

I

CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI



Con il contributo incondizionato di:



La progettazione di opere di adeguamento di infrastrutture stradali esistenti

Quadro normativo e scelte tecniche Parte 2: Ambito Urbano

Adeguamento delle infrastrutture viarie e ciclabili nel progetto di residenza universitaria Battiferro con particolare riferimento alle fasce di pertinenza ed agli attraversamenti pedonali

Andrea Simone e Franco Annunziata

Università di Bologna e Università di Cagliari

Fase 1 - Dall'8 Marzo al 4 Maggio 2020

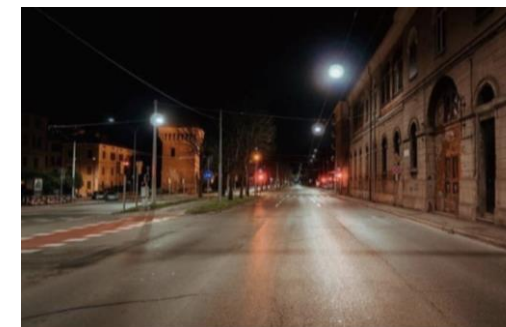
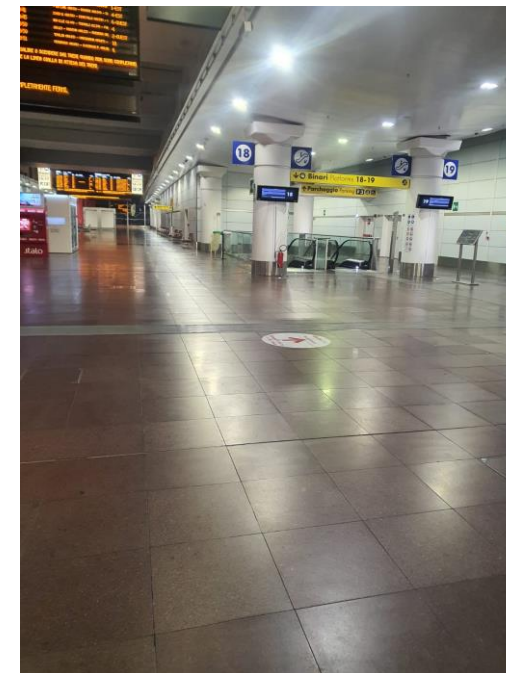
Lockdown

Una pausa è stata imposta alla vita urbana

Strade tranquille, cieli tersi, strade principali e parchi deserti, cinema, caffè e musei chiusi: una pausa nella frenesia di spesa e di lavoro così familiare a tutti noi.

La realtà del lockdown ha trasformato i luoghi che una volta conoscevamo in città fantasma.

Tutto ciò che sapevamo del nostro «ambito urbano» si è fermato bruscamente.



Fase 2 – dopo il 4 Maggio 2020

Post - Lockdown

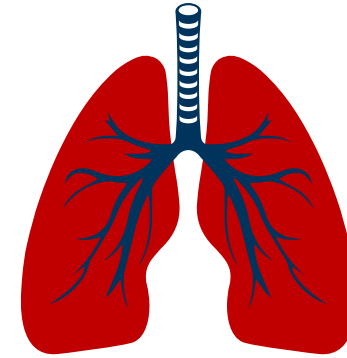
La *vita urbana* ricomincia a svolgersi secondo i ritmi familiari del lavoro, del tempo libero e dello shopping.

Dopo il coronavirus emerge una domanda chiave: **a cosa serve, in sostanza, una città?** Serve a perseguire la crescita, ad attrarre investimenti interni e competere contro i rivali globali?

Oppure si deve cercare di massimizzare la qualità della vita per tutti, costruire resilienza e sostenibilità a livello locale?

Questi due concetti non sempre si escludono a vicenda, ma occorre ritrovare un equilibrio

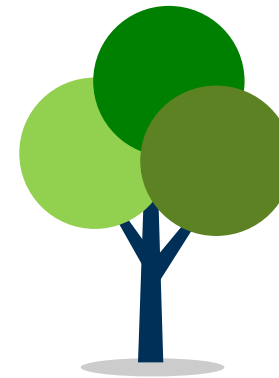
Al di là della politica e dell'ideologia, la maggior parte delle persone vuole semplicemente vivere in un ambiente sano e spostarsi in modo sicuro, soprattutto di fronte alle minacce future, siano esse legate al clima, alle condizioni meteorologiche o ai virus.



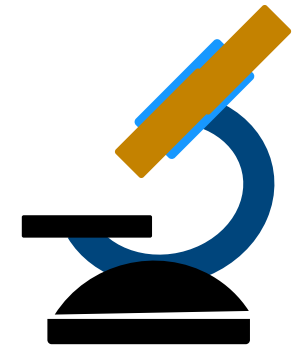
Qualità della vita



Crescita



Sostenibilità



Ricerca

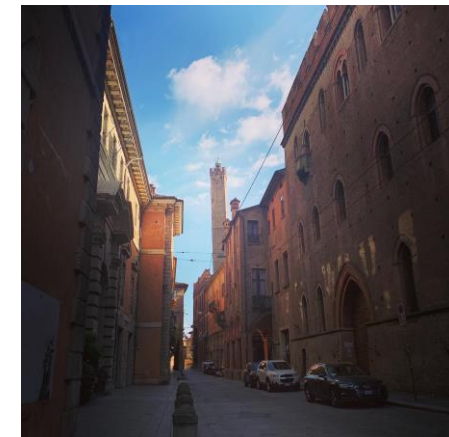
Fase 1 - Dall'8 Marzo al 4 Maggio 2020

Lockdown

Il lockdown ci ha coinvolto tutti in un **laboratorio «vivente» in scala reale** pieno di esempi di come potrebbe essere un futuro più sostenibile.

Le strade con meno auto hanno mostrato a tutti come sarebbero quartieri più vivibili e percorribili a piedi.

Servizi di mobilità e trasporti pubblici accessibili, convenienti e a zero emissioni di carbonio sono fondamentali per sostenere un futuro urbano meno dipendente dall'auto.





La bicicletta come soluzione di trasporto post-emergenza



Decreto legge: «Rilancio Italia» 19 Maggio 2020

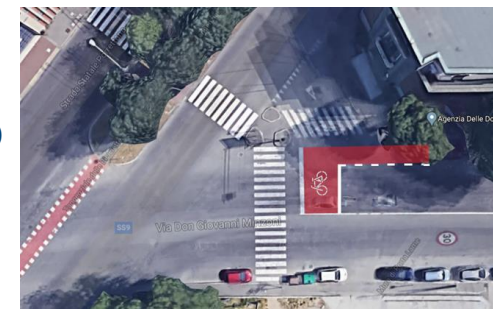


Bonus mobilità pari al 60% delle spese per acquisto bici, e-bike e monopattino elettrico (max 500 euro)

Novità nel Codice della Strada: (Nuove definizioni) case avanzate per la sosta e corsie ciclabili

Cambiamenti riguardanti il ruolo del Mobility Manager (scuole, aziende, associazioni, ecc.)

Misure di protezione per i pendolari che utilizzano la ferrovia ed i trasporti pubblici



Fase 2 – dopo il 4 Maggio 2020

**Decreto legge
19 Maggio 2020**

Italia: nuovi piani della mobilità sostenibile – piste ciclabili

Città	Km Piste ciclabili Fase 1	Km Piste ciclabili Fase 2
Milano	220	406
Bologna	248	969
Firenze	66	108
Napoli	21	184
Palermo	48	155
Bari	45	202



Fase 2 – dopo il 4 Maggio 2020

Post - Lockdown

Piani urbani della Mobilità Sostenibile – nuove piste e corsie ciclabili

Bologna 493 km (60% completate alla fine del 2020)

Milano: 35 km (22 km in assi principali)

Roma: 24,5 km (in fase di realizzazione)

In Italia l'80% degli spostamenti che avvengono in città sono di lunghezza inferiore ai 5 km ma ancora pochi utenti utilizzano la bici:

- Bolzano 30%
- Bologna 9%
- Milano 7%
- Roma 1%



MILANO

Progetto “Strade Aperte” – a partire dal 4 Maggio 2020



MILANO

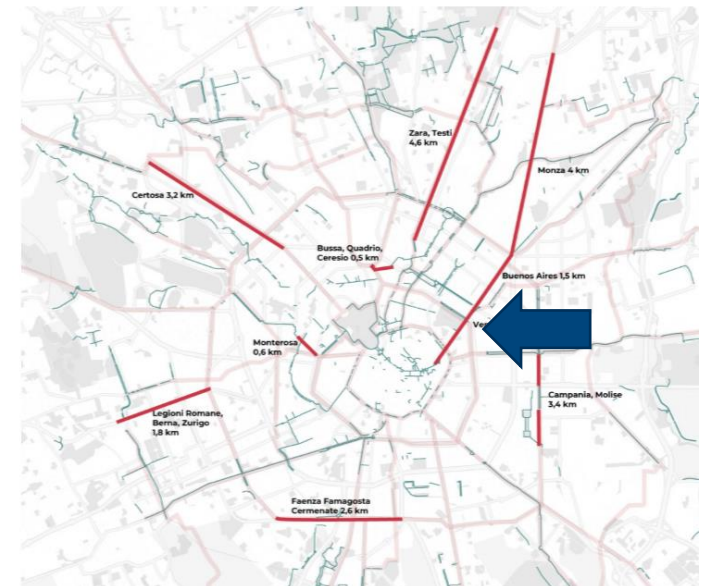
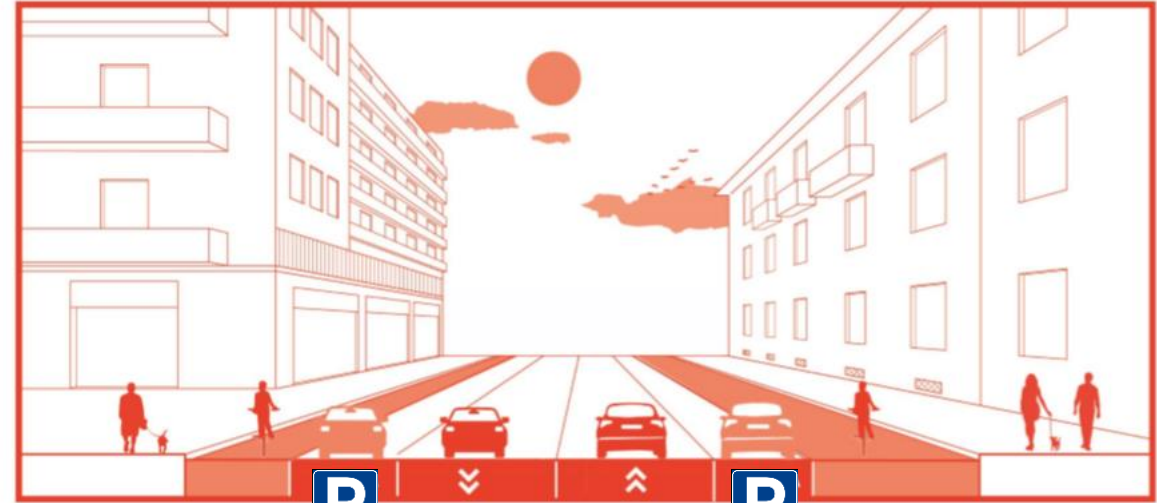
“Strade Aperte” 22,7 km di assi principali modificati con nuove “architetture”

Corso Venezia

Prima



Dopo



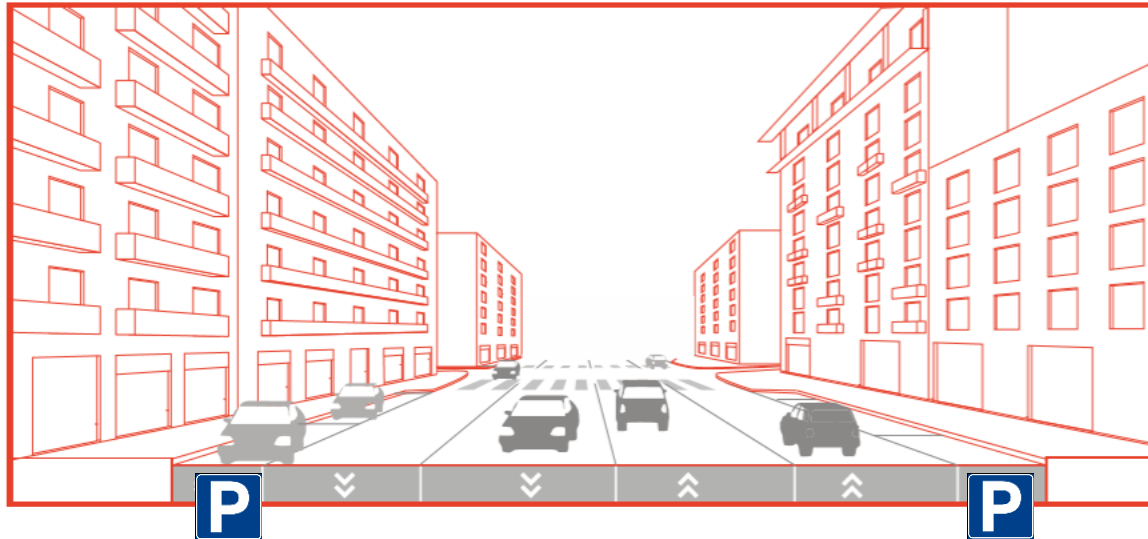
MILANO

“Strade Aperte”

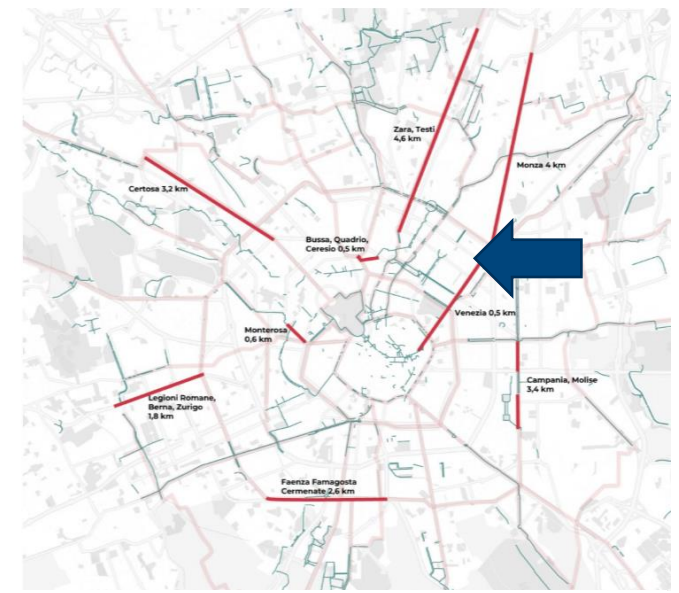
Corso Buenos Aires



Prima



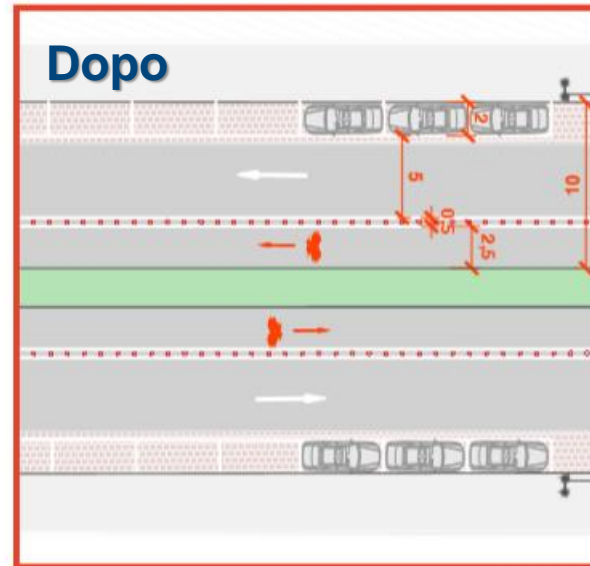
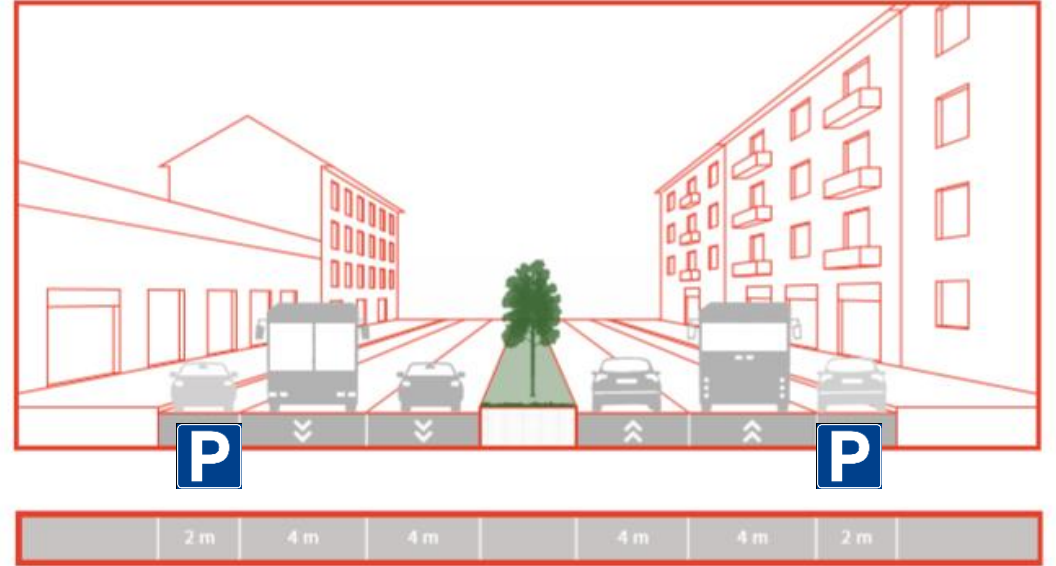
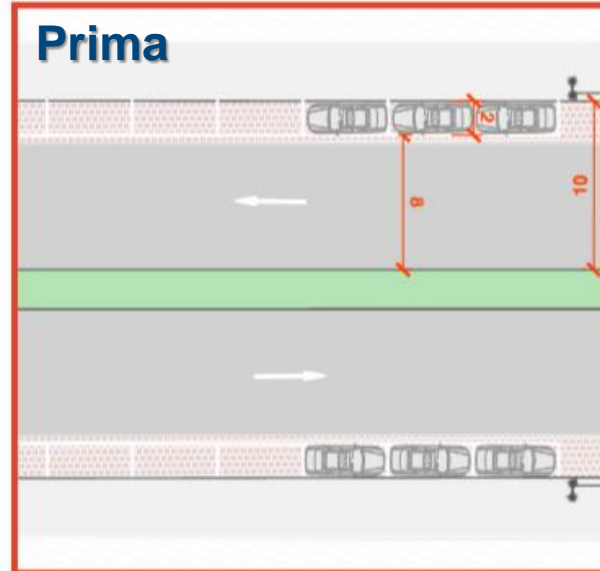
Dopo



