

XIII Incontro EXPERT PANEL

EMISSIONI DA TRASPORTO STRADALE

Sede ENEA – Roma, 4 ottobre 2007

Valutazione delle caratteristiche cinematiche di percorsi tipici urbani per auto e moto

Giorgio Zamboni, Chiara Carraro

Internal Combustion Engines Group (ICEG)
Dipartimento di Macchine Sistemi Energetici e Trasporti (DIMSET)
Università di Genova

Enrico Daminelli

Area 08 Ambiente – Provincia di Genova

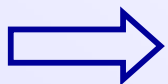


- Introduzione
- Lo strumento VBOX
- Definizione dei percorsi urbani e delle fasce orarie
- Campagne di prova
- Validazione dei dati acquisiti e procedura di elaborazione
- Risultati
- Conclusioni e sviluppi futuri

Le attività sono svolte nell'ambito di una convenzione tra Amministrazione Provinciale (Area Ambiente) ed Università di Genova (DIMSET – ICEG)

Presentazione dell'attività:

- Selezione di 4 differenti percorsi, relativi ad una zona centrale ed al collegamento del levante, del ponente e dell'entroterra cittadino al centro e la definizione di 4 fasce orarie
- Prima fase di acquisizioni della velocità istantanea di due veicoli (un'auto ed uno scooter con motore di cilindrata pari a 150 cm^3), equipaggiati con uno strumento VBOX che effettua misure di velocità basate su GPS (giugno ÷ novembre 2005)
- Definizione della procedura di elaborazione dei dati finalizzata alla valutazione dei parametri cinematici selezionati
- Seconda (settembre ÷ dicembre 2006) e terza fase (maggio ÷ giugno 2007) di acquisizioni con auto



Caratterizzazione cinematica degli spostamenti in ambito urbano per auto e moto

I principali componenti del VBOX sono:

- modulo GPS
- antenna
- batteria di alimentazione
- scheda di memoria
- interruttore start – stop
- connettore seriale

E' inoltre previsto un software di gestione dello strumento e delle acquisizioni



Lo strumento satellitare VBOX permette la registrazione dei dati relativi a:

- velocità istantanea
- altitudine
- numero di satelliti sintonizzati
- tempo e distanza incrementali

necessari al successivo calcolo dei parametri di interesse



- ✓ La localizzazione del veicolo avviene tramite il collegamento tra il modulo GPS (ricevitore a terra) e almeno tre satelliti di posizione nota nello spazio, risolvendo un sistema con tre incognite, x , y e z (da cui il numero minimo di satelliti), con equazioni in funzione della velocità di propagazione dell'onda e dei tempi necessari all'onda per coprire la distanza satellitare
- ✓ La misura diretta della velocità del veicolo avviene utilizzando l'effetto Doppler, in funzione della velocità e della frequenza del satellite, della frequenza percepita dal ricevitore e della velocità di propagazione del suono
- ✓ Lo strumento ha una soglia di sensibilità di 0.5 Km/h, che definisce la condizione limite tra veicolo fermo e in moto
- ✓ E' possibile impostare la frequenza di registrazione dei dati, che di default è pari a 20 Hz; si è scelto di utilizzare una frequenza di 5 Hz, registrando i dati ogni 0.2 secondi per avere un buon compromesso tra definizione del profilo di velocità e dimensione dei files vbo → 140 KB per un tratto di 3 Km percorso a 20 Km/h



- ✓ Sono stati individuati 4 percorsi sulla base delle caratteristiche orografiche della città e delle principali direttrici di traffico, definite anche in seguito a studi O-D
- ✓ A parte un anello centrale (percorso 3), gli altri percorsi sono di collegamento tra il ponente, il levante e l'entroterra con il centro cittadino e sono stati suddivisi in tratti in base alla tipologia delle strade ed alla collocazione urbanistica, generalmente individuando per ciascuno:
 - Tratto periferico
 - Tratto intermedio (semiperiferico)
 - Tratto centrale
- ✓ Operativamente si è potuto effettuare la suddivisione in tratti grazie all'interruttore start-stop dello strumento, che permette di suddividere le acquisizioni in diversi files di estensione vbo
- ✓ La suddivisione dei percorsi in tratti ha consentito di verificare la dipendenza della velocità media dalle diverse zone urbane e quantificare l'influenza delle arterie di scorrimento veloce (Corso Europa e Strada Sopraelevata)

