



Valutazione dei benefici ambientali derivanti dall'introduzione della mobilità elettrica

Giancarlo Potenza

Pisa, 5-6 Luglio 2012

Indice

- Introduzione
- Approccio metodologico
- Applicazione modello CMB
 - ✓ Caso studio: città di Brindisi
 - ✓ Caso studio: città di Civitavecchia
- Applicazione modellistica a dispersione
 - ✓ Caso studio: città di Lecce
- Scenari di produzione di energia elettrica
- Valutazione benefici ambientali della mobilità elettrica
- Conclusioni e sviluppi futuri



Introduzione

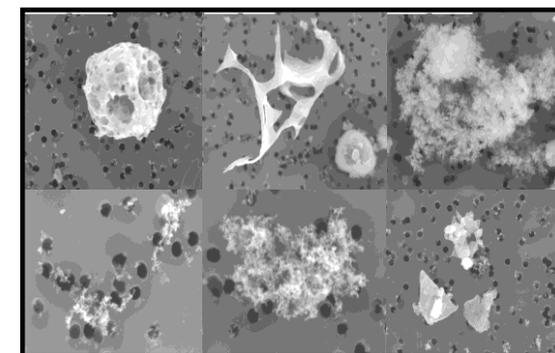
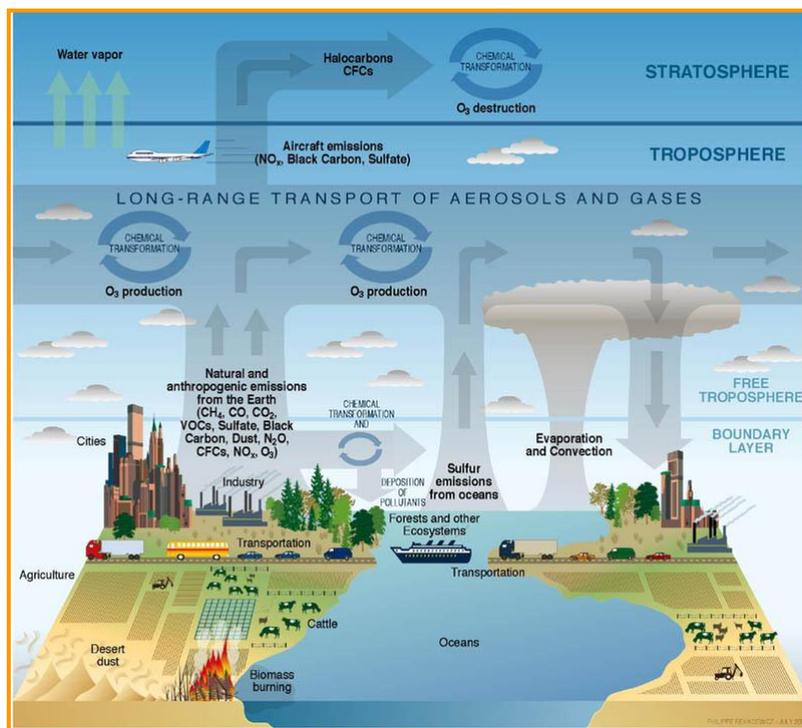
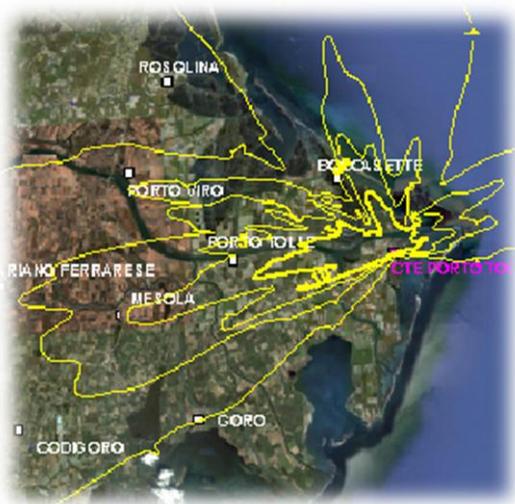
Caratteristiche inquinamento da traffico

- Emissione diretta in luoghi densamente popolati;
- Sorgente di emissione diffusa;
- Scarsi o nulli sistemi di contenimento delle emissioni;
- Scarsa ventilazione per effetto canyon;
- Frazione particellare fine ed ultrafine ($PM_{2,5}$ e PM_1);
- *Marker* caratteristici (NO , NO_2 e CO);

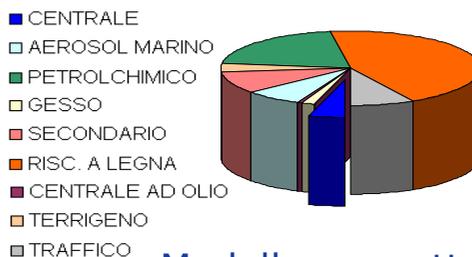
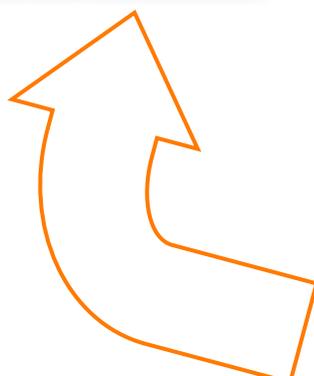


