



Gli studi sulla qualità dell'aria e sull'impatto delle attività portuali dell'Università di Genova

Paolo Prati

Università di Genova – Dipartimento di Fisica & INFN



28 febbraio 2017

Dal controllo della qualità dell'aria alle politiche di mitigazione

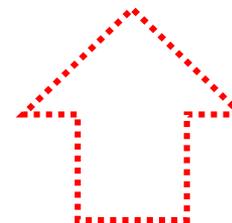
Decreto Legislativo del 13 agosto 2010, n.155
 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE
 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria
 più pulita in Europa"



INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE LIMITE	
Biossido di zolfo	Orario (non più di 24 volte all'anno)	350	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Giornaliero (non più di 3 volte all'anno)	125	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Biossido di azoto	Orario (per non più di 18 volte all'anno)	200	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Annuo	40	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Benzene	Annuo	5	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Monossido di carbonio	Media max giornaliera su 8 ore	10	mg/m^3
Particolato PM 10	Giornaliero (non più di 35 volte all'anno)	50	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Annuo	40	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Particolato PM 2.5	Annuo al 2010 (+MT) [valore di riferimento]	29	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Annuo al 2015	25	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Piombo	Anno	0.5	$\mu\text{g}/\text{m}^3$



Misure di mitigazione e/o di
 crescita sostenibile



Studi di qualità dell'aria: due approcci complementari

Simulazioni

Indicatori di attività
(es. Dati traffico marittimo)

Emissioni di materiale
inquinante

Dati meteo, orografia,
copertura del suolo,...

Codice di dispersione

- ✓ **Mappe di concentrazione** atmosferica
- ✓ Valutazione esposizione popolazione
- ✓ **Source apportionment**

Confronto fra diversi
scenari per valutarne
l'impatto

Monitoraggio

Campagne di monitoraggio e
analisi di dettaglio della
composizione chimica
dell'atmosfera

- ✓ **Misura puntuale** di qualità dell'aria
- ✓ Validazione dei modelli di simulazione
- ✓ **Source apportionment**

Individuazione delle **possibili criticità**

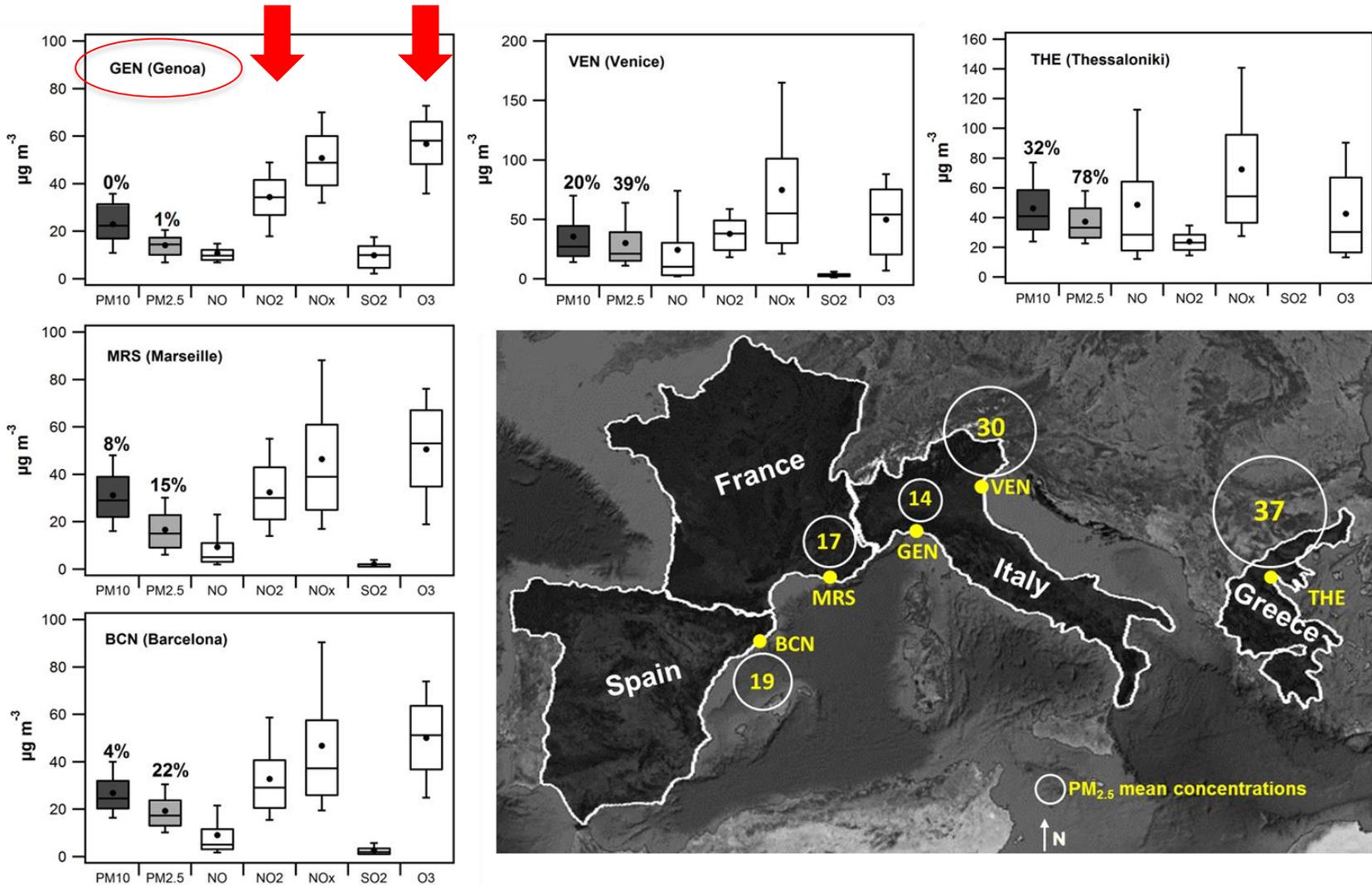
Studio e definizione di possibili
azioni di mitigazione

