



**VALUTAZIONE MODELLISTICA
DELL'IMPATTO PRIMARIO SULLO STATO
DELLA QUALITÀ DELL'ARIA
PRODOTTO DALL'AREA INDUSTRIALE
TARANTINA**

ANNO 2016

INTRODUZIONE

Obiettivo di questa relazione è valutare per il 2016 sull'area di Taranto, ad una risoluzione spaziale pari a 500 m, il contributo primario sullo stato della QA prodotto dalle emissioni di ossidi di azoto (NOx), anidride solforosa (SO₂), monossido di carbonio (CO), composti organici volatili non metanici (COVNM), benzene (C₆H₆), particolato fine - frazione PM₁₀, particolato fine - frazione PM_{2.5} e benzo(a)pirene (BaP), provenienti dall'impianto siderurgico ILVA e dall'intero comparto industriale, marittimo e portuale tarantino. Tale valutazione ha compreso inoltre un'analisi specifica sui *wind days*, verificatisi nel 2016, per i quali è stato stimato il contributo industriale, prodotto dalle emissioni dirette di ILVA.

Tali stime sono state determinate tramite l'ausilio del modello lagrangiano a particelle, SPRAY, che rappresenta il modello più adatto a ricostruire su scala locale l'impatto delle sorgenti industriali in condizioni meteorologiche ed emissive particolarmente complesse, come quelle che caratterizzano l'area di Taranto.

IL DOMINIO DI SIMULAZIONE

Il dominio di simulazione comprende un'area di estensione pari a 35km x 35km, centrata sull'area industriale di Taranto. La Figura 1 mostra l'orografia dell'area, caratterizzata dalla presenza, a Nord del dominio, dell'estremità meridionale dell'altopiano delle Murge, che degrada a Sud verso la pianura ed il mare. Alla complessità orografica si aggiunge la disomogeneità morfologica rappresentata dalla presenza del mare, che determina l'instaurarsi sul territorio di regimi anemologici locali di brezza, in condizioni di assenza di forzanti sinottiche di rilievo.

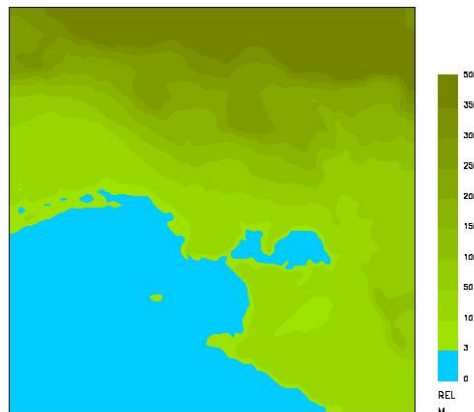


Figura 1: dominio di simulazione ed orografia

La Figura 2 mostra la rosa dei venti misurata nel 2016 presso la centralina della rete di QA, sita presso Capo San Vito. Si osservano due componenti principali da nord-ovest e da sud-est e una componente da est a cui sono associati venti di debole intensità, legata essenzialmente ai venti di terra nelle brezze notturne (Figura 3a-b).

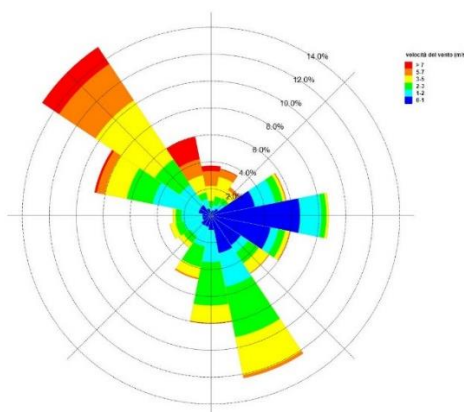


Figura 2: rosa dei venti misurata a San Vito relativa al 2016

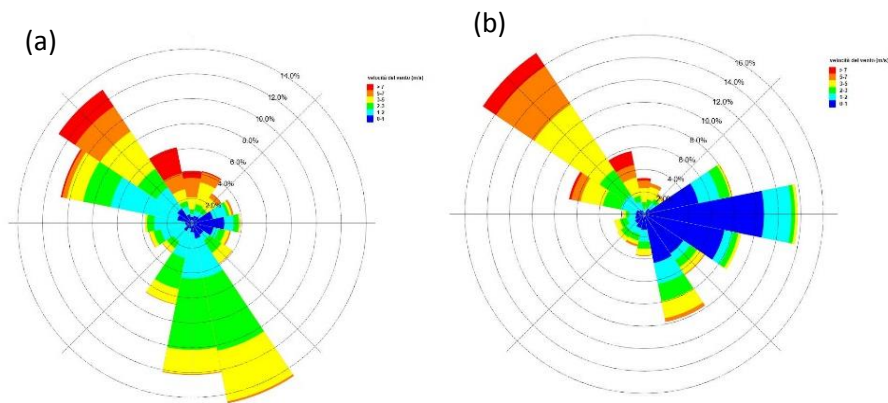


Figura 3: rosa dei venti misurata a San Vito nel 2016, relativa (a) al giorno e (b) alla notte

Poiché la meteorologia utilizzata per le simulazioni di dispersione si basa su un sistema modellistico previsionale, che verrà descritto in seguito con maggior dettaglio, in Figura 4 a-b si mostrano le rose dei venti, modellate presso la stessa postazione di San Vito per il 2016 ed estratte ad un'altezza pari a 20m e a 150m. Le due rose, misurate (Fig. 2) e modellate (Fig. 4a), risultano abbastanza simili: la componente prevalente da NO e quelle da SE e SSE vengono ben riprodotte. Rispetto al dato misurato, le intensità del vento modellato risultano maggiori. Il dato modellato (Fig. 4b) ad una quota maggiore (155m) mostra una rotazione dei venti in senso orario rispetto al vento in prossimità del suolo, con direzioni prevalenti da N, NNO e SSE.

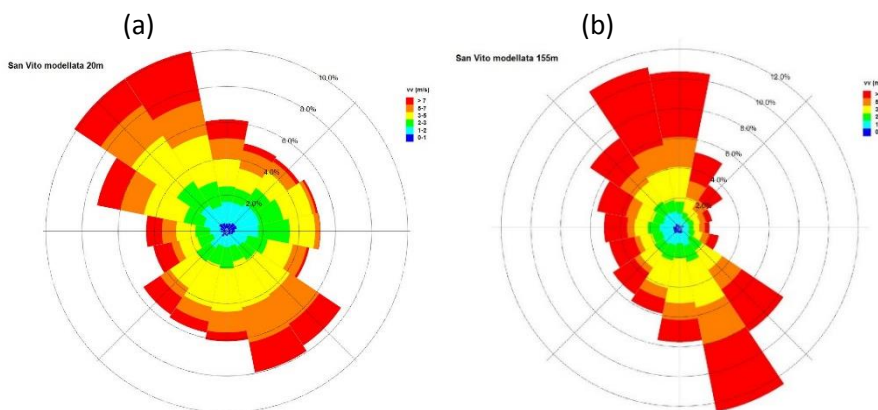


Figura 4: rosa dei venti modellata a San Vito nel 2016, (a) alla quota di 20m e (b) alla quota di 155m

LE EMISSIONI

L'input emissivo che ha alimentato la simulazione modellistica condotta con il modello lagrangiano SPRAY, è costituito dai settori industriale, portuale e marittimo tarantino¹.

¹ Relativamente al settore portuale si è tenuto conto delle emissioni delle attività portuali legate agli stabilimenti ILVA ed ENI.

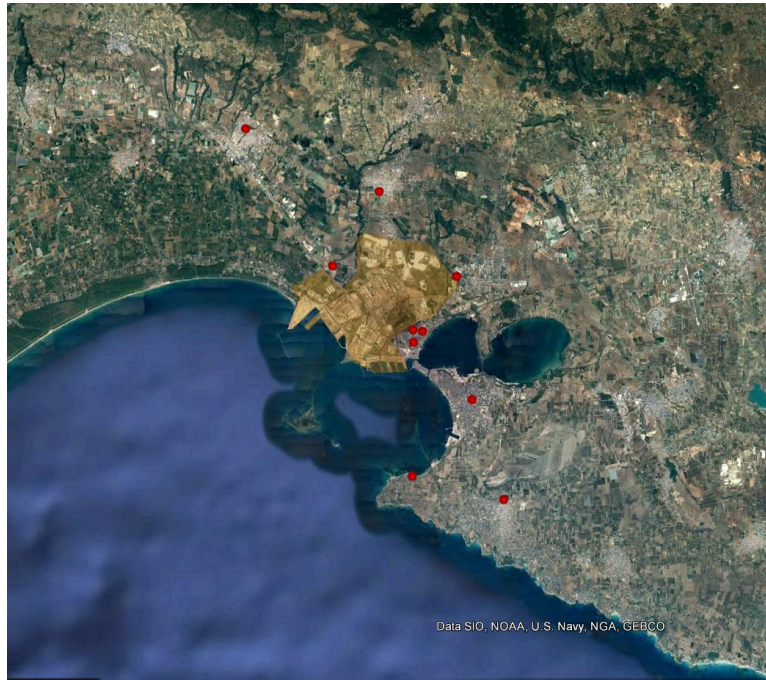


Figura 5: area industriale di Taranto (zona arancione) e centraline di monitoraggio (punti rossi)

I dati emissivi considerati provengono innanzitutto dal database INEMAR 2010 di ARPA Puglia e sono stati successivamente integrati con le informazioni acquisite ed elaborate nell'ambito delle attività condotte nella suddetta area per la Valutazione del Danno Sanitario (<http://www.arpa.puglia.it/web/guest/vds>), consentendo in questo modo di caratterizzare più precisamente le sorgenti industriali.

Per gli stabilimenti Cementir, Taranto Energia e Raffineria ENI sono state considerate le stime emissive disponibili più aggiornate, rivenienti da un'attualizzazione dei dati dell'inventario al 2013 a partire dai relativi dati annuali di produzione, laddove disponibili.

Anche le emissioni portuali associate alle attività di ENI ed ILVA (stimate al 2010 nell'ambito della VDS) sono state attualizzate al 2013 mediante un fattore di scala, ottenuto come rapporto tra il numero di navi totali transitate nel porto di Taranto riferite agli anni 2013 e 2010.

Le emissioni relative alle attività marittime sono state invece spazializzate opportunamente a seconda della tipologia. In particolare, nel caso del traffico di avvicinamento, della pesca e delle attività da diporto le relative emissioni sono state attribuite su una fascia compresa entro le 12 miglia dalla costa; nel caso del traffico di crociera le emissioni sono state spazializzate in corrispondenza delle principali rotte nei mari circostanti l'area di studio.

Riguardo alle emissioni industriali di tipo convogliato e diffuso, prodotte dallo stabilimento ILVA, si è proceduto ad un aggiornamento al 2015, condotto a partire dai dati ILVA contenuti nel Catasto Emissioni Territoriale (CET) della Regione Puglia. In particolare sono state aggiornate:

- le caratteristiche geometriche e termodinamiche dei camini ILVA censiti nel 2015 (in numero pari a 201);
- i flussi massici di ogni camino per gli inquinanti soggetti ad autocontrollo da parte dell'azienda. Laddove disponibili sono stati utilizzati i dati dei rapporti di prova dei controlli a camino ARPA (ad es. camino E312).

Relativamente ai profili di modulazione temporale sono stati introdotti nuovi profili di modulazione annuale solo per quei camini per i quali, nel database estratto dal CET, fosse indicata la relativa data di accensione e/o spegnimento. Per tutti gli altri sono stati considerati i profili di letteratura previsti per le diverse attività SNAP.

L'aggiornamento delle emissioni diffuse calde ILVA (cokeria, agglomerato, altoforno e acciaieria) è avvenuto a partire dalle stime emissive INEMAR, relative al 2010, utilizzando i dati CET (per la parte dei dati produttivi) e la documentazione aggiornata al 2015 che ILVA invia alle autorità competenti in attuazione dell'AIA.

Per quanto riguarda le emissioni diffuse fredde, l'aggiornamento delle emissioni prodotte dall'erosione eolica dei parchi è avvenuta secondo la metodologia AP-42, proposta da EPA a partire dalla tipologia di materiale stoccato, dalle caratteristiche² geometriche dei cumuli e dalla velocità del vento agente sui cumuli³, ricostruita in prossimità dei parchi a partire dai campi meteorologici 2016. Alle emissioni così calcolate sono stati applicati dei fattori di riduzione costanti, in ragione del tipo di misure di mitigazione della polverosità messe in atto dal gestore. Tali emissioni⁴ vengono fornite al modello lagrangiano, conservandone la modulazione originaria, consentendo in questo modo di ricostruire più accuratamente il contributo di tali sorgenti allo stato della qualità dell'aria in condizioni di alta ventosità.

In Figura 6 si mostrano i parchi simulati (in numero pari a 8), di seguito elencati: parchi primari (carboniferi, minerali, recuperi), parco "Agglomerato Sud", parco "Agglomerato Nord", parco "Loppa", parco "Omogeneizzato Omo2", parco "Calcare tvpca cava", parco "Calcare 30-60 pca", parco "Calcare 3-30 pca".



Figura 6 – Localizzazione dei parchi ILVA (aggiornati al 2015)

Per quanto riguarda le emissioni diffuse prodotte dalla movimentazione stradale e trasporto materiale, queste sono state aggiornate al 2015 a partire dalla stima emissiva dell'inventario 2010 sulla base del quantitativo di materiale stoccato nei parchi riferito al 2015. Tali emissioni sono state spazializzate su tutta l'area di pertinenza ILVA.

Al fine di confrontare il database emissivo ILVA, aggiornato al 2015, rispetto a quello relativo al 2013⁵, si riportano nella tabella successiva (Tabella 1) per gli inquinanti primari simulati (ossidi di azoto (NOx), anidride solforosa (SO₂), monossido di carbonio (CO), composti organici volatili non metanici (COVNM), benzene

² Le caratteristiche geometriche dei cumuli sono state acquisite dai rapporti 2015 predisposti dal gestore in ottemperanza all'QIA.

³ Tale algoritmo di calcolo è stato implementato a partire dal 2016 nel sistema modellistico previsionale di ARPA in modalità operativa, al fine di calcolare tale emissione su base oraria.

⁴ Si tratta di un'emissione discontinua, che assume valori diversi da zero solo quando la velocità del vento supera una valore di soglia, al di sotto della quale non avviene erosione. Tale soglia può variare in base al materiale di cui è composto il cumulo che si sta considerando.

⁵ Il database emissivo ILVA relativo al 2013, utilizzato per la valutazione modellistica dello stato della QA condotta sul Salento per l'anno 2013 con il modello fotochimico ad una risoluzione spaziale di 1km, è stato ottenuto aggiornando le emissioni dell'inventario 2010 a partire dai dati di produzione di coke, acciaio e sinterizzazione relativi agli anni 2010 e 2013.

(C₆H₆), particolato fine - frazione PM10, particolato fine - frazione PM2.5 e benzo(a)pirene (BaP)) le emissioni totali riferite all'insieme di tutte le sorgenti convogliate, alle sorgenti areali calde e fredde, con le percentuali di variazione tra i due scenari emissivi.

Tabella 1: Confronto tra gli scenari emissivi ILVA 2013 e 2015

	CO	NOx	NMVOC	C6H6	SO2	PM2.5	PM10	B(a)P
	(t/a)	(t/a)	(t/a)	(t/a)	(t/a)	(t/a)	(t/a)	(t/a)
convogliate 2013	211350	6227	1282	110	5728	364	1146	0.031
convogliate 2015	77207	5678	694	50	4505	98	184	0.001
% riduzione	-63%	-9%	-46%	-54%	-21%	-73%	-84%	-96%
diffuse calde 2013				1.504		388	430	0.093
diffuse calde 2015				1.321		185	209	0.013
% riduzione				-12%		-52%	-51%	-86%
diffuse fredde 2013						57	223	
diffuse fredde 2015						29	174	
% riduzione						-48%	-22%	

Rispetto allo scenario emissivo ILVA 2013, le emissioni 2015 mostrano una generale riduzione del carico emissivo.

La Tabella 2 mostra le emissioni totali delle sorgenti emissive considerate nella simulazione, differenziate per stabilimento e per tipologia di sorgente.

