

Le Molestie Olfattive: valutazioni ambientali, profili sanitari e risvolti sociali

Strumenti modellistici
per la valutazione e la previsione
delle molestie olfattive

Daniela Barbero

Bari
23 Maggio 2025



SUEZ ARIANET



SUEZ Air and Climate Division

- **Italia, Francia, Spagna, UK (~120 persone)**
- **Diagnosi & monitoraggio**
 - Oltre 25 anni di esperienza nel settore
 - Studi e analisi per la valutazione dell'impatto ambientale sulla qualità dell'aria
 - Implementazione di sistemi modellistici previsionali avanzati
 - Supporto tecnico e scientifico a enti pubblici e soggetti privati
 - Sviluppo di modelli proprietari
- **Trattamento delle emissioni gassose**
 - Biofiltro ad alte prestazioni (emissioni odorose)
 - Biocassette e BioTrickling (emissioni di H₂S e odori)
 - Eolage (odori e agenti inquinanti)
 - Ossidazione Termica Rigenerativa (COV e odori)

Modellazione della dispersione degli odori: indicazioni normative

- Disposizioni locali/regionali in Italia
- **SNPA 2025:** “Emissioni odorigene: elementi di riferimento e approcci metodologici per il monitoraggio”



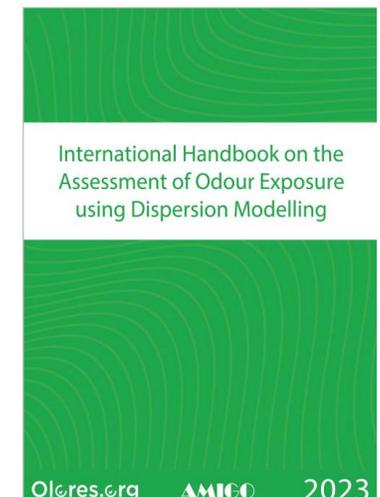
EMISSIONI ODORIGENE:
ELEMENTI DI RIFERIMENTO
E APPROCCI METODOLOGICI
PER IL MONITORAGGIO

Delibera del Consiglio SNPA n.268/25 del 23.01.2025

Revisione del documento “Metodologie per la valutazione delle emissioni odorigene” (2018)

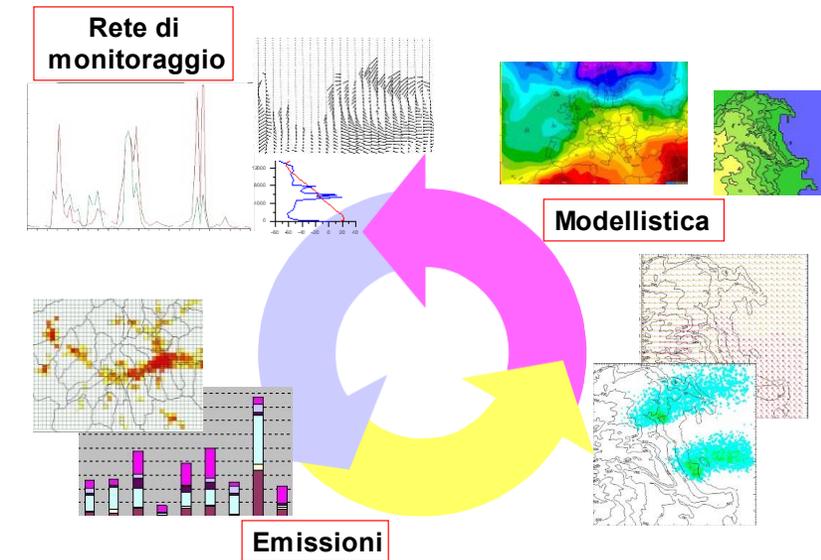
- Riferimento a livello internazionale:

“International Handbook on the Assessment of Odour Exposure using Dispersion Modelling”



Perché i modelli di dispersione?

- Strumento **complementare** al monitoraggio: informazioni spazialmente e temporalmente distribuite
- **Valutazioni di impatto odorigeno** per impianti esistenti, modifiche di impianti esistenti e nuovi impianti
- Identificazione delle sorgenti emissive a più alto impatto
- Sistemi di **previsione** e sistemi di **allerta** near-real-time
- Stima del **termine sorgente ignoto**



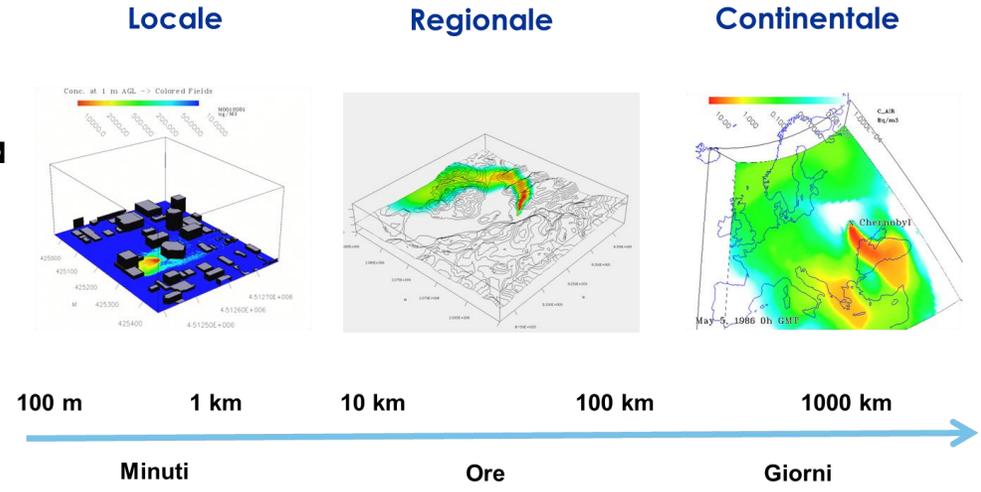
Quali modelli di dispersione?

Esistono numerosi tipi di modelli di dispersione e **non è possibile individuare un unico modello adeguato per simulare qualsiasi fenomeno.**

La selezione del modello deve essere effettuata definendo adeguatamente lo **scenario di applicazione**, cioè l'insieme degli elementi caratteristici del problema che consentono di individuare la categoria di modelli appropriata:

- scala spaziale e temporale
- complessità territoriale, orografica e meteorologica dell'area
- tipologia delle sorgenti di emissione
- sostanze inquinanti da considerare

(in particolare, se soggette a reazioni chimiche oppure no)



Quali modelli di dispersione per l'impatto odorigeno?

- Scala locale (50-500 m) e *microscala* (1-5 m)
- Requisiti minimi di modellazione per descrivere la complessità territoriale, meteo-climatica, emissiva

Il modello utilizzato per le simulazioni deve avere i seguenti requisiti minimi:

- capacità di trattare **situazioni di calma di vento** (velocità del vento < 0.5 m/s), senza ricorrere all'eliminazione dal set dei dati meteo dei record corrispondenti alle suddette situazioni e senza ricorrere alla sostituzione delle velocità di vento debole con valori di velocità maggiori ad una determinata soglia critica (0.5m/s);
- capacità di descrivere correttamente la dispersione nel caso di **terreno complesso** (disomogeneità delle caratteristiche micro meteorologiche – zone sulla linea di costa, presenza di rilievi, disomogeneità di vegetazione, urbanizzazione, uso del suolo, ecc...);
- capacità di descrivere la **turbolenza con parametri continui** (lunghezza di Monin Obukhov, friction velocity, ecc.); come già sottolineato in precedenza si sconsiglia fortemente l'utilizzo delle classi di stabilità discrete per la caratterizzazione della turbolenza atmosferica (ad esempio Pasquill-Gifford-Turner);
- nel caso di sorgenti verticali, capacità di trattare **l'innalzamento del pennacchio** (plume rise), tenendo conto della componente sia meccanica che termica.

da SNPA 2025

Quali modelli di dispersione per l'impatto odorigeno?

- Scala locale (50-500 m) e *microscala* (1-5 m)
- Requisiti minimi di modellazione per descrivere la complessità territoriale, meteo-climatica, emissiva

Tipologie di modelli utilizzabili:

- Gaussiani
- Lagrangiani a puff
- Lagrangiani a particelle
- CFD



Complessità del modello fisico sottostante

Complessità di utilizzo

Richiesta computazionale (tempo, CPU)

Gaussiani:

- AERMOD
- CALINE4
- CAL3QHC/CAL3QHCR
- CTDMPPLUS
- ADMS-3
- ARIA-Impact

Lagrangiani a puff:

- CALPUFF

Lagrangiani a particelle:

- SPRAY
- MICROSPRAY
- LAPMOD

Quali modelli di dispersione per l'impatto odorigeno?

- Scala locale (50-500 m) e *microscala* (1-5 m)
- Requisiti minimi di modellazione per descrivere la complessità territoriale, meteo-climatica, emissiva

Tipologie di modelli utilizzabili:

- | | | |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Gaussiani - Lagrangiani a puff - Lagrangiani a particelle - CFD |  | <ul style="list-style-type: none"> Complessità del modello fisico sottostante Complessità di utilizzo Richiesta computazionale (tempo, CPU) |
|--|---|--|

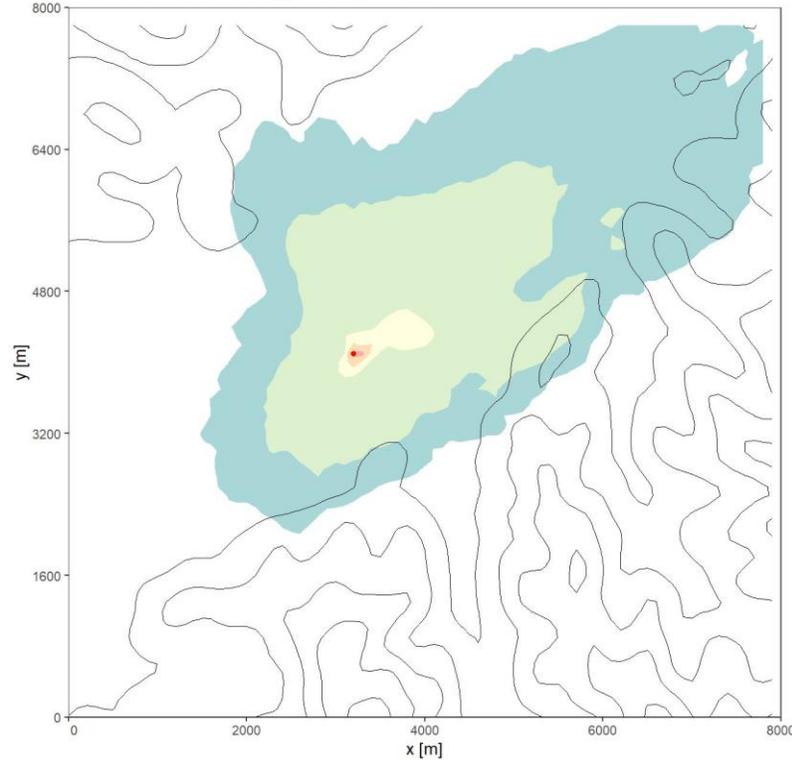
Per le simulazioni di impatto odorigeno la scelta del modello di simulazione deve essere orientata rispetto alle seguenti tipologie di modelli: **lagrangiani a particelle, a puff e, in via residuale, modelli di tipo gaussiano evoluto**, previa giustificazione della loro applicabilità rispetto al contesto ambientale di studio (presenza o meno di terreno complesso, calme di vento, ecc...).

da SNPA 2025

Quali modelli di dispersione per l'impatto odorigenico?