Approccio integrato per la valutazione dei contributi di sorgente

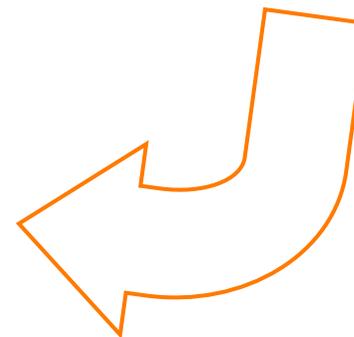
Modello a dispersione



Modello morfo-chimico

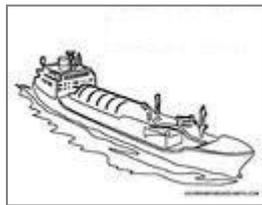


Modello a recettore



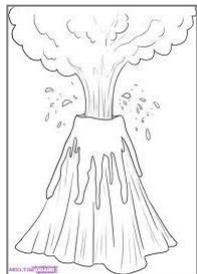
Valutazione dei contributi di sorgente al PM10

Speciazione chimica e bilancio di massa (US-EPA CMB 8.2)

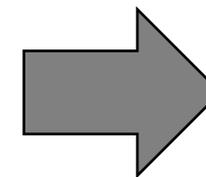


Emissioni portuali

Emissioni da riscaldamento domestico

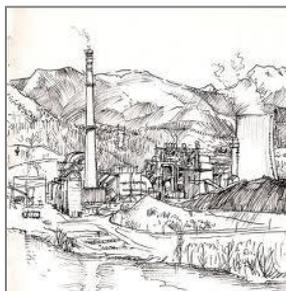


Emissioni naturali

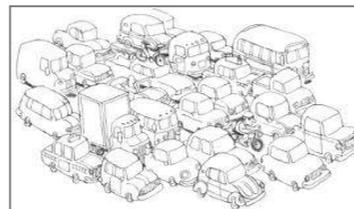


$$C_i = \sum_{k=1}^n a_{ik} S_k$$

Emissioni industriali



Emissioni da traffico



Valutazione dei contributi di sorgente al PM10

Sito di Civitavecchia



Campionatori e teste PM10



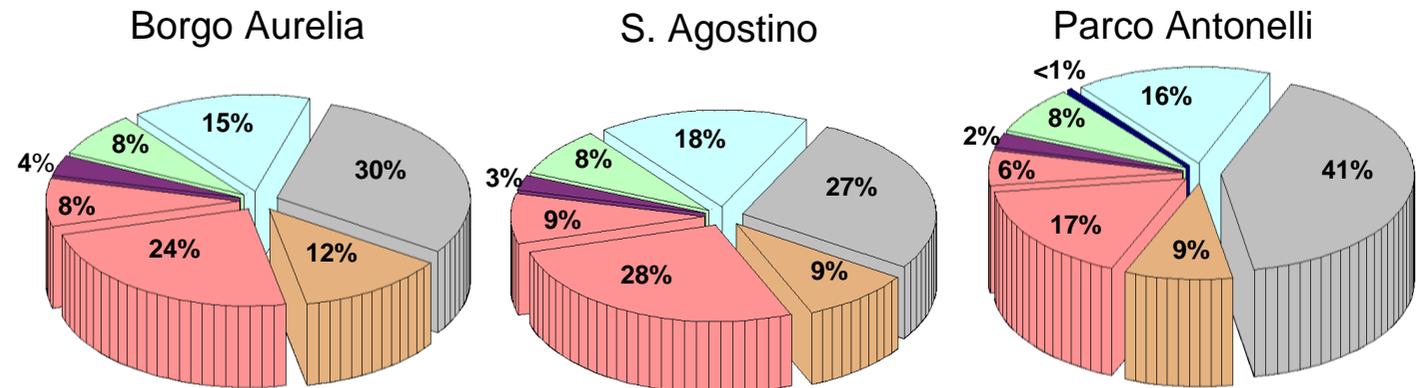
I campionatori sequenziali a doppia linea di campionamento consentono il prelievo del PM₁₀ su policarbonato e fibra di quarzo.