Tabella 2: emissioni totali utilizzate per la simulazione

	CO	NOX	NMVOC	C6H6	SO2	PM25	PM10	BAP
	(t/a)	(t/a)	(t/a)	(t/a)	(t/a)	(t/a)	(t/a)	(t/a)
<i>ENI Porto</i>		880	93	8	35	126	134	
<i>ENI convogliate</i>	8.16E-04	621	11		2036	63	72	1.5E-05
<i>ENI diffuse</i>			451	8				
totale ENI	8.16E-04	1502	554	16	2071	190	206	1.5E-05
<i>ILVA convogliate</i>	77207	5678	694	50	4505	98	184	1.3E-03
<i>ILVA diffuse calde</i>				1		185	209	1.3E-02
<i>ILVA diffuse fredde (parchi eolico)</i>						27	185	
<i>ILVA diffuse fredde (altre)</i>						7	20	
<i>ILVA Porto</i>		1789	124	11	74	187	197	
<i>ILVA nastri</i>						0.4	1.2	
totale ILVA	77207	7467	819	62	4579	504	796	1.4E-02
Attività marittime		959	74	6	28	106	112	
<i>Altre diffuse macrosettori 3-4-5-6</i>	104	346	1531	6	27	18	34	
<i>Cementir diffuse</i>						1.0	2.0	
<i>Altre convogliate</i>	464	2746	100	5	1259	46	69	3.6E-05
Totale altre sorgenti industriali	567	3092	1631	11	1285	64	105	3.6E-05
TOTALE	77774	13020	3078	95	7964	864	1219	1.4E-02

IL SISTEMA MODELLISTICO

Il sistema di modelli utilizzato è costituito dai seguenti moduli, la cui interconnessione è illustrata in Figura 7:

- modello meteorologico prognostico WRF (Weather Research and Forecasting model) per il *downscaling* delle previsioni meteorologiche dalla scala sinottica alla scala locale;
- modulo di interfaccia per l'adattamento dei campi meteorologici prodotti da WRF al dominio di calcolo di SPRAY (codici AR2MIN e GAP);
- processore meteorologico diagnostico (codice SWIFT);

- processore meteorologico per la descrizione della turbolenza atmosferica e per la definizione dei parametri dispersivi (codice SURFPRO);
- modello di dispersione lagrangiano SPRAY.

Le previsioni meteorologiche, fornite dal Servizio Agenti Fisici di Arpa Puglia, vengono prodotte dal modello meteorologico WRF su una griglia che si estende su tutta la Puglia ed è costituita da 144x168 punti con un passo di 4km.

I *run* di WRF, utilizzati per la simulazione 2016, sono le previsioni a +24 ore inizializzate alle ore 0 del giorno prima per il mese di gennaio, le previsioni a + 24 ore inizializzate alle ore 18 per il periodo compreso tra metà febbraio e fine giugno ed i *run* inizializzati alle ore 12 a partire da luglio 2016⁶.

Il dominio di simulazione, come già detto, comprende l'intero comune di Taranto ed è costituito da 71x71 celle con passo pari a 500m.

Il modulo AR2MIN ricostruisce, a partire dai campi di WRF, i file meteo (*metmin*) che contengono dati di superficie e di profilo delle "stazioni virtuali" ricostruite sui punti griglia di WRF, contenuti all'interno del dominio di simulazione utilizzato da SPRAY.

Il modulo GAP interpola sulla griglia di SPRAY, a partire dai campi di WRF, le variabili bidimensionali precipitazione, radiazione solare e temperatura superficiale del mare.

Il codice diagnostico SWIFT, a partire dai file *metmin*, ricostruisce sul dominio sia le variabili bidimensionali, quali rugosità e precipitazione, che quelle tridimensionali, quali le componenti della velocità del vento, la temperatura e la pressione.

Mediante un *merging* dei file prodotti da GAP e da SWIFT si ottengono i campi meteorologici bidimensionali e tridimensionali relativi al dominio di simulazione.

Il codice SURFPRO ricostruisce i campi di turbolenza.

A partire dalle emissioni, dai campi meteorologici e micrometeorologici così ricostruiti, il modello lagrangiano a particelle SPRAY (Tinarelli et al., 1994, 1999, 2007) ricostruisce i campi di concentrazione degli inquinanti NO_x, SO₂, CO, COVNM, C₆H₆, PM₁₀, PM_{2.5} e B(a)P, trattandoli come inquinanti primari. Si precisa che in queste simulazioni non sono stati trattati i fenomeni di deposizione secca ed umida.

⁶ L'utilizzo del campo meteorologico a +48 ore, inizializzato cioè il giorno prima rispetto alla simulazione di dispersione, consente sia di limitare i possibili problemi legati allo *spin-up* meteorologico che di garantire una maggiore continuità dei campi di concentrazione prodotti da SPRAY, la cui simulazione viene avviata il giorno precedente al fine di generare particelle già a partire dal primo *timestep* del giorno precedente.

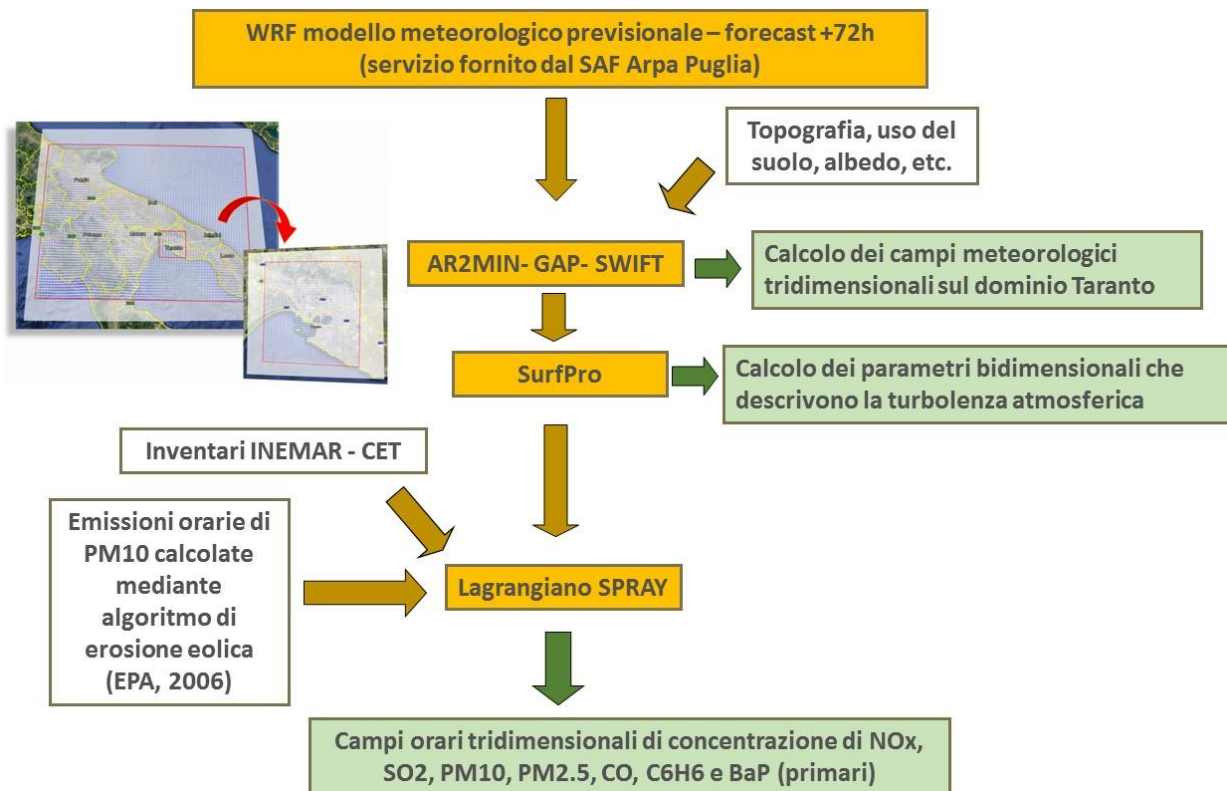


Figura 7: sistema modellistico utilizzato

RISULTATI

Relativamente agli inquinanti NO_x, SO₂, CO, COVNM, C₆H₆, PM₁₀, PM_{2.5} e B(a)P, sono state condotte due simulazioni. Nella prima è stato valutato l’impatto primario prodotto dal solo impianto siderurgico ILVA (costituito da emissioni convogliate, emissioni diffuse (fredde e calde) ed emissioni portuali). Nella seconda sono state considerate tutte le sorgenti industriali dell’area di Taranto (compreso ILVA), incluse nell’inventario Inemar 2010, e le attività portuali e marittime tarantine.

Entrambe le simulazioni sono state condotte per l’intero anno 2016 ed i campi di concentrazione sono stati calcolati da SPRAY su base oraria ad una risoluzione spaziale pari a 500m. Gli stessi campi di concentrazione sono stati opportunamente elaborati al fine di:

- identificare l’area di massima ricaduta prodotta dalle emissioni dirette di tipo industriale, portuale e marittimo dell’area di Taranto attraverso la predisposizione di mappe modellistiche al suolo di opportuni indicatori statistici (medie, massimo orario, percentili);
- confrontare le concentrazioni così modellate con quelle “puntuali”, misurate dalle centraline della rete di monitoraggio della qualità dell’aria, installate sull’area tarantina⁷,
- determinare per gli inquinanti NO_x, SO₂, PM₁₀, PM_{2.5}, benzene, monitorati dalle centraline di qualità dell’aria, ubicate in provincia di Taranto, i contributi primari prodotti sia dalle emissioni dello stabilimento ILVA che dall’intero contesto emissivo industriale, portuale e marittimo tarantino.

Nelle Figure 8-15 si riportano, quindi, relativamente ai due scenari emissivi considerati, denominati di seguito “scenario ILVA” e “scenario complessivo industriale/portuale tarantino”, le corrispondenti mappe relative alla distribuzione spaziale di alcuni indicatori⁸.

⁷ Sui dati misurati dalle centraline contribuiscono anche le sorgenti (traffico, riscaldamento, ecc.) ed i processi atmosferici (reazioni, avvezioni, deposizioni, ecc.) non attivati nella simulazione o non trattabili dal tipo di modello diffusionale utilizzato.

⁸ Di questi verranno di volta in volta precisati gli indicatori prescritti dal D. Lgs 155/2010, al fine di valutare la conformità delle emissioni, emesse come tali dall’area industriale e portuale tarantina, ai valori limite prescritti dallo stesso decreto.

Relativamente agli ossidi di azoto in Fig. 8 si riportano le mappe della concentrazione media annuale simulata.

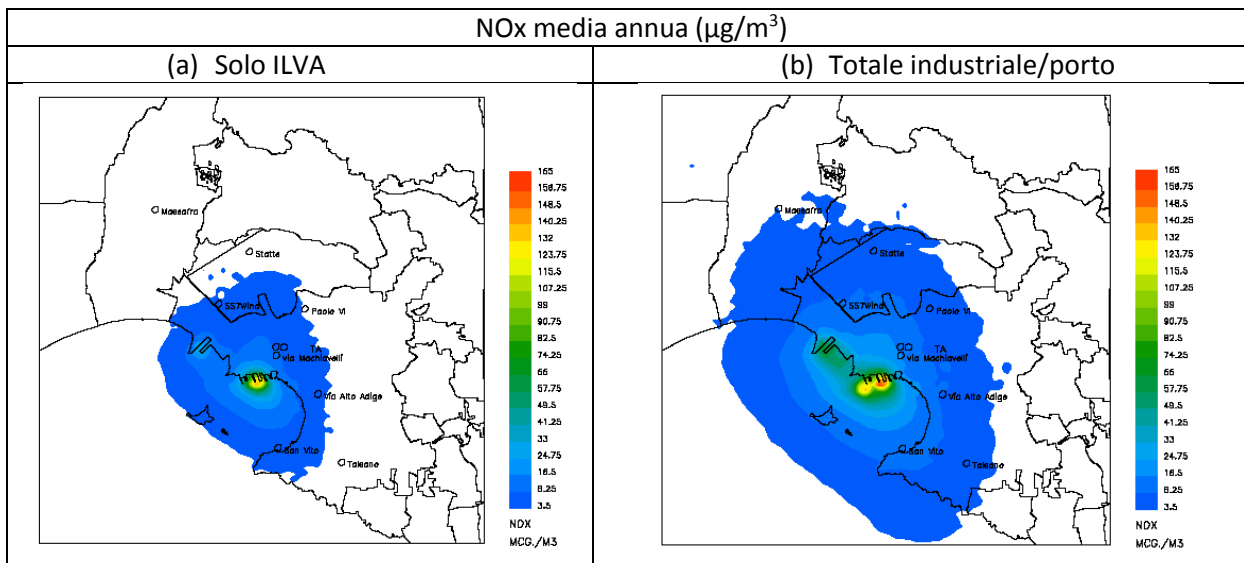
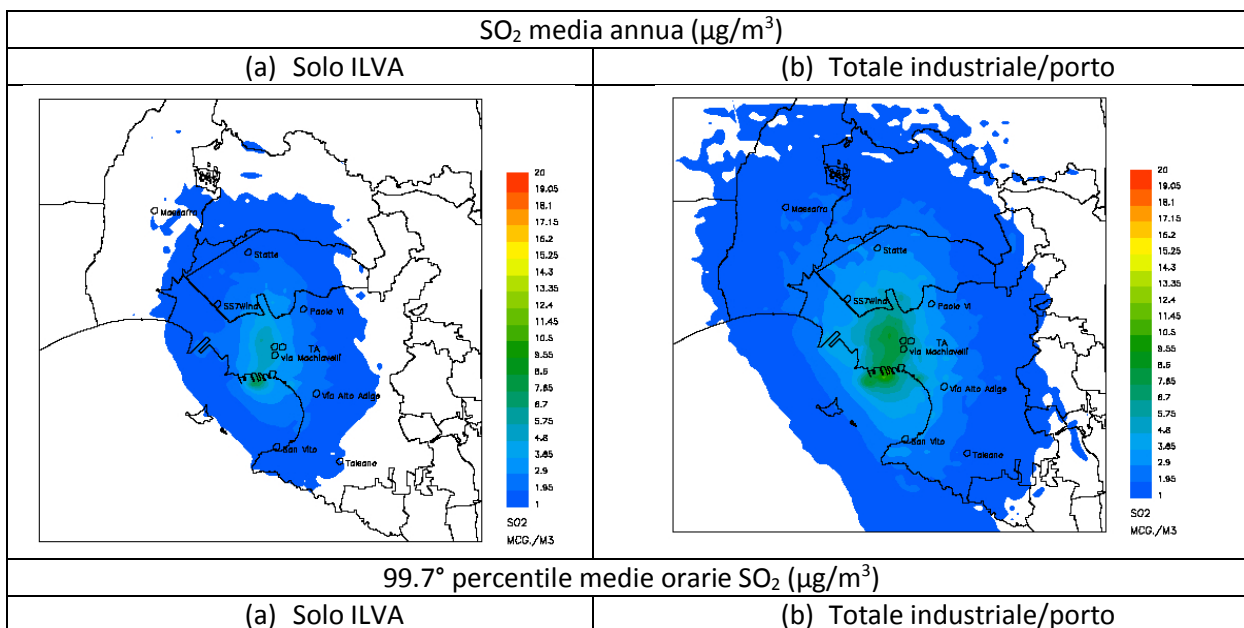
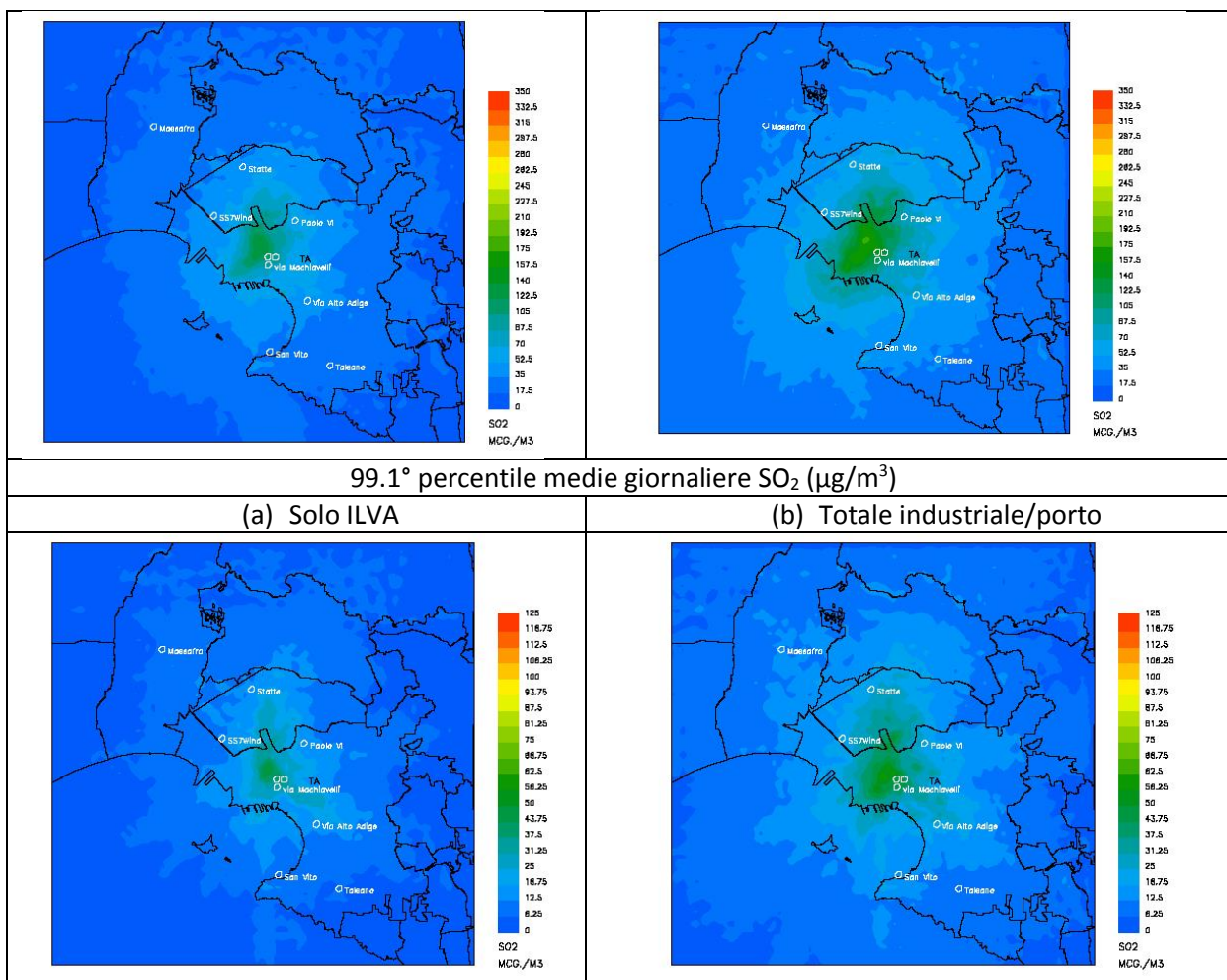


