stima della resistenza dei micropali soggetti a carichi assiali

La capacità portante dei micropali è eseguita seguendo l'approccio proposto da Bustamante e Doix (1985). La capacità portante è calcolata secondo la formula:

$$Q_{lim} = P + S$$

Dove P indica la capacità di base ed S quella laterale.

La capacità laterale  $S$  è calcolata come:

$$S = \pi d_s L_s q_s$$

Dove:

- $d_s$             Diametro del palo
- $L_s$             Lunghezza del palo
- $q_s$             Massimo sforzo di taglio all'interfaccia palo/terreno

Mentre  $L_s$  è un parametro arbitrario, i parametri  $d_s$  e  $q_s$  dipendono da diversi fattori, principalmente la tecnologia utilizzata ed il tipo di terreno.

I metodi di realizzazione dei micropali possono essere suddivisi in due principali tipologie:

- Pali IGU (Injection Global Unique) o pali Radice: il getto del palo è realizzato mediante un'unica iniezione ad una pressione inferiore rispetto a quella utilizzata nei pali IRS;
- Pali IRS (Injection Répétitive et Sélective) o tipo Tubfix: mediante l'uso di tubi a Man-chette è possibile iniettare la malta a pressioni maggiori e controllare e ripetere le iniezioni.

I pali tipo IRS in generale garantiscono il raggiungimento di diametri maggiori ed una tensione tangenziale massima maggiore rispetto ai pali IGU.

Il diametro del palo  $d_s$  può essere calcolato come:

$$d_s = \alpha d$$

Dove:

- $d$             Diametro del foro
- $\alpha$             Coefficiente maggiorativo, funzione della tecnologia e del terreno

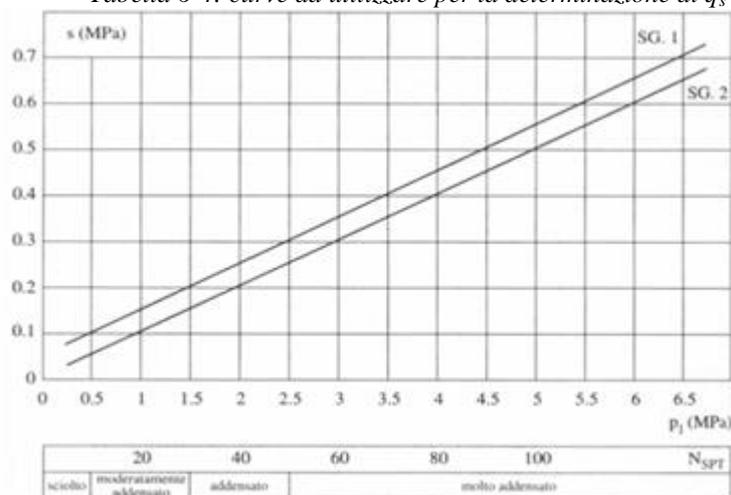
In Tabella 6-3 sono mostrati i valore che assume il coefficiente  $\alpha$  in funzione delle variabili sopra citate.

Type of soil	Values of $\alpha$		Minimum suggested grout volume*
	IRS	IGU	
Gravel	1.8	1.3 – 1.4	1.5 $V_S$
Sandy gravel	1.6 – 1.8	1.2 – 1.4	1.5 $V_S$
Gravelly sand	1.5 – 1.6	1.2 – 1.3	1.5 $V_S$
Coarse sand	1.4 – 1.5	1.1 – 1.2	1.5 $V_S$
Medium sand	1.4 – 1.5	1.1 – 1.2	1.5 $V_S$
Fine sand	1.4 – 1.5	1.1 – 1.2	1.5 $V_S$
Silty sand	1.4 – 1.5	1.1 – 1.2	IRS: (1.5 - 2) $V_S$ ; IGU: 1.5 $V_S$
Silt	1.4 – 1.6	1.1 – 1.2	IRS: 2 $V_S$ ; IGU: 1.5 $V_S$
Clay	1.8 – 2.0	1.2	IRS: (2.5 - 3) $V_S$ ; IGU: (1.5 – 2) $V_S$
Marl	1.8	1.1 – 1.2	(1.5 – 2) $V_S$ for stiff layers
Marly limestone	1.8	1.1 – 1.2	(2 – 6) $V_S$ or more for fractured layers
Weathered or fractured limestone			
Weathered and/or fractured rock			
	1.2	1.1	(1.1 – 1.5) $V_S$ for slightly fractured layers 2 $V_S$ or more for fractured layers

 Tabella 6-3: valori del parametro  $\alpha$ 

Il valore di  $q_s$  è stato invece dedotto da prove sperimentali, ed è espresso in funzione dei risultati ottenuti mediante prove pressiometriche o SPT. Bustamante e Doix hanno fornito utili grafici per la determinazione di  $q_s$ : per ogni tipologia di terreno esistono due curve, dipendenti dalla tecnologia utilizzata (IGU o IRS). In Tabella 6-4 sono mostrate le curve da utilizzare in funzione dei parametri sopra citati, mentre in Figura 6-5 e Figura 6-6 sono mostrate le curve per sabbie ed argille rispettivamente.

Terreno	Tipo di iniezione	
	IRS	IGU
Da ghiaia a sabbia limosa	SG1	SG2
Limo e argilla	AL1	AL2
Marna, calcare marnoso, calcare tenero fratturato	MC1	MC2
Roccia alterata e/o fratturata	$\geq R1$	$\geq R2$

 Tabella 6-4: curve da utilizzare per la determinazione di  $q_s$ 

 Figura 6-5: curve  $q_s$ - $p_1$ / $N_{SPT}$  per sabbie

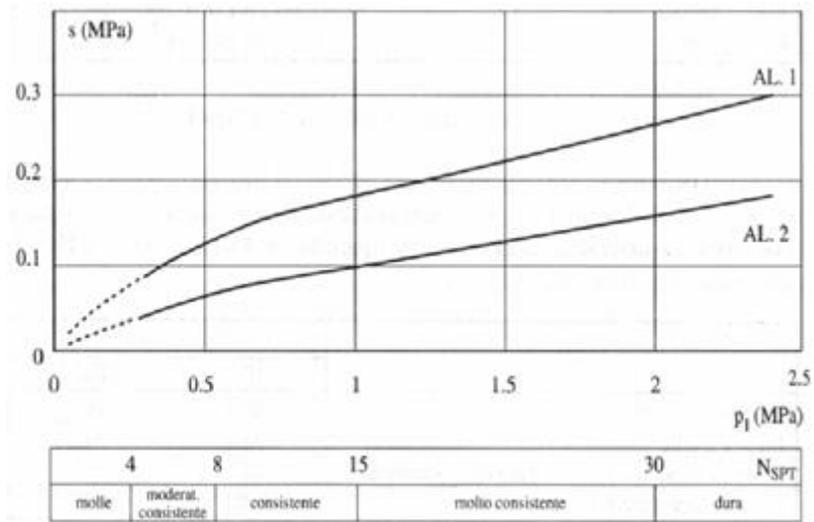


Figura 6-6: curve  $q_s-p_1/N_{SPT}$  per argille

#### 6.4.4. Comportamento di pali in gruppo soggetti a carichi trasversali

Il comportamento di pali in gruppo soggetti a carichi trasversali è indagato mediante il programma di calcolo GROUP.

Il programma di calcolo permette di analizzare il comportamento di una palificata sottoposta a carichi orizzontali e verticali modellando l'interazione terreno struttura mediante curve p-y.

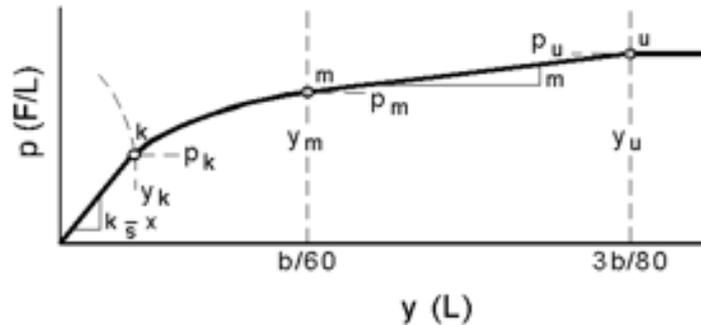
Le curve p-y che esprimono la resistenza del terreno in funzione della profondità e dello spostamento del palo, possono essere ricavate in relazione alla tipologia di terreni e alle proprietà meccaniche che li caratterizzano, in accordo alle procedure proposte da:

- Reese, Cox e Koop (1975) per sabbie
- Welch e Reese (1975) per argille tenere sotto falda
- Reese, Cox e Koop (1975) per argille dure sotto falda
- Reese-Welch (1972) per argille dure sopra falda

Il programma permette di scegliere tra uno dei modelli sopra esposti.

I metodi di calcolo sono descritti sinteticamente nelle pagine seguenti con riferimento sia a carichi statici sia a carichi ciclici.

**Modello per sabbie Cox e Reese (1975)**



1- calcolo di  $p = \min(p_{u1}; p_{u2})$

$$p_{u1} = \gamma \cdot z \cdot \frac{K_0 \cdot z \cdot \tan \phi \cdot \sin \beta}{\tan(\beta - \phi) \cdot \cos \alpha} \cdot A_1 + \frac{\tan \beta}{\tan(\beta - \phi)} \cdot (D \cdot A_3 + z \cdot \tan \beta \cdot \tan \alpha \cdot A_3^2) + \gamma \cdot z \cdot [K_0 \cdot z \cdot \tan \beta \cdot (\tan \phi \cdot \sin \beta - \tan \alpha) \cdot A_1 - K_a \cdot D]$$

$$p_{u2} = K_B \cdot D \cdot \gamma \cdot z \cdot (\tan^2 \beta - 1) + K_0 \cdot D \cdot \tan \phi \cdot \tan^4 \beta$$

$$A_1 = (4 \cdot A_2^3 - 3 \cdot A_2^2 + 1)$$

$$A_2 = (\tan \beta \cdot \tan \delta) / (\tan \beta \cdot \tan \delta + 1)$$

$$A_3 = 1 - A_2$$

dove:

- $p_u$  resistenza laterale unitaria ultima
- y spostamento orizzontale
- $\gamma$  peso di volume efficace
- z profondità da p.c.
- $K_0$  coefficiente di spinta a riposo
- $\phi$  angolo di attrito
- $\beta = 45 + \phi/2$
- $\alpha = \phi/2$
- D diametro del palo
- $K_a = \tan^2(45 + \phi/2)$
- $\delta$  inclinazione del piano campagna rispetto all'orizzontale

2- calcolo di  $p_u = A_1 \cdot p$

3- calcolo di  $p_{u2} = B_1 \cdot p$

4- definizione del tratto iniziale della curva p-y

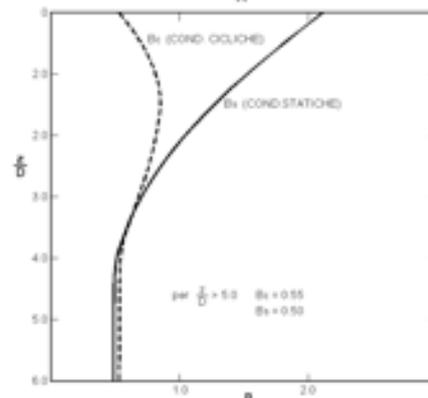
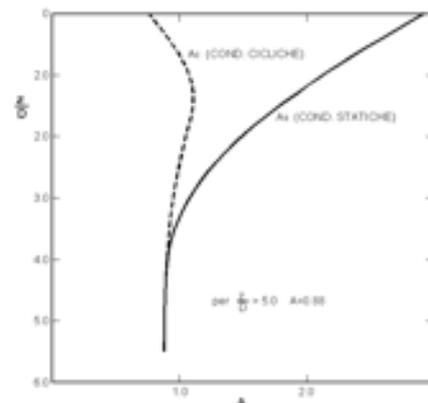
5- definizione del tratto parabolico della curva p-y

$$p = C y^{1/n}$$

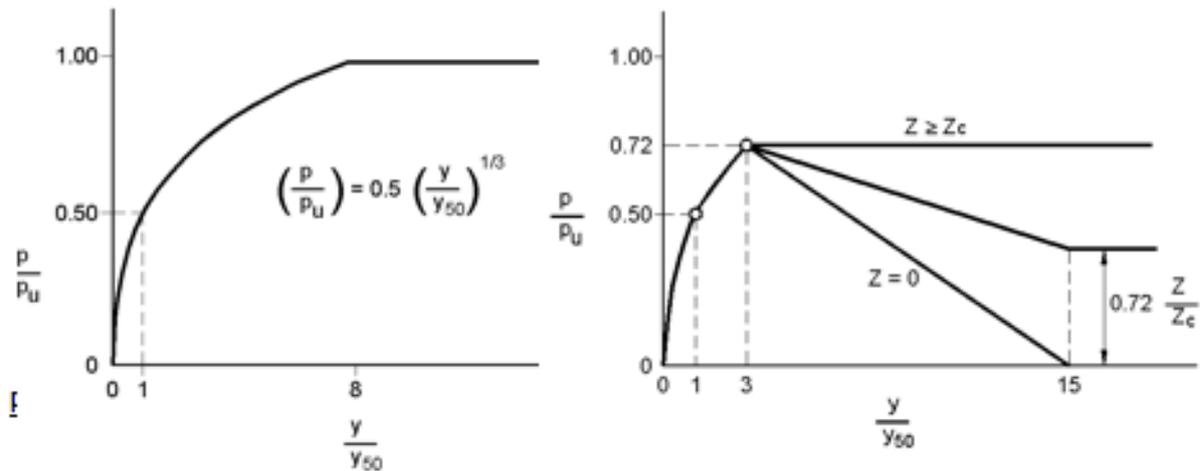
dove:

$$n = p_m / m y_m$$

$$C = p_m / (y_m)^{1/n}$$



### Modello Welch e Reese (1975) per argille tenere sotto falda



$$p_{u2} = 9 c_u D \alpha$$

$$\alpha = 1/(1+\tan\delta)$$

$$p_u = \min(p_{u1}; p_{u2})$$

$$p/p_u = 0.5 (y/y_{50})^{1/3}$$

$$y_{50} = 2.5 \varepsilon_{50} D$$

dove:

$p_{u1}$  resistenza laterale unitaria ultima

$\sigma'$  pressione geostatica verticale efficace alla quota  $z$

$c_u$  coesione non drenata

$z$  profondità da p.c.

$D$  diametro del palo

$\delta$  inclinazione del piano campagna rispetto all'orizzontale

$y$  spostamento orizzontale

$y_{50}$  spostamento orizzontale per  $p=0.5 p_u$

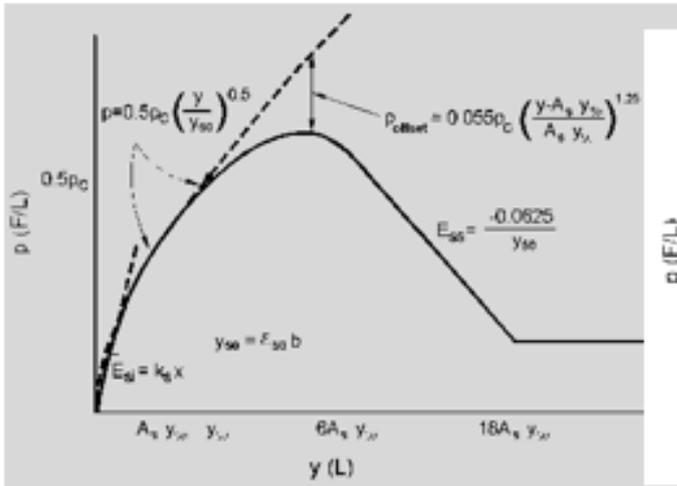
$\varepsilon_{50}$  deformazione unitaria corrispondente ad una mobilitazione delle tensioni tangenziali pari al 50% della resistenza al taglio

per carichi ciclici

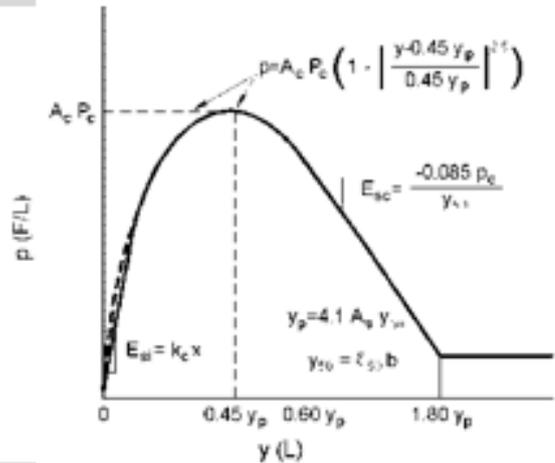
$$z_c = [6 c_u D] / [\gamma' D + 0.5 c_u] \alpha$$

$\gamma'$  = peso di volume efficace

**Modello Reese, Cox e Koop (1975) per argille dure sotto falda**



Carichi statici



Carichi ciclici

$$p_{u1} = (3 c_u D + \sigma' D + 2.83 c_u z)$$

$$p_{u2} = 11 c_u D \alpha$$

$$\alpha = 1/(1+\tan\delta)$$

$$p_u = \min(p_{u1}; p_{u2})$$

$p_u$  resistenza laterale unitaria ultima

$z$  profondità da p.c.

