

Monitoraggio della qualità dell'aria presso il Porto di Genova mediante strumentazione non ufficiale

Maria Chiara Bove

Andrea Bisignano, Roberto Cresta, Luigi Federici, Fabrizia Colonna

ARPAL, U.O. Stato di Qualità dell'Aria



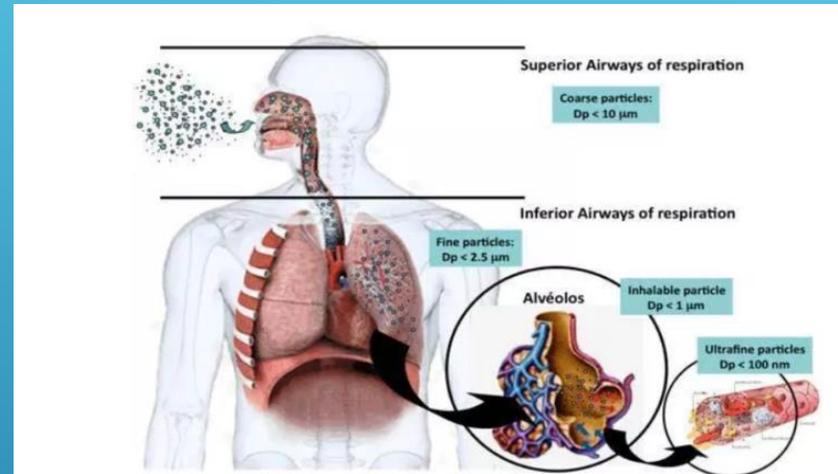
MONITORAGGIO IN LIGURIA

► Cosa?

► PM2.5, PM10, NO₂

- Quantificazione (ad alta frequenza)
- Speciazione del PM10:
 - Metalli
 - Specie ioniche
 -

► QUALI SONO LE CRITICITÀ?



ARPAL

Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente ligure

La cooperazione al cuore del Mediterraneo

La coopération au cœur de la Méditerranée

AER NOSTRUM



Progetto **AER NOSTRUM** Aria Bene Comune

Programma IT-FR MARITTIMO 2014 - 2020

Data inizio: 01/05/2020

Data fine: 30/04/2023



► Il contesto

Le zone portuali rappresentano aree di rilevanza economica sottoposte a forti **pressioni ambientali** che rendono necessarie misure di tutela ambientale e sanitaria

Partner:

ARPAL (capofila)

UNIGE

UNICA

ARPAT

ARPAS

ATMOSUD

QUALITAIR CORSE



► La sfida condivisa

Promuovere la **riduzione delle emissioni inquinanti** derivanti dalle attività portuali ed in particolare, dalle navi

► L'obiettivo generale

Contribuire a **preservare o migliorare** la qualità dell'aria nelle aree prospicienti i porti dell'area di progetto favorendo al contempo la crescita sostenibile delle attività portuali, nel rispetto della normativa vigente e delle politiche ambientali europee



T1: MONITORAGGIO

▶ A COSA SERVONO I DATI MISURATI?

- ▶ Migliorare strategie di misura per ricostruire il reale andamento degli inquinanti nella zona portuale (area piccola: occorre **alta risoluzione**, cioè tanti punti)
- ▶ **Source apportionment**: serve per capire i tipi di inquinante presenti nel particolato e per ricostruire i traccianti delle sorgenti (cioè i processi di produzione degli inquinanti)
- ▶ I dati ottenuti dalle misure, sia le concentrazioni (impatto) che i contributi (sorgenti) saranno anche utilizzati per la **validazione** della **modellistica** di dispersione degli inquinanti
- ▶ I modelli (opportunamente validati) potranno simulare possibili **scenari futuri**, cioè con diverse emissioni (ridotte da metodi di abbattimento in porto) per vedere come cambiano gli impatti (inquinamento) nel porto e nelle aree limitrofe

T1: MONITORAGGIO

- Misure ad alta risoluzione nel **porto** e nelle aree limitrofe
- Come?
 - **Strumentazione tradizionale**
 - cabina 30 k€
 - analizzatore certificato NO_x 10 k€
 - misuratore polveri certificato PM10/2,5 30 k€
 - → 70 k€.
 - Necessita spazio ed è energivora
 - **Smart sensor**



▶ PERCHÈ GLI SMART: VANTAGGI

- ▶ Costi e dimensioni più contenuti
- ▶ Consentono misure ad alta risoluzione spaziale e temporale
- ▶ Possibilità di:
 - ▶ collocarli in siti non accessibili con la strumentazione tradizionale
 - ▶ alimentarli a pannello fotovoltaico



PERCHÈ GLI SMART: SVANTAGGI

- ▶ Valutazione delle performances mediante campagne preliminari di interconfronto su siti 'pilota' e mantenimento delle stesse, al termine di ciascuna campagna di misura
- ▶ Non certificati ai sensi della Normativa come quella tradizionale
- ▶ Riproduzione andamenti temporali ma valori in assoluto da valutare con strumentazione tradizionale



CAMPAGNE DI MISURA: STATO ATTUALE

▶ PARAMETRI RILEVATI

- ▶ PM_x, NO₂

▶ CAMPAGNE AD ALTA RISOLUZIONE TEMPORALE: acquisizione in tempo reale con periodicità di 1 minuto

- ▶ Smart sensor

- ▶ Strumentazione certificata FIDAS 200 Palas, PTS, PM10, PM4, PM2.5, PM1

▶ CAMPAGNE AD ALTA RISOLUZIONE SPAZIALE: punti di misura Rete fissa più siti ad hoc per gli smart sensor

- ▶ Smart sensor:

 - 2 tipi di Smart per PM (di cui uno con abbinato campionatore gravimetrico PM10)

 - 1 tipo per NO₂

▶ CARATTERIZZAZIONE CHIMICA PM10: metalli, ioni, EC, OC, Levoglucosano (DIFI_UNIGE)

- ▶ Strumentazione tradizionale: 2 campagne presso 1 postazione fissa e 1 mobile RMQA ARPAL

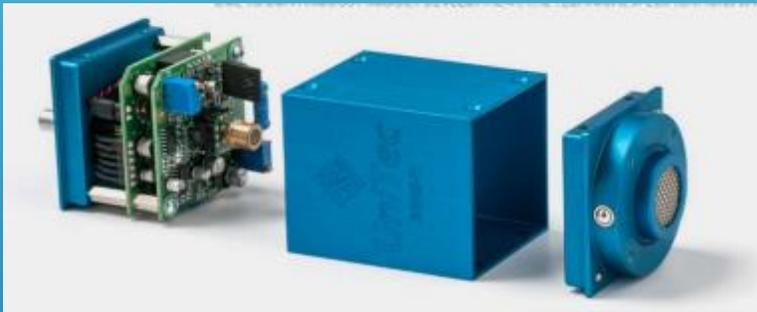
primavera 2022 ↔ estate 2021

Source Apportionment
(PMF)