MILANO

“Strade Aperte”

Viale Monza



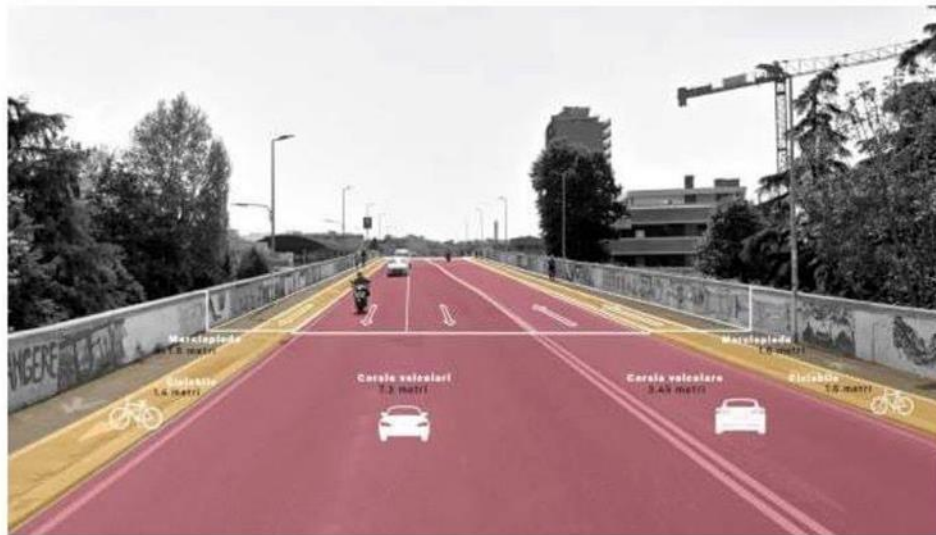
BOLOGNA

Via Stalingrado

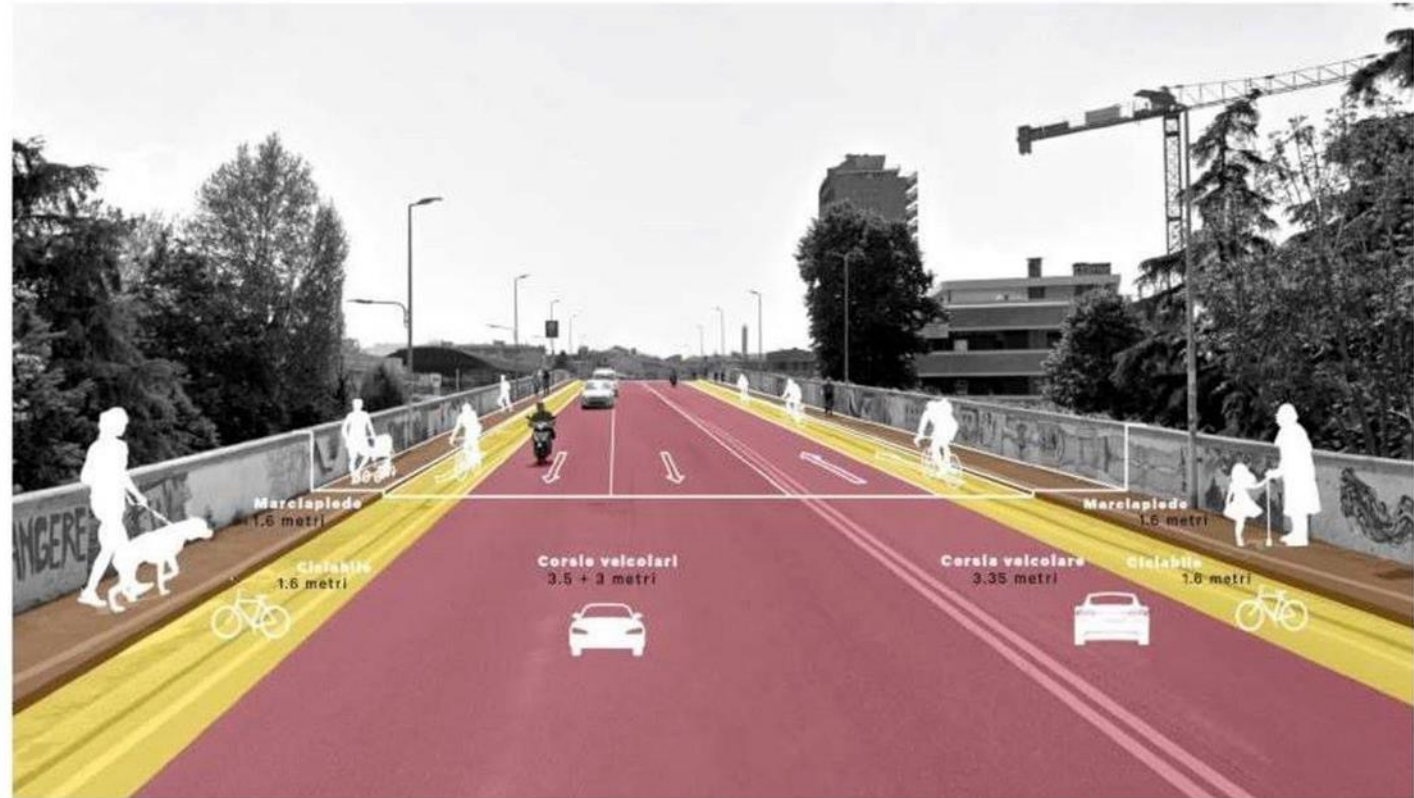


**STRADE
APERTE**
Bologna
C'È FAME DI SPAZIO

Strade aperte - "c'è fame di spazio"



Prima



Dopo

BOLOGNA

Via Saragozza



Prima



Dopo

BOLOGNA

Via Toscana



Prima

Dopo

BOLOGNA

Via Malvasia



Prima



Dopo

BOLOGNA

Ospedale Sant'Orsola



PADOVA



ROMA



TORINO



CONCLUSIONI – CREARE STRADE URBANE PIU' VIVIBILI

L'adattamento dell'ambiente viario urbano dopo la crisi sanitaria è stato uno stimolo per un **rinnovamento urbano radicale**.

Costruire infrastrutture per la mobilità «attiva» ha più senso che mai. Le biciclette sono una delle soluzioni migliori per spostarsi in ambito urbano.

Le infrastrutture pedonali e ciclabili possono svolgere un ruolo importante nel portare le persone in giro in modo efficace e anche a renderle più sane.

Spesso diamo per scontata la distribuzione dello spazio urbano. Ma le città hanno più spazio a disposizione per pedoni, ciclisti e trasporto pubblico di quanto potremmo pensare.



Inquadramento generale

È in fase di realizzazione il nuovo **Campus Navile**: uno spazio dedicato all'Università di Bologna situato a circa 2 km dal centro storico, lungo le sponde dell'omonimo corso d'acqua, destinato a diventare un **polo scientifico-didattico** di rilevanza internazionale per qualità e dimensioni

- destinato ad ospitare in totale circa 5000 persone tra studenti, docenti, ricercatori e tecnici
- nuovi spazi dedicati alle attività di didattica e di ricerca per le scuole di Chimica, Astronomia, Farmacia, Biotecnologie



Compendio in sponda ovest del Canale Navile

Obiettivo dello studio

Progetto di **riassetto viabilistico** del comprensorio in sponda ovest del Canale Navile, in previsione della prossima realizzazione di uno **studentato**, di aree ricreative e sportive annesse ad esso ed eventualmente della nuova sede del Dipartimento BiGeA.

In particolare:

- **adeguamento di Vicolo del Pellegrino**, strada interna al Campus che occorre rendere idonea a servire lo studentato in progetto, e che pertanto deve essere analizzata in termini di sezione stradale, illuminazione pubblica, raccolta acque;
- realizzazione **parcheggi pubblici**;
- progettazione della **ricucitura ciclabile e pedonale** tra i nuovi stabili e la rete esistente nel rispetto del PUMS del Comune di Bologna.



Normative di riferimento

Capitolato del Comune di Bologna

- Linee guida per la progettazione di interventi su strade, piazze ed infrastrutture ad esse connesse - Comune di Bologna, 2011 ←
- Regolamento Comunale del Verde Pubblico e Privato - Comune di Bologna, 2016

Corpus regionale e nazionale

- **D.M. 5 novembre 2001**: Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade ←
- **D.M. 19 aprile 2006**: Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali ←
- D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495: Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada
- D.M. 30 novembre 1999, n. 557: Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili
- D.M. - Ministero dei Lavori Pubblici 14 giugno 1989, n. 236: Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche



Struttura dello studio effettuato

Analisi dello stato di fatto

Studio del traffico

Analisi delle esigenze da soddisfare e dei vincoli esistenti



SOLUZIONE A

Più funzionale, più costosa e più impattante

SOLUZIONE B

Meno funzionale, meno costosa e meno impattante



Confronto tra le 2 soluzioni progettuali

- Analisi dei costi
- Studio delle emissioni inquinanti e dei consumi energetici

Analisi dello stato di fatto

Vicolo del Pellegrino: larghezza della carreggiata variabile tra 3 e 5 m, presenti segni di ormaimento, assenza di marciapiedi, sistema di pubblica illuminazione e impianto di raccolta acque.

Aspetto di particolare rilevanza: presenza di un'**alberatura tutelata** (una quercia secolare) a lato strada.



Analisi dello stato di fatto

Rete ciclopedonale: esistono attualmente vari percorsi lungo le sponde del Canale Navile, percorribili a piedi o in bicicletta, su sede esclusiva e protetta e perlopiù a fondo naturale, che rappresentano un riferimento iniziale da sfruttare per creare una rete integrata e facilmente fruibile



Sponda ovest del Navile



Sponda est del Navile

Studio del traffico

Dati di partenza: quantità di persone attratte dai vari poli del **comprensorio ovest del Campus Navile**

Coef. di ripartizione modale: stabiliti sulla base del questionario sulla mobilità studentesca GOTOUNIBO



Autobus non computati per assenza fermate

	motocic o	veic. pesante
coef. di omogeneizzazione	0,3	2,5

Spostamenti concentrati nell'ora di punta



Coef. di riempimento automobili = 1,5 px



Flusso medio orario = $0,2 \cdot (\text{traffico ora di punta})$

TGM = $(\text{traffico medio orario}) \cdot (12 \text{ ore})$



TGM = 1'405 veic. equiv. /giorno
veic.equiv. /anno

Traffico annuo = 358'275

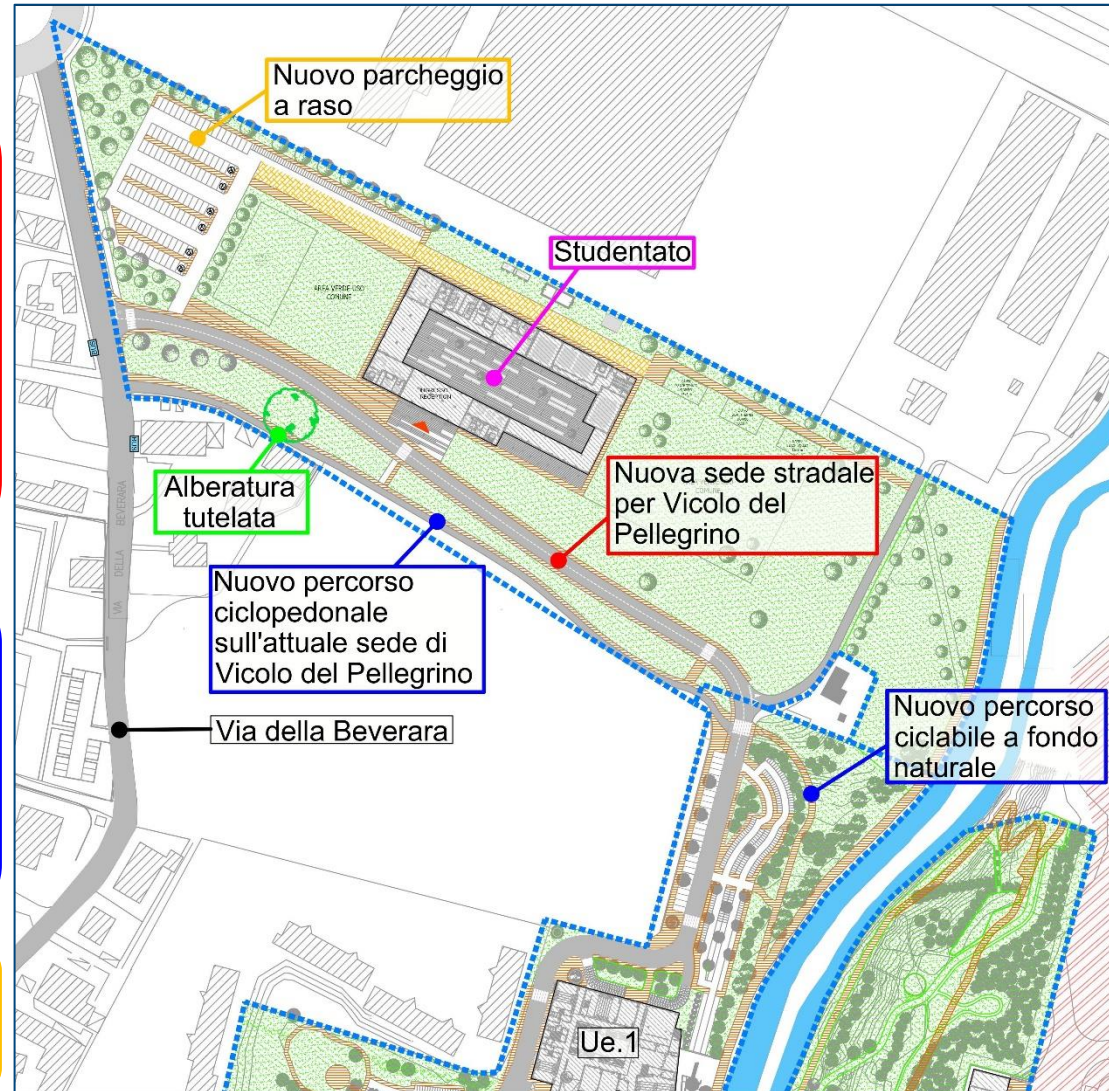
Stato di progetto: Soluzione A

Principali interventi previsti:

Realizzazione di una **nuova sede stradale** per Vicolo del Pellegrino transitante tra l'**alberatura tutelata** e lo **studentato** (strada di tipologia F2, lunghezza 308 m), comprensiva di marciapiedi, impianto di pubblica illuminazione, sistema di raccolta acque

Conversione dell'attuale sede di Vicolo del Pellegrino in un **percorso ciclopedonale** (280 m) e realizzazione di un **ulteriore tratto ciclabile** (110 m) a fondo naturale

Realizzazione di un **parcheggio a raso** (107 posti auto + 76 per motocicli)



Stato di progetto: Soluzione A

Nuova sede stradale	
Tipologia della strada (D.M. 05/11/2001)	F2 urbana
Velocità limite	30 km/h
Lunghezza del nuovo tratto stradale	308 m
Larghezza carreggiata	6,5 m
Larghezza marciapiede a lato strada (presente su entrambi i lati)	1,5 m
Pendenza trasversale di base	2,5%



Viene garantito il **rispetto delle distanze minime**:

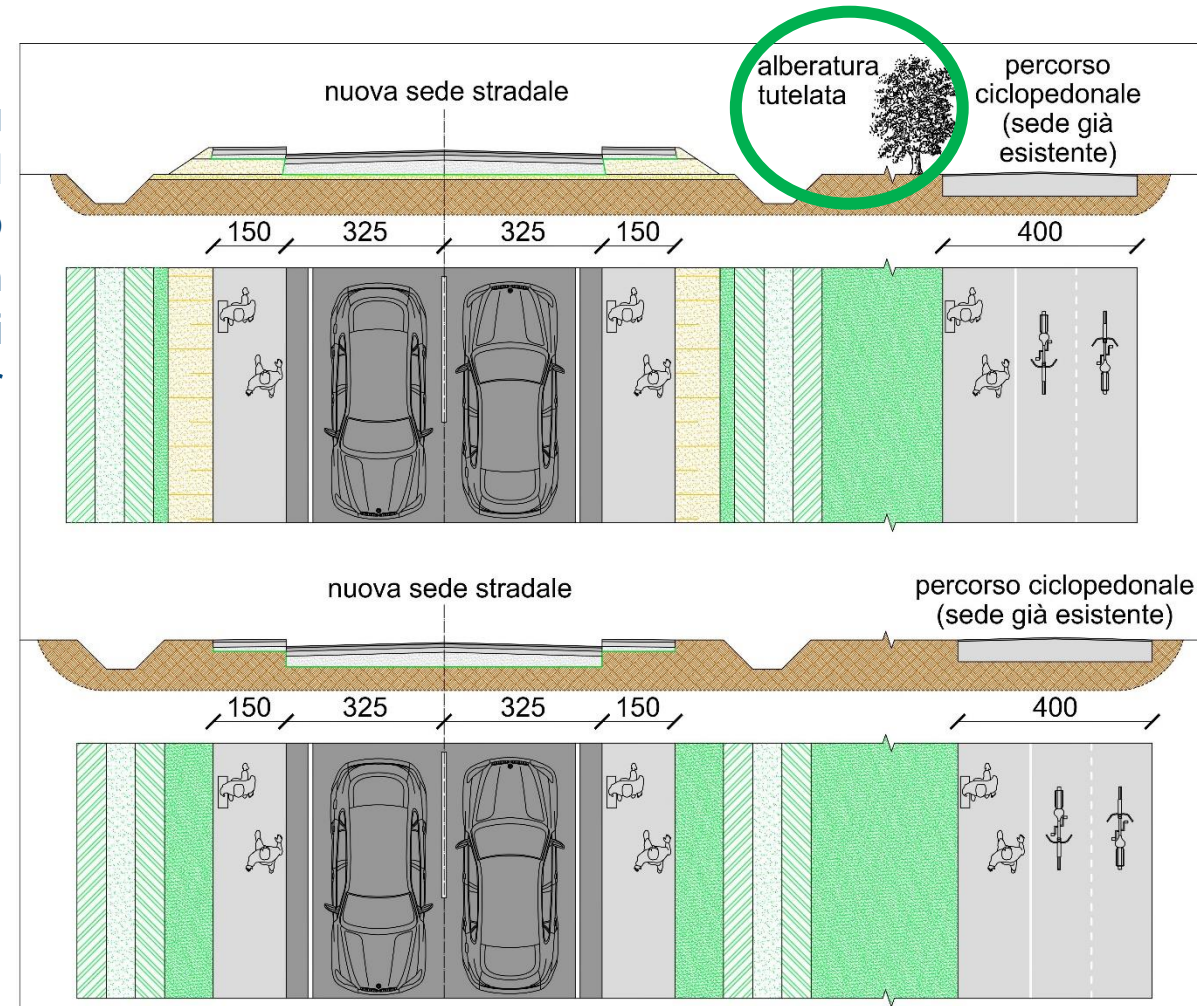
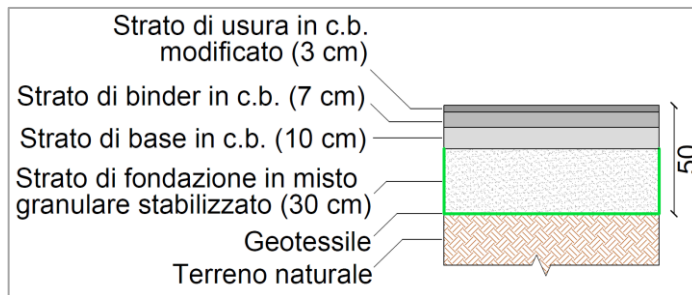
- 9 m tra la sede stradale e il tronco dell'alberatura tutelata (Regolamento del Verde di Bologna)
- 10 m tra il confine della carreggiata e lo studentato (Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada)

Stato di progetto: Soluzione A

Nuova sede stradale

Sono stati utilizzati quanti più accorgimenti possibili per evitare il rischio che i lavori di intervento danneggino l'**alberatura tutelata**: in prossimità della quercia si prevede un rilevato stradale per evitare di effettuare scavi.

