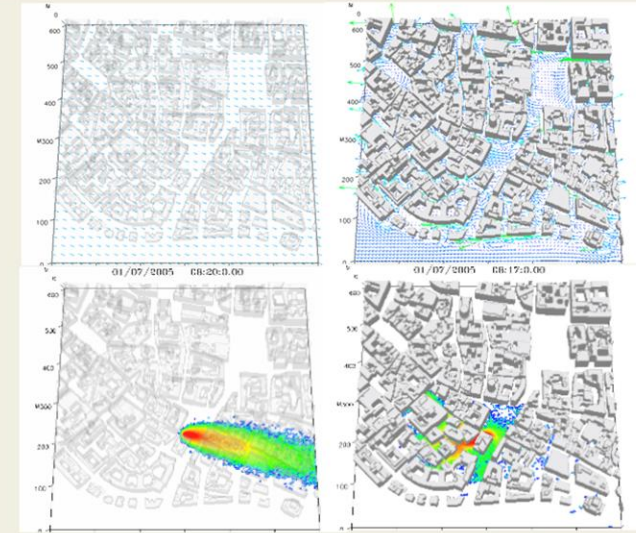
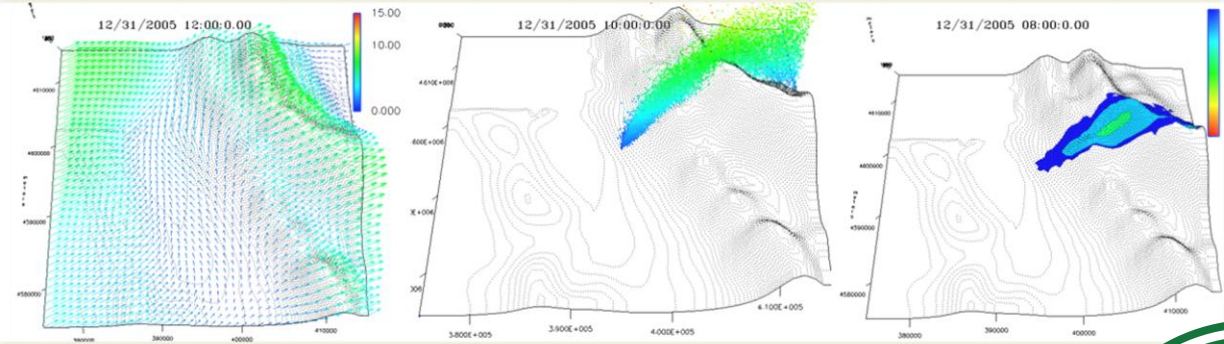


Campo 3D del vento

Particelle nel dominio 3D

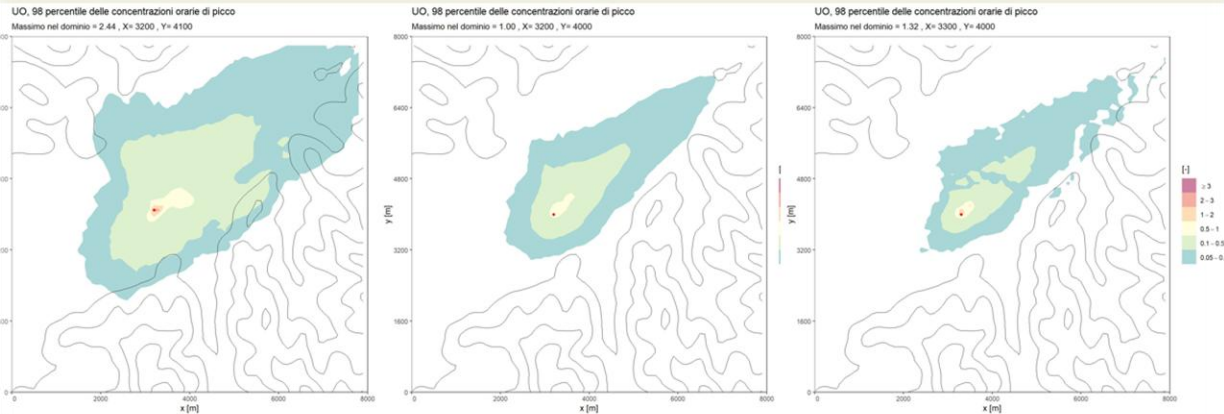
Concentrazioni al suolo



CALPACT

CALPUFF

SPRAY



Concentrazioni al suolo in UO/m³ normalizzate rispetto alla concentrazione massima di CALPUFF

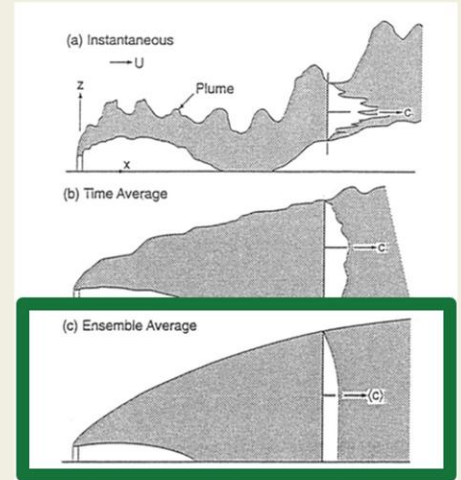


Confronto tra metodologie

- PEAK-TO-MEAN STATICO
 - Concentrazioni medie orarie*2.3

- PEAK-TO-MEAN DINAMICO
 - Metodo di trasporto della varianza

- PEAK-TO-MEAN DINAMICO
 - Metodo di micromixing



OUTPUT DEI MODELLI DI DISPERSIONE



CONTROLLO E RIDUZIONE DELLE **EMISSIONI IN ATMOSFERA**
DELLE ATTIVITA' PRODUTTIVE

Modulo 1| 21-24 marzo 2025 Modulo 2| 27-28 marzo 2025 Modulo 3| 10-11 aprile 2025

23 CFP intero corso per gli ingegneri

**ESEMPI APPLICATIVI DI MODELLI DI DISPERSIONE PER LA
VALUTAZIONE DI IMPATTO SULLA QUALITÀ DELL'ARIA**

Giovanni Lonati – DICA Politecnico di Milano

Daniela Barbero – Arianet S.r.l.



SUEZ ARIANET s.r.l.

www.aria-net.it

Daniela Barbero

Laureata in Ingegneria Per L'ambiente E Il Territorio – Environmental And Land Planning Engineering presso il Politecnico di Milano, dove ha conseguito il dottorato in Ingegneria Ambientale E Delle Infrastrutture.

In ARIANET collabora negli studi di impatto atmosferico di diverse sorgenti inquinanti, come industrie, porti ed aeroporti, effettuati mediante modelli di dispersione atmosferica a scala locale (SPRAY). Ha inoltre contribuito a valutazioni dell'inquinamento urbano tramite l'applicazione di un modello Lagrangiano a particelle operante a microscala (PMSS).