$\sigma'$  pressione geostatica verticale efficace a la profondità  $z$

$c_u$  coesione non drenata

$D$  diametro del palo

$y$  spostamento orizzontale

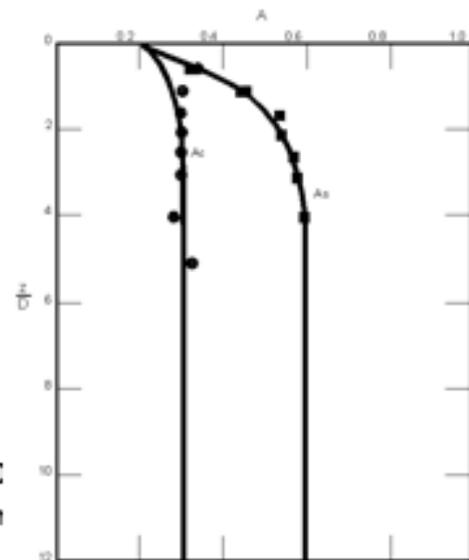
$y_{50} = 2.5 \epsilon_{50} D =$  spostamento orizzontale per  $p=c$

$\epsilon_{50}$  deformazione unitaria corrispondente ad una  $n$  pari al 50% della resistenza al taglio

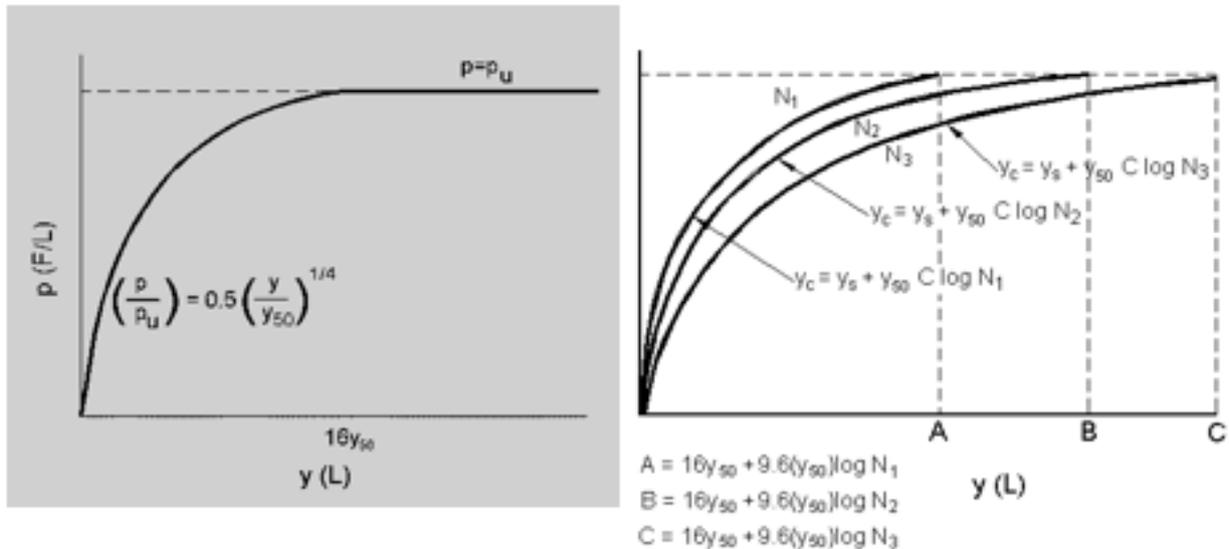
$K_s$  pendenza del tratto iniziale della curva carichi statici

$K_c$  pendenza del tratto iniziale della curva carichi ciclici

$A_c$  parametro empirico



### Modello Welch-Reese (1972) e Reese-Welch () per argille dure sopra falda



#### Carichi statici

$$p_{u1} = [3c_u D + \gamma' D z + 2.83c_u z] \alpha$$

$$p_{u2} = 9 c_u D \alpha$$

$$\alpha = 1/(1+\tan\delta)$$

$$p_u = \min(p_{u1}; p_{u2})$$

dove:

$c_u$  resistenza laterale unitaria ultima

$\gamma'$  peso di volume unitario

$c_u$  coesione non drenata

$z$  profondità da p.c.

$D$  diametro del palo

$\delta$  inclinazione del piano campagna rispetto all'orizzontale

$y$  spostamento orizzontale

$y_{50}$  spostamento orizzontale per  $p=0.5 p_u (= 2.5 \epsilon_{50} D)$

$\epsilon_{50}$  deformazione unitaria corrispondente ad una mobilitazione delle tensioni tangenziali pari al 50% della resistenza al taglio

$K_s$  pendenza del tratto iniziale della curva

#### Carichi ciclici

## 7. DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

### 7.1. Definizione del periodo di ritorno dell'evento sismico

La vita nominale ( $V_N$ ) delle opere in progetto è assunta pari a 50 anni.

La classe d'uso assunta è la III ("costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi. [...] Reti viarie ed extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV.").

Il periodo di riferimento ( $V_R$ ) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso vale:

$$V_R = V_N \cdot c_u = 75 \text{ anni}$$

I valori di probabilità di superamento del periodo di riferimento  $P_{VR}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente è:

$$P_{VR}(\text{SLV}) = 10\%$$

Il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$  espresso in anni, vale:

$$T_R(\text{SLV}) = -V_R / \ln(1 - P_{VR}) = 712 \text{ anni}$$

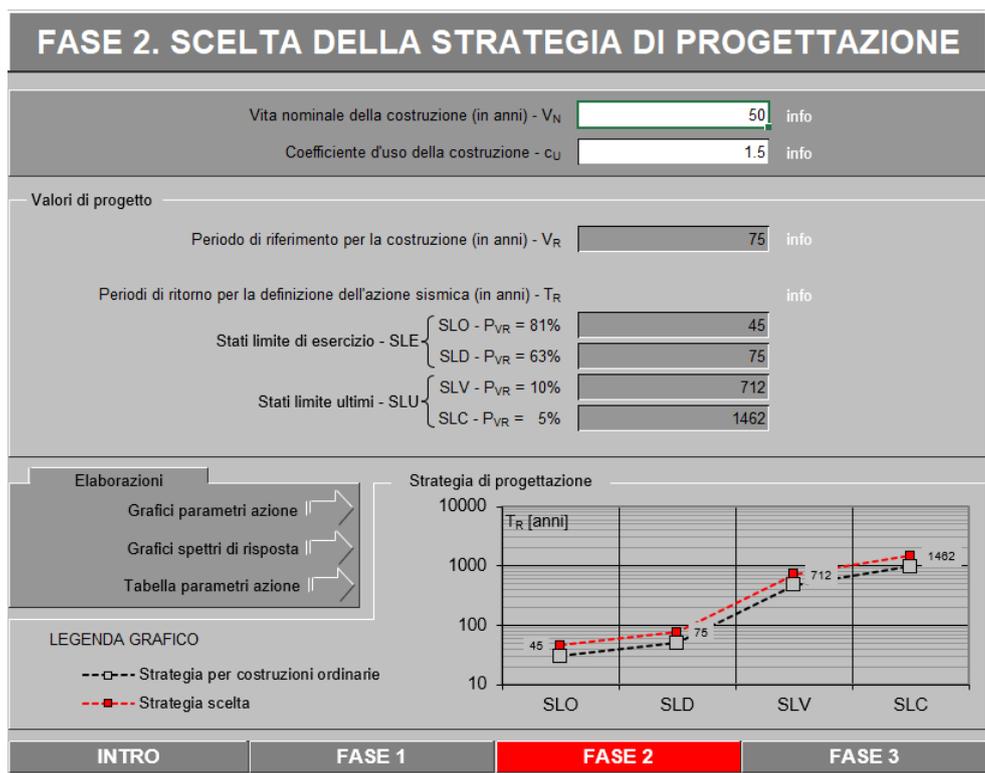


Tabella 7-1: definizione del periodo di ritorno dell'evento sismico

## 7.2. Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale sulla base dell'individuazione di categorie di sottosuolo (Tab.3.2.IV del D.M. 17/01/2018) e topografiche (Tab.3.2.V del D.M. 17/01/2018) di riferimento (in assenza di specifiche analisi).

A livello di categoria di suolo di fondazione, come già specificato nel Cap. 5, si assume un terreno di categoria B: *“Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti”*.

Per quanto concerne invece le condizioni topografiche, il sito in oggetto è attribuibile alla Categoria T1 *“Superficie pianeggiante, pendii con inclinazione media  $i < 15^\circ$ ”*.

## 7.3. Valutazione dell'azione sismica sui manufatti

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla *“pericolosità sismica di base”* del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$ , nel periodo di riferimento  $V_R$ .

Ai fini della normativa vigente le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_C^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

In funzione delle categorie sopra definite è possibile definire i corrispondenti coefficienti amplificativi:

- $S_S$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica = 1.2
- $S_T$  = coefficiente di amplificazione topografica = 1.0
- $C_C$  = coefficiente funzione della cat. di sottosuolo = 1.0
- $q_0$  = fattore di comportamento allo SLV = 1.5
- $K_r$  = 1.0
- $q$  = fattore di comportamento = 1.0

Nella tabella seguente sono presentati i valori dei parametri per la definizione dello spettro allo SLV, dello spettro di risposta elastico e gli spettri orizzontale e verticale:

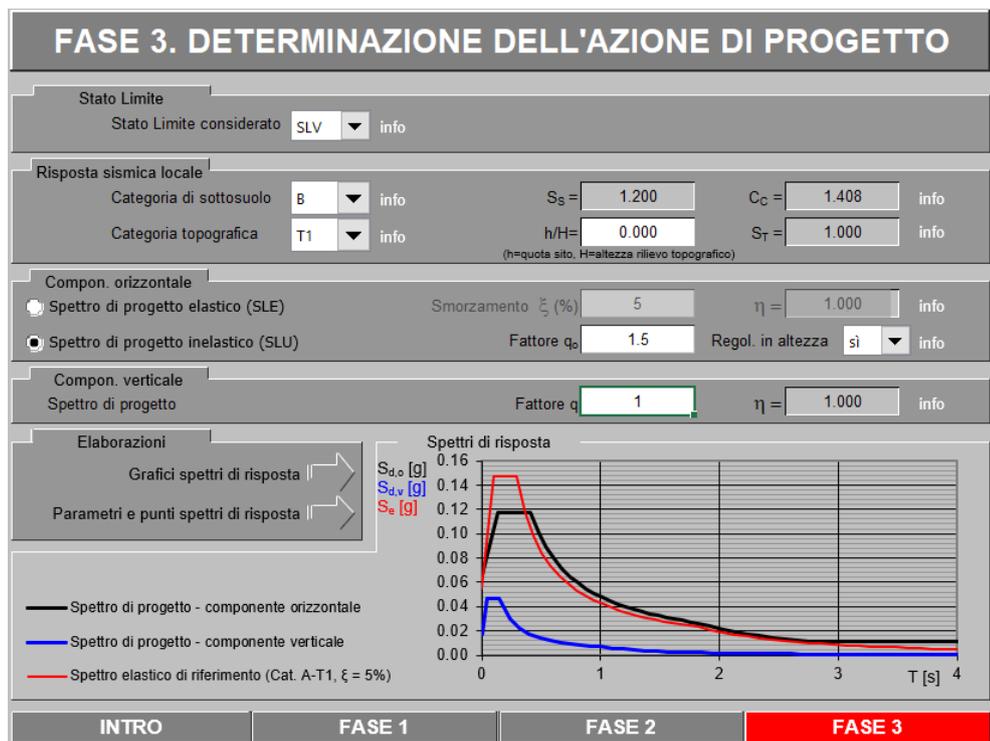


Tabella 7-2: definizione dei parametri dell'azione di progetto allo SLV

STATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLV	712	0.055	2.679	0.291

Tabella 7-3: parametri dello spettro di risposta elastico

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite:SLV**
**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.055 g
$F_{0,1}$	2.679
$T_C$	0.291 s
$S_S$	1.200
$C_C$	1.408
$S_T$	1.000
$q$	1.500

**Parametri dipendenti**

$S$	1.200
$\eta$	0.667
$T_B$	0.136 s
$T_C$	0.409 s
$T_D$	1.819 s

**Punti dello spettro di risposta**

T [s]	$S_e$ [g]
0.000	0.066
0.136	0.117
0.409	0.117
0.476	0.101
0.544	0.088
0.611	0.079
0.678	0.071
0.745	0.065
0.812	0.059
0.879	0.055
0.946	0.051
1.014	0.047
1.081	0.044
1.148	0.042
1.215	0.040

Tabella 7-4: definizione dei parametri dello spettro di risposta allo SLV

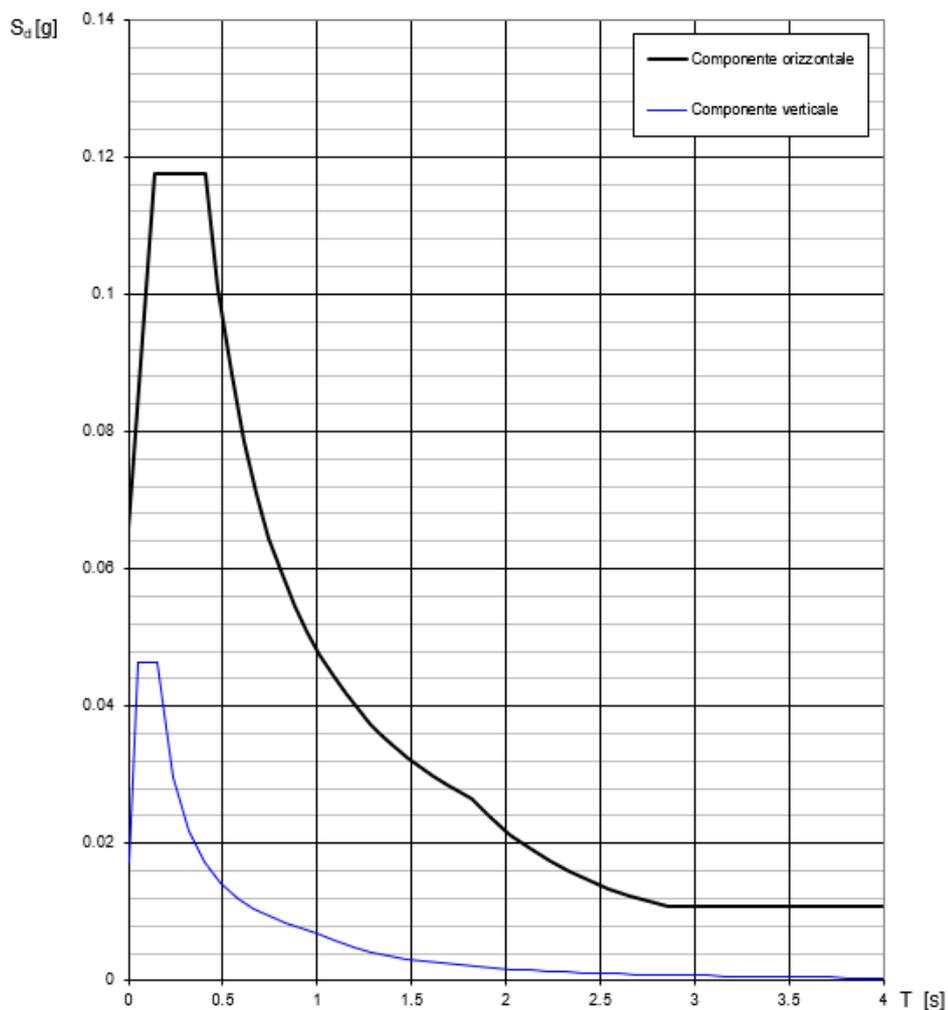
**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV**


Figura 7-1: spettri di risposta allo SLV

#### 7.4. Valutazione delle forze d'inerzia del terreno

Le forze d'inerzia del terreno funzione dell'evento sismico, delle caratteristiche del terreno stesso e della topografia:

- $a_g$  = accelerazione orizzontale massima in sito su suolo piano e rigido
- $S_S$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica, funzione della categoria del sottosuolo e dello spettro di risposta elastico
- $S_T$  = coefficiente di amplificazione topografica, funzione unicamente della pendenza del terreno

I parametri sono stati definiti al paragrafo precedente. L'azione massima nel terreno vale:

$$a_{\max} = a_g \cdot S_S \cdot S_T = 0.066 \text{ g}$$

#### 7.5. Coefficienti sismici per l'analisi pseudostatica

In accordo con il Capitolo 7.11.6.2.1 delle NTC2018, l'analisi della spinta delle terre in condizioni sismiche può essere effettuata seguendo un metodo pseudo-statico.

Questa tipologia di analisi consente di considerare l'azione dinamica indotta dal sisma attraverso una statica equivalente: essa è pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico. Nelle verifiche allo Stato Limite Ultimo (SLV) i valori dei coefficienti sismici orizzontali  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_m \frac{a_{\max}}{g}$$

$$k_v = \pm \frac{k_h}{2}$$

Assumendo che la struttura in esame non ammetta spostamenti relativi rispetto al terreno, la norma prevede di considerare un valore unitario per il coefficiente  $\beta_m$ :

$$\beta_m = 1$$

Si ottengono pertanto i seguenti valori dei coefficienti sismici pseudostatici da impiegarsi per il calcolo delle forze inerziali:

$$k_h = 0.066$$

$$k_v = 0.033$$

## 7.6. Spinta delle terre in condizioni sismiche

La spinta addizionale indotta dal sisma su elementi rigidi verticali e con riempimento piano può essere valutata secondo la formula presentata al Paragrafo E.9 dell'Eurocodice 8-5:

$$\Delta P_d = \alpha S \gamma H^2 = k_h \cdot \gamma \cdot H^2$$

dove

$$\alpha = \frac{a_g}{g}$$

S	fattore di amplificazione del terreno
$\gamma$	peso specifico del terreno
H	altezza dell'elemento strutturale

Secondo quanto prescritto dalle NTC2018, il punto di applicazione della componente sismica della spinta delle terre è funzione della libertà di movimento della struttura. Assumendo che essa non possa traslare o ruotare intorno al piede, si assume che il punto di applicazione di tale forza sia a metà dell'altezza dell'opera.

## 8. ANALISI DEI CARICHI

### 8.1. Carichi permanenti strutturali G1

I carichi permanenti strutturali sono riferiti agli elementi in calcestruzzo armato, il cui peso per unità di volume è  $\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$

### 8.2. Carichi permanenti non strutturali G2

I carichi permanenti non strutturali sono riferiti al peso del magrone e della pavimentazione stradale al di sopra della soletta in calcestruzzo armato. La soletta è sormontata da 5 cm di magrone e da 50 cm di terreno.

Il peso di tali elementi è mostrato nella tabella seguente:

- Peso pavimentazione e magrone (G2)  $18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 0.50 \text{ m} + 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 0.05 \text{ m} = 10.25 \text{ kPa}$

### 8.3. Carichi da traffico

#### 8.3.1. Schema di Carico e Carichi Mobili

L'impalcato di copertura è soggetto a carichi stradali per tutta la sua estensione.

Come giustificato nel seguito, si considera una strada composta da una sola corsia convenzionale.

