



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

DIPARTIMENTO

INGEGNERIA CIVILE, CHIMICA, AMBIENTALE
E DEI MATERIALI - DICAM



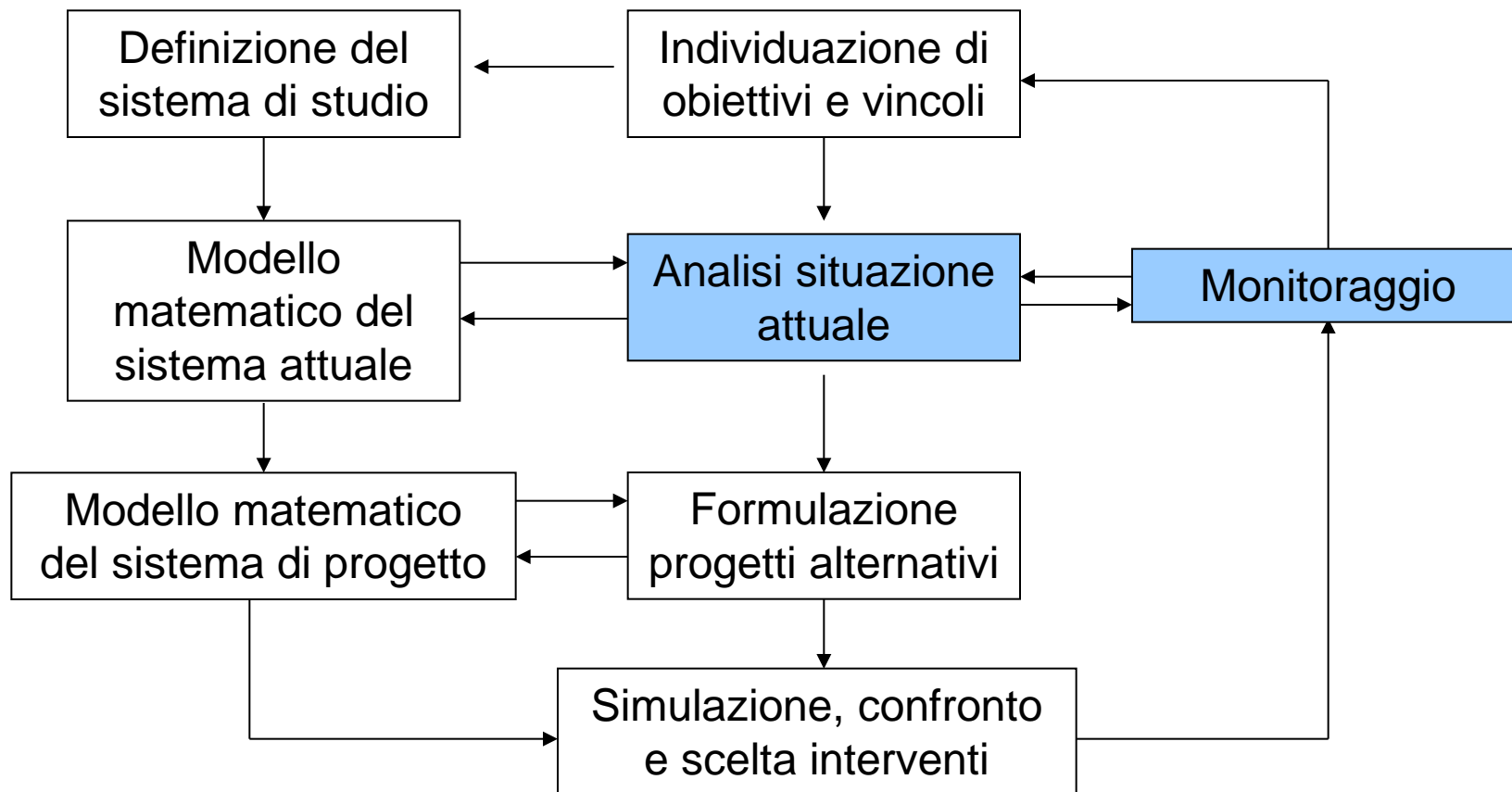
Il monitoraggio dei flussi di biciclette ai fini di una corretta progettazione e pianificazione della rete ciclabile. Una applicazione alla rete urbana di Bologna

Prof. Ing. Federico Rupi
Università di Bologna - DICAM - Trasporti

***“Interventi di pianificazione, progetti, proposte e soluzioni per una mobilità integrata sostenibile”
Bologna, 13 maggio 2013***

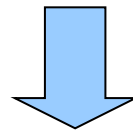


Pianificazione del Sistema di Trasporto





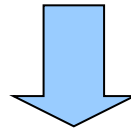
Analisi dello stato attuale (offerta,
domanda, interazione domanda-
offerta)



Analisi delle criticità

Monitoraggio:

