

XVI Incontro
EXPERT PANEL EMISSIONI DA TRASPORTO

Milano, 20 - 21 giugno 2011

**Definizione di flussi e del profilo di missione di
veicoli commerciali pesanti in ambito portuale**

G. Zamboni, S. Malfettani, M. Capobianco

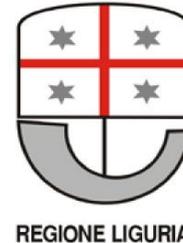
Internal Combustion Engines Group (ICEG)

Dipartimento di Macchine Sistemi Energetici e Trasporti (DIMSET)

Università di Genova



Inquadramento della ricerca



Lavoro svolto nell'ambito del progetto:

Sviluppo di strumenti e metodologie per la valutazione dell'impatto ambientale e dei consumi energetici di veicoli stradali leggeri e pesanti con riferimento all'utilizzazione nell'ambito territoriale ligure.

finanziato dalla Regione Liguria e dal Fondo Sociale Europeo

Scuola di Dottorato in Scienze e Tecnologie per l'Ingegneria – Università di Genova

Corso di Dottorato in Ingegneria delle Macchine a Fluido - Ciclo XXV

Dottorando: Stefano Malfettani

Tutor: Prof. ing. Massimo Capobianco

- Nell'ambito del codice Progress e della sua tipica applicazione all'area urbana genovese (*Riff.: VIII Incontro EP, nov. 2003; Atmospheric Environment 43, pp. 1086 - 1092, 2009*), i VCP vengono conteggiati sulla base dell'immatricolato ACI e di dati della società Autostrade relativi a cinque mesi tra il 2003 ed il 2004, opportunamente estrapolati
- Ulteriori ipotesi sulle percorrenze urbane dei VCP
- La loro incidenza sulle emissioni totali di NO_x e PM nella suddetta area risulta quindi pari a circa il 35 ed il 30%, rispettivamente, con riferimento al 2010

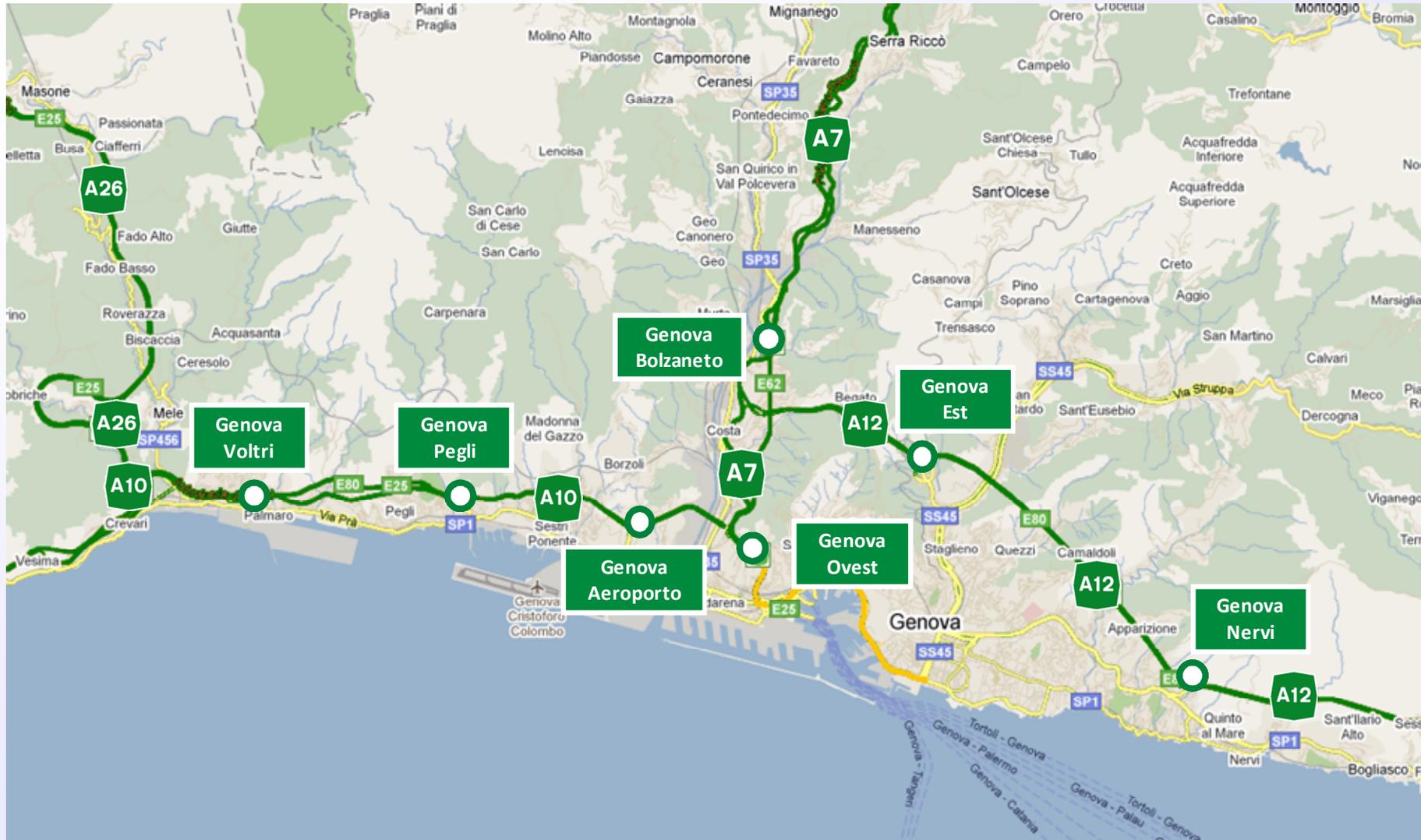
Obiettivi:

- 1) Stimare con maggiore accuratezza numero, percorrenze e contributo dei mezzi pesanti alle emissioni totali con riferimento all'area urbana
 - 2) Quantificare l'impatto del porto come polo di O-D
 - 3) Definire i flussi sui tratti autostradali compresi nell'area urbana ed il relativo contributo alle emissioni, sia per i mezzi leggeri che per quelli pesanti
- attraverso un approccio semplificato, evidenziando gli aspetti che richiedono approfondimenti ed ulteriori indagini