Le verifiche sono condotte considerando unicamente lo schema di Carico 1. La distribuzione dei carichi è uguale a quanto segue (Par. 5.1.3.3.3 D.M. 17/01/2018):

- Carico tandem di 300 kN applicato su un'area  $0.4 \times 0.4 \text{ m}$  e con interasse  $1.2 \times 2.0 \text{ m}$
- Pressione uniforme pari a  $9 \text{ kN/m}^2$  altrove

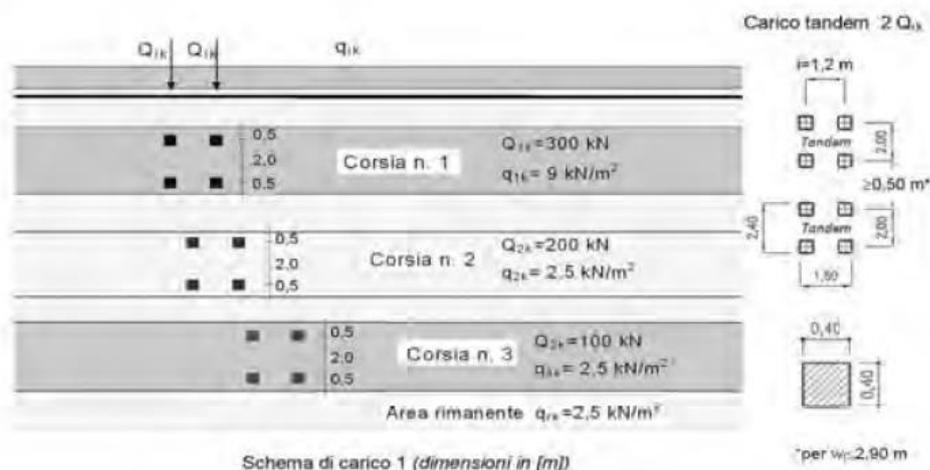


Figura 8-1– Schema di Carico 1 – D.M. 17/01/2018

I carichi si diffondono fino all'asse della soletta con un angolo di  $45^\circ$ . Considerando lo spessore del terreno, del magrone e di metà della soletta ( $0.75 \text{ m}$ ), si ottiene un'impronta del carico uguale a  $1.90$

$\times 1.90 \text{ m} = 3.61 \text{ m}^2$ . Come mostrato in Figura 8-2, nella soletta si possono quindi identificare 3 zone di carico:

- Zona 1: sovrapposizione delle pressioni del carico tandem
- Zona 2: soggetta al carico di un unico pneumatico
- Zona 3: soggetta al carico uniforme

I valori dei carichi per unità di lunghezza e le estensioni delle zone di carico sono mostrate nella tabella sottostante:

Zona	Estensione [m]	Carico [kN/m/m]
1	0.70	$2 \times 300 \text{ kN} / (1.90 \text{ m} \times 1.90 \text{ m}) = 166$
2	$2 \times 1.20$	$300 \text{ kN} / (1.90 \text{ m} \times 1.90 \text{ m}) = 83$
3	1.70	9

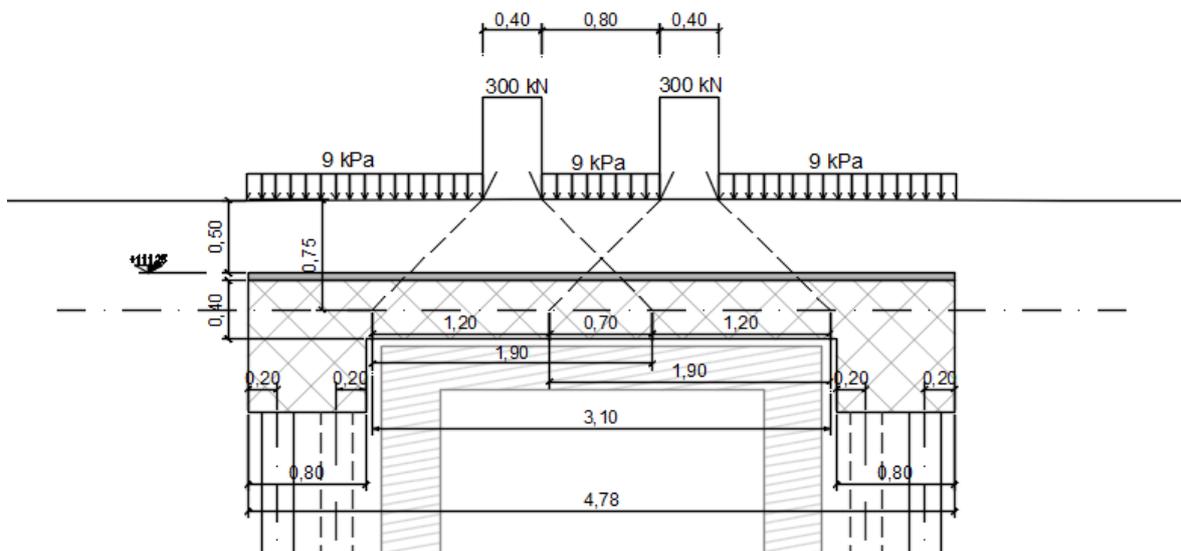


Figura 8-2: distribuzione dei carichi all'asse della soletta

In direzione fuori dal piano, l'impronta di carico (1.90 m) è inferiore all'interasse (2.00 m). A favore di sicurezza, i calcoli saranno svolti come se l'interasse fosse esattamente uguale all'impronta del carico tandem.

### 8.3.2. Azioni di frenatura e accelerazione $q_3$

Il carico da frenatura è considerato come carico uniformemente distribuito agente in direzione longitudinale all'asse della soletta. Esso vale:

$$0.6 \cdot 2Q_{1k} + 0.10q_{1k}wL = 0.6 \cdot 2 \cdot 300 \text{ kN} + 0.10 \cdot 9 \text{ kN/m}^2 \cdot 3 \text{ m} \cdot 4.80 \text{ m} = 373 \text{ kN}$$

Anche tale azione si diffonde nel terreno con pendenza uguale a  $45^\circ$ . In corrispondenza dell'asse della soletta, l'impronta di carico è uguale a:

$$(4.8 \text{ m} + 2 \cdot 0.75 \text{ m}) \times (3 \text{ m} + 2 \cdot 0.75 \text{ m}) = 6.3 \text{ m} \times 4.5 \text{ m} = 28.35 \text{ m}^2$$

Il carico distribuito per unità di lunghezza agente sulla soletta è quindi uguale a:

$$Q_{\text{fren}} = \frac{373 \text{ kN}}{28.35 \text{ m}^2} = 13 \text{ kN/m/m}$$

### 8.4. Carichi sismici

I carichi di tipo inerziale derivano dalle forze che nascono a seguito delle accelerazioni cui sono soggette, in caso di terremoto, le masse strutturali e non strutturali e possono avere direzione orizzontale o verticale, a seconda della direzione di ingresso considerata per il sisma. Secondo quanto prescritto al Par. 5.1.3.12 delle NTC2018 in condizione sismica non si considera alcun carico inerziale indotto dai veicoli.

Per i carichi orizzontali si considera:

- il contributo del peso proprio della soletta, pari a  
 $f_{ih} = 0.066 \times 48 = 3.17 \text{ kN}$
- il contributo del peso proprio del terreno sovrastante la soletta, pari a:  
 $f_{ih} = 0.066 \times 49 = 4.23 \text{ kN}$

Per i carichi verticali si considera:

- il contributo del peso proprio della soletta, pari a  
 $f_{ih} = 0.033 \times 48 = 1.58 \text{ kN}$
- il contributo del peso proprio del terreno sovrastante la soletta, pari a:  
 $f_{ih} = 0.033 \times 49 = 1.62 \text{ kN}$

Dati i modesti valori di tali azioni, nel seguito esse saranno trascurate.

## 9. ANALISI DELLA STRUTTURA

Lo scavalco della strada al di sopra della roggia è composto da una soletta di lunghezza 4.80 m circa e altezza 0.40 m, appoggiata ai lati del manufatto esistente ad una fondazione di micropali.

I micropali sono di lunghezza 8 m e sono disposti con maglia triangolare 0.50 m x 0.40 m. Essi avranno diametro 0.30 m e saranno armati con un profilo tubolare metallico  $\varnothing 193.7$  mm sp. 20 mm. Al fine di garantire un corretto ancoraggio tra micropali e soletta, alle estremità di quest'ultima si realizzeranno dei ringrossi di altezza complessiva 0.90 m e larghezza 0.80 m.

È bene precisare infine che questa struttura è progettata per non indurre sovraccarichi al manufatto idraulico esistente.

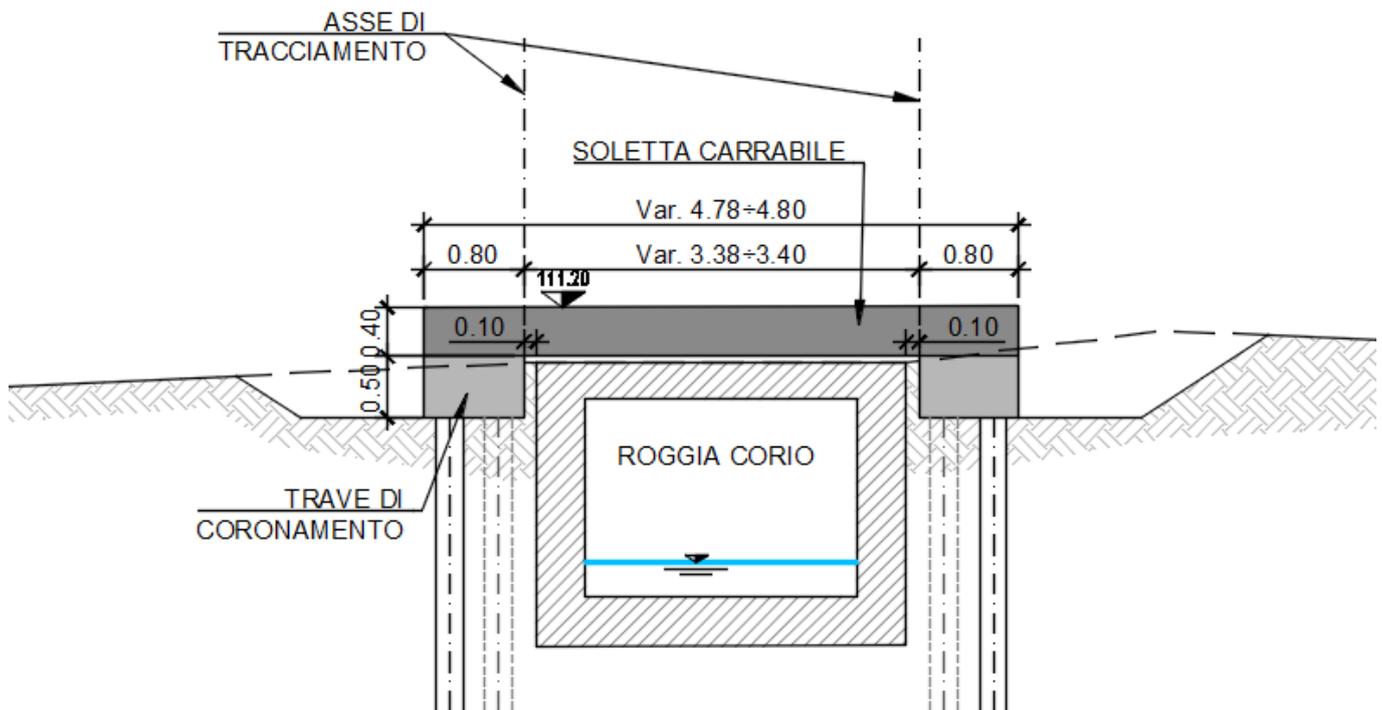


Figura 9-1: sezione tipica della struttura oggetto del presente lavoro

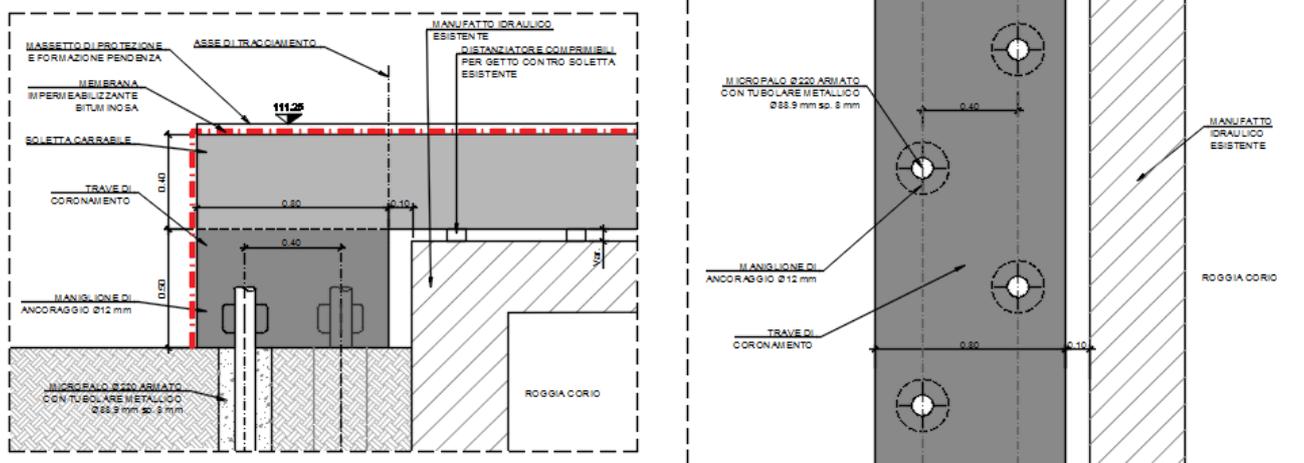


Figura 9-2: dettagli costruttivi della struttura: a sinistra connessione micropali - soletta, a destra maglia dei micropali

## 9.1. Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico sono definite in accordo con quanto detto al Capitolo 6.2 e 6.3. I valori caratteristici delle azioni dovute al traffico sono funzione del gruppo di carico considerato, come mostrato in Tab. 5.1.IV delle NTC 2018 sotto riportata.

Tab. 5.1.IV – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico

Gruppo di azioni	Carichi sulla superficie carrabile					Carichi su marciapiedi e piste ciclabili non sormontabili
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
	Modello principale (schemi di carico 1, 2, 3, 4 e 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura	Forza centrifuga	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione 2,5KN/m <sup>2</sup>
2a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0KN/m <sup>2</sup>
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0KN/m <sup>2</sup>			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0KN/m <sup>2</sup>
5 (***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				

(\*) Ponti pedonali  
 (\*\*) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)  
 (\*\*\*) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali

Nel caso corrente gli unici gruppi di azioni significativi sono il Gruppo 1 ed il Gruppo 2. Nelle tabelle seguenti sono indicati i carichi elementari ed i coefficienti

complessivi che, per ciascuna combinazione, andranno moltiplicati ai carichi caratteristici.

n°	Descrizione	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	Fz [kN/m]
1	Soletta - Peso proprio			48
2	Terreno - Peso proprio			49
3	Carichi da traffico - Tandem	329		
4	Carichi da traffico - Uniforme	15		
5	Frenatura/Accelerazione	13		
6	Soletta - Sisma orizzontale	4		
7	Soletta - Sisma verticale			2
8	Terreno - Sisma orizzontale	4		
9	Terreno - Sisma verticale			2

Tabella 9-1: numerazione dei carichi elementari

Combinazione	Carichi elementari								
	G1 - G2		TRAFFICO			SISMICA			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SLU-1	1.35	1.5							
SLU-2	1.35	1.5	1.35	1.35					
SLU-3	1.35	1.5	1.01	0.54	1.35				
SLV-1	1	1				1	0.3	1	0.3
SLV-2	1	1				1	-0.3	1	-0.3
SLV-3	1	1				0.3	1	0.3	1
SLV-4	1	1				0.3	-1	0.3	-1
SLE RARA-1	1	1							
SLE RARA-2	1	1	1	1					
SLE RARA-3	1	1	0.75	0.4	1				
SLE FREQ-1	1	1	0.75	0.4					
SLE FREQ-2	1	1	0.56	0.16	0.4				

Tabella 9-2: coefficienti dei carichi caratteristici per ciascuna combinazione

## 9.2. Dimensionamento della soletta di copertura della roggia

### 9.2.1. Modello di calcolo

L'analisi della soletta di copertura viene condotta con l'ausilio del programma di calcolo agli elementi finiti per analisi lineari e non lineari SAP 2000 Basic v. 21 prodotto da Computer & Structures Inc.

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono tipo *beam* (trave).

La sezione trasversale è stata modellata come modello di calcolo piano di profondità pari 1 m, con elementi finiti tipo “*beam*”, inseriti con le reali caratteristiche geometriche e inerziali (spessore 0.40 m).

I vincoli introdotti sono:

- Incastro in corrispondenza dell'asse dei ringrossi. È da notare tuttavia che le verifiche strutturali della soletta sono condotte unicamente nella zona di spessore 40 cm, ossia a 40 cm dagli incastri.

Al modello sono stati quindi applicati i carichi delle condizioni di carico elementari descritti ed elencati al paragrafo successivo; i risultati ottenuti dall'analisi sono stati infine combinati per ottenere le combinazioni di carico di verifica.

Il programma applica il metodo degli elementi finiti a strutture di forma qualunque, diversamente caricate e vincolate, nell'ambito del comportamento lineare e non delle stesse.

Il programma è accompagnato da apposito Manuale di verifica, ove sono riportati i risultati di test di verifica confrontati con risultati teorici, con risultati estratti da testi di letteratura e con risultati ottenuti mediante l'uso di altri programmi.

Il programma utilizzato per le analisi strutturali si ritiene, dunque, di comprovata validità.

Le dimensioni geometriche caratteristiche si riferiscono agli assi strutturali dei vari elementi. Il modello di calcolo è descritto nelle seguenti figure.

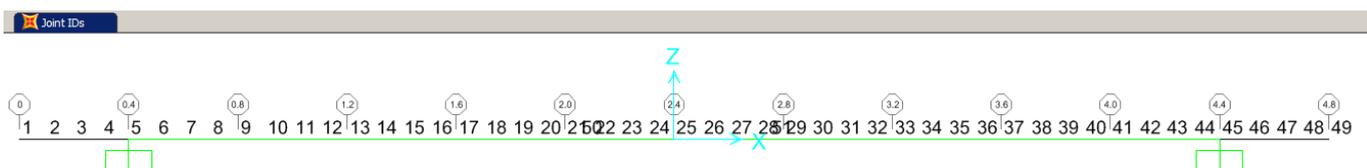


Figura 9-3: numerazione dei nodi del modello

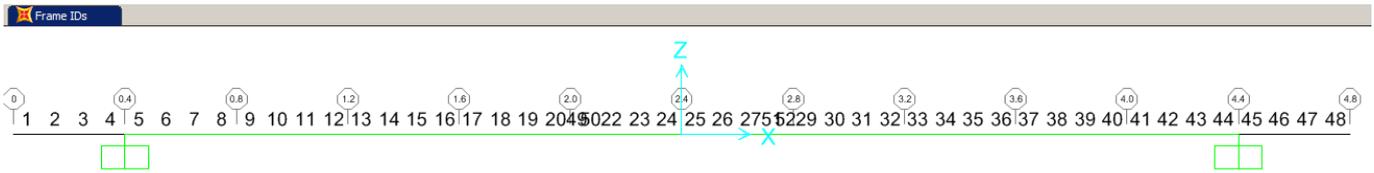


Figura 9-4: numerazione degli elementi del modello

9.2.2. Carichi elementari

Nel seguito sono mostrati i carichi elementari agenti sulla soletta di copertura definiti al capitolo 8.