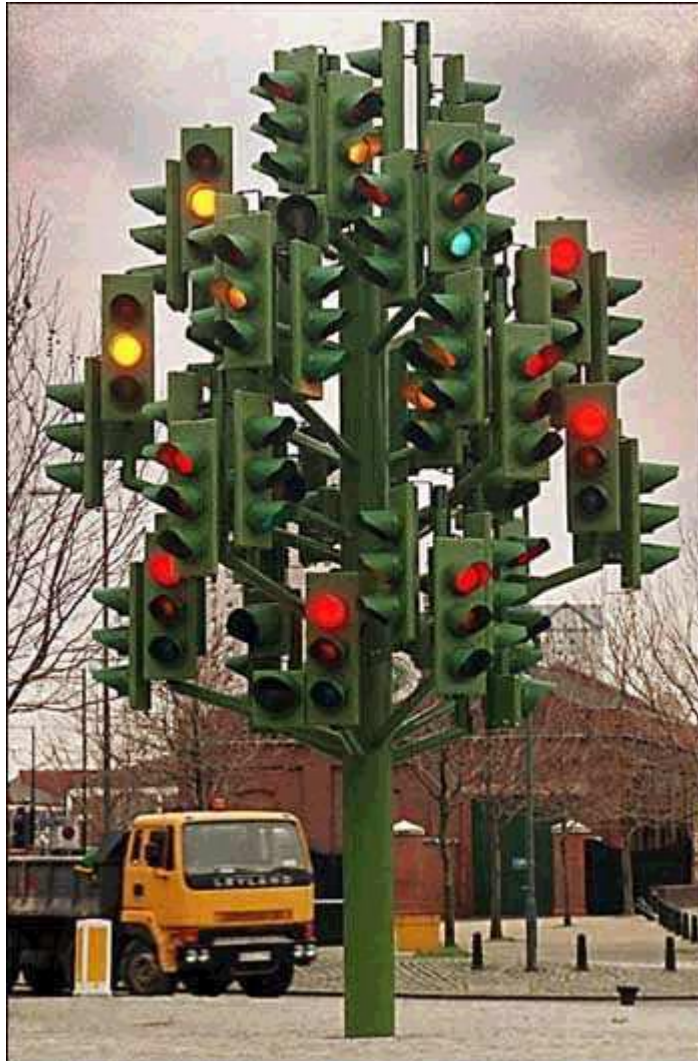
- flussi
- LOS



Pianificazione (progettazione di
interventi migliorativi)



Benefici anche per ciclisti potenziali



Complessità dei
problemi



approccio
rigoroso e
quantitativo

DECRETO MINISTERIALE

30 novembre 1999, n. 557

Regolamento recante norme per la definizione delle
caratteristiche tecniche delle piste ciclabili

MONITORAGGIO FLUSSI CICLABILI



MONITORAGGIO FLUSSI CICLABILI

Rilievi manuali: elevata precisione, ma costosi

Rilievi strumentali: minore precisione, ma meno costosi (prolungati)

Rilievi manuali e strumentali



STRUMENTI UTILIZZATI - RADAR



- Sfruttano l'effetto Doppler
- traffic counter calibrati per bici
- Dotati di batteria interna
- Posizionati a 60 cm, inclinati a 45°
- Stringa numerica :
 - Data
 - Ora
 - Direzione
 - Velocità
 - Numero di punti di riflessione (dimensione dei veicoli)
- Numero di punti di riflessione – angolo di inclinazione
- Rapidità e facilità installazione



STRUMENTI UTILIZZATI – TUBI PNEUMATICI

APOLLO DIAMOND



- Tubi di gomma e contatore
- Perpendicolari all'asse della pista
- Schiacciamento
- Batteria a celle fotovoltaiche
- Stringa numerica :
 - Data
 - Ora
 - Direzione
 - Velocità (km/h)
 - Assi
 - Lunghezza (cm)
 - Intervallo temporale tra schiacciamenti (sec)
 - Altre variabili tabulate



LIMITI STRUMENTI E SOLUZIONI DEI PROBLEMI (rilievi strumentali)



PEDONI

Si verificano lungo piste ciclabili su corsia riservata sul marciapiede e nelle zone pedonali

- Radar: → settaggio dello strumento (punti di riflessione, limiti di velocità); → angolo di inclinazione
- Utilizzare tubi pneumatici (pb con certe pavimentazioni)

Interferenze:



VEICOLI A MOTORE

La vicinanza tra flusso veicolare e piste ciclabili produce interferenze sulle onde radar dello strumento

- Passaggio contemporaneo diverse tipologie veicolari → problemi con strumenti radar
 - Problemi di riflessione delle onde
- Tubi pneumatici → necessità di usare tubi meno deformabili