SMART UTILIZZATI

NO₂

1. UNITEC SensIT prodotto da ORION srl



Thick Film – Metal Oxide Semiconductor (TF-MOS) semiconduttore a base di ossidi metallici: adsorbimento sulla superficie del sensore di ioni ossigeno che reagiscono con i gas inquinanti presenti in atmosfera

Film spesso

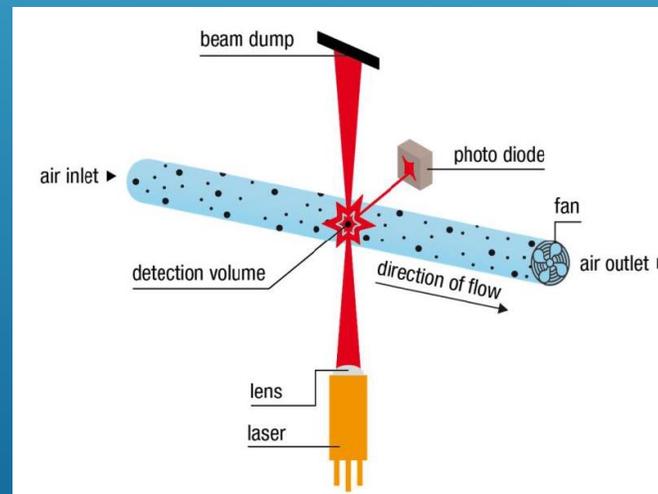
PM10

1. FDS 15: 2 sensori luce infrarossa



PM1-2.5-4-10

2. Sensirion SPS30: OPC



Metodo ottico

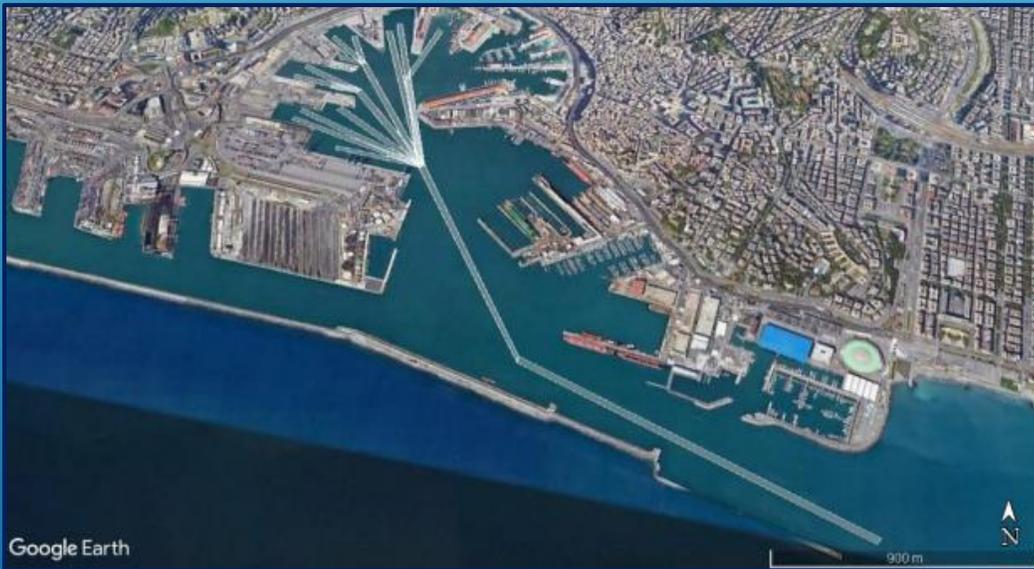
INPUT EMISSIVI MODELLO ALTA RISOLUZIONE

3 categorie di navi secondo classificazione EMEP:

Container,
Passenger,
Cargo

Simulazione con il software **CALPUFF (UNIGE)**

FASE DI MANOVRA



ASSUNZIONE: emissione sviluppata in maniera omogenea lungo il percorso seguito dalle navi fra l'imboccatura del porto e il punto di attracco nei vari terminal: **SORGENTI AREALI**

La cooperazione al cuore del Mediterraneo

FASE DI STAZIONAMENTO



ASSUNZIONE: emissione considerata assimilabile a **SORGENTE PUNTIFORME**

La coopération au cœur de la Méditerranée

AREA DI MONITORAGGIO IN LIGURIA



AREA DI MONITORAGGIO IN LIGURIA



Source apportionment»

Viola: mezzi mobili
Blu: postazioni fisse
Verde (Orion): PM10 real time e gravi
start 17/11/2021
giallo (CIMA): NO₂ real time
start 16/12/2021
PM10 real time
start 01/03/2022
Rosso (Orion): NO₂ e PM10 real time
start 12/05/2022