- Permanenti non strutturali

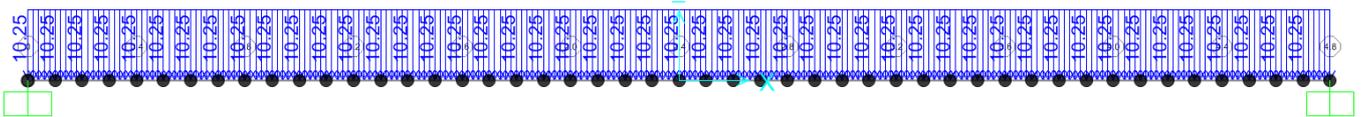


Figura 9-5: carico permanente non strutturale agente sulla soletta di copertura

- Carichi mobili - Tandem – Schema 1 (simmetrico)

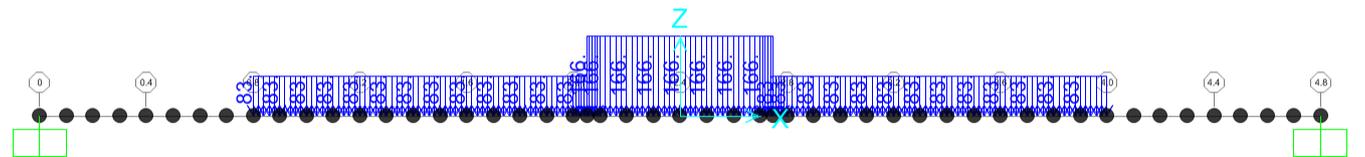


Figura 9-6: carico mobile - schema 1 agente sulla soletta di copertura

- Carichi mobili - Uniforme – Schema 1 (simmetrico)

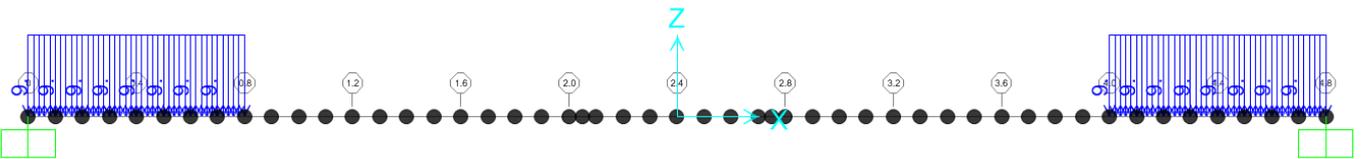


Figura 9-7: carico mobile - schema 1 agente sulla soletta di copertura

- Carichi mobili - Tandem – Schema 2 (carico tandem sul bordo)

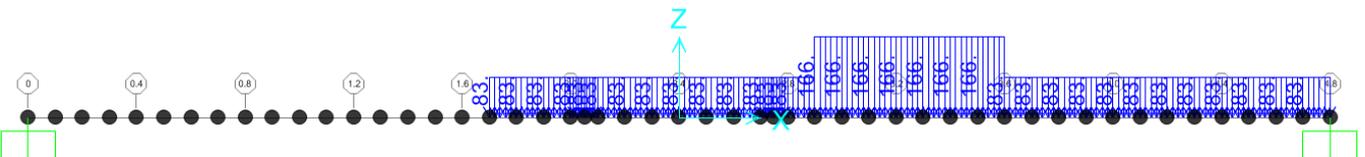


Figura 9-8: carico mobile - schema 2 agente sulla soletta di copertura

- Carichi mobili - Uniforme – Schema 2 (carico tandem sul bordo)

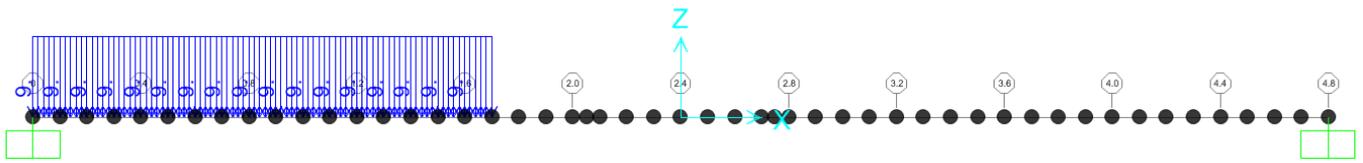


Figura 9-9: carico mobile - schema 2 agente sulla soletta di copertura

- Frenatura

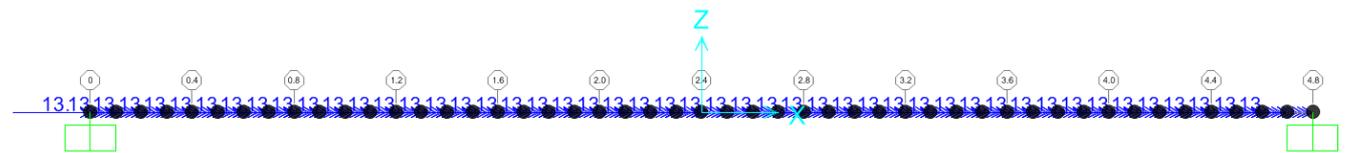


Figura 9-10: carico da frenatura agente sulla soletta di copertura

## 9.2.3. Combinazioni di carico

Combinazione	Carichi elementari	Fattore	Combinazione	Carichi elementari	Fattore
SLU-1	Permanenti strutturali	1.35	SLE RARA-2	Permanenti strutturali	1
SLU-1	Terreno	1.5	SLE RARA-2	Terreno	1
SLU-2	Permanenti strutturali	1.35	SLE RARA-2	Traffico_centro_tandem	1
SLU-2	Terreno	1.5	SLE RARA-2	Traffico_lato_tandem	1
SLU-2	Traffico_centro_tandem	1.35	SLE RARA-3	Permanenti strutturali	1
SLU-2	Traffico_lato_tandem	1.35	SLE RARA-3	Terreno	1
SLU-3	Permanenti strutturali	1.35	SLE RARA-3	Traffico_centro_uniforme	1
SLU-3	Terreno	1.5	SLE RARA-3	Traffico_lato_uniforme	1
SLU-3	Traffico_centro_uniforme	1.35	SLE RARA-4	Permanenti strutturali	1
SLU-3	Traffico_lato_uniforme	1.35	SLE RARA-4	Terreno	1
SLU-4	Permanenti strutturali	1.35	SLE RARA-4	Traffico_centro_tandem	0.75
SLU-4	Terreno	1.5	SLE RARA-4	Traffico_lato_tandem	0.4
SLU-4	Traffico_centro_tandem	1.01	SLE RARA-4	Frenatura	1
SLU-4	Traffico_lato_tandem	0.54	SLE RARA-5	Permanenti strutturali	1
SLU-4	Frenatura	1.35	SLE RARA-5	Terreno	1
SLU-5	Permanenti strutturali	1.35	SLE RARA-5	Traffico_centro_uniforme	0.75
SLU-5	Terreno	1.5	SLE RARA-5	Traffico_lato_uniforme	0.4
SLU-5	Traffico_centro_uniforme	1.01	SLE RARA-5	Frenatura	1
SLU-5	Traffico_lato_uniforme	0.54	SLE FREQ-1	Permanenti strutturali	1
SLU-5	Frenatura	1.35	SLE FREQ-1	Terreno	1
SLV-1	Permanenti strutturali	1	SLE FREQ-1	Traffico_centro_tandem	1
SLV-1	Terreno	1	SLE FREQ-1	Traffico_lato_tandem	1
SLV-1	Sismia orizz	1	SLE FREQ-2	Permanenti strutturali	1
SLV-1	Sismia vert	0.3	SLE FREQ-2	Terreno	1
SLV-2	Permanenti strutturali	1	SLE FREQ-2	Traffico_centro_uniforme	1
SLV-2	Terreno	1	SLE FREQ-2	Traffico_lato_uniforme	1
SLV-2	Sismia orizz	1	SLE FREQ-3	Permanenti strutturali	1
SLV-2	Sismia vert	-0.3	SLE FREQ-3	Terreno	1
SLV-3	Permanenti strutturali	1	SLE FREQ-3	Traffico_centro_tandem	0.75
SLV-3	Terreno	1	SLE FREQ-3	Traffico_lato_tandem	0.4
SLV-3	Sismia orizz	0.3	SLE FREQ-3	Frenatura	1
SLV-3	Sismia vert	1	SLE FREQ-4	Permanenti strutturali	1
SLV-4	Permanenti strutturali	1	SLE FREQ-4	Terreno	1
SLV-4	Terreno	1	SLE FREQ-4	Traffico_centro_uniforme	0.75
SLV-4	Sismia orizz	0.3	SLE FREQ-4	Traffico_lato_uniforme	0.4
SLV-4	Sismia vert	-1	SLE FREQ-4	Frenatura	1
SLE RARA-1	Permanenti strutturali	1			
SLE RARA-1	Terreno	1			

Tabella 9-3: combinazioni di carico nel modello SAP



• SLU/SLV:

$M_{max}^+ = 206 \text{ kNm/m}$

$M_{max}^- = -239 \text{ kNm/m}$

$V_{max} = 486 \text{ kN/m}$

○ Momento flettente:

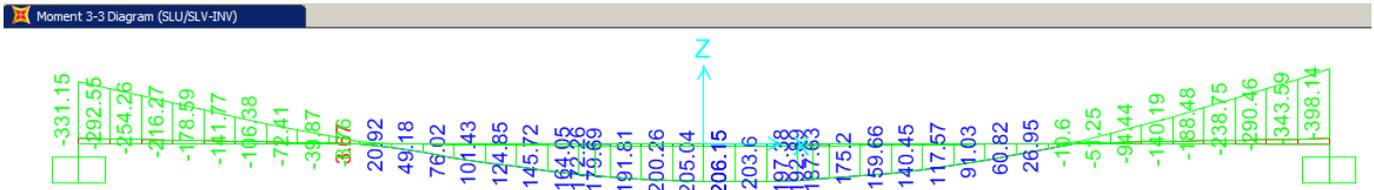


Figura 9-11: soletta di ricoprimento - SLU/SLV - involucro del momento flettente

○ Taglio:

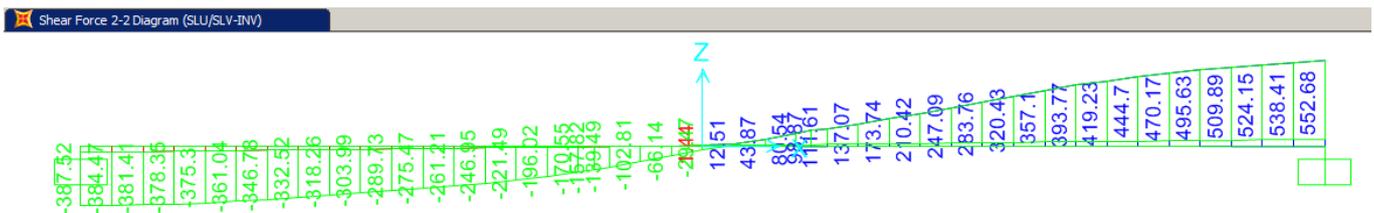


Figura 9-12: soletta di ricoprimento - SLU/SLV - involucro del taglio

○ Reazioni agli incastri:

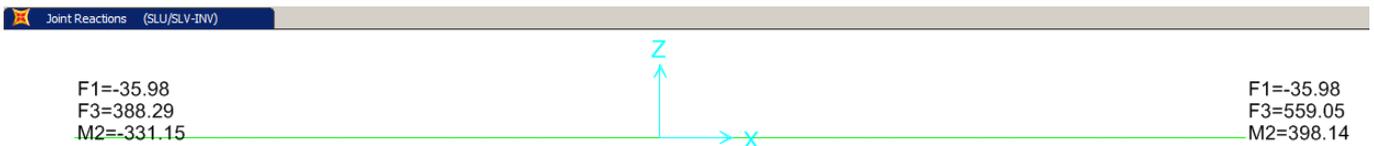


Figura 9-13: soletta di ricoprimento - SLU/SLV – massime reazioni vincolari

- **SLE RARA**

$$M_{\max}^+ = 152 \text{ kNm/m}$$

$$M_{\max}^- = -214 \text{ kNm/m}$$

$$V_{\max} = 376 \text{ kN/m}$$

- Momento flettente:

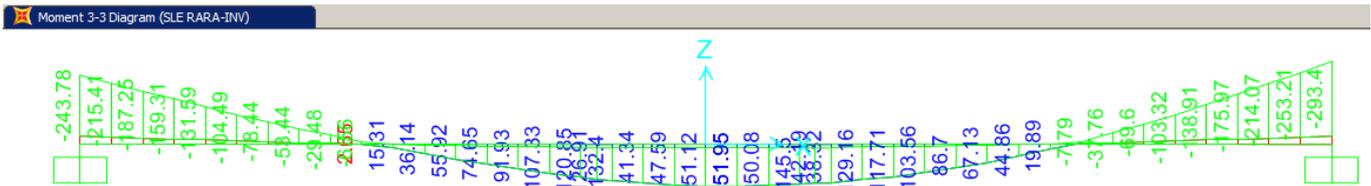


Figura 9-14: soletta di ricoprimento – SLE RARA - involucro del momento flettente

- Taglio:



Figura 9-15: soletta di ricoprimento – SLE RARA - involucro del taglio

- Reazioni agli incastri:

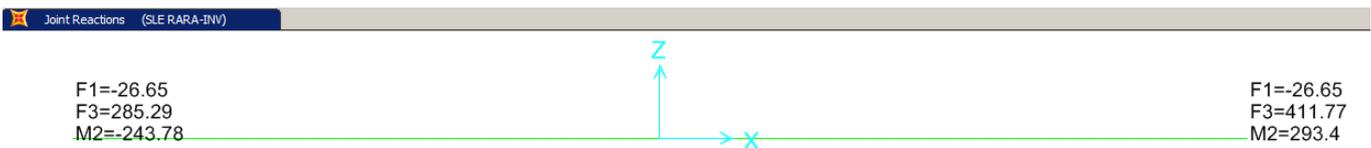


Figura 9-16: soletta di ricoprimento – SLE RARA – massime reazioni vincolari

- **SLE FREQ**

$$M_{\max}^+ = 97 \text{ kNm/m}$$

$$M_{\max}^- = -110 \text{ kNm/m}$$

$$V_{\max} = 229 \text{ kN/m}$$

- Momento flettente:

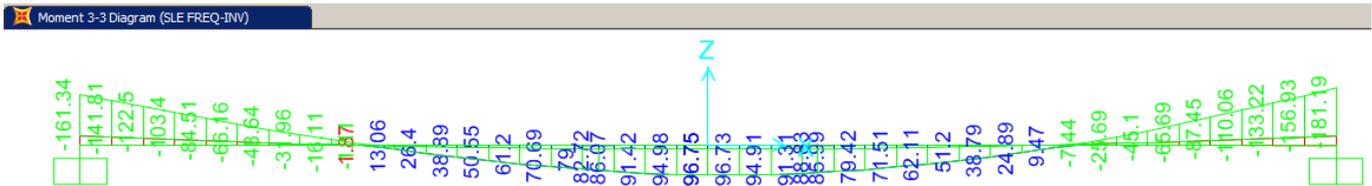


Figura 9-17: soletta di ricoprimento – SLE FREQ - involucro del momento flettente

- Taglio:

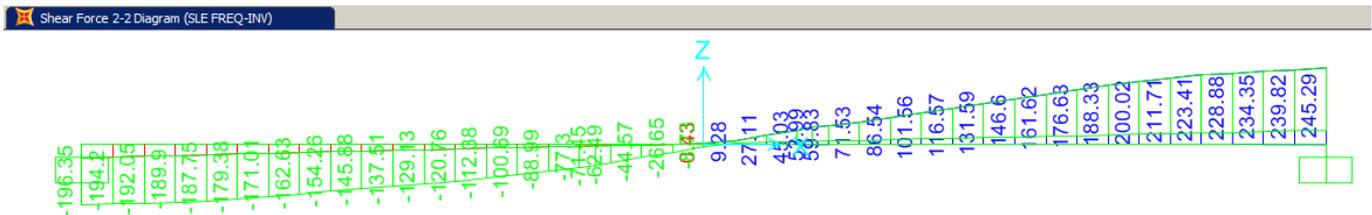


Figura 9-18: soletta di ricoprimento – SLE FREQ - involucro del taglio

- Reazioni agli incastri:

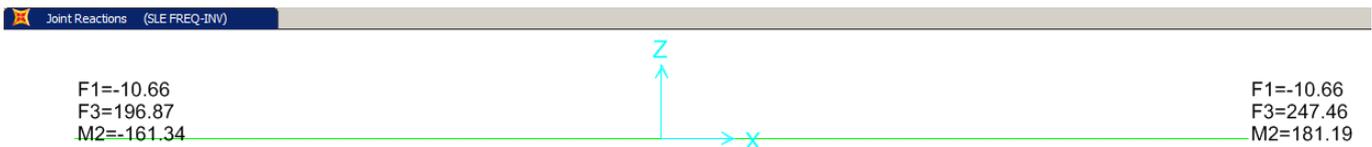


Figura 9-19: soletta di ricoprimento – SLE FREQ – massime reazioni vincolari

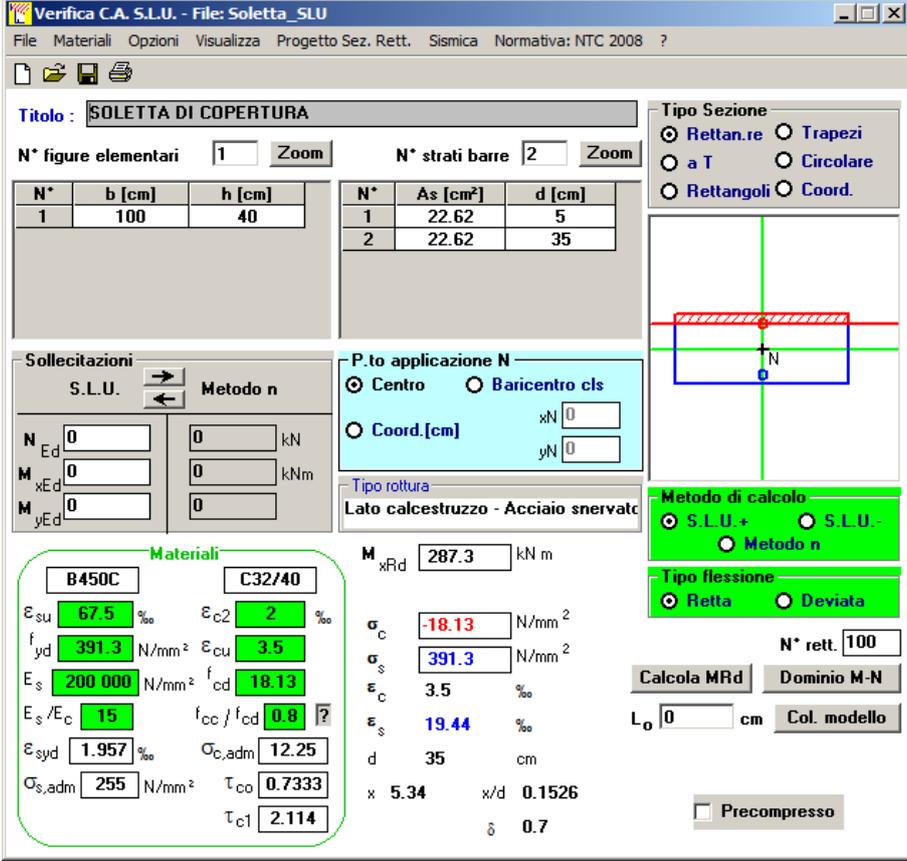
## 9.2.5. Analisi strutturale della soletta

