

c.a. Direzione Scientifica

p.c.

DAP -BR

STGE

Ufficio QA- LE-BR-TA del CRA

Oggetto: Valutazione modellistica dell'impatto prodotto dagli eventi di accensione della torcia RV101C dello stabilimento Versalis (BR) in data 21-22 novembre 2019 e 30 novembre – 1 dicembre 2019

Con la nota prot. n.80154 del 7/11/2019 la società Versalis S.p.A. ha comunicato l'avvio, a partire dal 15/11/2019, delle fasi di fermata degli impianti produttivi dello stabilimento di Brindisi per la indisponibilità del vapore a seguito della fermata dei Cicli Combinati di Enipower a causa dell'interruzione della fornitura di metano da parte di SNAM Rete Gas¹ nelle giornate del 22 e 23 Novembre. Nella stessa comunicazione Versalis ha indicato quale lasso di tempo per il riavvio dei propri impianti produttivi il periodo compreso tra fine novembre ed inizio dicembre, precisando che le fasi di fermata e riavvio degli impianti sarebbero state eseguite assicurando il mantenimento dei dispositivi di controllo e dei sistemi di sicurezza, quali le torce di stabilimento, e che durante il periodo di indisponibilità del vapore allo stabilimento l'eventuale attivazione dei sistemi di torcia non sarebbe stata assistita con vapore.

Con la relazione dal titolo "Report valutazione della qualità dell'aria a Brindisi 18 Novembre – 9 Dicembre", inviata agli enti competenti con la nota prot. n.87687 del 5/12/2019, e la successiva nota prot. n.91535 del 19/12/2019, l'Ufficio di Qualità dell'aria delle province di Brindisi, Lecce e

¹ Tale interruzione della fornitura del metano, prevista per le giornate del 22 e 23 Novembre, era necessaria per consentire alla stessa SNAM Rete Gas di effettuare, sul metanodotto di alimentazione esterno allo Stabilimento, la rimozione del vincolo di interferenza con la realizzazione di un nuovo tracciato ferroviario.

Taranto del CRA di Arpa Puglia ha condotto un'analisi, per il periodo 18 Novembre 2019 – 9 Dicembre 2019, dei dati misurati dalle postazioni di monitoraggio di qualità dell'aria della rete ARPA, ubicate presso il comune di Brindisi (Figura 1). I risultati delle elaborazioni hanno evidenziato la presenza, nel periodo in esame, di alcuni significativi innalzamenti delle concentrazioni orarie di benzene (ad esempio in data 19/11/2019, 22/11/2019, 25/11/2019, 26/11/2019 e 1/12/2019) e di N.1 superamento del valore limite giornaliero prescritto per il PM10 dal D. Lgs. n.155/2010 presso la centralina Casale in data 22/11/2019. L'analisi anemologica, condotta con i dati di intensità e direzione del vento, misurati il 22/11/2019 ed il 1/12/2019 a 10m dal suolo presso la centralina SISRI, ha mostrato una possibile concomitanza tra i valori elevati delle concentrazioni orarie di benzene² e orarie/biorarie di PM10 e la presenza di venti provenienti da quadranti che ponevano le centraline sottovento alle emissioni dello stabilimento petrolchimico. Si è ritenuto quindi verosimile attribuire tali incrementi anomali in concentrazione ai diversi eventi di attivazione dei sistemi di torcia in uso a Versalis, avvenuti nel periodo compreso tra il 18/11/2019 e l'8/12/2019.



Figura 1: Localizzazione delle centraline di monitoraggio della Rete Regionale di Qualità dell'Aria

² I valori di benzene superiori al toluene consentono di escludere quale sorgente prevalente il traffico stradale urbano.