Porto di Genova:
dominio 3x3 km²

SISTEMI DI MISURA SMART

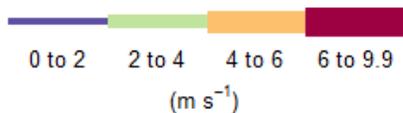
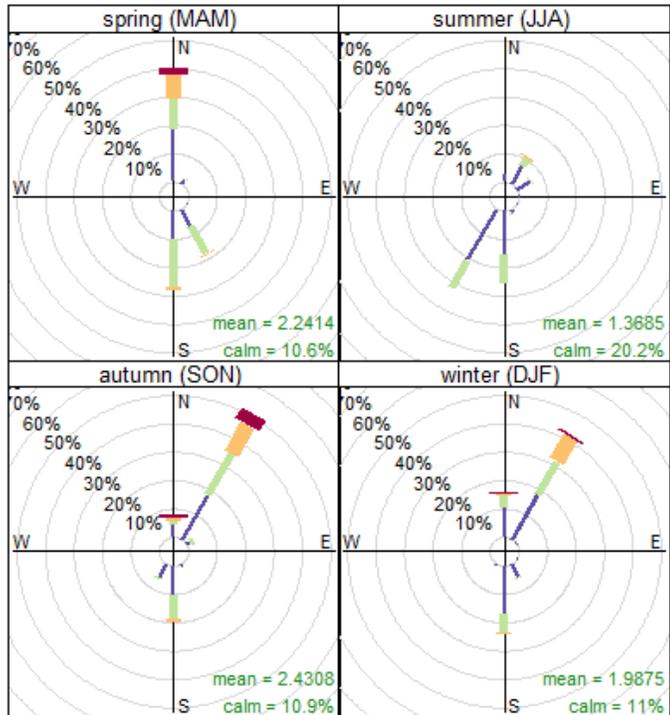
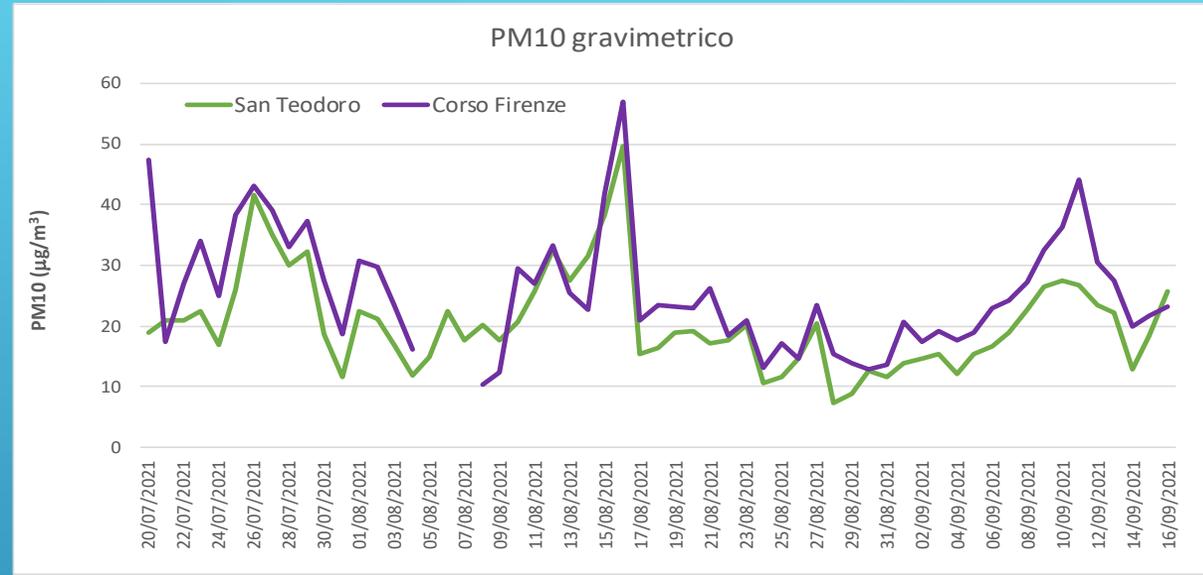


SISTEMI DI MISURA CONVENZIONALI

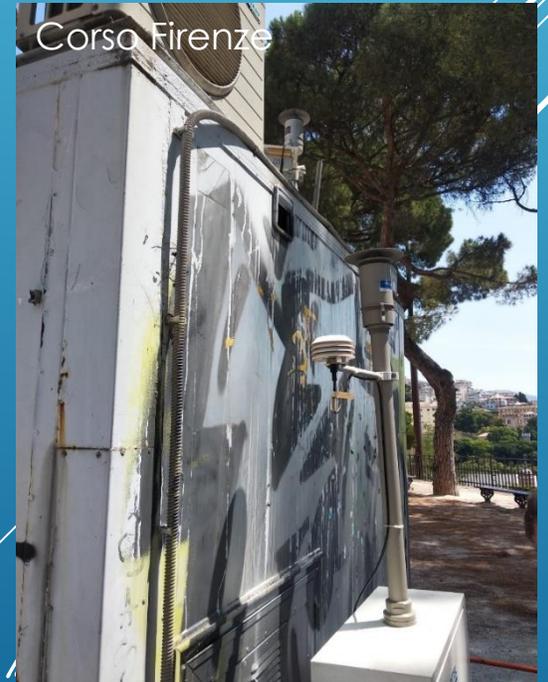
1° campagna estiva tradizionale
PM10 filtri 47 mm
Gravimetrici/automatici

Speciazione
chimica analisi
UNIGE

LM San Teodoro 01/03/21-28/02/22



LM San Teodoro, Largo San Francesco da Paola



Corso Firenze

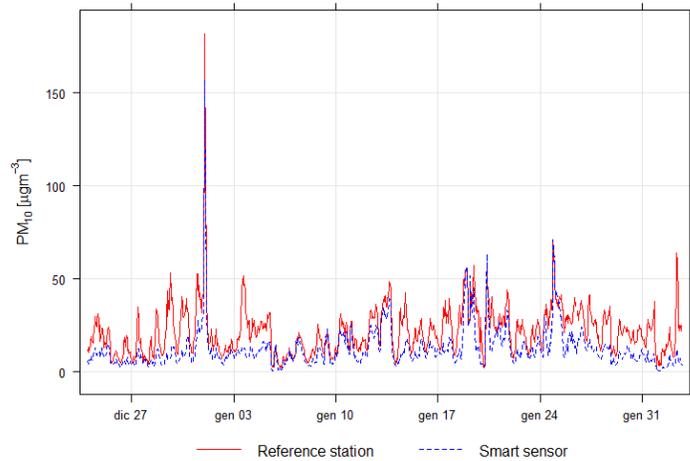
au cœur de

CAMPAGNE DI TEST CON SMART

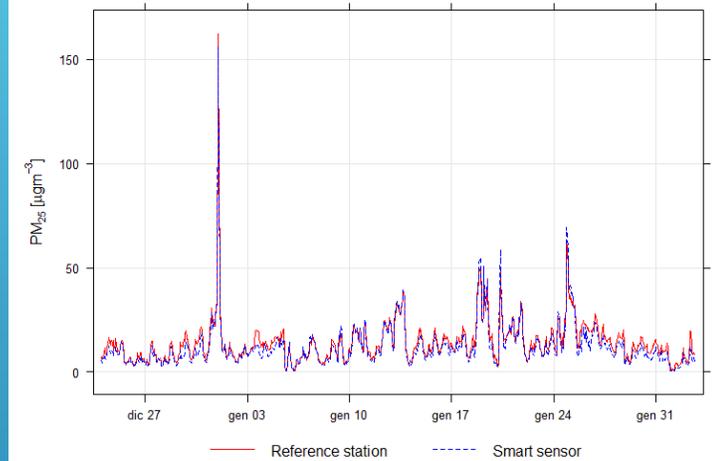
Test di smart sensor fatti impiegando come riferimento strumentazione ufficiale