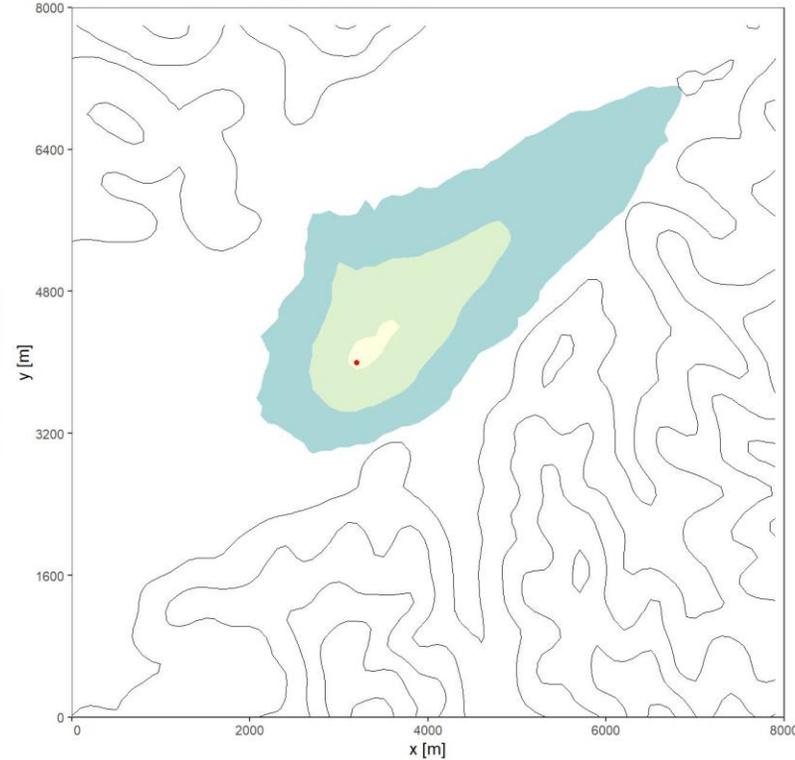
CALPACT - Gaussiano

UO, 98 percentile delle concentrazioni orarie di picco
 Massimo nel dominio = 2.44 , X= 3200 , Y= 4100



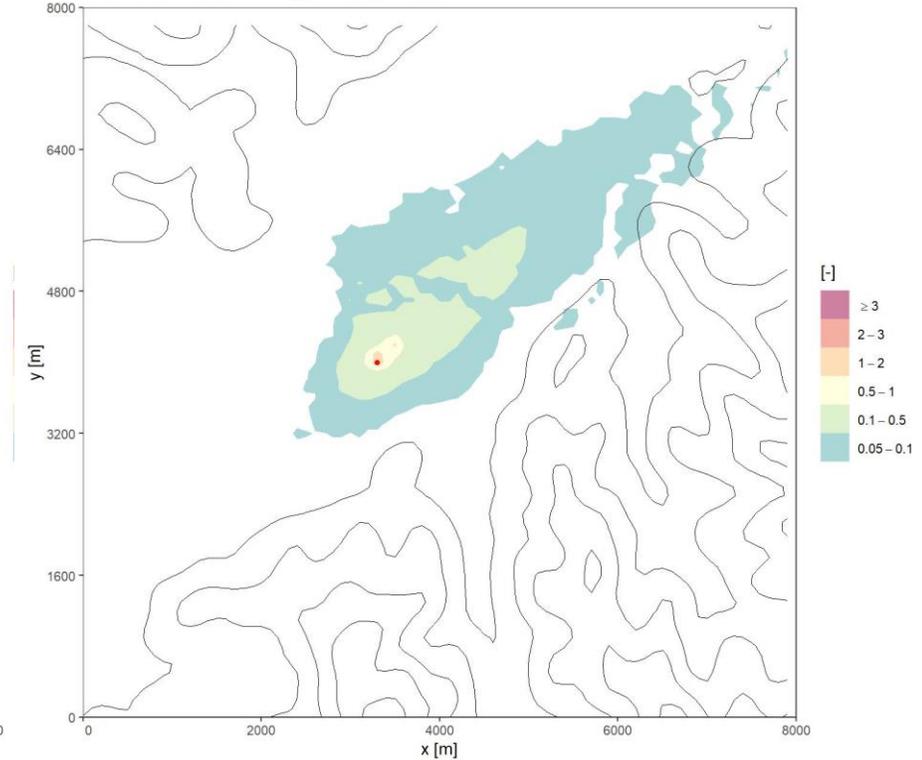
CALPUFF – Lagrangiano a Puff

UO, 98 percentile delle concentrazioni orarie di picco
 Massimo nel dominio = 1.00 , X= 3200 , Y= 4000



SPRAY – Lagrangiano a Particelle

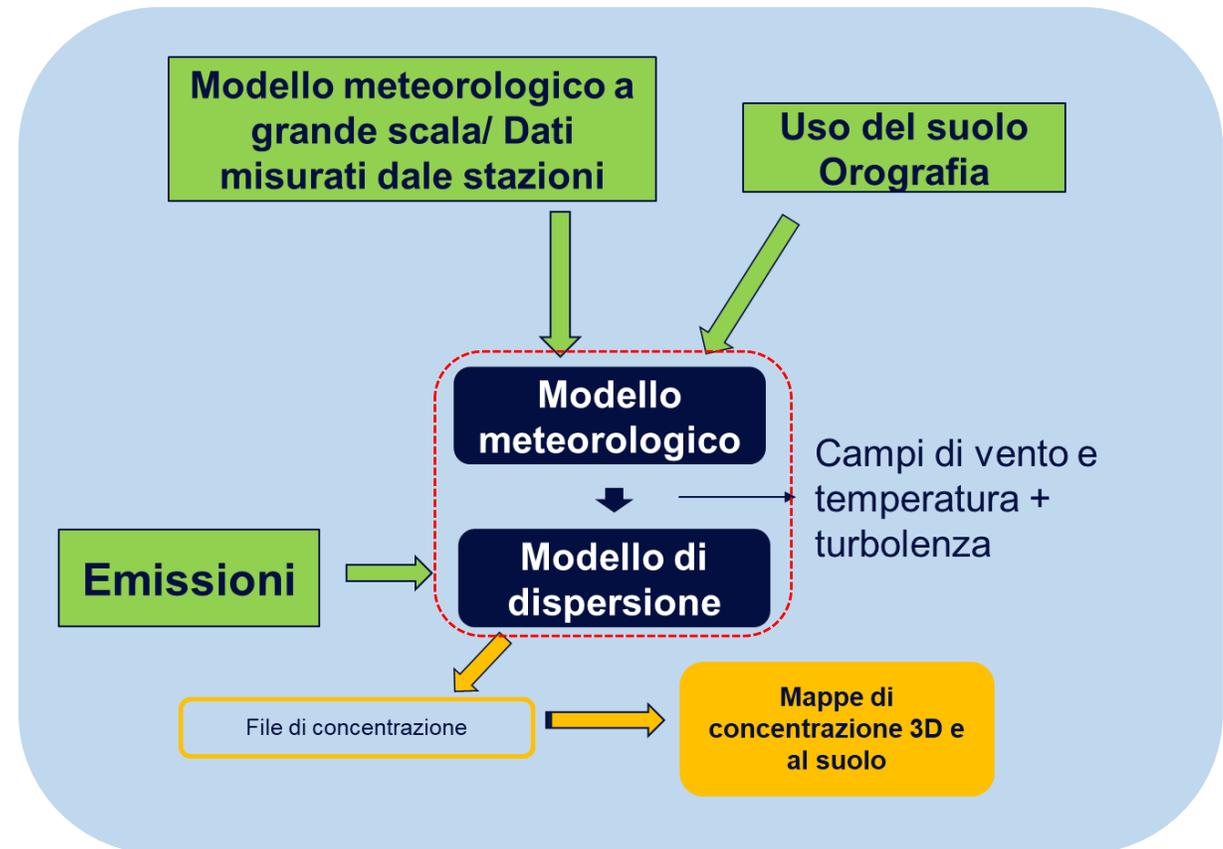
UO, 98 percentile delle concentrazioni orarie di picco
 Massimo nel dominio = 1.32 , X= 3300 , Y= 4000



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

Importanza della **disponibilità** e **dell'accuratezza** dei **dati di input**:

- Informazione meteorologica:
 - da modelli meteorologici a grande scala
 - da misure
- Dati emissivi
- Uso del suolo e orografia
- Edificato



STRUMENTI MODELLISTICI per la valutazione di impatto odorigeno

Valutazione di impatto odorigeno:

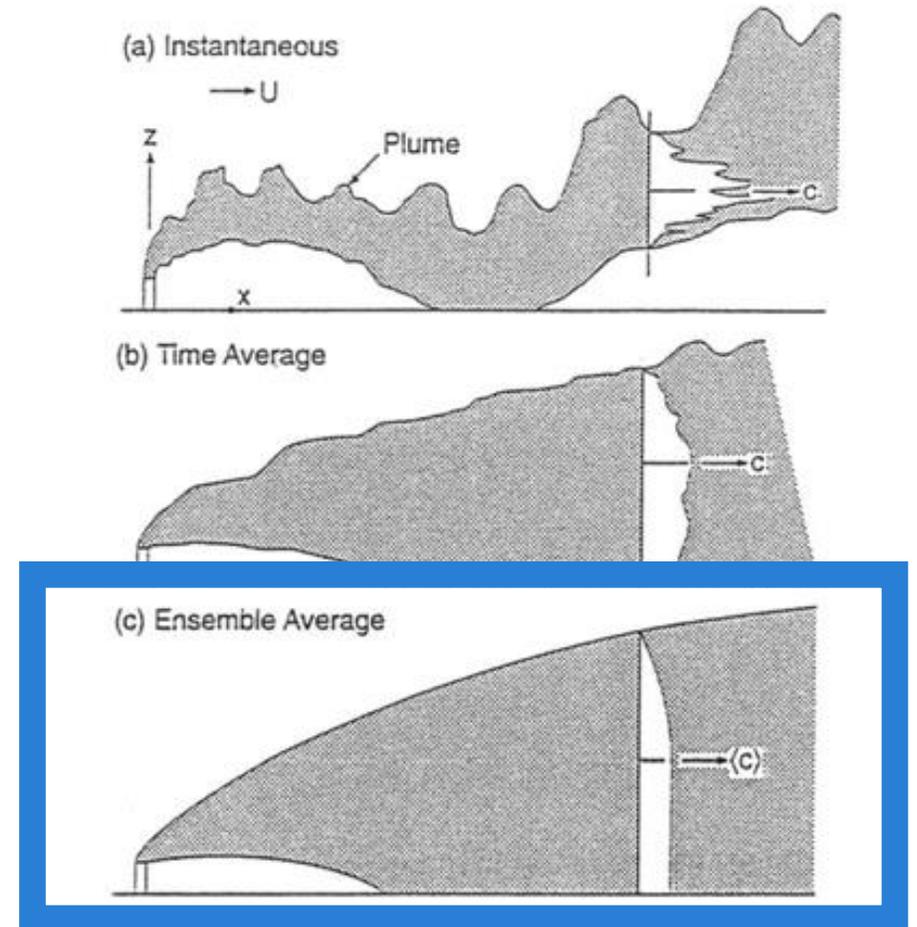
- Acquisizione dei dati di input (emissioni)
- Simulazione **annuale**
- Calcolo del **98° percentile** delle **concentrazioni di picco**
- Valutazione del **rispetto degli standard**
- Valutazione **ai recettori**

Modellazione della concentrazioni odorigene di picco

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.