Figura 8: mappa per NOx delle concentrazioni medie annuali modellate considerando (a) solo le emissioni ILVA e (b) le emissioni industriali, portuali e marittime dell'area di Taranto.

Dalle mappe è evidente come le aree portuali, associate alle attività di ILVA e di ENI, rappresentino aree di massima ricaduta a causa delle emissioni navali (trattate come emissioni di tipo diffuso, prossime al suolo) che insistono su di esse. A tali sorgenti si aggiunge l'impatto, meno rilevante, prodotto dalle sorgenti convogliate, che interessa un'area più estesa, che si sviluppa secondo le direzioni dei venti prevalenti.

La figura 9 mostra per l'SO₂ le mappe simulate della concentrazione media annua, del 99.7° percentile, calcolato sulla serie annuale delle concentrazioni orarie, e del 99.1° percentile della serie annuale delle concentrazioni medie giornaliere. Per il suddetto inquinante, considerato un tracciante delle attività industriali e portuali, ha senso confrontare le suddette mappe con i limiti prescritti dal D.lgs 155/2010.





99.1° percentile medie giornaliere SO₂ (µg/m³)

(a) Solo ILVA

(b) Totale industriale/porto

Figura 9: mappa per l'SO₂ delle concentrazioni medie annuali, del 99.7° percentile sulle concentrazioni medie orarie e del 99.1° percentile sulle concentrazioni medie giornaliere, simulate considerando (a) solo le emissioni ILVA e (b) le emissioni industriali, portuali e marittime dell'area di Taranto.

Dalle mappe si osserva come sull'intero dominio di simulazione i limiti prescritti per l'SO₂ (pari rispettivamente a 20 µg/m³ per l'indicatore della media annuale, a 350 µg/m³, da non superare più di 24 volte l'anno, per l'indicatore della concentrazione media oraria e a 125 µg/m³, da non superare più di 3 volte l'anno, per la concentrazione media giornaliera) vengano ovunque rispettati. L'area di massimo impatto, prodotta dallo scenario emissivo complessivo, interessa la zona industriale ed il quartiere Tamburi. Sul dato medio annuo di concentrazione, si osserva una distribuzione dell'inquinante lungo l'asse N-SSE probabilmente dovuto alle emissioni dei camini alti che intercettano venti in quota distribuiti come in Fig. 4b. L'area di impatto prodotta dalle sole sorgenti ILVA risulta invece di estensione più limitata.

Relativamente al CO si mostrano in Figura 10 la mappa della concentrazione media annua e la mappa della massima concentrazione media mobile su 8h, calcolata sull'anno (indicatore prescritto dal D. Lgvo 155/2010).

CO media annua (mg/m ³)	
(a) Solo ILVA	(b) Totale industriale/porto

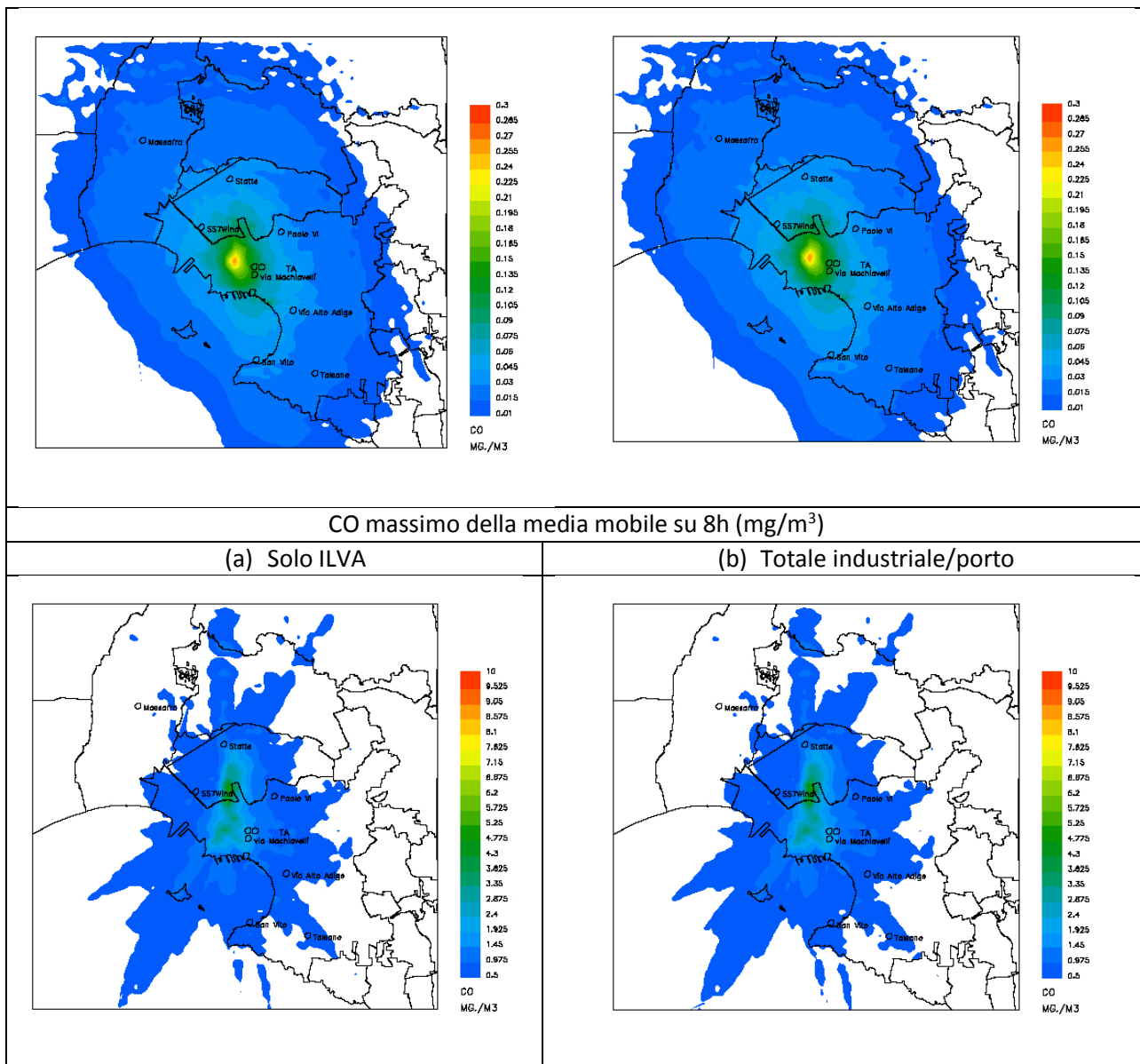


Figura 10: mappa per il CO della concentrazione media annuale e del massimo della concentrazione media mobile su 8h, simulate considerando (a) solo le emissioni ILVA e (b) le emissioni industriali, portuali e marittime dell'area di Taranto.

La mappa relativa all'indicatore normato dal D. Lgvo 155/2010 evidenzia il rispetto del valore limite prescritto sull'intera area tarantina.

Dalle suddette mappe è evidente come l'area di massimo impatto sia confinata all'interno della zona industriale e come l'impatto sia legato quasi esclusivamente alle sorgenti del siderurgico.

In Figura 11 si mostrano per il benzene le mappe della concentrazione media annuale (indicatore prescritto dal D. Lgvo 155/2010) e della concentrazione massima oraria modellata sull'anno.

C ₆ H ₆ media annua (µg/m ³)	
(a) Solo ILVA	(b) Totale industriale/porto

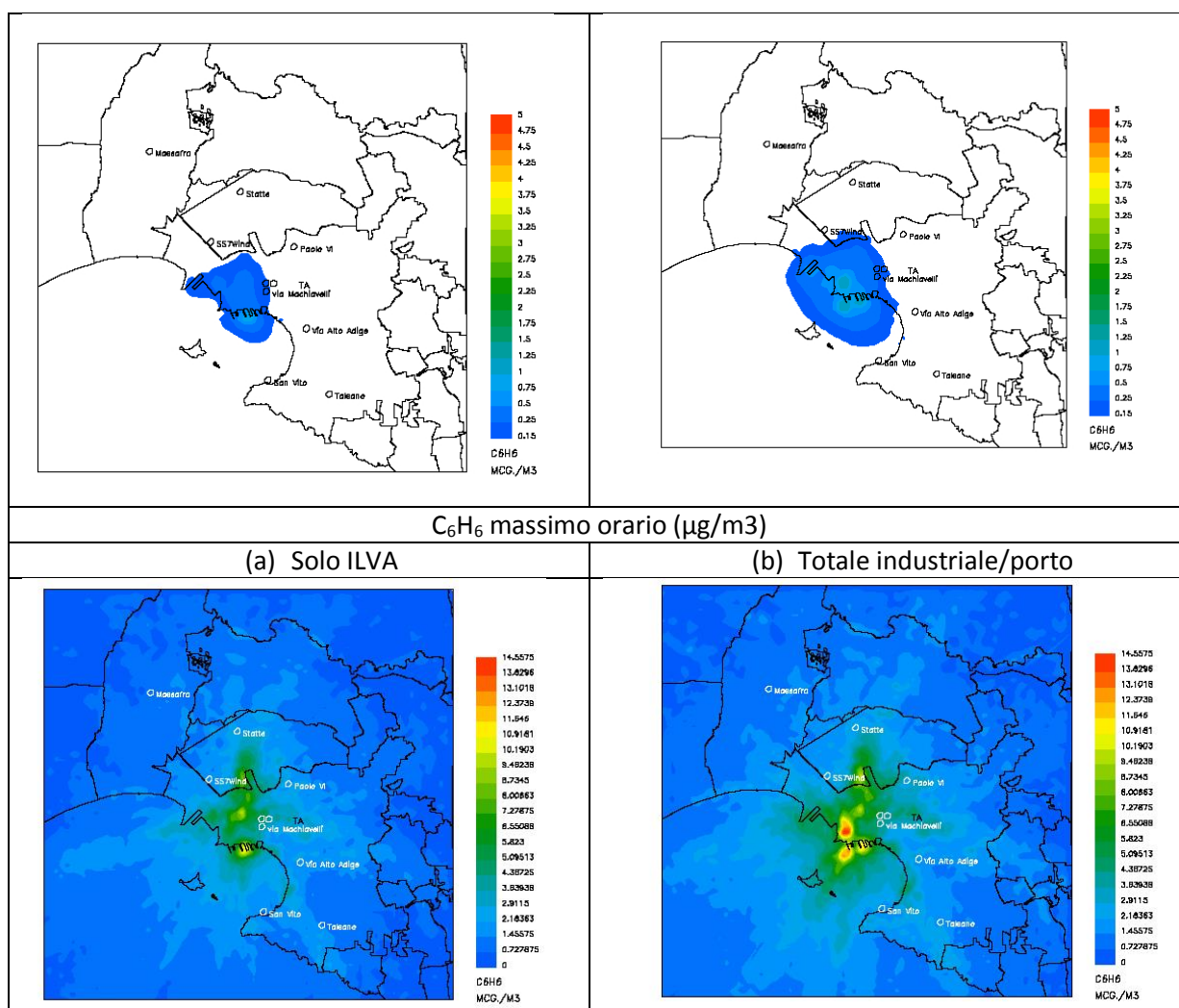


Figura 11: mappe per il C₆H₆ della concentrazione media annuale e della massima concentrazioni oraria sull'anno simulate considerando (a) solo le emissioni ILVA e (b) le emissioni industriali, portuali e marittime dell'area di Taranto.

La mappa relativa all'indicatore normato dal D. Lgvo 155/2010 evidenzia il rispetto del valore limite prescritto sull'intera area tarantina. Relativamente all'indicatore di media annuale l'area di massimo impatto, prodotto dallo scenario emissivo complessivo, è costituita da tre zone: due poste in prossimità delle banchine portuali, a sud della zona industriale, ed una in corrispondenza della raffineria ENI, le cui emissioni (perdite dai serbatoi, pipeline, attività di lavorazione dei prodotti petroliferi, trattamento acque) sono poste in prossimità del suolo. L'area di massimo impatto prodotta dalle emissioni di ILVA comprende le aree portuali in concessione ad ILVA e l'area industriale ILVA.

Nella Figura 12 è mostrata la mappa della concentrazione media annuale simulata per i composti organici volatili non metanici (COVNM) relativamente allo scenario ILVA e allo scenario complessivo industriale/portuale tarantino.