- Società Autostrade e concessionarie tratti autostradali: definizione dei flussi autostradali nel periodo 2000 – 2009 (tratte regionali, ingressi ed uscite caselli genovesi)
- Con Autorità Portuale di Genova e Associazione Provinciale delle aziende di trasporto
 - Definizione struttura portuale: varchi effettivamente legati a traffico VCP, tipologie di attività, ecc.
 - Database di AP per definizione flussi contenitori e VCP, analisi situazioni specifiche (es.: flussi auto verso Terminal Traghetti)
 - Definizione flussi VCP con O-D porto, percorrenze, profilo di missione e classificazione veicoli per tipologia
- Quantificazione flussi VCP con O-D diversa
- Composizione parco per classe normativa

- Definizione dei fattori di emissione
- Valutazione emissioni totali

Tratti e caselli autostradali in ambito urbano



Ge Voltri – Ge Ovest: 12.2 km

Ge Nervi – Ge Ovest: 15 km

Ge Bolzaneto – Ge Ovest: 7.3 km

Ge Est – Ge Bolzaneto: 6.9 km

Flussi ai caselli autostradali VCP 2000 – 2009



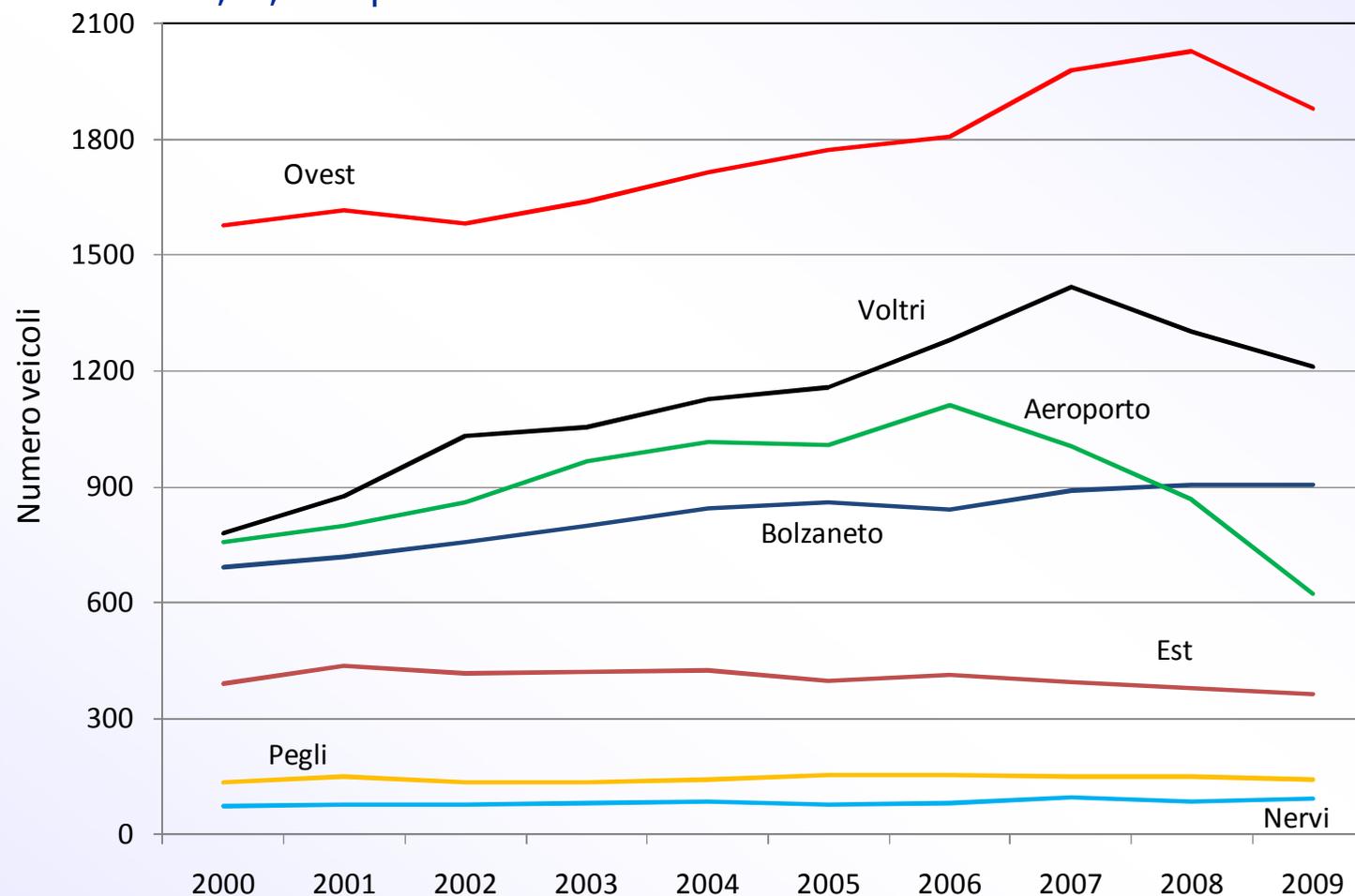
- Cinque classi di pedaggio

- A: veicoli con 2 assi con un'altezza ≤ 1.30 m misurata all'asse anteriore
- B: veicoli con 2 assi con un'altezza > 1.30 m misurata all'asse anteriore (include anche camper, VCL classi II e III, pullman e VCP sino a 16 t)
- 3, 4 e 5: veicoli con 3, 4, 5 o più assi

Traffico Giornaliero Medio (TGM) di veicoli delle classi 3, 4 e 5 (media entrate-uscite)

Valore complessivo massimo: 5930 nel 2007 (5217 nel 2009)

VCP immatricolati a Genova (Comune): 2403 (anno 2008)