Modellazione delle concentrazioni odorigene di picco

Metodologie disponibili per il calcolo delle concentrazioni di picco

- Peak-to-mean statico

Stima delle concentrazioni di picco **a posteriori**

Moltiplicazione delle concentrazioni medie orarie per un **fattore statico** (in Italia è raccomandato 2.3)

11. Post-elaborazione delle concentrazioni medie orarie

Per calcolare le **concentrazioni orarie di picco di odore** (valutate sul breve periodo di 5 – 10 minuti) per ciascun punto della griglia contenuta nel dominio spaziale di simulazione e per ciascuna delle ore del dominio temporale di simulazione, le concentrazioni medie orarie devono essere moltiplicate per il **fattore di conversione che di prassi viene utilizzato, unico ed uniforme su tutto il dominio di calcolo, convenzionalmente pari a 2,3 (*peak-to-mean ratio*)**.

Nonostante nella comunità tecnico-scientifica non ci sia univocità di accordo rispetto alle modalità di calcolo del valore massimo orario di impatto odorigeno (e non solo rispetto al suo valore medio, ma anche allo stesso utilizzo dell'approccio "*peak-to-mean ratio*") si è preferito comunque indicare preferenzialmente **una modalità di calcolo univoca (standard) che, per quanto semplificata, garantisca comunque piena ripercorribilità alle valutazioni modellistiche in esame**.

In questo senso, l'utilizzo di altri **possibili metodi di calcolo del picco di odore** dovrà essere dettagliatamente illustrato e supportato da robuste evidenze tecnico scientifiche.

da SNPA 2025

Modellazione della concentrazioni odorigene di picco

Metodologie disponibili per il calcolo delle concentrazioni di picco

- **Peak-to-mean statico**

Stima delle concentrazioni di picco **a posteriori**

Moltiplicazione delle concentrazioni medie orarie per un **fattore statico** (in Italia è raccomandato 2.3)

- **Peak-to-mean dinamico**

Stima delle concentrazioni di picco **durante la simulazione di dispersione**

Esistono **diverse metodologie**:

- Peak-to-mean longitudinale
- Metodo di trasporto della varianza
- Metodo di micromixing
- Modelli lagrangiani a due particelle

da SNPA 2025

STIMA DELLE CONCENTRAZIONI DI PICCO

Confronto tra metodologie

**PEAK-TO-MEAN
STATICO**

**METODO DI TRASPORTO
DELLA VARIANZA**

**METODO DI
MICROMIXING**

Vi sono inoltre “nuovi” approcci, di tipo “avanzato”, almeno allo stato attuale, che sono in una fase di attiva ricerca e sviluppo e, fatta eccezione per pochi casi applicativi, non trovano per ora una traduzione operativa nella comune pratica delle valutazioni di impatto odorigeno. Si citano ad esempio **modelli di trasporto della varianza**, modelli a pennacchio fluttuante, **modelli di micromixing**, modelli lagrangiani a due particelle.



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

Delibera del Consiglio SNPA n.268/25 del 23.01.2025

Peak-to-mean dinamico

Entrambi i metodi si basano sulla **stima dei valori di concentrazione di picco c mediante il calcolo della varianza di concentrazione σ_c .**

Una volta che la **concentrazione media $\langle C \rangle$ e σ_c sono noti**, supponendo che il comportamento statistico della concentrazione può essere descritto da una distribuzione di due parametri, c può essere stimato attraverso un **percentile della distribuzione** (tipicamente il 98°).

Peak-to-mean dinamico

METODO DI TRASPORTO DELLA VARIANZA

Considerando $C = \langle C \rangle + c'$ e l'equazione generale di trasporto for c'^2 :

$$\frac{\overline{\partial c'^2}}{\partial t} + U_j \frac{\overline{\partial c'^2}}{\partial x_j} = -2v_c \overline{\left(\frac{\partial c'}{\partial x_j}\right)^2} - \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\overline{u'_j c'^2} \right) - 2\overline{u'_j c'} \frac{\partial \langle C \rangle}{\partial x_j}$$

Trascurando il termine di trasporto e il termine di diffusione, l'equazione si reduce a:

$$\frac{\overline{\partial c'^2}}{\partial t} = -2\sigma_{ui} T_{Li} \left(\frac{\partial \langle C \rangle}{\partial x_j} \right)^2 - \frac{\overline{c'^2}}{2T_{Lw}}$$

la cui soluzione analitica è:

$$\overline{c'^2} = 2\sigma_{ui} T_{Li} (2T_{Lw}) \left(\frac{\partial \langle C \rangle}{\partial x_j} \right)^2$$

Il peak-to-mean viene stimato da $\langle C \rangle$ e $\overline{c'^2}$ calcolati in ogni punto ipotizzando una PDF Gamma.

Oetl and Ferrero (2017): A simple model to assess odour hour for regulatory purposes, *Atmospheric Environment*, G155, 162-173

METODO DI MICROMIXING

Viene introdotta una terza equazione correlata alle particelle (oltre a quelle relative a posizione e velocità), che descrive la concentrazione c_p di ogni particella:

$$dc_p = \varphi(c_p, \mathbf{X}, \mathbf{U}, t) dt$$

Si suppone quindi che le particelle non conservino la loro concentrazione iniziale, simulando la microscelazione (miscelazione dovuta alla diffusività molecolare) attraverso la variazione nel tempo del volume inizialmente assegnato ad ogni particella emessa. Quindi, durante un dt , la concentrazione si evolve:

$$dc_p = \left(\frac{c_p - \langle C(\mathbf{X}_p, t) \rangle}{\tau_m} \right) dt \quad V_p(t + dt) = V_p(t) \left(\frac{c_p(t)}{c_p(t) + dc_p} \right)$$

da cui si può ricavare:

$$\overline{c'^2} = \sum_{p=1}^N \frac{c_p^2 V_p}{V}$$

Il peak-to-mean viene stimato da $\langle C \rangle$ e $\overline{c'^2}$ calcolati in ogni punto ipotizzando una PDF Gamma.

Cassiani M. (2013): The Volumetric Particle Approach for Concentration Fluctuations and Chemical Reactions in Lagrangian Particle and Particle-grid Models, *Boundary-Layer Meteorology*, 146, 207-233

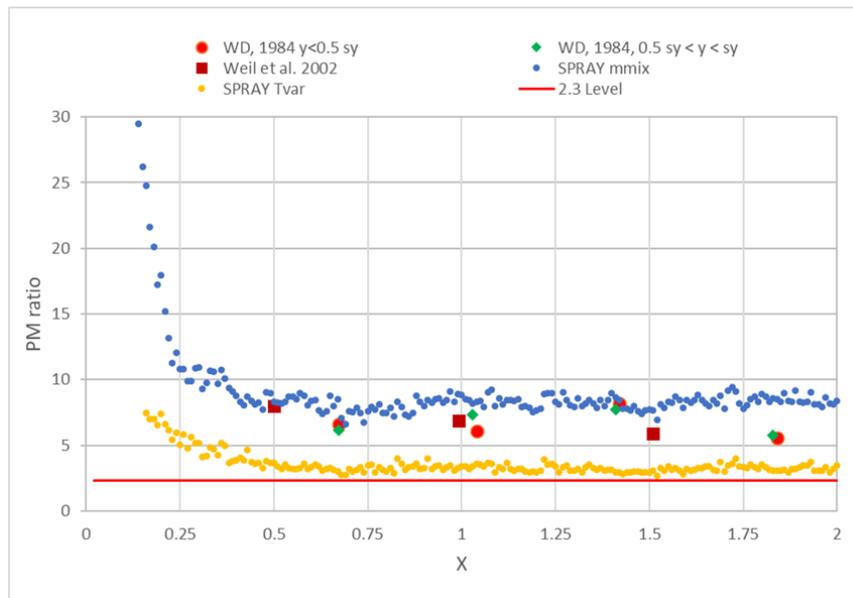
Peak-to-mean dinamico

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



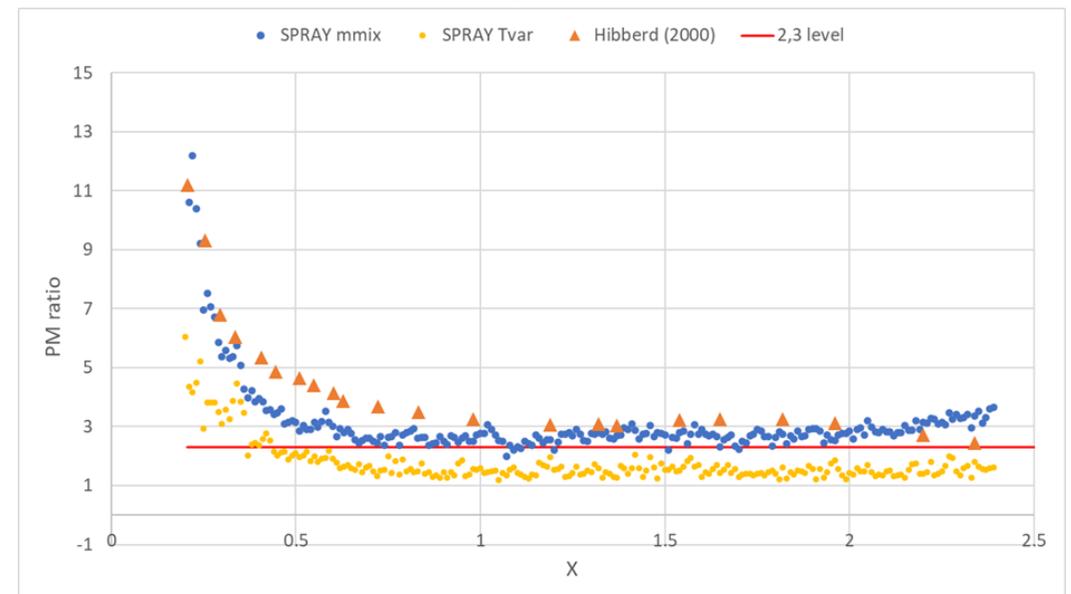
Implementation of a Simplified Micromixing Model Inside a Lagrangian Particle Dispersion Code for the Estimation of Concentration Variances and Peaks

Gianni Luigi Tinarelli^{a*}, Roberto Sozzi^b, Daniela Barbero^a

^aARIANET S.r.l. Via Benigno Crespi 57, Milan 20159, Italy
^bIndependent Scientific Consultant, Italy
g.tinarelli@aria-net.it