COVNM media annua (µg/m ³)	
(a) Solo ILVA	(b) Totale industriale/porto

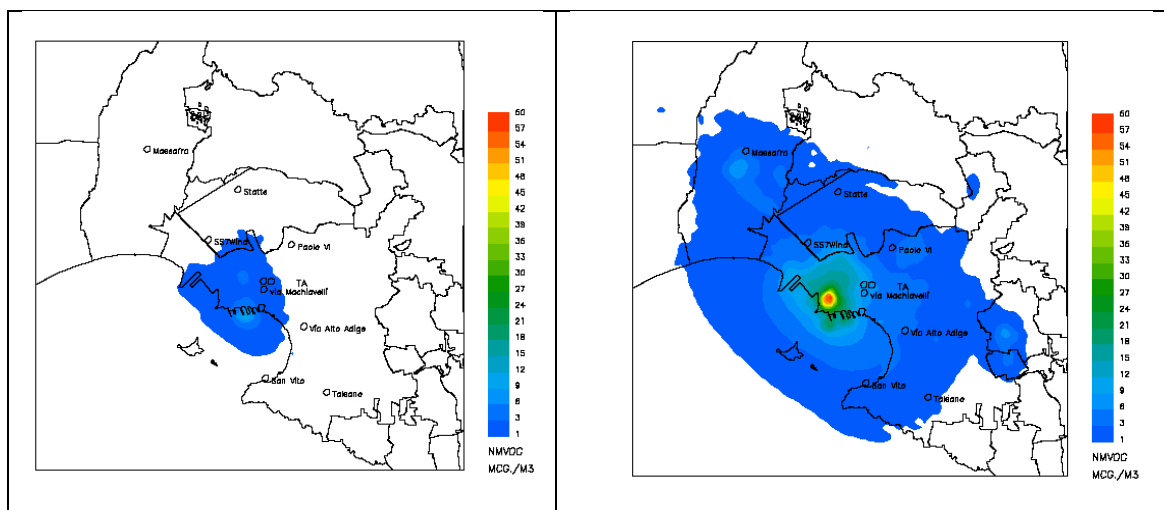
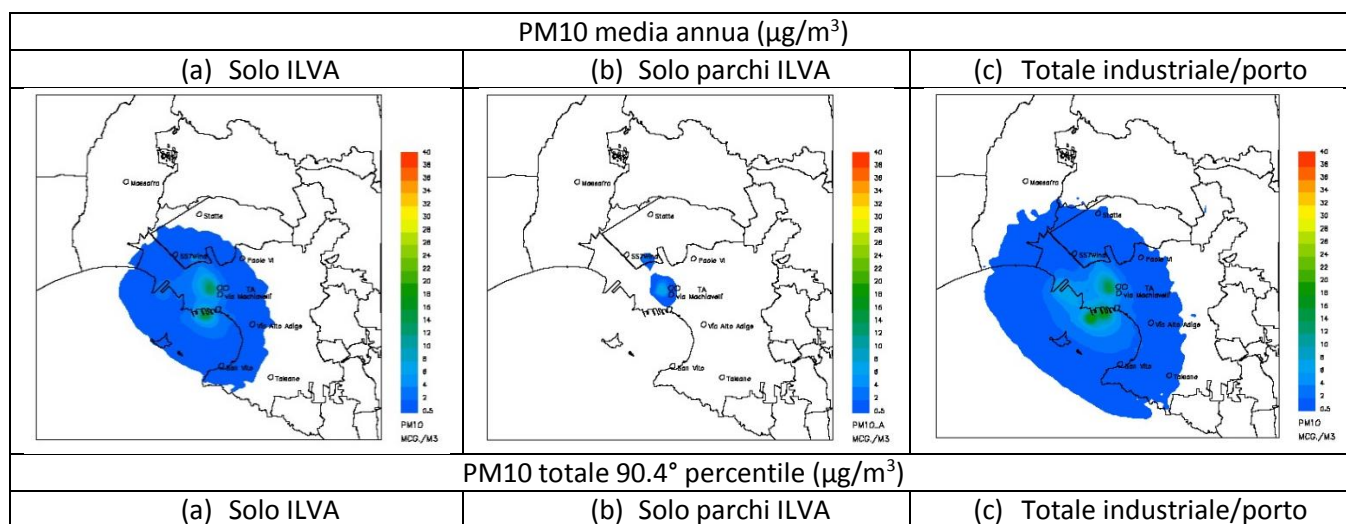


Figura 12: mappa per i COVNM della concentrazione media annuale simulata considerando (a) solo le emissioni ILVA e (b) le emissioni industriali, portuali e marittime dell'area di Taranto.

L'area di massima ricaduta è in questo caso posta all'interno della raffineria, che rappresenta infatti la principale sorgente emissiva. Il contributo di ILVA è infatti di entità inferiore e circoscritto essenzialmente all'area delle banchine portuali.

In Figura 13 si riportano per il PM₁₀ primario⁹ le mappe modellate della concentrazione media annuale e del 90.4° percentile, calcolato sulla serie annuale delle concentrazioni medie giornaliere (per entrambi i suddetti indicatori il D. Lgvo 155/2010 prevede quali valori limite una concentrazione pari rispettivamente a 40 µg/m³ e a 50 µg/m³).

In particolare per i suddetti indicatori a sinistra (a) viene mostrato l'impatto prodotto dall'impianto siderurgico ILVA (comprensivo delle emissioni prodotte dall'erosione eolica dei parchi), al centro (b) il solo contributo dovuto alle emissioni dei parchi, a destra (c) l'impatto prodotto dallo scenario complessivo industriale e marittimo tarantino.



⁹ Per PM₁₀ primario si intende il particolato PM₁₀ immesso direttamente nell'atmosfera dalle sorgenti antropogeniche (nel caso in esame derivante dalle attività industriali, portuali e marittime), che subisce il solo processo di dispersione in atmosfera. Come noto il modello lagrangiano a particelle è in grado di ricostruire la dispersione in atmosfera, ma non può ricostruire il PM₁₀ secondario che si forma in atmosfera a seguito di reazioni chimiche di inquinanti gassosi come biossido di azoto e biossido di zolfo.

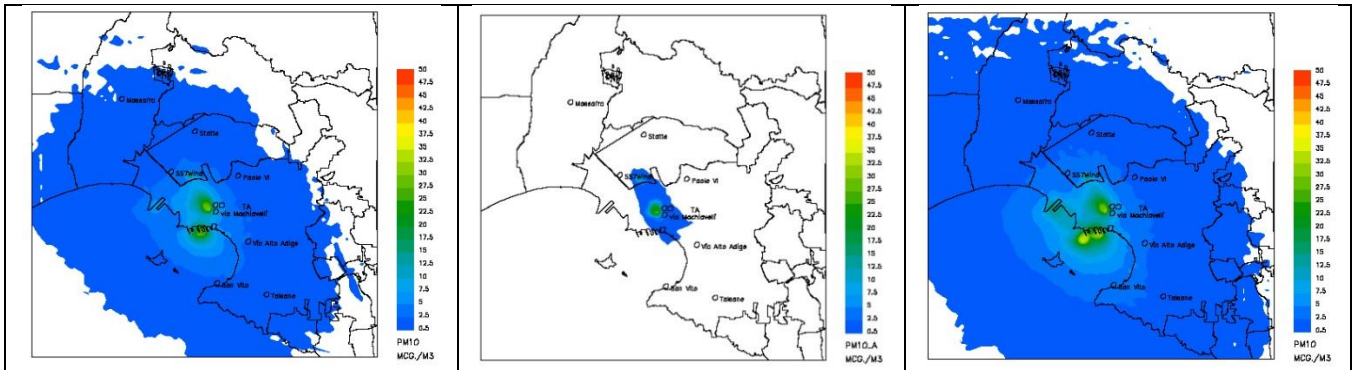


Figura 13: mappe per il PM₁₀ primario della concentrazione media annuale e del 90.4° percentile sulle medie giornaliere, simulate considerando (a) solo le emissioni ILVA, (b) le emissioni dei parchi ILVA e (c) le emissioni industriali, portuali e marittime dell'area di Taranto

Le suddette mappe non evidenziano per il 2016 superamenti dei valori limite imputabili alle emissioni dirette, prodotte dal solo stabilimento siderurgico, dalle sole emissioni dei parchi e dallo scenario industriale/marittimo complessivo tarantino.

Relativamente a quest'ultimo scenario le aree di maggiore impatto sono poste in prossimità della zona portuale (in prossimità delle banchine portuali interessate dalle attività di ILVA ed ENI) e dei parchi ILVA; l'impatto prodotto dall'emissione eolica dei parchi coincide, come atteso, con l'area dei parchi ILVA. Il quartiere Tamburi è quello più interessato dalle ricadute industriali.

Analoghe considerazioni valgono per la componente primaria della frazione più fine del particolato, ovvero il PM_{2.5} primario (Figura 14).

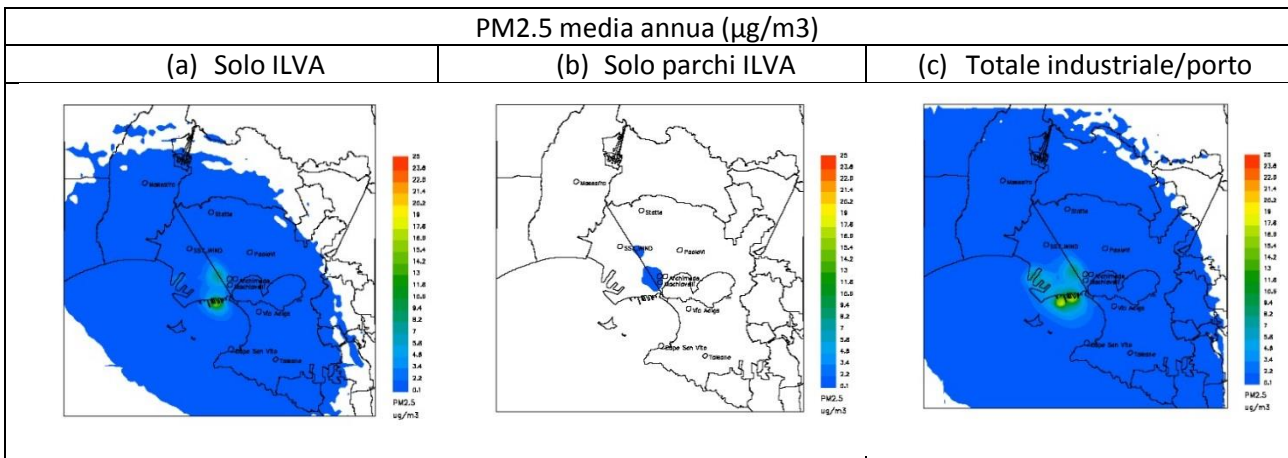


Figura 14: mappe per il PM_{2.5} primario della concentrazione media annuale, simulata considerando (a) solo le emissioni ILVA, (b) le emissioni dei parchi ILVA e (c) le emissioni industriali, portuali e marittime dell'area di Taranto

Infine in Figura 15 si mostrano le mappe della concentrazione media annuale del Benzo(a)pirene prodotte dalle emissioni provenienti dal solo stabilimento ILVA e dall'insieme di tutte le sorgenti industriali, portuali e marittime tarantine. Per tale indicatore il D. Lgvo 155 prevede un valore limite pari ad 1ng/m³.

B(a)P media annua (ng/m ³)	
(a) Solo ILVA	(b) Totale industriale/porto

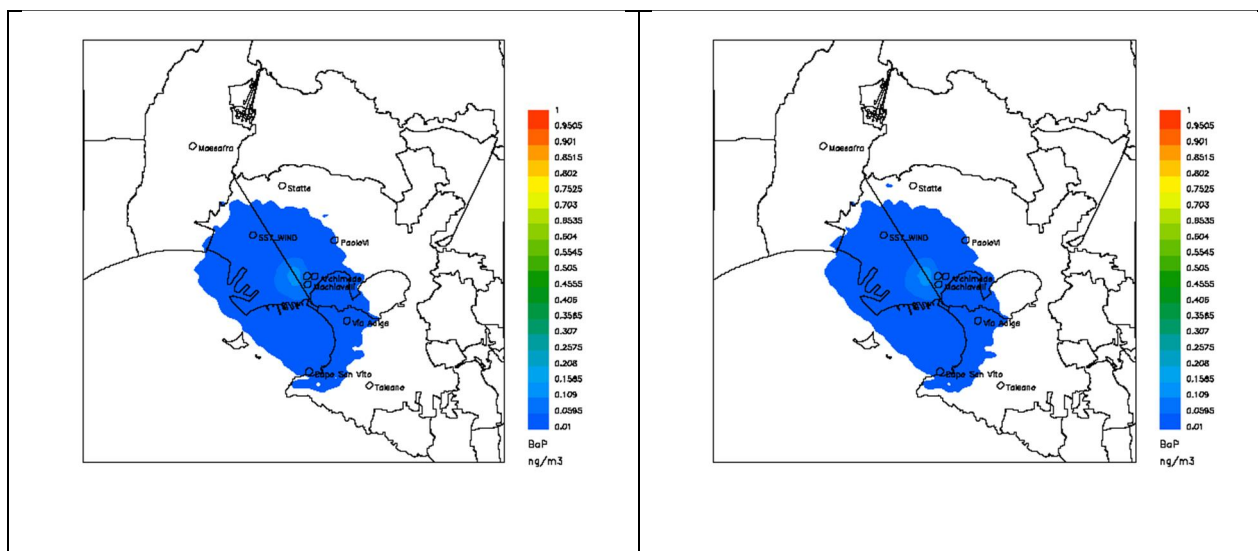


Figura 15: mappe per il B(a)P concentrazione media annuale simulata considerando (a) solo le emissioni ILVA e (b) le emissioni industriali, portuali e marittime dell'area di Taranto

Le concentrazioni medie annuali di B(a)P risultano per entrambi gli scenari emissivi ampiamente al di sotto del valore limite. Il confronto tra le mappe corrispondenti ai due scenari evidenzia come lo stabilimento ILVA (ed in particolare la cokeria) rappresenti la principale sorgente emissiva industriale.

CONFRONTI CON LE MISURE

Come già detto, il modello lagrangiano a particelle è in grado di ricostruire l'impatto al suolo di inquinanti emessi come tali dalle sole sorgenti emissive trattate (nel caso in studio sorgenti industriali, portuali e marittime).

Di seguito si confrontano, in corrispondenza delle postazioni di monitoraggio della qualità dell'aria gestite da Arpa Puglia ed ubicate all'interno del dominio di simulazione (Tabella 3), le concentrazioni misurate e modellate nel 2016 in corrispondenza dei due scenari emissivi considerati.

Tabella 3: caratteristiche delle centraline di monitoraggio del comune di Taranto, comprese nel dominio di simulazione

Stazioni	X-UTM (km)	Y-UTM (km)	Tipo	Inquinanti
Statte SE	686.5	4492.5	Suburbana-industriale	NOx, SO2, CO, PM10
Statte wind	684.1	4488.4	Rurale-industriale	NOx, SO2, PM10
Paolo VI	690.9	4488.0	Rurale-industriale	NOx, SO2, CO, C6H6, PM10, PM2.5
Archimede	689.2	4485.0	Suburbana-industriale	NOx, SO2, CO, PM10, PM2.5
Machiavelli	688.6	4484.4	Suburbana-industriale	NOx, SO2, CO, C6H6, PM10, PM2.5
Tamburi	688.6	4485.1	Urbana-industriale	NOx, PM10, C6H6, PM2.5
Adige	691.9	4481.3	Urbana-traffico	NOx, SO2, CO, C6H6, PM10, PM2.5
San Vito	688.8	4477.1	Suburbana-background	NOx, SO2, CO, PM10
Talsano	693.8	4476.0	Suburbana-background	NOx, SO2, PM10
Massafra	679.1	4495.8	Urbana-Industriale	NOx, SO2, C6H6, PM10 ¹⁰

Il confronto statistico, mostrato nelle figure seguenti, è stato condotto con opportuni diagrammi di dispersione elaborati per alcuni indicatori statistici (ad es. medie annuali e 90.4° percentile per il PM10), calcolati a partire dai dati misurati nel 2016 presso le centraline di monitoraggio e a partire dalle

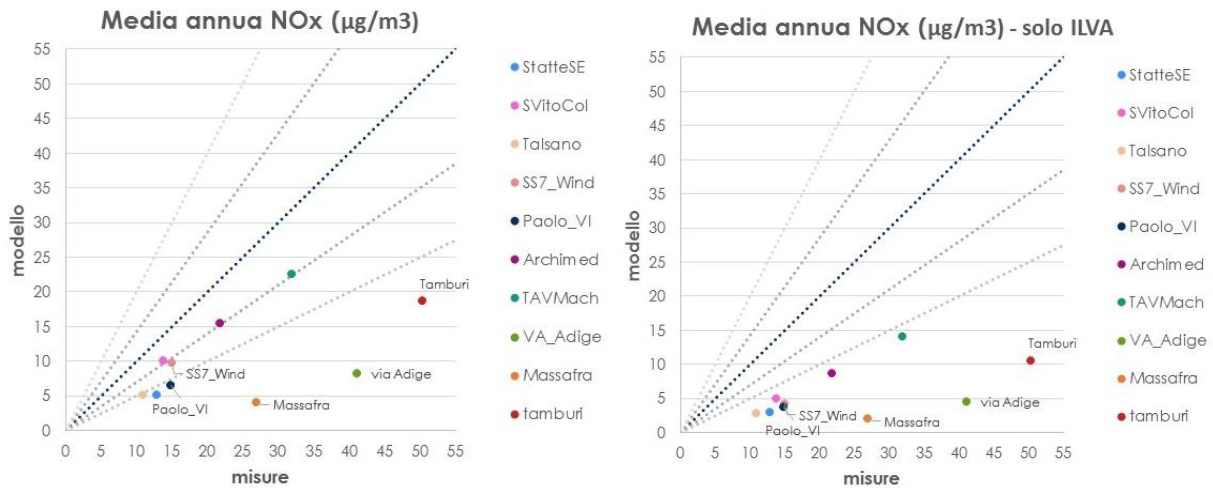
¹ La percentuale di dati giornalieri validi per il PM₁₀ a Massafra è inferiore per il 2016 al 75%.

concentrazioni modellate, estratte nelle celle della griglia di calcolo corrispondenti all'ubicazione delle stesse centraline.