PM

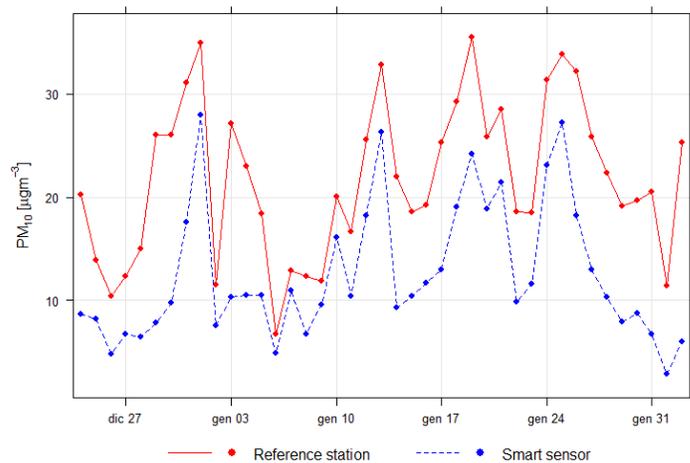
PM₁₀ hourly average



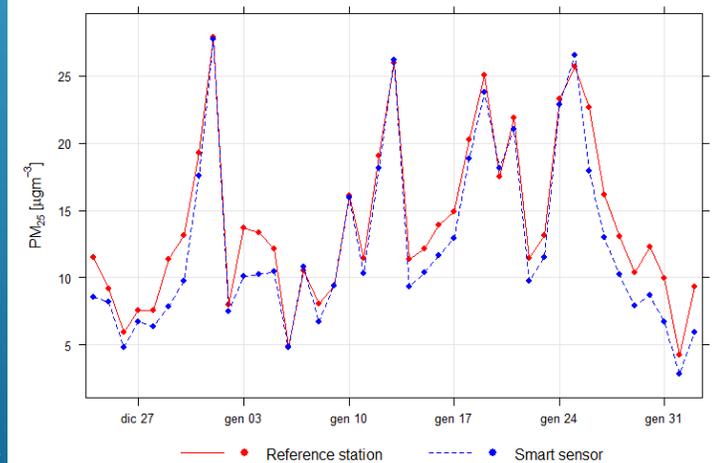
PM₂₅ hourly average



PM₁₀ daily average



PM₂₅ daily average



Cabina RQA: Genova Corso Europa

Sensore: Sensirion SPS30

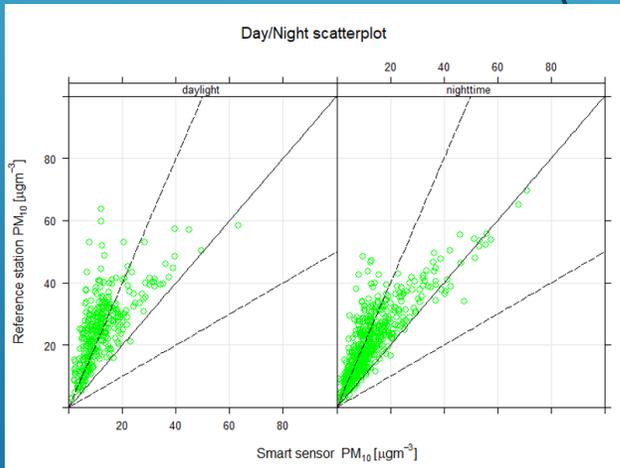
CAMPAGNE DI TEST CON SMART

Test di smart sensor fatti impiegando come riferimento strumentazione ufficiale

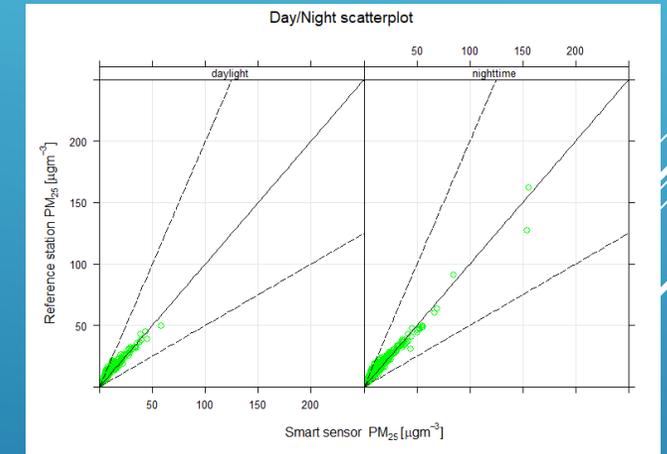
	n	FAC2	MB	MGE	NMB	NMGE	RMSE	r	COE	IOA
PM10	975	0,587	-9,189	9,357	-0,423	0,431	11,768	0,833	0,015	0,508
PM2.5	975	0,995	-1,633	2,139	-0,116	0,152	2,852	0,979	0,670	0,835

Legates DR, McCabe GJ. (1999). Water Resources Research 35(1): 233-241.
 Legates DR, McCabe GJ. (2012). International Journal of Climatology.
 Willmott, C.J., Robeson, S.M., Matsuura, K., 2011. International Journal of Climatology

PM



Cabina RQA :Genova Corso Europa



Sensore: Sensirion SPS30

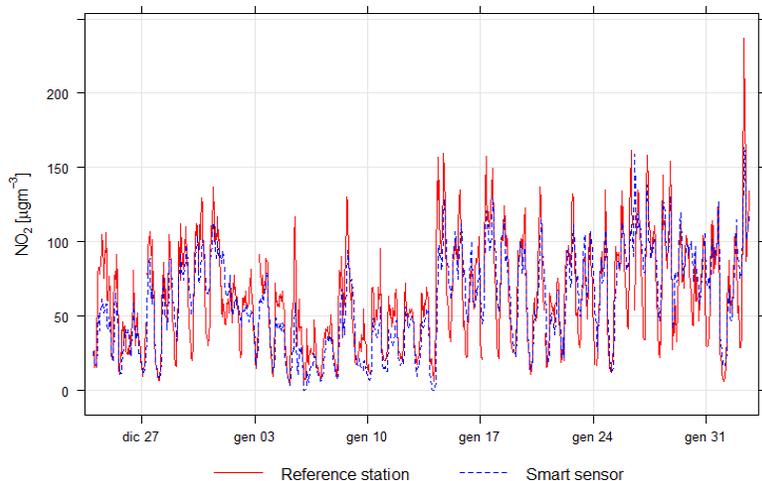
Best performance

CAMPAGNE DI TEST CON SMART

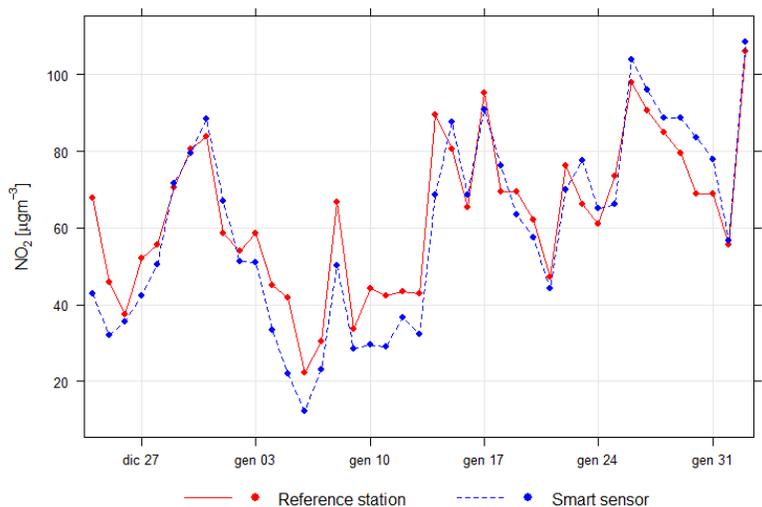
Test di smart sensor fatti impiegando come riferimento strumentazione ufficiale