Applicazione al sito di Civitavecchia

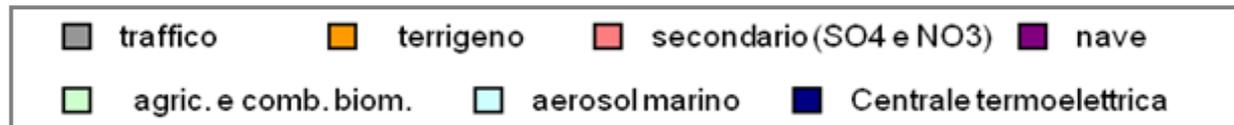
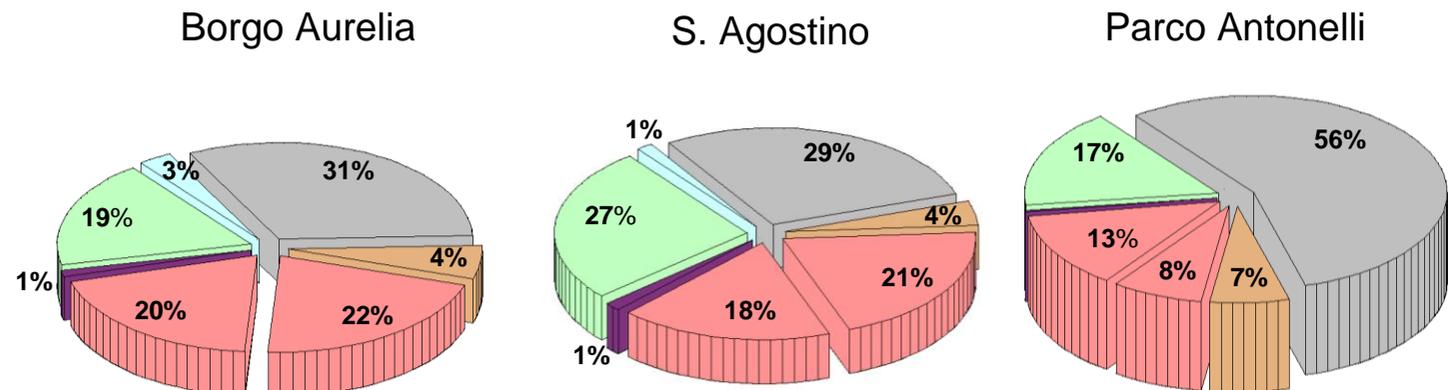
Campagna estiva e invernale



Campagna estiva (settembre 2010)

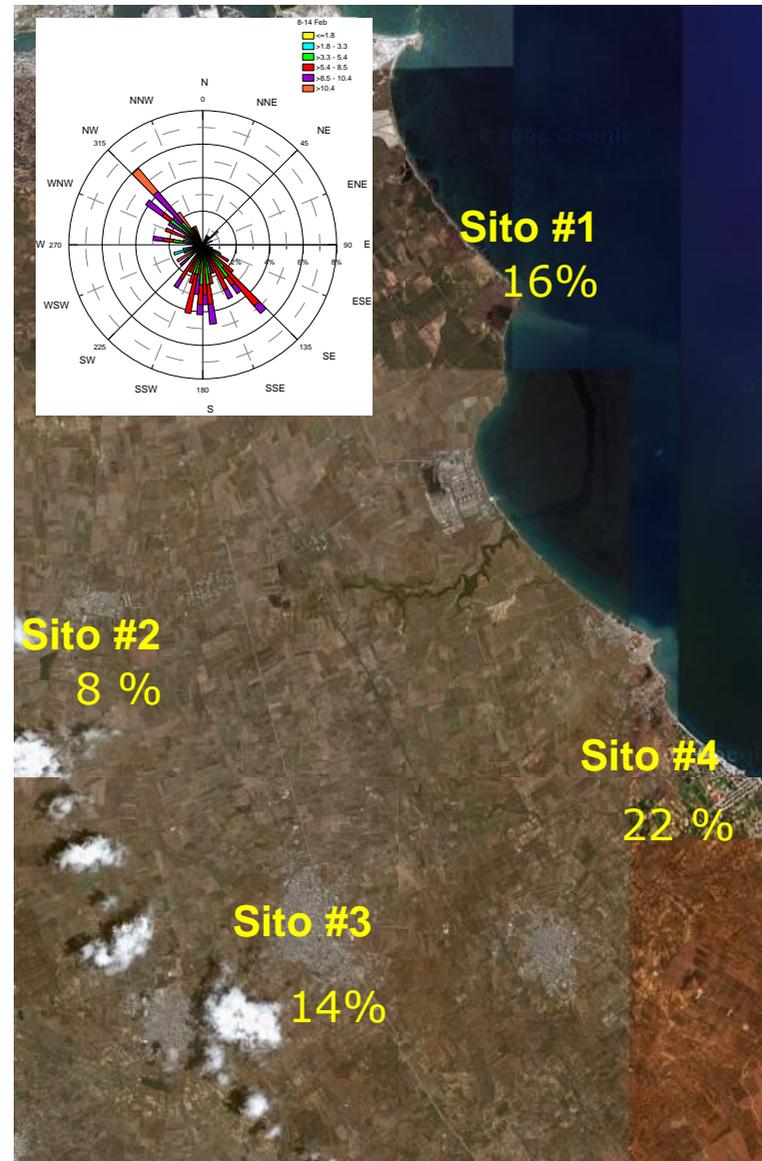


Campagna invernale (gennaio-febbraio 2011)