Pavimentazione stradale



Stato di progetto: Soluzione B

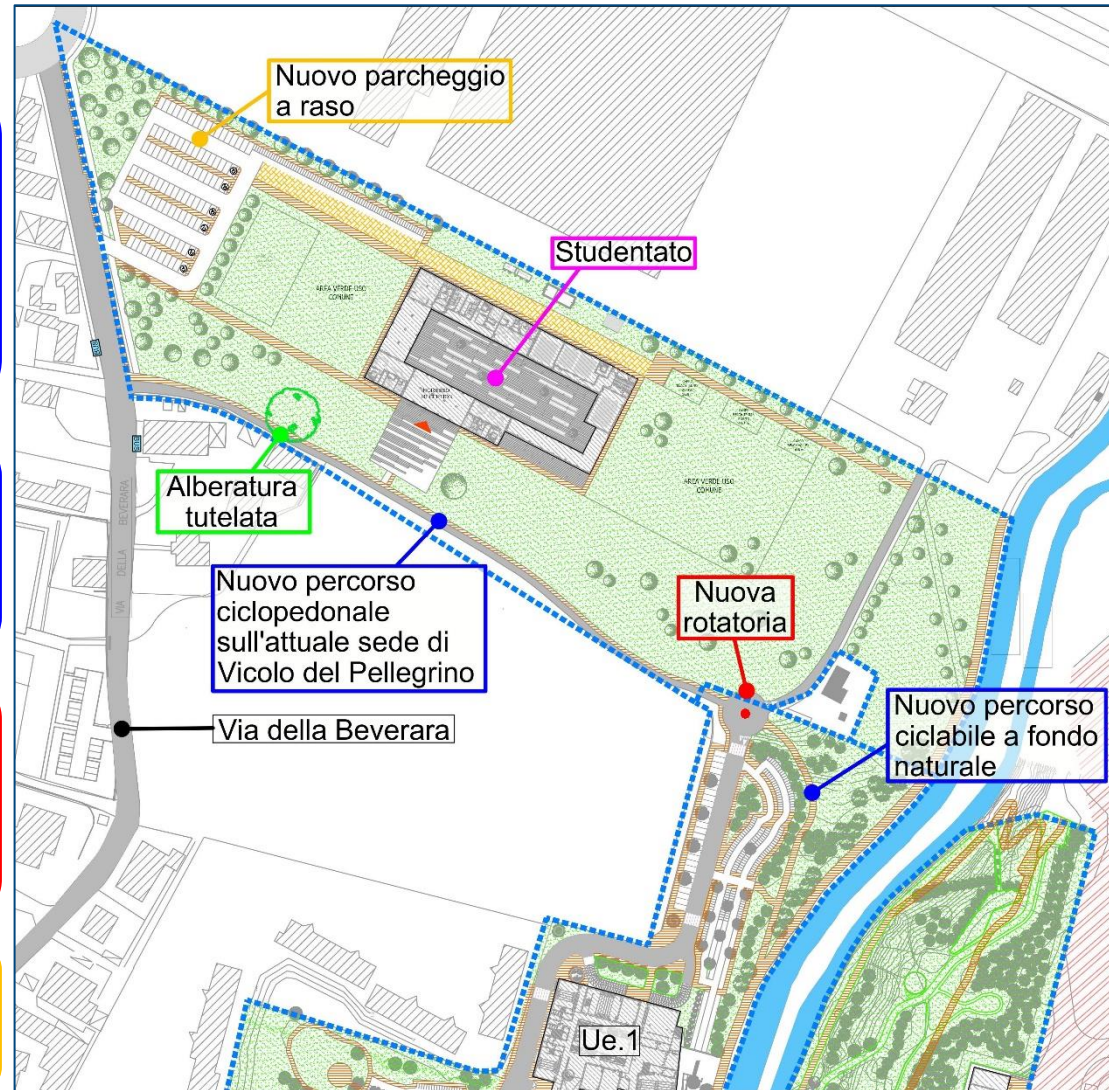
Principali interventi previsti:

Conversione dell'attuale sede di Vicolo del Pellegrino in un **percorso ciclopedonale** (280 m) e realizzazione di un **ulteriore tratto ciclabile** (110 m) a fondo naturale

Senza realizzare alcun nuovo tratto stradale: **principale differenza con la Sol.A**

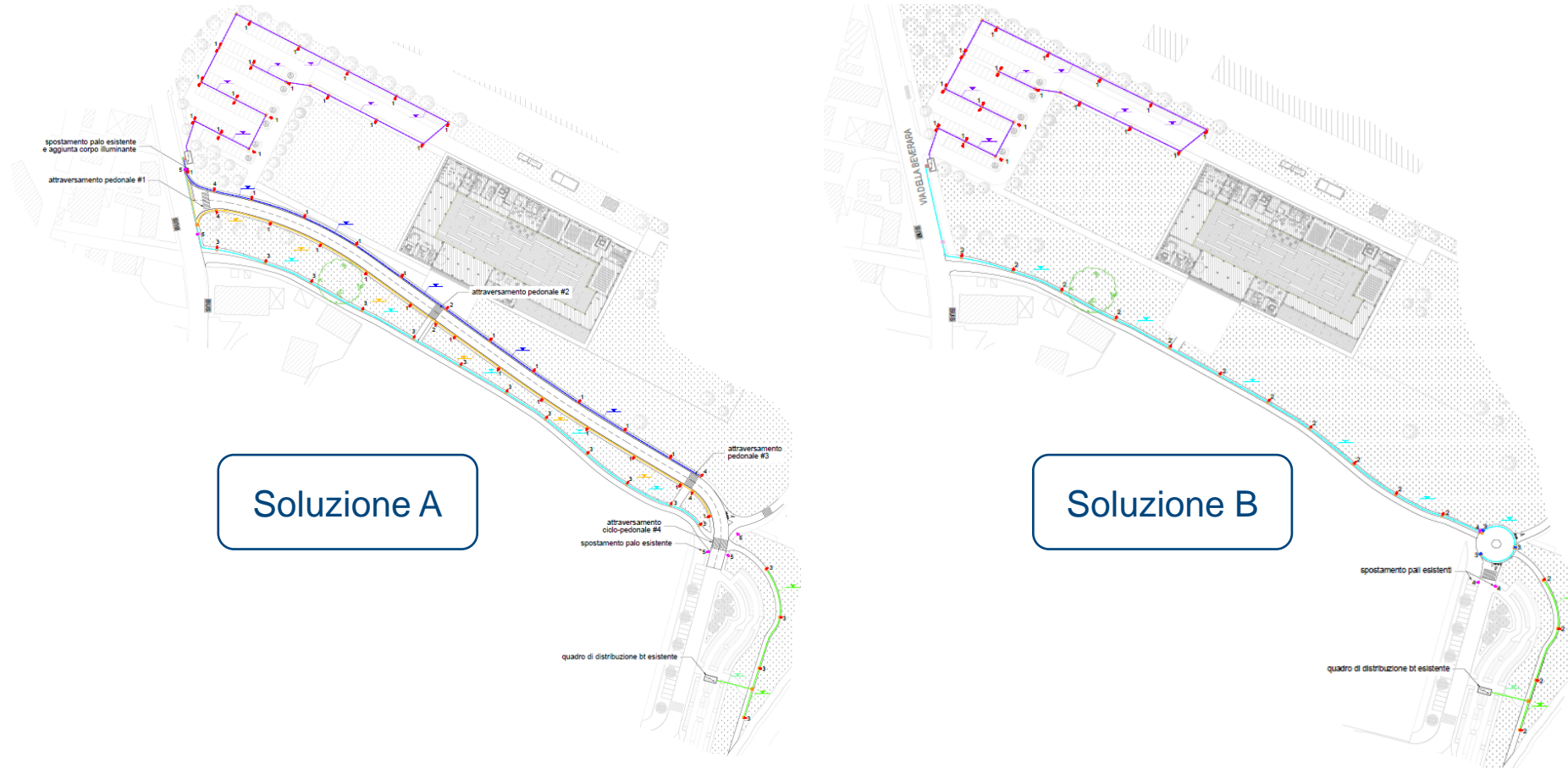
Realizzazione di una **mini rotatoria** in corrispondenza dell'intersezione tra l'attuale Vicolo del Pellegrino e la strada di recente costruzione

Realizzazione di un **parcheggio a raso** (107 posti auto + 76 per motocicli)



Impianto di pubblica illuminazione

Previsto per la nuova sede stradale, i percorsi ciclabili e pedonali e il parcheggio a raso



Apparecchi illuminanti: SCHREËDER AMPERA, conformi a quelli già presenti in altra zona del Campus

Analisi dei costi

Computo metrico estimativo: vengono considerati i costi di tutte le lavorazioni necessarie

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	I M P O R T I	
		TOTALE	incid. %
	Riepilogo Strutturale CATEGORIE		
M	LAVORI A MISURA euro	538'068,49	100,000
M:001	Strada e marciapiedi euro	232'493,57	43,209
M:001.001	Infrastrutture euro	136'272,25	25,326
M:001.002	Impianti tecnologici euro	87'757,96	16,310
M:001.003	Idraulica euro	8'463,36	1,573
M:002	Parcheggio euro	237'030,38	44,052
M:002.001	Infrastrutture euro	169'385,49	31,480
M:002.002	Impianti tecnologici euro	67'644,89	12,572
M:003	Percorso ciclopedonale principale euro	52'071,59	9,678
M:003.001	Infrastrutture euro	10'475,13	1,947
M:003.002	Impianti tecnologici euro	41'596,46	7,731
M:004	Percorso ciclabile secondario euro	16'472,95	3,061
M:004.001	Infrastrutture euro	2'816,36	0,523
M:004.002	Impianti tecnologici euro	13'656,59	2,538
	TOTALE euro	538'068,49	100,000

Soluzione A: 538'068,49 €

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	I M P O R T I	
		TOTALE	incid. %
	Riepilogo Strutturale CATEGORIE		
M	LAVORI A MISURA euro	337'156,31	100,000
M:001	Parcheggio euro	247'760,23	73,485
M:001.001	Infrastrutture euro	180'115,34	53,422
M:001.002	Impianti tecnologici euro	67'644,89	20,063
M:002	Percorso ciclopedonale principale euro	47'154,34	13,986
M:002.001	Infrastrutture euro	10'475,13	3,107
M:002.002	Impianti tecnologici euro	36'679,21	10,879
M:003	Rotatoria euro	25'768,79	7,643
M:003.001	Infrastrutture euro	12'793,23	3,794
M:003.002	Impianti tecnologici euro	12'975,56	3,849
M:004	Percorso ciclabile secondario euro	16'472,95	4,886
M:004.001	Infrastrutture euro	2'816,36	0,835
M:004.002	Impianti tecnologici euro	13'656,59	4,051
	TOTALE euro	337'156,31	100,000

Soluzione B: 337'156,31 €

Analisi dei costi

Quadro economico generale: vengono considerate anche le voci di spesa accessorie (oneri per la sicurezza, IVA, spese tecniche, imprevisti, eventuali perizie geologiche e collaudi, commissioni)

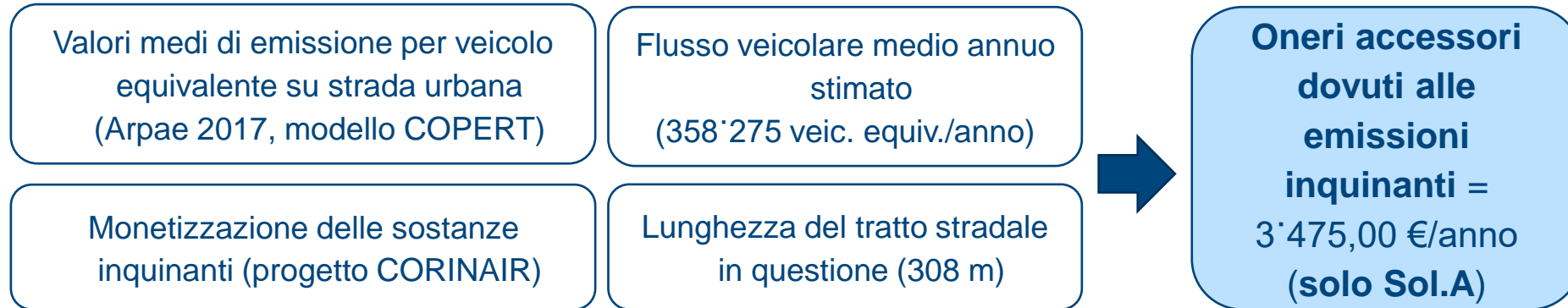
QUADRO TECNICO ECONOMICO DI SPESA LAVORI DI NUOVA URBANIZZAZIONE COMPARTO NAVILE - COMUNE DI BOLOGNA (BO) SOLUZIONE A - CON NUOVA STRADA			TECNICO ECONOMICO DI SPESA IONE COMPARTO NAVILE - COMUNE DI BOLOGNA (BO) SOLUZIONE B				
A. LAVORI	A. Importo dei Lavori						
	A.1	Importo dei lavori a base d'asta					
		Importo lavori a corpo e/o misura soggetti a ribasso:					
	1	Strada e marciapiedi	€ 232.493,57			€ 247.760,23	
	2	Parcheggio	€ 237.030,38			€ 47.154,34	
	3	Percorso ciclopedonale principale	€ 52.071,59			€ 25.768,79	
	4	Percorso ciclabile secondario	€ 16.513,59			€ 16.472,95	
	Importo lavori in economia						
	A.2	Oneri speciali per la sicurezza non soggetti a ribasso	€ 13.452,73			€ 8.428,91	
	Totale importo dei lavori (A.1+A.2)		€ 551.561,86			€ 345.585,22	
B. SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE	B. Somme a disposizione dell'Amministrazione						
	B.1	Rilievi, accertamenti e indagini (geologiche, ecc.), IVA compresa	€ 4.000,00			€ 4.000,00	
	B.2	Allacciamenti a pubblici servizi e risoluzione interferenze	€ 6.000,00			€ 6.000,00	
	B.3	Lavori in economia esclusi dall'appalto ed arrotondamento (IVA compresa)	€ 44.953,86			€ 31.827,00	
	B.4	Espropri, acquisizioni aree o immobili	-----			-----	
	B.5	Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto, collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici:					
		a	Accertamenti tecnici, prove di laboratorio, oneri a carico del committente per prove di carico in fase di collaudo (IVA compresa)	€ 10.000,00			€ 10.000,00
		b	Certificato di regolare esecuzione ad opera della DL	-----			-----
	B.6	Contributo ANAC - Attuazione dell'art. 1, commi 65 e 67, della Legge 23 dicembre 2005, n. 266, per l'anno 2020	€ 750,00			€ 750,00	
	B.7	I.V.A. su lavori 10%	€ 55.156,19			€ 34.558,52	
	B.8	Imprevisti di cui all'art.42 co.3 d.P.R. 207/2010 (5% su lavori)	€ 27.578,09			€ 17.279,26	
	Totale somme a disposizione (da B1 a B.8)		€ 148.438,14			€ 104.414,78	
C. TOTALE COMPLESSIVO INTERVENTO (A+B)			€ 700.000,00			€ 450.000,00	