NO₂

NO₂ hourly average



NO₂ daily average

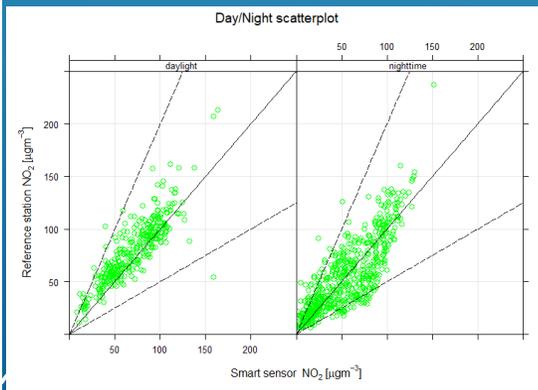


	n	FAC2	MB	MGE	NMB	NMGE	RMSE	r	COE	IOA
NO ₂	968	0,901	-3,290	14,443	-0,052	0,230	18,997	0,848	0,497	0,749

Legates DR, McCabe GJ. (1999). Water Resources Research 35(1): 233-241.
 Legates DR, McCabe GJ. (2012). International Journal of Climatology.
 Willmott, C.J., Robeson, S.M., Matsuura, K., 2011. International Journal of Climatology



Cabina RQA: Genova Corso Europa



Sensore: SensIT Unitec

Recente Normativa sistemi smart monitoraggio dei gas

CEN/TS 17660-1:2021 (b)

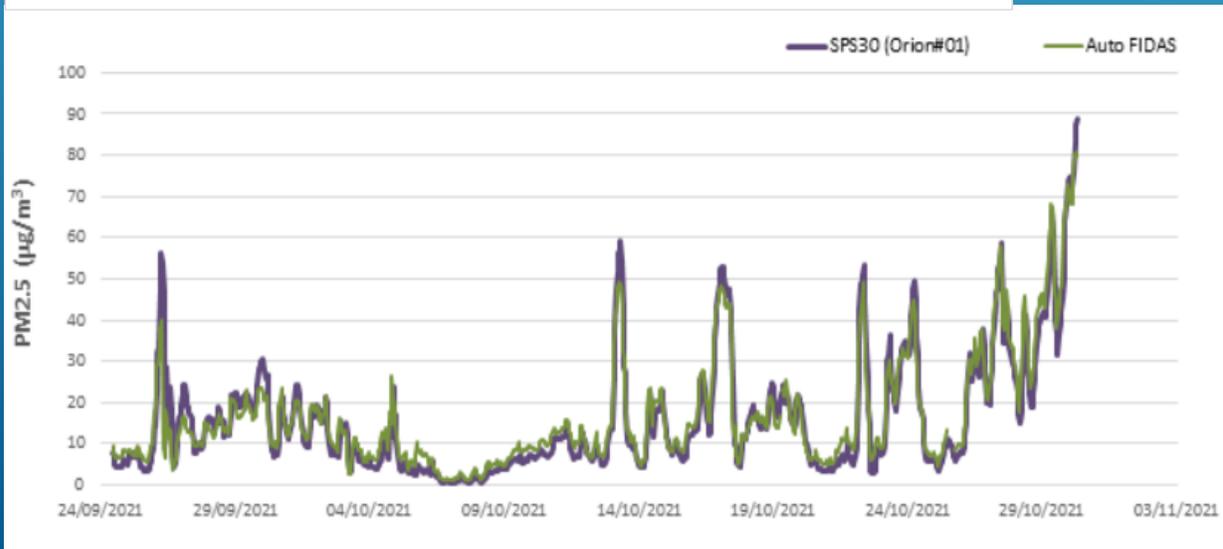
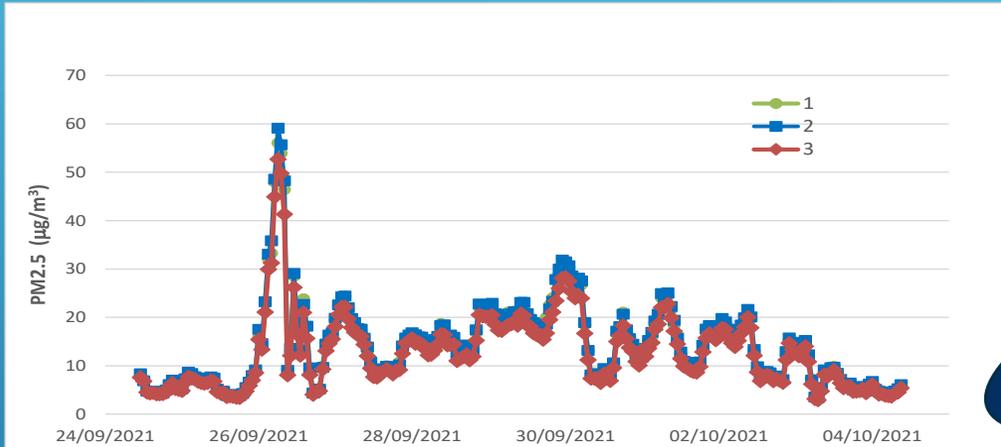
Table K.1 gives the calculation of measurement uncertainty according to the method given in 10.5.3.
 Table K.1 — Performance statistics and uncertainty of measurement of the field tests compared to requirements for awarding Class 1, Class 2 and Class 3

Statistical parameters	Unit	Sensor system 1	Sensor system 2	Sensor system 3	Class 1	Class 2	Class 3
Data capture	%	96	97	97	90	50	none
a	µg/m ³	0,75	-2,6	-0,8	-9,8 ≤ a ≤ 9,8	-19 ≤ a ≤ 19	-33 ≤ a ≤ 33
b	-	1,00	1,04	1,06	0,78 ≤ b ≤ 1,29	0,60 ≤ b ≤ 1,67	0,43 ≤ b ≤ 2,33
$\left(\frac{R}{n-2}\right)^{0,5}$	µg/m ³	5,11	5,3	5,0	-	-	-
$u(bs, s)$	µg/m ³	3,2	3,2	3,2	7,6	15	31
$u(bs, RM)$ at LV	µg/m ³	1,2	1,2	1,2	-	-	-
U at AT or CL	µg/m ³	10,9	25,6	44,1	100	-	-
U at LV	µg/m ³	10,4	13,7	22,9	50	150	400
U at UAT	µg/m ³	10,3	11,3	17,1	35	-	-
U at LAT	µg/m ³	10,2	10,4	13,6	-	75	-