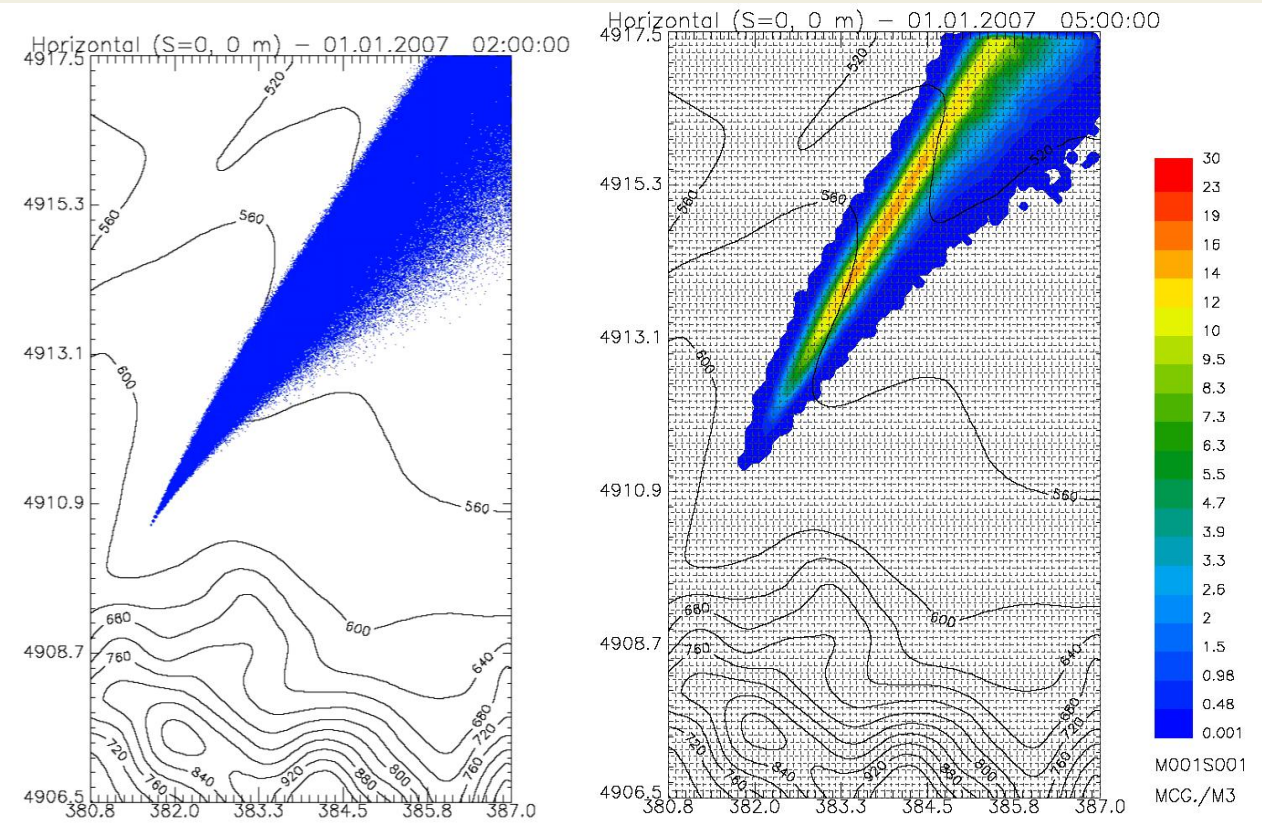
MODELLI LAGRANGIANI A PARTICELLE



MODELLI LAGRANGIANI A PARTICELLE

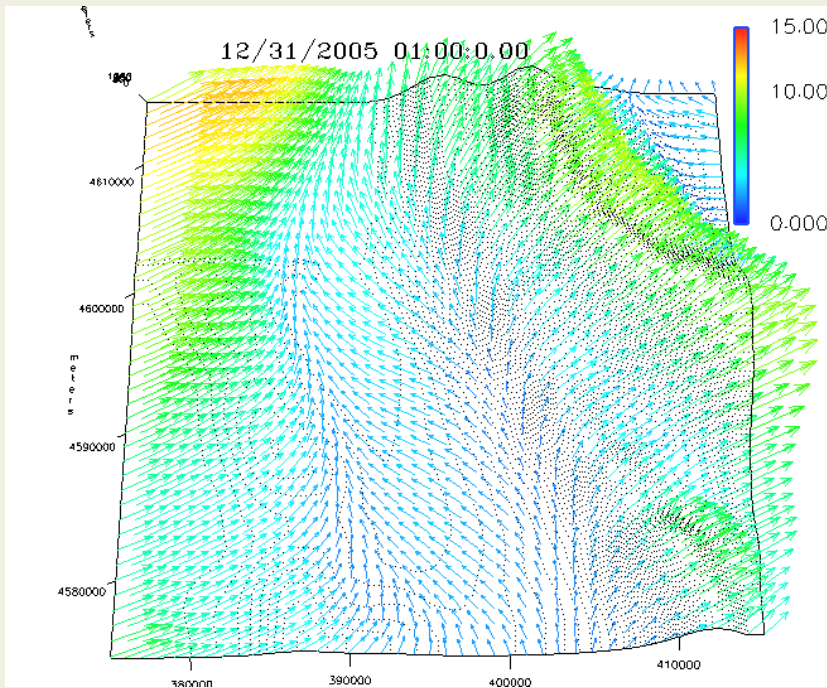
- Rilascio di particelle computazionali indipendenti a cui viene associata una parte della massa di inquinante emessa
- Calcolo delle concentrazioni:

$$C_i = \frac{\sum_{j=1}^{N_{part,i}} m_j}{Volume_i} \quad \text{with } i=i\text{-th box}$$
- **VANTAGGI:**
 - Rappresentazione di condizioni meteorologiche ed orografiche complesse (calme di vento, regimi di brezza, ...)
 - Modello non stazionario
- **DIFETTI:**
 - Modello complesso, non di immediato utilizzo
 - Richiesta elevata di risorse computazionali (tempo, CPU)

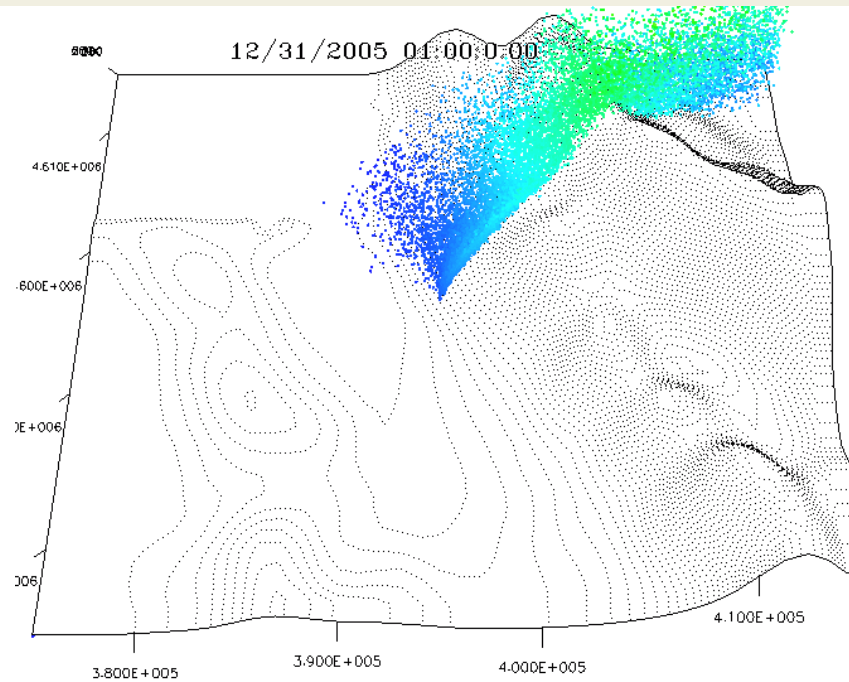


MODELLI LAGRANGIANI A PARTICELLE

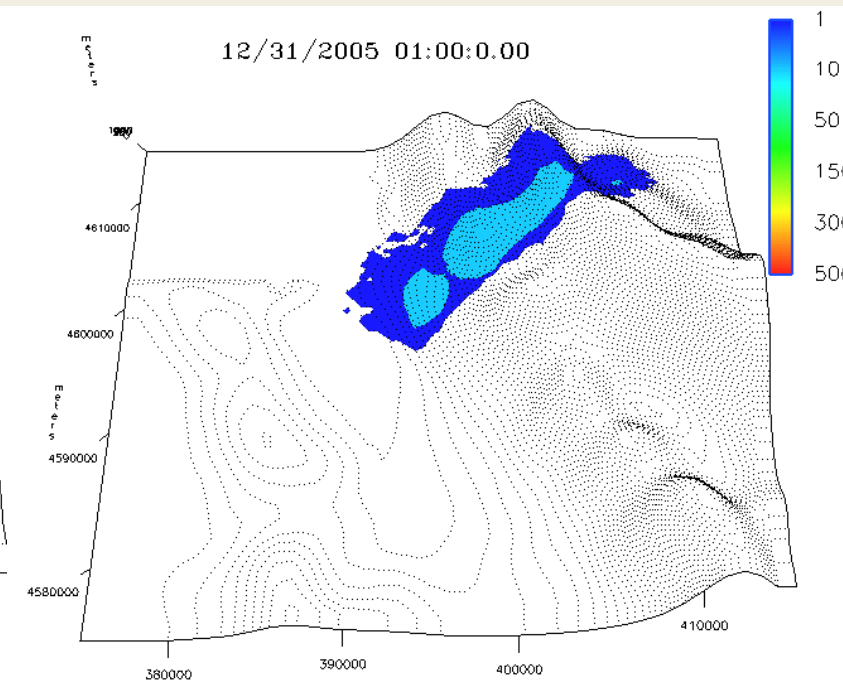
Campo 3D del vento



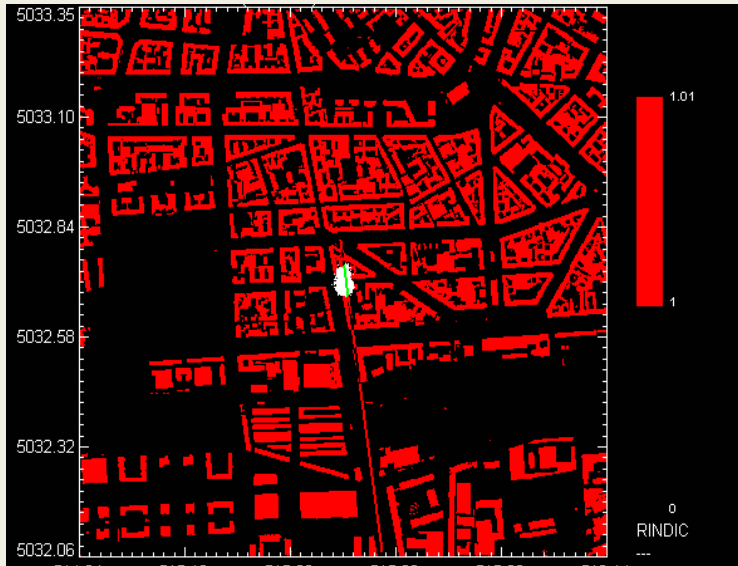
Particelle nel dominio 3D



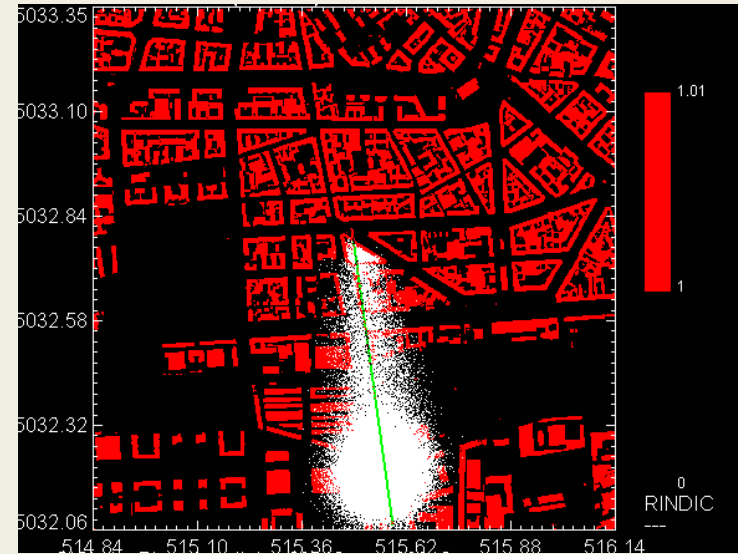
Concentrazioni al suolo



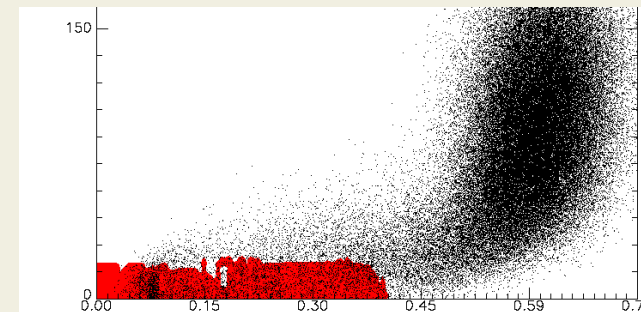
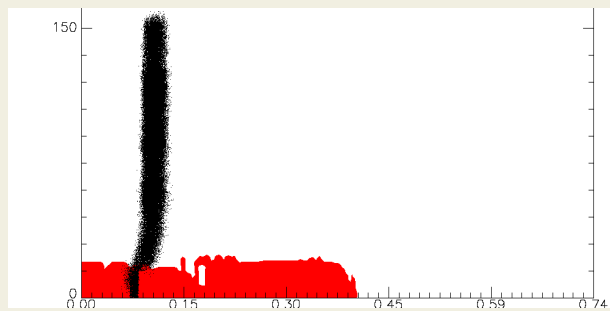
MODELLI LAGRANGIANI A PARTICELLE