Soluzione A: 700'000 €

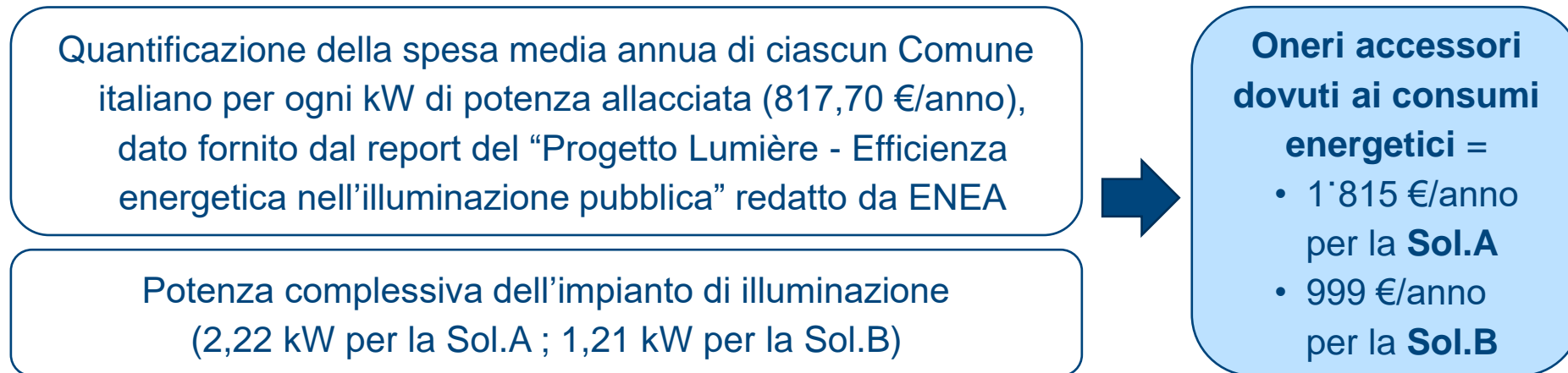
Soluzione B: 450'000 €

Emissioni inquinanti e costi energetici

Calcolo delle emissioni inquinanti dovute al nuovo tratto stradale previsto dalla soluzione A:



Calcolo dei costi energetici dovuti al consumo di energia elettrica per alimentare l'impianto di pubblica illuminazione:



Conclusioni

	Soluzione A	Soluzione B
Tipologia nuova strada (D.M. 05/11/2001)	F2 urbana (lunghezza 308 m)	Nessuna
Importo dei lavori (dal computo metrico estimativo)	538.068,49 €	337.156,31 €
Spesa complessiva (dal quadro economico)	700.000 €	450.000 €
Costi dovuti ad emissioni inquinanti e consumi energetici	7'050 €/anno	989,42 €/anno

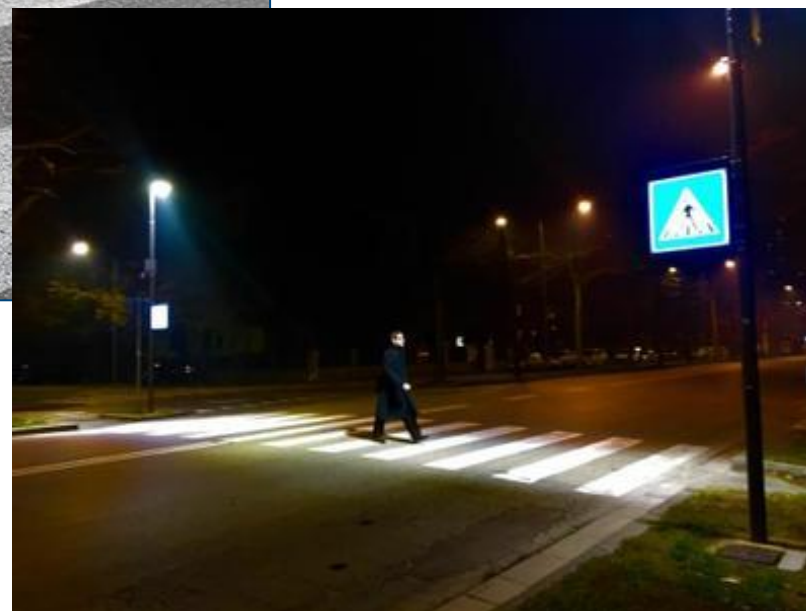
Soluzione A:

- ✓ più funzionale
- ✓ permette di realizzare nuove infrastrutture mantenendo quelle esistenti
- ✓ maggiore accessibilità del comparto
- ✓ non sono necessarie modifiche alla viabilità

Soluzione B:

- ✓ consente di evitare gli aspetti progettuali più critici della soluzione A
- ✓ minori costi di intervento
- ✓ minori consumi energetici ed emissioni inquinanti
- ✓ minore occupazione di suolo

Sicurezza
Attraversamenti pedonali



Attraversamenti Pedonali

Caso 1 – Illuminazione smart



Attraversamenti Pedonali Impianto look at me

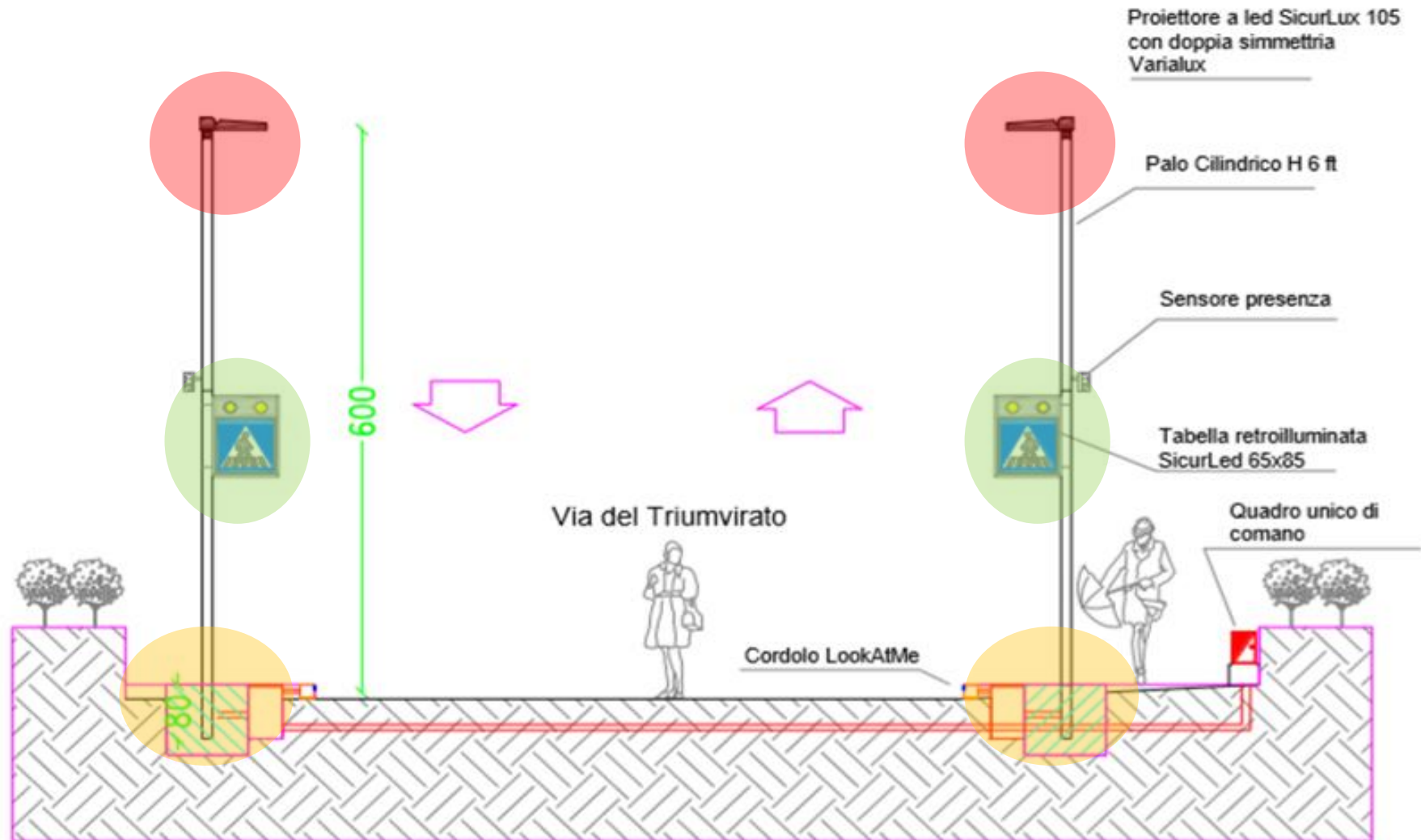


Attraversamenti Pedonali Sicur Led e Sicur Lux



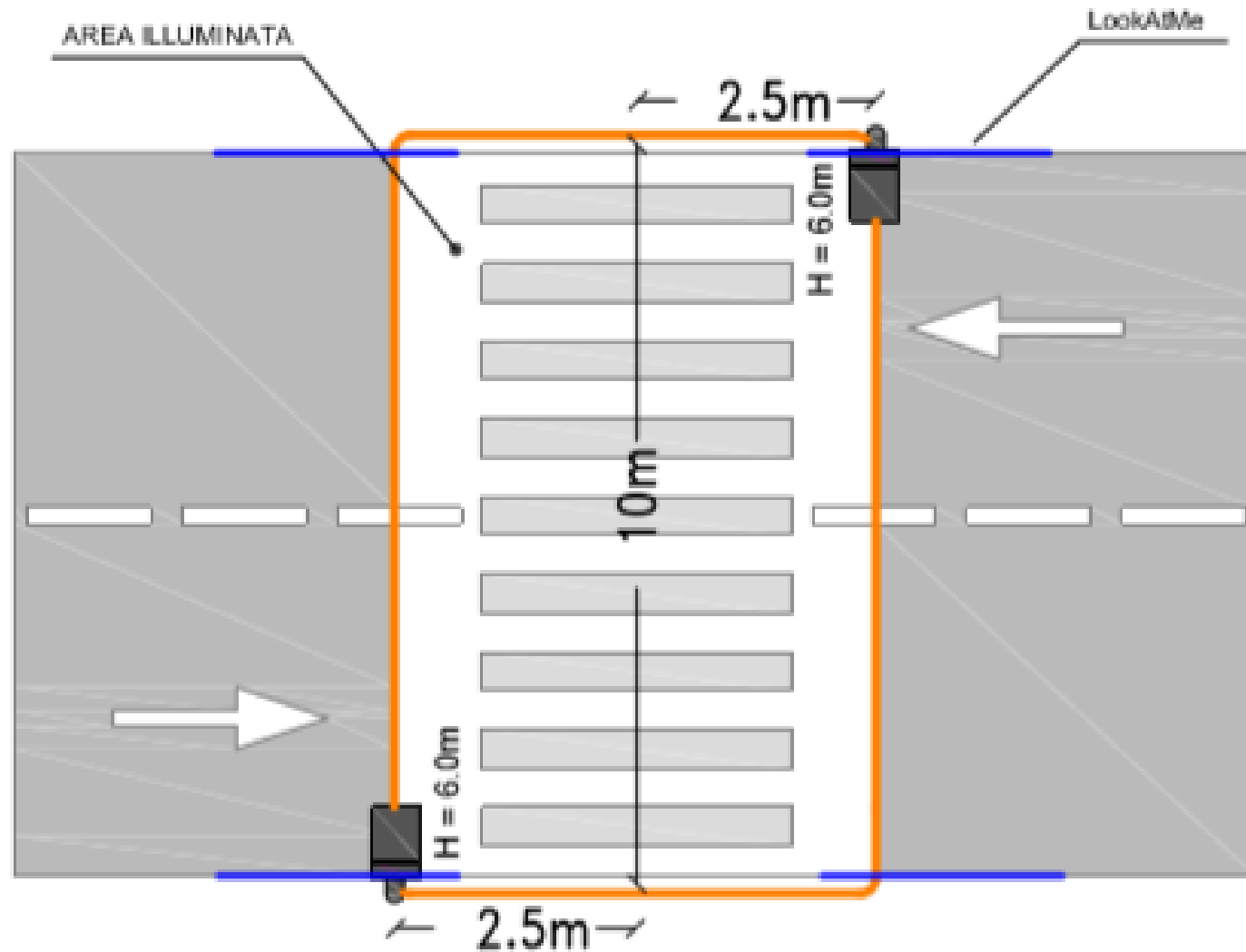
Attraversamenti Pedonali

Dispositivi di illuminazione

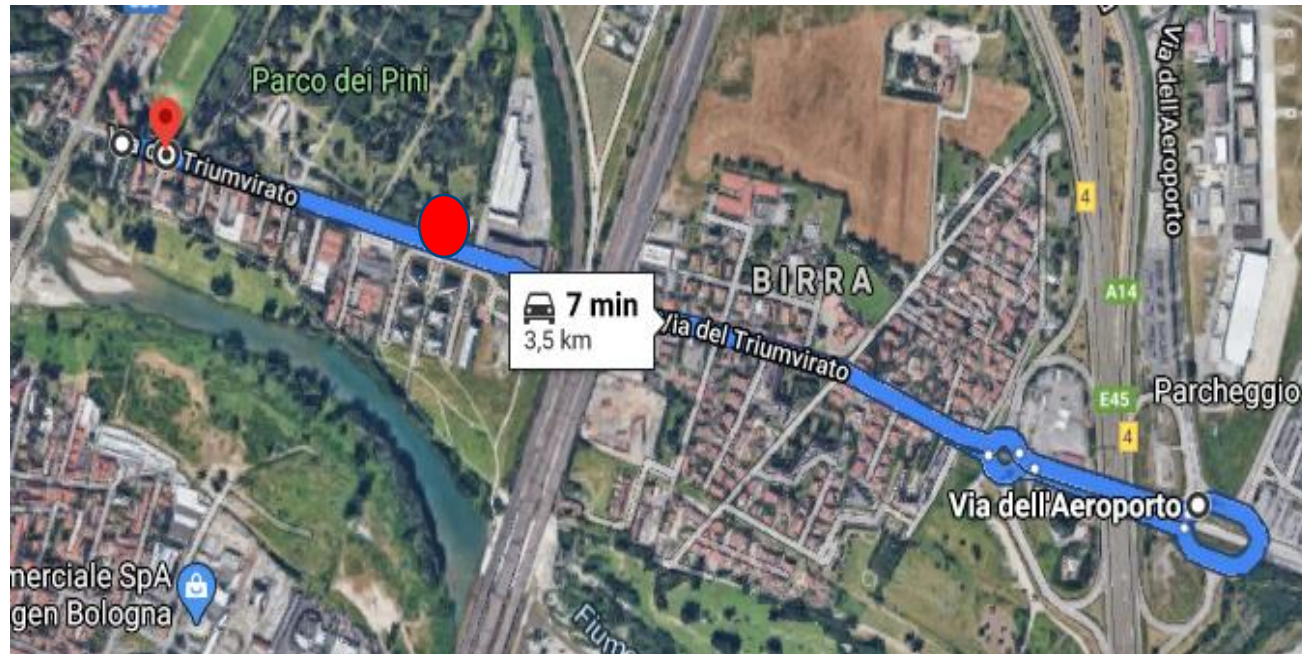


Attraversamenti Pedonali

Dispositivi di illuminazione

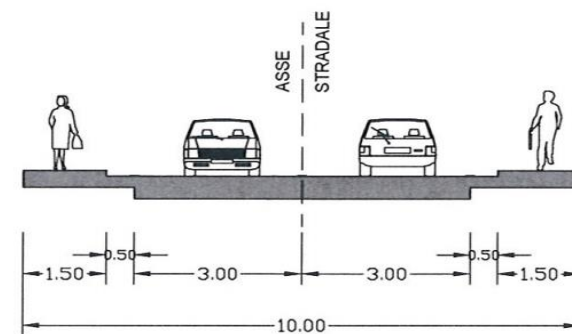


Attraversamento Triunvirato Area di indagine



Via del Triunvirato, Bologna

- Strada di quartiere
 - Velocità di progetto 60-40 Km/h
 - Limite di velocità 50 Km/h



Attraversamento Triunvirato

Condizioni di prove

Le prove sono state eseguite in orario serale (dalle ore 18 fino alle 23 circa) in assenza di luce diurna.

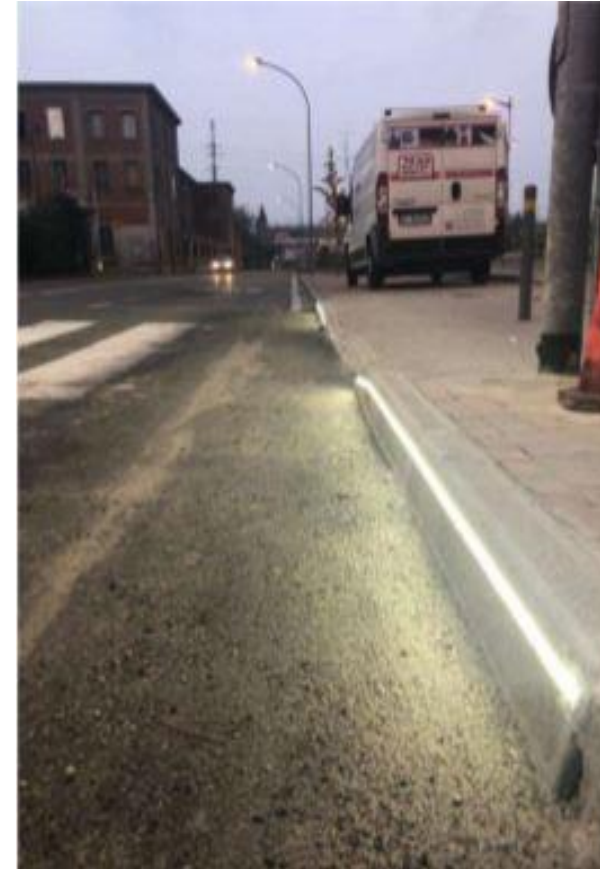


CONDIZIONE 1:
Illuminazione aumentata



CONDIZIONE 2:

- Illuminazione dedicata
- Segnale pedonale lampeggiante
- cordolo lampeggiante.