La campagna di monitoraggio del 2011



Sono stati completamente caratterizzati, misurandone la composizione in laboratorio, più di 700 campioni giornalieri di PM2.5

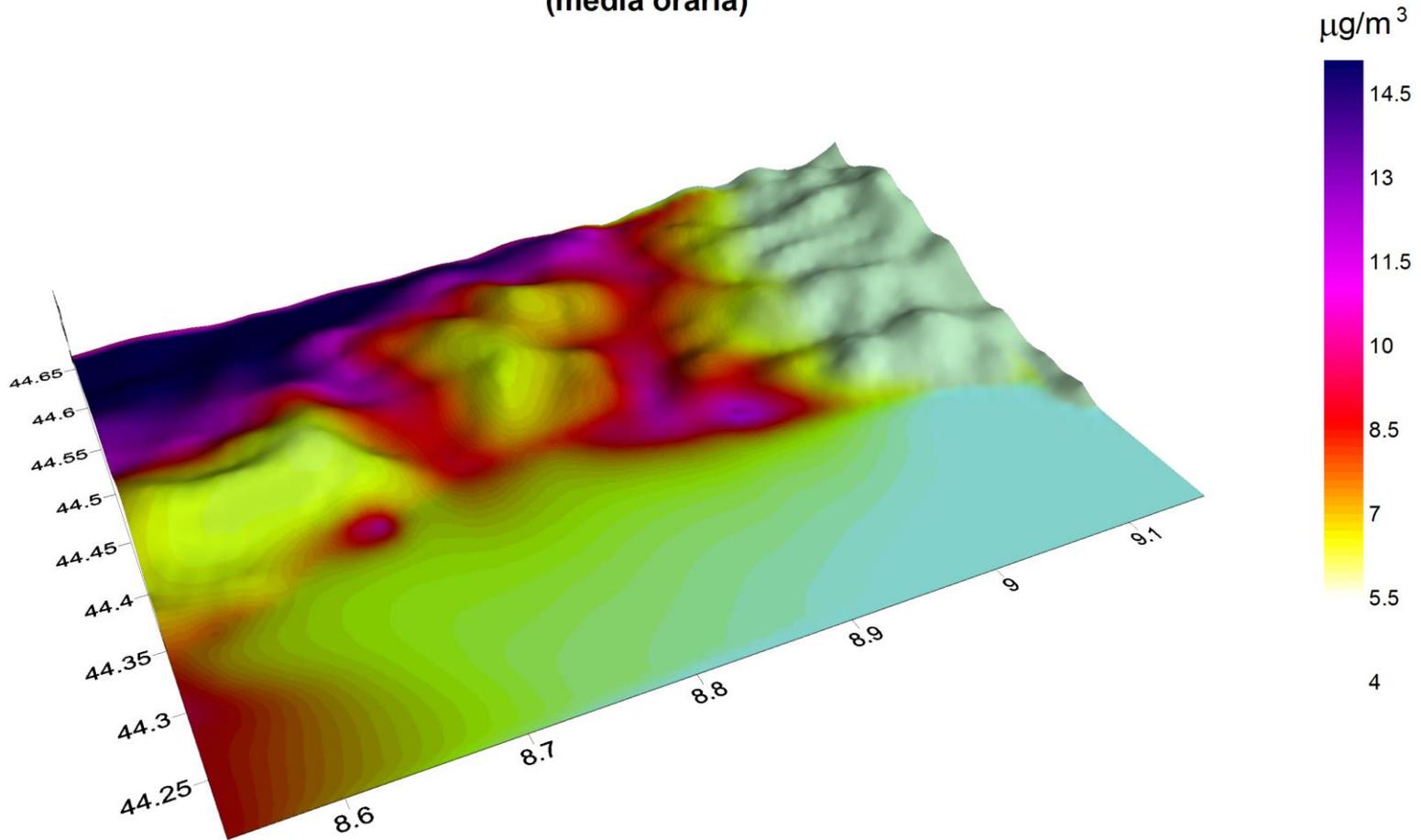
I risultati della campagna di monitoraggio nei 5 siti APICE (2011)