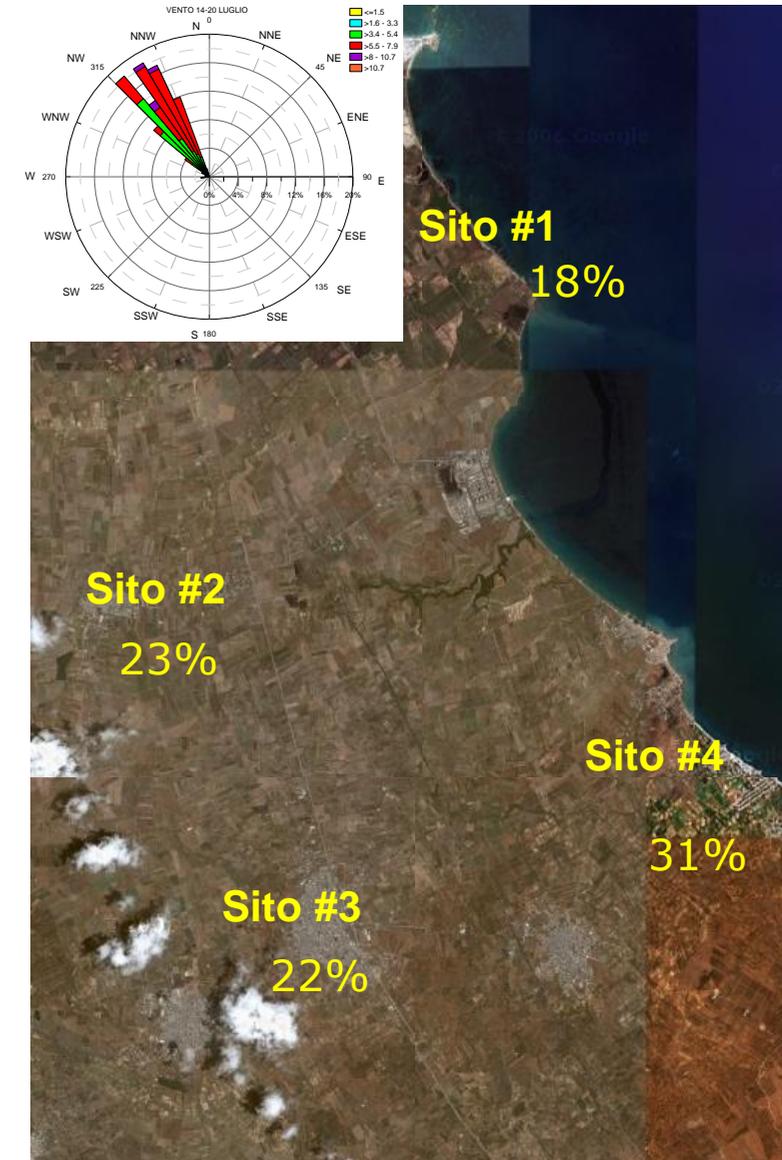


Applicazione al sito di Brindisi

Campagna invernale (Febbraio 2007)



Campagna estiva (Luglio 2006)



Il contributo dato dal traffico veicolare è osservabile in tutti i siti analizzati ed inoltre, il contributo medio ad esso ascrivibile risulta essere mediamente compreso tra l'8 ed il 30 %

(valore medio 20%)

Scenari intermedi

- Tramite studi di *source apportionment* è possibile stimare il contributo di ogni singola sorgente alla qualità dell'aria compreso il traffico.
- Tale dato rappresenta però il massimo beneficio ambientale, derivante da uno scenario di completa sostituzione dei veicoli convenzionali.
- Per la valutazione di scenari intermedi (penetrazione mobilità elettrica) è necessario lo sviluppo di modelli a dispersione che consentano di valutare il peso percentuale partendo dal numero di veicoli circolanti e dal relativo fattore di emissione per ogni classe di veicoli.