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica

Centro Regionale Aria

Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
e-mail: aria@arpa.puglia.it

Al fine di acquisire ulteriori elementi conoscitivi utili alla comprensione delle cause che hanno potuto determinare i fenomeni di inquinamento rilevati dalle centraline di monitoraggio, è stato chiesto all'Ufficio di Modellistica del CRA di condurre specifiche simulazioni con il modello di dispersione SPRAY relativamente agli eventi di accensione della torcia RV101C, verificatisi in particolare nelle date 21-22/11/2019 e 30/11-1/12/2019. Tenuto conto che per i suddetti eventi non risultavano disponibili la stessa tipologia di dati e di informazioni³, la caratterizzazione della sorgente emissiva è avvenuta in modo differente, con un diverso livello di dettaglio ed accuratezza. Per tale motivo le simulazioni condotte hanno avuto diverse finalità:

a) relativamente all'evento di accensione, verificatosi in data 21-22/11/2019, l'obiettivo della simulazione è stato di ricostruire l'area di impatto delle emissioni prodotte dall'accensione della torcia RV101C, così da valutare se queste abbiano potuto contribuire al superamento del valore limite giornaliero riscontrato per il PM10 presso alcune centraline;

b) relativamente all'evento di accensione, verificatosi in data 30/11-1/12/2019, l'obiettivo della simulazione è stato: 1) valutare l'area di impatto, così da stabilire se le emissioni prodotte dall'attivazione della torcia abbiano potuto contribuire all'incremento significativo delle concentrazioni orarie di benzene presso alcune centraline; 2) stimare le concentrazioni di benzene nell'ipotesi che l'efficienza della torcia fosse pari a quella dichiarata dal gestore (ovvero 99%).

La relazione è quindi così organizzata: dopo una descrizione degli eventi in esame e dei dati meteorologici e di qualità dell'aria, misurati dalle centraline di monitoraggio, viene fornita, per i due eventi, una descrizione specifica della torcia in termini sia di caratteristiche geometriche e termodinamiche che in termini di stime emissive. Successivamente verrà descritto il sistema modellistico utilizzato, le simulazioni effettuate ed i risultati conseguiti.

³ Solo per l'evento di accensione torcia verificatasi tra il 30nov e 1dic 2019 risultava nota la composizione del gas in torcia. Per l'evento 21-22 novembre questa informazione non era disponibile.

Caso studio 21-22/11/2019

In data 22/11/2019 sono pervenute ad Arpa Puglia diverse segnalazioni con immagini fotografiche che mostravano i fumi, visibili e di colorazione molto scura, emessi dalla torcia RV101C⁴. Come riportato nel verbale di sopralluogo e constatazione di ARPA Puglia (N. Prot. 84898 del 25/11/2019), nella suddetta data si era verificata l'attivazione della torcia RV101C a causa della fermata generale dello stabilimento petrolchimico di Brindisi per indisponibilità di vapore, come comunicato dalla società Versalis nella già citata nota N. Prot. 80154 del 7/11/2019, a seguito della fermata dei Cicli Combinati di Enipower, società deputata alla produzione di vapore ed energia elettrica per l'intera area del petrolchimico di Brindisi. La società Enipower aveva fermato i propri Cicli Combinati a causa dell'interruzione della fornitura di metano da parte di SNAM Rete Gas. Nel corso del sopralluogo di Arpa Puglia sono stati visualizzati i dati della portata oraria (con risoluzione temporale al minuto), della pressione e della temperatura del gas inviato al collettore della torcia RV101C. Tali dati sono comunque resi disponibili dall'azienda sul portale WEB, dedicato alla visualizzazione dei dati SME. Non sono stati invece richiesti nel corso del sopralluogo i quantitativi in massa dei componenti della miscela gassosa inviata in torcia, utili a quantificare il potere calorifico associato all'evento ed il conseguente fattore di emissione per la stima delle emissioni di particolato a seguito dell'accensione della torcia⁵.

4

Come indicato nella relazione Arpa Puglia N. Prot. 87687 del 5/12/2019 il monitoraggio della qualità dell'aria presso il comune di Brindisi ha rilevato per il 22/11/2019 un superamento del valore limite giornaliero, prescritto per il PM10 dal D. Lgs. n.155/2010, sia presso la centralina Casale che presso la centralina Costa Diga, la cui ubicazione è stata mostrata in Figura 1.