Flussi ai caselli autostradali VCP 2000 – 2009

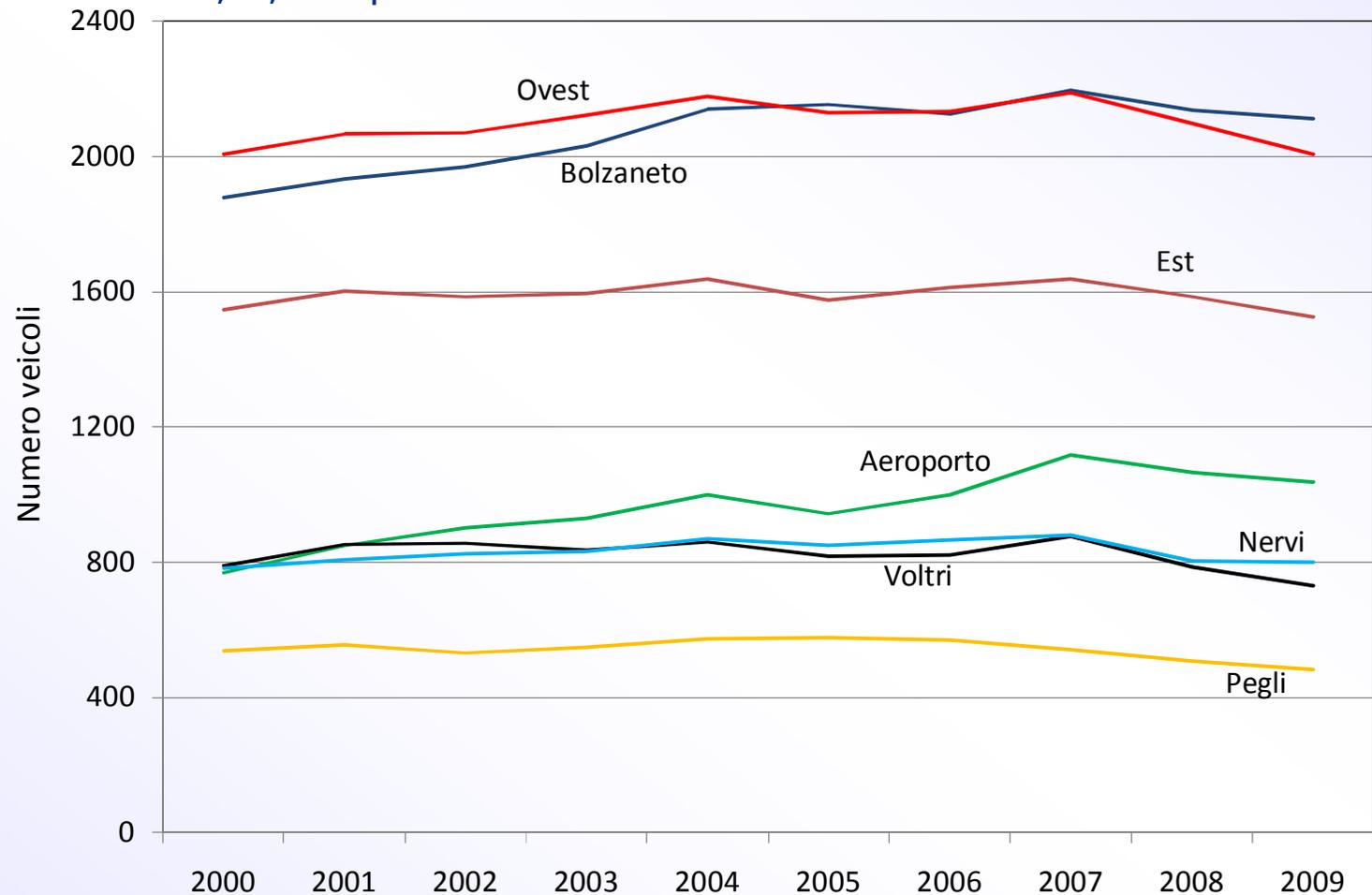


- Cinque classi di passaggio

- A: veicoli con 2 assi con un'altezza ≤ 1.30 m misurata all'asse anteriore
- B: veicoli con 2 assi con un'altezza > 1.30 m misurata all'asse anteriore (include anche camper, VCL classi II e III, pullman e VCP sino a 16 t)
- 3, 4 e 5: veicoli con 3, 4, 5 o più assi

Traffico Giornaliero Medio (TGM) di veicoli della classe B (media entrate-uscite)

Valore complessivo massimo: 9445 nel 2007 (8695 nel 2009)





- 17 varchi complessivi, compresi quelli ferroviari e gli accessi ai cantieri per le riparazioni navali; 5 sono interessati da flussi consistenti di veicoli
- 20 terminal con flussi merci (container, rinfuse, frutta, petroli, ecc.) ed uno con flusso vetture/passeggeri

Rete caselli autostradali – varchi portuali



- Varchi VTE, San Benigno (12 terminal) e Ponte Etiopia (6 terminal) interessati da flussi di VCP prevalentemente (96%) appartenenti alle classi 3, 4 e 5
- Varco Nino Ronco di tipo veicolare/ferroviario
- Terminal Traghetto con flussi di veicoli di classi differenti