Strumenti idonei a rilevare flussi su piste ciclabili

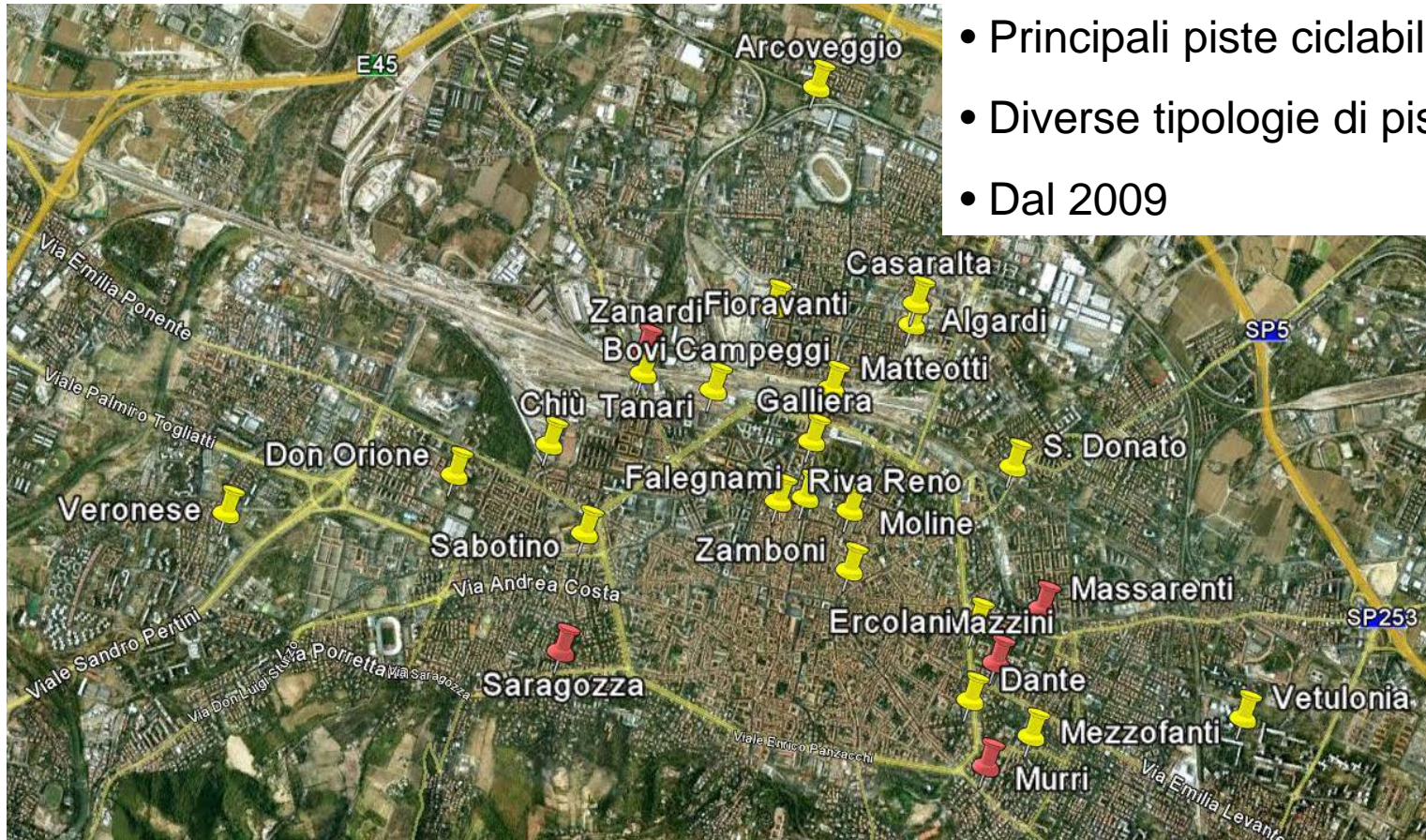
LIMITI STRUMENTI

- Precisione dei radar dipende dal tipo di strumento utilizzato (Viacount migliore di Wavetech, ma più costoso)
- Errore dei tubi pneumatici in presenza di più veicoli che passano simultaneamente
- Maggiore facilità di calibrazione dei tubi pneumatici
- Maggiore precisione dei tubi pneumatici (maggiore autonomia)
- Problemi di installazione dei tubi pneumatici su certe pavimentazioni



SEZIONI MONITORATE

- Circa 50 direzioni monitorate
- Principali piste ciclabili
- Diverse tipologie di piste ciclabili
- Dal 2009



MONITORAGGIO **STRUMENTALE**

- Eseguito per 7 giorni
- 24 ore su 24
- Prima calibrazione strumenti radar: range di punti di riflessione per ogni tipo di veicolo

MONITORAGGIO **MANUALE**

- Contestuale alla rilevazione strumentale
- Si annotano:
 - Istante di passaggio bici (sincronizzazione con strumento)
 - Direzione
 - Numero ciclisti su strada
- Si usano per:
 - Calibrazione strumento
 - Livello di utilizzo della pista



RILIEVO MANUALE

Sezione: VIALE G. B. ERCOLANI (fra ingresso S. Orsola e Porta San Vitale)