Salameh et al Atmospheric Research (2014), doi: 10.1016/j.atmosres.2014.012.001

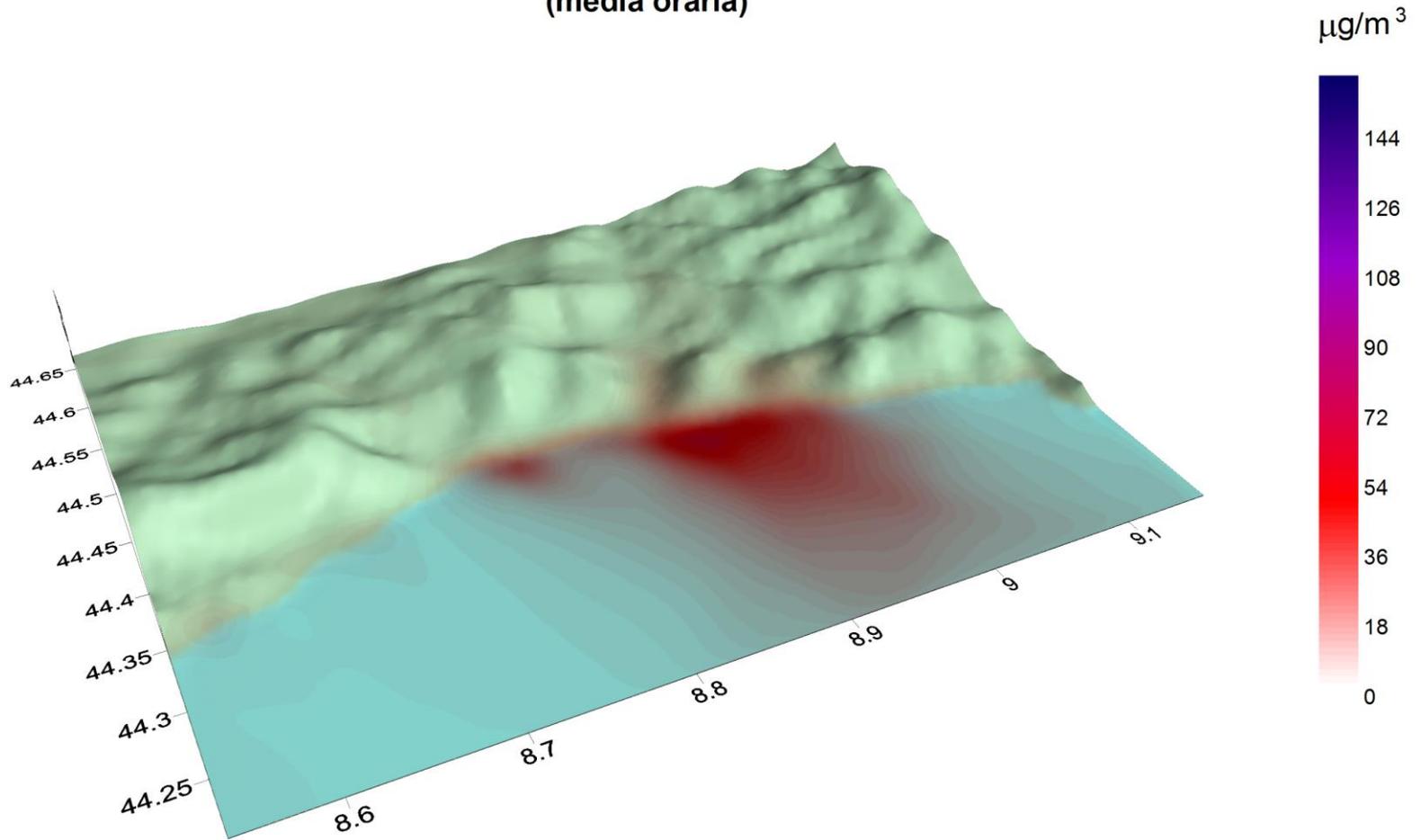
Risultati del CTM

Concentrazioni di PM_{2.5} - Inverno 2011 (media oraria)