Origine – Destinazione dei flussi di VCP



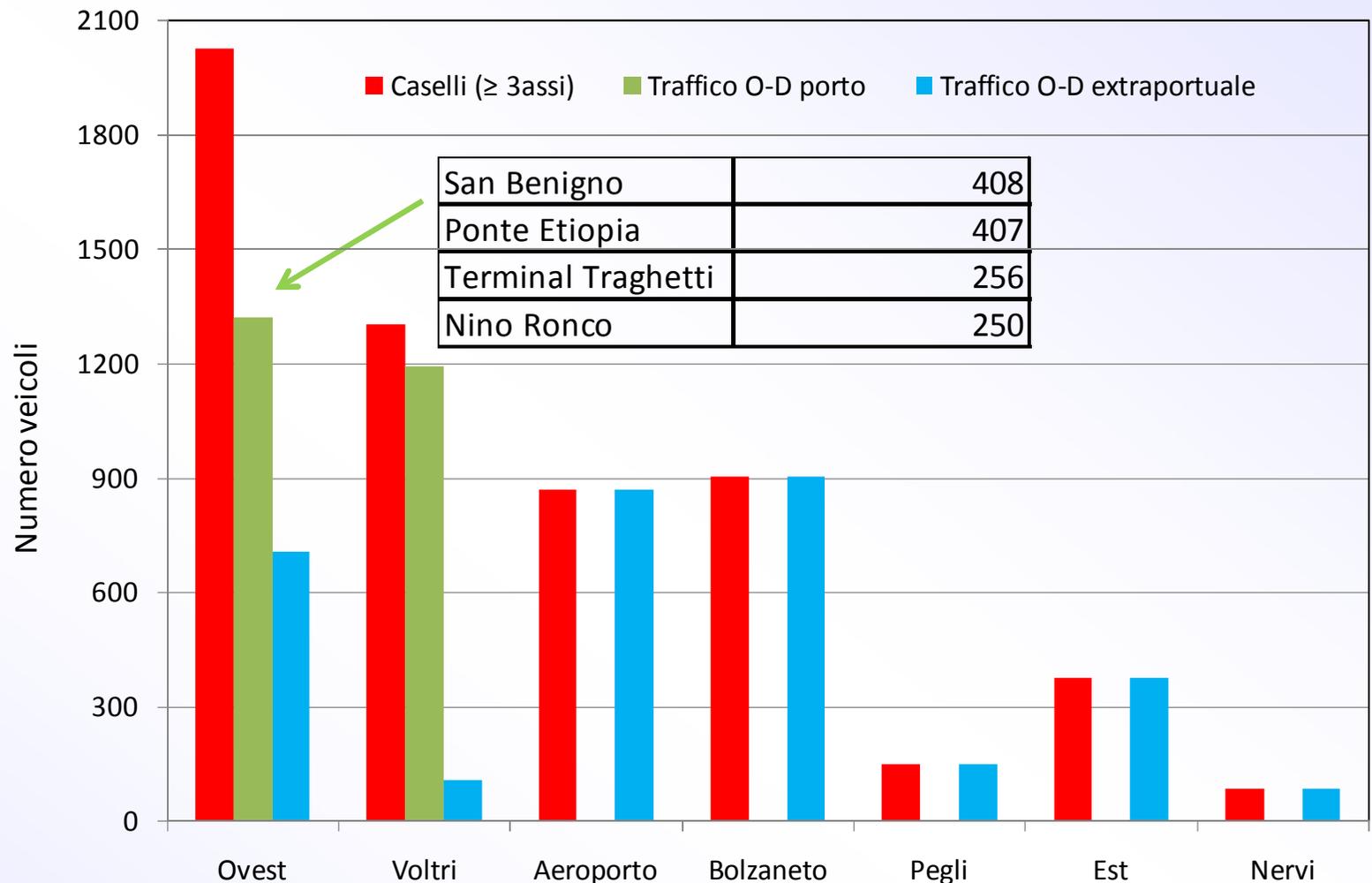
Dati anno 2008

O-D = porto

Ovest: 65%

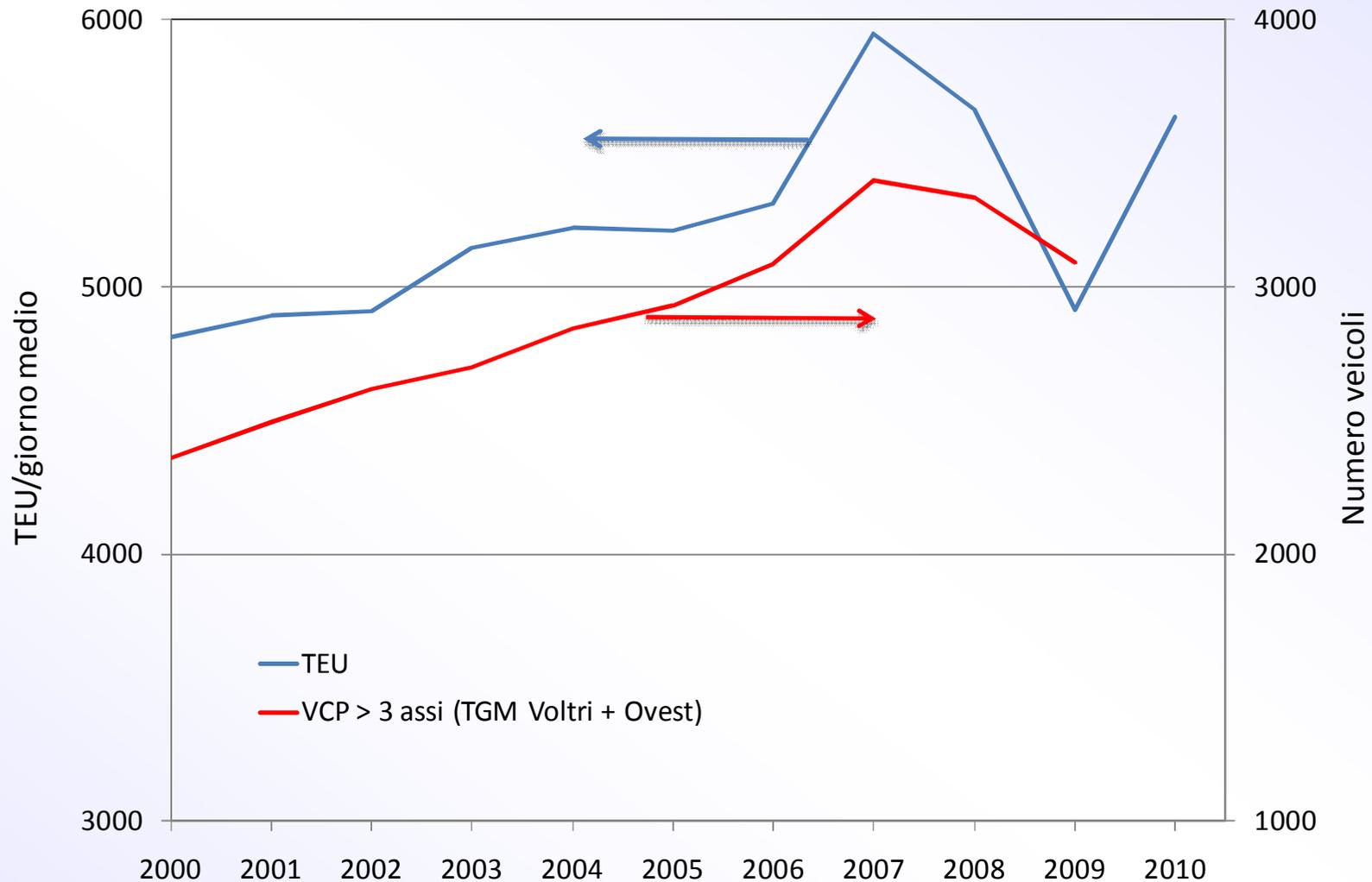
Voltri: 92%

In valore assoluto, circa 2500 veicoli, pari al 44% di quelli in transito ai 7 caselli



Circa 3200 veicoli con O-D ≠ porto

Volumi dei traffici portuali



- E' prevedibile un'ulteriore ripresa del volume dei traffici legata al superamento della crisi ed un successivo aumento dovuto ad interventi infrastrutturali