- ✓ *Percorso n. 1: direzione Ponente – Centro.*
 - Andata: viale Brigate Partigiane – Pegli, 12.7 km ⇒ 4 tratti
 - Ritorno: Pegli – via Diaz, 14 Km ⇒ 5 tratti

- ✓ *Percorso n. 2: direzione Levante – Centro.*
 - Andata: Corso Europa (Nervi) – via Diaz, 8.1 Km ⇒ 3 tratti
 - Ritorno: via Diaz – Corso Europa (Nervi), 8.4 Km ⇒ 3 tratti

- ✓ *Percorso n. 3: anello centrale.*
 - Unico tratto, 4 Km

- ✓ *Percorso n. 4: direzione Val Bisagno – Centro.*
 - Andata: Via Canevari – ponte Fleming, 6.5 Km ⇒ 3 tratti
 - Ritorno: ponte Fleming – Via Canevari, 6.5 Km ⇒ 3 tratti

I diversi tratti hanno lunghezze variabili tra 1.2 e 4.6 km; sono stati scelti anche al fine di poter individuare nel tessuto urbano delle zone omogenee dal punto di vista del comportamento cinematico del veicolo, in termini di velocità media, tempo di sosta al minimo e distribuzione di frequenza della velocità istantanea

Si sono individuate quattro fasce orarie nell'arco della giornata, a partire da altre precedentemente utilizzate per uno studio O-D, operando opportune modifiche

Fascia	Orario
1	7:00 – 9:30
2	9:30 – 12:30
3	14:00 – 17:00
4	17:00 – 20:00

La suddivisione delle acquisizioni nelle diverse fasce orarie selezionate, ha permesso di valutare l'influenza di questo parametro sulle caratteristiche cinematiche, con particolare riferimento alle fasce di punta mattutina e serale

✓ Di seguito si riportano i dati relativi alle acquisizioni effettuate con la moto (un unico periodo) e con le auto (5 periodi)