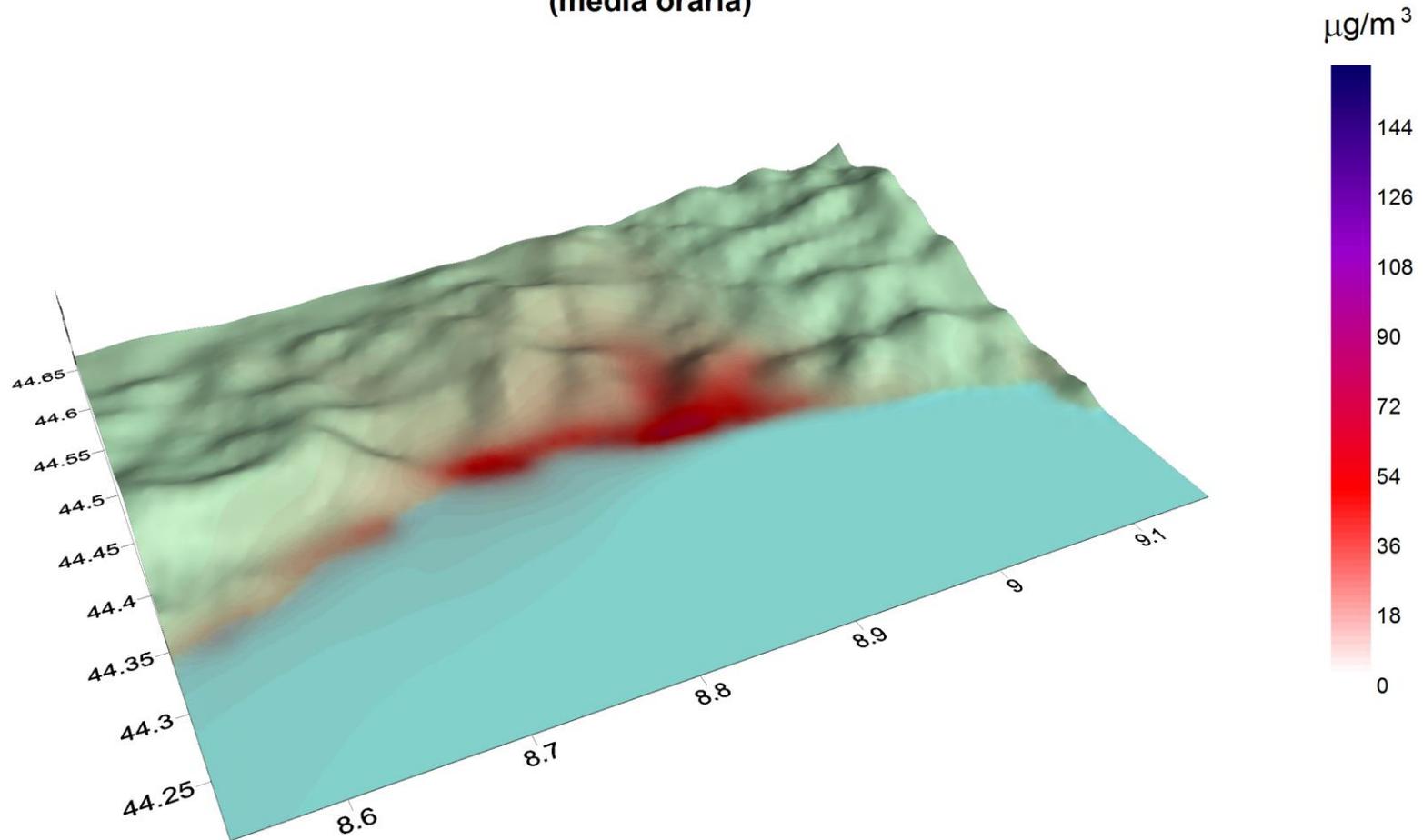
Risultati del CTM

**Concentrazioni di NO_x - Giornata di vento da N
(media oraria)**



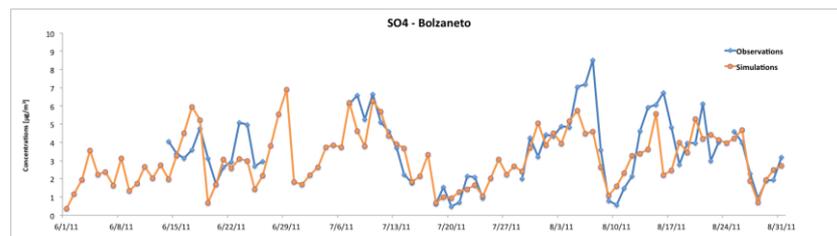
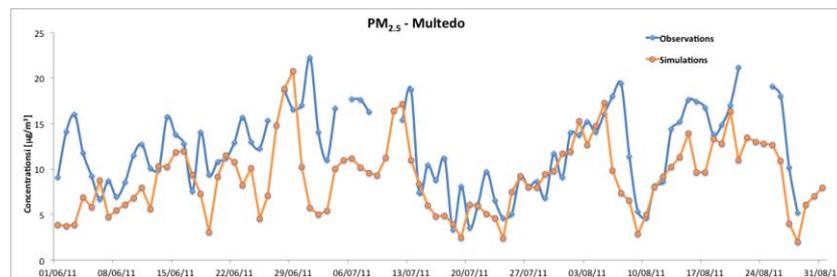
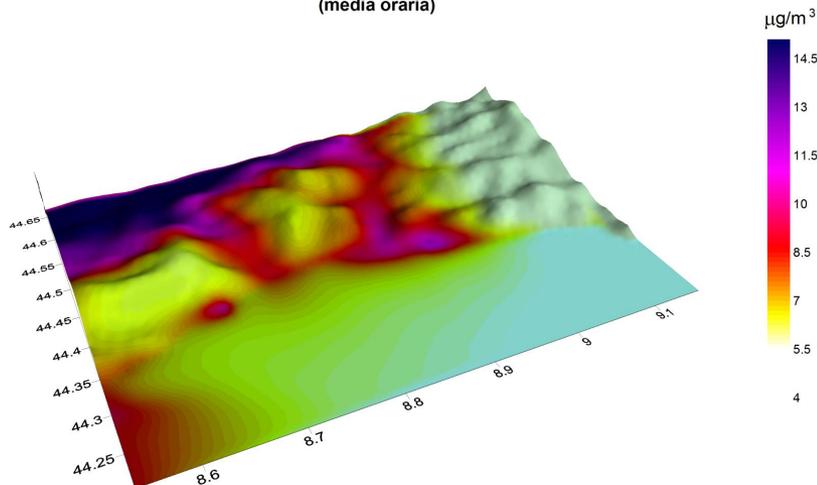
Risultati del CTM