Obiettivo del confronto è valutare il contributo medio annuale delle emissioni dirette provenienti dallo stabilimento ILVA e dalle emissioni industriali, portuali e marittime dell'area di Taranto sulle concentrazioni misurate.

Tale contributo, espresso in termini percentuali, è calcolato in corrispondenza di ogni centralina come rapporto tra la concentrazione media annuale modellata nei due scenari emissivi e la corrispondente concentrazione media annuale misurata.

La figura 15 mostra per l'NOx gli scatter plot di confronto relativi all'indicatore della media annua.



	Statte SE	S.Vito	Talsano	SS7_Wind	Paolo VI	via Archimede	via Machiavelli	via Adige	Massafra	Tamburi
concentrazioni misurate (µg/m3)	12.9	13.8	10.9	15.1	14.9	21.7	32.0	41.2	26.9	50.3
concentrazioni modellate industriale-porto	5.1	10.1	5.1	9.7	6.5	15.4	22.5	8.2	4.0	18.6
concentrazioni modellate solo ILVA	2.9	4.9	2.8	4.1	3.8	8.7	14.0	4.5	1.9	10.6
contributo industriale-porto (%)	39%	73%	47%	65%	44%	71%	70%	20%	15%	37%
contributo solo ILVA	22%	35%	25%	27%	25%	40%	44%	11%	7%	21%

Figura 16: scatter plot di confronto tra le concentrazioni medie annue misurate vs modellate di NOx (totali e solo ILVA) e contributo annuale industriale su ogni centralina

Il grafico mostra, come atteso, che l'impatto diretto sia delle emissioni di ossidi di azoto provenienti dal solo stabilimento ILVA che delle emissioni complessive industriali, portuali e marittime dell'area di Taranto ricostruisce solo in parte le concentrazioni medie annuali di NOx misurate nelle postazioni. Ciò è particolarmente evidente in quelle centraline che risultano influenzate da altre sorgenti, non considerate nel modello (come ad es. il traffico, il riscaldamento, ecc.).

Il contributo prodotto in modo diretto dalle emissioni complessive industriali, portuali e marittime dell'area tarantina, valutato per ogni centralina, varia da un valore minimo, pari al 15% presso Massafra (posta a nord dell'area industriale e portuale) ad un valore massimo, pari al 73% per Capo San Vito, cui seguono a decrescere i contributi rilevati presso le postazioni di monitoraggio denominate "Via Machiavelli" e "Via Archimede"¹¹.

Il confronto relativo alla media annua per l'SO₂ (Fig. 17) mostra invece una sovrastima da parte del modello delle concentrazioni in quasi tutte le centraline. Ciò potrebbe essere imputabile ad una sovrastima delle

¹¹ E' opportuno osservare come, diversamente dalle postazioni Via Machiavelli e Via Archimede, nella postazione Tamburi il contributo delle emissioni complessive industriali/portuali/marittime ricostruisca solo il 47% della concentrazione misurata. Ciò consente di ritenere che in prossimità della postazione siano presenti sorgenti locali emmissive importanti (ad es. traffico urbano), non trattate dal modello.

emissioni di SO₂ negli scenari emissivi considerati¹². Il confronto col dato modellato delle sole sorgenti ILVA risulta invece più accettabile.

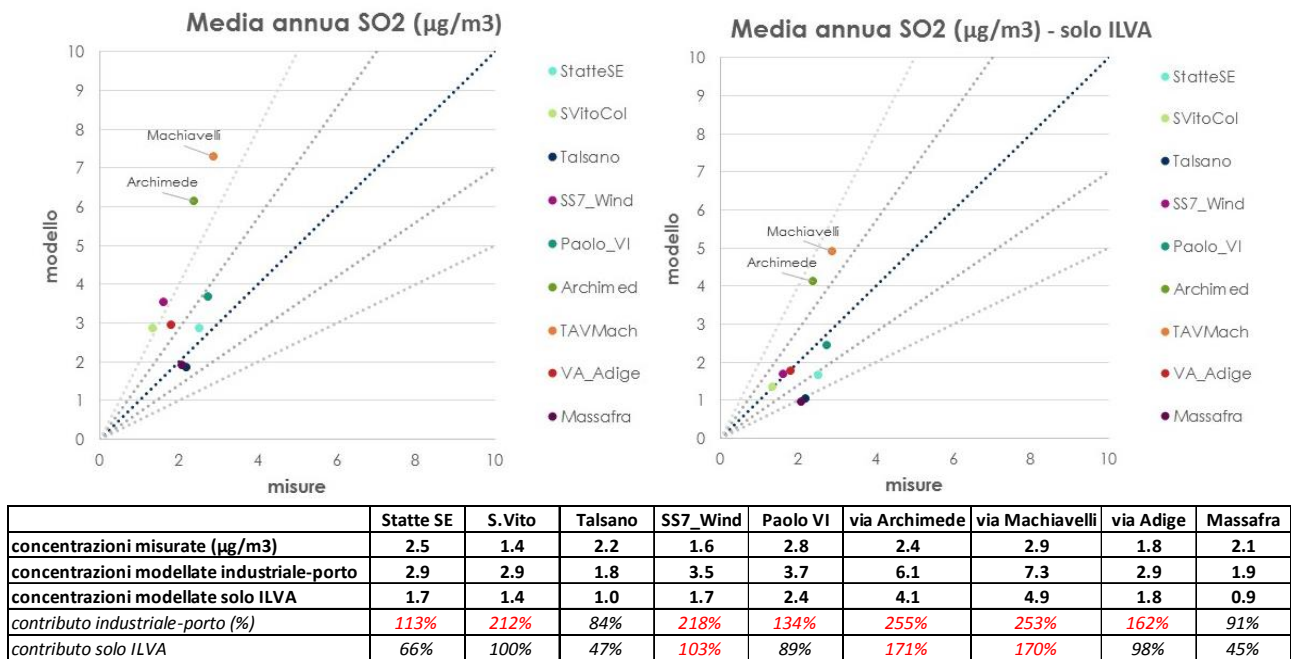


Figura 17: scatter plot di confronto tra le concentrazioni medie annue misurate vs modellate di SO₂ (totali e solo ILVA) e contributo industriale annuale in ogni centralina

Le Figure 18 e 19 relative allo scatter plot di confronto degli indicatori statistici normati (99.1° percentile della media giornaliera e 99.7° percentile della media oraria) per l'SO₂, confermano la sovrastima nelle centraline industriali.

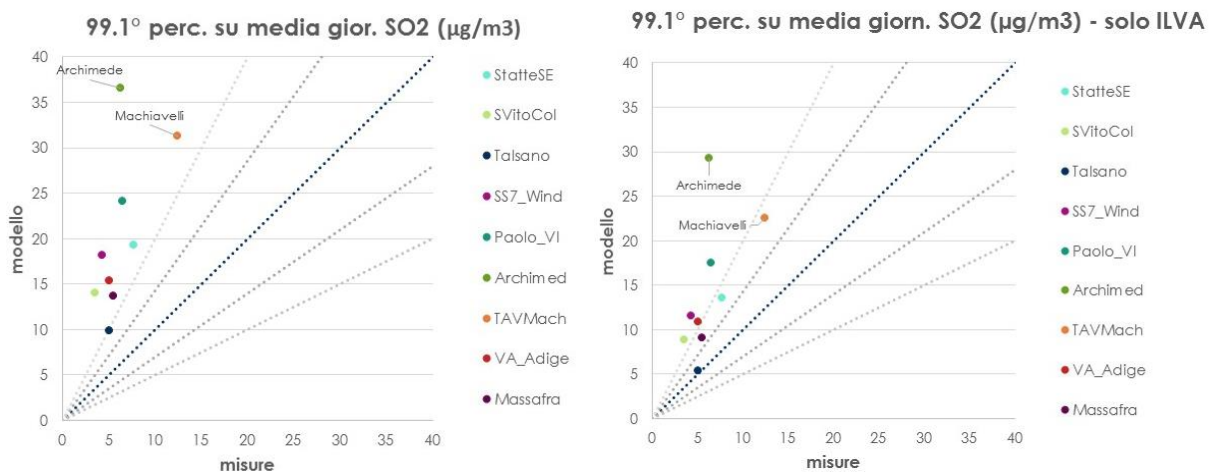


Figura 18: scatter plot di confronto tra il 99.1° percentile delle concentrazioni medie giornaliere misurate vs modellate di SO₂ (totali e solo ILVA)

¹² In particolare la sovrastima riguarda le centraline più vicine all'area portuale e industriale, ma non quelle poste a maggiore distanza (Talsano, Massafra). Ciò permette di ipotizzare che siano le sorgenti emissive più basse (ad es. emissioni portuali) a poter essere sovrastimate.

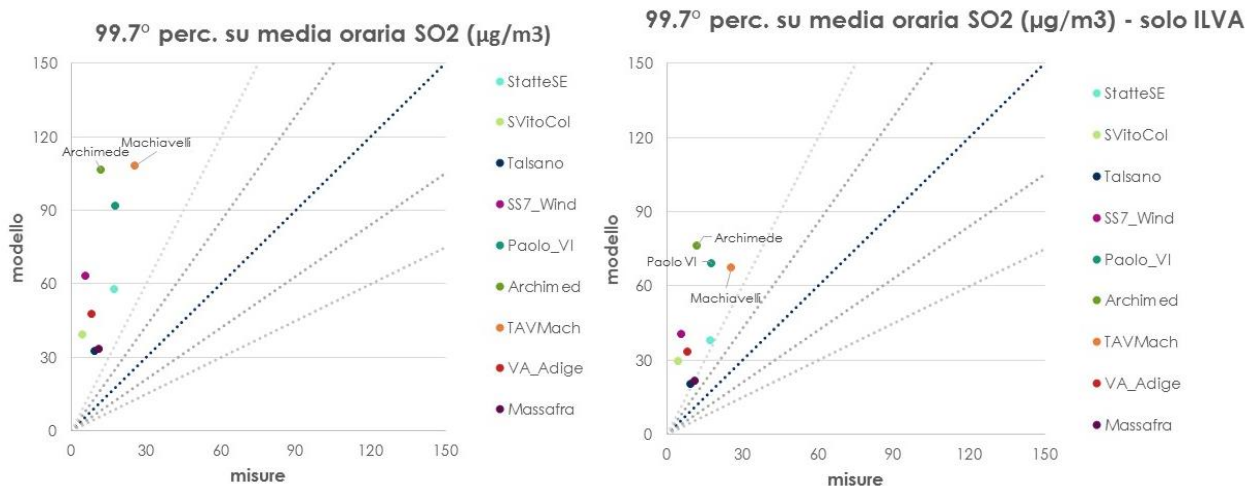
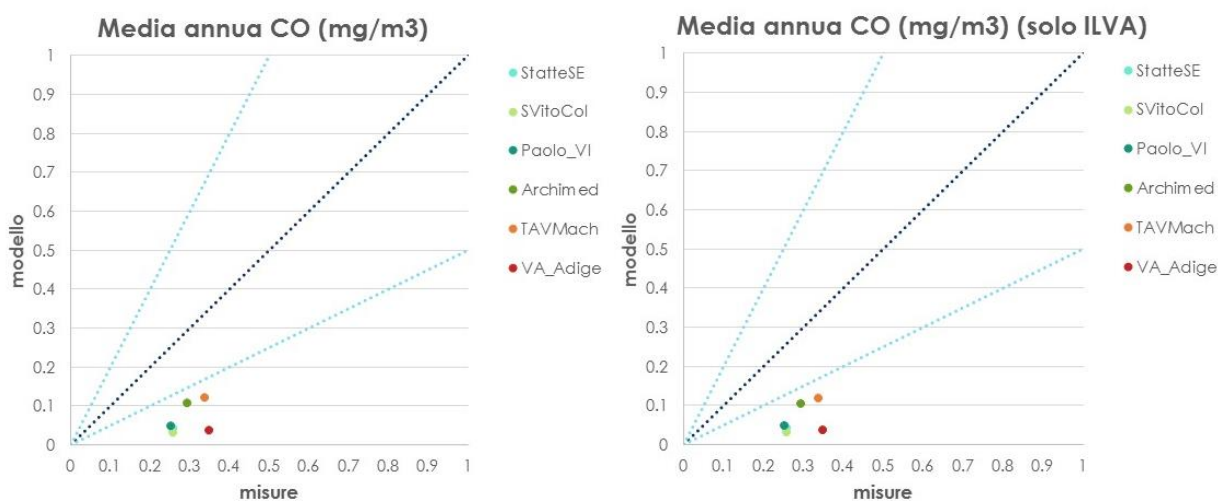


Figura 19: scatter plot di confronto tra il 99.7° percentile delle concentrazioni medie orarie misurate vs modellate di SO₂ (totali e solo ILVA)

Per il CO il confronto tra gli scatter plot (Fig. 20) relativi ai due scenari emissivi evidenzia come ILVA sia la sorgente predominante tra quelle simulate, anche se il contributo delle emissioni ILVA ricostruisce solo in parte il valore misurato presso le centraline¹³, sulle quali incidono anche altre sorgenti (ad es. traffico urbano) non considerate nelle simulazioni. Lo scatter plot relativo al confronto del massimo delle medie mobili calcolate su 8 ore mostra come, per le stazioni di Paolo VI e San Vito, la componente industriale sia quella prevalente e il dato misurato sia ben riprodotto.



	Statte SE	S.Vito	Paolo VI	via Archimede	via Machiavelli	via Adige
concentrazioni misurate (mg/m3)	0.259	0.260	0.253	0.296	0.339	0.350
concentrazioni modellate industriale-porto	0.042	0.031	0.047	0.105	0.120	0.037
concentrazioni modellate solo ILVA	0.042	0.031	0.047	0.105	0.120	0.037
contributo totale industriale-porto-ILVA (%)	16%	12%	19%	36%	35%	11%

Figura 20: scatter plot di confronto tra le concentrazioni medie annue misurate vs modellate di CO (totali e solo ILVA) e contributo annuale industriale in ogni centralina

¹³ Il contributo industriale è come atteso più importante nelle centraline ubicate nel quartiere Tamburi.