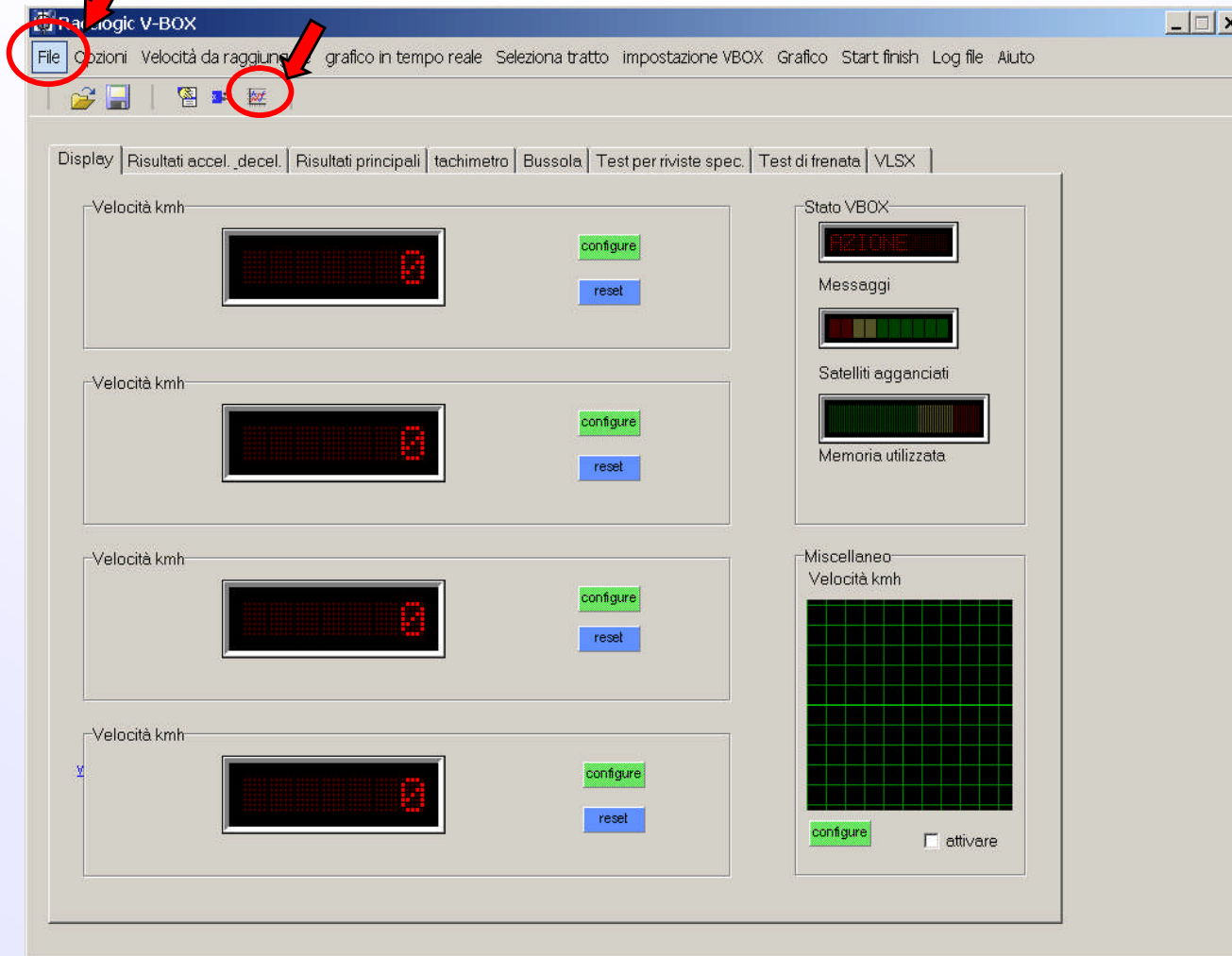
Veicolo	Periodo	Acquisizioni valide	Percorrenza valida [km]
<u>Moto</u>	13/09/05 ÷ 30/11/05	205	603.5
Auto Provincia	01/06/05 ÷ 17/11/05	262	703.3
Auto noleggio 1	11/09/06 ÷ 09/10/06	377	1095
Auto noleggio 2	16/10/06 ÷ 13/11/06	354	1023.1
Auto noleggio 3	20/11/06 ÷ 30/11/06	162	463.8
Auto Carsharing	23/05/07 ÷ 28/06/07	52	148.6
<u>Auto</u>	Sommatoria periodi	1207	3433.8

Campagne di prova con auto		
Fascia	n. acquisizioni	percentuale
1	334	27.7%
2	304	25.2%
3	274	22.7%
4	294	24.4%

Con le moto si sono effettuati solo i percorsi 2 e 3

✓ Nella tabella a fianco sono presentati i dati riferiti alle diverse fasce orarie

1. Per ogni tratto, i file acquisiti in formato vbo vengono scaricati dalla memory card su un pc, attribuendo ad ognuno un codice identificativo
2. Aprendo i files con il software VBOX compare la seguente schermata:



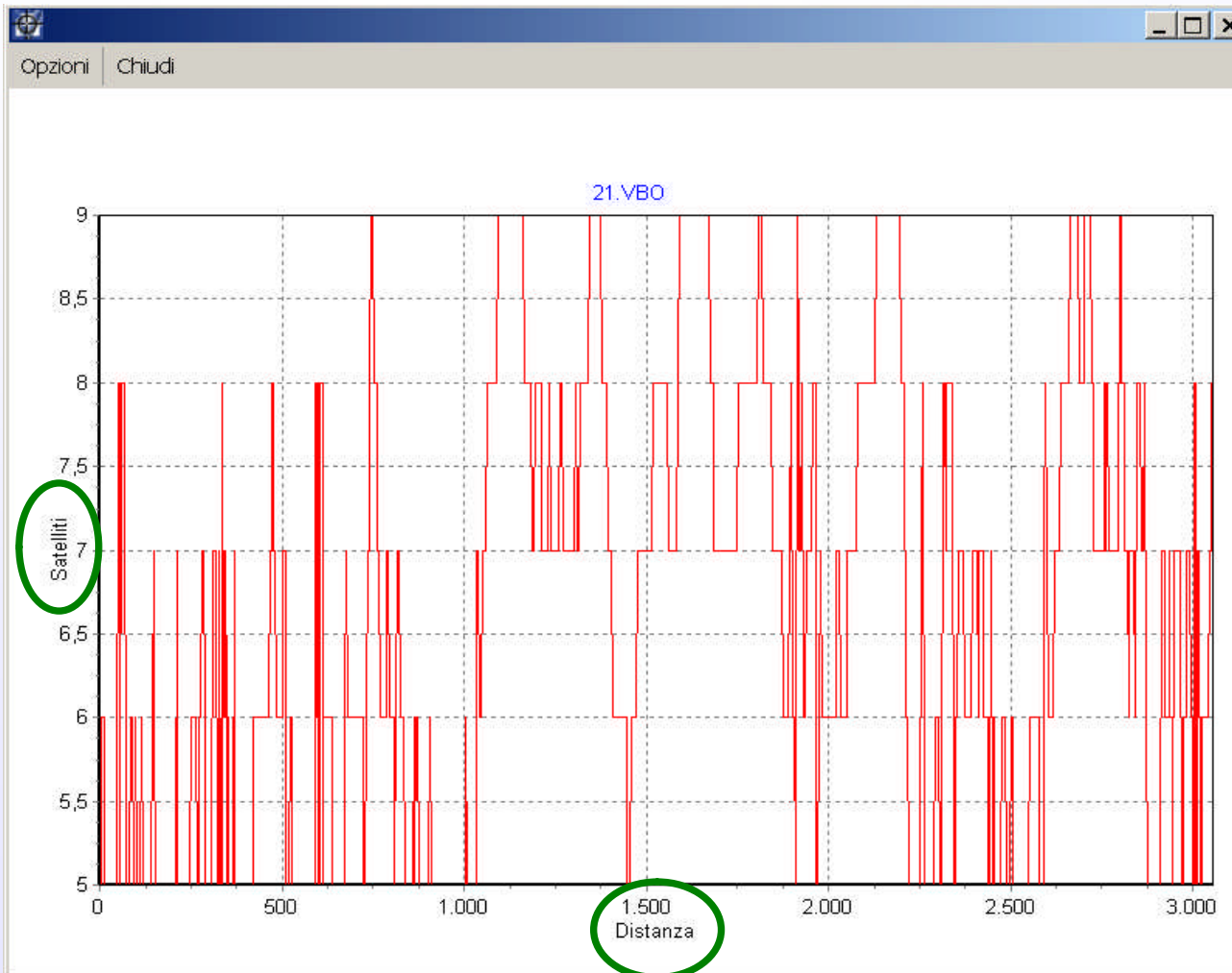
Con la funzione "Grafico personalizzato" è possibile verificare:

- la lunghezza del tratto (scostamenti > del 3% dalla media → acquisiz. scartata)
- la copertura satellitare (minimo tre satelliti)

La percentuale di acquisizioni valide risulta del 90% circa sul totale

Dopo le verifiche la funzione "File" consente di salvare i valori di velocità istantanea, altitudine, tempo progressivo e distanza incrementale su files formato txt

1. Per ogni tratto, i file acquisiti in formato vbo vengono scaricati dalla memory card su un pc, attribuendo ad ognuno un codice identificativo
2. Aprendo i files con il software VBOX compare la seguente schermata:



Con la funzione "Grafico personalizzato" è possibile verificare:

- la lunghezza del tratto (scostamenti > del 3% dalla media → acquisiz. scartata)
- la copertura satellitare (minimo tre satelliti)

La percentuale di acquisizioni valide risulta del 90% circa sul totale

Dopo le verifiche la funzione "File" consente di salvare i valori di velocità istantanea, altitudine, tempo progressivo e distanza incrementale su files formato txt