Utilizzando le definizioni delle tipologie di navi per descrivere la movimentazione dei carichi, si possono elencare le seguenti attività:

- Lift-on/Lift-off (LoLo): il veicolo deposita il container, che poi viene caricato da una gru del porto, dalla gru della nave o da un reach stacker, ed esce con carico equivalente
- Roll-on/Roll-off (RoRo): il veicolo entra direttamente nella nave o deposita il container o la cassa mobile. Una motrice dedicata effettua il carico sulla nave, mentre il veicolo esce con un carico equivalente
- Roll-on/Lift-Off (RoLo): per le navi che effettuano il carico sia con le gru che via gomma
- Roll-on/Roll-off passenger (RoPax): per le navi che caricano passeggeri, autovetture e mezzi pesanti

Nel caso più semplice (LoLo, applicabile ai varchi VTE e San Benigno), la successione delle operazioni è la seguente:

- Get In: accesso con procedure doganali (veicolo fermo, motore acceso)
- Get In – Last Move: percorso verso la zona di carico-scarico ($v_{\max} = 30$ km/h) e coda in attesa di arrivare alla zona di carico-scarico
- Last Move: carico e scarico, normalmente nella stessa posizione (motore spento, a meno di necessità per servizi ausiliari, aria condizionata ecc.)
- Last Move – Get Out: percorso verso l'uscita ($v_{\max} = 30$ km/h), coda al varco di uscita
- Get Out: procedure di uscita (più rapide di quelle di accesso)

Profili di missione VCP varco VTE

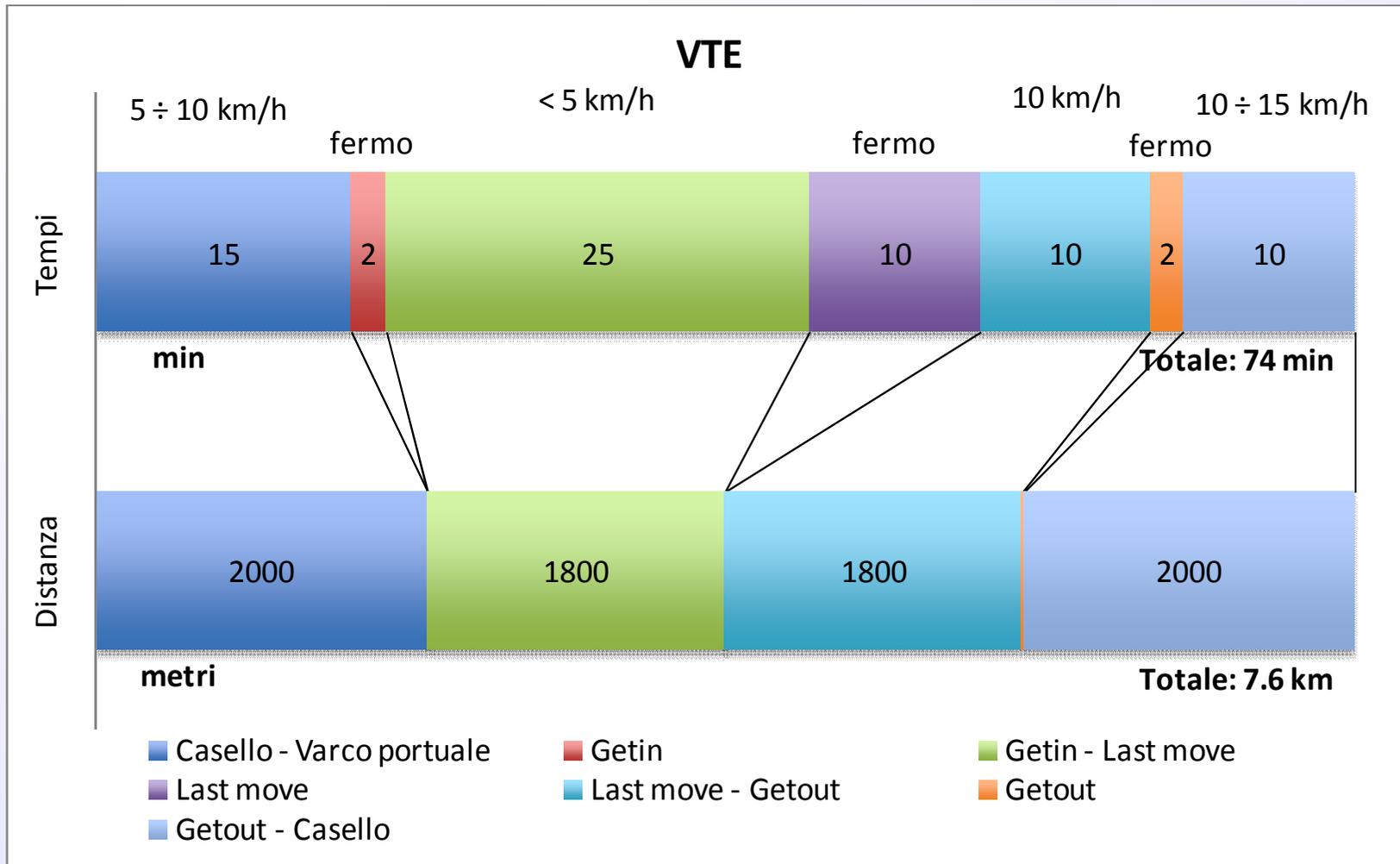
- Tempi medi (ma limitata variabilità a meno di situazioni eccezionali) e percorrenze medie (Get in – Last move e Last move – Get out)