Concentrazioni di NO_x - Giornata di vento da S-SE
(media oraria)

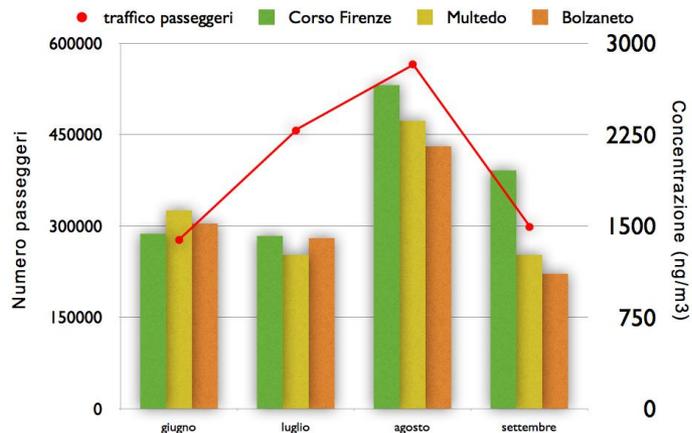


APICE a Genova

Concentrazioni di PM_{2.5} - Inverno 2011
(media oraria)



Andamento temporale delle emissioni navali



- Impatto attività portuali su area urbana Genova (focus su particolato): **10%-15% del PM_{2.5}**
- Necessario **approfondimento** :
 - Analisi con **maggiore dettaglio spaziale**
 - Studio **esposizione popolazione**

APICE: Apporzionamento PM2.5 - estate 2011

Sorgenti	Campagne di misura (PMF)	CTM (CAMx con PSAT)
Emissioni navali	(13 ± 5) % (9 ± 3) %	costa interno
Emissioni industriali	(30 ± 10) %	20%
Traffico stradale	(40 ± 15) %	45%
Combustioni domestiche	Non individuato	5 %
Altro (polveri dal suolo spray marino, etc.)	(15 ± 5) %	20%



Projet cofinancié par le Fonds
Européen de Développement Régional
Project co-financed by the European
Regional Development Fund

± ???

Il progetto CAIMANs

- Modello di dispersione ADMS 4.2 (largamente diffuso per ricerca e a scopo regolatorio)
- Parametri meteorologici - Modello meteorologico a mesoscala WRF-ARW (sviluppato da NCAR-USA)
- Sorgenti emissive (codice BUH ARPAV che implementa metodologia europea EMEP)

Database traffico marittimo
(accosti e caratteristiche vascelli)



Emissioni atmosferiche
di materiale inquinante



Output

- Simulazione valori di concentrazione su griglia 3D **dettaglio spaziale** ≈ 100m
- Confronto con densità di popolazione → **esposizione**