Modellistica a dispersione

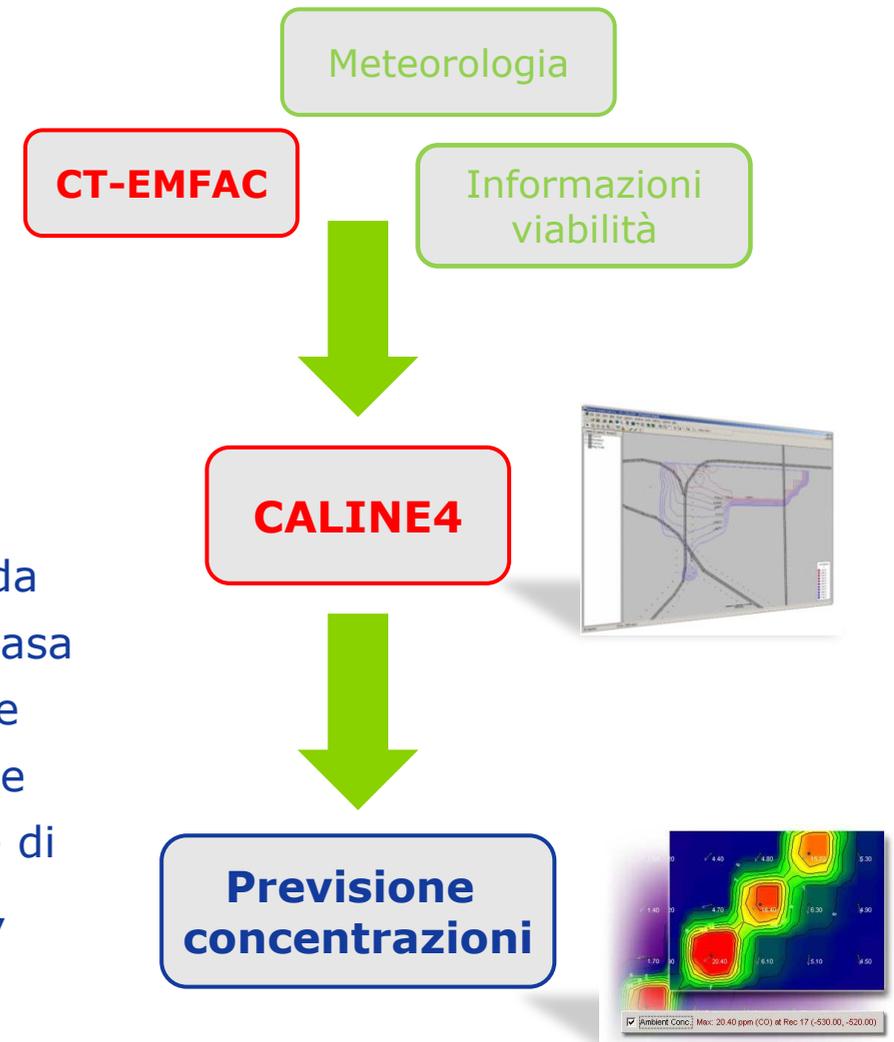
Metodologia

Software CT-EMFAC

Il modello CT-EMFAC consente di stimare i fattori di emissione delle principali tipologie di inquinanti tipiche del traffico veicolare sulla base delle sue caratteristiche (velocità, tipologia veicoli,...)

Software Caline4

CALINE4 è un modello a dispersione lineare sviluppato da Caltrans (*California Department of Transportation*). Si basa sulla risoluzione delle equazioni di diffusione gaussiane e utilizza il concetto di *mixing zone* per la caratterizzazione della dispersione di inquinanti lungo le strade. Consente di predire le concentrazioni di monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO₂) ed il particolato totale sospeso. Consente di valutare la dispersione in corrispondenza di incroci, parcheggi, strade sopraelevate o interrate e canyon.



Calpuff Model System

Descrizione del modello

- Trasporto (locale and regionale)
- Formazione di Aerosol
- Deposizione umida e secca
- Reazioni chimiche
- Buildings downwash
- Effetti di interazione con la costa



Parametri	Descrizione
Dominio ed intervallo di tempo	200-300 km dalla sorgente con un intervallo temporale da 1 h ad 1 secondo
Building Downwash	Settato tramite apposito modulo dall'operatore
Tipologia di sorgenti	Puntuali, lineari, areali, volumetriche e flare
Campo di vento e meteorologia	Campo di vento 3D con dati orari superficiali, in quota e dati di precipitazione e/o dati prognostici (M5 o WRF)
Tipologie di rilascio/emissione	Buoyant o neutrally buoyant plumes con tempo costante o variabile, per emissioni sia di esercizio che fugitive
Chimica atmosferica	MESOPUFF II, RIVAD/ARM3, SOA e tassi di trasformazione definiti dall'operatore
Stato regolatorio	Consigliato da US EPA per trasporto su larga scala. Utilizzato anche per scenari meteorologici complessi.

Città di Lecce

Primo esempio di applicazione

Fattori di emissione

Calcolo effettuato tramite metodologia Corinair:

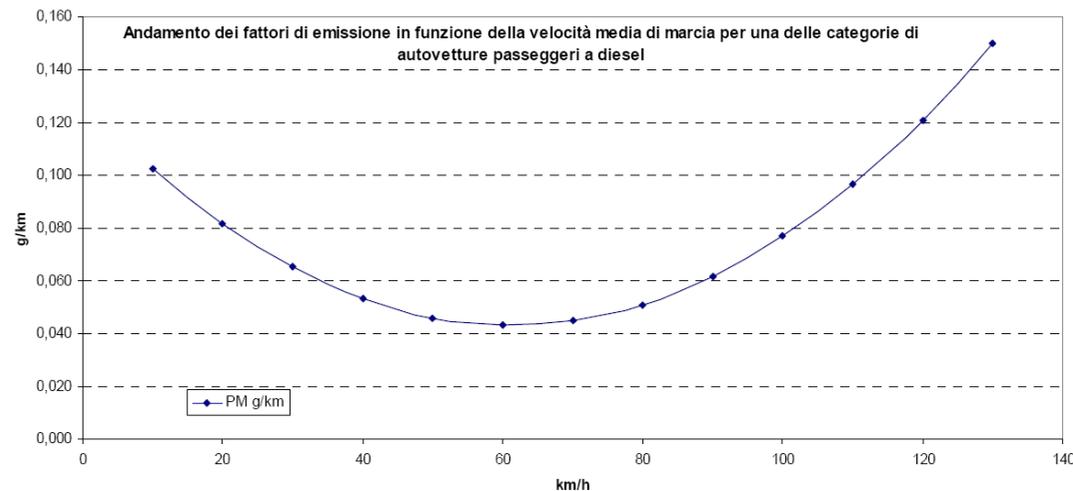
$$F_i = av^2 + bv + c$$

<http://reports.eea.eu.int/EMEPCORINAIR3/en>

Correzioni utilizzate:

- Miglioramento tecnologico
- Partenza "a freddo"
- Inclinazione della strada
- Effetto del carico

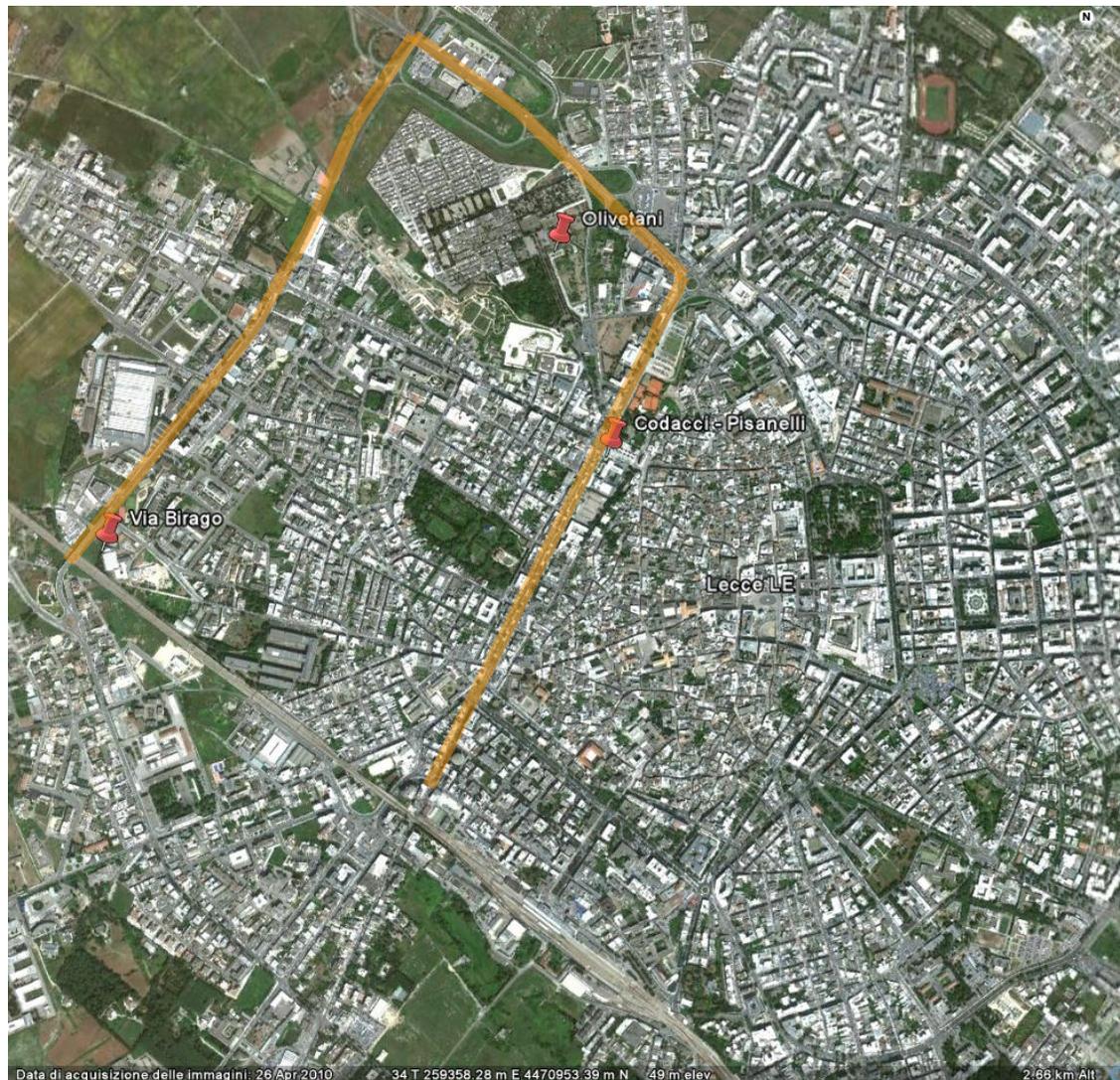
	Traffico di punta			Traffico regolare		
	Car	2wheeler	Truck	Car	2wheeler	Truck
Numero di veicoli per ora	689	173	232	407	126	159
Velocità media (km/h)	15	20	10	30	40	20
Tempo medio in coda (sec)	200	100	500	120	60	350
Fattore di emissione(g/km)						
CO	2,021	2,387	3,987	1,662	2,091	2,723
NO _x	0,213	0,315	0,492	0,109	0,229	0,372
PM ₁₀	0,273	0,436	0,732	0,128	0,328	0,546