Profili di missione VCP varco VTE



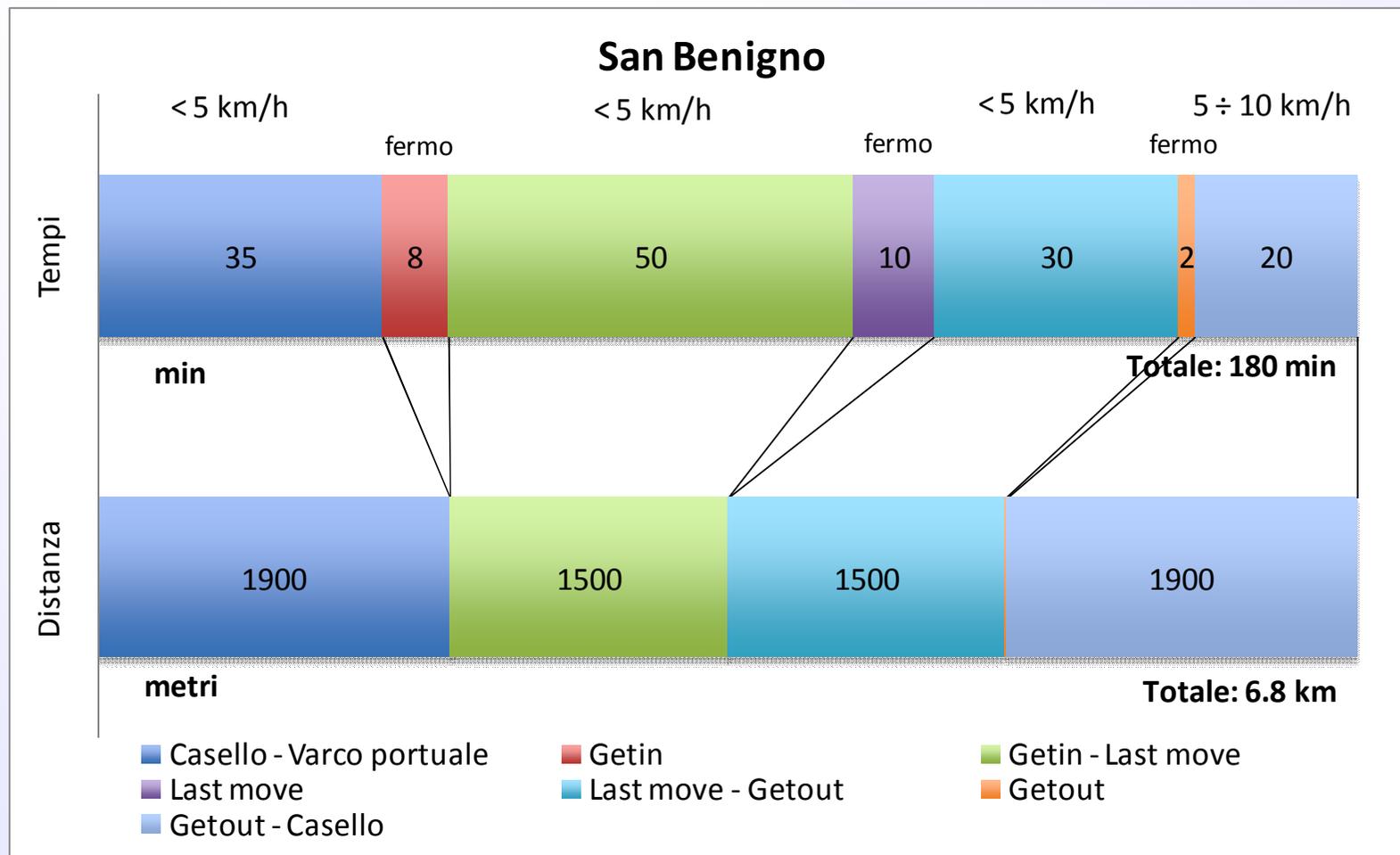
- Tempi medi (ma limitata variabilità a meno di situazioni eccezionali) e percorrenze medie (Get in – Last move e Last move – Get out)



Profili di missione VCP varco San Benigno



- Tempi minimi o medi
- Evidente l'influenza di: flusso totale dal casello autostradale di Ge Ovest (circa 34000 veicoli/giorno contro gli 11000 di Voltri), mancanza di aree di attesa dedicate, procedure non ancora informatizzate