### 9.2.5.1 Verifica a flessione – momento positivo

$$M_{z,Ed} = 206 \text{ kNm/m}$$

$$A_S = 5\phi 24 / \text{m} = 2262 \text{ mm}^2$$

$$M_{Rd} = 287 \text{ kNm/m} > M_{Ed}$$



**Titolo:** SOLETTA DI COPERTURA

N° figure elementari: 1 Zoom      N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	40	1	22.62	5
			2	22.62	35

**Sollecitazioni**  
S.L.U.      Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
M<sub>xEd</sub> 0 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0

**P.to applicazione N**  
 Centro     Baricentro cls  
 Coord.[cm]    xN 0  
yN 0

**Tipo rottura**  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+     S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**  
 Retta     Deviata

**Materiali**  
B450C    C32/40  
ε<sub>su</sub> 67.5 ‰    ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm²    ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰  
E<sub>s</sub> 200 000 N/mm²    f<sub>cd</sub> 18.13  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15    f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8  
ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰    σ<sub>c,adm</sub> 12.25  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm²    τ<sub>co</sub> 0.7333  
τ<sub>c1</sub> 2.114

M<sub>xRd</sub> 287.3 kNm

σ<sub>c</sub> -18.13 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
ε<sub>c</sub> 3.5 ‰  
ε<sub>s</sub> 19.44 ‰  
d 35 cm  
x 5.34    x/d 0.1526  
δ 0.7

N° rett. 100  
Calcola MRd    Dominio M-N  
L<sub>0</sub> 0 cm    Col. modello  
 Precompresso

Figura 9-20: soletta di copertura - verifica a flessione - momento positivo

### 9.2.5.2 Verifica a flessione – momento negativo

$$M_{z,Ed} = -239 \text{ kNm/m}$$

$$A'_s = 5\emptyset 24 / \text{m} = 2262 \text{ mm}^2$$

$$M_{Rd} = 287 \text{ kNm/m} > M_{Ed}$$

Verifica C.A. S.L.U. - File: Soletta\_SLU

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: **SOLETTA DI COPERTURA**

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	40	1	22.62	5
			2	22.62	35

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
M<sub>xEd</sub> 0 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 kNm

P.to applicazione N: Centro Baricentro cls  
Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo: S.L.U.+ S.L.U.- Metodo n

Tipo flessione: Retta Deviata

Materiali: B450C C32/40

$\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200 000 N/mm²  $f_{cd}$  18.13  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8 ?  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  12.25  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.7333  
 $\tau_{c1}$  2.114

$M_{xRd}$  -287.3 kN m  
 $\sigma_c$  -18.13 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  19.44 ‰  
 d 35 cm  
 x 5.34 x/d 0.1526  
 $\delta$  0.7

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello

Precompresso

Figura 9-21: soletta di copertura - verifica a flessione - momento positivo

9.2.5.3 Verifica a taglio

La verifica viene condotta secondo quanto prescritto al Par. 4.1.2.1.3 del D.M. 17/01/2018.

$$V_{Ed} = 510 \text{ kN/m}$$

$$A_{sw} = \text{spilli } \varnothing 12 \text{ a maglia } 20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$$

$$V_{Rd} = 649 \text{ kN/m} > |V_{Ed}|$$

VERIFICA A TAGLIO SECONDO D.M. 2018 ED EUROCODICE 2 (UNI EN 1992 1-1)			
<b>Note e convenzioni</b>			
N > 0 => trazione	Compilare le celle in azzurro		
<b>Dati di input</b>			
Rck		40 N/mm <sup>2</sup>	
fck		33 N/mm <sup>2</sup>	
Valore medio della resistenza a trazione	f <sub>ctm</sub> =	3.1 N/mm <sup>2</sup>	= 0.3 x fck <sup>(2/3)</sup>
Coefficiente sicurezza cls	γ <sub>c</sub> =	1.5	
Coefficiente carichi lunga durata	α <sub>cc</sub> =	0.85	
fcd=resistenza di calcolo del cls	fcd =	18.81 N/mm <sup>2</sup>	= α <sub>cc</sub> x fck / γ <sub>c</sub>
Resistenza caratteristica di snervamento acciaio	f <sub>yk</sub> =	450 N/mm <sup>2</sup>	
Coefficiente sicurezza acciaio	γ <sub>s</sub> =	1.15	
Snervamento di calcolo acciaio	f <sub>yd</sub> =	391 N/mm <sup>2</sup>	= f <sub>yd</sub> / γ <sub>s</sub>
Forza di taglio di calcolo	V <sub>sd</sub> =	510.0 kN	121.2
Forza assiale di calcolo	N <sub>sd</sub> =	0 kN	
Larghezza sezione	b <sub>w</sub> =	100 cm	= 1000 mm
altezza della sezione	H =	40 cm	= 400 mm
Copriferro	c =	5 cm	
Diametro barre superiori	φ <sub>2</sub> =	18 mm	(armatura compressa)
Diametro barre inferiori	φ <sub>1</sub> =	24 mm	(armatura tesa)
Diametro staffe	φ <sub>st</sub> =	12 mm	
Numero di barre superiori	N <sub>2</sub> =	8	
Numero di barre inferiori	N <sub>1</sub> =	8	
altezza utile della sezione	d =	32.6 cm	= 326 mm
<b>Resistenza di calcolo dell'elemento senza armatura a taglio: Vrd1</b> (rif. cap. 4.1.2.1.3.1 del D.M. 2008)			
Vrd1 = [(0.18 x k x (100 x ρ <sub>1</sub> x fck) <sup>(1/3)</sup> / γ <sub>c</sub> ] + 0.15 x α <sub>cp</sub> x (b <sub>w</sub> x d)			
con Vrd1 >= Vrd1min = (V <sub>min</sub> + 0.15 x α <sub>cp</sub> ) x (b <sub>w</sub> x d)			
K = 1 + (200 / d) <sup>0.5</sup> < 2.00	K =	1.78	
V <sub>min</sub> = 0.035 x K <sup>1.5</sup> x fck <sup>0.5</sup>	V <sub>min</sub> =	0.48 N/mm <sup>2</sup>	
ρ <sub>1</sub> = A <sub>s1</sub> / (b <sub>w</sub> d) ≤ 0.02			
A <sub>s1</sub> =area delle armature di trazione che si estendono non meno di d+lnet oltre la sezione considerata	A <sub>s1</sub> =	36.19 cm <sup>2</sup>	= 3619.115 mm <sup>2</sup>
	ρ <sub>1</sub> =	0.0111	
α <sub>cp</sub> = -N <sub>sd</sub> /A <sub>c</sub> ≤ 0.2fcd	α <sub>cp</sub> =	0.00 N/mm <sup>2</sup>	
	Vrd1 =	232 kN	
	Vrdmin =	157 kN	
	Vrd1 =	232.16 kN	OCCORRE ARMARE A TAGLIO
<b>Resistenza di calcolo dell'elemento con armatura a taglio</b> (rif. cap. 4.1.2.1.3.2 del D.M. 2008)			
<b>Verifica delle bielle compresse: Vrcd</b>			
Vrcd = [0.9 x d x b <sub>w</sub> x α <sub>c</sub> x fcd x (cotgα + cotgθ)] / [1 + (cotgθ) <sup>2</sup> ]			
Definizione del coefficiente maggiorativo α <sub>c</sub>	α <sub>c</sub> <	0.00 =>	α <sub>c</sub> = 1 membrature non compresse
	0.00 =< α <sub>cp</sub> <	4.70 =>	α <sub>c</sub> = 1.00
	4.70 =< α <sub>cp</sub> <=	9.41 =>	α <sub>c</sub> = 1.25
	9.41 < α <sub>cp</sub> <	18.81 =>	α <sub>c</sub> = 2.50 membrature fortemente compresse
Essendo	α <sub>cp</sub> =	0.00 N/mm <sup>2</sup>	si assume quindi α <sub>c</sub> = 1
Resistenza a compressione ridotta	fcd =	9.41 N/mm <sup>2</sup>	= 0.5 x fcd
Angolo di inclinazione dell'armatura a taglio	α =	90°	(45° per ferri piegati e 90° per staffe)
	α =	1.57 rad	
Angolo di inclinazione dei puntoni compressi	θ =	45°	(compreso tra 21.8° e 45°)
	θ =	0.79 rad	
	Vrcd =	1379.96 kN	OK - VERIFICA SODDISFATTA
<b>Verifica dell'armatura a taglio: Vrsd</b>			
Vrsd = 0.9 x d x (A <sub>sw</sub> / s) x f <sub>yd</sub> x (cotgα + cotgθ) x sinα			
Passo delle staffe	s =	20 cm	200 mm
Diametro staffe	φ <sub>st</sub> =	12 mm	
Braccia resistenti	n =	10	
Area armatura a taglio	A <sub>sw</sub> =	11.31 cm <sup>2</sup>	1131 mm <sup>2</sup>
Percentuale minima di armatura	ρ <sub>w,min</sub> =	0.0010 mm	= 0.08 x (Fck <sup>0.5</sup> ) / F <sub>yk</sub>
Area minima di armatura a taglio	A <sub>w,min</sub> =	204.87 mm <sup>2</sup>	= ρ <sub>w,min</sub> x s x B <sub>w</sub> x senα (EC2-Par.9.2.2)
	Vrsd =	649.23 kN	OK - VERIFICA SODDISFATTA

Figura 9-22: soletta di copertura - verifica a taglio

### 9.2.5.4 Verifica delle tensioni di esercizio – SLE RARA

Secondo quanto riportato al Capitolo 4.1.2.2.5 del D.M. 17/01/2018, alle combinazioni caratteristiche le massime azioni interne non devono eccedere i seguenti valori:

- $\sigma_{c,max} \leq 0.60 f_{ck} = 19.20 \text{ MPa}$
- $\sigma_{s,max} \leq 0.80 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$

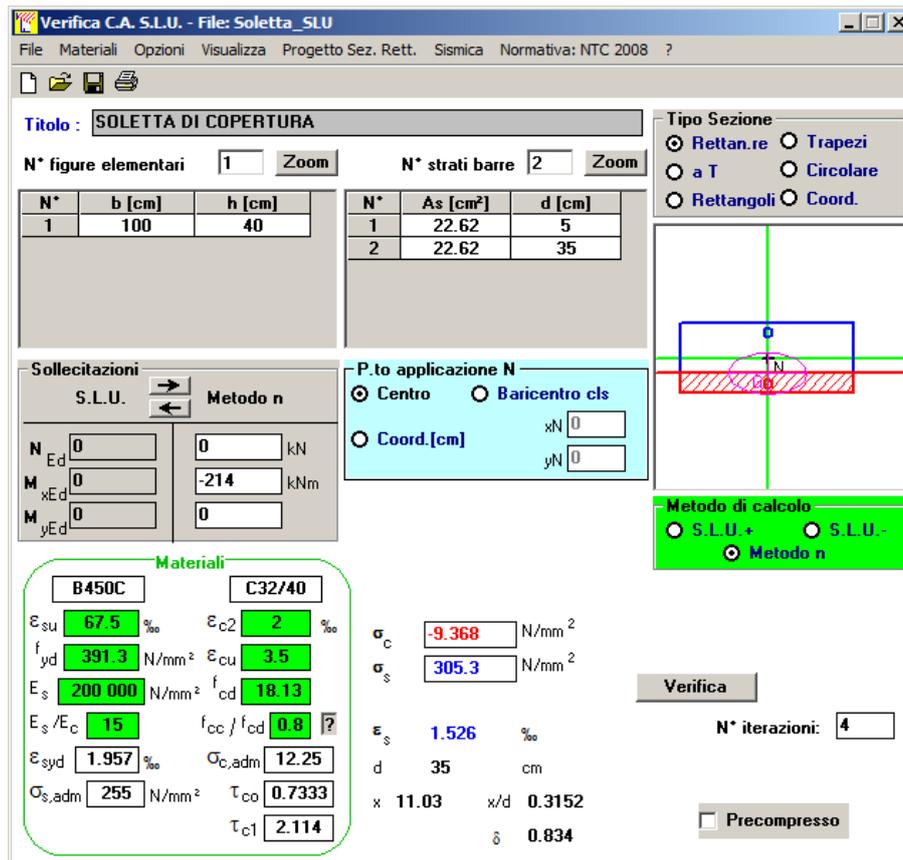


Figura 9-23: soletta di copertura - verifica delle tensioni di esercizio – SLE RARA

Le tensioni agenti sono:

- $\sigma_{c,max} = 9.37 \text{ MPa} \leq 0.60 f_{ck} = 18.42 \text{ MPa}$
- $\sigma_{s,max} = 305.3 \text{ MPa} \leq 0.80 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$

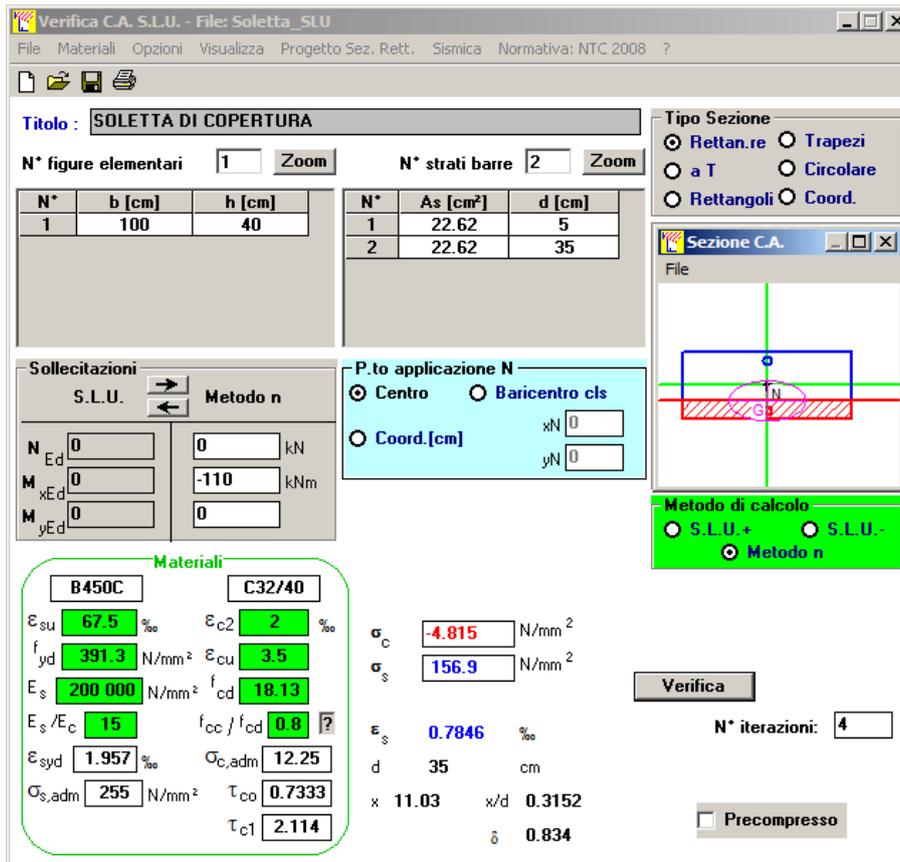
Pertanto la verifica è soddisfatta.

### 9.2.5.5 Verifica delle tensioni di esercizio – SLE FREQ

Secondo quanto riportato al Capitolo 4.1.2.2.5 del D.M. 17/01/2018, alle combinazioni caratteristiche le massime azioni interne non devono eccedere i seguenti valori:

$$\sigma_{c,\max} \leq 0.45 f_{ck} = 14.40 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{s,\max} \leq 0.80 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$$



**Verifica C.A. S.L.U. - File: Soletta\_SLU**

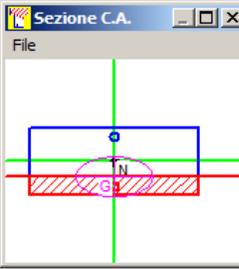
File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

**Titolo:** SOLETTA DI COPERTURA

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	40	1	22.62	5
			2	22.62	35

**Tipologia Sezione:**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sezione C.A.**  
 File  


**Sollecitazioni:**  
 S.L.U. Metodo n  
 N<sub>Ed</sub>: 0 kN  
 M<sub>xEd</sub>: 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub>: 0 kNm

**P.to applicazione N:**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

**Metodo di calcolo:**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Materiali:**  
 B450C C32/40  
 ε<sub>su</sub>: 67.5 ‰ ε<sub>c2</sub>: 2 ‰  
 f<sub>yd</sub>: 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub>: 3.5 ‰  
 E<sub>s</sub>: 200 000 N/mm² f<sub>cd</sub>: 18.13 ‰  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>: 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>: 0.8  
 ε<sub>syd</sub>: 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub>: 12.25 ‰  
 σ<sub>s,adm</sub>: 255 N/mm² τ<sub>co</sub>: 0.7333  
 τ<sub>c1</sub>: 2.114

σ<sub>c</sub>: -4.815 N/mm²  
 σ<sub>s</sub>: 156.9 N/mm²  
 ε<sub>s</sub>: 0.7846 ‰  
 d: 35 cm  
 x: 11.03 x/d: 0.3152  
 δ: 0.834

**Verifica** N° iterazioni: 4

Precompresso

Figura 9-24: soletta di copertura - verifica delle tensioni di esercizio – SLE FREQ

Le tensioni agenti sono:

- $\sigma_{c,\max} = 4.82 \text{ MPa} \leq 0.60 f_{ck} = 14.40 \text{ MPa}$
- $\sigma_{s,\max} = 156.9 \text{ MPa} \leq 0.80 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$

Pertanto la verifica è soddisfatta.

### 9.2.5.6 Verifica allo Stato Limite di Fessurazione

La verifica viene condotta secondo quanto prescritto al Par. 4.1.2.2.4 del D.M. 17/01/2018.