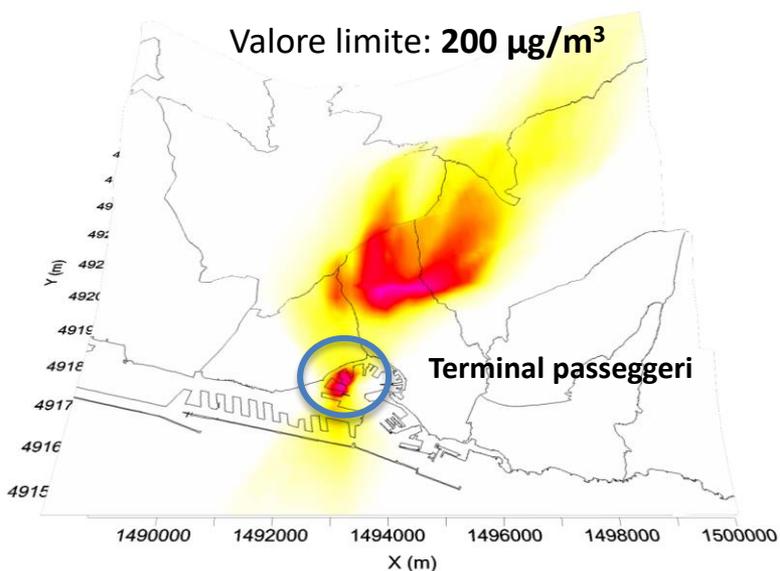
Risultati per lo scenario attuale

Situazione “attuale” → anno di riferimento 2013

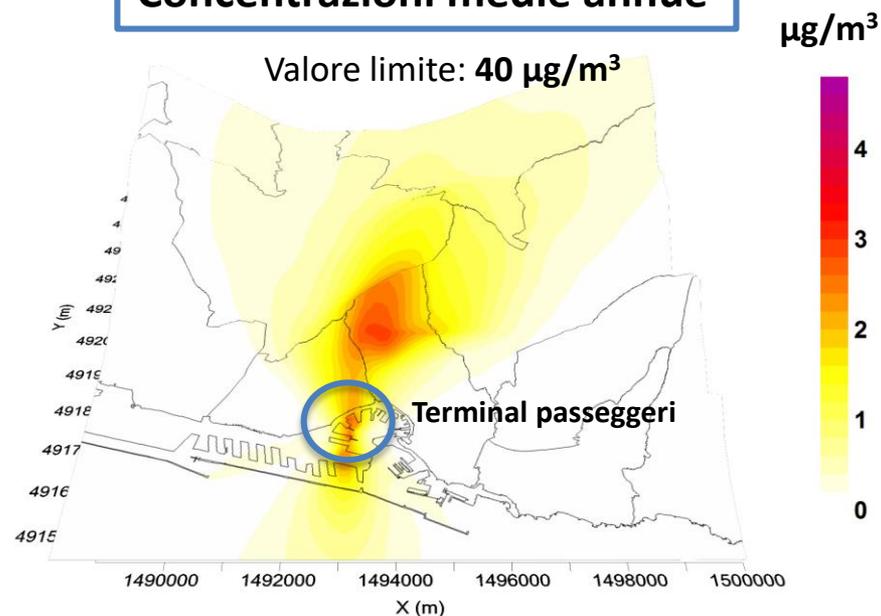
Valori < 5% limiti normativi di qualità dell'aria (D.Lgs 155/2010)

Inquinanti analizzati: Particolato **NO₂** SO₂, microinquinanti (As, BaP, Cd, Ni, Pb,...)

19° massimo valore orario



Concentrazioni medie annue

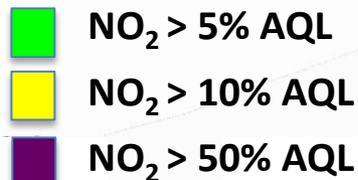


N.B. Contributo del solo traffico marittimo passeggeri → trascurate le altre sorgenti emissive

Esposizione della popolazione (193000 ca nel dominio)

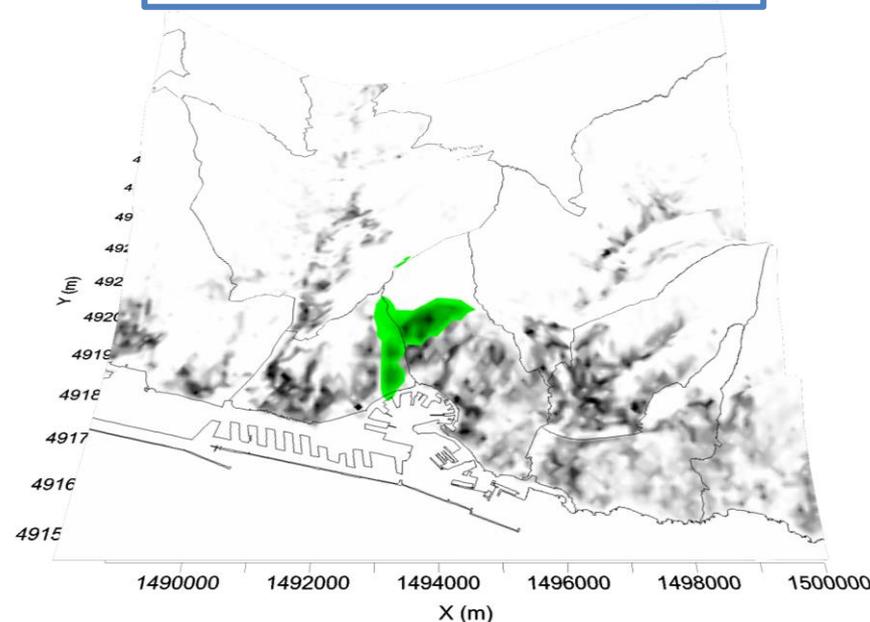
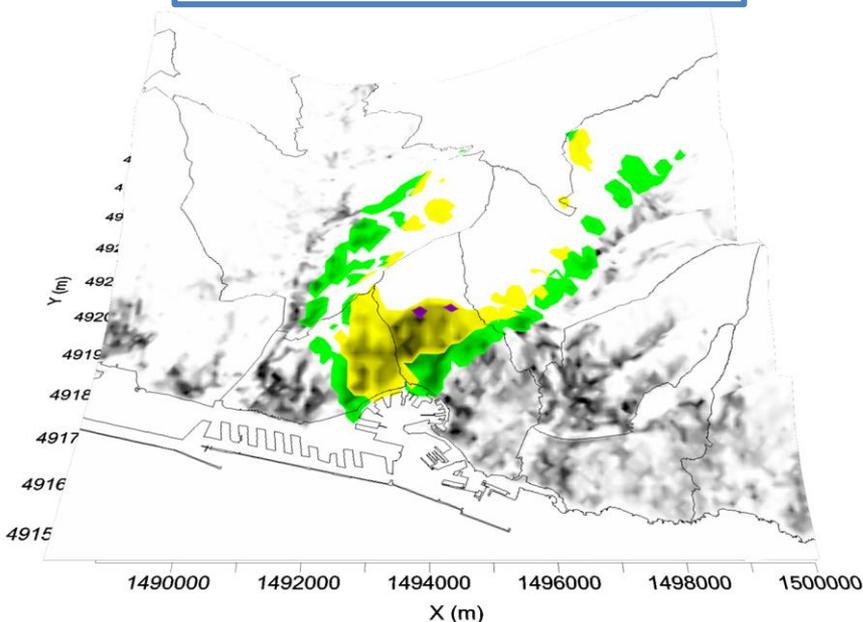
Confronto con il **valore limite** normativo di qualità dell'aria (AQL)