Mobile Eye E Analisi del comportamento

SD Card



DTU Battery

Display/Transmit Unit (DTU)



Power Switch

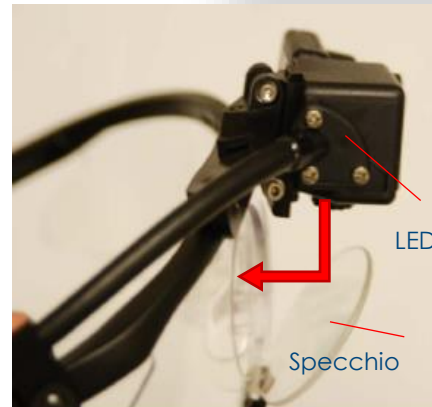
PWR Indicator

Power Switch

- **Frequenze relative**
- **numero di frame**
(1 frame = 0,03 secondi)



Mobile Eye PC



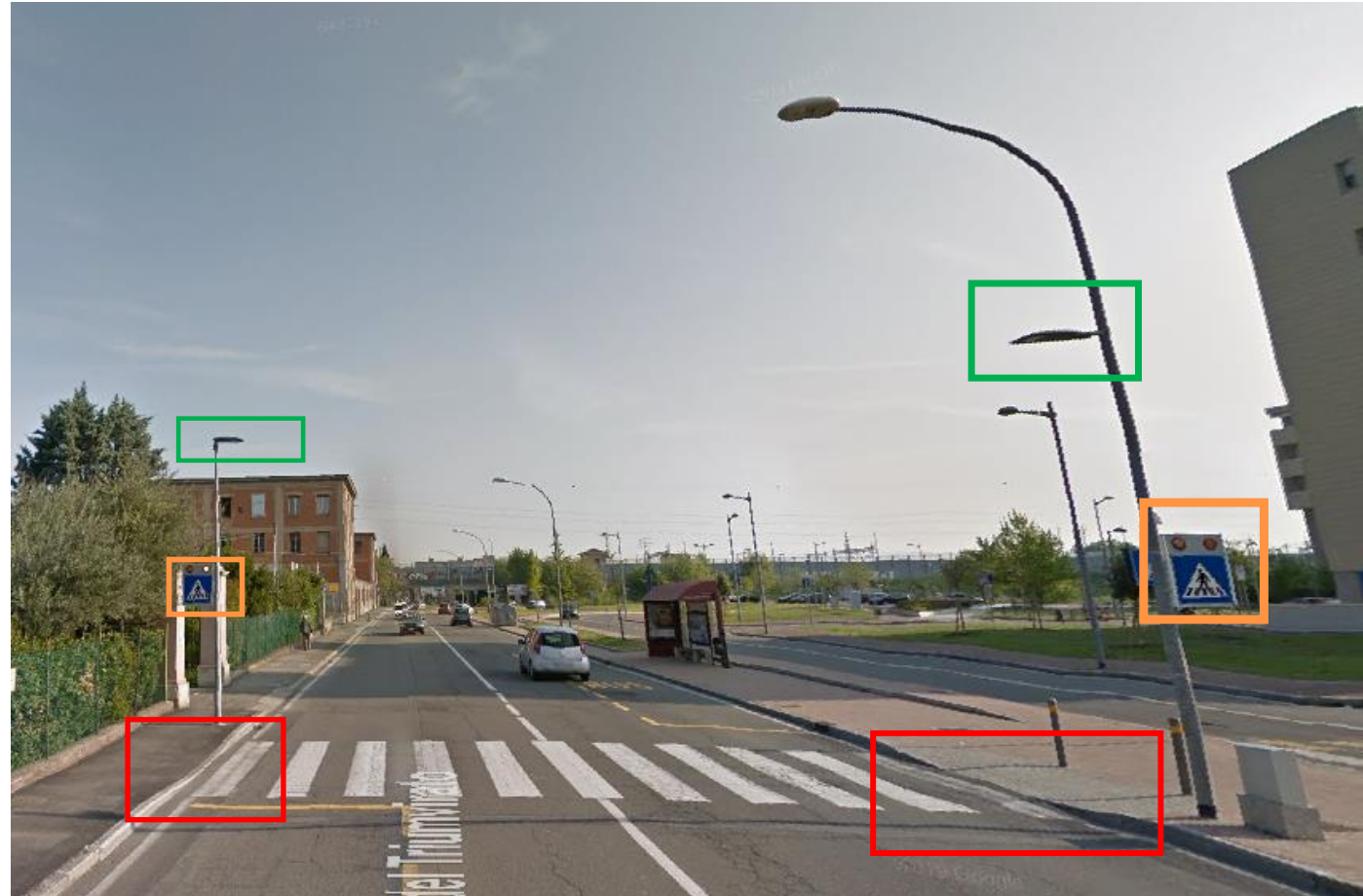
Attraversamento Triunvirato

Visualizzazione degli elementi

Cordolo
LED

Segnale
pedonale
retroilluminato a
LED con
impianto
lampeggiante

Proiettore
a LED
SicurLux
105

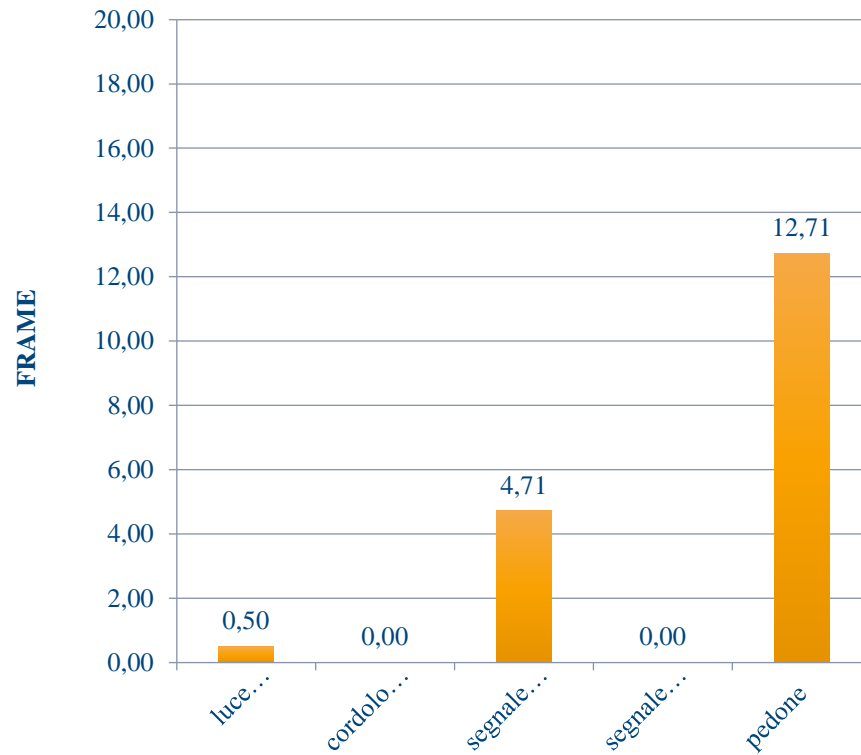


Attraversamento Triunvirato

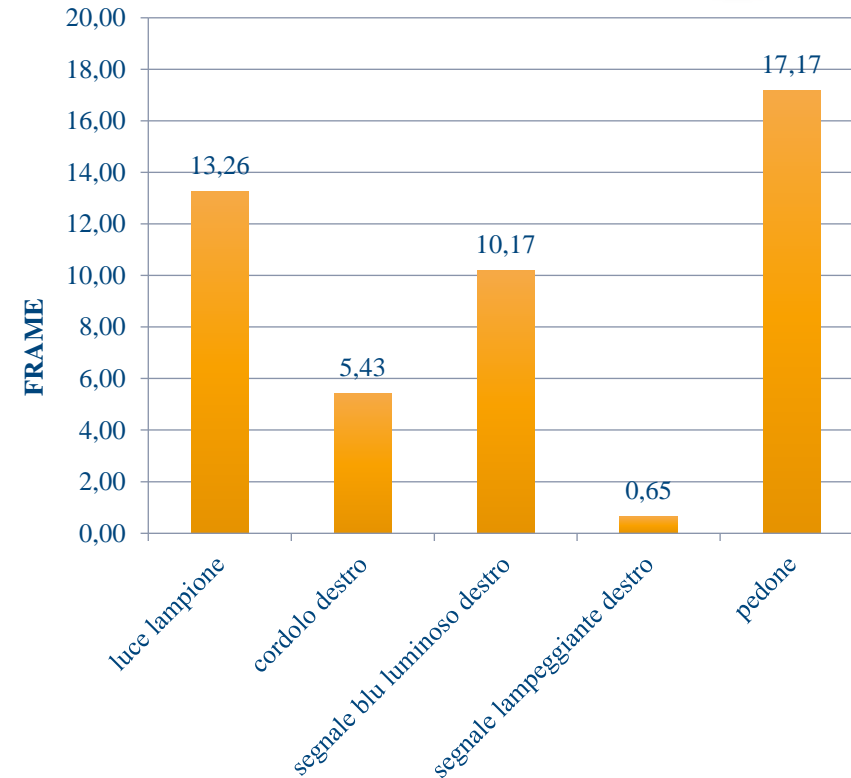
Visualizzazione degli elementi



CONDIZIONE 1



CONDIZIONE 2



Attraversamento Triunvirato

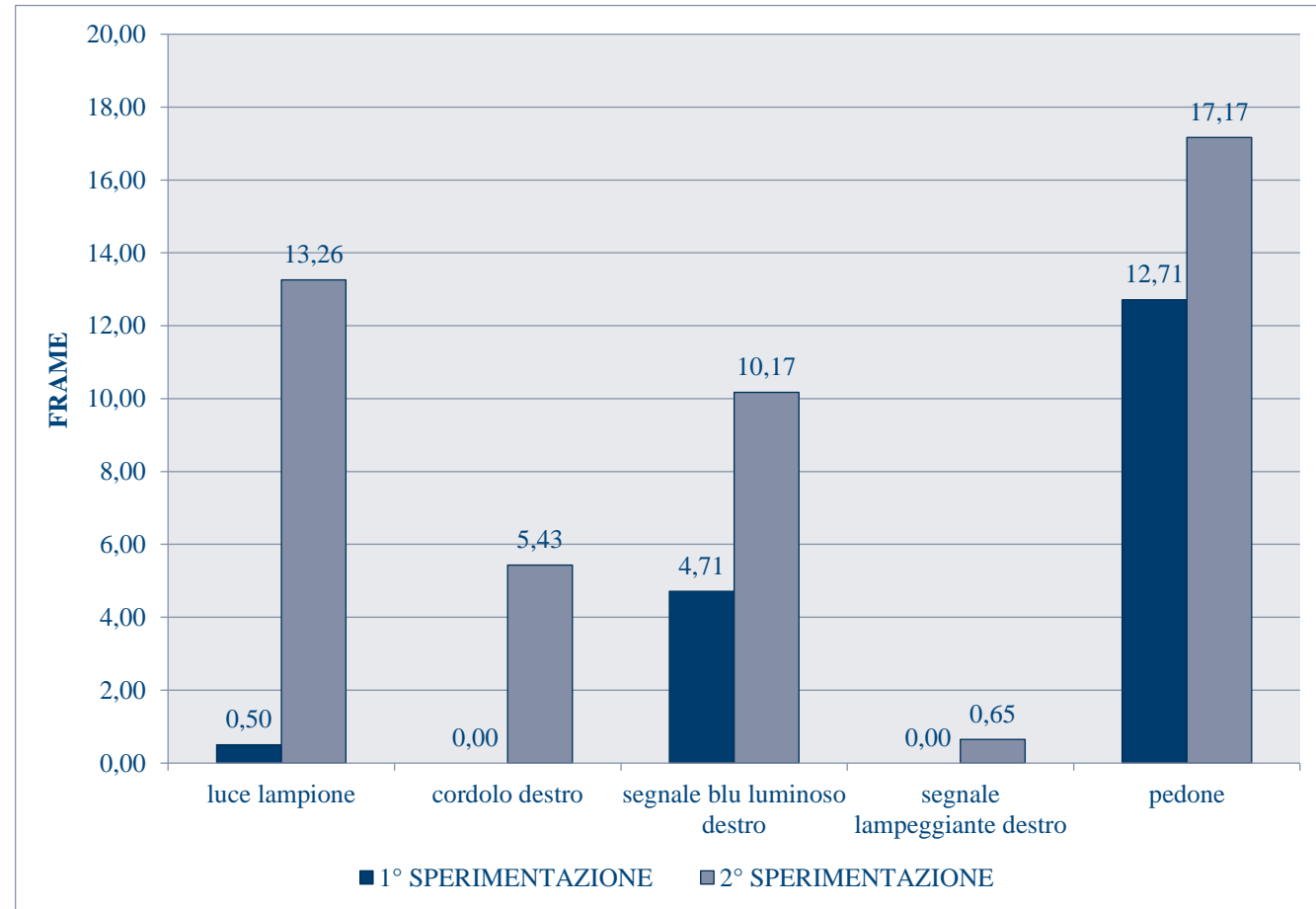
Visualizzazione degli elementi



CONDIZIONE 1



CONDIZIONE 2



Attraversamento Triunvirato

Monitoraggio del comportamento



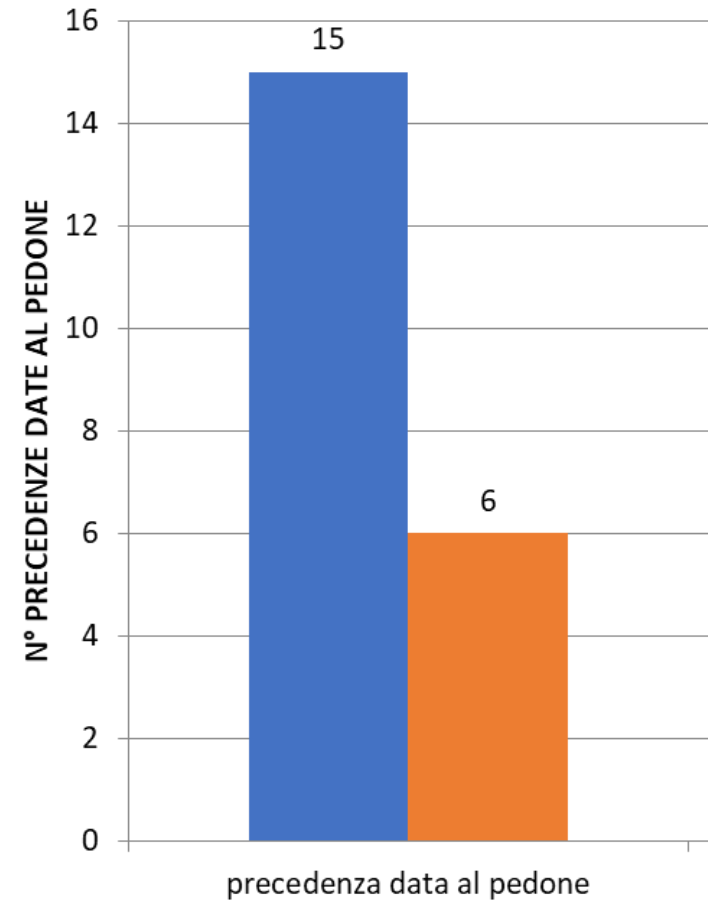
60%

CONDIZIONE 1 (6/10)



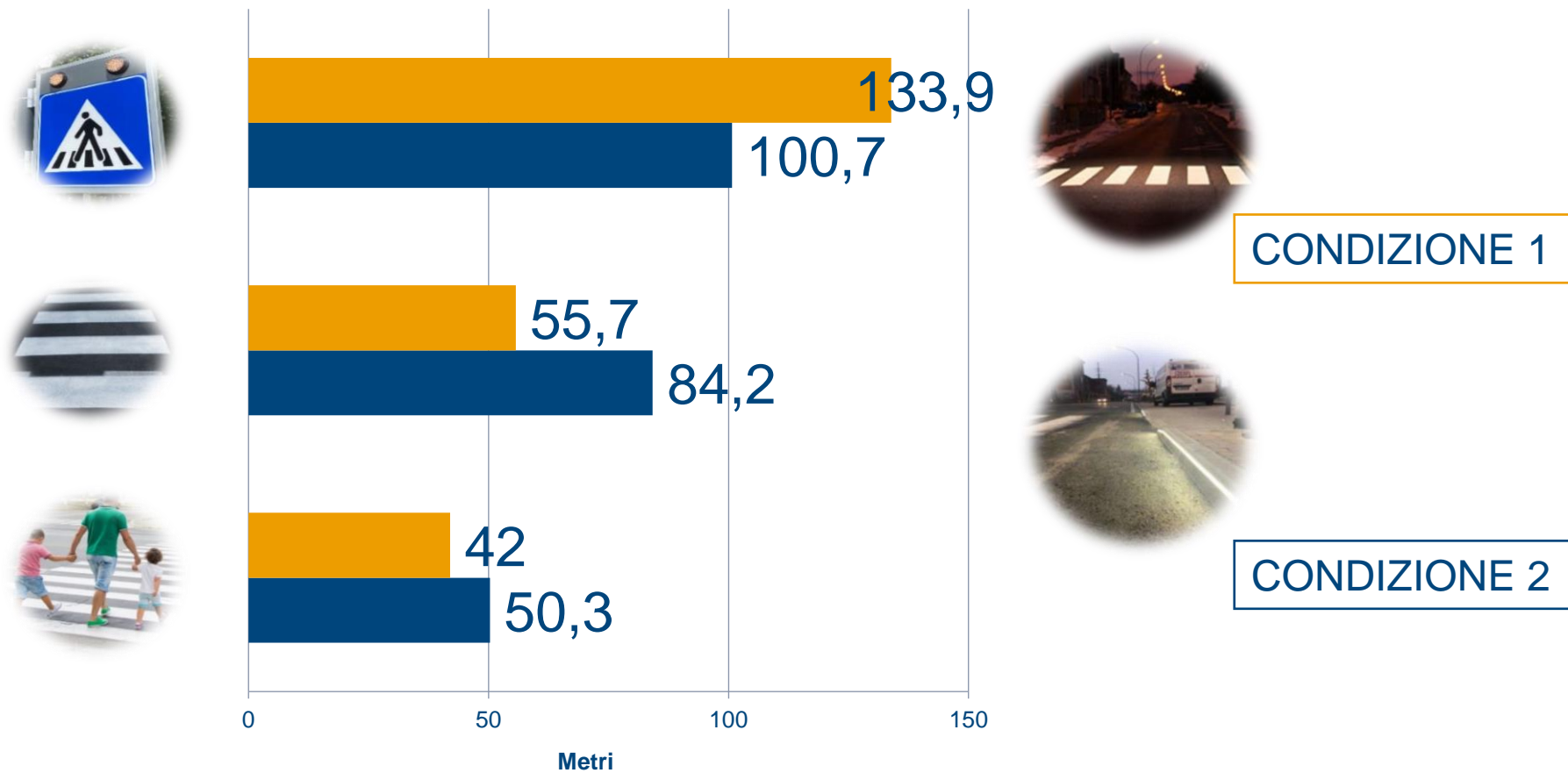
88%

CONDIZIONE 2 (15/17)