- Condizioni ambientali: XF4 (molto aggressivo)
- Apertura massima  $\leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

STATO LIMITE DI APERTURA DELLE FESSURE - Rif. UNI EN 1992-1-1:2005 Par.7.3	
<b>Geometria della sezione</b>	
Altezza della sezione	$h = 400$ [mm]
Larghezza della sezione	$b = 1000$ [mm]
Altezza utile della sezione	$d = 350$ [mm]
Distanza tra asse armatura e lembo compresso	$d' = 50$ [mm]
Ricoprimento dell'armatura	$c = 50$ [mm]
<b>Armatura tesa ordinaria</b>	
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{t,1} = 5$ [-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{t,1} = 24$ [mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{st,1} = 2262$ [mm <sup>2</sup> ]
<b>Armatura tesa di infittimento</b>	
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{t,2} = 0$ [-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{t,2} = 0$ [mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{st,2} = 0$ [mm <sup>2</sup> ]
<b>Caratteristiche dei materiali</b>	
Resistenza caratteristica cilindrica dal calcestruzzo	$f_{ck} = 32$ [MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	$f_{ctm} = 3.0$ [MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	$E_{cm} = 33346$ [MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio	$f_{yk} = 450$ [MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	$E_s = 200000$ [MPa]
<b>DETERMINAZIONE DELL'AMPIEZZA DELLE FESSURE</b>	
Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	$\sigma_s = 157$ [MPa]
Asse neutro della sezione	$x = 110$ [mm]
Tipo e durata dei carichi applicati	Lunga
Coefficiente di omogeneizzazione	$\alpha_e = 6.00$ [-]
Area totale delle armature presenti nella zona tesa	$A_s = 2262$ [mm <sup>2</sup> ]
Area efficace tesa di calcestruzzo	$A_{c,eff,1} = 125000$ [mm <sup>2</sup> ]
	$A_{c,eff,2} = 96667$ [mm <sup>2</sup> ]
	$A_{c,eff,3} = 200000$ [mm <sup>2</sup> ]
	$A_{c,eff,min} = 96667$ [mm <sup>2</sup> ]
<p>figura 7.1 <b>Area tesa efficace (casi tipici)</b></p> <p>Legenda</p> <p>a) Trave</p> <p>A Livello del baricentro dell'acciaio</p> <p>B Area tesa efficace, <math>A_{c,eff}</math></p> <p>b) Piastra</p> <p>B Area tesa efficace, <math>A_{c,eff}</math></p>	
Rapporto tra l'area di acciaio teso e quella di calcestruzzo teso	$\rho_{p,eff} = 0.02340$ [-]
Resistenza efficace media del calcestruzzo	$f_{ct,eff} = 3.0$ [MPa]
Fattore di durata del carico	$k_t = 0.4$ [-]
<b>Differenza tra la deformazione nell'acciaio e nel cls</b>	
	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{min} = 0.000471$ [-]
	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{calc.} = 0.000490$ [-]
	<b><math>[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}] = 0.000490</math> [-]</b>
Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)	$s = 200$ [mm]
Diametro equivalente delle barre	$\phi_{eq} = 24.00$ [mm]
Spaziatura massima di riferimento	$s_{max,ref} = 310$ [mm]
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione	$k_1 = 0.800$ [-]
	$k_2 = 0.500$ [-]
	$k_3 = 3.400$ [-]
	$k_4 = 0.425$ [-]
<b>Distanza massima tra le fessure</b>	
	$s_{r,max,1} = 344$ [mm]
	$s_{r,max,2} = 377$ [mm]
	<b><math>s_{r,max} = 344</math> [mm]</b>
<b>Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pertinente</b>	
	$w_{k,lim} = 0.20$ [mm]
<b>Ampiezza delle fessure (di calcolo)</b>	<b><math>w_k = 0.17</math> [mm]</b>

Tabella 9-4: soletta di ricoprimento - verifica allo Stato Limite di Fessurazione

Pertanto la verifica è soddisfatta.

### 9.2.5.7 Incidenza di acciaio della soletta

Considerando un conccio di soletta di profondità 1 m, le armature presenti sono:

- $A_s = 5\phi 24 / m$
- $A'_s = 5\phi 24 / m$
- $A_{sw} =$  spilli  $\phi 12$  a maglia 20 cm x 10 cm
- Armatura in direzione parallela all'asse della roggia:  $\phi 14/20$  cm

Incidenza di acciaio =  $163 \text{ kg/m}^3$ .

CLS										
L	4.8	m								
H	0.4	m								
B	1.0	m								
V	1.92	$\text{m}^3$								
ACCIAIO										
Descrizione	N/m (L)	$\phi$	$A_{barra}$	Passo (staffe e par.)	$L_{sing}$	$L_{TOT}$ (sul conccio)	$V_{TOT}$	m		
								mm	$\text{mm}^2$	m
1	$A_s$	5	24	452	-	4.8	24.0	0.011	85.2	
2	$A'_s$	5	24	452	-	4.8	24.0	0.011	85.2	
3	$A_{sw}$	5	12	113	0.1	0.4	96.0	0.011	85.2	
4	$A_{par}$	5	14	154	0.2	1.0	24.0	0.004	29.0	
5	$A'_{par}$	5	14	154	0.2	1.0	24.0	0.004	29.0	
								<b><math>m_{TOT}</math></b>	<b>314</b>	<b>kg</b>
								<b>Incidenza</b>	<b>163</b>	<b><math>\text{kg/m}^3</math></b>

Tabella 9-5: incidenza di acciaio nella soletta

### 9.3. Dimensionamento delle fondazioni su micropali

I micropali sono dimensionati al fine di resistere alle massime azioni indotte dalla struttura soprastante. Le fasi di progettazione della fondazione sono due:

- Verifica di capacità portante, determinazione preliminare della lunghezza dei micropali e della massima tensione tangenziale lungo il palo
- Determinazione delle azioni interne dei micropali e verifiche strutturali

Come spiegato al Par. 6.4.3, la verifica di capacità portante è effettuata seguendo l'approccio proposto da Bustamante & Doix (1985). Si rimanda pertanto a tale capitolo per una spiegazione più approfondita della stima.

La verifica strutturale è effettuata tramite il software GROUP. Il programma si basa sul metodo delle curve di trasferimento (note anche come curve t-z, p-y e T-q): tali curve, valutate a partire da prove a scala reale e ridotta e da analisi numeriche, esprimono l'andamento della reazione del terreno in funzione degli spostamenti accumulati. Essendo un palo soggetto a carico laterale un complesso problema di interazione struttura-terreno dipendente da molteplici fattori (rigidezza del terreno e della struttura, caratteristiche meccaniche del terreno, storia di carico, stato di sforzo, effetto di gruppo, natura del carico, ecc.) e fortemente non lineare, questo metodo si è rivelato molto funzionale alla risoluzione del problema, poiché riassume tutte le variabili in gioco all'interno di una sola curva.

Il programma, utilizzando un database di curve interno, genera delle curve per il problema in esame e, attraverso un processo iterativo, risolve la risposta del gruppo di pali soddisfacendo congruenza ed equilibrio.

Il modello utilizzato è quello di Cox e Reese (1975) per sabbie sopra e sotto falda, presentato al Capitolo 0.

I parametri geotecnici richiesti per il modello sono i seguenti:

- Peso specifico efficace del terreno  $\gamma'$
- Angolo d'attrito  $\phi'$
- Modulo p-y k (legato al modulo elastico, alla dimensione del palo ed alla tipologia di carico)
- Tensione laterale ultima  $\tau_{ult}$
- Massima pressione alla base  $q_{b,ult}$

La testa dei pali è ad una profondità di circa 1 m dal p.c. Riferendosi a quanto detto al Capitolo 5 ed alle indicazioni proposte in letteratura, si sono utilizzati i seguenti parametri caratteristici:

Strato	Tipo	Da [m]	a [m]	N <sub>SPT</sub> [-]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	E [MPa]	k [kN/m <sup>3</sup> ]	q <sub>b,ult</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
1	Silty sand	0	2	7	18	25	18.5	10000	0
2	Silty sand	2	2.5	7	11	25	18.5	10000	0
3	Silty sand	2.5	4.5	4	11	23	13.7	10000	0
4	Medium sand	4.5	30	9	11	32	31.3	16300	0

Tabella 9-6: stratigrafia utilizzata nel dimensionamento dei micropali

La tensione laterale ultima dei micropali  $\tau_{ult}$  è calcolata secondo il metodo proposto da Bustamante e Doix (1985). Giova notare che i valori di tensione tangenziale limite ottenuti con questo approccio sono da considerarsi caratteristici. Per giungere ai valori di progetto, tali valori saranno fattorizzati secondo quanto prescritto da normativa e ripreso al Capitolo 6.4.2.

Le caratteristiche geometriche e meccaniche dei micropali sono le seguenti:

- Diametro  $D = 0.30 \text{ m}$
- Perimetro  $2p = 0.94 \text{ m}$
- Area  $A = 0.07 \text{ m}^2$
- Lunghezza  $L = 8 \text{ m}$
- Spaziatura in direzione parallela all'asse stradale  $s_x = 0.4 \text{ m}$
- Spaziatura in direzione ortogonale all'asse stradale  $s_x = 0.5 \text{ m}$
- Momento d'inerzia  $I = 0.0008 \text{ m}^4$
- Momento polare  $J = 0.0016 \text{ m}^4$
- Resistenza cubica del calcestruzzo  $R_{ck} = 40 \text{ MPa}$
- Modulo elastico  $E = 32000000 \text{ KPa}$

### 9.3.1. Azioni di progetto

Le azioni di progetto della fondazione coincidono in modulo con le reazioni vincolari ottenute attraverso l'analisi SAP della soletta. In Tabella 9-7 sono mostrate le reazioni per ciascuna combinazione di carico considerata. Utilizzando la convenzione di SAP, F1 indica la forza agente in direzione parallela all'asse stradale, F3 in direzione verticale (verso l'alto) e M2 è il momento flettente avente come asse quello ortogonale all'asse stradale. Le combinazioni evidenziate sono quelle relative al valore massimo (in modulo) di una delle tre azioni.

Nodo	Combinazione	F1 [kN/m]	F3 [kN/m]	M2 [kNm/m]
5	SLU-1	0.0	61.9	-40.7
5	SLU-2	0.0	388.3	-331.1
5	SLU-3	0.0	82.3	-47.9
5	SLU-4	-36.0	268.5	-219.5
5	SLU-5	-36.0	72.0	-43.9
5	SLV-1	0.0	43.5	-28.7
5	SLV-2	0.0	43.5	-28.7
5	SLV-3	0.0	43.5	-28.7
5	SLV-4	0.0	43.5	-28.7
5	SLE RARA-1	0.0	43.5	-28.7
5	SLE RARA-2	0.0	285.3	-243.8
5	SLE RARA-3	0.0	58.6	-34.0
5	SLE RARA-4	-26.7	196.9	-161.3
5	SLE RARA-5	-26.7	51.0	-31.0
5	SLE FREQ-1	0.0	196.9	-161.3
5	SLE FREQ-2	0.0	51.0	-31.0
5	SLE FREQ-3	-10.7	146.9	-116.4
5	SLE FREQ-4	-10.7	47.5	-29.8
45	SLU-1	0.0	61.9	40.7
<b>45</b>	<b>SLU-2</b>	<b>0.0</b>	<b>559.0</b>	<b>398.1</b>
45	SLU-3	0.0	68.8	43.4
<b>45</b>	<b>SLU-4</b>	<b>-36.0</b>	<b>336.8</b>	<b>246.3</b>
45	SLU-5	-36.0	66.6	42.1
45	SLV-1	0.0	43.5	28.7
45	SLV-2	0.0	43.5	28.7
45	SLV-3	0.0	43.5	28.7
45	SLV-4	0.0	43.5	28.7
45	SLE RARA-1	0.0	43.5	28.7
<b>45</b>	<b>SLE RARA-2</b>	<b>0.0</b>	<b>411.8</b>	<b>293.4</b>
45	SLE RARA-3	0.0	48.6	30.6
45	SLE RARA-4	-26.7	247.5	181.2
45	SLE RARA-5	-26.7	47.0	29.7
45	SLE FREQ-1	0.0	247.5	181.2

45	SLE FREQ-2	0.0	47.0	29.7
45	SLE FREQ-3	-10.7	167.2	124.3
45	SLE FREQ-4	-10.7	45.9	29.2

Tabella 9-7: reazioni vincolari in corrispondenza degli incastri della soletta

Le due combinazioni considerate sono quindi le seguenti:

Nodo	Combinazione	F1	F3	M2
		[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]
45	SLU-2	0	559.0	398.1
45	SLU-4	-35.978	336.8	246.3
45	SLE RARA-2	0.0	411.8	293.4

Tabella 9-8: massime reazioni vincolari in corrispondenza degli incastri della soletta

Essendo posti ad una distanza longitudinale di 0.5 m, ciascun micropalo è soggetto alle seguenti azioni:

Nodo	Combinazione	F1	F3	M2
		[kN]	[kN]	[kNm]
45	SLU-2	0	279.5	199.1
45	SLU-4	-18.0	168.4	123.2

Tabella 9-9: massime azioni su ciascun micropalo

### 9.3.2. Verifica di capacità portante dei micropali

La verifica è condotta considerando la combinazione che induce la maggior azione assiale (SLU-2). A favore di sicurezza, non si considera alcun contributo legato alla capacità di base.

La lunghezza minima dei micropali è 6 m, e la corrispondente capacità portante è circa 350 kN. Come mostrato in seguito, al fine di ridurre le azioni massime sui micropali ed i cedimenti, si utilizzerà una lunghezza dei pali di 8 m.

Gli sforzi tangenziali lungo le superfici laterali dei pali, necessarie nell'analisi Group, sono:

Strato	$q_{s,k}$ [kPa]	$q_{s,d}$ [kPa]
1	50.0	43.5
2	50.0	43.5
3	42.1	35.8
4	55.9	48.6

Tabella 9-10: valori dei massimi sforzi tangenziali lungo i micropali

In Tabella 9-11 e Figura 9-25 sono mostrati i parametri utilizzati nell'analisi e la curva di capacità portante.

<b>CALCOLO CAPACITÀ PORTANTE MICROPALI</b>											
Seguendo la teoria di Bustamante e Doix e i coefficienti del D.M. 17/01/2018											
<b>Dati generali</b>						<b>Fattori xi</b>			<b>Fattori parziali</b>		
Tipo di micropali	IRS					n° verticali	1			$\gamma_b$	1.35
n° strati	4					$\xi_3$	1.7			$\gamma_s$	1.15
z falda	1	m				$\xi_4$	1.7			$\gamma_t$	1.3
diametro foro	0.3	m								$\gamma_{s,t}$	1.25
B/S	0%					<b>Secondo NTC2018 (6.4.IV e Tab. 6.4.II)</b>					
<b>Strato 1</b>			<b>Strato 2</b>			<b>Strato 3</b>			<b>Strato 4</b>		
Spessore	1	m	Spessore	0.5	m	Spessore	2	m	Spessore	30	m
$\gamma$	18	kN/m <sup>3</sup>	$\gamma$	21	kN/m <sup>3</sup>	$\gamma$	21	kN/m <sup>3</sup>	$\gamma$	21	kN/m <sup>3</sup>
$\gamma'$	18	kN/m <sup>3</sup>	$\gamma'$	11	kN/m <sup>3</sup>	$\gamma'$	11	kN/m <sup>3</sup>	$\gamma'$	11	kN/m <sup>3</sup>
$N_{SPT}/\rho_t$	7		$N_{SPT}/\rho_t$	7		$N_{SPT}/\rho_t$	4		$N_{SPT}/\rho_t$	9	
<b>Coefficienti Bustamante</b>			<b>Coefficienti Bustamante</b>			<b>Coefficienti Bustamante</b>			<b>Coefficienti Bustamante</b>		
Tipo terreno	Silty sand		Tipo terreno	Silty sand		Tipo terreno	Silty sand		Tipo terreno	Medium sand	
$\alpha$	1.4		$\alpha$	1.4		$\alpha$	1.4		$\alpha$	1.4	
Tipo prova	SPT		Tipo prova	SPT		Tipo prova	SPT		Tipo prova	SPT	
Grafico	SG1		Grafico	SG1		Grafico	SG1		Grafico	SG1	
$d_s$	0.42	m	$d_s$	0.42	m	$d_s$	0.42	m	$d_s$	0.42	m
$q_s$	0.09	MPa	$q_s$	0.09	MPa	$q_s$	0.07	MPa	$q_s$	0.10	MPa

Tabella 9-11: parametri per il calcolo della capacità portante dei micropali

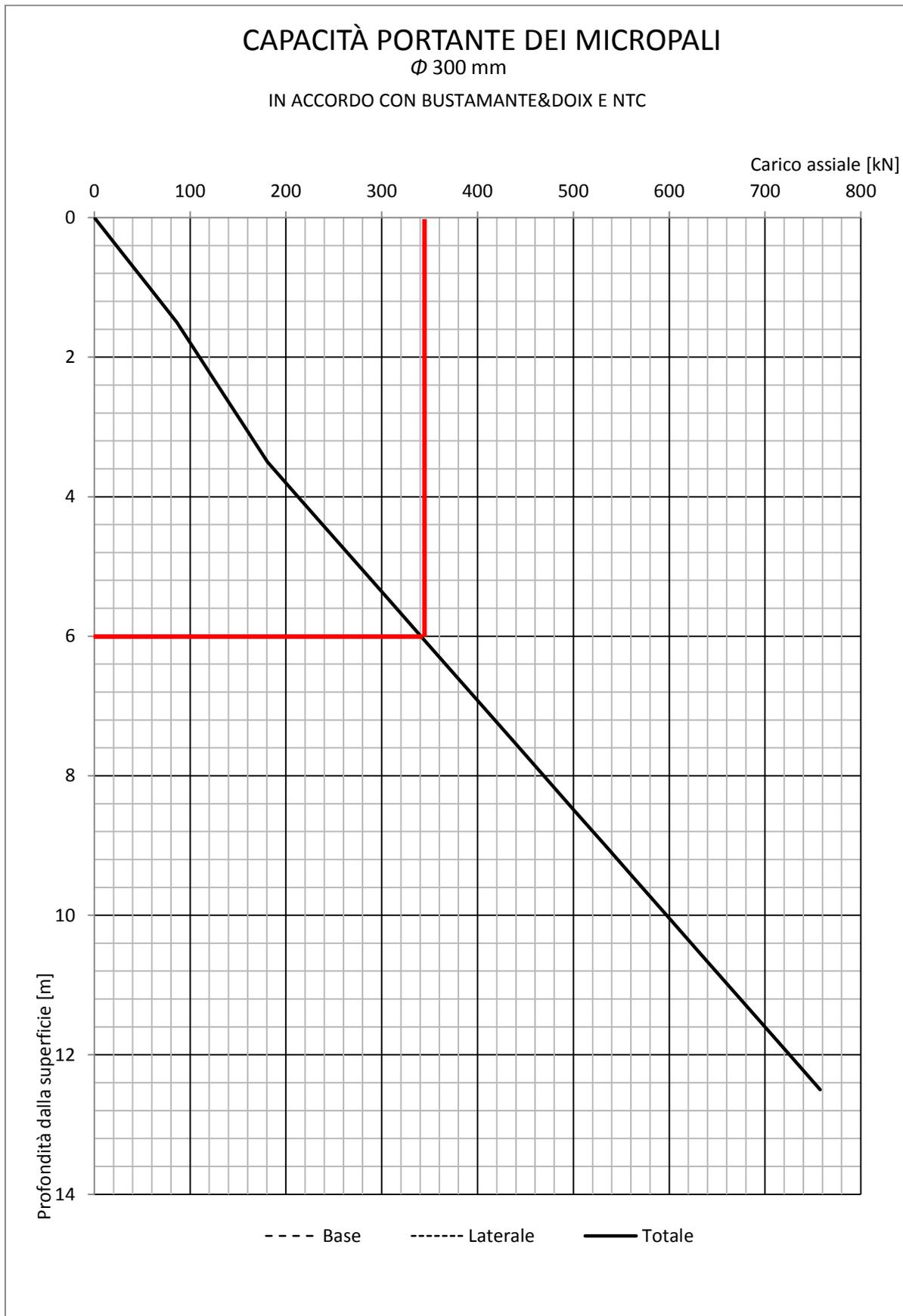


Figura 9-25: curva di capacità portante del micropalo

### 9.3.3. Determinazione delle azioni interne dei micropali

Le azioni interne sono state calcolate utilizzando il software Group 7.0.