Hibberd

Dati al suolo, lungo il centro del pennacchio



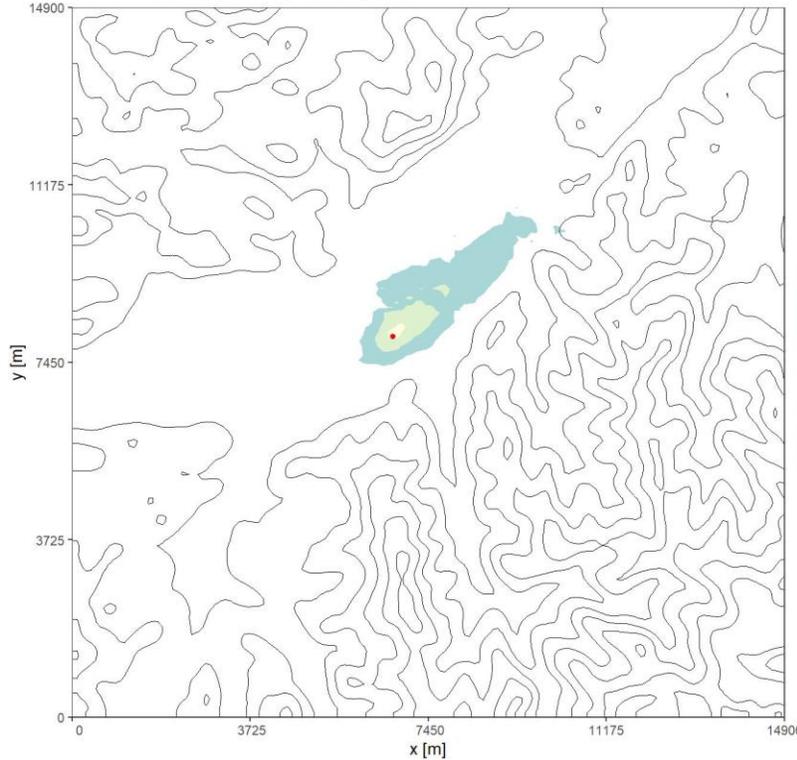
CASO TEST

- Emissioni di **odore**
- Sorgenti **puntuali calde**
- Simulazione **a scala locale**
(100 m)
- **Building downwash**
- Orografia complessa
- Simulazione **annuale**
- Calcolo del **98° percentile**
delle concentrazioni di picco

Peak-to-mean dinamico: confronto tra metodologie nel modello SPRAY

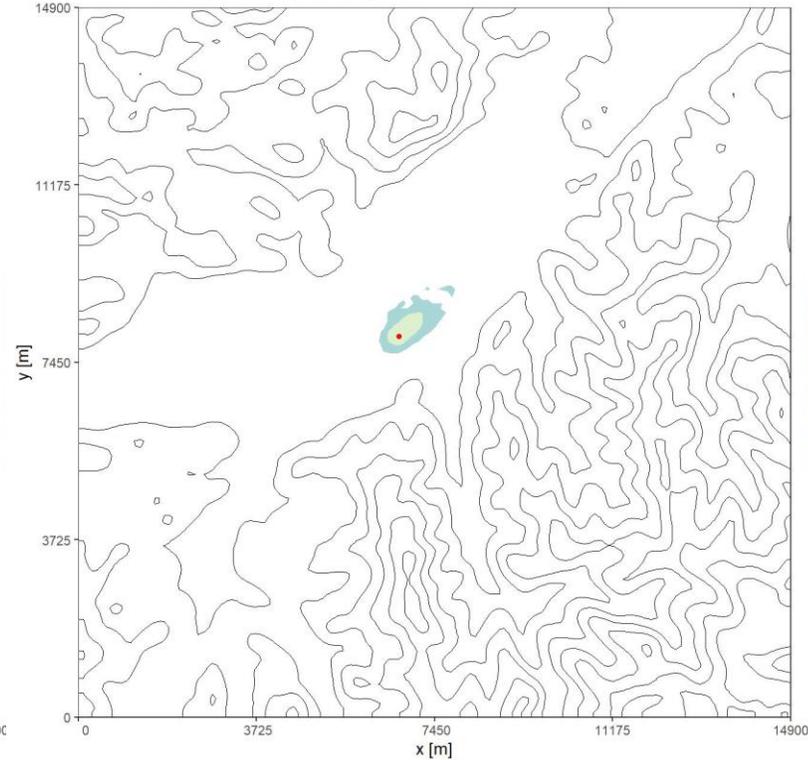
Peak-to-mean statico

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



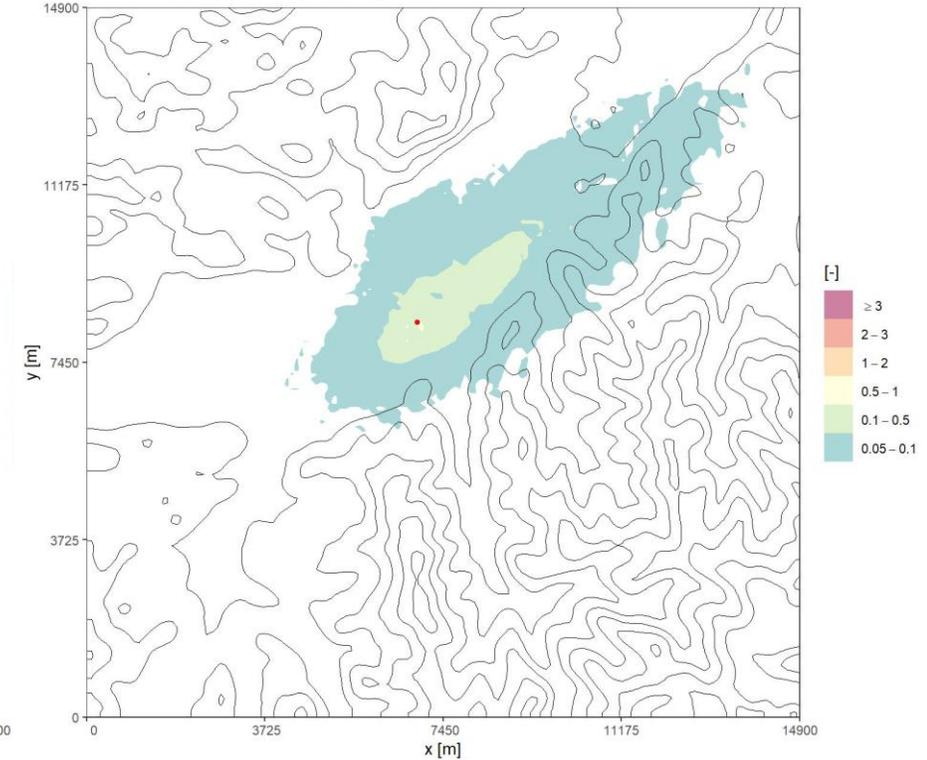
Metodo di trasporto della varianza

UO, 98 percentile delle concentrazioni orarie di picco
Massimo nel dominio = 0.49 , X= 6700 , Y= 8000



Metodo di micromixing

UO, 98 percentile delle concentrazioni orarie di picco
Massimo nel dominio = 1.16 , X= 6900 , Y= 8300



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

STRUMENTI MODELLISTICI per l'allerta e la previsione dell'impatto odorigeno

Sistemi di previsione

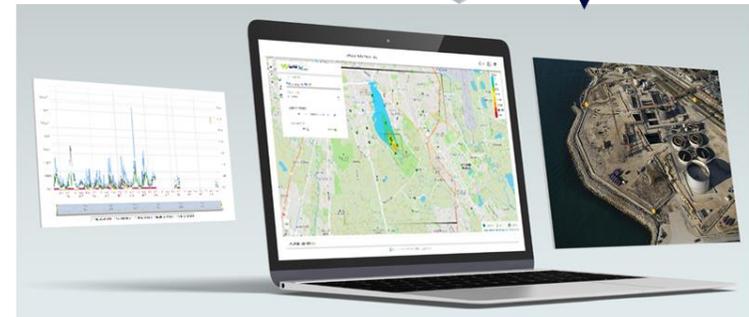
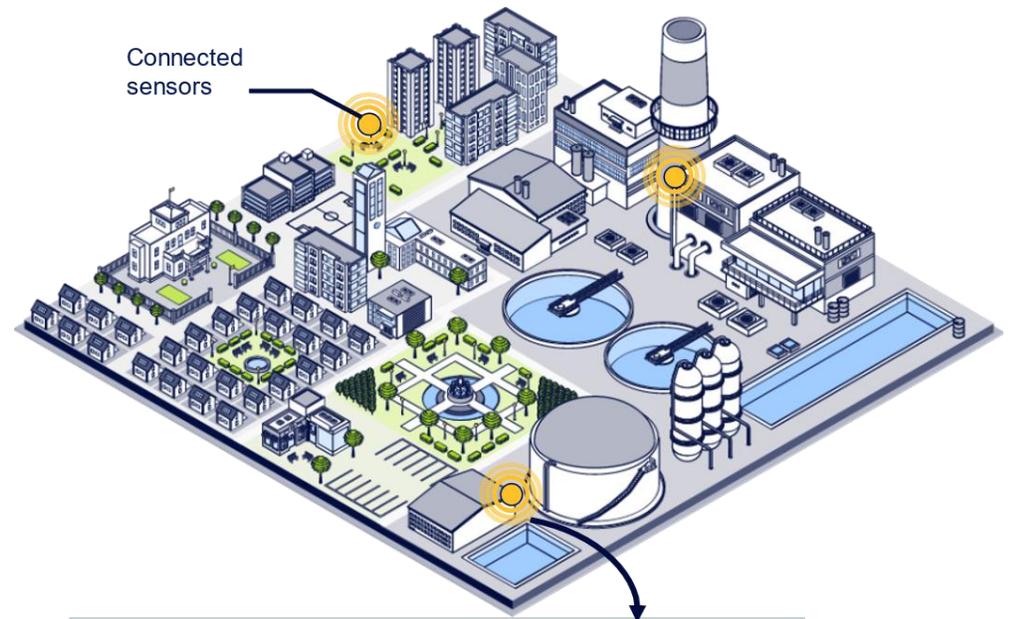
Sistemi near-real-time

- Valutazione del **rispetto degli standard**
- Valutazione **ai recettori**
- Possibilità di modifiche **operative preventive**

Sistema di previsione dell'impatto odorigeno

Impianto di trattamento delle acque reflue

- **Monitoraggio costante** delle emissioni odorigene dai **camini** principali tramite **nasi elettronici** con misurazione continua
 - **Profilo temporale standard delle emissioni fuggitive**, derivato da ispezioni periodiche in campo
- **Sistema di previsione** in funzione continua per valutare l'impatto odorigeno (mappe orarie di concentrazione) nei successivi 3 giorni
- **Modifiche operative** per prevenire elevati impatti odorigene



Sistema di previsione dell'impatto odorigeno

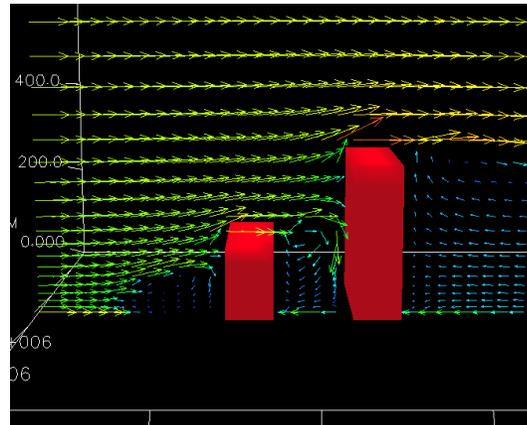
Sistema modellistico basato su PMSS (Parallel Micro Swift Spray)