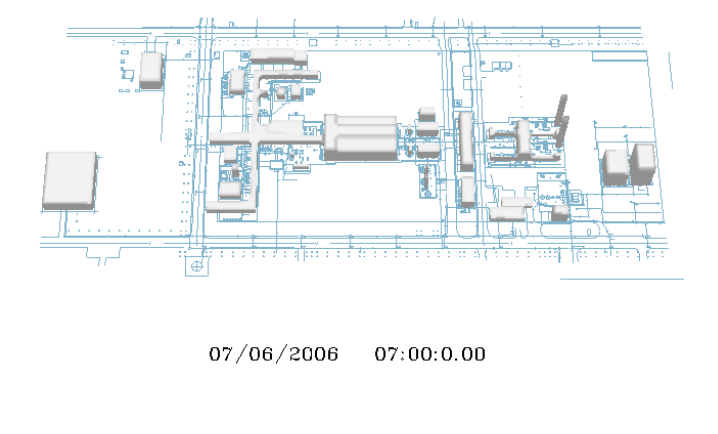
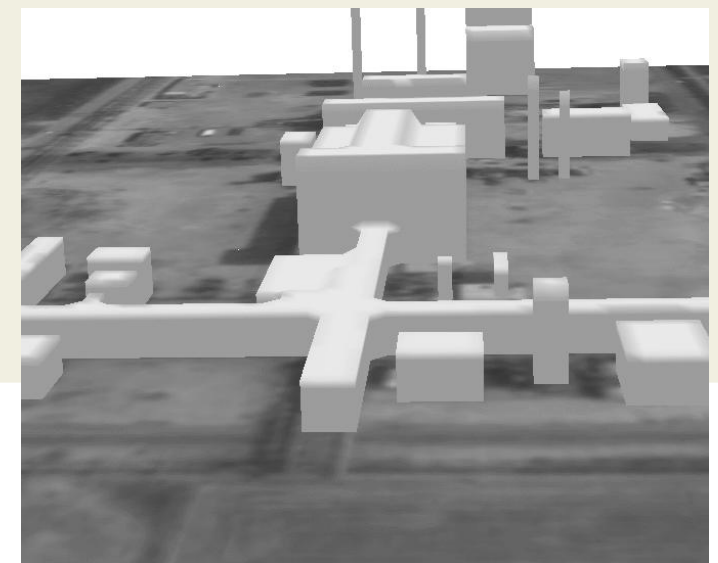
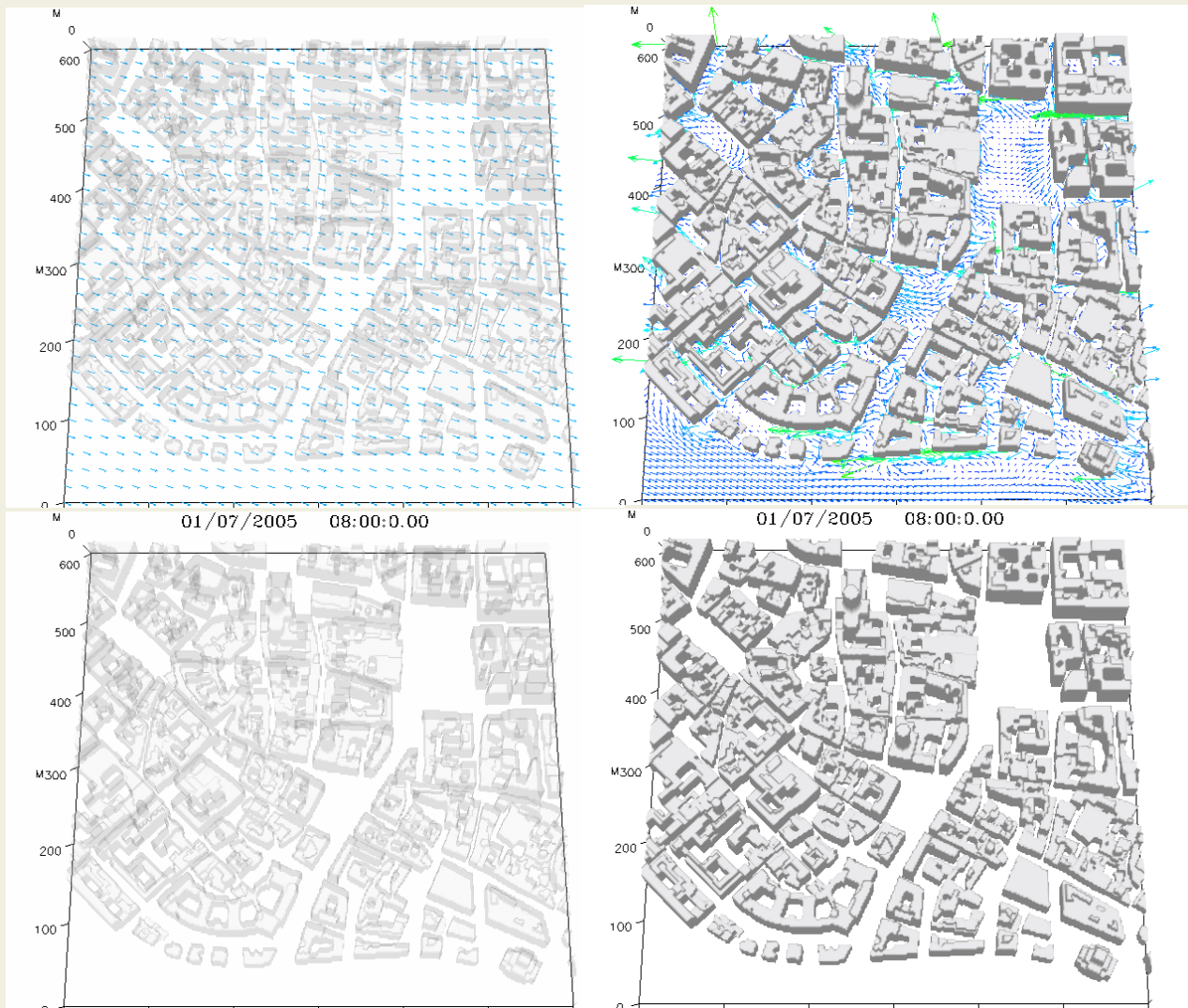
Particelle dall'alto e lungo la sezione diagonale dopo 10 s



Particelle dall'alto e lungo la sezione diagonale dopo 150 s



MODELLI LAGRANGIANI A PARTICELLE - MICROSCALA



CONFRONTO TRA MODELLI



CASO TEST

- Emissioni di **gas (odore)**
- Sorgenti **puntuali calde**
- Simulazione **a scala locale** (100 m)
- **Building downwash**
 - Stack downwash in CALPACT (gaussiano)
 - Schulman-Scire in CALPUFF (lagrangiano a puff)
 - LEVEL 2 in SPRAY (lagrangiano a particelle)
- Orografia complessa
- Simulazione **annuale**
- Calcolo del **98° percentile** delle concentrazioni di picco