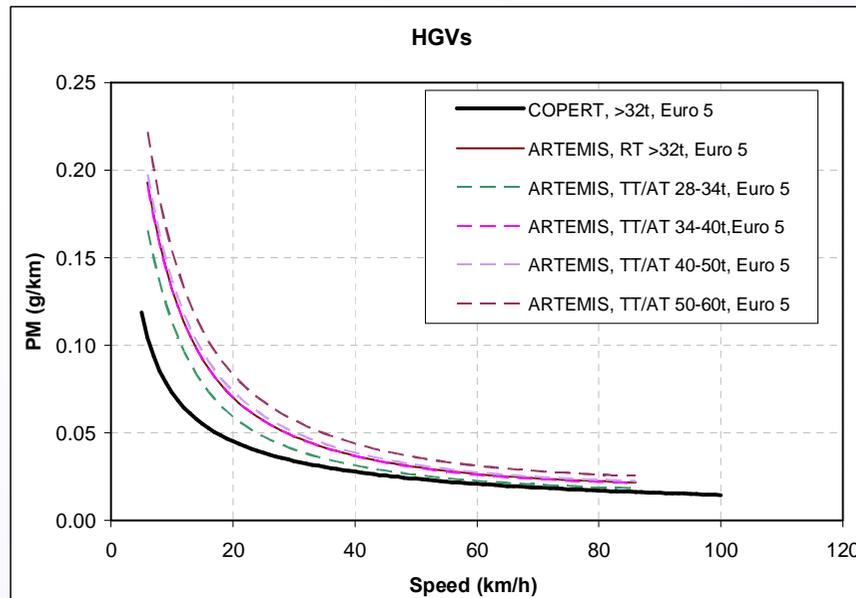
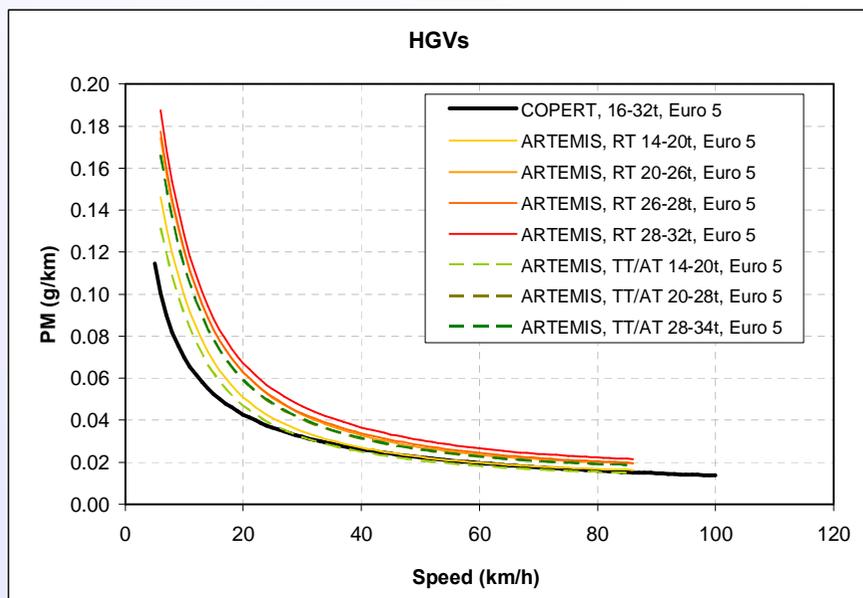
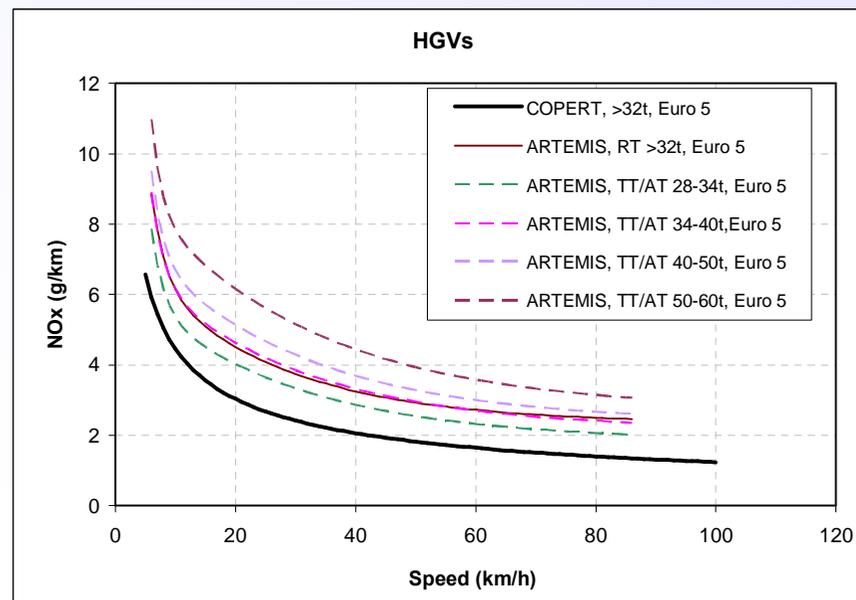
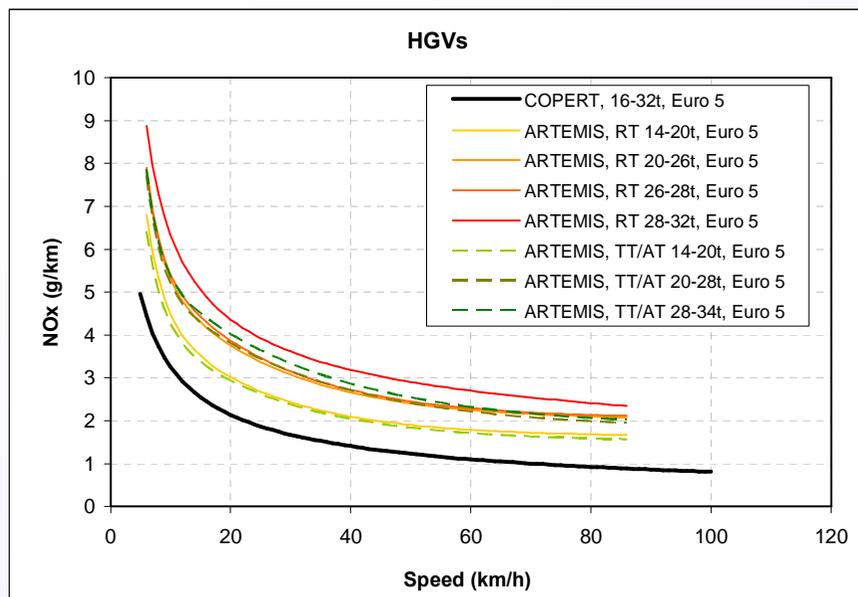
- Ponte Etiopia: effettua RoRo, LoLo, carico e scarico rinfuse (che ha tempi e modalità diverse dal semplice LoLo e dipende dal tipo di rinfusa trattata)
- Nino Ronco: esclusivo per il Terminal Messina, effettua principalmente RoRo e RoLo
- Terminal Traghetti (varco Albertazzi): effettua RoRo e RoPax

Per il varco Ponte Etiopia, la successione delle operazioni è simile a quella di San Benigno, con distanza casello – varco uguale (1.9 km)

Per il varco Nino Ronco occorre tenere conto dell'interscambio con la modalità ferrovia. Distanza casello – varco 3.6 km

Il Terminal Traghetti presenta invece un profilo diverso, fortemente influenzato (per i tempi e le velocità) dall'andamento stagionale dei flussi