ERCOLANI		direzione nord (PORTA SAN VITALE)			direzione sud (PORTA MAZZINI)			?		
		(valore manuale)			(valore manuale)					
GIORNO	ORA	SU PISTA	FUORI PISTA		TOTALE DIREZ.	SU PISTA	FUORI PISTA		TOTALE 2 DIREZ.	
			preferenz.	non prefer.			preferenz.	non prefer.		
martedì 25/09	8:30-8:45	40	11	1	52	10	assente	5	15	67
	8:45-9:00	53	19	3	75	12		12	24	99
	9:00-9:15	31	13	2	46	4		6	10	56
	9:15-9:30	22	14	5	41	8		5	13	54
	9:30-9:45	23	7	1	31	11		6	17	48
	9:45-10:00	18	9	0	27	15		3	18	45
	10:00-10:15	17	8	3	28	7		6	13	41
	10:15-10:30	17	11	2	30	3		5	8	38
meteo: sereno	TOTALE	221	109		330	70	48		118	448
	% sulla direz.	67%	33%		100%	59%	41%		100%	
	% direz. sul tot		74%				26%			100%

Rilievo effettuato per la sezione di Viale Ercolani il 25 settembre 2012 dalle 8,30 alle 10,30.



CALIBRAZIONE STRUMENTO

Confronto tra i dati rilevati manualmente e strumentalmente relativi allo stesso intervallo temporale

Ipotesi: l'errore dell'operatore è molto inferiore a quello dello strumento



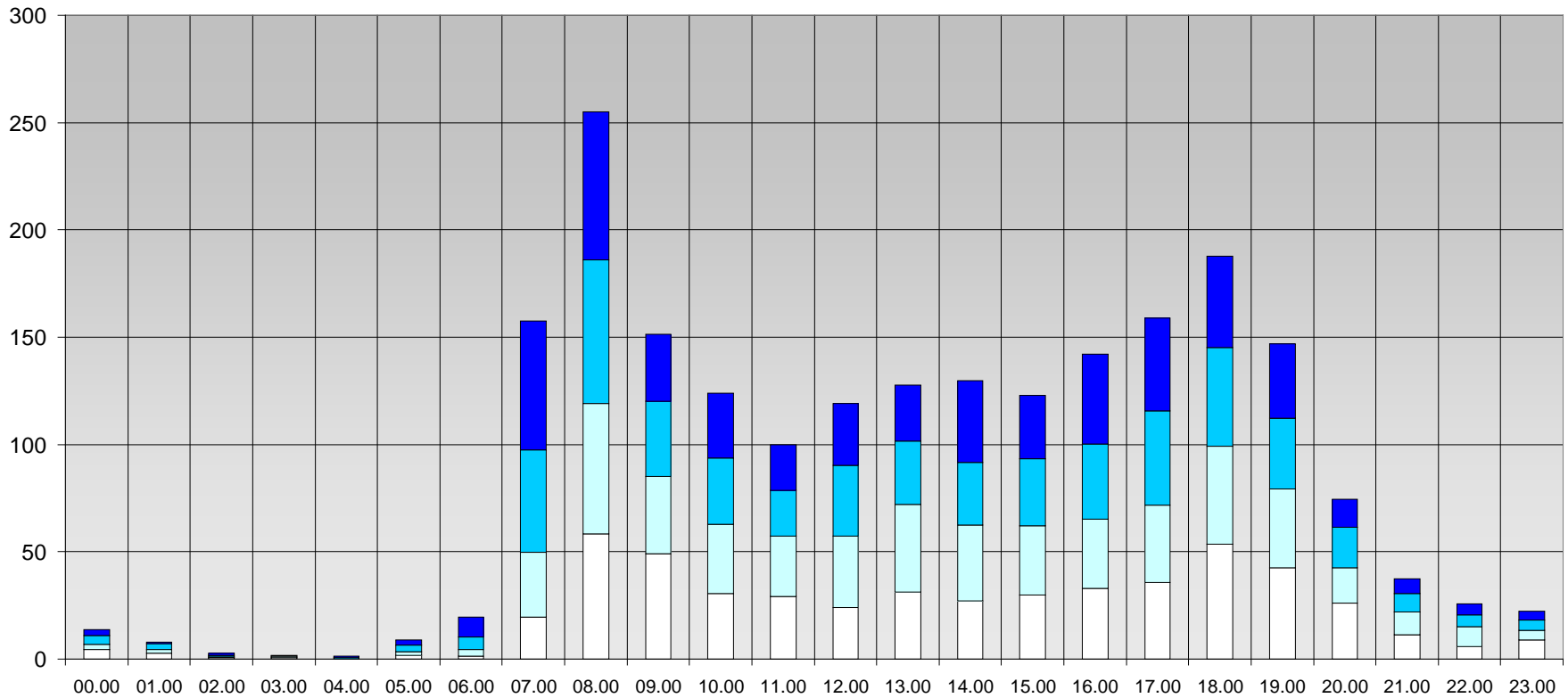
AFFINAMENTO DELL'INIZIALE
RANGE DEI PUNTI DI RIFLESSIONE
E DELLE VELOCITA' (interferenze con
pedoni e ciclomotori)