CONFRONTO TRA MODELLI

■ CALPACT

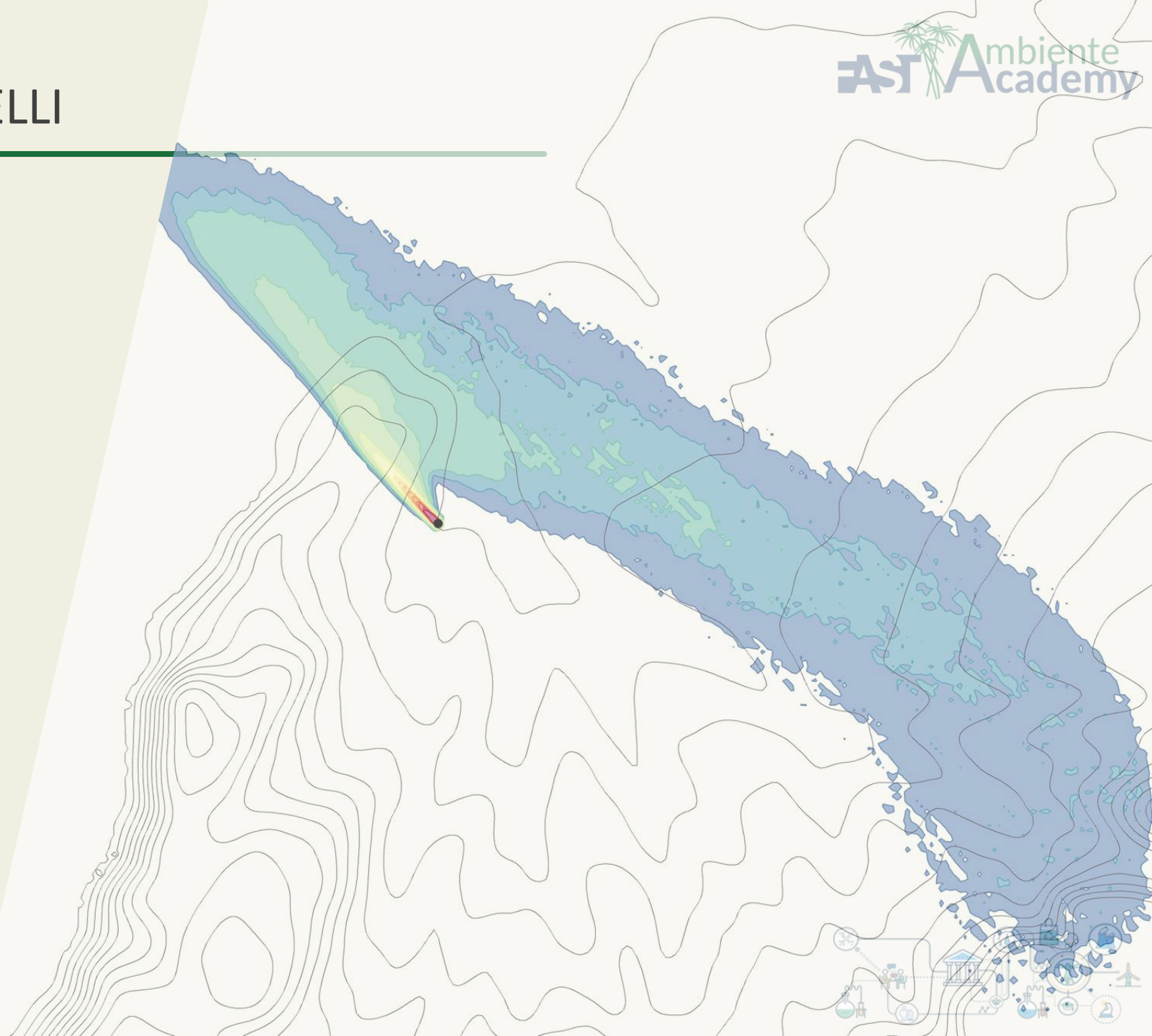
- Gaussiano

■ CALPUFF

- Lagrangiano a puff

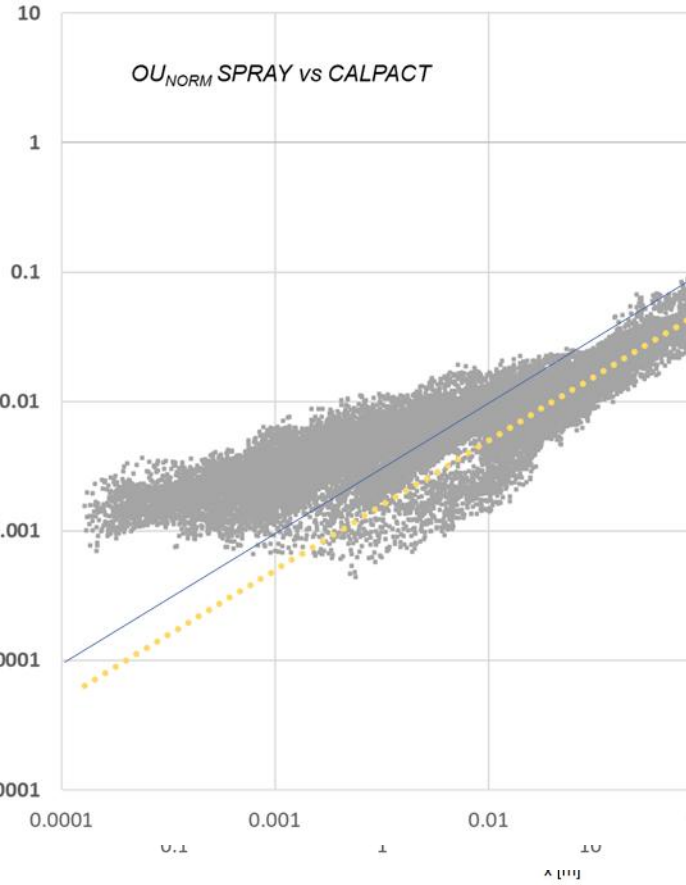
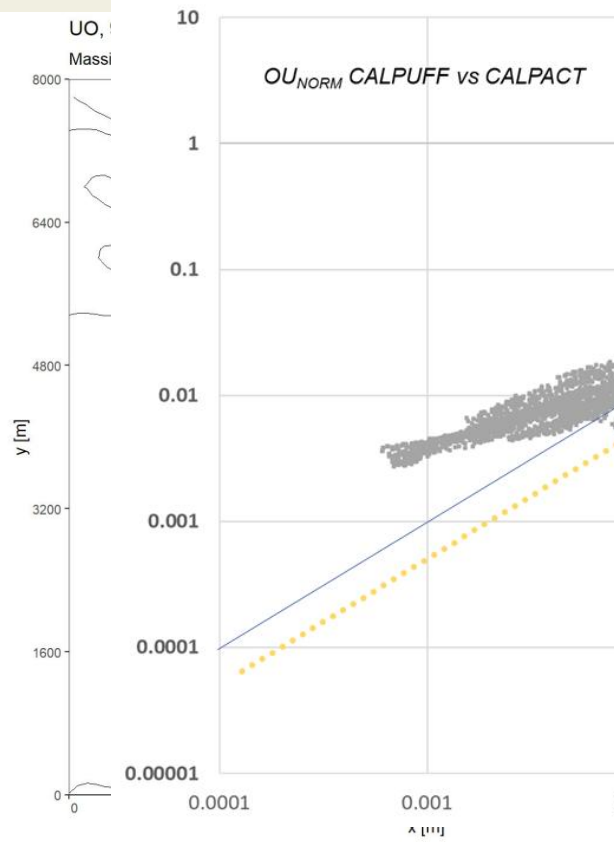
■ SPRAY

- Lagrangiano a particelle

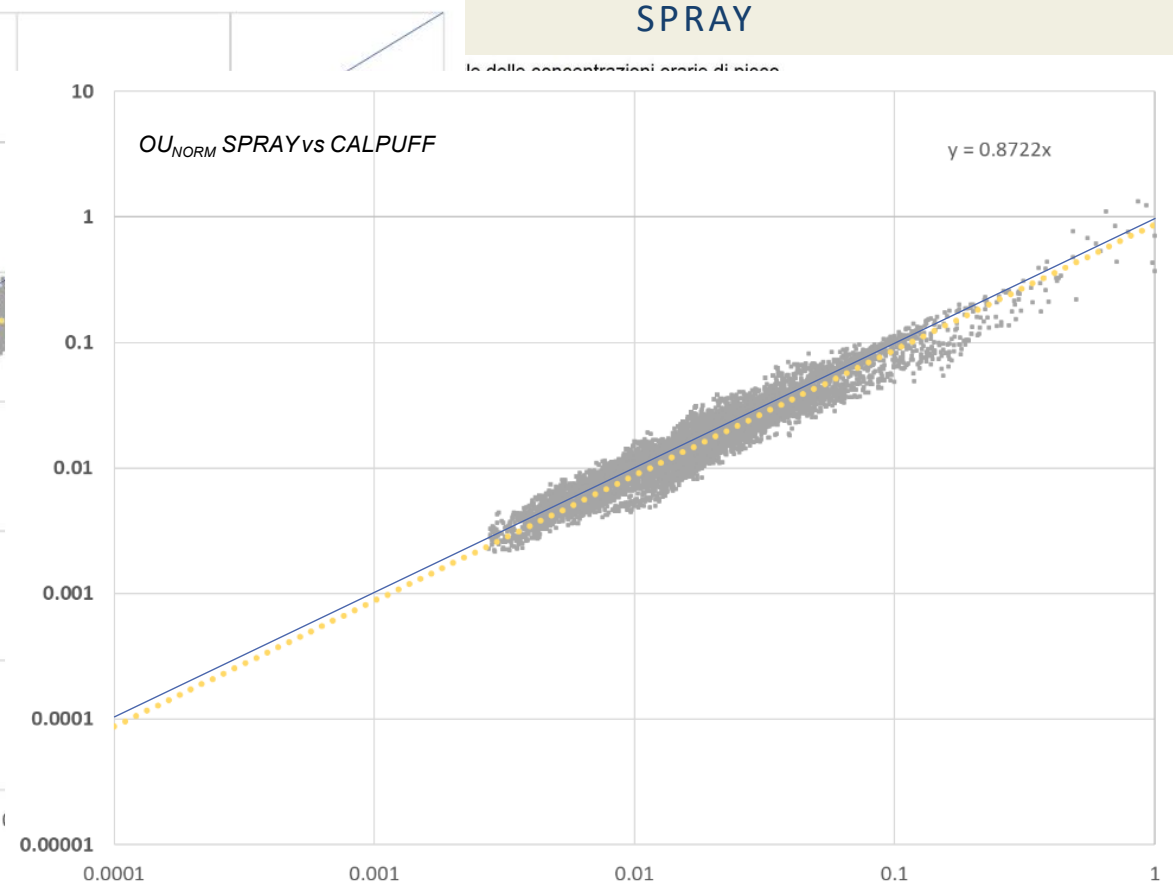


CONFRONTO TRA MODELLI

CALPACT



SPRAY



Concentrazioni al suolo in UO/m^3 normalizzate rispetto alla concentrazione massima di CALPUFF