Attraversamento Triunvirato

Monitoraggio del comportamento



Attraversamento Triumvirato

Distanza di frenatura



CONDIZIONE 1



CONDIZIONE 2



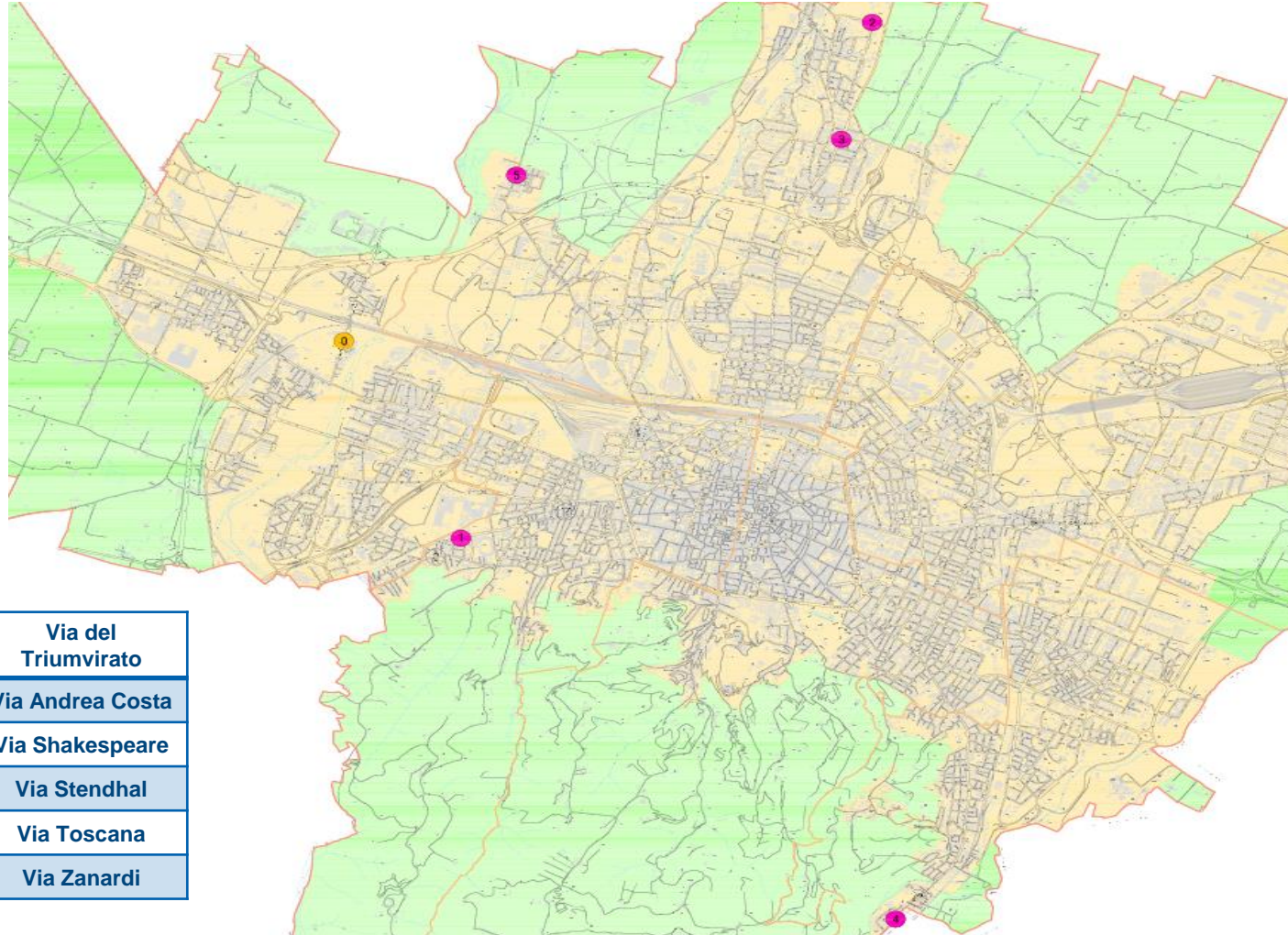
36,51

85,23

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90
metri

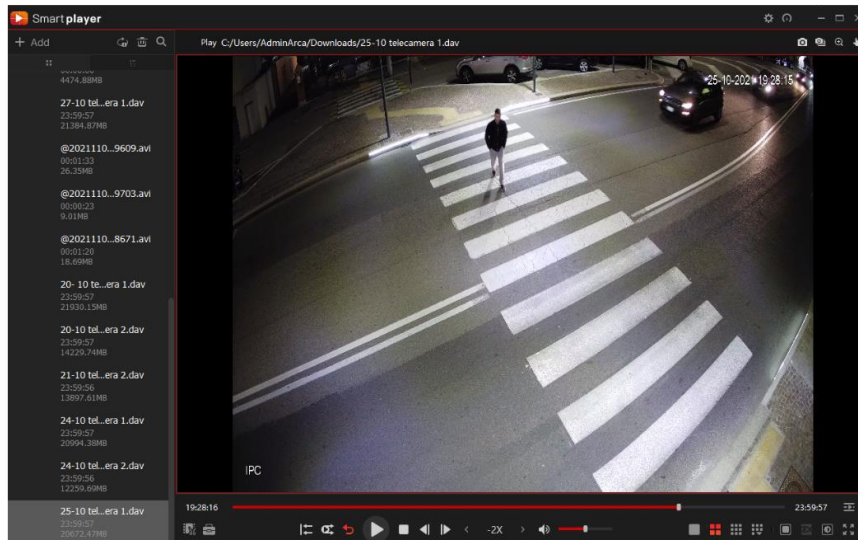
Attraversamenti Pedonali

Caso 2 - Monitoraggio naturalistico



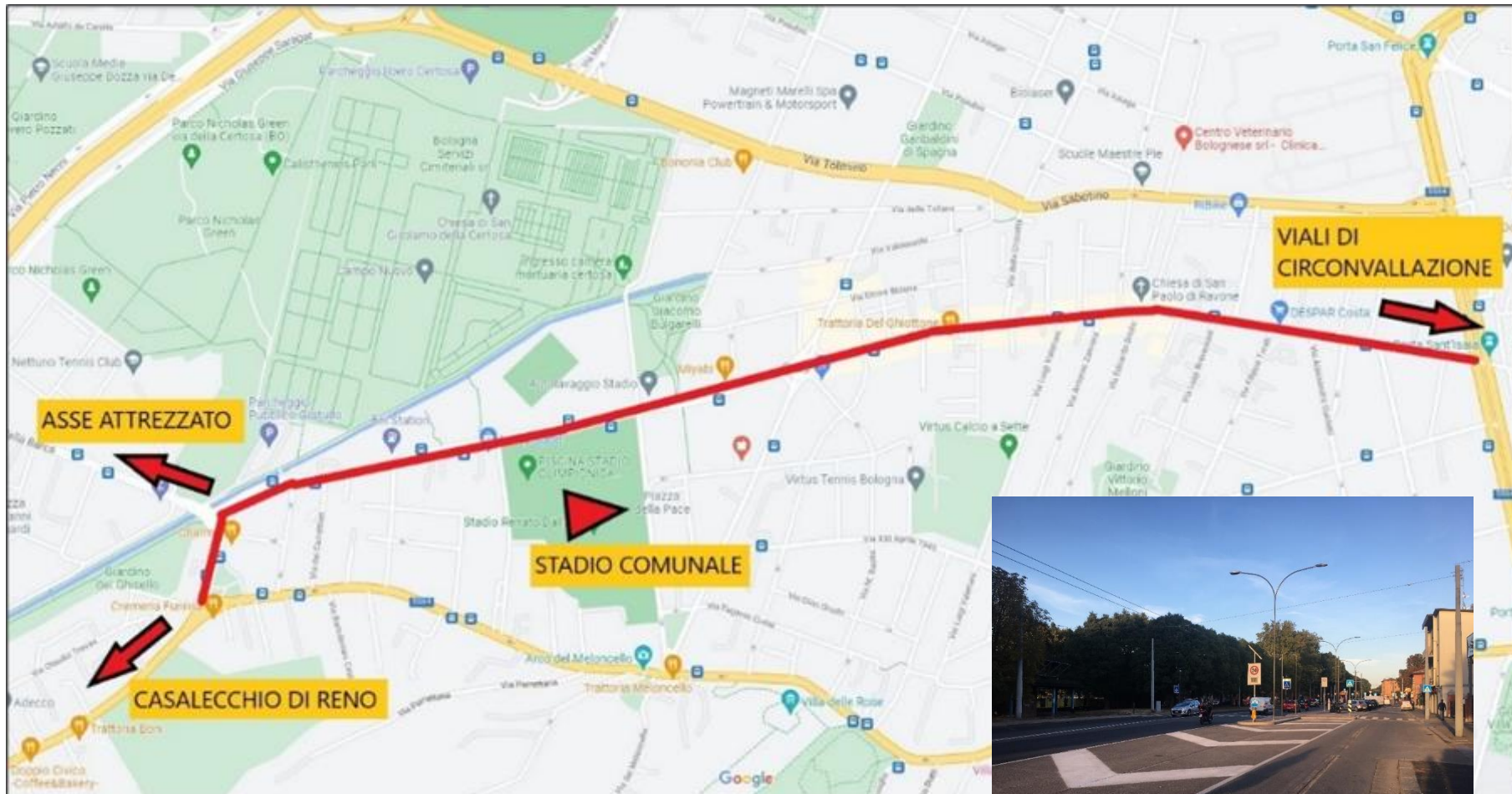
Attraversamento Andrea Costa

Sistema di monitoraggio



Attraversamento Andrea Costa

Caso di studio



Attraversamento Andrea Costa Caso di studio



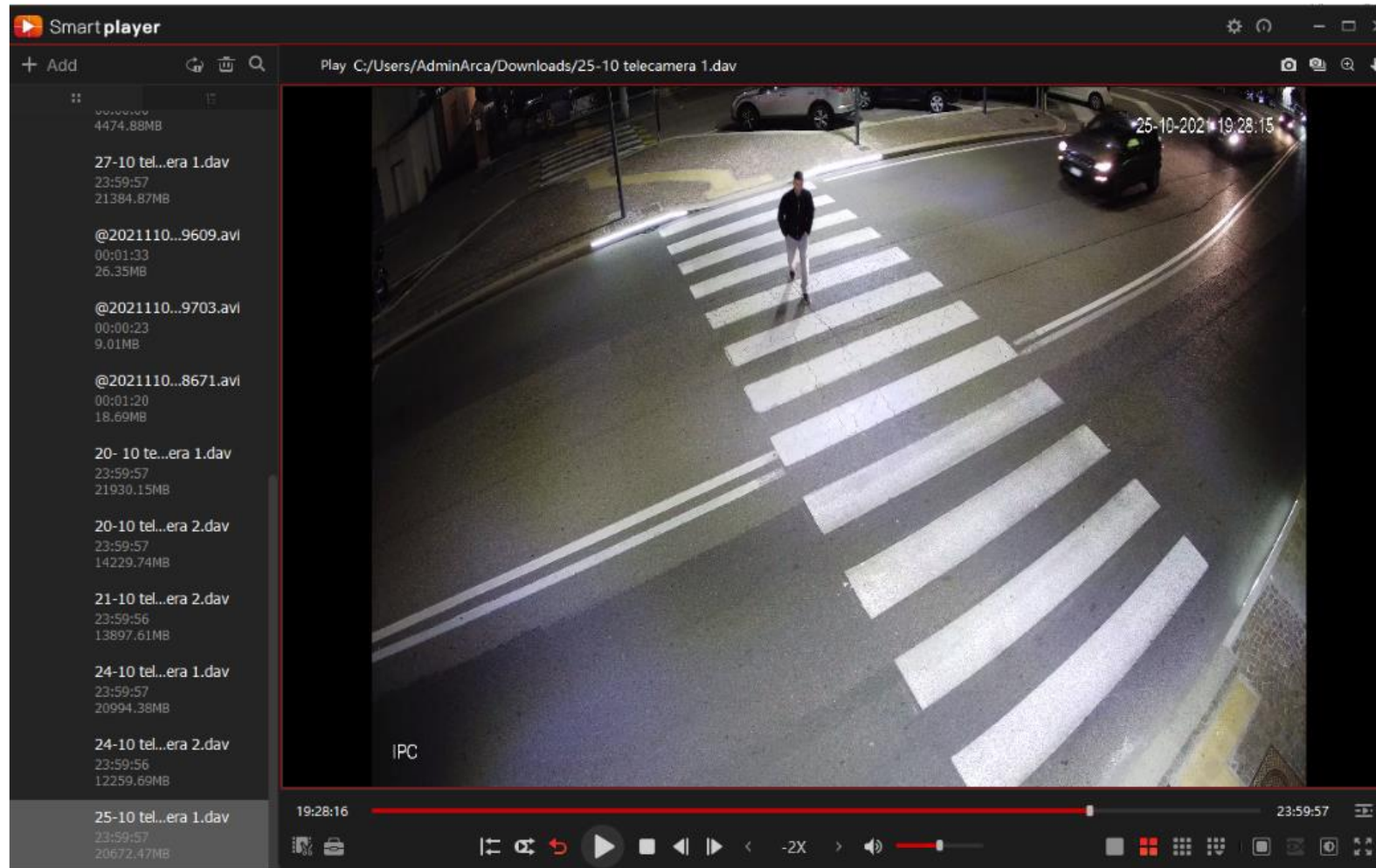
**BIMESTRE
LUGLIO-AGOSTO 2021**

LUGLIO: 121 eventi
AGOSTO: 95 eventi



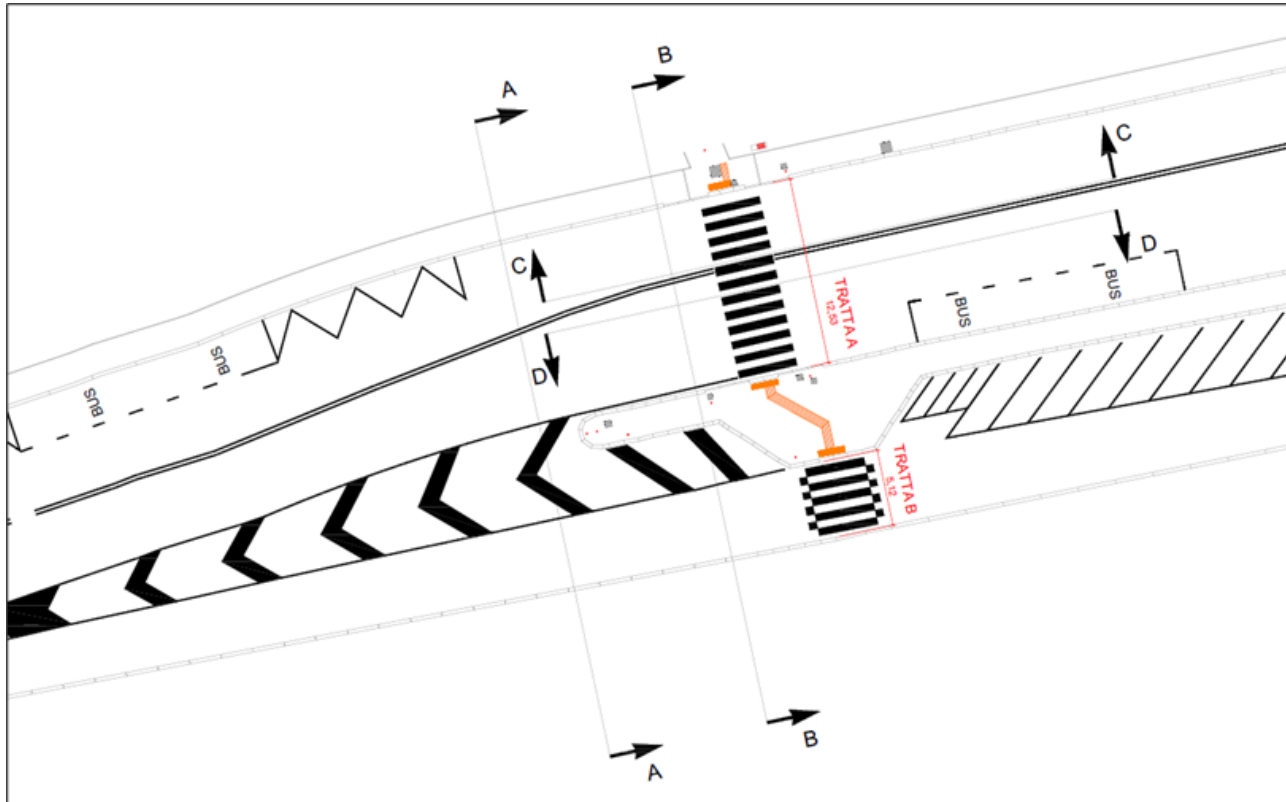
Attraversamento Andrea Costa

Obiettivo



Attraversamento Andrea Costa

Pianta del caso di studio



DIREZIONE VIALI DI CIRCONVALLAZIONE

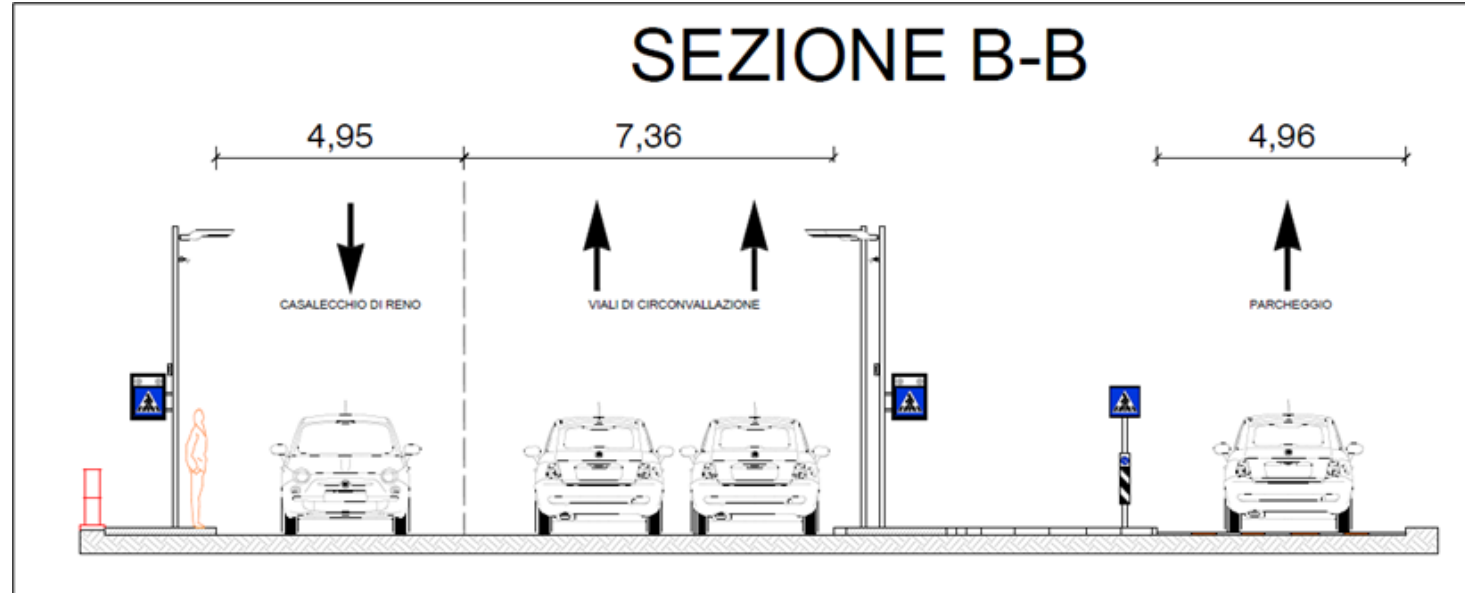
- ✓ 2 corsie di marcia
- ✓ 1 corsia separata per accesso parcheggi
- ✓ 1 fermata autobus con pensilina