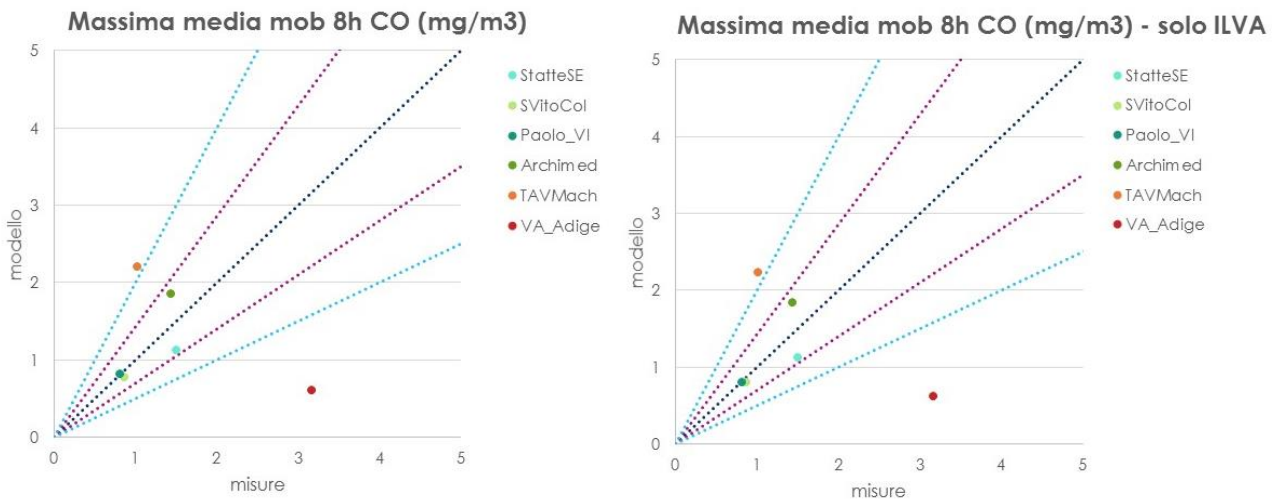
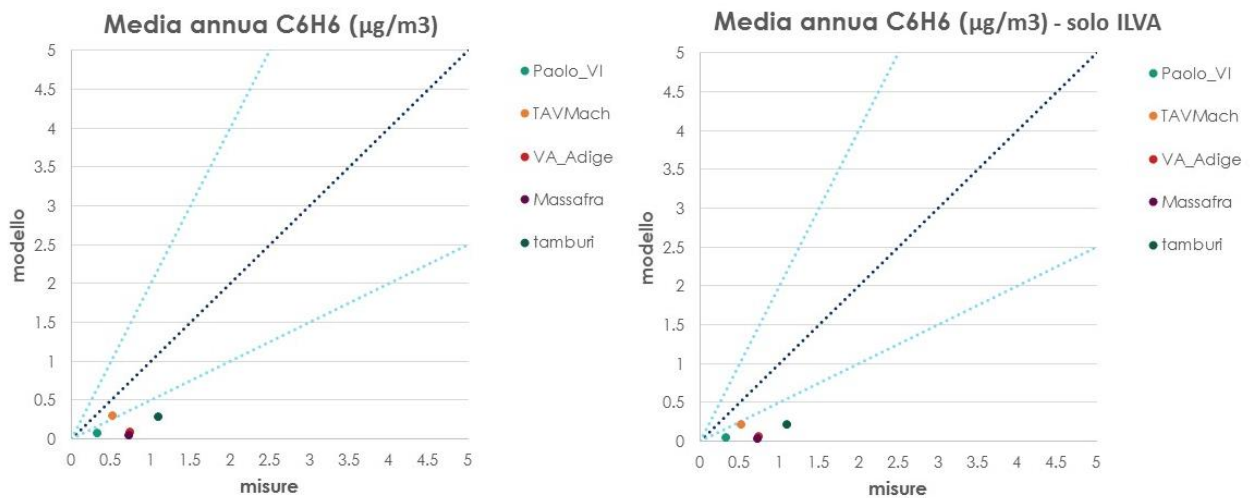


Figura 21: scatter plot di confronto tra il massimo delle medie mobile su 8 ore delle concentrazioni misurate vs modellate di CO (totali e solo ILVA)

Analoghe considerazioni al CO valgono per il confronto condotto per il benzene (Fig. 22). Non vi sono infatti sostanziali differenze tra i due scatter. Inoltre il confronto tra le concentrazioni medie modellate e quelle misurate evidenzia, come atteso, un contributo industriale più rilevante nelle centraline più prossime alla zona industriale. Tale contributo ricostruisce solo in parte il valore misurato presso le centraline, sul quale incidono quindi anche altre sorgenti (ad es. traffico urbano) non considerate nelle simulazioni.

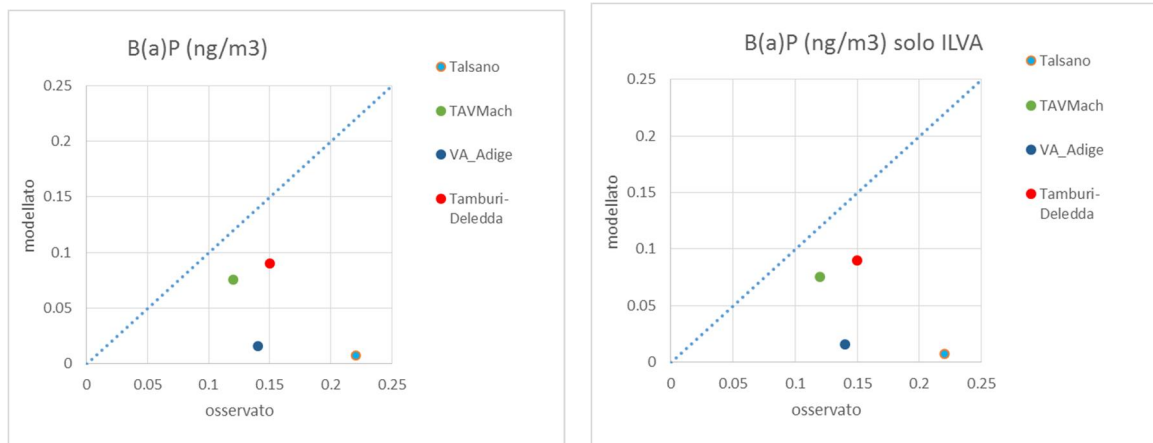


	Paolo VI	via Machiavelli	via Adige	Massafra	Tamburi
concentrazioni misurate ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.33	0.53	0.75	0.73	1.11
concentrazioni modellate industriale-porto	0.07	0.30	0.09	0.04	0.29
concentrazioni modellate solo ILVA	0.05	0.21	0.06	0.02	0.20
<i>contributo totale industriale-porto</i>	<i>20%</i>	<i>56%</i>	<i>12%</i>	<i>5%</i>	<i>26%</i>
<i>contributo solo ILVA</i>	<i>14%</i>	<i>39%</i>	<i>8%</i>	<i>3%</i>	<i>18%</i>

Figura 22: scatter plot di confronto tra le concentrazioni medie annue misurate vs modellate di C₆H₆ (totali e solo ILVA) e contributo industriale annuale in ogni centralina

Relativamente al B(a)P di seguito si mostrano (Figura 23) gli scatterplot delle concentrazioni medie annuali modellate e misurate presso i siti di monitoraggio, denominati Via Adige, via Machiavelli, Tamburi-Deledda e Talsano. Il confronto tra gli scatter plot evidenzia come ILVA sia la sorgente predominante. Tale sorgente determina un contributo che, sulle centraline poste in prossimità della zona industriale, raggiunge il 60% della concentrazione misurata. Nelle centraline Via Adige e Talsano il contributo industriale è invece

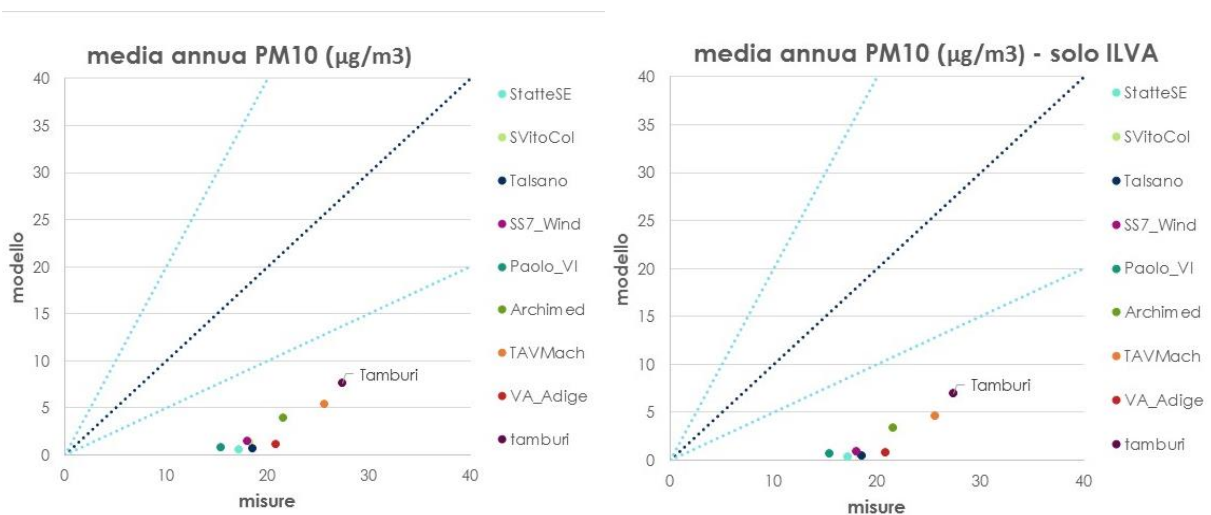
rispettivamente pari all'11% e al 3% ad evidenziare come siano presenti altre sorgenti locali (ad es. traffico e riscaldamento a biomassa), il cui impatto non è stato stimato nelle simulazioni.

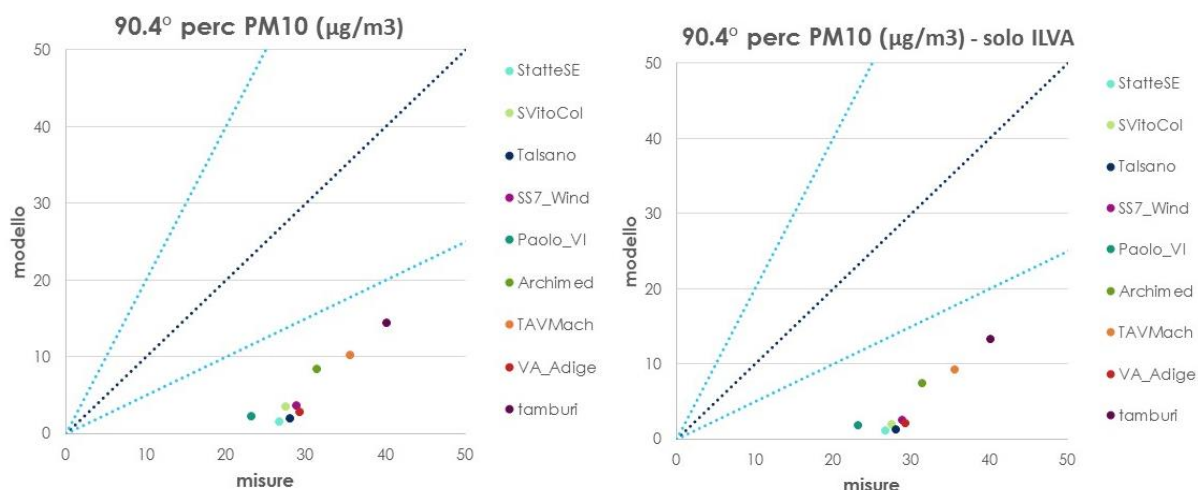


	Talsano	via Machiavelli	via Adige	Tamburi-Deledda
concentrazioni misurate (ng/m3)	0.22	0.12	0.14	0.15
concentrazioni modellate industriale - porto	0.008	0.076	0.016	0.091
concentrazioni modellate solo ILVA	0.008	0.076	0.016	0.091
<i>contributo primario solo ILVA</i>	<i>3%</i>	<i>63%</i>	<i>11%</i>	<i>60%</i>
<i>contributo primario industriale complessivo</i>	<i>3%</i>	<i>63%</i>	<i>11%</i>	<i>60%</i>

Figura 23: scatter plot di confronto tra le concentrazioni medie annue misurate vs modellate di B(a)P e contributo annuale industriale in ogni centralina

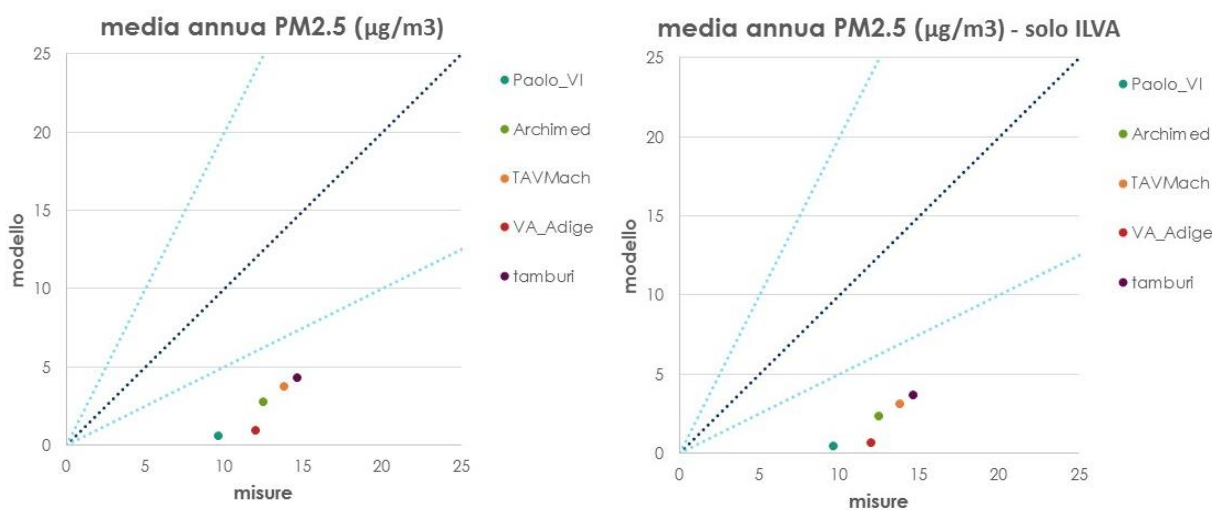
Relativamente al PM₁₀ e al PM_{2.5} il confronto tra i relativi scatterplot (Fig. 24 e Fig. 25) evidenzia la prevalenza del contributo delle emissioni dirette di ILVA sulle concentrazioni di PM₁₀ misurate, in particolare presso le postazioni di monitoraggio poste in prossimità della zona industriale.





	Statte SE	S.Vito	Talsano	SS7_Wind	Paolo VI	via Archimede	via Machiavelli	via Adige	Massafra	Tamburi
concentrazioni misurate (µg/m3)	17.3	18.3	18.6	18.0	15.5	21.6	25.7	20.8	22.9	27.4
concentrazioni modellate industriale-porto	0.52	1.34	0.70	1.46	0.84	3.92	5.38	1.17	0.12	7.66
concentrazioni modellate solo ILVA+parchi	0.36	0.71	0.44	0.92	0.64	3.36	4.58	0.81	0.07	6.95
concentrazioni modellate solo parchi	0.03	0.05	0.03	0.05	0.13	0.67	0.90	0.05	0.03	2.67
contributo primario industriale-porto (%)	3%	7%	4%	8%	5%	18%	21%	6%	1%	28%
contributo primario solo ILVA+parchi	2%	4%	2%	5%	4%	16%	18%	4%	0.3%	25%
contributo primario solo parchi ILVA	0.2%	0.3%	0.1%	0.3%	0.9%	3.1%	3.5%	0.3%	0.1%	9.8%

Figura 24: scatter plot di confronto tra le concentrazioni medie annue e del 90.4° percentile calcolato sulle medie giornaliere, misurate vs modellate di PM₁₀ (totali e solo ILVA) e contributo annuale industriale in ogni centralina



	Paolo VI	via Archimede	via Machiavelli	via Adige	Tamburi
concentrazioni misurate (µg/m3)	9.6	12.5	13.8	12.0	14.7
concentrazioni modellate industriale-porto	0.6	2.8	3.7	0.9	4.2
concentrazioni modellate solo ILVA+parchi	0.4	2.3	3.1	0.6	3.7
contributo primario industriale-porto (%)	6%	22%	27%	8%	29%
contributo primario solo ILVA+parchi	4%	18%	22%	5%	25%

Figura 25: scatter plot di confronto tra le concentrazioni medie annue misurate vs modellate di PM_{2.5} (totali e solo ILVA) e contributo medio annuale industriale in ogni centralina

Come atteso, l'impatto delle emissioni industriali dirette di PM₁₀ e di PM_{2.5} (anche detto contributo primario) ricostruisce solo una parte¹⁴ delle concentrazioni misurate. Oltre, infatti, alla presenza di altre sorgenti emissive non trattate dal modello (traffico, riscaldamento, emissioni biogeniche), è opportuno ricordare che il modello lagrangiano non tiene conto delle trasformazioni chimiche, che determinano la produzione in

¹⁴ Il contributo annuale delle sole emissioni eoliche provenienti dai parchi ILVA risulta compreso tra il 3% ed il 10% nelle postazioni del quartiere Tamburi.

atmosfera di particolato di origine secondaria, delle avvezioni di particolato che possono avvenire su scala regionale, ecc.

A conferma di ciò, se alle suddette concentrazioni modellate, che come detto tengono conto del solo impatto primario prodotto dalle emissioni industriali tarantine, si sommano quelle simulate per lo stesso anno in una postazione di fondo tarantina (come quella di Talsano) con l'ausilio del modello fotochimico (FARM)¹⁵, il confronto (Figura 26 e 27) tra le concentrazioni annuali misurate e modellate (da FARM e SPRAY) diventa molto più soddisfacente. Ciò vale anche per l'indicatore statistico del 90.4° percentile, calcolato sulla serie giornaliera delle concentrazioni simulate e misurate per il PM₁₀.