PM₁₀
Autoveicoli
Diesel

Città di Lecce

Campagna di campionamento prevista



Campionamento Estivo
Campionamento Invernale

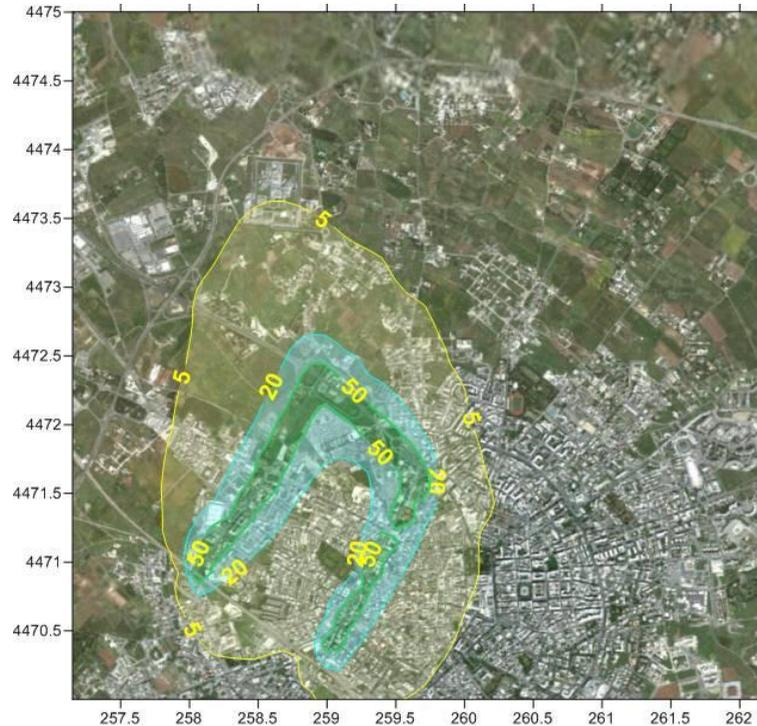
Postazioni:

Codacci-Pisanelli
(2 campionatori Hydra)
Olivetani
(2 campionatori Hydra)
Via Birago
(2 campionatori manuali)

Città di Lecce

Modellazione Calpuff

Valori di picco max

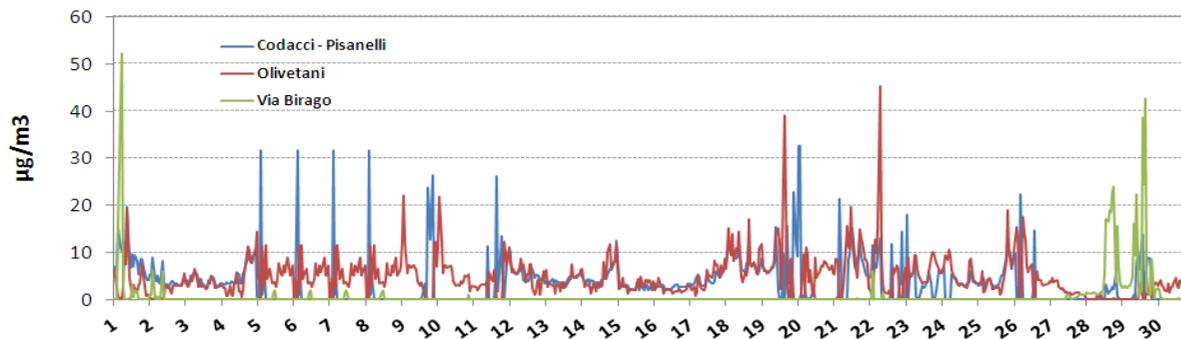


Gennaio 2009

% penetrazione BEV+PHEV

0,50%	2015	8,91%
9,00%	2020	8,15%
18,00%	2030	7,34%
24,00%	2040	6,81%
83,00%	2050	1,52%

Esempio di calcolo del contributo medio del traffico veicolare sulla qualità dell'aria (PM10)