DIREZIONE CASALECCHIO DI RENO ASSE ATTREZZATO

- ✓ 1 corsia di marcia
- ✓ 1 fermata autobus senza pensilina

Attraversamento Andrea Costa

Sezione del caso di studio



DIREZIONE VIALI DI CIRCONVALLAZIONE

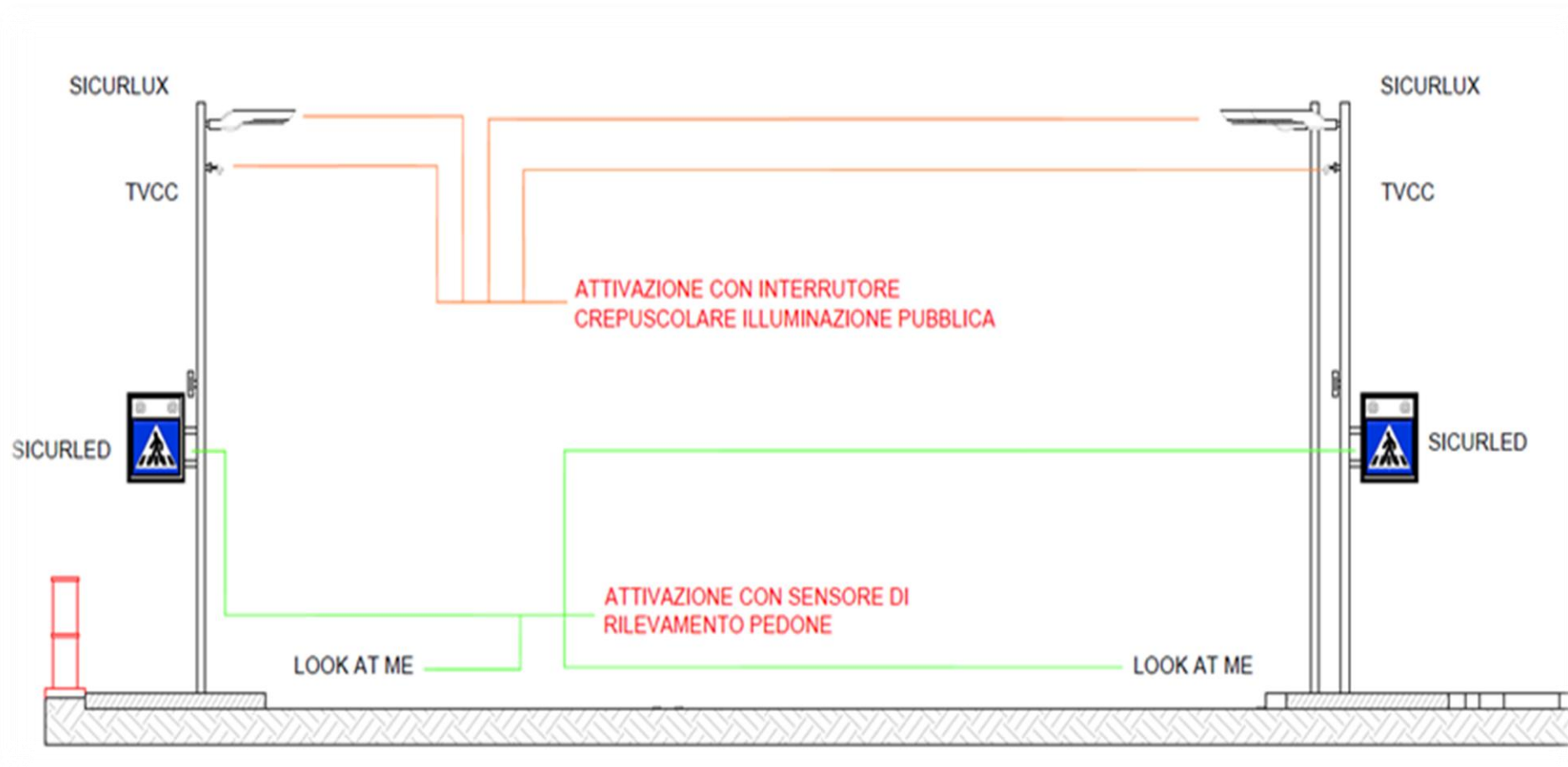
- ✓ 2 corsie di marcia
- ✓ 1 corsia separata per accesso parcheggi
- ✓ 1 fermata autobus con pensilina

DIREZIONE CASALECCHIO DI RENO ASSE ATTREZZATO

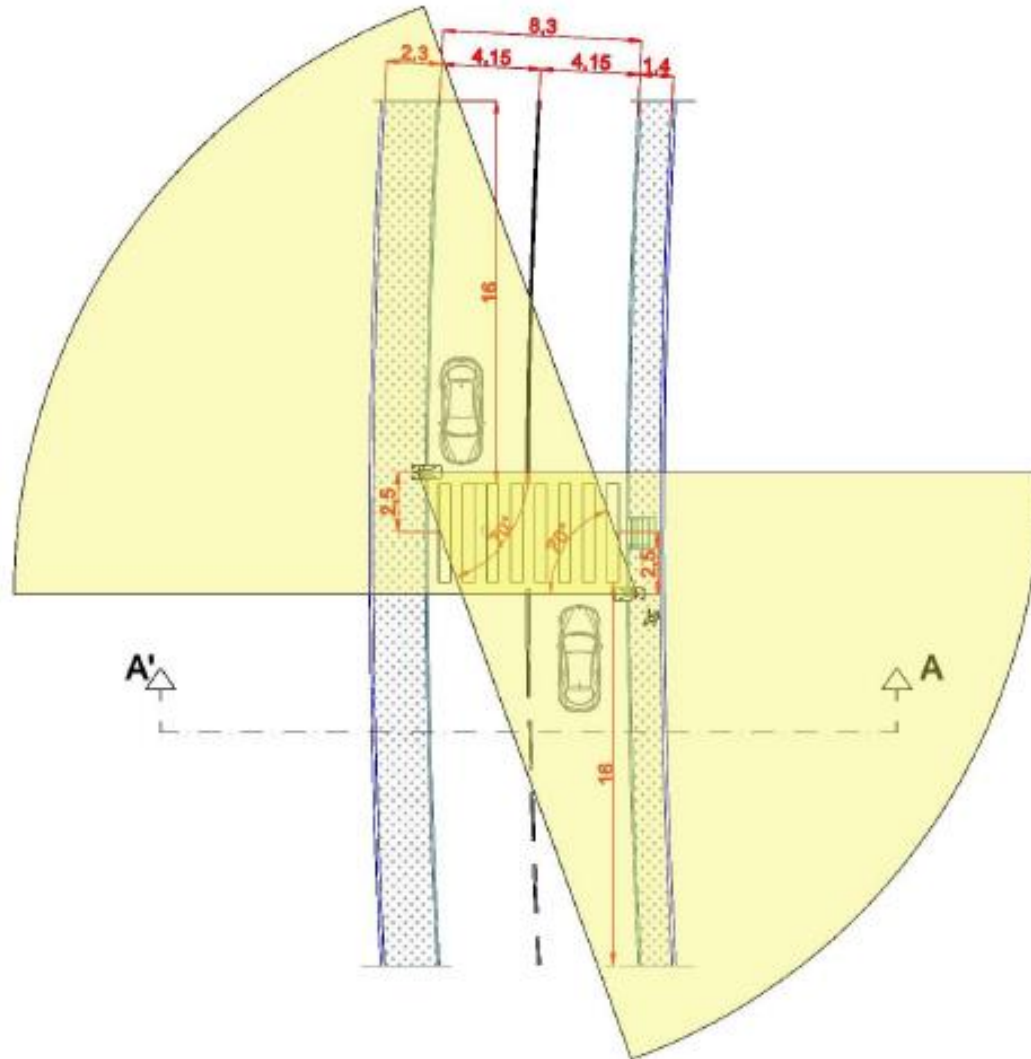
- ✓ 1 corsia di marcia
- ✓ 1 fermata autobus senza pensilina

Attraversamento Andrea Costa

Rilevamento presenza pedone



Attraversamento Andrea Costa Area di indagine



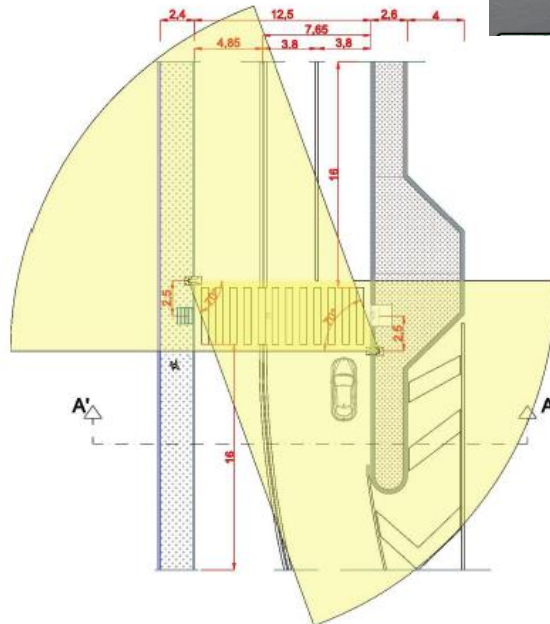
Due telecamere
diagonalmente opposte
per monitorare entrambi i
sensi di marcia

Schema
posizionamento
telecamere con
angolo di vista di 70°

Attraversamento Andrea Costa

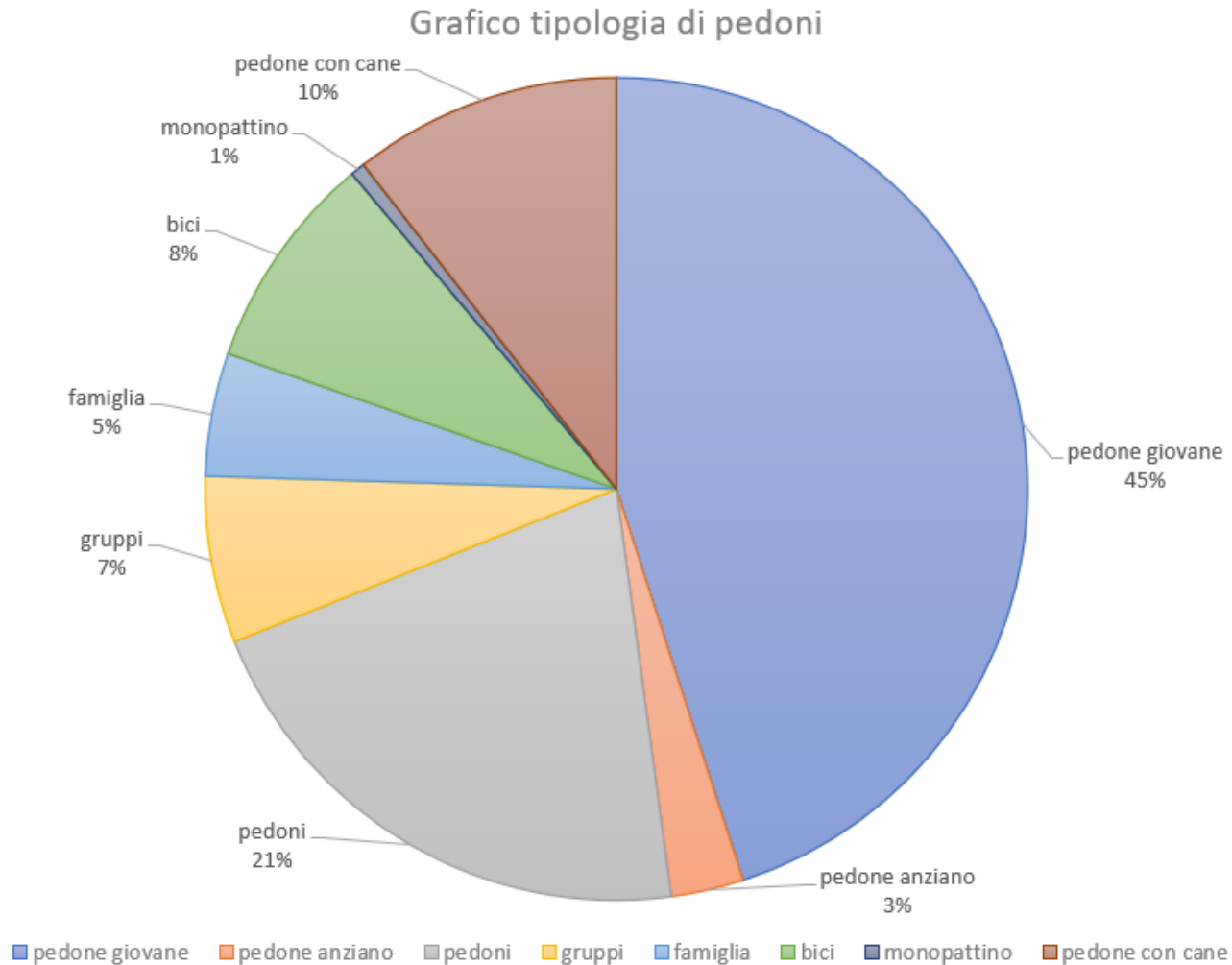
Area di indagine

Strada con maggior afflusso a causa della vicinanza con il centro e lo stadio



Attraversamento Andrea Costa

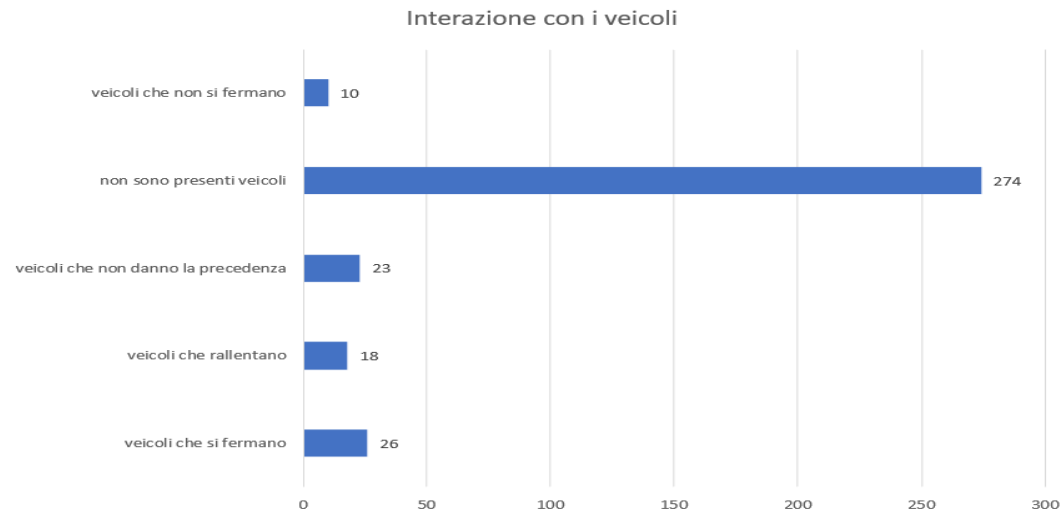
Tipologia di utenti



La maggior di utenti è composta da singoli ragazzi e coppie di ragazzi, grazie anche alle due fermate dell'autobus presenti vicino all'attraversamento.