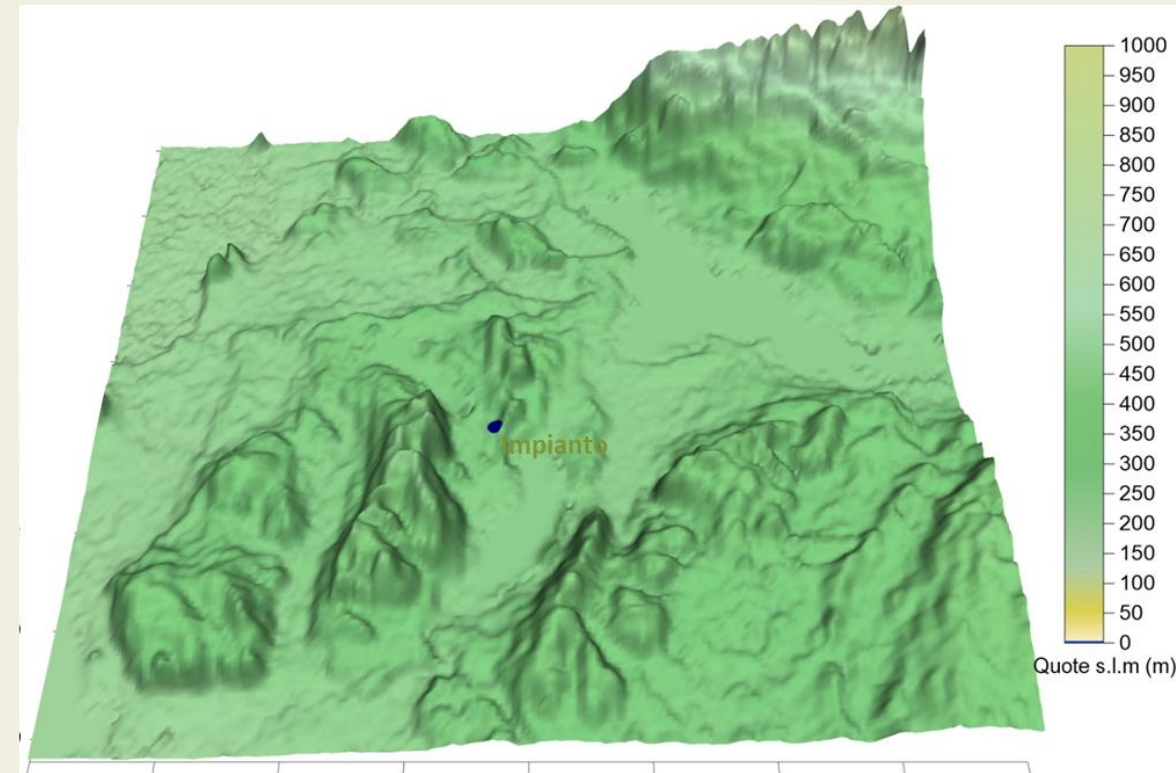
CONFRONTO TRA SCENARI EMISSIVI



CASO TEST

- Emissioni di gas (**NO_x**)
- Sorgente **puntuale calda** (**h=50m, d=3.2m**)
- Simulazione a **scala locale** (80 m)
- Orografia complessa
- Simulazione **annuale**

- Calcolo della concentrazione **media annuale**
- Calcolo del **98° percentile** delle concentrazioni orarie



CASO TEST – SCENARI EMISSIVI

Scenario SIA

- Emissioni derivate da dati **SME**
- **Due condizioni di funzionamento**
- **Modulazione temporale** per ognuna delle due condizioni di funzionamento:
 - ✓ Modulazione all'interno del giorno
 - ✓ Modulazione all'interno della settimana
 - ✓ Lo schema viene mantenuto tutto l'anno, senza periodi di fermata
- Temperatura fumi in uscita fissa

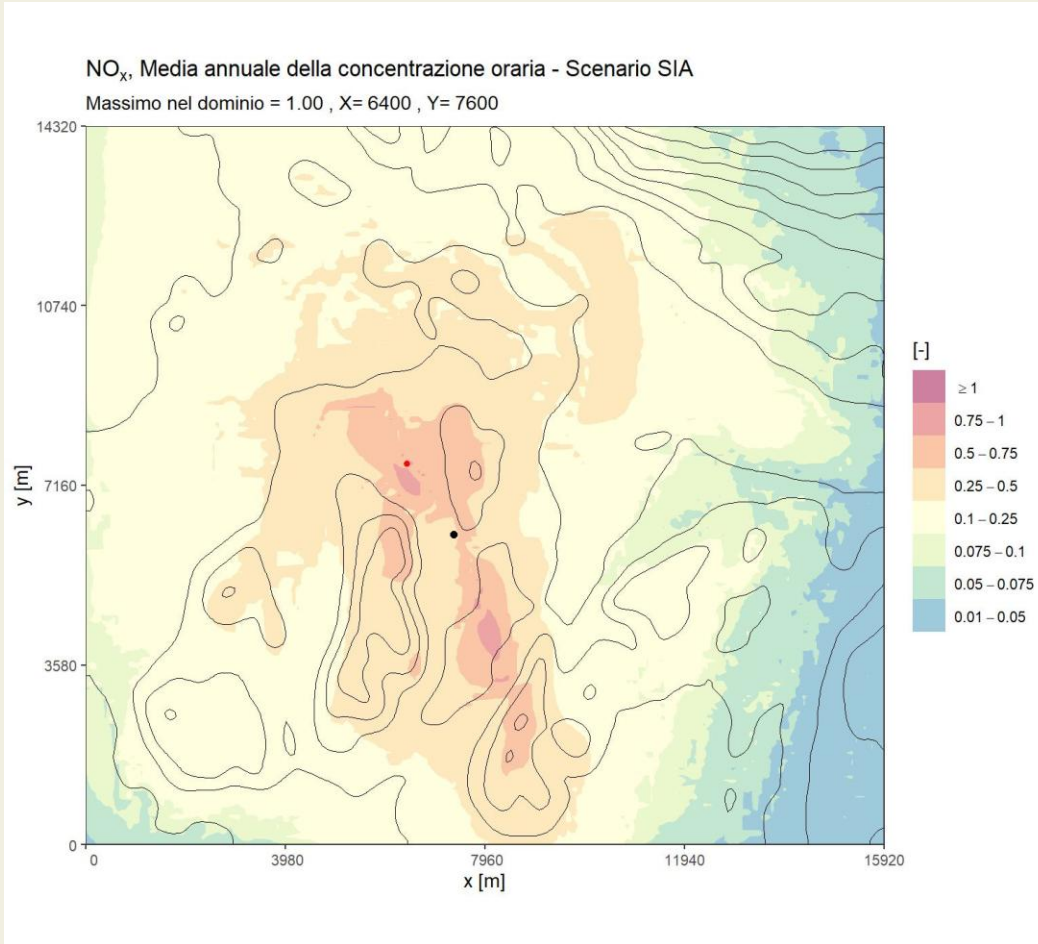
Scenario SME

- Emissioni riprodotte da dati **SME**
- Valori di emissione **semi-orari reali**
- **Temperatura e portata** hanno una variazione **semi-oraria**
- **Elaborazione dei dati SME:**
 - ✓ Le misure degli SME utilizzate sono quelle corrispondenti agli stati in marcia
 - ✓ Le misure corrispondenti allo stato di fermo sono state poste a 0
 - ✓ Le misure mancanti sono state equiparate allo stato di fermo