CAMPAGNE DI TEST

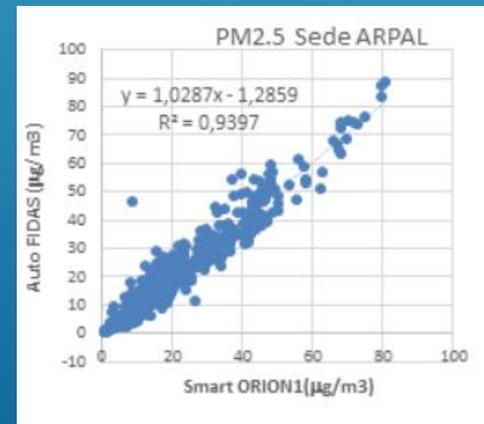
Test di smart sensor sono stati fatti impiegando come riferimento PALAS FIDAS200

- ▶ Su tetto sede ARPAL
- ▶ Su sito Aer Nostrum LM San Teodoro



PM2.5

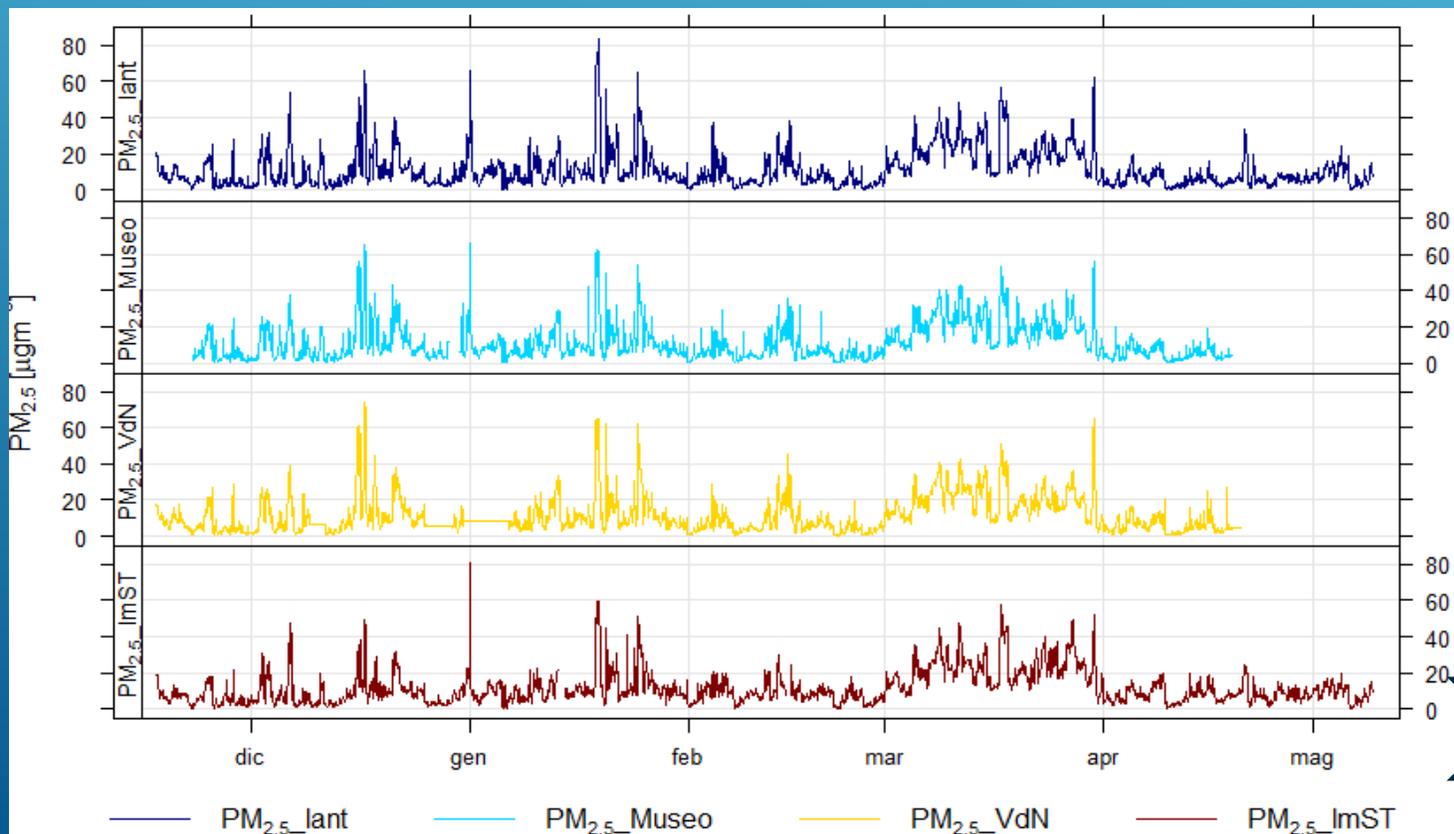
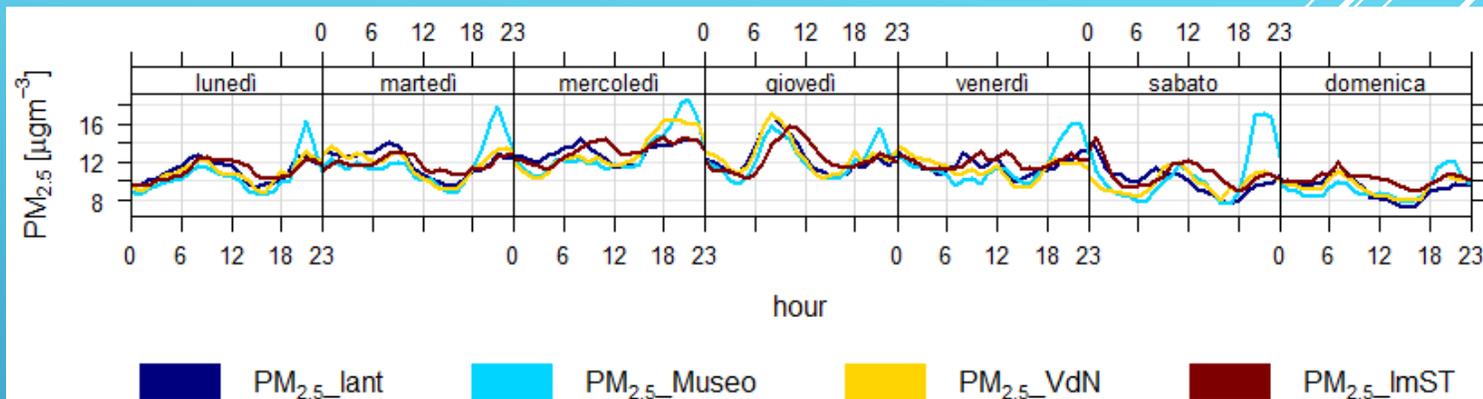
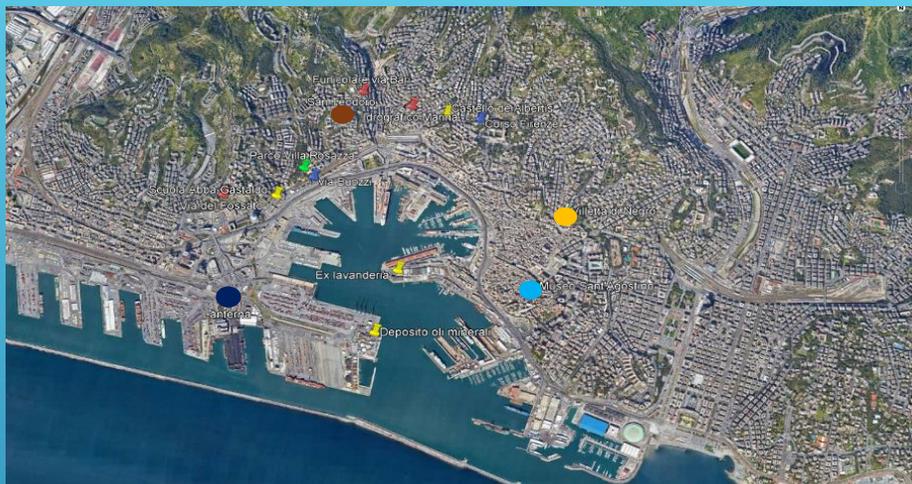
Ottima precisione
Buona accuratezza