Riduzione errore di rilevazione dello strumento



DATI DI OUTPUT (rilievi strumentali)

Matteotti



Via Matteotti: flusso medio feriale nelle due direzioni

***“Interventi di pianificazione, progetti, proposte e soluzioni per una mobilità integrata sostenibile”
Bologna, 13 maggio 2013***

ELABORAZIONE DATI DI OUTPUT

- Grado di utilizzo della pista

Pista ciclabile	% uso p.c.
Via Dante	63%
Viale Ercolani	59%
Via Fioravanti	70%
Via Matteotti	42%
Via Riva Reno	97%
Via San Donato	67%
tot	59%

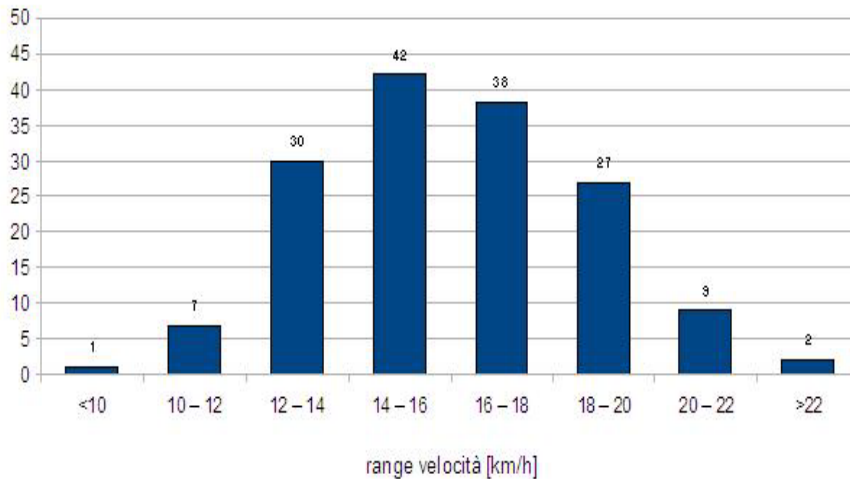


ELABORAZIONE DATI DI OUTPUT

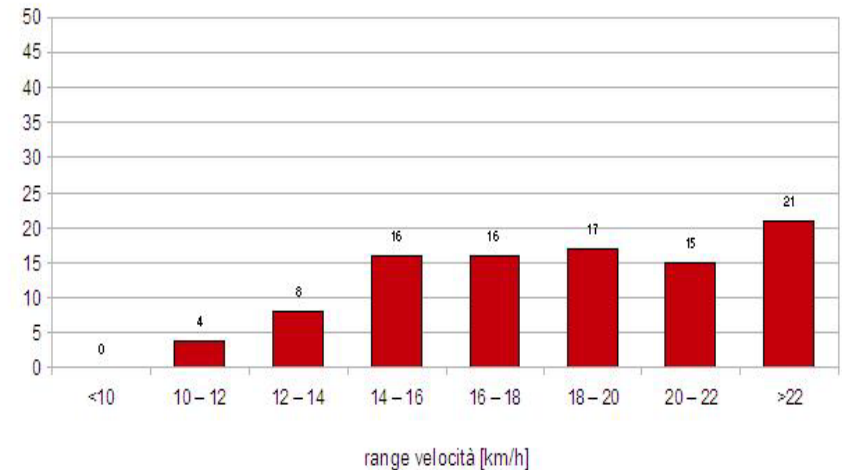
- LOS della pista

Velocità ciclabili – Sezione Ercolani			
Dati	Grandezza	Pista	Strada
(lunedì – venerdì 8:30/10:30)	Valor medio	16,1 km/h	18,8 km/h
	Varianza	7,31	18,56
	C. Variazione	0,168	0,229