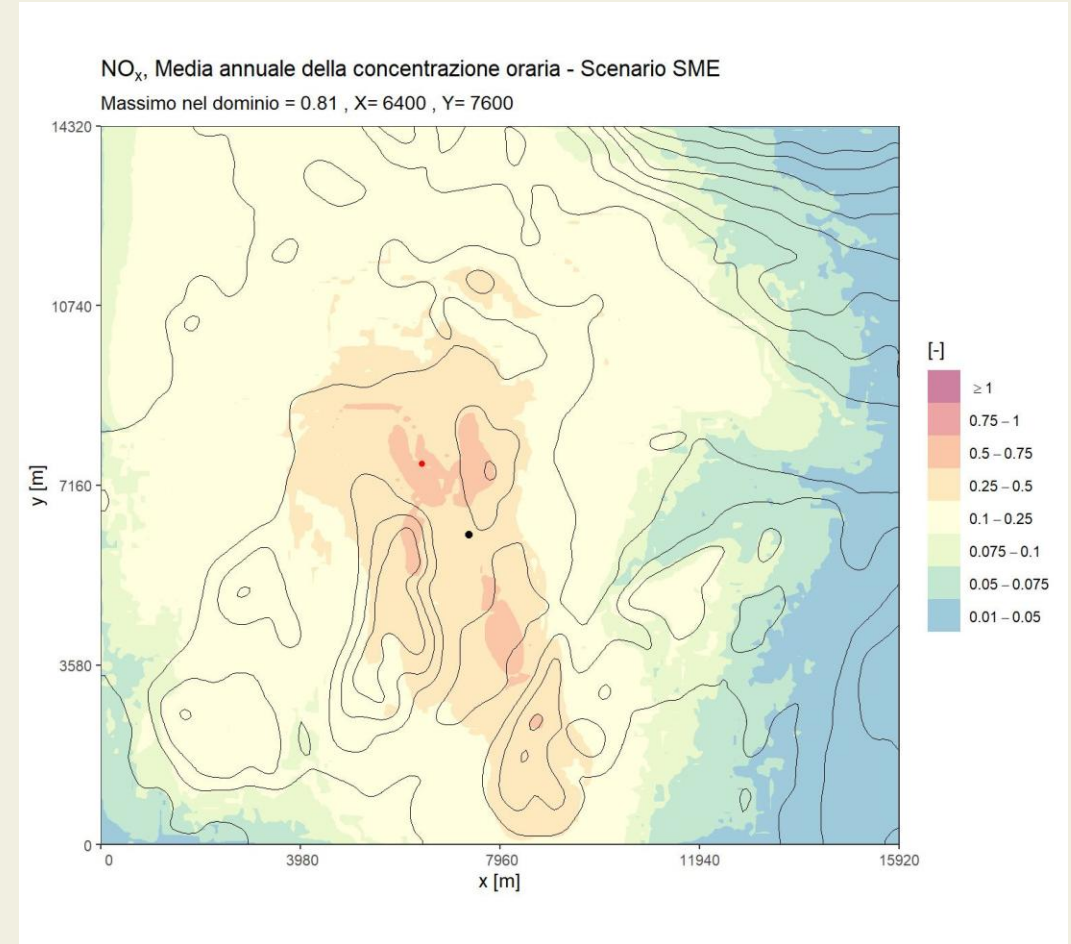


CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE

SCENARIO SIA



SCENARIO SME

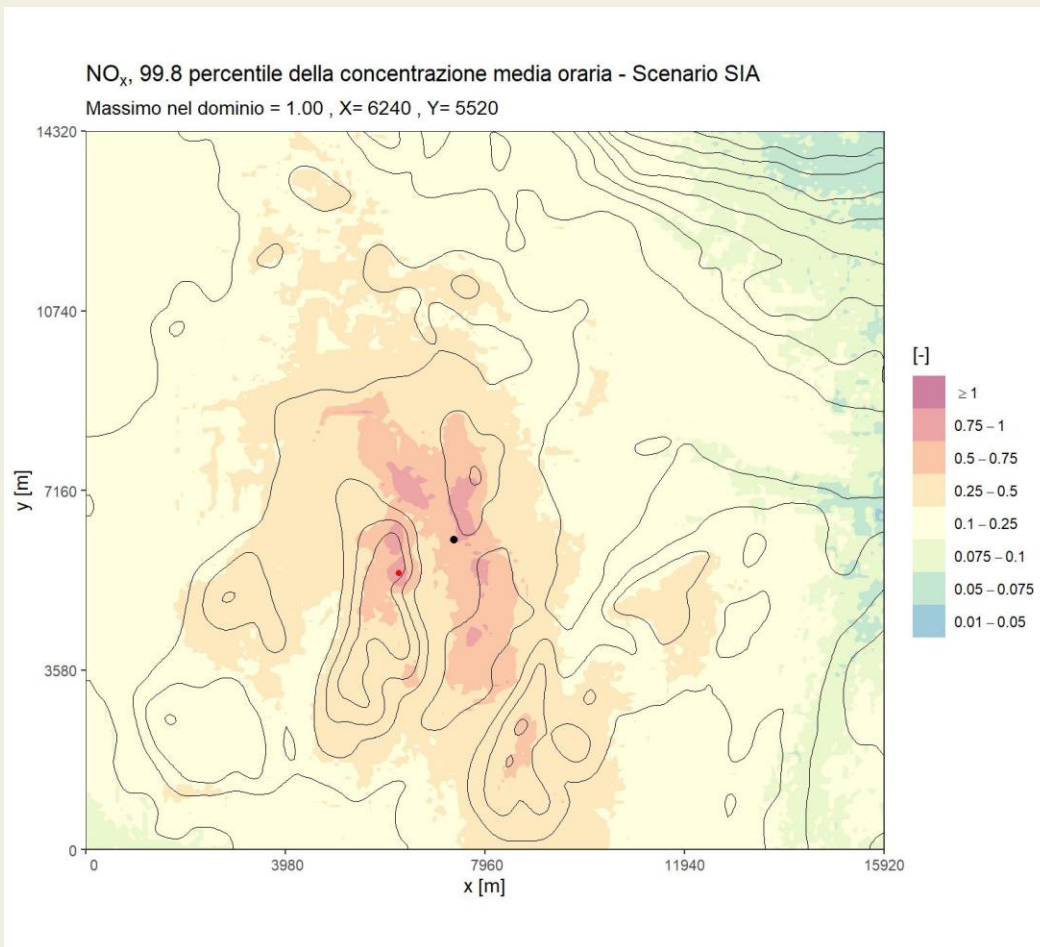


Concentrazioni al suolo in ug/m³ normalizzate rispetto alla concentrazione massima nello scenario SIA

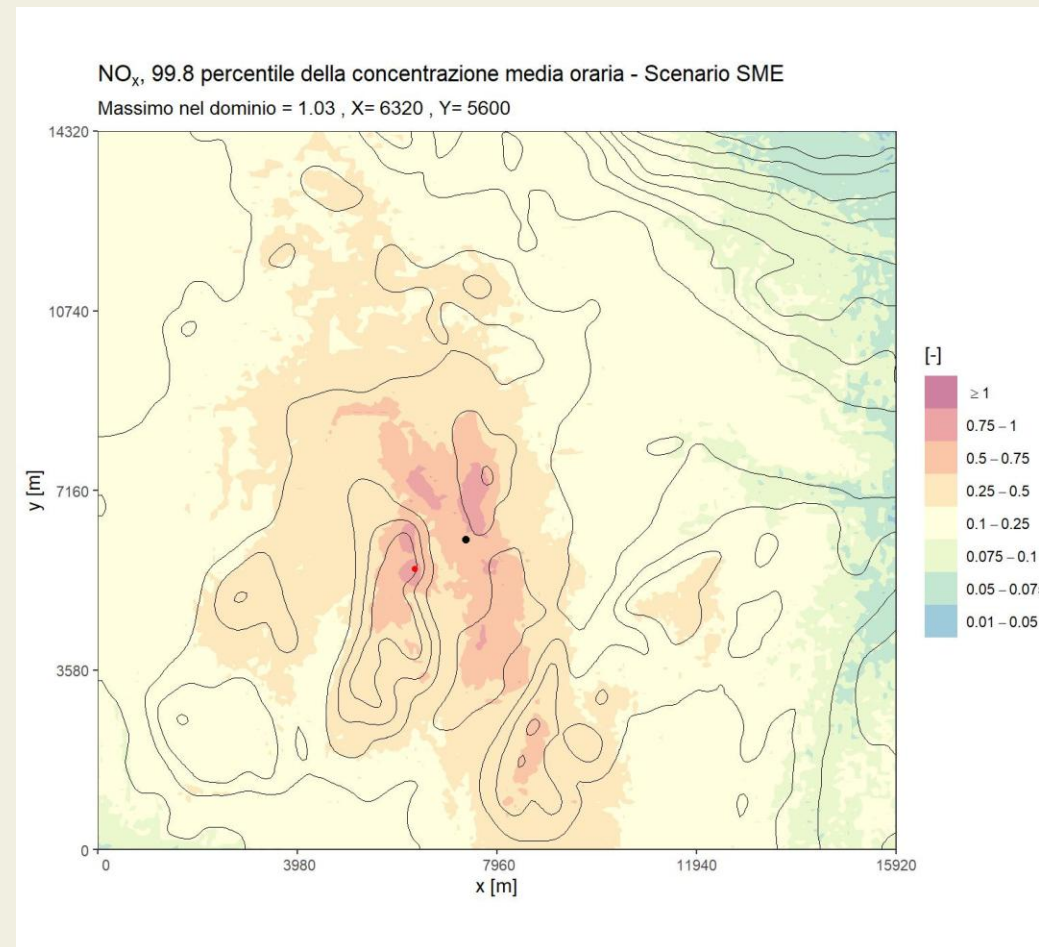


99.8 PERCENTILE DELLE CONCENTRAZIONI ORARIE

SCENARIO SIA



SCENARIO SME



Concentrazioni al suolo in ug/m³ normalizzate rispetto alla concentrazione massima nello scenario SIA





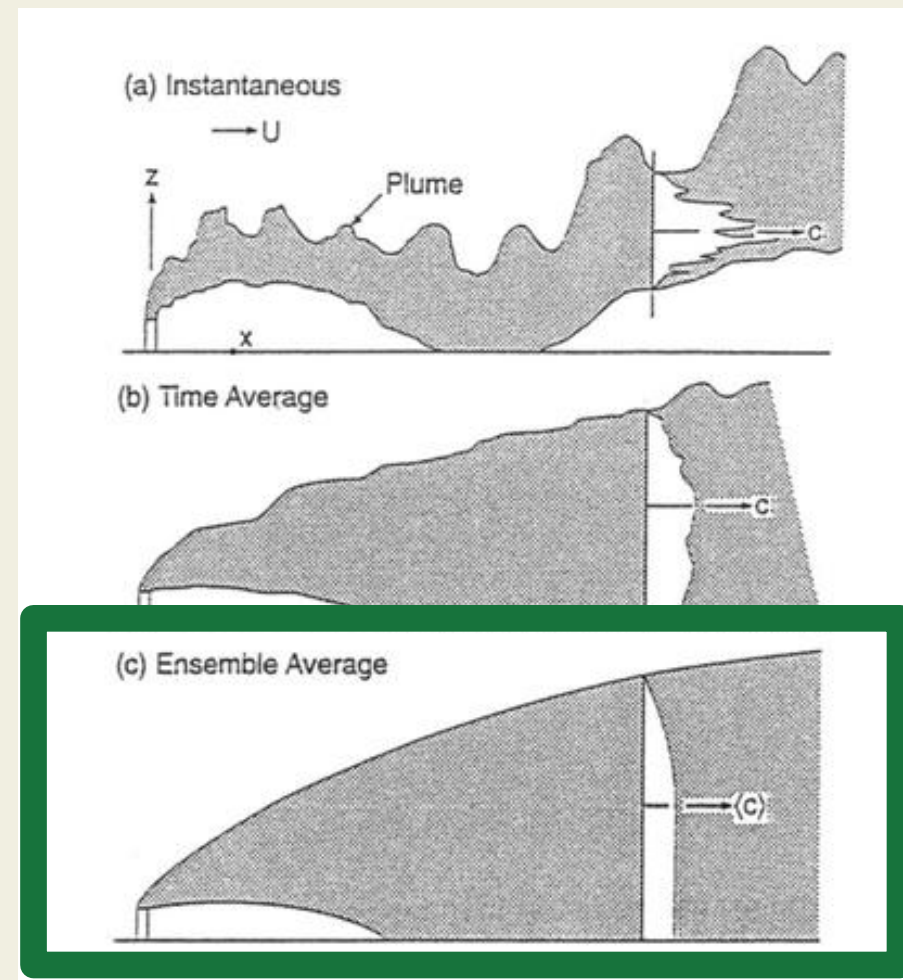
DISPERSIONE DI ODORE

DISPERSIONE DEGLI ODORI

La molestia olfattiva è percepita da un individuo attraverso un **singolo atto respiratorio**, della durata di circa 5 secondi.