La coopération au cœur de la Méditerranée

RISULTATI PRELIMINARI

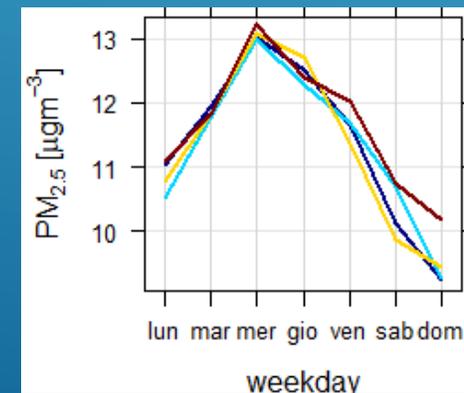
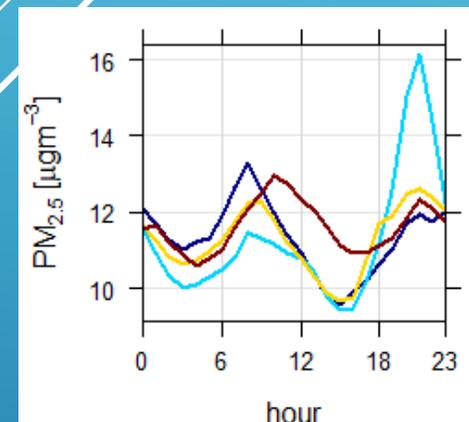
PM_{2.5}