3. Importando i files .txt in Excel sono stati calcolati:

- velocità media
- valori medi dell'accelerazione positiva e negativa
- coefficiente di accelerazione positiva
- intervalli e % di tempo in cui il veicolo si muoveva a v costante o era in accelerazione o in decelerazione

4. Utilizzando un programma Fortran si sono ricavati in output:

- una matrice di **n** righe ($n=12$, classi di velocità) e **m** colonne ($m=22$, classi di accelerazione)
- la distribuzione percentuale per ogni classe di velocità considerata

Velocità [km/h]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	< 0.5	0.5÷5	5÷10	10÷15	15÷20	20÷25	25÷30	30÷35	35÷40	40÷45	45÷50	> 50

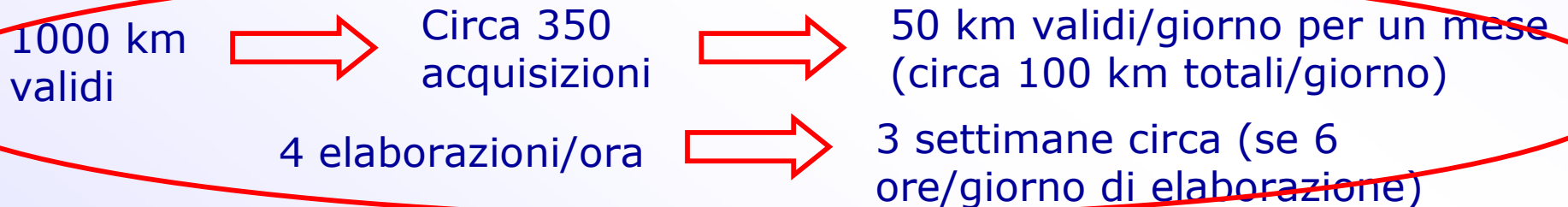
Condizione di veicolo fermo (sosta al minimo), definita dalla soglia di sensibilità dello strumento

Riguardo all'accelerazione, si è scelto tra le classi un passo di 0.25 m/s^2 , utilizzando come valori limite -2.50 m/s^2 e 2.50 m/s^2 , per un totale di 22 classi

5. Si sono raccolti i dati risultanti da ogni elaborazione in quattro files riassuntivi, corrispondenti ai quattro percorsi effettuati, suddividendoli per tratti e riportando per ciascuno:

- fascia oraria
- distanza percorsa
- scostamento percentuale di ogni acquisizione dalla lunghezza media del tratto
- tempo di percorrenza
- coefficiente di accelerazione positiva
- velocità media
- distribuzione di frequenza della velocità tra le n classi
- valori medi per ogni grandezza

6. Tempistiche:



2 mesi uomo

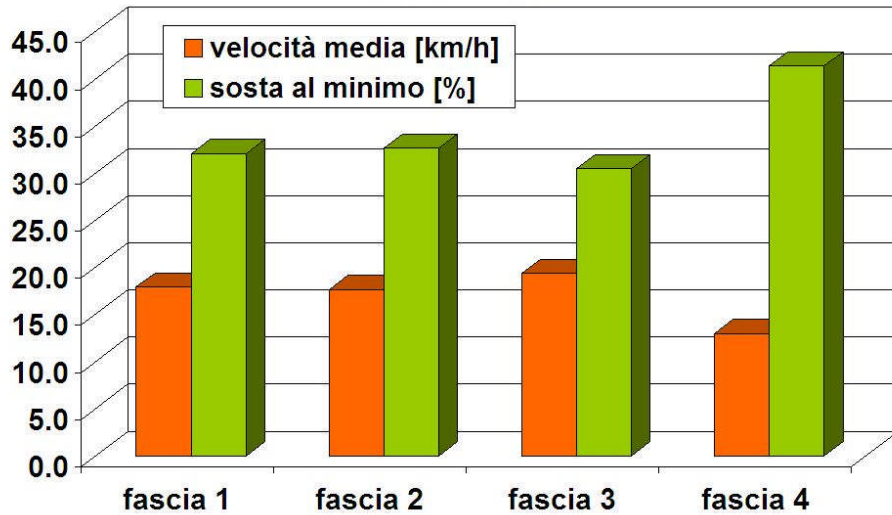
- ✓ Dall'analisi dei risultati, attualmente in corso, si può prima di tutto ricavare l'influenza della tipologia di percorso/tratto sui principali parametri cinematici