È quindi necessario **modellare i valori "istantanei" della concentrazione** (o almeno ad una frequenza dell'ordine di 5 secondi).

Questo tipo di quantità fisica non è direttamente simulata dai modelli comunemente utilizzati nel quadro di applicazioni nel campo degli odori.



DISPERSIONE DEGLI ODORI: NORMATIVE

- Disposizioni locali/regionali:
 - Prassi comune: **peak-to-mean statico** (2.3*concentrazione media oraria)

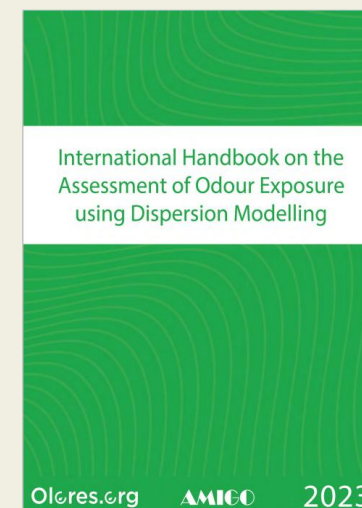
- **SNPA 2025**: “Emissioni odorigene: elementi di riferimento e approcci metodologici per il monitoraggio”
 - Riferimento a nuovi approcci, di tipo avanzato che si basano sulla stima del **peak-to-mean dinamico**

- Riferimento a livello internazionale:
 - “International Handbook on the Assessment of Odour Exposure using Dispersion Modelling”



EMISSIONI ODORIGENE: ELEMENTI DI RIFERIMENTO E APPROCCI METODOLOGICI PER IL MONITORAGGIO

Delibera del Consiglio SNPA n.268/25 del 23.01.2025



CONFRONTO TRA METODOLOGIE

■ PEAK-TO-MEAN STATICO

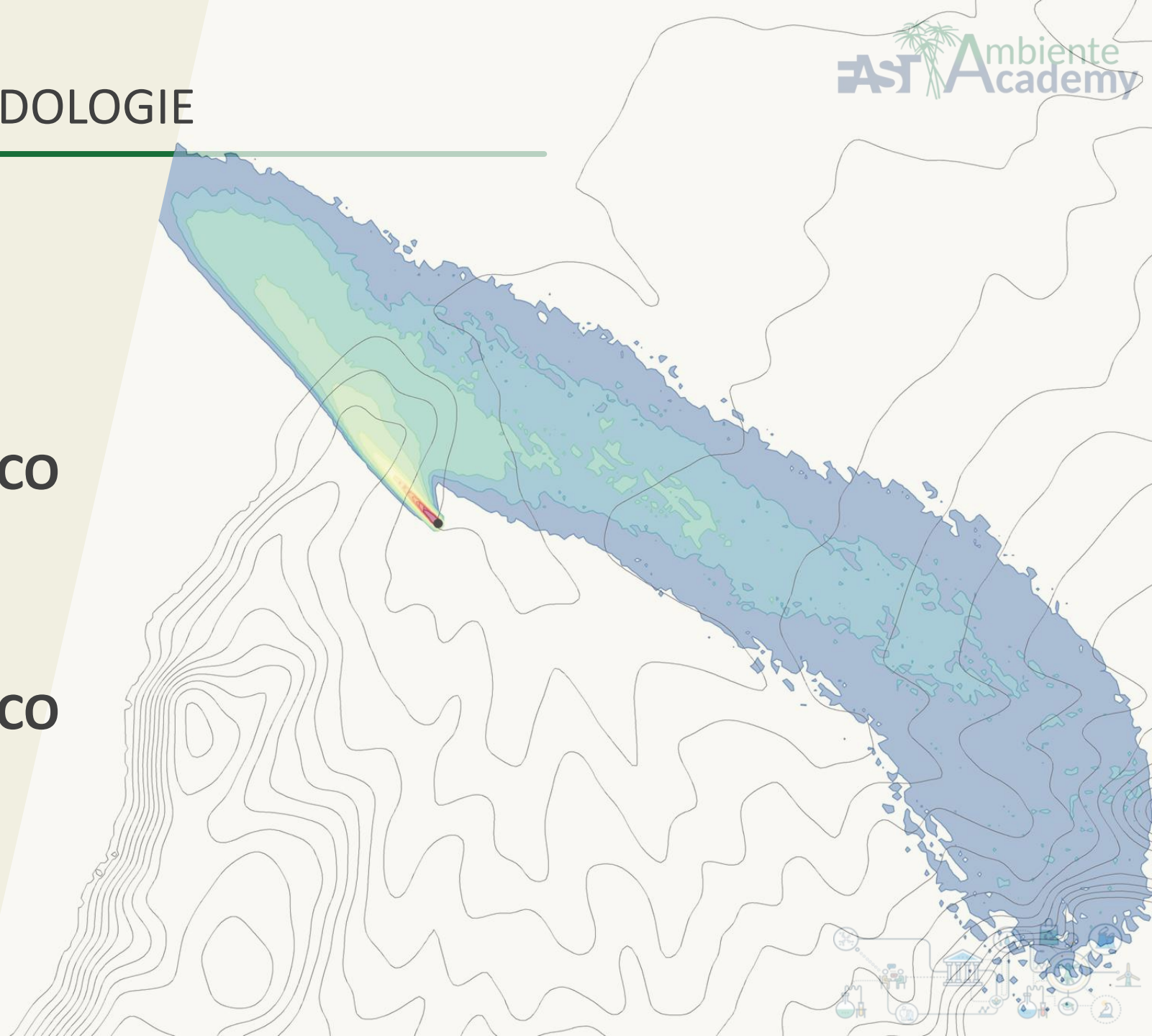
- Concentrazioni medie orarie*2.3

■ PEAK-TO-MEAN DINAMICO

- Metodo di trasporto della varianza

■ PEAK-TO-MEAN DINAMICO

- Metodo di micromixing



CASO TEST

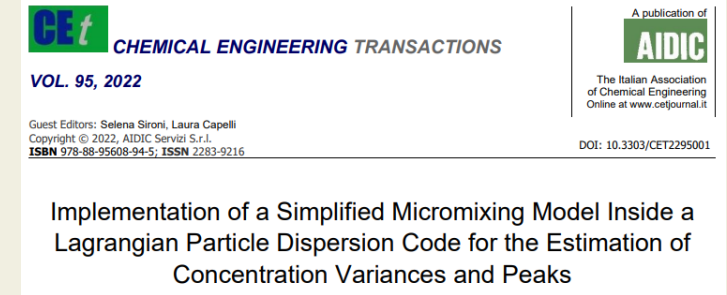
- Emissioni di **gas (odore)**
- Sorgenti **puntuali calde**
- Simulazione **a scala locale** (100 m)
- **Building downwash**
 - Stack downwash in CALPACT (gaussiano)
 - Schulman-Scire in CALPUFF (lagrangiano a puff)
 - LEVEL 2 in SPRAY (lagrangiano a particelle)
- Orografia complessa
- Simulazione **annuale**
- Calcolo del **98° percentile** delle concentrazioni di picco



PEAK-TO-MEAN DINAMICO

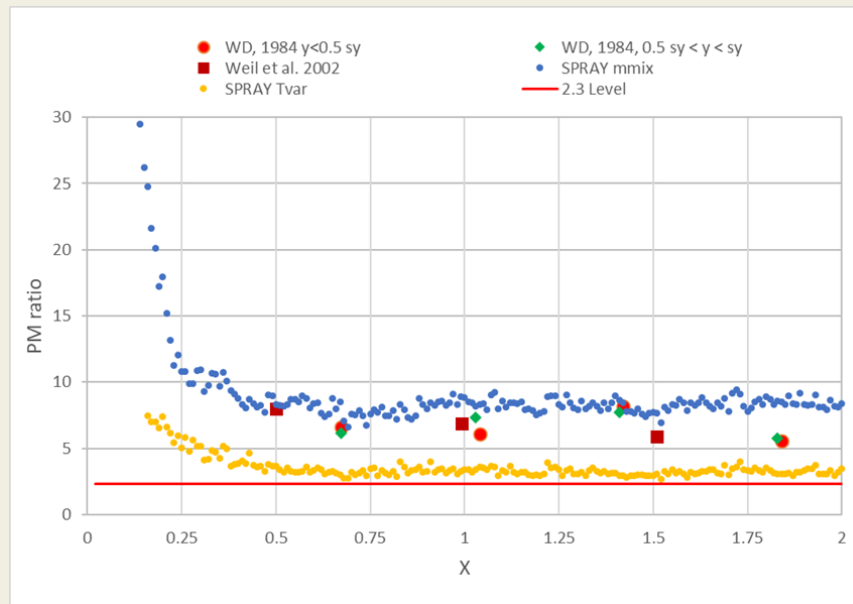
Entrambi i metodi sono stati validati utilizzando dati da esperimenti controllati che riportano informazioni numeriche circa l'intensità di fluttuazione $\sigma c / \langle C \rangle$ per applicazioni su materiale tossico/esplosivo.