N. abitanti



19° massimo valore orario

Concentrazioni medie annue



Pop. Esposta
>5% AQL

Pop. Esposta
>10% AQL

Pop. Esposta
>50% AQL

30830

16200

101

*Dati di popolazione forniti dal
Comune di Genova*

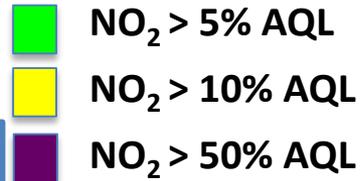
Scenari di sviluppo a Genova

- **Futuro “base”** (proiezione all’anno **2020**)
 - Incremento traffico marittimo passeggeri (senza interventi infrastrutturali):
 - +20% crociere
 - + 10%traghetti
 - Rinnovamento flotta (adeguamento Tier II)
 - -5.6% emissioni NOx

- Adozione di **carburante GNL** su tutta la flotta passeggeri
 - Proiezione anno 2020 → scenario futuro base
 - Riduzione dei fattori emissivi :
 - NOx -90%
 - SOx -100%
 - PM e microinquinanti -100%

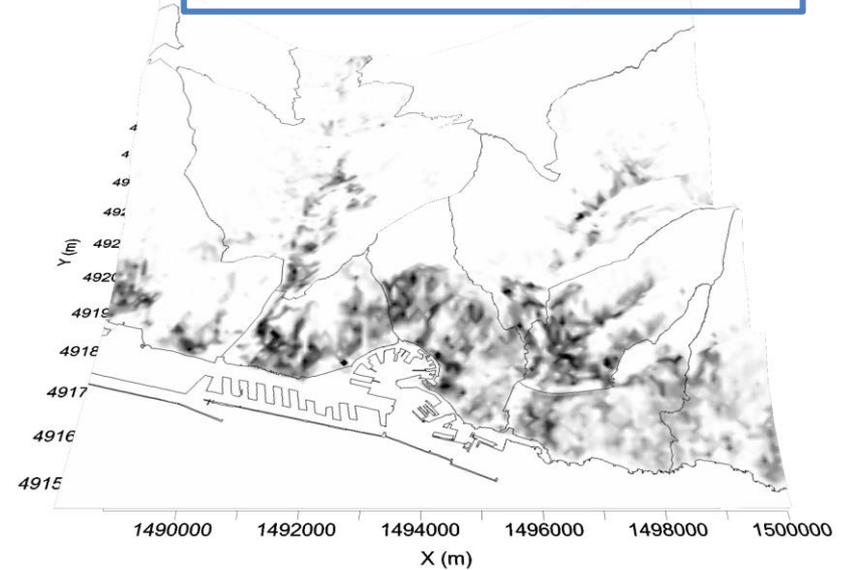
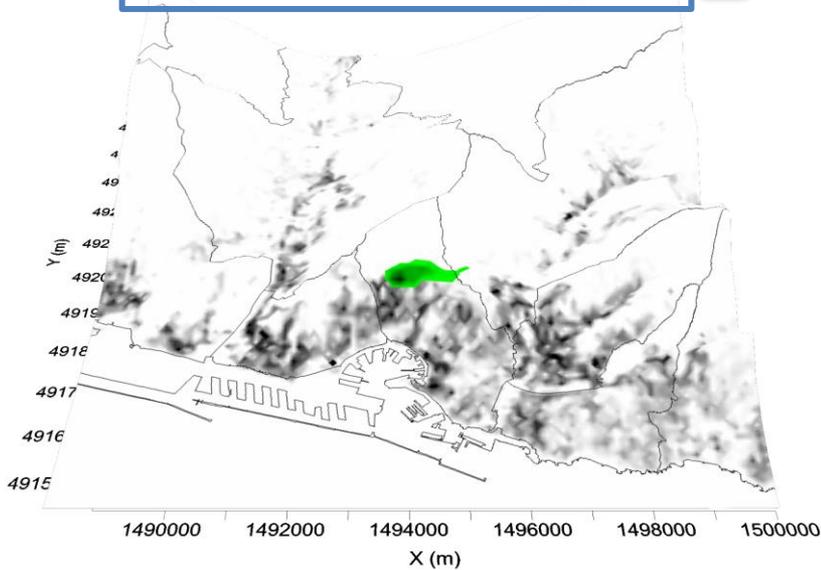
- **Elettrificazione banchine** (terminal passeggeri)
 - Proiezione anno 2020 → scenario futuro base
 - Riduzione delle emissioni in fase di stazionamento:
 - -80% navi crociera
 - -90% traghetti