Percorso	Tipologia	Velocità media aritmetica [km/h]	Velocità media pesata [km/h]	Sosta al minimo		Numero acquisizioni
				[s]	[%]	
Percorso 3	Centrale	16.9	15.9	327	34.33	71
Tratto 24		14.8	14.1	243	37.34	39
Tratto 45		18.6	16.6	146.2	26.83	55
Tratto 22	Collegamento	28.3	26.1	95.8	21.58	37
Tratto 21	Periferico	42.0	41.4	19.8	7.13	29
Tratto 10		15.3	13.6	198.9	23.89	43

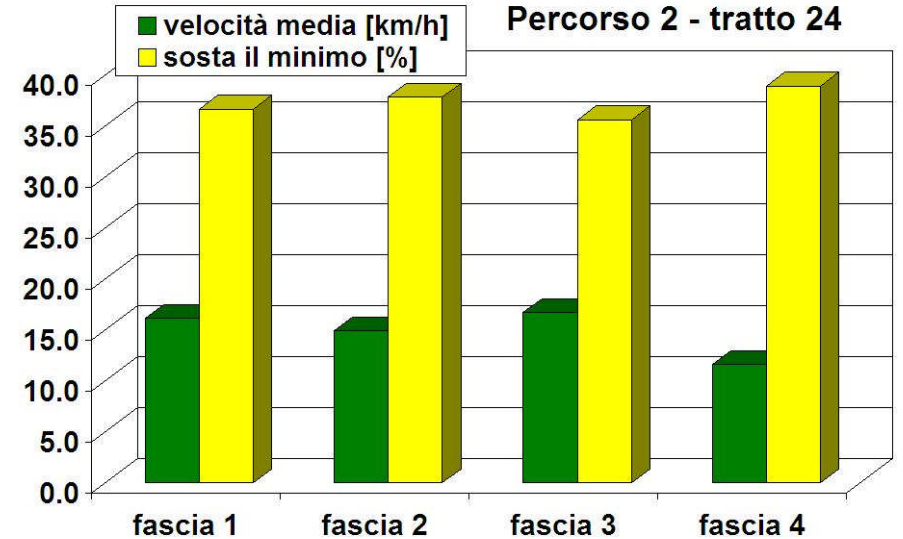
- ✓ Tratti centrali: → bassa velocità media
→ elevata percentuale di tempo di sosta al minimo
- ✓ Tratti periferici: → notevole differenza tra Ponente (tratto 10) e Levante (21)
- ✓ In generale, allontanandosi progressivamente dal centro urbano si è riscontrato un aumento della velocità media e una diminuzione del tempo di sosta al minimo, con significative eccezioni

✓ **Influenza della fascia oraria sulla velocità media e sul tempo di sosta al minimo**