Andamento temporale
ACCORDO

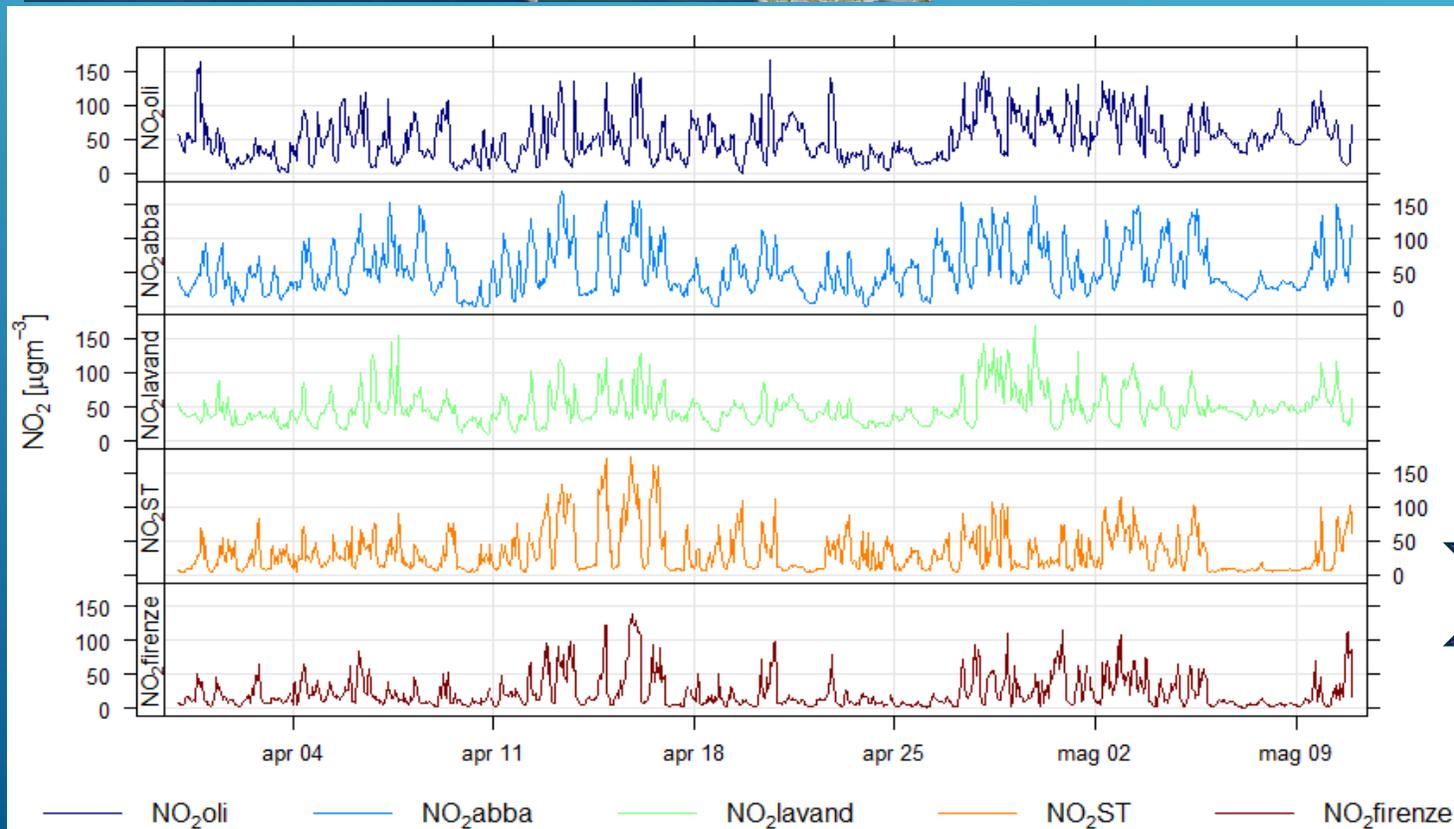
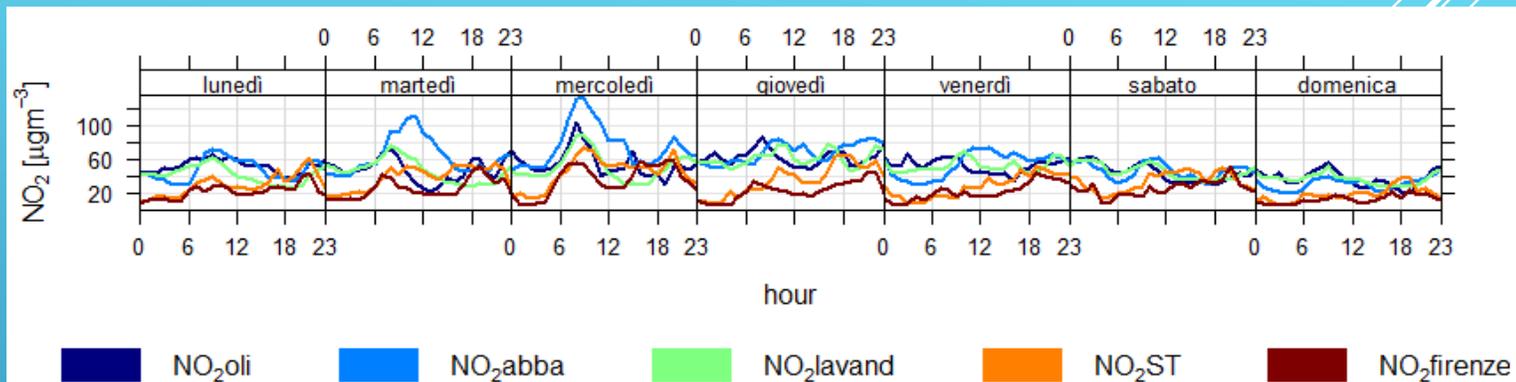
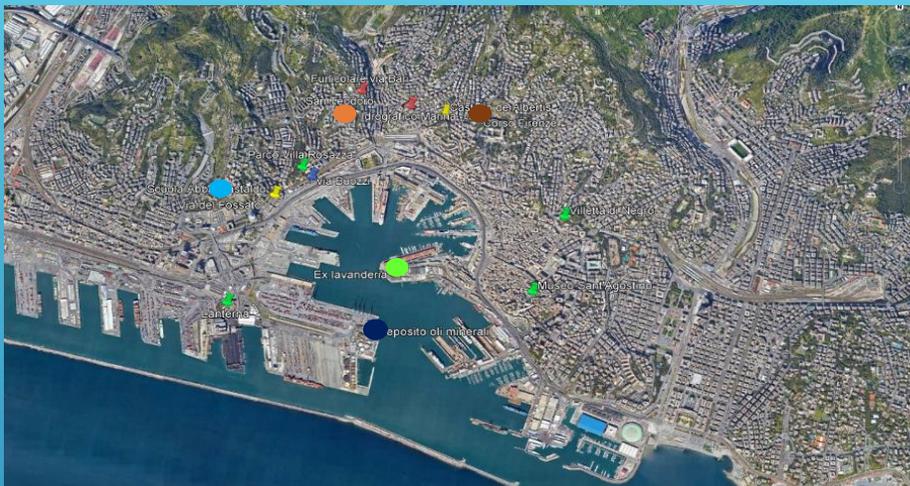
Dati PM_{2.5}: omogeneità

Strumentazione
certificata RQA



RISULTATI PRELIMINARI

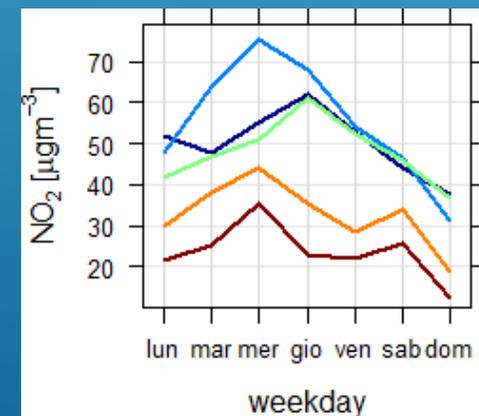
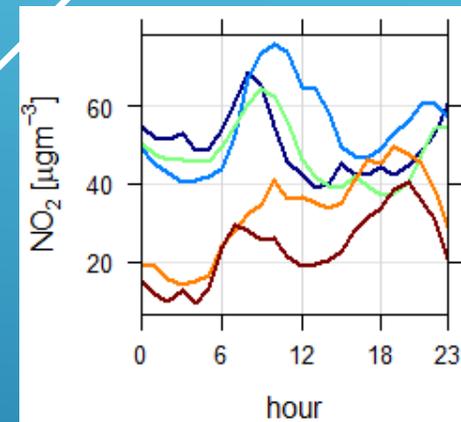
NO₂



Andamento temporale
ACCORDO

Sopraelevata: traffico

Strumentazione
certificata RQA



▶ CASO STUDIO: WE PASQUA

Webcam Porto di Genova

2022-04-15 CEST 16:00:03



SVILUPPI E CONCLUSIONI

- ▶ Strumentazione smart e tradizionale nel progetto Aer Nostrum: aumento della risoluzione spaziale del monitoraggio
- ▶ Smart sensor: valutazione misure in senso relativo (sensibilizzazione popolazione sempre più attenta a queste problematiche)
- ▶ Smart sensor: dati utili per la validazione del modello ad alta risoluzione su porto
- ▶ Confronto impatto portuale e validazione source apportionment per il PM10
- ▶ Valutazione smart sensor ai sensi della recente normativa (CEN 1760/2021)
- ▶ Campagna interconfronto smart sensor (attività WG1 IAS ARPA Lombardia)
- ▶ Implementazione e verifica calibrazione smart sensor in camera di simulazione atmosferica (tesi con UNIGE-DIFI)

Grazie a tutti per l'attenzione



Andrea Bisignano, Monica Beggiato, Roberto Cresta, Gianfranco Fortunato, Massimo Giannotti, Federico Grasso, Federico Manni, Francesca Salini, Sandro Tuvo, Luigi Federici, Fabrizia Colonna



Maria Chiara Bove:

mariachiara.bove@arpal.liguria.it