Efficacia azioni di mitigazione



19° massimo valore orario

Concentrazioni medie annue



**Pop. Esposta
>5% AQL**

**Pop. Esposta
>10% AQL**

**Pop. Esposta
>50% AQL**

Futuro base

35881

17635

230

Combustibile GNL

230

-

-

Elettrificazione

2046

-

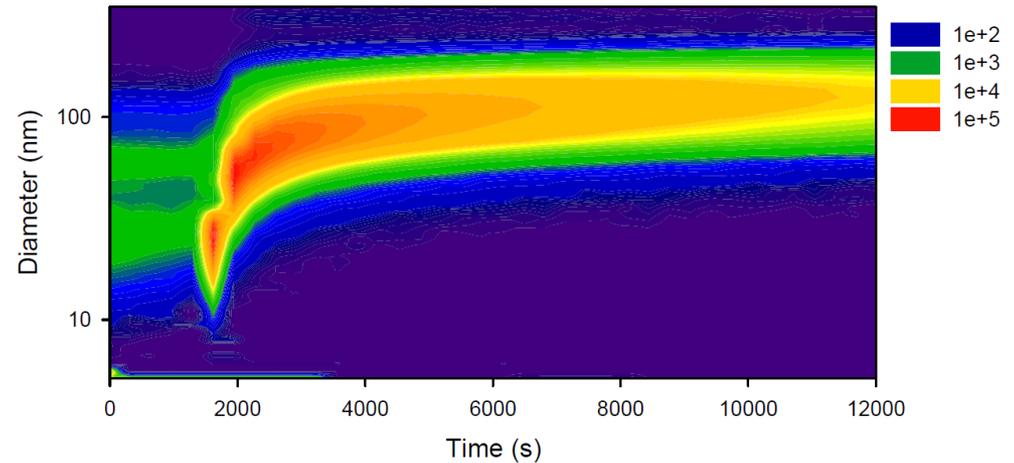
-

Riassumendo....

Il progetto europeo **MED-APICE**, sia tramite monitoraggi in tre punti della città sia con l'uso dei codici di simulazione della qualità dell'aria, ha mostrato che le emissioni navali contribuiscono alla concentrazione di PM2.5 (polveri «sottili» con dimensioni inferiori a 2,5 micrometri) a Genova per circa il 10% del totale (in valore assoluto circa 1,5 microgrammi/m³) con un chiaro aumento dei valori nella stagione estiva.

Il successivo progetto europeo **MED-CAIMANs** si è focalizzato sulle emissioni delle sole navi passeggeri (traghetti e crociere) ed ha utilizzato esclusivamente strumenti di calcolo (fattori emissivi europei per le diverse tipologie di navi, calcolo delle rotte di ingresso ed uscita dal porto, valutazione esatta dei punti di attracco, dispersione dei fumi dovuta agli agenti meteorologici, sovrapposizione delle mappe di concentrazione dei singoli inquinanti con quelle di densità abitativa fornite dal Comune di Genova). I risultati indicano che le emissioni navali delle navi passeggeri contribuiscono in misura minoritaria alle concentrazioni degli inquinanti atmosferici considerati (SO_x, Polveri sottili, microinquinanti) con l'eccezione degli ossidi di azoto (NO_x). Risulta (slide 13 e 14) che nella zona di Di Negro, San Teodoro, Oregina, circa un centinaio di persone vive in zone dove la concentrazione di NO_x dovuta alle navi passeggeri (e che si somma quindi con tutte le altre fonti) mostra una media annua tra 2 e 4 microgrammi/m³ (rispettivamente 5% e 10% del limite di legge) con punte orarie fino a 40 (e in alcuni casi 100) microgrammi/m³. La conversione dei motori, in particolare dei traghetti, a GLN ridurrebbe drasticamente l'emissione.

Maggiori informazioni sul nostro lavoro in
www.labfisa-ge.infn.it



Produzione di polveri-sottili da conversione gas-particella nella camera di
simulazione atmosferica di UNIGE-DIFI

Grazie per l'attenzione !