PMSS è un codice sviluppato per eseguire **simulazioni a microscala** con l'obiettivo di ottenere risultati:

- in **condizioni complesse**, simulando in modo esplicito **l'effetto degli ostacoli** sulla dispersione degli inquinanti
- con **tempi di risposta ragionevoli**: supera infatti le criticità temporali tipiche di altri approcci, come i codici di fluidodinamica computazionale (CFD)

PMSS è composto da 2 modelli:

1. Modello meteorologico diagnostico in grado di ricostruire il flusso meteorologico a microscala intorno agli ostacoli (**PSWIFT**)



2. Modello di Dispersione Lagrangiano a Particelle a microscala (**PSPRAY**)

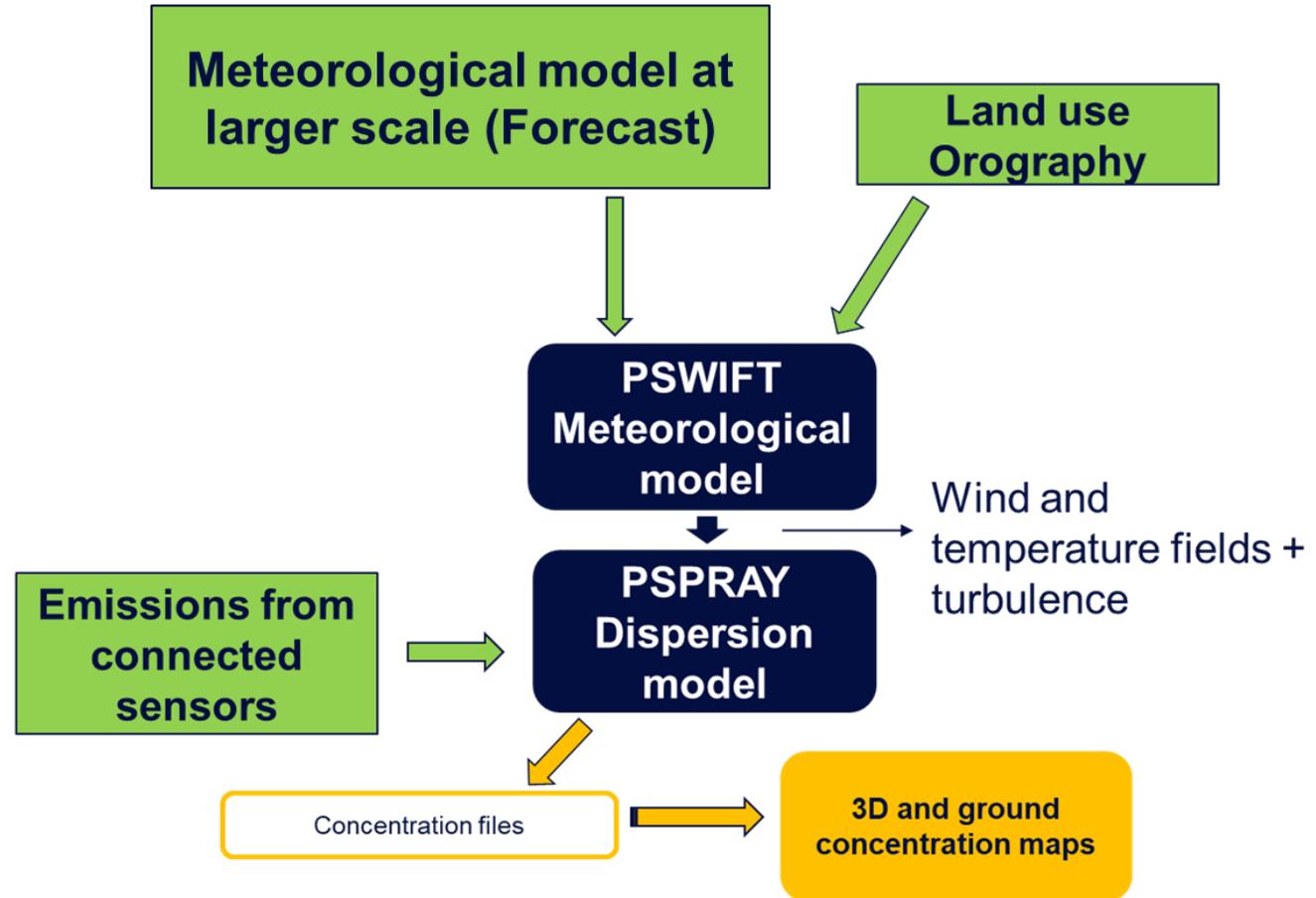
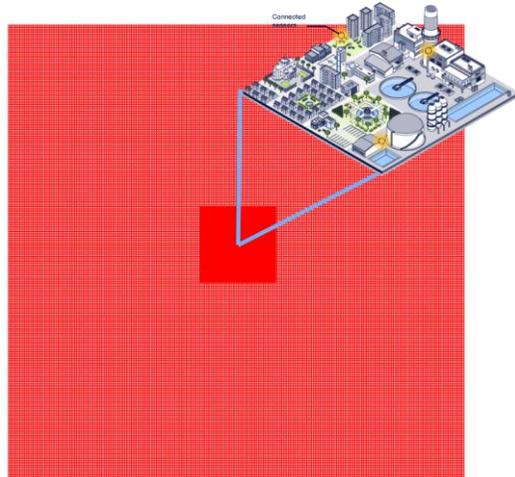


07/06/2006 07:00:0.00

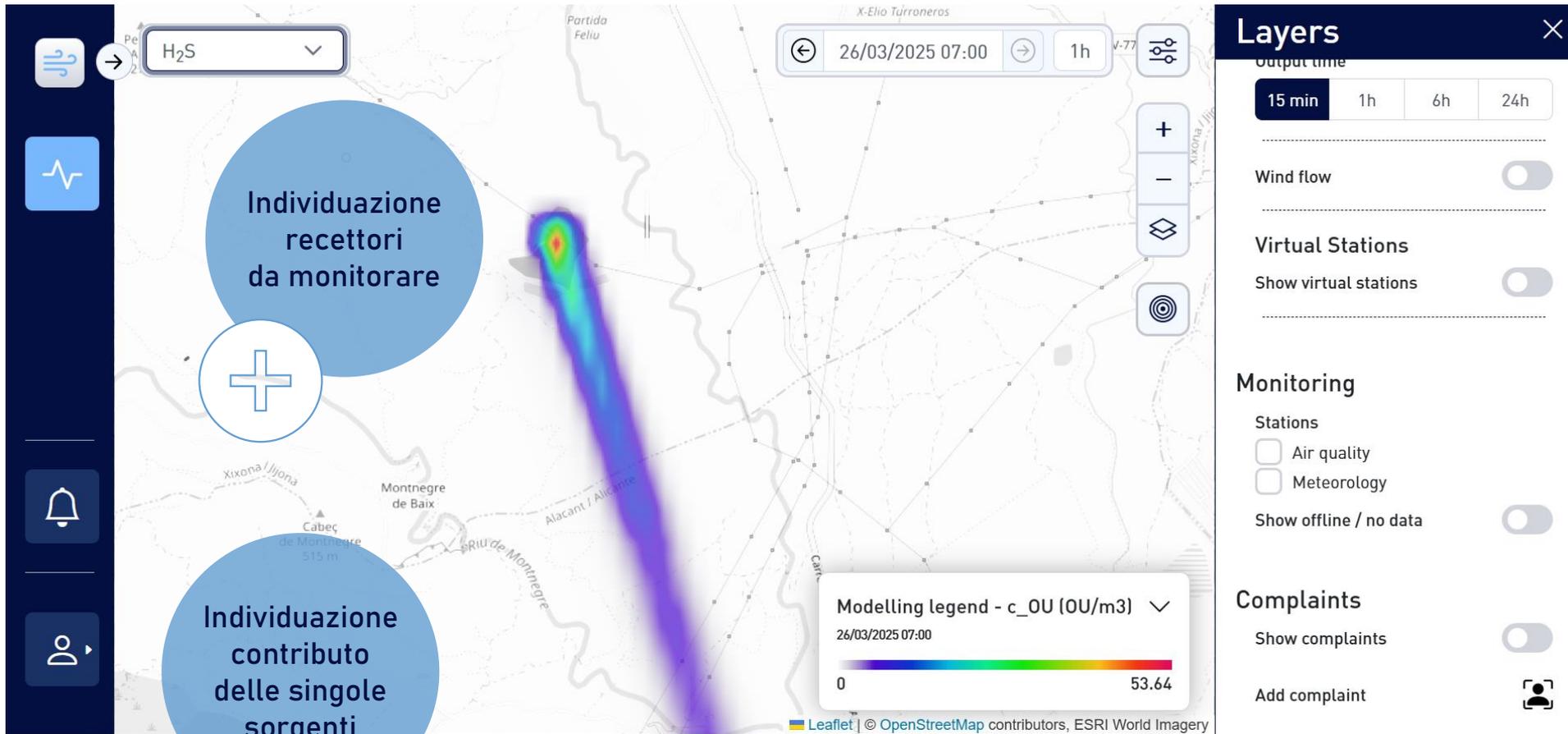
Sistema di previsione dell'impatto odorigeno

Sistema modellistico basato su PMSS (Parallel Micro Swift Spray)

- **Alta risoluzione**
- **2 domini innestati:**
 - Dominio esterno: risoluzione orizzontale di **30 m**
 - Dominio interno: risoluzione orizzontale di **10 m**
- Ostacoli simulati in modo esplicito nel dominio interno



Sistema di previsione dell'impatto odorigeno



Individuazione
recettori
da monitorare

Individuazione
contributo
delle singole
sorgenti

Mappe di
concentrazione
e report
automatici

Sistema di
allerta
per
superamenti

Sistema di
memorizzazione
eventi
(manovre in
impianto,
lamentate)

AirAdvanced[®] Sentinel

STRUMENTI MODELLISTICI per la stima del termine sorgente ignoto

Stima del termine sorgente:

- Identificazione **area di provenienza della molestia olfattiva**
- Possibile **quantificazione dell'emissione di odore**
- Informazioni **dai sensori distribuiti sul territorio**
- Coinvolgimento **della popolazione**

Stima del termine sorgente ignoto

Sistema di modellazione basato sulle retro-concentrazioni:

Dati di input:

- **Campi meteorologici** ad alta risoluzione
- Informazioni ai **recettori** (da sensori o segnalazioni di molestia olfattiva): pseudo-osservazioni → **retro-emissioni**