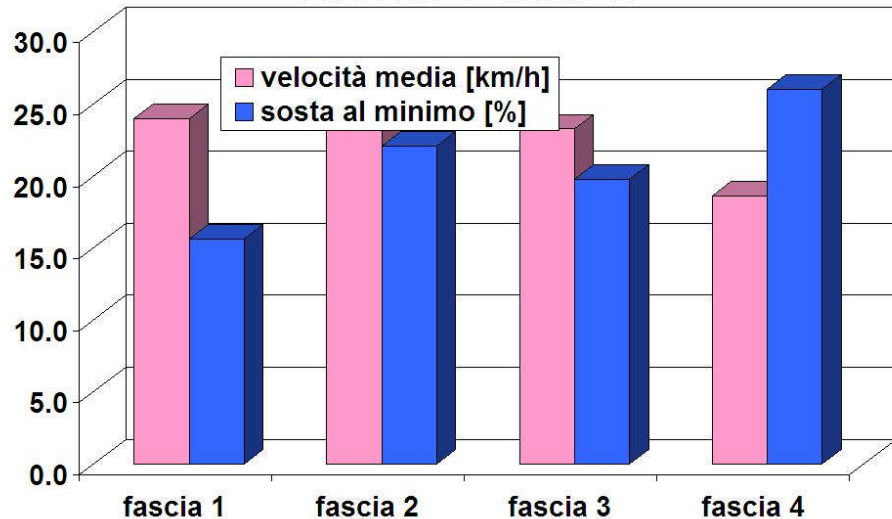
Percorso 3



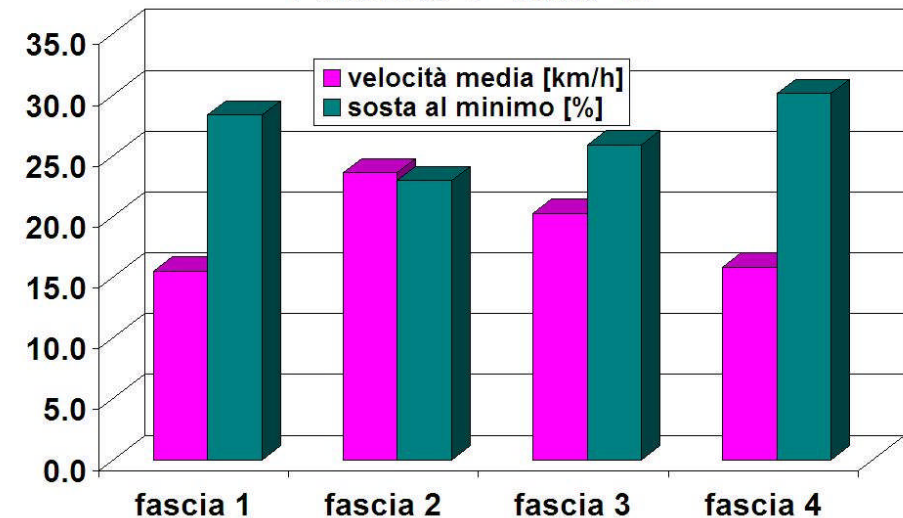
Percorso 2 - tratto 24



Percorso 4 - tratto 41



Percorso 4 - tratto 45



Confronto auto - moto → Velocità media



Si sono confrontati i dati ottenuti sperimentalmente con le situazioni di traffico proposte in ARTEMIS; a titolo esemplificativo si riportano alcuni casi