La geometria è mostrata in Figura 9-26: sono stati inseriti 4 micropali (lunghezza di influenza = 2.0 m) aventi le caratteristiche indicate all'inizio di questo capitolo. I carichi a cui sono soggetti sono riferiti alle due combinazioni massime (SLU-2 e SLU-4), di seguito mostrati:

Nodo	Combinazione	F1 = F <sub>y</sub> [kN]	F3 = F <sub>x</sub> [kN]	M2 = -M <sub>z</sub> [kNm]
45	SLU-2	0	1118.0	796.2
45	SLU-4	-71.94	673.6	492.6

Tabella 9-12: massime azioni sul gruppo di pali

Al fine di ridurre le azioni sollecitanti e gli spostamenti dei pali, si utilizza una lunghezza di 8 m.

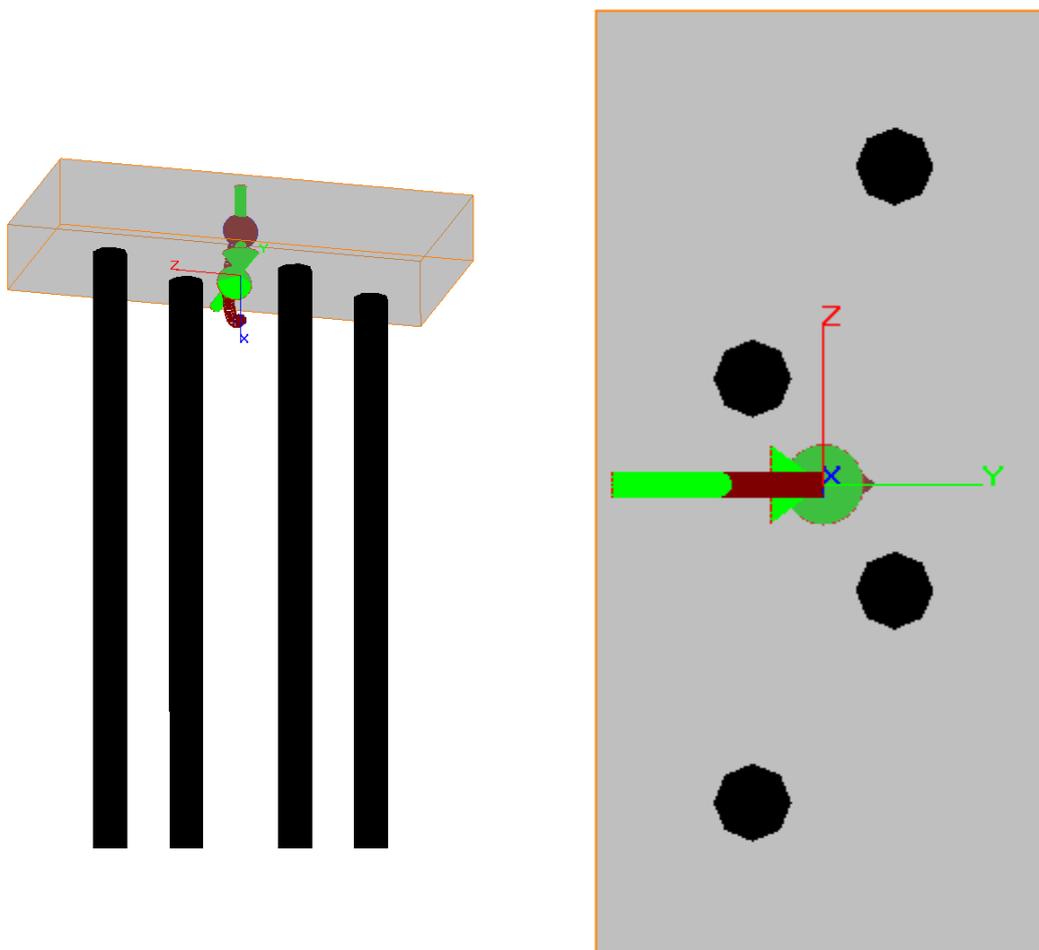


Figura 9-26: geometria del modello Group

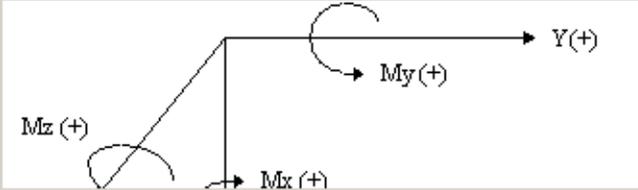
### Load on Pile Cap

**Basic required Loads for 2-D Analysis**

Vertical Load, X-Dir. (kN)

Horizontal Load, Fy (kN)

Moment, Mz (kN\*m)



### Pile Properties

Prop. Type	Sections	Increments	Total Length (m)	Young's Modulus (kN/m <sup>2</sup> )	Method of Installation
1	1: Pile Sections	100	8	32000000	Driven Piles

### Soil Weight

Point	Depth (m)	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )
1	0	18
2	2	18
3	2	11
4	2.5	11
5	4.5	11
6	30	11

Please always enter soil parameters at the top and the bottom of each layer. The program will linearly top and

### Soil Layers

Layer	Soil Type	Top (m)	Bottom (m)	K Value (Eir for weak rock) (k
1	Sand	0	2	10000
2	Sand	2	2.5	10000
3	Sand	2.5	4.5	10000
4	Sand	4.5	30	16300

### Soil Strength Parameters

Point	Depth (m)	Shear Strength (kN/m <sup>2</sup> )	Angle of Internal Friction (Degrees)	Strain at 50% Stress	Ultimate Unit Side Friction (kN/m <sup>2</sup> )	Ultimate Unit Tip Resistance (kN/m <sup>2</sup> )	RQD(%) only for weak rock
1	0	0	25	0	43.5	0	0
2	2	0	25	0	43.5	0	0
3	2	0	25	0	43.5	0	0
4	2.5	0	25	0	43.5	0	0
5	2.5	0	23	0	35.8	0	0
6	4.5	0	23	0	35.8	0	0
7	4.5	0	32	0	48.6	0	0
8	30	0	32	0	48.6	0	0

Ultimate Unit Side Friction and Ultimate Unit Tip Resistance:  
 · The program uses Ultimate Unit Side Friction to generate t-z curves  
 · The program uses Ultimate Unit Tip Resistance to generate q-w curves  
 · Always check recommended values in Geotechnical Investigation Reports.

Figura 9-27: parametri utilizzati nel modello Group

### 9.3.4. Risultati dell'analisi Group

- Combinazione SLU-2:

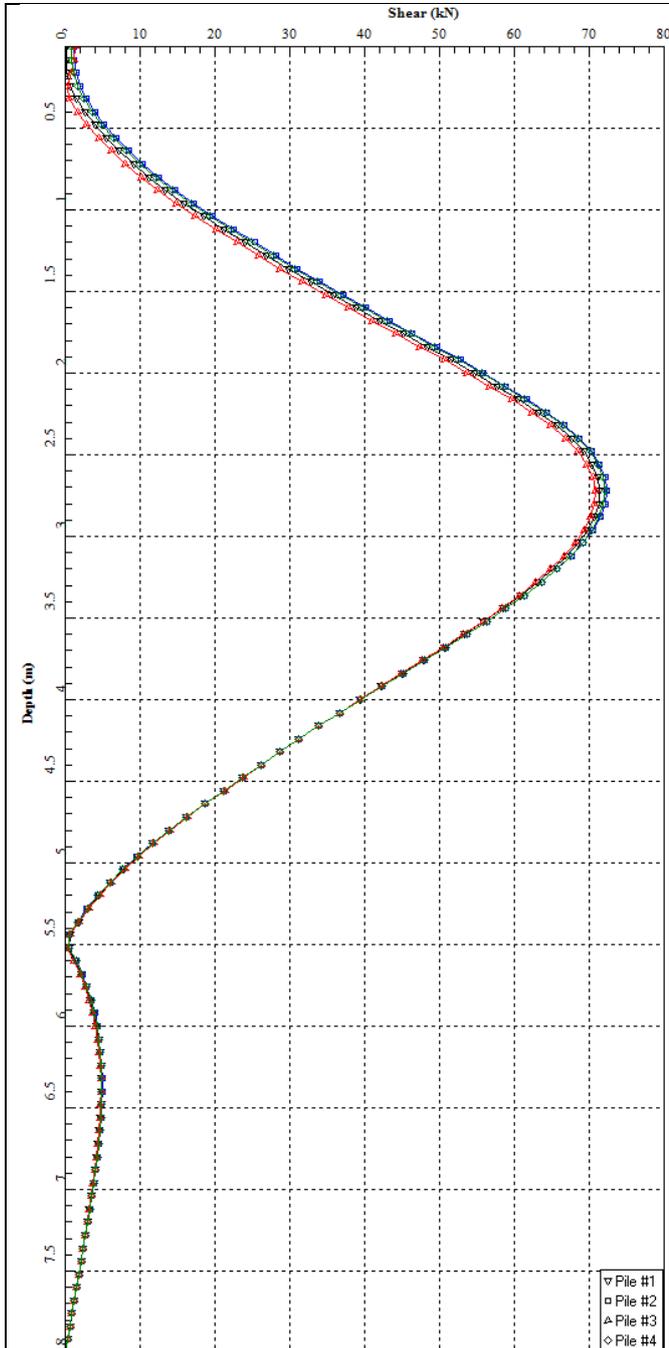


Figura 9-28: SLU-2 - andamento del taglio lungo i micropali

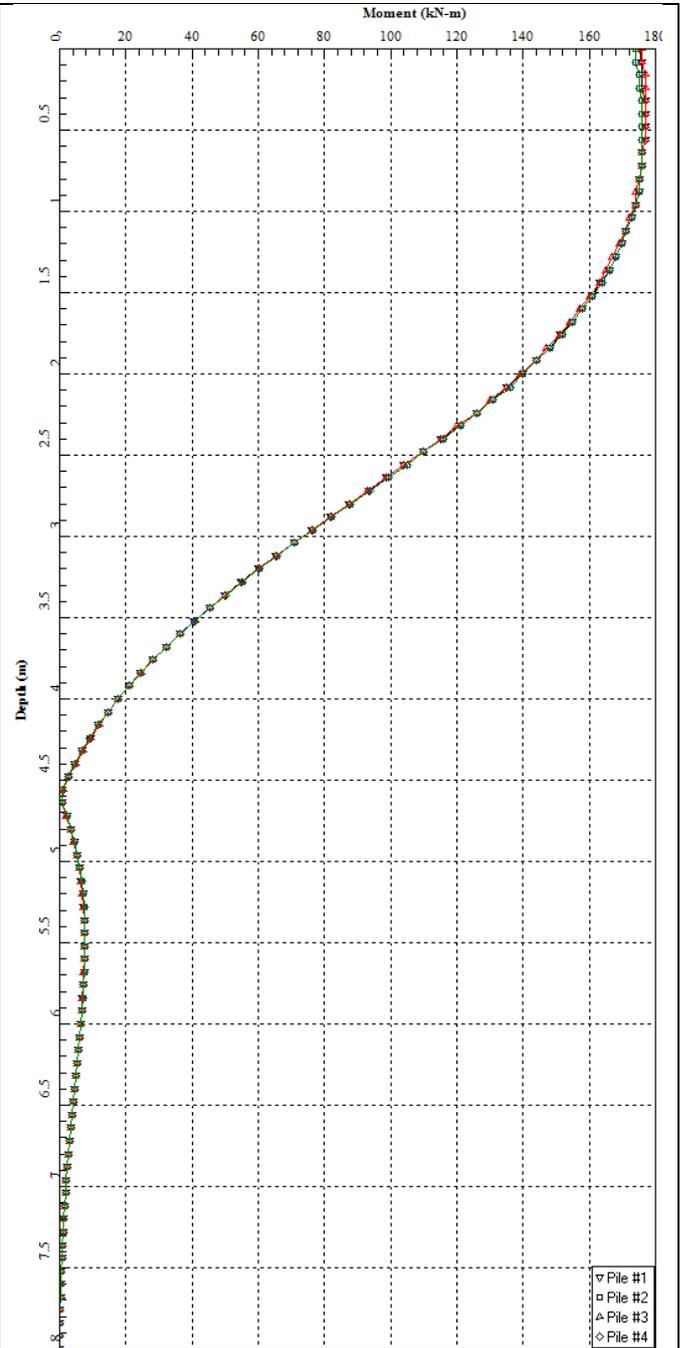


Figura 9-29: SLU-2 - andamento del momento flettente lungo i micropali

- Combinazione SLU-4:

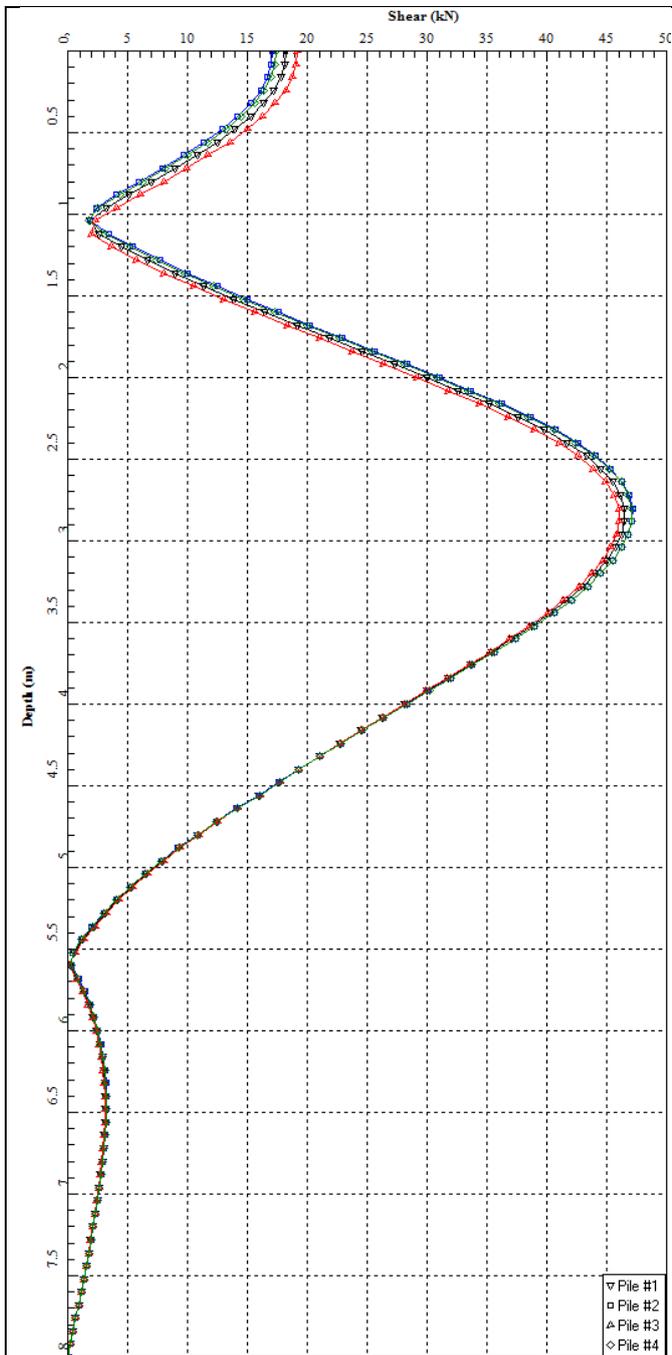


Figura 9-30: SLU-4 - andamento del taglio lungo i micropali

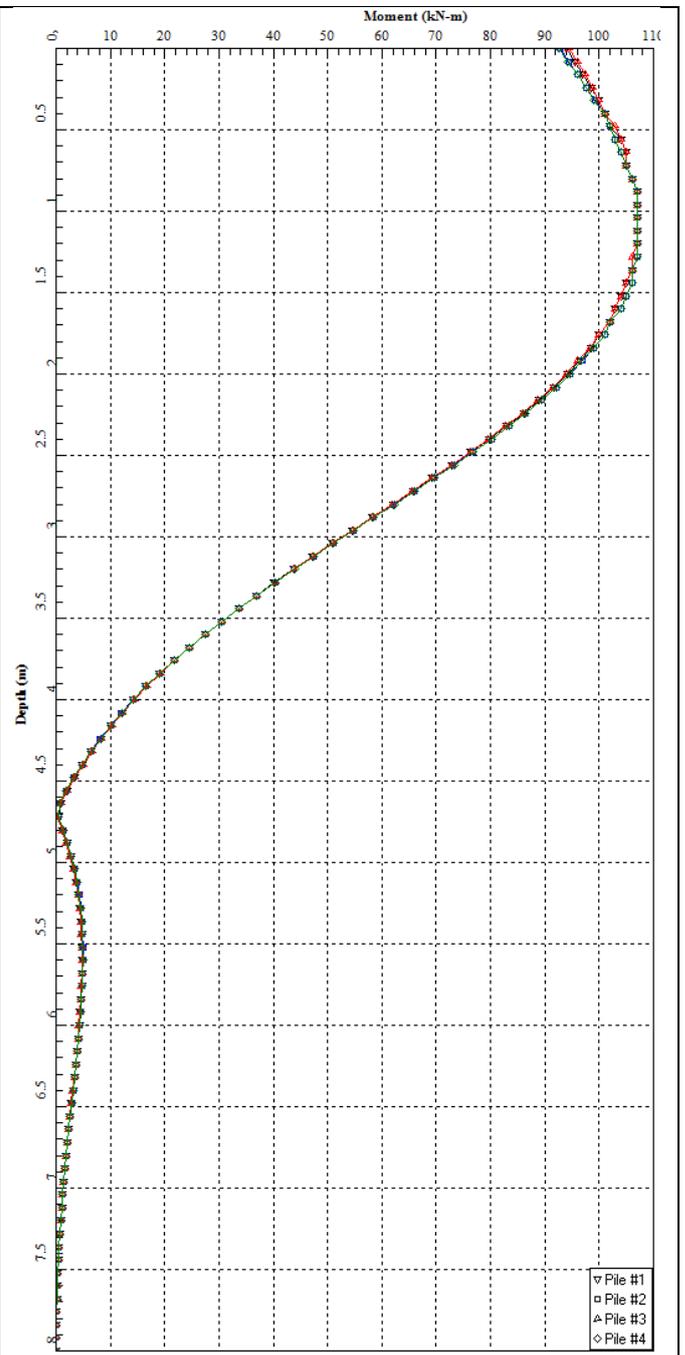


Figura 9-31: SLU-4 - andamento del momento flettente lungo i micropali

### 9.3.4.1 Analisi strutturale delle fondazioni

Il momento ed il taglio resistente sono valutati attraverso le seguenti formule (par. 4.2.4.1.2 del D.M. 17/01/2018 e par. 6.2.9 del EN 1993-1-1)

- Flessione:

$$M_{Rd} = \frac{W f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

- Taglio :

$$V_{Rd} = \frac{A_s \frac{f_{yk}}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}}$$

Dove:

$W$	modulo di resistenza
$A_s$	area di taglio
$f_{yk}$	tensione di snervamento caratteristica dell'acciaio
$\gamma_{M0}$	coefficiente parziale dei materiali pari a 1.05 (vedi Tabella 4.2.VII del D.M. 20/02/2018)

Secondo il paragrafo 6.2.5 dell'Eurocodice 3 – 1, il modulo di resistenza da utilizzare – elastico o plastico – dipende dalla classe della sezione trasversale dell'elemento.