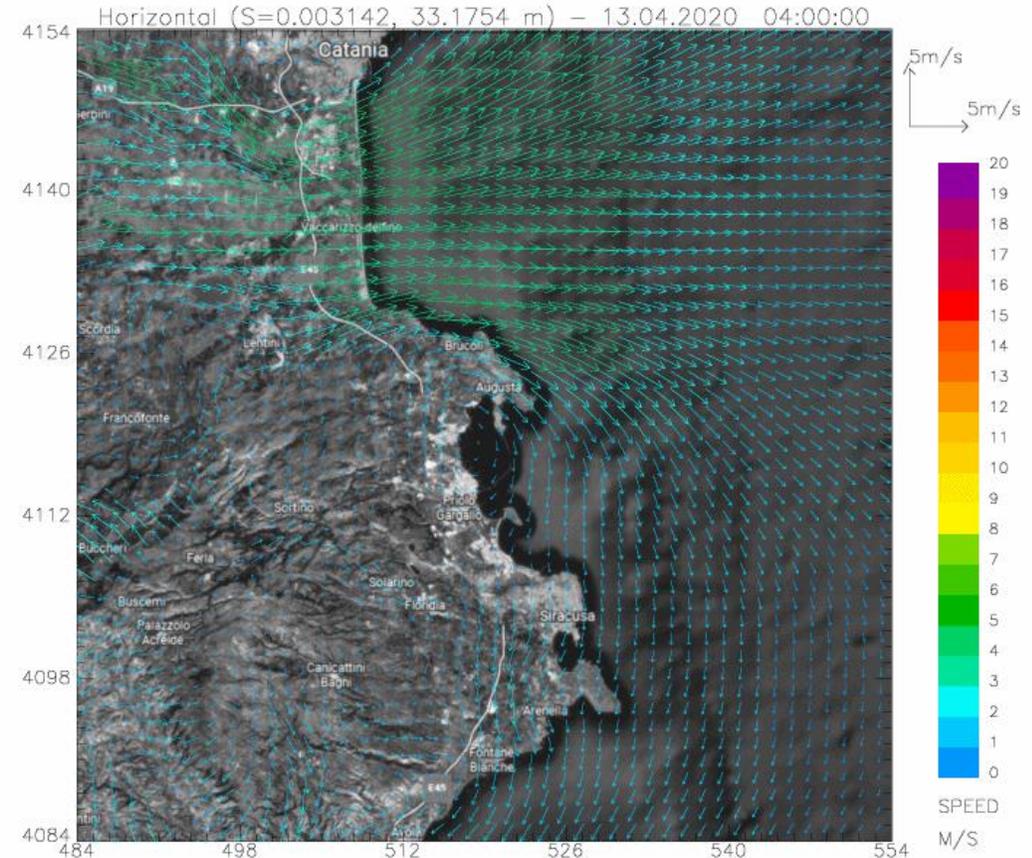
Modello di dispersione backward

- Procede all'indietro nel tempo
- Da ogni pseudo-osservazione viene emesso un **retro-puff** di cui viene simulata la **traiettoria stocastica contro-vento**
- Vengono costruiti dei **campi di retro-concentrazione**

Individuazione del termine sorgente

- Combinazione campi di retro-concentrazione

Simulazione meteorologica



Stima del termine sorgente ignoto

Sistema di modellazione basato sulle retro-concentrazioni:

Dati di input:

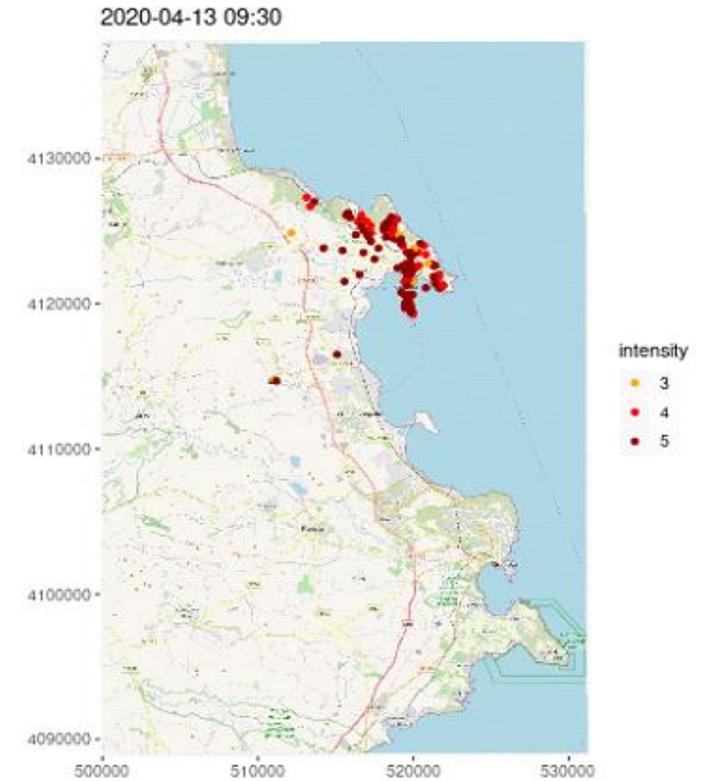
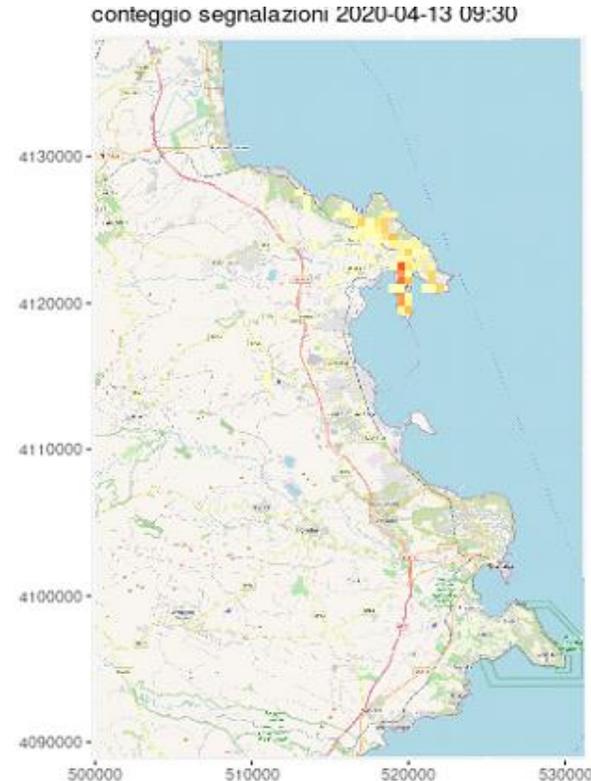
- **Campi meteorologici** ad alta risoluzione
- Informazioni ai **recettori** (da sensori o segnalazioni olfattiva): pseudo-osservazioni → **retro-emiss**

Modello di dispersione backward

- Procede all'indietro nel tempo
- Da ogni pseudo-osservazione viene emesso un **traiettoria stocastica contro-**
- Vengono costruiti dei **campi di retro-concentra-**

Individuazione del termine sorgente

- Combinazione campi di retro-concentrazione



Stima del termine sorgente ignoto

Sistema di modellazione basato sulle retro-concentrazioni:

Dati di input:

- **Campi meteorologici** ad alta risoluzione
- Informazioni ai **recettori** (da sensori o segnalazioni di molestia olfattiva): pseudo-osservazioni → **retro-emissioni**

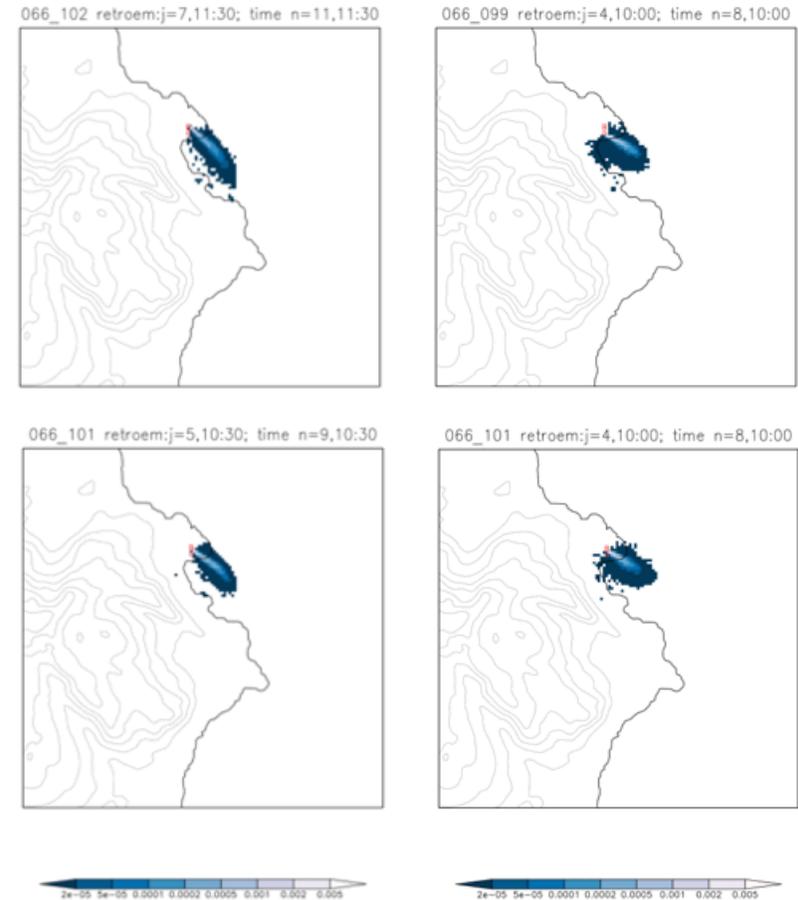
Modello di dispersione backward

- Procede all'indietro nel tempo
- Da ogni pseudo-osservazione viene emesso un **retro-puff** di cui viene simulata la **traiettoria stocastica contro-vento**
- Vengono costruiti dei **campi di retro-concentrazione**

Individuazione del termine sorgente

- Combinazione campi di retro-concentrazione

Simulazione di dispersione backward



Stima del termine sorgente ignoto

Sistema di modellazione basato sulle retro-concentrazioni:

Dati di input:

- **Campi meteorologici** ad alta risoluzione
- Informazioni ai **recettori** (da sensori o segnalazioni di molestia olfattiva): pseudo-osservazioni → **retro-emissioni**

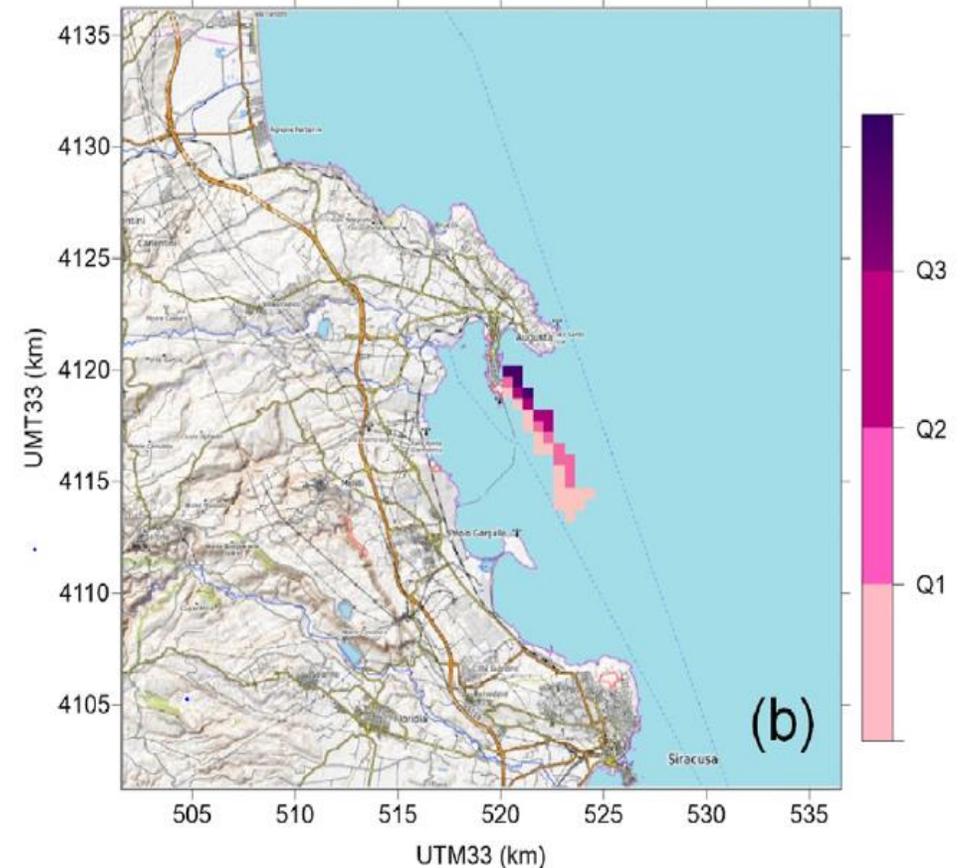
Modello di dispersione backward

- Procede all'indietro nel tempo
- Da ogni pseudo-osservazione viene emesso un **retro-puff** di cui viene simulata la **traiettoria stocastica contro-vento**
- Vengono costruiti dei **campi di retro-concentrazione**