Velocità su pista viale Ercolani



Velocità su strada viale Ercolani





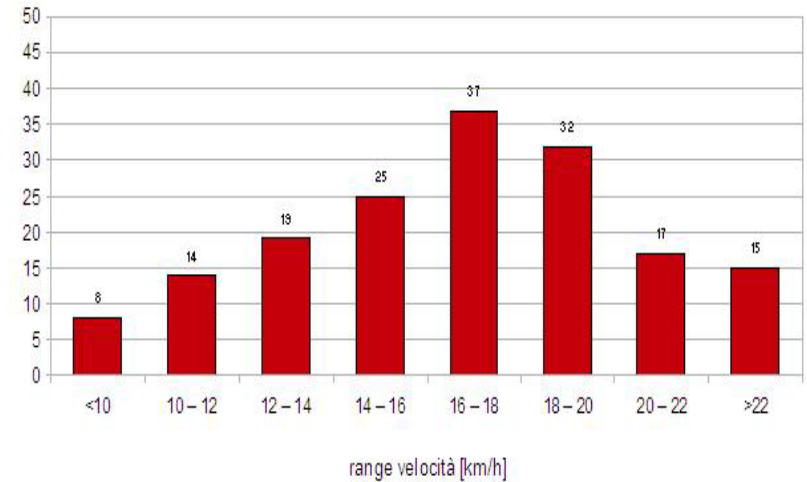
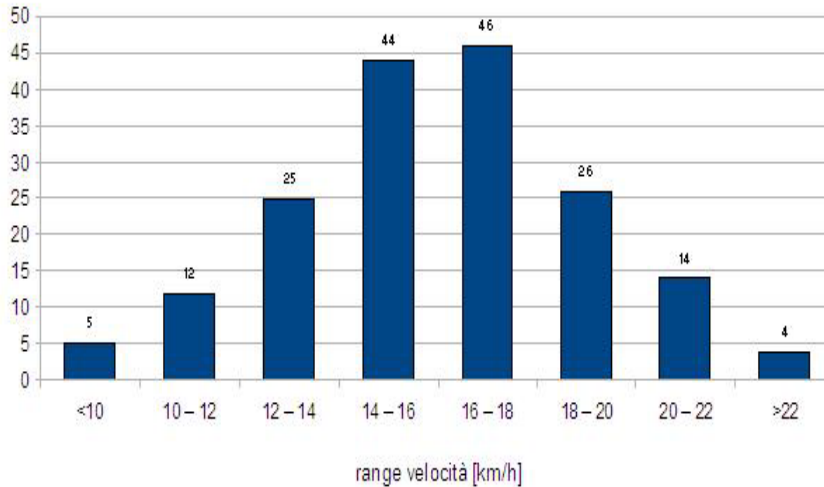
ELABORAZIONE DATI DI OUTPUT

- LOS della pista

Velocità – Sezione Matteotti			
Dati	Grandezza	Pista	Strada
(lunedì – venerdì 8:30/10:30)	Valor medio	16 km/h	17 km/h
	Varianza	8,83	19,34
	C. Variazione	0,186	0,259

Velocità su pista via Matteotti

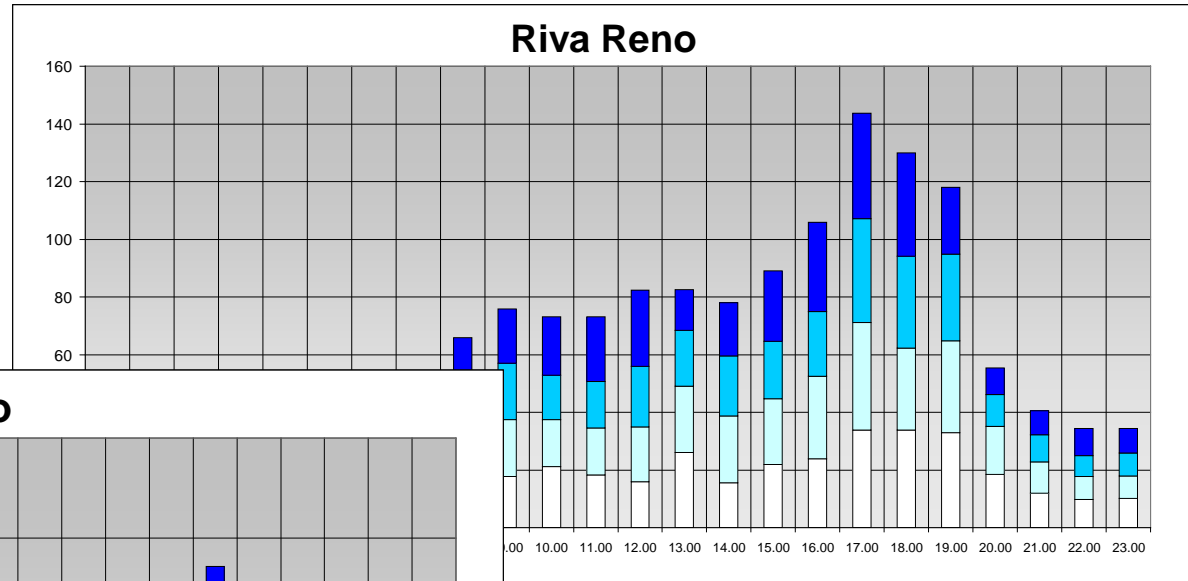
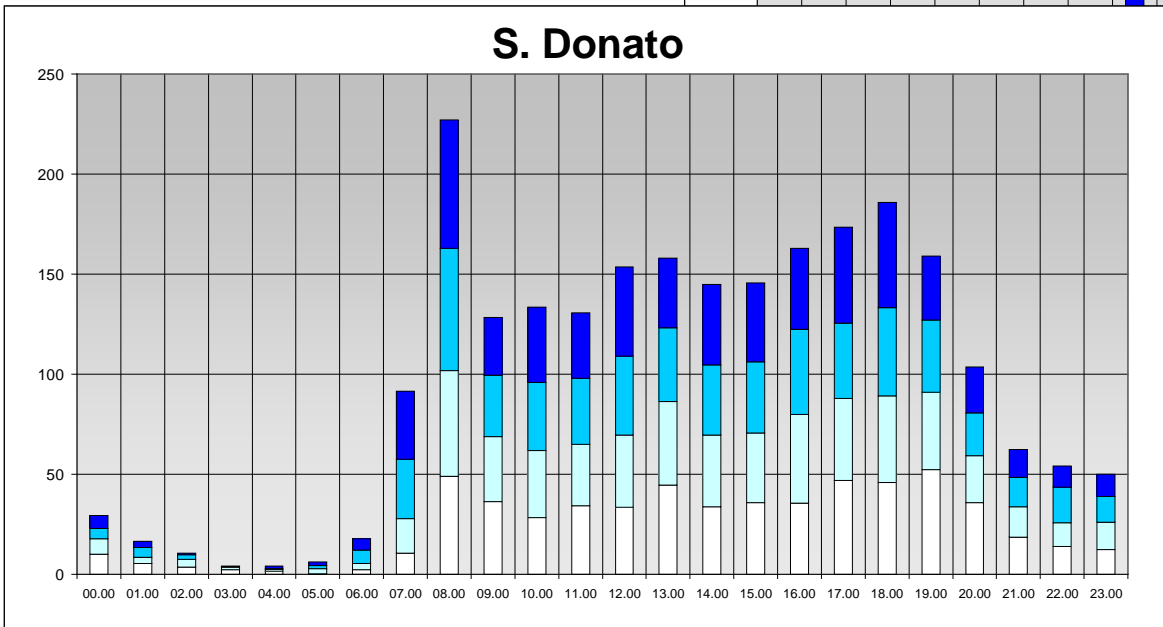
Velocità su strada via Matteotti