L'acciaio in uso è l'S355, per cui si ha

$$\varepsilon^2 = 0.66$$

La classe della sezione trasversale è la prima, per cui il modulo di resistenza da utilizzare nelle verifiche è quello plastico.

Utilizzando un profilo tubolare metallico  $\varnothing 193.7$  mm sp. 20 mm si ottengono le seguenti resistenze:

- $M_{Rd} = 189 \text{ kNm} \rightarrow F_{S,fl} = 1.05$
- $V_{Rd} = 1434 \text{ kN} \rightarrow F_{S,fl} = 17.93$
- $N_{b,y} = 1401 \text{ kN} \rightarrow F_{S,buck} = 3.38$

Le verifiche risultano pertanto soddisfatte.

GEOMETRIA				
Elemento singolo	acciaio	$f_y$	355	N/mm <sup>2</sup>
	Area	A	11536.36	mm <sup>2</sup>
	SEZIONE CIRCOLARE	D	193.7	mm
		Sp	20	mm
	Area taglio	$A_v$	7348	mm <sup>2</sup>
	Inerzia principale	$I_p$	41717736.86	mm <sup>4</sup>
	Inerzia secondaria	$I_s$	41717736.86	mm <sup>4</sup>
	Momento resistente princi	$W_y$	4.30E+05	mm <sup>3</sup>
	Momento plastico princ	$W_{py}$	5.59E+05	mm <sup>3</sup>
	Momento resistente sec	$W_z$	4.30E+05	mm <sup>3</sup>
	Momento plastico sec	$W_{pz}$	5.59E+05	mm <sup>3</sup>
<b>VERIFICHE EC3</b>				
<b>Compressione par 6.2.4</b>				FS
Resistenza a compressione	$N_{r,d}$	3900.39	kN	9.40
<b>Bending par. 6.2.5</b>				
Resistenza a flessione y	$M_{r,dy}$	188.94	kNm	1.05
Resistenza a flessione z	$M_{r,dz}$	188.94	kNm	188.94
<b>Shear par. 6.2.6</b>				
Resistenza a taglio	$V_{r,d}$	1434.33	kN	17.93
Interazioen taglio momento	$V_s < 0.5V_r$			no interazione
<b>Buckling a compressione in direzione pricipale (par.6.3.1)</b>				
Carico critico	$N_{cr}$	2171.61	kN	
lamba	$\lambda$	1.37		
alfa	$\alpha$	0.49		
PHI	$\Phi$	1.73		
chi	$\chi$	0.36		
resistenza a ompressione per buckling	$N_{b,y}$	1401.41	kN	Rapporto Resistenza/so Illecitazione 3.38

Tabella 9-13: verifiche strutturali del micropalo

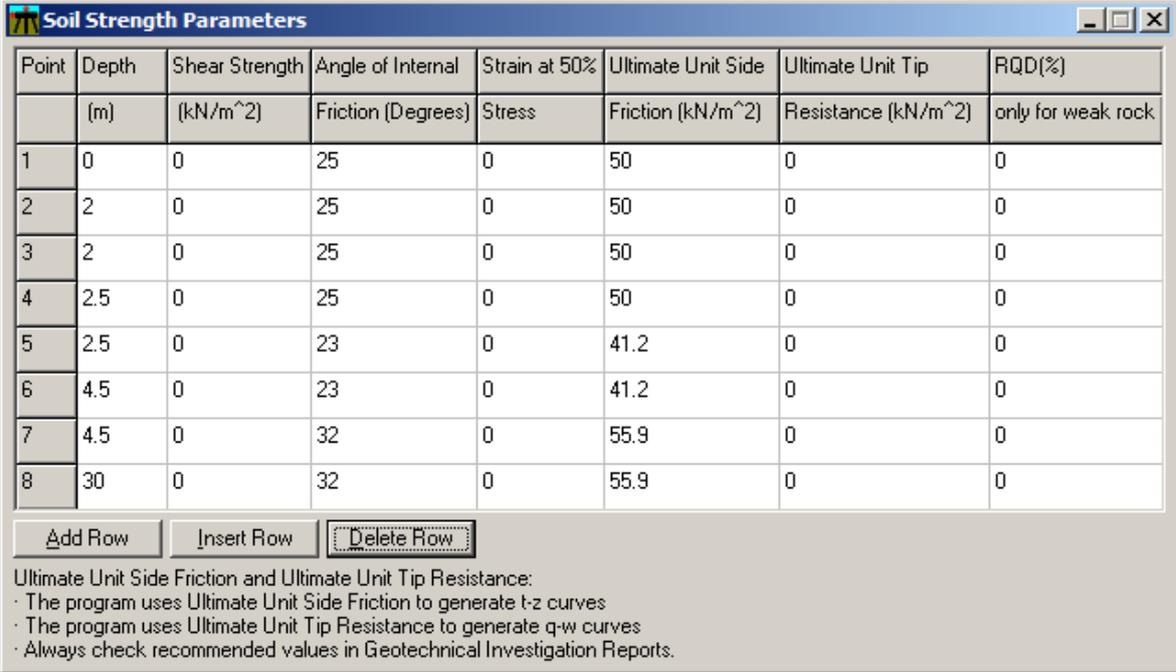
### 9.3.4.2 Verifica dei cedimenti della fondazione

La verifica è condotta utilizzando la combinazione SLE RARA-2, le cui azioni di progetto sono mostrate in Tabella 9-14:

Nodo	Combinazione	F1	F3	M2
		[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]
45	SLE RARA-2	0.0	411.8	293.4

Tabella 9-14: reazioni vincolari alla combinazione SLE RARA-2

La verifica è eseguita utilizzando il software Group, utilizzando la medesima geometria e stratigrafia delle verifiche SLU. In questo caso, tuttavia, è bene precisare che sono stati utilizzati i valori caratteristici dei parametri geotecnici della tensione limite sulle facce laterali dei pali.



Point	Depth (m)	Shear Strength (kN/m <sup>2</sup> )	Angle of Internal Friction (Degrees)	Strain at 50% Stress	Ultimate Unit Side Friction (kN/m <sup>2</sup> )	Ultimate Unit Tip Resistance (kN/m <sup>2</sup> )	RQD(%) only for weak rock
1	0	0	25	0	50	0	0
2	2	0	25	0	50	0	0
3	2	0	25	0	50	0	0
4	2.5	0	25	0	50	0	0
5	2.5	0	23	0	41.2	0	0
6	4.5	0	23	0	41.2	0	0
7	4.5	0	32	0	55.9	0	0
8	30	0	32	0	55.9	0	0

Ultimate Unit Side Friction and Ultimate Unit Tip Resistance:  
 · The program uses Ultimate Unit Side Friction to generate t-z curves  
 · The program uses Ultimate Unit Tip Resistance to generate q-w curves  
 · Always check recommended values in Geotechnical Investigation Reports.

Tabella 9-15: parametri geotecnici utilizzati nella combinazione SLE RARA-2

Gli spostamenti massimi in questa combinazione sono:

- Orizzontali: 0.016 m = 1.6 cm
- Verticali = 0.005 m = 0.5 cm

Non compromettendo la funzionalità dell'opera e ritenendo che con un tale spostamento verticale non si vada ad influenzare in modo significativo lo stato di sforzo del manufatto esistente, si ritengono le verifiche soddisfatte.

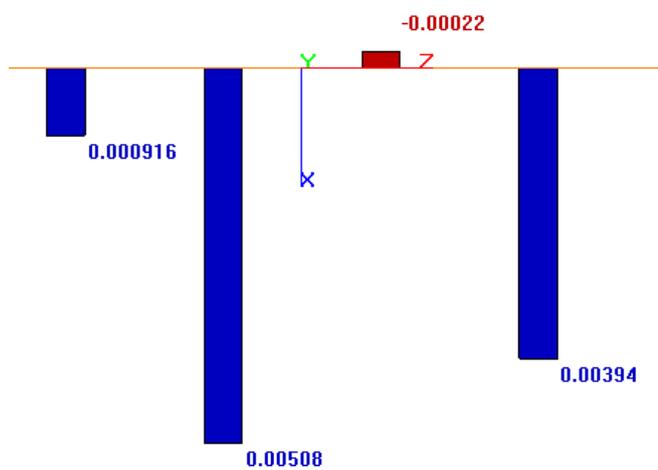


Figura 9-32: SLE RARA-2 – massimi spostamenti verticali in testa ai pali

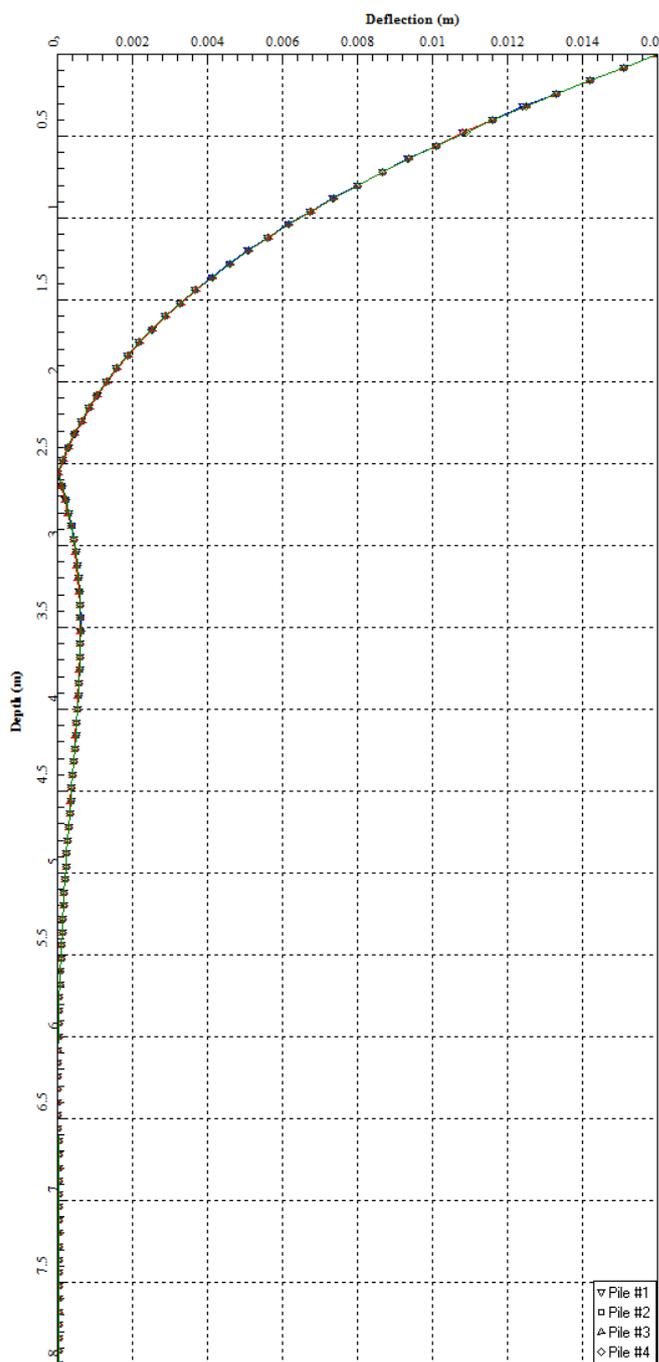


Figura 9-33: SLE RARA-2 – spostamenti orizzontali lungo i pali

## 10. CONSLUSIONI

Dal punto di vista strutturale le analisi svolte consentono di concludere che gli elementi costruttivi previsti in progetto sono sicuri nei confronti delle azioni permanenti e variabili sollecitanti, garantendo quindi il rispetto dei requisiti di sicurezza e di durabilità imposti dalle norme vigenti.

## 11. ALLEGATI

## 11.1. Allegato 1: Risultati delle prove Penetrometriche Dinamiche e Sismiche in sito

ESPOSIZIONE RISULTATI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE							
<b>Cantiere:</b>		Comune di Buccinasco, realizzazione sovrappasso corpo idrico superficiale					
<b>Committente:</b>		Spett.le Amministrazione comunale Buccinasco					
<b>Data:</b>		23-ott-19				pag 1	
P1	METRI	N10	NSPT	Media	E	M	
					MPa	kg/cmq	
0,1		9	7	7	25	18,4	49,2
0,2		9	7		25	18,4	49,2
0,3		9	7		25	18,4	49,2
0,4		9	7		25	18,4	49,2
0,5		9	7		25	18,4	49,2
0,6		9	7		25	18,4	49,2
0,7		9	7		25	18,4	49,2
0,8		9	7		25	18,4	49,2
0,9		9	7		25	18,4	49,2
1		9	7		25	18,4	49,2
1,1		5	4	4	23	13,7	27,3
1,2		5	4		23	13,7	27,3
1,3		5	4		23	13,7	27,3
1,4		5	4		23	13,7	27,3
1,5		5	4		23	13,7	27,3
1,6		12	9	9	27	21,3	65,5
1,7		12	9		27	21,3	65,5
1,8		12	9		27	21,3	65,5
1,9		12	9		27	21,3	65,5
2		12	9		27	21,3	65,5
2,1		12	9		27	21,3	65,5
2,2		12	9		27	21,3	65,5
2,3		12	9		27	21,3	65,5
2,4		12	9		27	21,3	65,5
2,5		12	9	27	21,3	65,5	
2,6		5	4	4	23	13,7	27,3
2,7		5	4		23	13,7	27,3
2,8		5	4		23	13,7	27,3
2,9		5	4		23	13,7	27,3
3		5	4		23	13,7	27,3
3,1		5	4		23	13,7	27,3
3,2		5	4		23	13,7	27,3
3,3		5	4		23	13,7	27,3
3,4		5	4		23	13,7	27,3
3,5		5	4		23	13,7	27,3
3,6		5	4		23	13,7	27,3
3,7		5	4		23	13,7	27,3
3,8		5	4		23	13,7	27,3
3,9		5	4		23	13,7	27,3
4		5	4	23	13,7	27,3	

Livello falda

P2				E		M	
METRI	N10	NSPT	Media	Ang. Attri	MPa Mod Elas	kg/cmq Mod Edom	
4,1	9	7	7	25	18,4	49,2	Tetto orizzontale resistente
4,2	9	7		25	18,4	49,2	
4,3	9	7		25	18,4	49,2	
4,4	9	7		25	18,4	49,2	
4,5	9	7		25	18,4	49,2	
4,6	26	20	20	32	31,3	142,0	
4,7	26	20		32	31,3	142,0	
4,8	26	20		32	31,3	142,0	
4,9	26	20		32	31,3	142,0	
5	26	20		32	31,3	142,0	
<p>Dall'indagine sismica si evince che i terreni resistenti si approfondiscono fino ad almeno 30 m dal p.c.</p>							

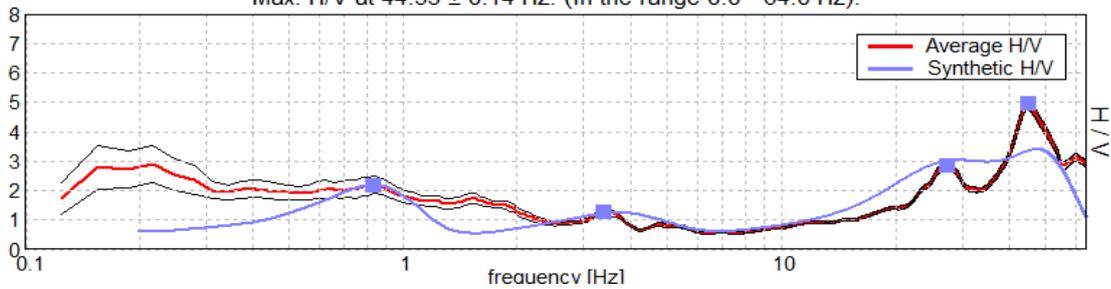
Tabella 11-1: risultati delle prove PD

**ESPOSIZIONE RISULTATO SONDAGGIO SISMICO VERTICALE**

**Cantiere:** Comune di Buccinasco, realizzazione sovrappasso corpo idrico superficiale  
**Committente:** Spett.le Amministrazione comunale Buccinasco  
**Data:** 23-ott-19 pag 3

EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

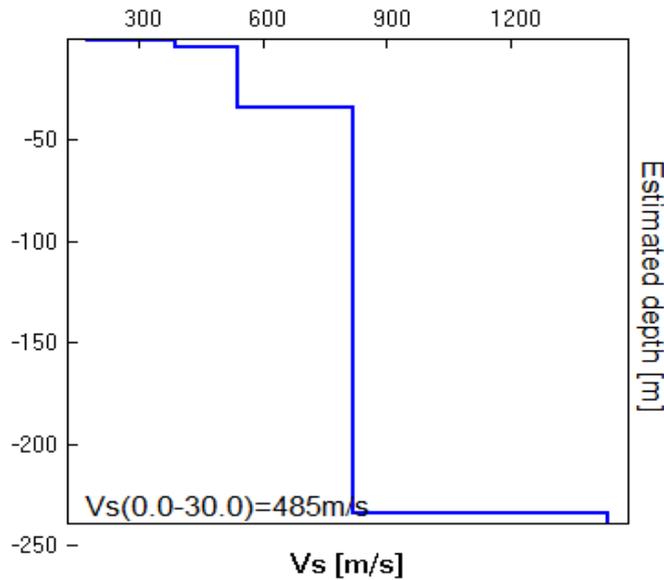
Max. H/V at 44.53 ± 0.14 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]

Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.00	1.00	178
4.30	3.30	391
34.30	30.00	538
234.30	200.00	820
inf.	1433	0.45

Vs(0.0-30.0)=485m/s



Categoria sismica B

Tabella 11-2: risultati delle prove sismiche