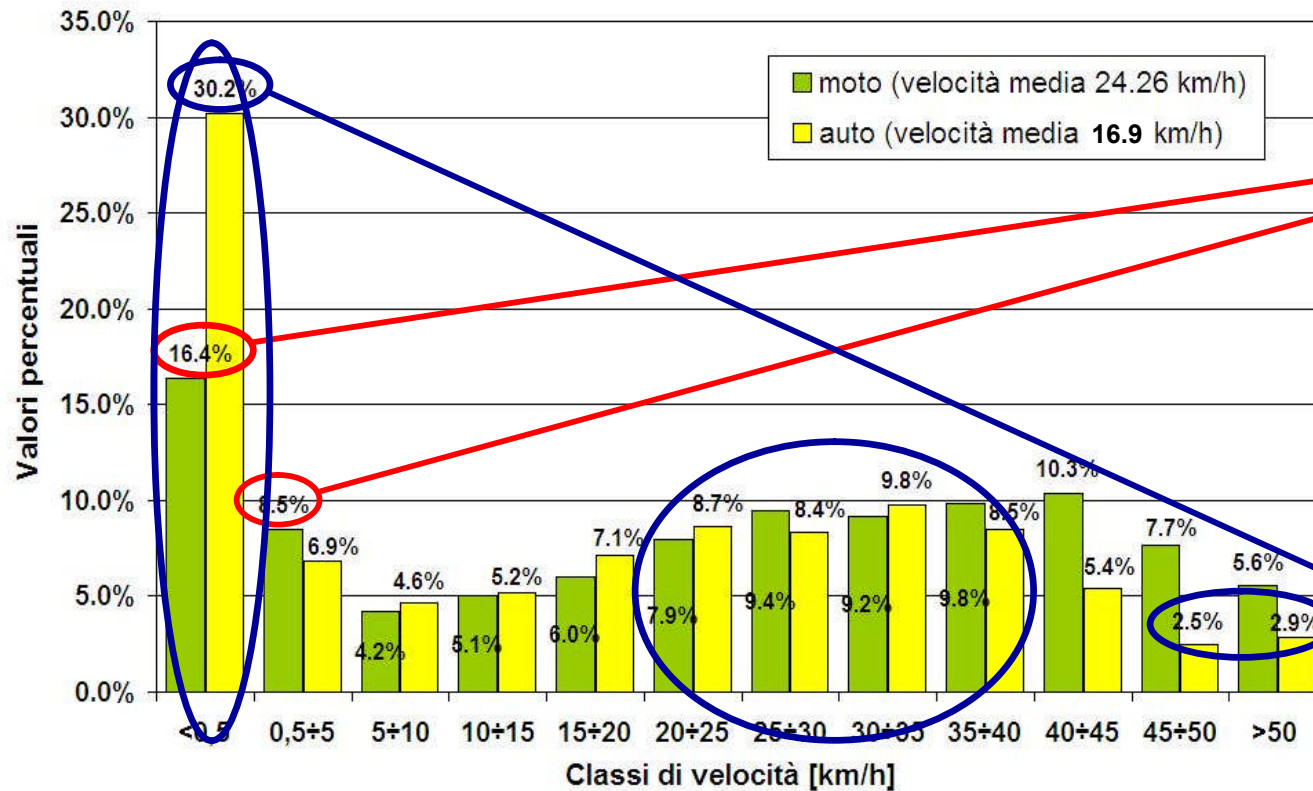
- ✓ Percorso 3:
auto → stop & go
moto → saturated
- ✓ Tratto 24:
auto → stop & go
moto → saturated
- ✓ tratto 21:
auto → free flow
moto → free flow

✓ A parte per il tratto 21 (periferico), in cui si ha una velocità elevata anche per le auto, negli altri casi sussistono considerevoli differenze tra i due mezzi

✓ Per le auto si sono riscontrate spesso le condizioni di stop & go, soprattutto nel collegamento con il ponente cittadino

Confronto auto - moto \Rightarrow Distribuzione di frequenza delle classi di v

CONFRONTO CLASSI DI VELOCITA' PERCORSO 3



Per il motoveicolo la percentuale nelle prime classi va attribuita alla sosta al semaforo ed all'avvicinamento alla linea del semaforo procedendo tra le file dei veicoli fermi

Nel caso delle auto, i differenti valori riscontrati (più elevato per la sosta al minimo e più ridotto per la classe con velocità più elevata) confermano la minore velocità dei flussi di traffico

Per entrambi i mezzi le percentuali sono maggiori nelle classi con $v < 5$ km/h e $v = 20 \div 40$ km/h

Conclusioni:

- ✓ Si sono condotte prove con veicoli strumentati su prefissati percorsi urbani e in differenti fasce orarie, finalizzate al calcolo di alcuni parametri cinematici di interesse
- ✓ Si sono comparati i percorsi e i tratti per valutare l'influenza sulle principali caratteristiche cinematiche della fascia oraria e della tipologia di tratto
- ✓ Si è effettuato un confronto tra auto e moto per verificare il differente comportamento in ambito urbano e la diversa influenza che il traffico esercita sulle due tipologie di veicoli

Sviluppi futuri:

- ✓ Ulteriore elaborazione dei dati (individuazione di zone omogenee dal punto di vista cinematico, ecc.) e validazione statistica delle acquisizioni
- ✓ Studio dell'incidenza del traffico sui diversi percorsi ed analisi statistica delle situazioni di congestione ($v < 15$ km/h)
- ✓ Confronto di differenti procedure di calcolo delle emissioni inquinanti dei veicoli stradali, basate non solo sulla velocità media
- ✓ Utilizzo delle misure per l'individuazione nel territorio urbano genovese di "Traffic Situation" assimilabili a quelle definite in Artemis

Grazie per l'attenzione!

Per ulteriori informazioni e contatti:

www.iceg.unige.it