ELABORAZIONE DATI DI OUTPUT

Individuazione ore di punta



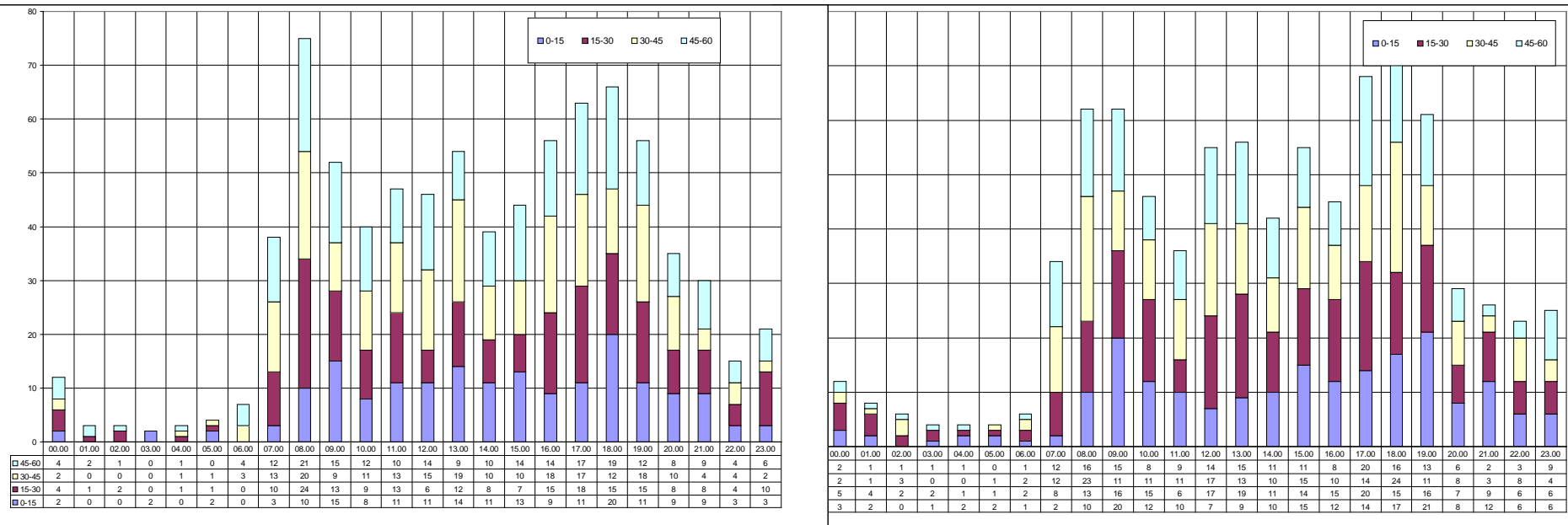


ELABORAZIONE DATI DI OUTPUT

Variazioni % dei flussi nelle successive giornate di rilevazione



indicazioni sulla ripetitività dei flussi (entità e distribuzione)