→ Esperimenti in condizioni controllate (serbatoi d'acqua in condizioni instabili)



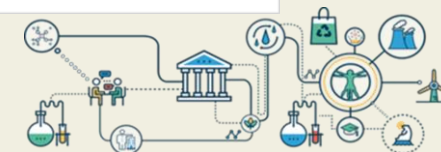
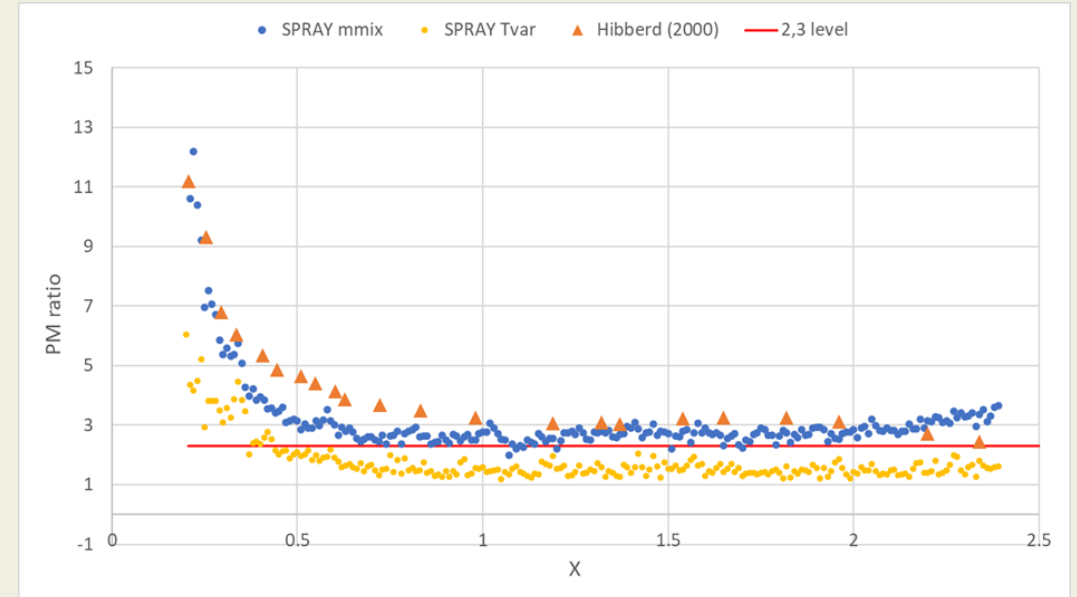
Willis and Deardorff and Weil

Dati al suolo, lungo il centro del pennacchio



Hibberd

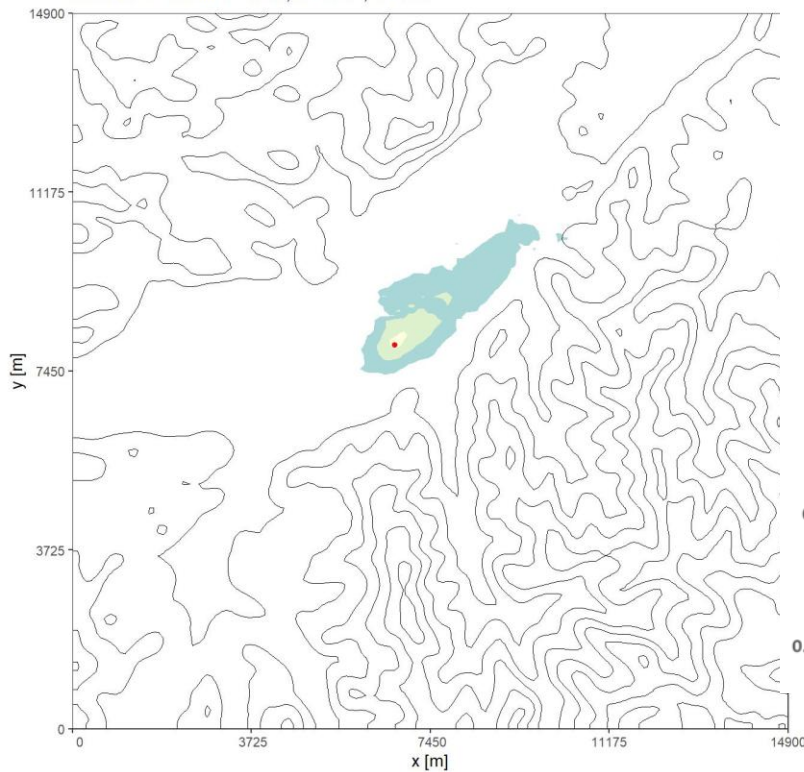
Dati al suolo, lungo il centro del pennacchio



PEAK-TO-MEAN DINAMICO

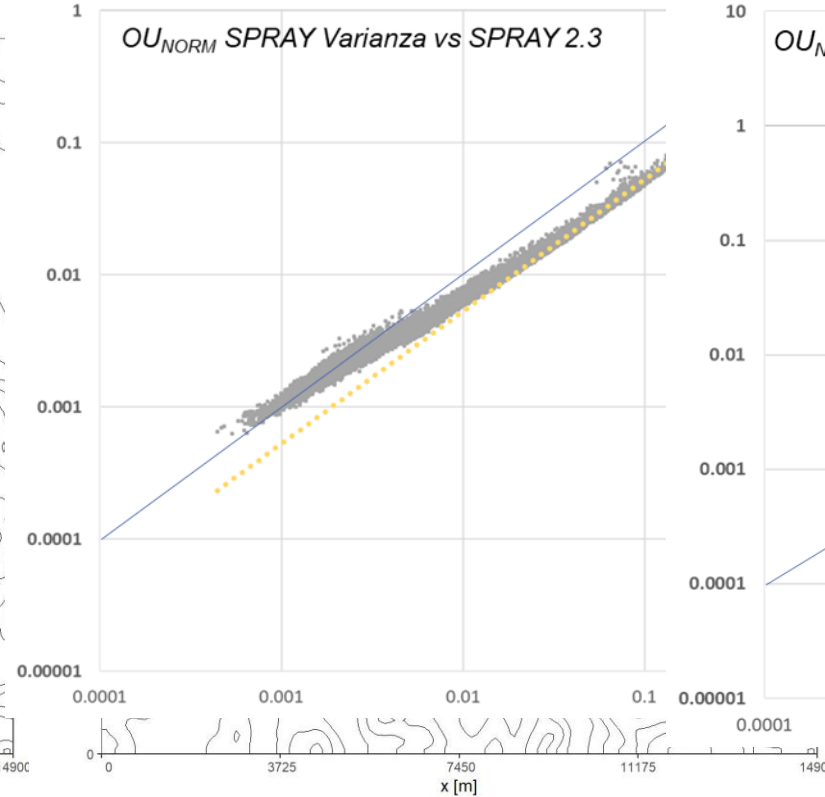
Peak-to-mean statico

UO, 98 percentile delle concentrazioni orarie di picco
 Massimo nel dominio = 1.00, X= 6700, Y= 8000



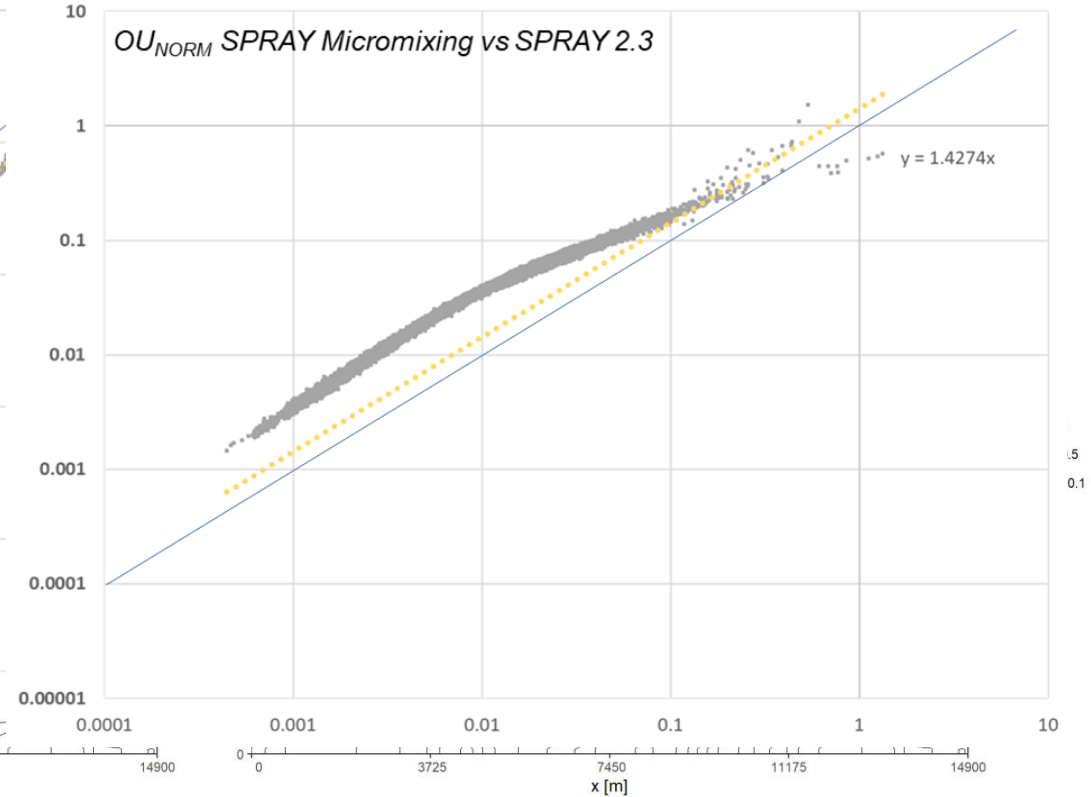
Metodo di trasporto della varianza

UO, 98 percentile delle concentrazioni orarie di picco



Metodo di micromixing

UO, 98 percentile delle concentrazioni orarie di picco



Concentrazioni al suolo in UO/m³ normalizzate rispetto alla concentrazione massima di P2M statico