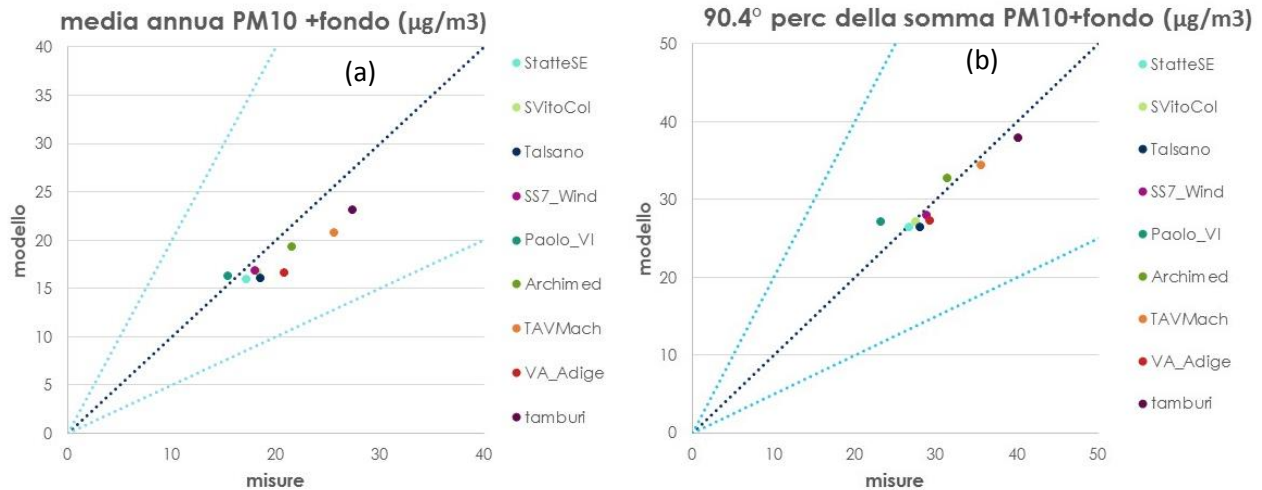


Figura 26: scatter plot di confronto tra le concentrazioni (a) medie annue misurate vs modellate e (b) il 90.4° percentile misurato vs modellato di PM₁₀ primario a cui è sommato il background prodotto dal FARM

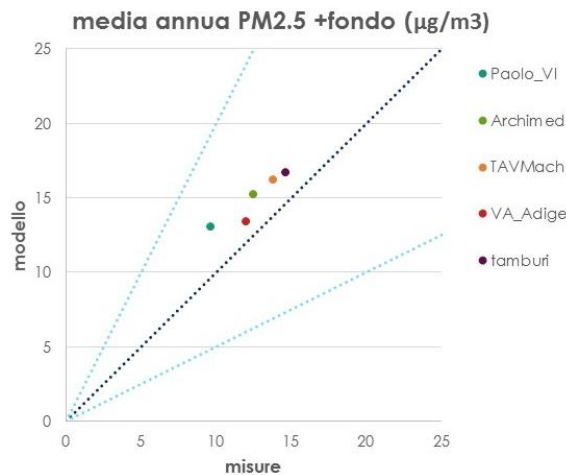


Figura 27: scatter plot di confronto tra le concentrazioni medie annue misurate vs modellate di PM_{2.5} primario a cui è sommato il background prodotto dal FARM

¹⁵ Il modello fotochimico FARM tiene conto di tutte le sorgenti emissive censite sul territorio (anche relativamente alle regioni confinanti), delle emissioni biogeniche e delle avvezioni al confine e riproduce le trasformazioni chimiche che avvengono in atmosfera. Presso la postazione di Talsano relativamente al 2016 il valore modellato dal FARM per il PM₁₀ ed il PM_{2.5} è risultato rispettivamente pari a 15.3 µg/m³ e di 12.4 µg/m³.

VALUTAZIONE DELL'IMPATTO PRIMARIO DELLO STABILIMENTO ILVA DURANTE I WIND DAYS DEL 2016

Durante il 2016 si sono verificati 33 eventi di wind days¹⁶ (di seguito indicati WD). Con l'ausilio del modello lagrangiano sono stati ricostruiti gli impatti prodotti su base oraria dalle emissioni dell'impianto siderurgico ILVA durante tali eventi.

In Figura 28 si confrontano per il PM10 le mappe della concentrazione media annuale e della concentrazione media nei soli giorni di WD, prodotta da tutte le sorgenti dell'impianto siderurgico ILVA (inclusi i parchi), e la mappa della concentrazione media nei soli WD considerando le sole emissioni eoliche provenienti dai parchi. Da tali figure è possibile osservare come nei giorni di WD siano le emissioni dei parchi (ed in particolare dei parchi primari) a determinare il contributo maggiore rispetto alle altre sorgenti ILVA (emissioni convogliate e diffuse).

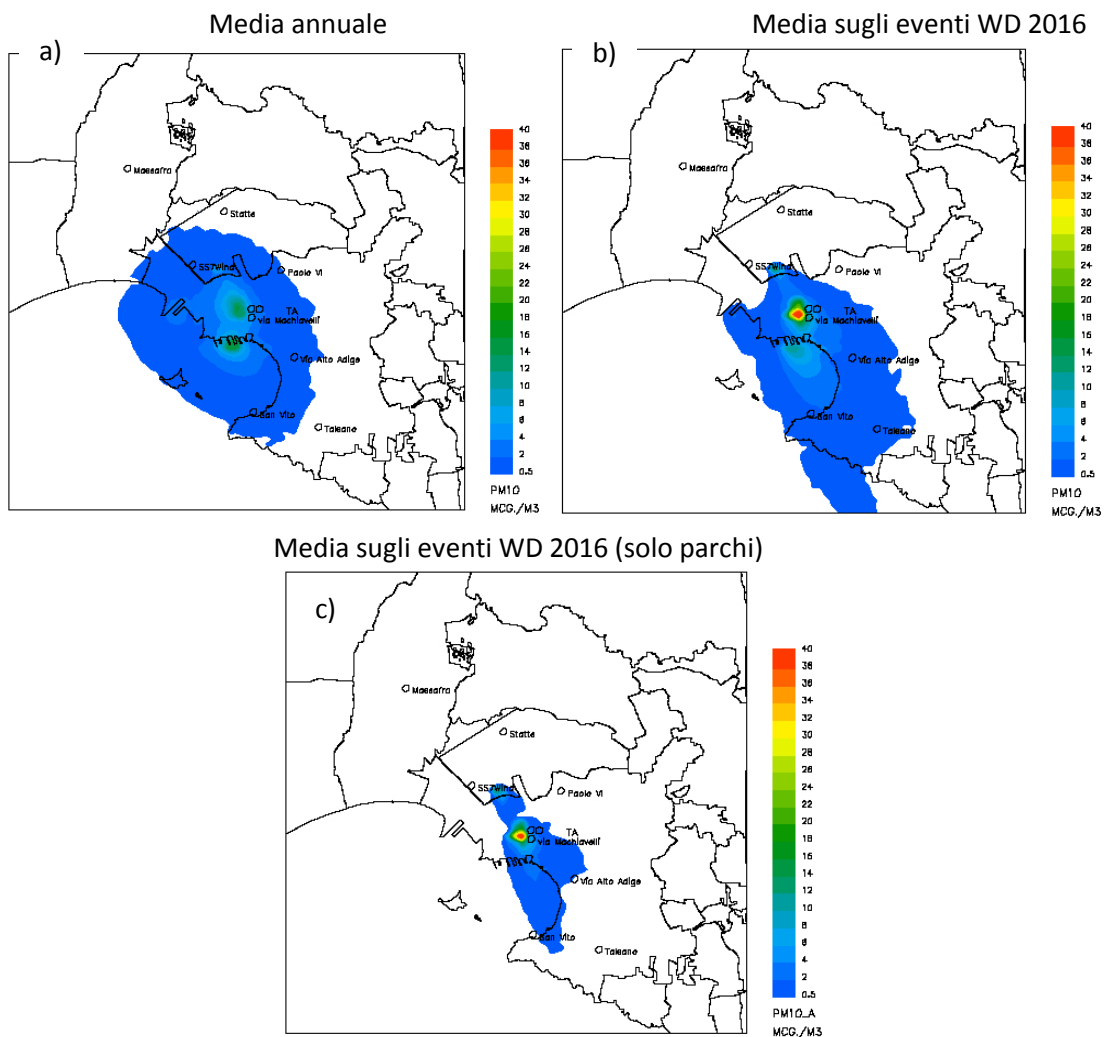


Figura 28: Mappa per il PM10 della concentrazione media annuale (a) e della concentrazione media nei soli giorni di wind days (b) prodotta da ILVA , (c) mappa della concentrazione media nei soli wind days prodotta dalle sole emissioni dei parchi

¹⁶ Giornate in cui condizioni meteorologiche avverse, con particolare riferimento a direzione e velocità del vento, concorrono ad un maggiore trasporto di inquinanti (PM10 e BaP) nell'area del vicino quartiere Tamburi, ad elevata densità abitativa. Dal punto di vista meteorologico un "wind day" si verifica quando la velocità del vento, misurata presso la postazione di QA sita presso Capo San Vito, superi il valore di 7 m/sec e provenga per almeno tre ore consecutive dal settore nord-occidentale (angolo compreso fra 270° e 360°).

In tabella 4 si confrontano in corrispondenza delle postazioni di monitoraggio le concentrazioni medie, misurate e modellate, relative al 2016, relativi ai soli eventi di wind days e a tutti gli altri eventi (denominati "NOwind days") con i corrispondenti contributi percentuali.

Tabella 4: confronto tra concentrazioni misurate e modellate di PM₁₀ nelle postazioni di monitoraggio, relativo alle medie annuali, alle medie nei giorni di WD e alle medie nei giorni di NO WD, con relativo contributo percentuale

	Statte SE	San Vito	Talsano	SS7 Wind	Paolo VI	via Archimede	via Machiavelli	via Adige	Massafra	Tamburi
<i>conc annuale mis (µg/m3)</i>	17.3	18.3	18.6	18.0	15.5	21.6	25.7	20.8	22.9	27.4
<i>conc annuale mod solo parchi ILVA (µg/m3)</i>	0.03	0.05	0.03	0.1	0.1	0.7	0.9	0.1	0.03	2.7
<i>conc annuale mod ILVA+parchi (µg/m3)</i>	0.36	0.71	0.44	0.92	0.64	3.36	4.58	0.81	0.07	6.95
<i>contributo % solo parchi ILVA</i>	0.2%	0.3%	0.1%	0.3%	0.9%	3.1%	3.5%	0.3%	0.1%	9.8%
<i>contributo % ILVA+parchi</i>	2%	4%	2%	5%	4%	16%	18%	4%	0.3%	25%
<i>conc wd mis (µg/m3)</i>	12.8	12.2	12.2	11.0	11.1	23.6	27.1	16.0	18.4	35.3
<i>conc wd mod solo parchi ILVA (µg/m3)</i>	0.00	0.33	0.18	0.002	0.1	2.9	6.7	0.4	0.0	15.5
<i>conc wd mod ILVA+parchi (µg/m3)</i>	0.02	1.22	0.67	0.06	0.24	5.58	9.89	1.11	0.0	19.62
<i>contributo % wd solo parchi ILVA</i>	0.0%	3%	1%	0.02%	1%	12%	25%	2%	0%	44%
<i>contributo % wd ILVA+parchi</i>	0.1%	10%	6%	1%	2%	24%	36%	7%	0%	56%
<i>conc NO wd mis (µg/m3)</i>	17.8	18.9	19.3	18.8	15.9	21.4	25.5	21.3	26.7	26.5
<i>conc NO wd mod solo parchi ILVA (µg/m3)</i>	0.03	0.02	0.01	0.04	0.14	0.40	0.35	0.02	0.004	1.50
<i>conc NO wd mod ILVA+parchi (µg/m3)</i>	0.42	0.62	0.39	1.08	0.68	3.08	3.85	0.76	0.29	5.40
<i>contributo % NO wd solo parchi ILVA</i>	0.2%	0.1%	0.1%	0.2%	0.9%	1.9%	1.4%	0.1%	0.01%	5.6%
<i>contributo % NO wd ILVA+parchi</i>	2%	3%	2%	6%	4%	14%	15%	4%	1%	20%
<i>contributo % wd/Nowd mod solo parchi ILVA</i>	-100%	1566%	1434%	-96%	-31%	622%	1836%	1763%	-100%	932%
<i>contributo % wd/Nowd mod ILVA+parchi</i>	-96%	96%	72%	-94%	-64%	81%	157%	46%	-100%	263%

Durante i WD verificatisi nel 2016 le emissioni di ILVA hanno determinato in media un impatto maggiore¹⁷ nella postazione Tamburi (56%), seguita dalle centraline di via Machiavelli (36%) e di via Archimede (24%). Nelle stesse centraline le sole emissioni dai parchi contribuiscono rispettivamente per il 44%, 25% e 12%. D'altro canto, come atteso, l'impatto sulle postazioni Statte e Massafra, poste a nord rispetto al siderurgico, è praticamente nullo nei giorni di WD.

Nei giorni NON identificati quali WD¹⁸ il contributo medio di ILVA resta il più elevato (14-20%) presso le centraline del quartiere Tamburi, riducendosi però rispetto ai WD, sia in termini di emissioni complessive ILVA che dei soli parchi.

In particolare rispetto ai NON wind days il contributo medio¹⁹ nei WD delle emissioni relative ai soli parchi è 9 volte superiori nella centralina Tamburi e fino a quasi 20 volte superiore nella centralina di via Machiavelli. Nelle postazioni di Paolo VI, SS7 Wind, Statte e Massafra l'impatto prodotto da ILVA, totale e relativo ai soli parchi, aumenta, di poco in termini assoluti, nei giorni di NON wind days.

In figura 29 si mostrano per il PM₁₀ in corrispondenza di ogni WD verificatosi nel 2016 le concentrazioni medie giornaliere misurate presso le postazioni Tamburi, Via Machiavelli e Via Archimede ed il contributo medio giornaliero primario di ILVA (sia complessivo che riferito alle sole emissioni dai parchi) previsto dal modello lagrangiano.

¹⁷ Tale impatto viene calcolato come rapporto, espresso in termini percentuali, tra la concentrazione modellata e la concentrazione misurata relativi alla stessa postazione di monitoraggio.

¹⁸ Ovvero nei 333 giorni rimanenti del 2016.

¹⁹ Tale contributo viene calcolata in termini percentuali come (concentrazione media WD - concentrazione media NON WD)/concentrazione media NON WD.

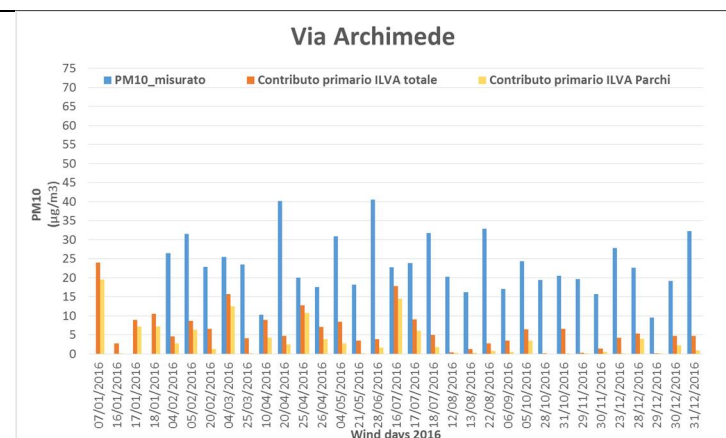
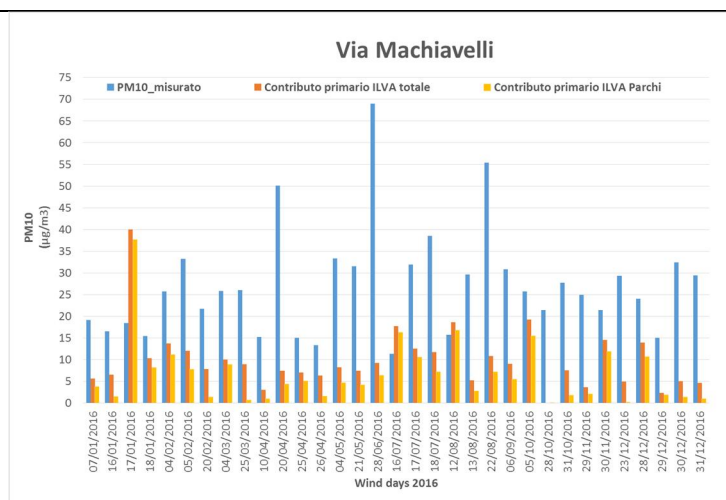
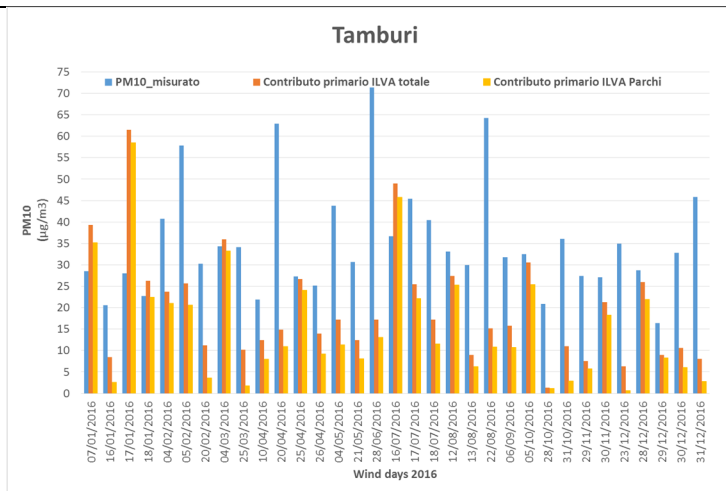


Fig. 29 Confronto tra le concentrazioni medie giornaliere misurate a Tamburi, Via Machiavelli e Via Archimede ed il contributo primario di ILVA (complessivo e dei soli parchi).