Attraversamento Andrea Costa

Interazioni con i veicoli



Per la maggior parte degli attraversamenti, i veicoli non hanno influenzato l'attraversamento, si è notato però un aumento di veicoli che si fermano o rallentano grazie all'installazione del nuovo sistema di illuminazione

➤ Veicolo rallenta e si ferma



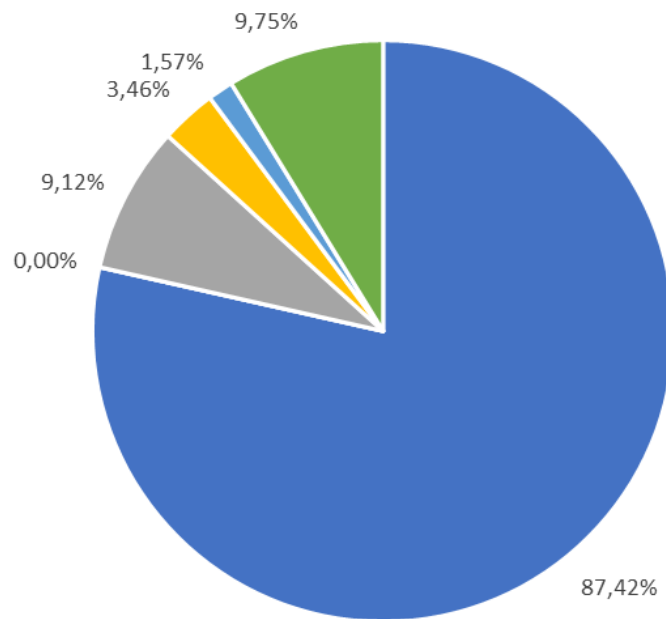
➤ Veicolo non si ferma



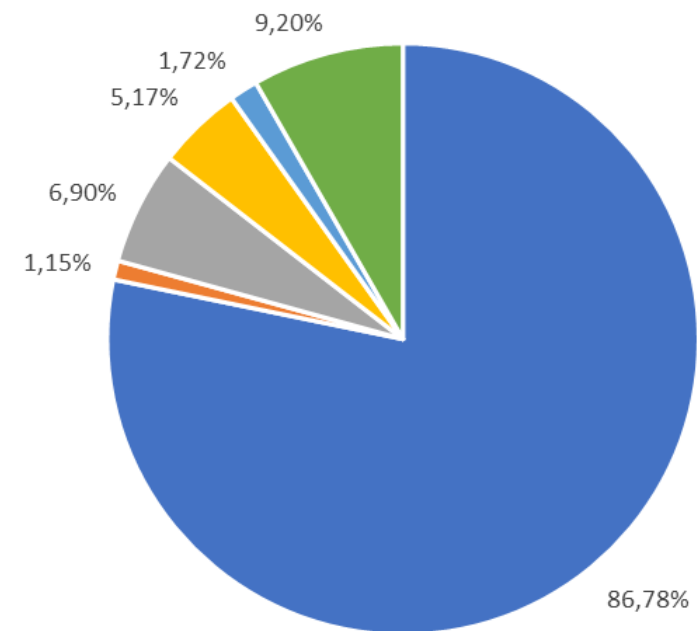
Attraversamento Andrea Costa

Utenti

TIPOLOGIA DI UTENTI [%]
direzione da parcheggio a stadio



TIPOLOGIA DI UTENTI [%]
direzione da stadio a parcheggio

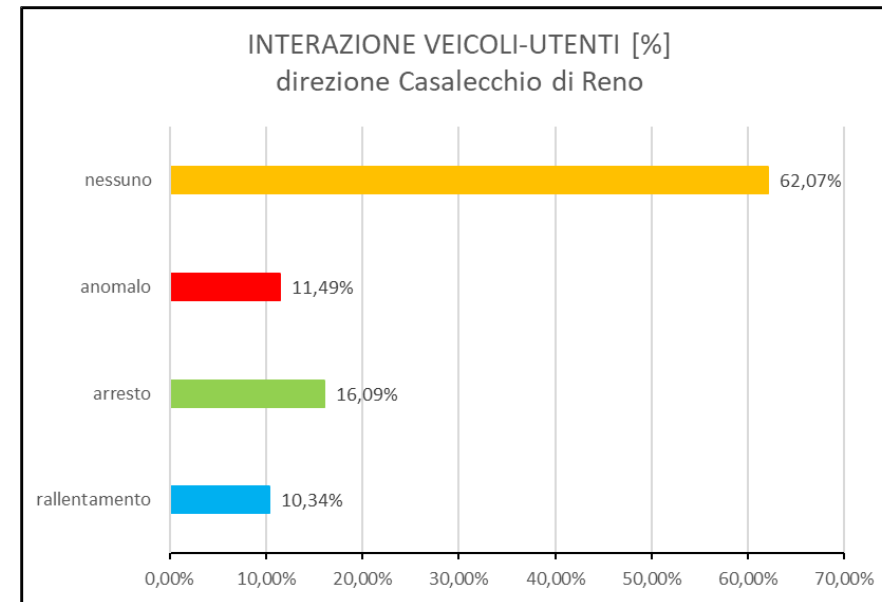
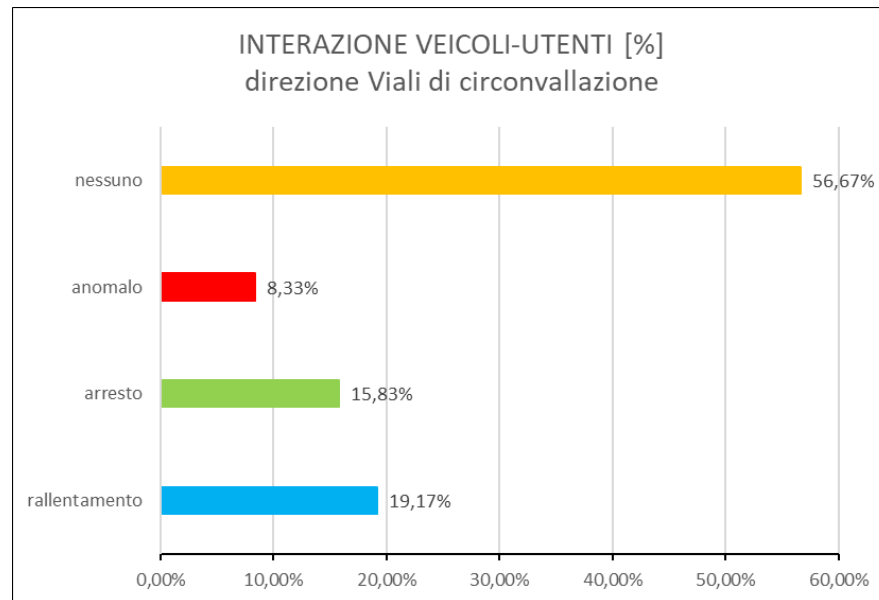


- Pedone
- Monopattino
- Ciclista
- Pedone con bambino
- Pedone con passeggino
- Pedone con cane



Attraversamento Andrea Costa

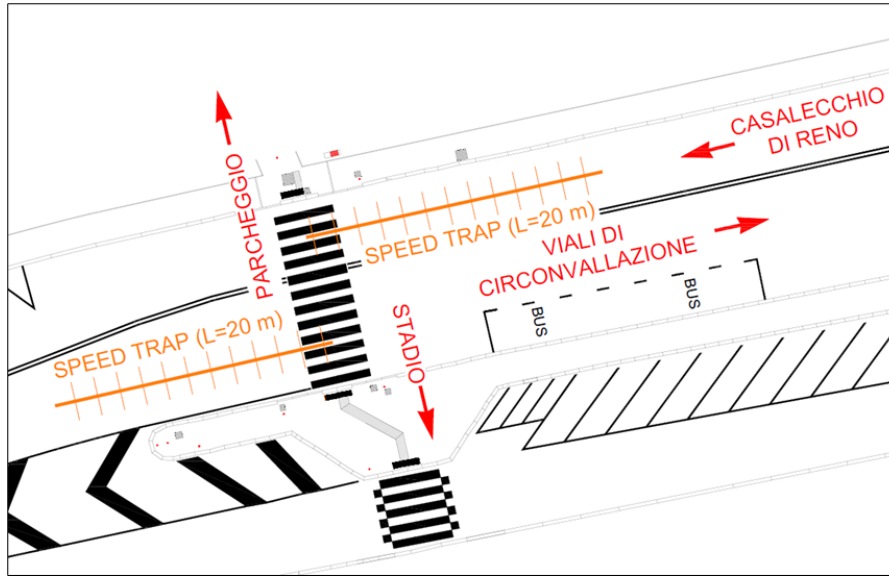
Interazione



- ✓ la percentuale di conducenti che **non effettua** nessuna manovra è pari a $56,67 \div 62,07\%$
- ✓ sostanziale **equivalenza** tra le due direzioni di marcia per quanto riguarda i conducenti dei veicoli che **arrestano** la propria marcia
- ✓ marcata **differenza** tra le due direzioni di marcia per quanto riguarda i conducenti dei veicoli che **rallentano** la propria marcia
- ✓ per la direzione di marcia Casalecchio di Reno la percentuale di conducenti che effettuano una **manovra anomala** e' superiore a quella dei conducenti che rallentano la propria marcia

Attraversamento Andrea Costa

Calcolo delle velocità



$$v = \frac{d}{t} = \frac{\text{tratta di riferimento}}{n^{\circ} \text{ fps} \times i}$$

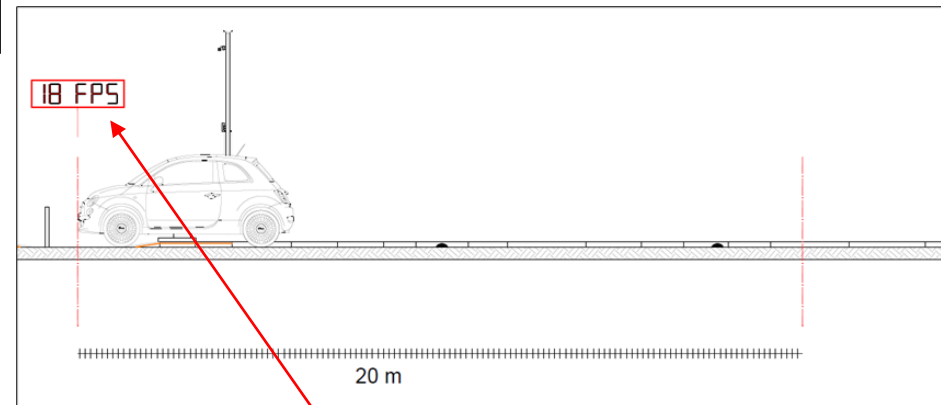
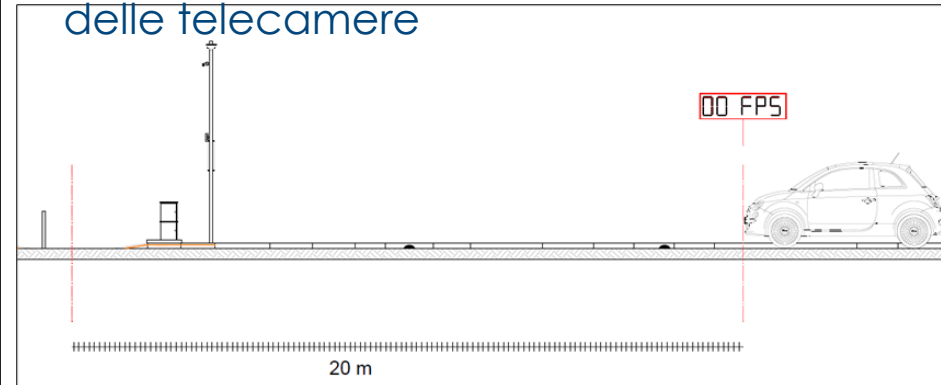
dove

d è la tratta di riferimento = 20 m

n° fps è il numero di fotogrammi rilevati

i è l'intervallo temporale tra fotogrammi = 0,0667 s

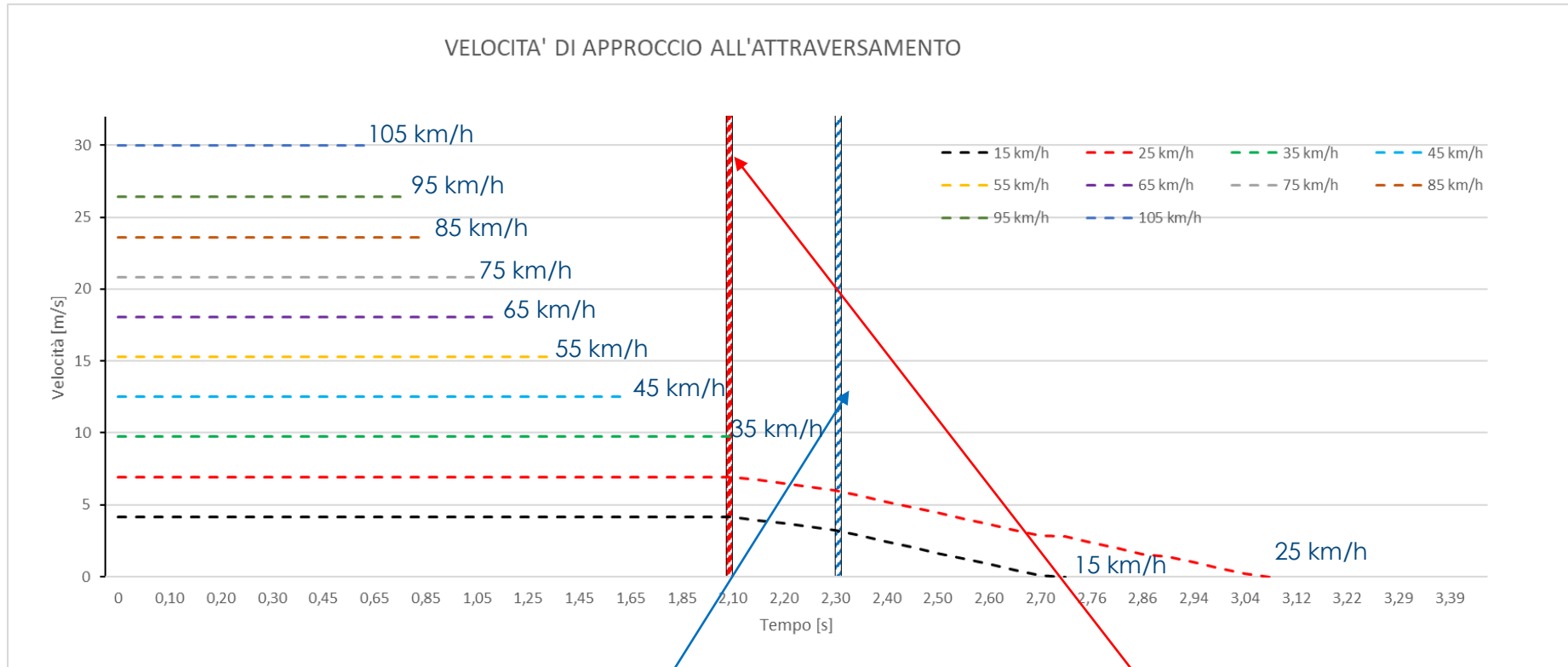
La tecnica utilizzata consente di stimare la velocità dei veicoli utilizzando i filmati delle telecamere



$$v = \frac{d}{t} = \frac{20 \text{ [m]}}{18 \text{ [fps]} \times 0,0667 \text{ [s]}} = 16,67 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right] = 60,00 \left[\frac{\text{km}}{\text{h}} \right]$$

Attraversamento Andrea Costa

Calcolo delle velocità



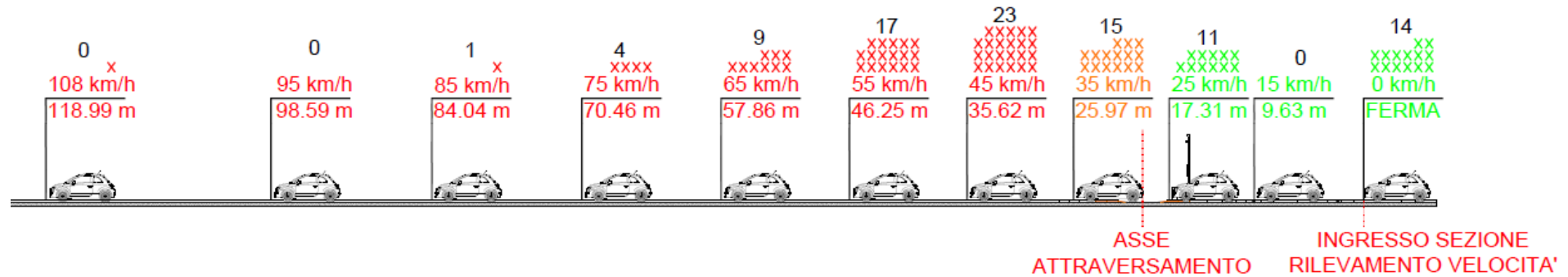
Fase Di Frenatura
Transitoria
0,20 secondi

Tempo Di Reazione
Pisco-tecnico
2,10 secondi

Attraversamento Andrea Costa

Calcolo delle velocità

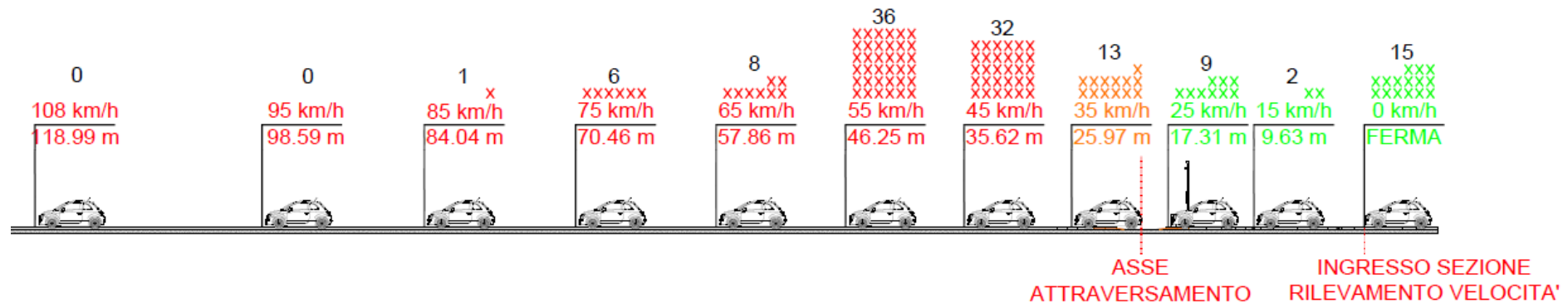
DIREZIONE CASALECCHIO DI RENO



Il **42,11%** dei veicoli marcia a velocità che consente la manovra di precedenza

Attraversamento Andrea Costa Calcolo delle velocità

DIREZIONE VIALI DI CIRCONVALLAZIONE



Il **31,97 %** dei veicoli marcia a velocità che consente la manovra di precedenza

I

CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI



Con il contributo incondizionato di:



La progettazione di opere di adeguamento di infrastrutture stradali esistenti

Quadro normativo e scelte tecniche
Parte 2: Ambito Urbano

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Andrea Simone e Franco Annunziata

Università di Bologna e Università di Cagliari