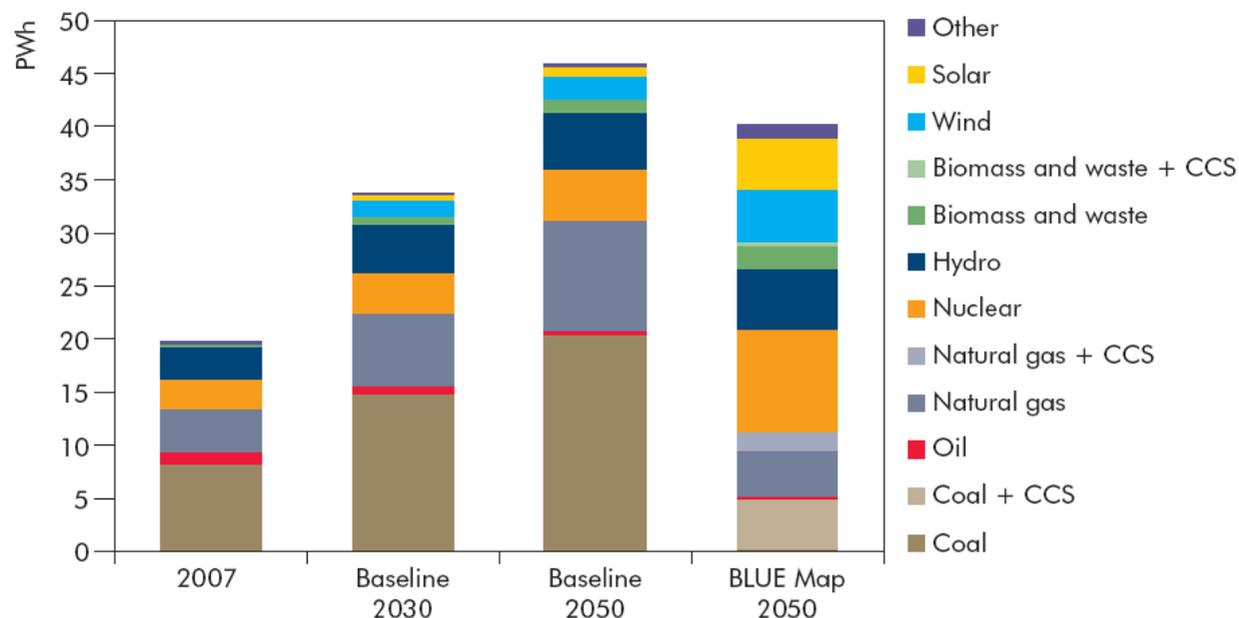


5-6 Luglio 2012 Valutazione dei benefici ambientali derivanti dall'introduzione della mobilità elettrica

Scenari di produzione di energia elettrica

Evoluzione mix energetico

Source: IEA – International Energy Outlook



SCENARIO 1: Baseline 2020

SCENARIO 2: Baseline 2030

SCENARIO 3: Baseline 2050

SCENARIO 4: Blue Map 2050

SCENARIO 5: Rinnovabili + Nucleare 2012

Completa sostituzione dell'intero parco veicoli a combustione interna in Italia

Fabbisogno energetico mobilità elettrica

Emissioni dirette di inquinanti

DIRECT EMISSIONS (source EMEP/EEA emission inventory guidebook 2009)

Public electricity and heat production

consumo/anno intero parco auto Italia (2011)

cars	69,64	TWh/y
trucks	64,89	134,52

		BIOMASS	NUCLEAR	NG	OIL	COAL	REN
SCENARIO 1	%	1,9	17,0	18,2	9,3	38,2	15,4
baseline 2020	TWh/y	0,230	2,058	2,203	1,126	4,625	1,864
SCENARIO 2	%	2,3	13,6	20,5	5,5	40,9	17,3
baseline 2030	TWh/y	0,550	3,302	4,953	1,321	9,906	4,182
SCENARIO 3	%	2,7	10,8	20,3	2,7	43,2	20,3
baseline 2050	TWh/y	3,018	12,071	22,632	3,018	48,282	22,632
SCENARIO 4	%	6,8	25,0	17,0	0,3	11,8	39,0
Blue Map 2050	TWh/y	7,613	27,913	19,032	0,381	13,195	43,519
SCENARIO 5	%	0	35	0	0	0	65
Rinnovabili + Nucleare 2020	TWh/y	0	46,847	0	0	0	87,002

Benefici ambientali della mobilità elettrica

Emissioni dirette di inquinanti

EMISSIONI

	ton/y	NOx	CO	PM10
SCENARIO 1 <i>baseline 2020</i>		7532	2618	461
SCENARIO 2 <i>baseline 2030</i>		15428	5661	927
SCENARIO 3 <i>baseline 2050</i>		72185	27710	4325
SCENARIO 4 <i>Blue Map 2050</i>		29836	15003	2218
SCENARIO 5 <i>Rinnovabili + Nucleare 2020</i>		0	0	0



saved emissions (ton/y)

	NOx	CO	PM10
	3685	169339	3579
	7006	338253	7153
	31262	1558116	32930
	73612	1570824	35037
	11217	171957	4040

saved emissions (%)

	NOx	CO	PM10
	2,96%	8,86%	7,97%
	5,62%	17,70%	15,94%
	25,08%	81,55%	73,36%
	59,06%	82,21%	78,06%
	9,00%	9,00%	9,00%

Per il PM10 le riduzioni di emissioni possibili variano in un range che va dall'8 al 78% a seconda dello scenario prescelto. Questo dato va trasformato tramite simulazioni modellistiche (Calpuff) per ottenere i reali benefici in termini di qualità dell'aria.

Conclusioni e sviluppi futuri

CONCLUSIONI

- Traffico veicolare è una sorgente di inquinamento rilevante per la qualità dell'aria in ambito urbano (40-55%);
- Il traffico urbano rappresenta una sorgente di inquinamento distribuita e viene riscontrata anche al di fuori dell'area urbana (8-30%);
- Riduzione delle emissioni di inquinanti primari dipendente dalla penetrazione dei veicoli elettrici (BEV - PHEV) e stimabile in una riduzione compresa tra il 10 ed il 75% degli inquinanti primari;

SVILUPPI FUTURI

- Applicazione a caso studio per la città di Barcellona;
- Implementazione catena modellistica (Calpuff-Caline);
- Analisi LCA per la valutazione puntuale delle emissioni legate all'utilizzo di un sistema di mobilità con motori a combustione interna;
- Variazione del numero di veicoli circolanti;
- Valutazione effetto miglioramento tecnologico sulle emissioni veicoli a combustione interna ed emissioni centrali termoelettriche;



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

GIANCARLO POTENZA

giancarlo.potenza@enel.com

+393285896796

+390831255645