In Figura 30 si mostrano per il PM_{2.5} le mappe della concentrazione media annuale e della concentrazione media nei soli WD simulate considerando tutte le sorgenti dell'impianto siderurgico ILVA, inclusi i parchi. Viene inoltre mostrata la mappa della concentrazione media di PM_{2.5} riferita alle sole emissioni dei parchi. In Tabella 5 si mostrano i relativi contributi industriali rispetto ai dati medi misurati presso le centraline di monitoraggio.

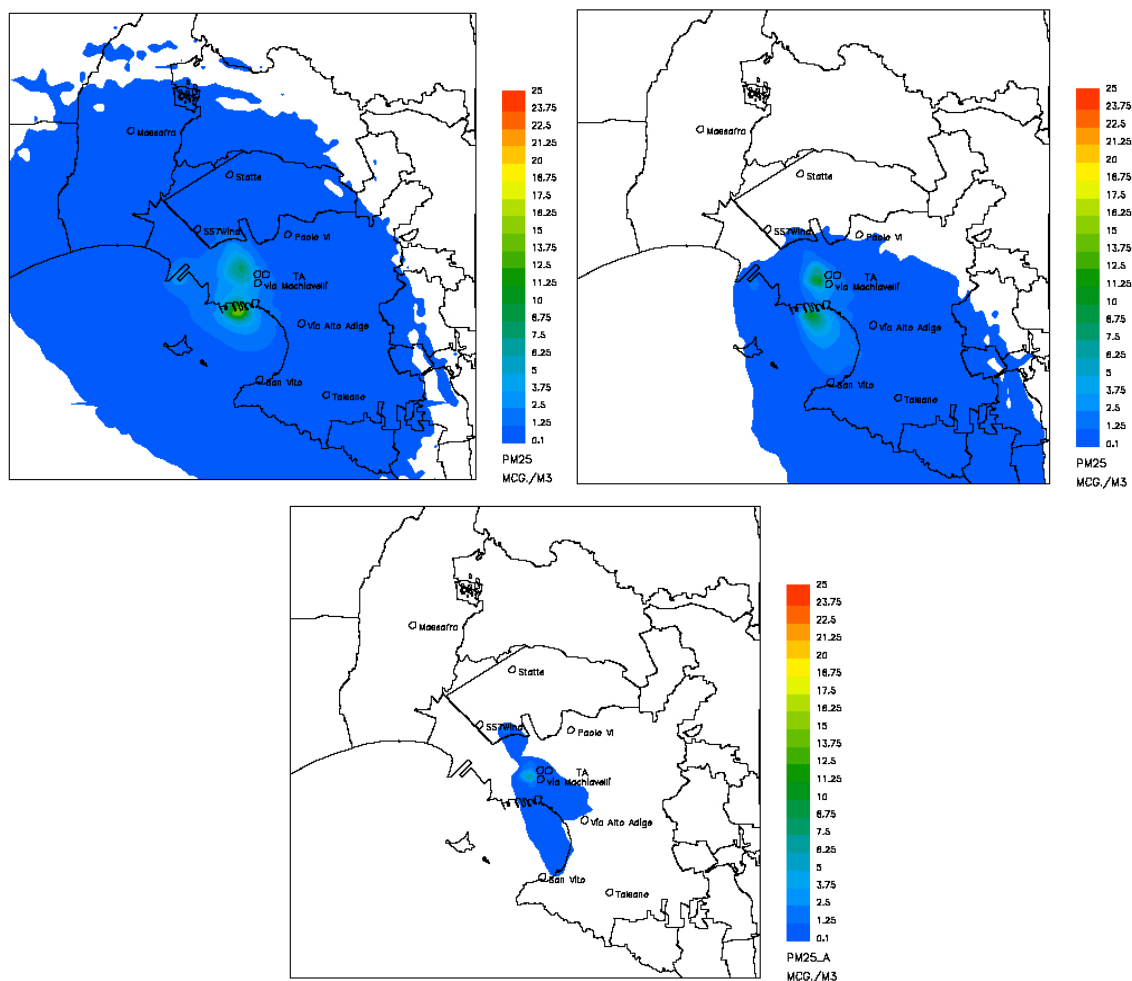


Figura 30: Mappa delle concentrazioni modellate di PM_{2.5} prodotte da ILVA , annuale , come media sui wind days del 2016 e PM_{2.5} prodotto dai soli parchi nei wd

Tabella 5: confronto tra concentrazioni misurate e modellate di PM_{2.5} nelle postazioni di monitoraggio, relativo alle medie annuali, alle medie nei giorni di WD e alle medie nei giorni di NO WD, con relativo contributo percentuale

	Paolo_VI	via Archimede	via Machiavelli	via Adige	Tamburi
<i>conc annuale mis (µg/m3)</i>	9.6	12.5	13.8	12.0	14.7
<i>conc annuale mod solo parchi ILVA (µg/m3)</i>	0.02	0.09	0.1	0.007	0.4
<i>conc annuale mod ILVA+parchi (µg/m3)</i>	0.4	2.3	3.1	0.6	3.7
<i>contributo % solo parchi ILVA</i>	0.2%	0.7%	1.0%	0.1%	2.7%
<i>contributo % ILVA+parchi</i>	4%	18%	22%	5%	25%
<i>conc wd mis (µg/m3)</i>	6.3	12.7	13.3	9.0	18.4
<i>conc wd mod solo parchi ILVA (µg/m3)</i>	0.02	0.43	0.96	0.05	2.29
<i>conc wd mod ILVA+parchi (µg/m3)</i>	0.13	2.59	3.51	0.67	5.61
<i>contributo % wd solo parchi ILVA</i>	0.2%	3%	7%	0.6%	12%
<i>contributo % wd ILVA+parchi</i>	2%	20%	26%	7%	31%
<i>conc NO wd mis (µg/m3)</i>	10.0	12.5	13.9	12.3	14.3
<i>conc NO wd mod solo parchi ILVA (µg/m3)</i>	0.02	0.06	0.05	0.003	0.21
<i>conc NO wd mod ILVA+parchi (µg/m3)</i>	0.45	2.28	3.05	0.63	3.48
<i>contributo % NO wd solo parchi ILVA</i>	0.2%	0.5%	0.4%	0.02%	1.5%
<i>contributo % NO wd ILVA+parchi</i>	5%	18%	22%	5%	24%
<i>contributo % wd/Nowd mod solo parchi ILVA</i>	-28%	667%	1879%	1795%	970%
<i>contributo % wd/Nowd mod ILVA+parchi</i>	-72%	14%	15%	6%	61%

Come atteso, in media durante i WD il contributo medio delle emissioni eoliche dei parchi è per il PM_{2.5} inferiore rispetto al PM₁₀.

Relativamente al Benzo(a)pirene, la Figura 31 mostra le mappe della concentrazione media riferita all'intero anno 2016 e ai soli WD, ottenute considerando tutte le sorgenti dell'impianto siderurgico ILVA. Come atteso, le due mappe sono caratterizzate da distribuzioni spaziali molto diverse a causa delle diverse condizioni anemologiche cui fanno riferimento. L'area di massima ricaduta, simulata sull'intero anno, ricade sulla cokeria, mentre nei giorni di WD si allunga anche a sud-est, interessando l'area urbana di Taranto.

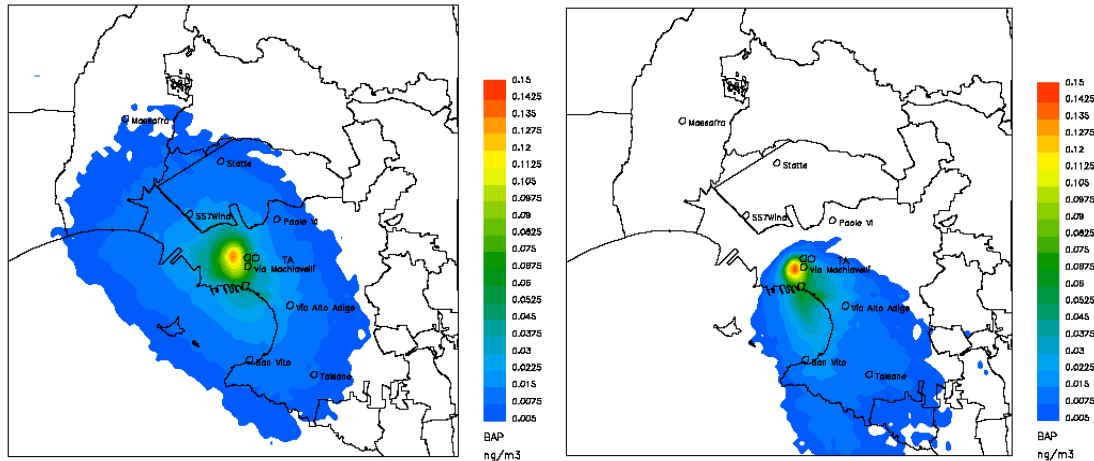


Figura 31: Mappa delle concentrazioni modellate di B(a)P prodotte da ILVA (sx) annuale e (dx) solo wind days del 2016

In Tabella 6 sono riportate le concentrazioni medie modellate di BaP, prodotte dalle emissioni ILVA, durante i WD verificatisi nel corso del 2016 presso la postazione di fondo sita a Talsano e le tre centraline del quartiere Tamburi. Non essendo disponibili per il 2016 le misure di BaP su base giornaliera, non è possibile calcolare il contributo industriale durante i WD ed i restanti giorni (NON WD).

Se si confrontano per i WD e NON WD i valori medi modellati presso le suddette postazioni di monitoraggio, è possibile notare come la postazione di via Machiavelli, sebbene presenti valori assoluti inferiori rispetto alla postazione Tamburi, risenta maggiormente dell'effetto di trasporto legato ai WD. Talsano, seppur con valori modellati molto bassi, vede un incremento delle concentrazioni di BaP nei giorni di WD del 29% rispetto al valore medio calcolato sui NO wind days.

Tabella 6: concentrazione media modellata di BaP nei giorni di WD, nei giorni di non WD e annuale, e contributo percentuale dei WD rispetto ai Non WD

	<i>Talsano</i>	<i>Archimede</i>	<i>Machiavelli</i>	<i>Tamburi</i>
<i>conc wd (ng/m3)</i>	0.009	0.066	0.106	0.114
<i>conc no_wd (ng/m3)</i>	0.0075	0.059	0.073	0.088
<i>conc totale annuale (ng/m3)</i>	0.0077	0.060	0.076	0.091
<i>contributo % industriale wd/Nowd</i>	22%	11%	45%	29%

Infine la figura 32 mostra l'andamento sull'anno delle concentrazioni medie giornaliere modellate di BaP nelle postazioni site in via Machiavelli, Tamburi e Talsano. In corrispondenza dei WD (linee verticali rosse) si osserva sempre, nelle postazioni Machiavelli e Tamburi, un incremento delle concentrazioni, anche se i picchi maggiori si registrano nel corso dei NON WD, presumibilmente in quei giorni caratterizzati dal verificarsi di condizioni meteorologiche che favoriscono fenomeni di accumulo degli inquinanti al suolo²⁰.

²⁰ E' ad esempio il caso del 28 gennaio, giorno nel quale il modello prevede a Tamburi il massimo valore giornaliero nell'anno. Dal punto di vista meteorologico sul territorio persiste un quadro meteorologico di stabilità per la presenza di un robusto anticiclone.

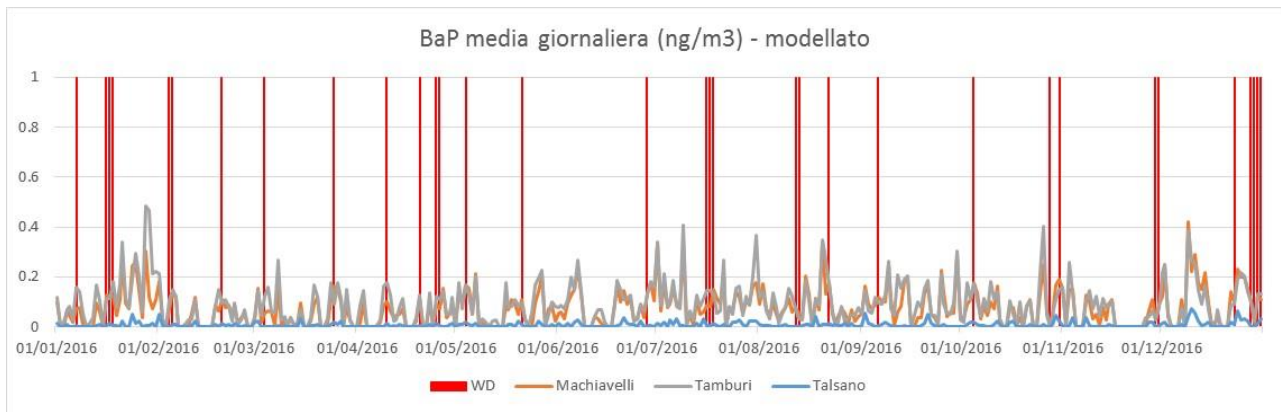


Figura 32: Profilo medio giornaliero modellato per il BaP per il 2016 nelle postazioni di via Machiavelli, Tamburi e Talsano, con indicazione dei giorni di WD.

CONCLUSIONI

Relativamente all'anno meteorologico 2016 sono state condotte alcune simulazioni con il modello lagrangiano a particelle SPRAY per stimare in provincia di Taranto ad una risoluzione di 500m le concentrazioni di NO_x, SO₂, CO, COVNM, C₆H₆, PM₁₀, PM_{2.5} e B(a)P prodotte sia dall'insieme di tutte le sorgenti industriali portuali e marittime tarantine che dalle sole emissioni ILVA.

Per ogni suddetto inquinante è stata identificata per il 2016 l'area di massima ricaduta prodotta dalle emissioni dirette attraverso la predisposizione di mappe modellistiche al suolo di opportuni indicatori statistici. Tali mappe evidenziano, a seconda della specie simulata, come la corrispondente distribuzione spaziale sia influenzata dalle direzioni prevalenti del vento oltre che dalle varie tipologie di sorgenti emmissive. Per gli inquinanti SO₂, PM₁₀, PM_{2.5}, benzene e BaP, per i quali il D. Lgs 155/2010 è stato condotto un confronto tra gli indicatori statistici prescritti dal D. Lgvo 155/2010 ed i corrispondenti valori limite, dal quale non emergono non conformità in aria ambiente, ascrivibili ai soli meccanismi di trasporto e dispersione delle emissioni considerate.

Sono stati inoltre stimati su base annuale per gli inquinanti NO_x, SO₂, PM₁₀, PM_{2.5}, benzene e BaP monitorati dalle centraline di qualità dell'aria, ubicate in provincia di Taranto, i contributi primari medi prodotti sia dalle emissioni dello stabilimento ILVA che dall'intero contesto emissivo industriale, portuale e marittimo tarantino.

Infine, è stata condotta una specifica analisi che ha permesso di quantificare il contributo industriale primario diretto di ILVA per le specie PM₁₀, PM_{2.5}, e BaP durante i wind days verificatisi nel corso del 2016.

Bari, 12/06/2018

Simulazioni con modello lagrangiano a particelle, predisposizione mappe e analisi dei risultati a cura di:
Dott.ssa Annalisa Tanzarella

P.O. Emissioni

Dott.ssa Angela Morabito

Il Direttore del Centro Regionale Aria

Dott. Roberto Giua