Individuazione del termine sorgente

- Combinazione campi di retro-concentrazione

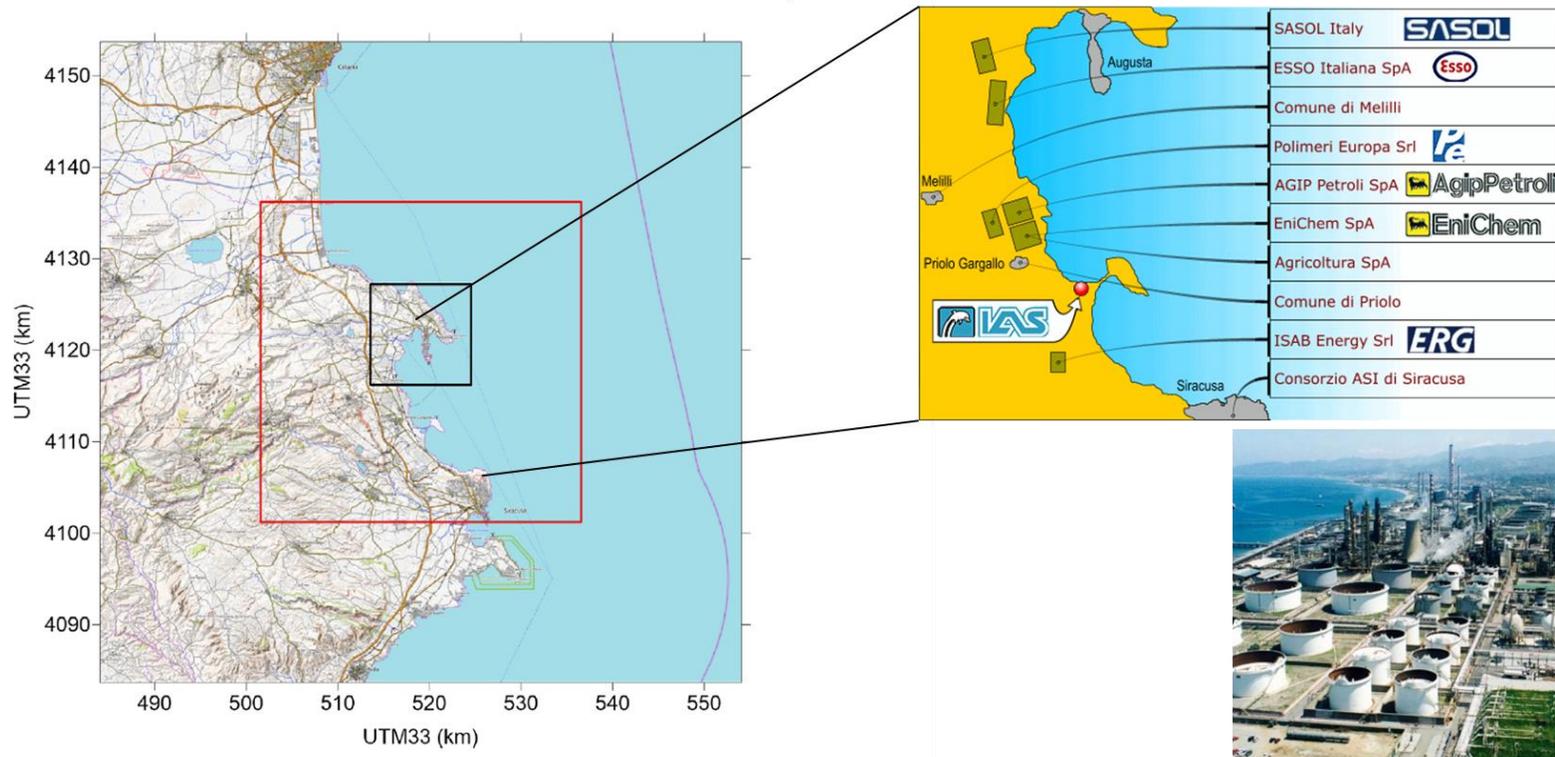
Possibili posizioni della sorgente



Stima del termine sorgente ignoto

Progetto SMART-NOSE

- Scopo: Identificazione dell'origine delle molestie olfattive nell'area industriale nella provincia di Siracusa, in Sicilia

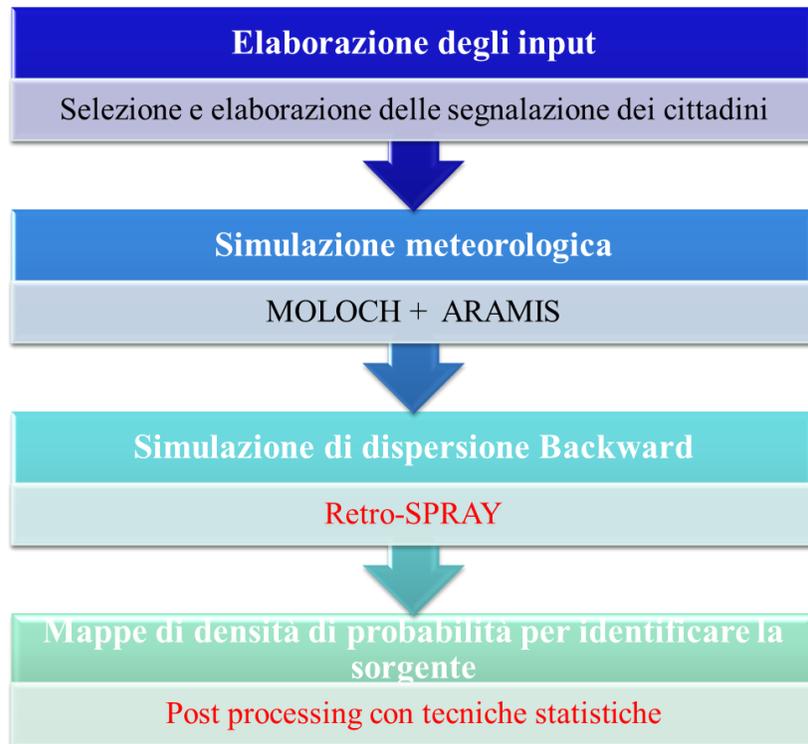


<https://nose-cnr.arpa.sicilia.it/>

Stima del termine sorgente ignoto

Progetto SMART-NOSE

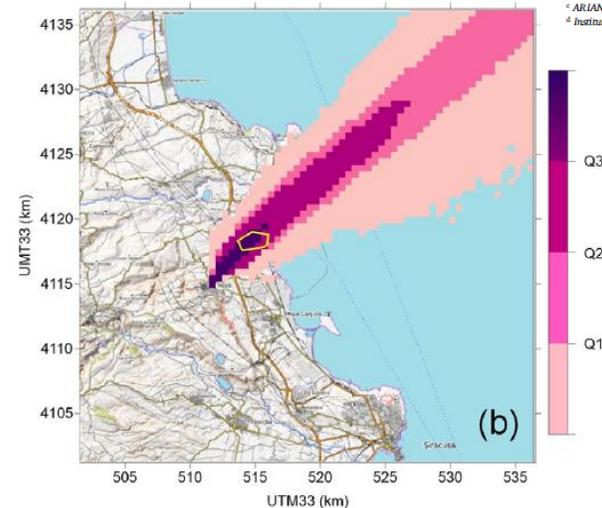
- Scopo: Identificazione dell'origine delle molestie olfattive nell'area industriale nella provincia di Siracusa, in Sicilia
- Sistema modellistico basato su MOLOCH e RetroSPRAY



Tracing the origin of odour nuisance from citizens' notifications with the SMART modelling system

Silvia Trini Castelli ^{a,*}, Francesco Ubaldi ^{b,1}, Gianni Luigi Tinarelli ^c, Oxana Drofa ^d, Piero Malguzzi ^d, Paolo Bonasoni ^d

^a Institute of Atmospheric Sciences and Climate, National Research Council, Torino, Italy
^b International Center for Environmental Monitoring, CIMA Foundation, Savona, Italy
^c ARIANET Srl, Milano, Italy
^d Institute of Atmospheric Sciences and Climate, National Research Council, Bologna, Italy

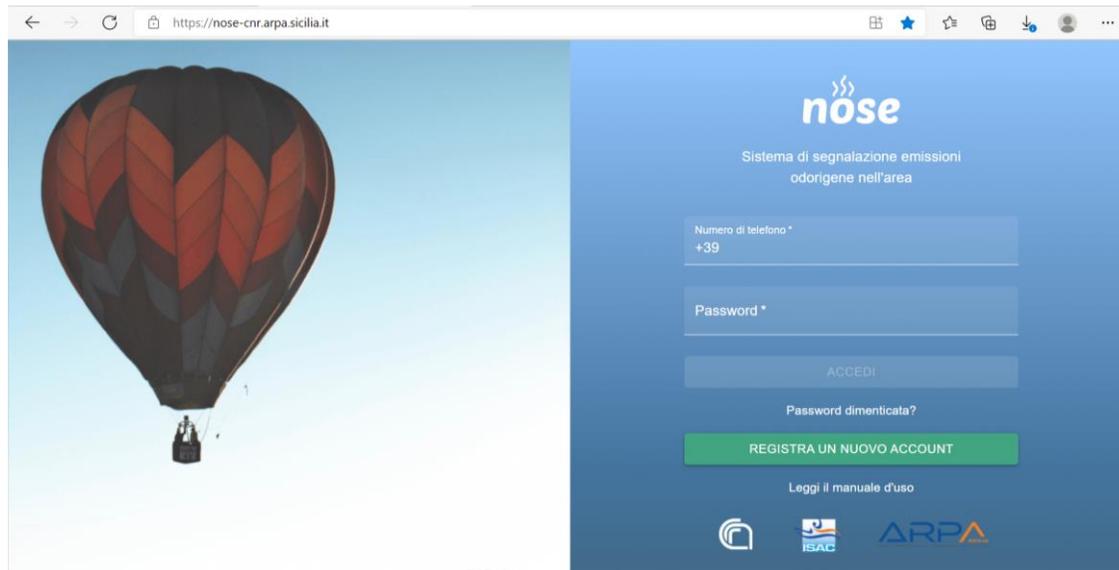


<https://nose-cnr.arpa.sicilia.it/>

Stima del termine sorgente ignoto

Progetto SMART-NOSE

- Scopo: Identificazione dell'origine delle molestie olfattive nell'area industriale nella provincia di Siracusa, in Sicilia
- Sistema modellistico basato su MOLOCH e RetroSPRAY
- App per raccogliere e gestire le segnalazioni dei cittadini