Perché è importante il profilo di missione



Composizione parco VCP rispetto alla tipologia



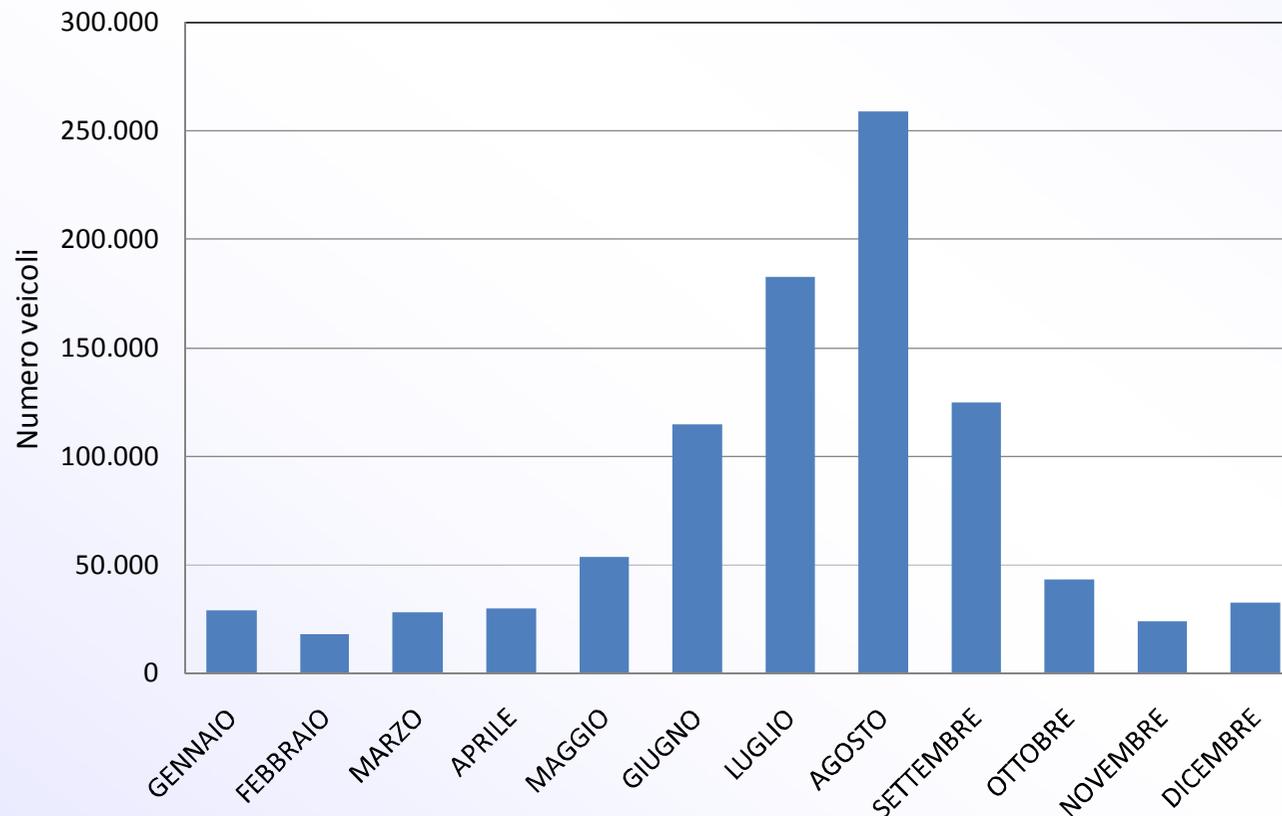
Tipologia	Classe di massa	Numero assi	Percentuale parco per porto
Autocarro 	RigidTruck < 7,5 t	2	2,0%
	RigidTruck 7,5 ÷ 12 t	2	1,0%
	RigidTruck > 12 ÷ 14 t	2	1,0%
	RigidTruck > 14 ÷ 20 t	3	1,0%
	RigidTruck > 20 ÷ 26 t	3-4	0,5%
	RigidTruck > 26 ÷ 28 t	4	0,5%
	RigidTruck > 28 ÷ 32 t	4	8,0%
	RigidTruck > 32 t	5	6,0%
Autoarticolato 	Truck Trailer/Articulated Truck > 14 ÷ 20 t	3	17,0%
	TT/AT > 20 ÷ 28 t	3-4	7,0%
	TT/AT > 28 ÷ 34 t	4-5	25,0%
Autotreno 	TT/AT > 34 ÷ 40 t	≥ 5	10,0%
	TT/AT > 40 t	≥ 5	21,0%

Composizione valida per i varchi VTE, San Benigno e Ponte Etiopia

- Elaborazione database Artemis/Copert e HBEFA
- Applicazione modello PHEM (in collaborazione con IFSTTAR)
- Misure a bordo veicolo con PEMS e/o confronto con simulazioni PHEM (in collaborazione con IFSTTAR)
- ...

- Emissioni al minimo
- Incidenza ausiliari (servofreno, aria condizionata, ecc.)
- Contributo emissioni a freddo (trascurabile ?)
- ...

- Flusso veicoli leggeri diretti al Terminal Traghetto (anno 2008)
- I corrispondenti veicoli • km nel mese di agosto sono pari a circa l'1.5% del valore calcolato per i veicoli normalmente circolanti in area urbana
- Occorre tenere presente la ridotta estensione dell'area in cui sono concentrati i veicoli e la limitata velocità degli spostamenti, che comporta un aumento dei fattori di emissione



Questioni aperte



- Analisi distribuzione veicoli appartenenti alla classe di pedaggio B
- Ripartizione veicoli con O-D Terminal Traghetto per classe autostradale e tipologia e definizione del relativo profilo di missione
- Quantificazione percorrenze e profili VCP con O-D diversa da porto
- Quantificazione veicoli immatricolati a Genova inclusi nei flussi descritti
- Classificazione veicoli per fase normativa
- ...

Da una valutazione congiunta con i colleghi dell'Istituto Motori

- Fattori di emissione per ridotti valori della velocità (< 5 – 10 km/h), corrispondenti ai cicli Artemis "congested urban, stops" e "stop & go" ed ai cicli Istituto Motori a bassa velocità
- Definizione fattori di emissione per specifiche situazioni di traffico, finalizzate all'analisi di interventi quali realizzazione di rotatorie, adozione limiti di velocità pari a 30 km/h, ecc.
- Emissioni al minimo
- Emissione primaria di NO₂
- Ripartizione PM₁₀, PM_{2.5}, PM₁
- Emissioni veicoli raccolta RSU
- Emissioni da parco veicoli alimentati con combustibili gassosi (GPL, CNG)
- Emissioni GHG (N₂O, CH₄)

... e non ci sono solo i trasporti stradali

Grazie per l'attenzione!

**Per ulteriori informazioni e contatti
ed il download di articoli e presentazioni:**

www.iceg.unige.it



- **Le classi di pedaggio**

- Il pedaggio autostradale varia a seconda dell'altezza e del numero di assi del veicolo, secondo le seguenti classi:

- **2 ASSI**

- **Classe A**

- altezza inferiore o uguale a 1,3m (misurata all'asse anteriore)
- (sono ammessi in autostrada solo gli scooter di cilindrata superiore ai 150cc)

- **Classe B**

- altezza superiore a 1,3m (misurata all'asse anteriore)

- **3 ASSI**

- Esempi di veicoli a 3 assi: Auto con rimorchio o roulotte a 1 asse
- Camper a 2 assi con rimorchio a 1 asse
- Pullman a 3 assi
- Camion a 3 assi
- Camion con rimorchio a 3 assi complessivi
- Autoarticolati a 3 assi complessivi

- **4 ASSI**

- Esempi di veicoli a 4 assi: Auto con roulotte a 2 assi
- Camion a 4 assi
- Autoarticolati a 4 assi complessivi
- Autotreni a 4 assi

- **5 o piú ASSI**

- Esempi di veicoli a 5 o piú assi: Autotreno a 5 o piú assi
- Camion a 5 o piú assi