ELABORAZIONE DATI DI OUTPUT

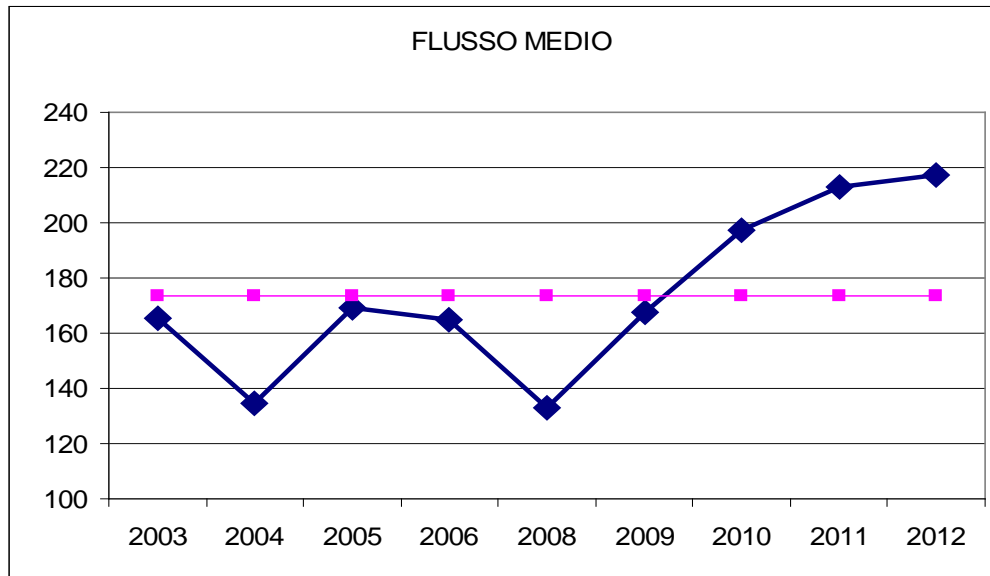
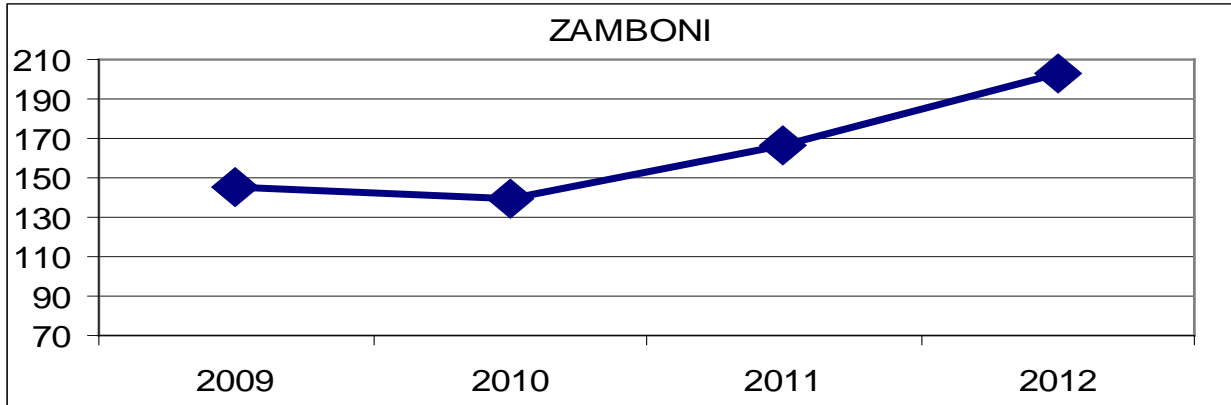
Flusso medio giornaliero (feriale) (totale e per direzione)

	dir 1	dir 2	tot
via Dante	725	350	1075
viale Ercolani	856	441	1296
via Fioravanti	435	304	739
via Matteotti	1325	814	2139
via Riva Reno	1376		1376
via S.Donato	1259	1094	2353
via Sabotino	1107	1032	2139
via Vetulonia	409	411	820
via Zamboni	1501		1501

Flusso medio giornaliero (festivo e prefestivo) (totale e per direzione)



ELABORAZIONE DATI DI OUTPUT Confronto serie storica



***“Interventi di pianificazione, progetti, proposte e soluzioni per una mobilità integrata sostenibile”
Bologna, 13 maggio 2013***

ContraZIONE della domanda

CNT anno 2011

Riduzione spostamenti effettuati in un giorno feriale medio 15,4%

(per lavoro -18%; per tempo libero -26%)

Traffico autostradale (2012) -7%

Consumo carburanti (2012) -10,5%

Modifica delle scelte di mobilità



Opportunità per rilanciare il ruolo della mobilità dolce