<https://nose-cnr.arpa.sicilia.it/>

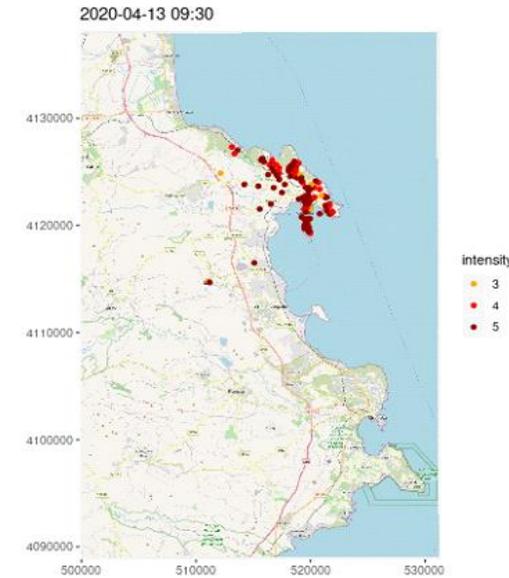
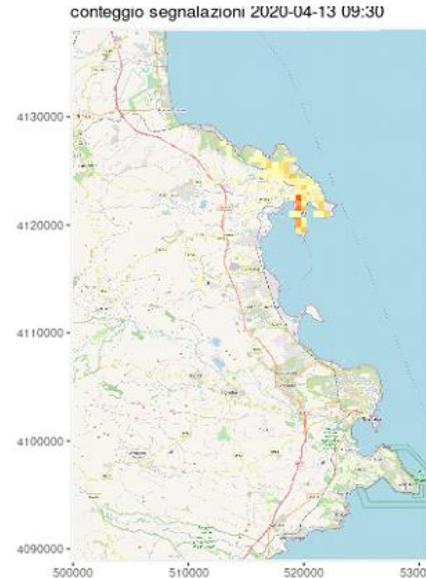
Stima del termine sorgente ignoto

Progetto SMART-NOSE

- Scopo: Identificazione dell'origine delle molestie olfattive nell'area industriale nella provincia di Siracusa, in Sicilia
- Sistema modellistico basato su MOLOCH e RetroSPRAY
- App per raccogliere e gestire le segnalazioni dei cittadini

Report giornalieri

Data	Augusta	Florida	Melilli	Priolo	Siracusa	Solarino
2020-04-17	2	0	2	4	5	0
2020-04-16	1	0	0	0	1	0
2020-04-15	1	1	0	1	1	0
2020-04-14	10	1	1	1	1	0
2020-04-13	801	1	28	8	2	0
2020-04-12	0	0	1	1	11	0
2020-04-11	2	0	2	6	25	0
2020-04-10	1	1	6	2	19	0
2020-04-09	2	1	13	13	21	0
2020-04-08	0	0	0	0	6	0
2020-04-07	0	0	0	0	4	0
2020-04-06	0	0	0	0	2	0

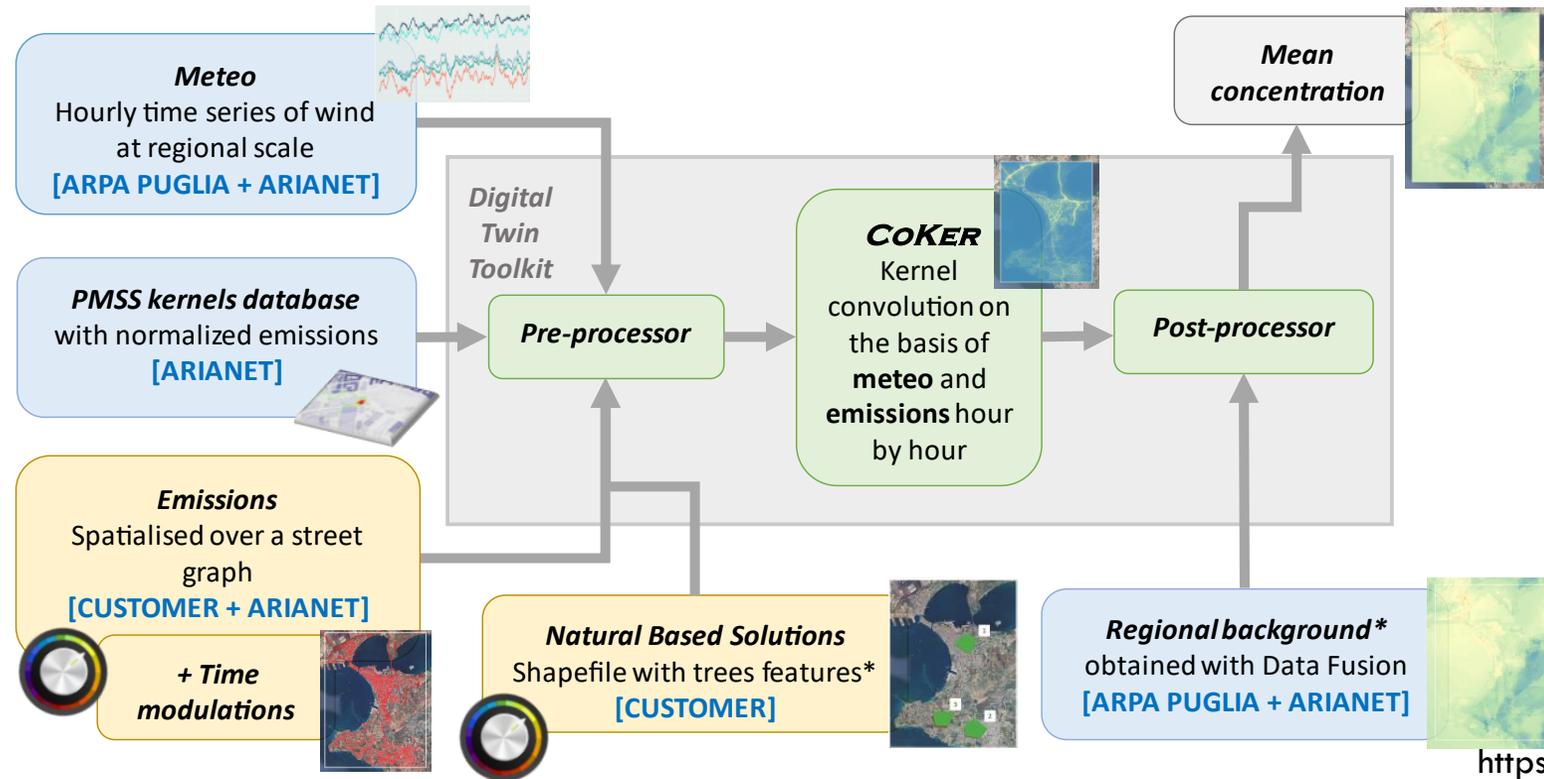


<https://nose-cnr.arpa.sicilia.it/>

Stima del termine sorgente ignoto

Approccio proposto per l'implementazione di un sistema di gestione operativo

- Digital twin per la valutazione di scenari *what-if* per il traffico stradale
- Simulazioni pre-calcolate a microscala delle sorgenti da traffico

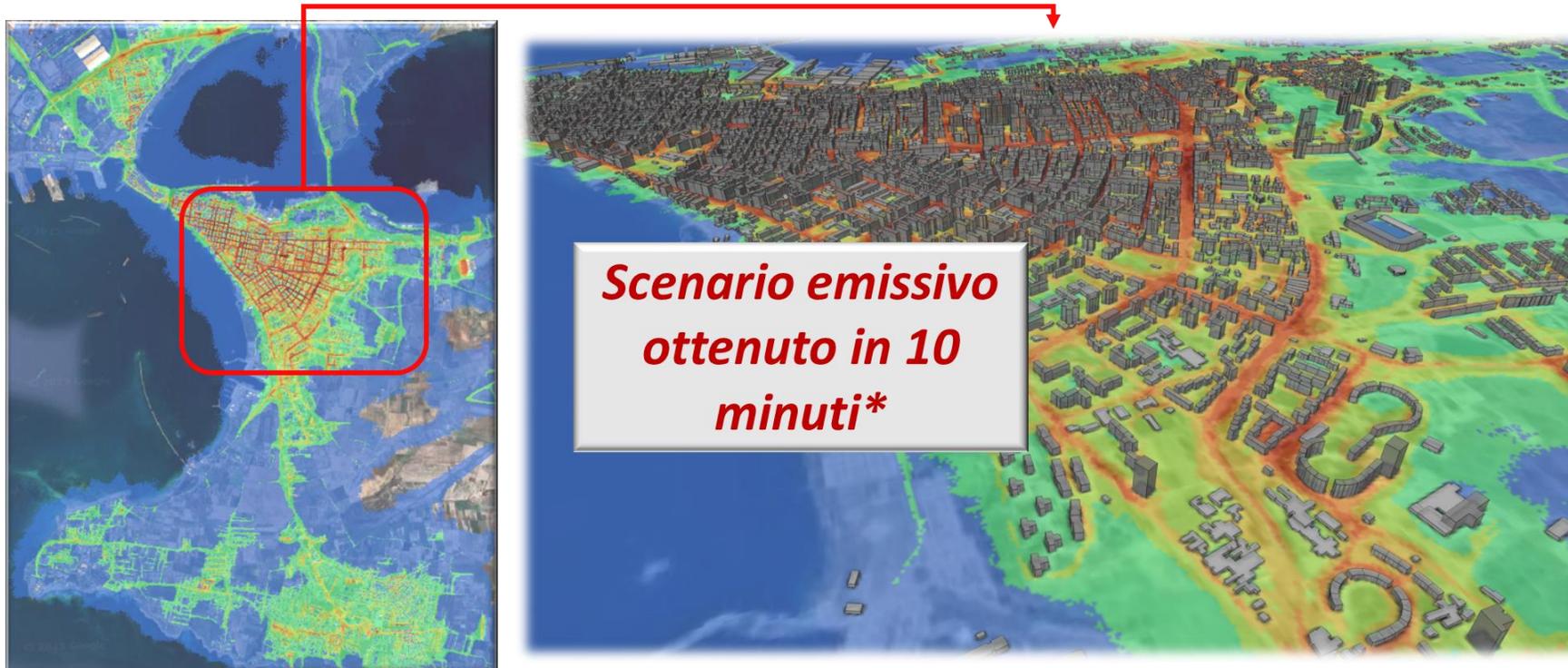


<https://www.ctecalliope.it/progetto/>

Stima del termine sorgente ignoto

Approccio proposto per l'implementazione di un sistema di gestione operativo

- Digital twin per la valutazione di scenari *what-if* per il traffico stradale
- Simulazioni pre-calcolate a microscala delle sorgenti da traffico



<https://www.ctecalliope.it/progetto/>

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

www.aria-net.it

daniela.barbero@suez.com

mariangela.maggi@suez.com