Al fine di inquadrare e ricostruire in modo adeguato l'evoluzione temporale del fenomeno di inquinamento verificatosi, si riportano nelle figure successive (dalla 2 alla 6) gli andamenti dei dati meteorologici orari misurati presso la centralina SISRI della Rete Regionale della qualità dell'aria

⁴ Tali immagini sono state raccolte nella relazione sugli eventi di accensione torcia predisposta dal CRA (N. Prot. 87687 del 5/12/2019). Purtroppo non sono disponibili gli orari in cui tali immagini sono state acquisite.

⁵ A riguardo è opportuno precisare che in merito al suddetto evento risultava disponibile soltanto la comunicazione DS/19/116/LP_p (prot. ARPA 85783 del 28/11/2019), inviata dal gestore in ottemperanza a quanto prescritto dal punto 11f del paragrafo 9.4.11 del PIC dell'AIA, che riportava i dati relativi alla quantità e qualità del gas inviato in torcia nel periodo compreso tra le ore 18 del 21/11/2019 e le ore 00 del 27/11/2019.

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

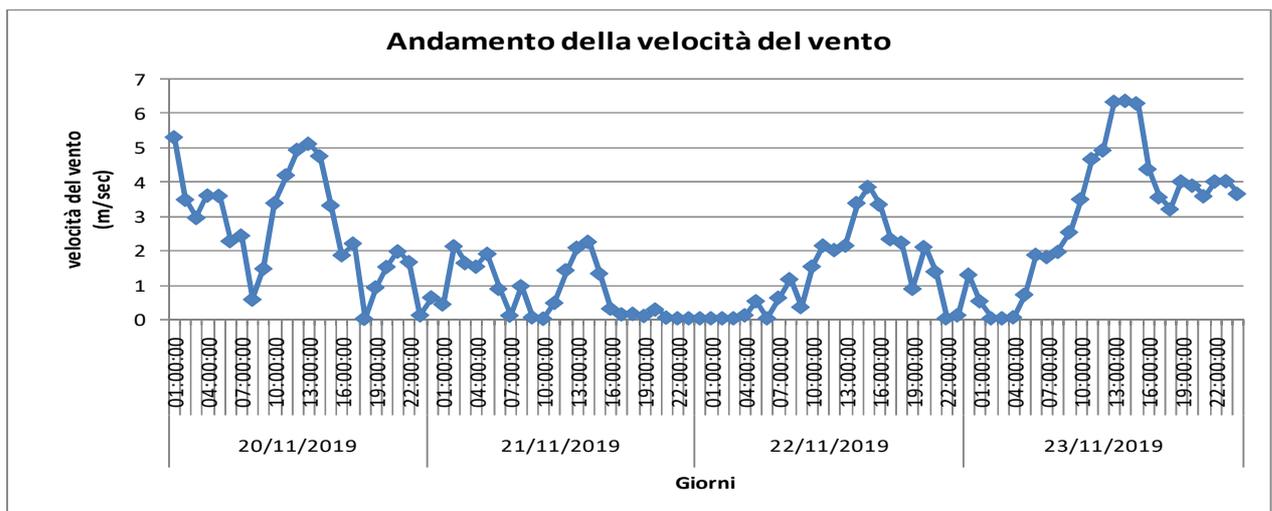
**Direzione Scientifica
Centro Regionale Aria**

Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
e-mail: aria@arpa.puglia.it

(RRQA) tra il 20/11/2020 ed il 23/11/2020, mentre in Figura 7 si mostrano i profili verticali di temperatura, misurati presso la postazione di radiosondaggio dell'Aeronautica Militare di Brindisi (SYNOP-ICAO 16320⁶), alle ore 00UTC (ora locale 01) di ciascun giorno. Successivamente nelle figure 8 e 9 si riportano, rispettivamente, gli andamenti delle concentrazioni biorarie/orarie di PM10, laddove disponibili, e le medie giornaliere misurate dalle centraline della Rete Regionale ubicate a Brindisi.



Figura 2: Andamento della direzione del vento dal 20/11 al 23/11 misurata dalla postazione SISRI



⁶ Avente coordinate LAT 40.6577° e LON 17.9516°

Figura 3: Andamento della velocità del vento dal 20/11 al 23/11 misurata dalla postazione SISRI

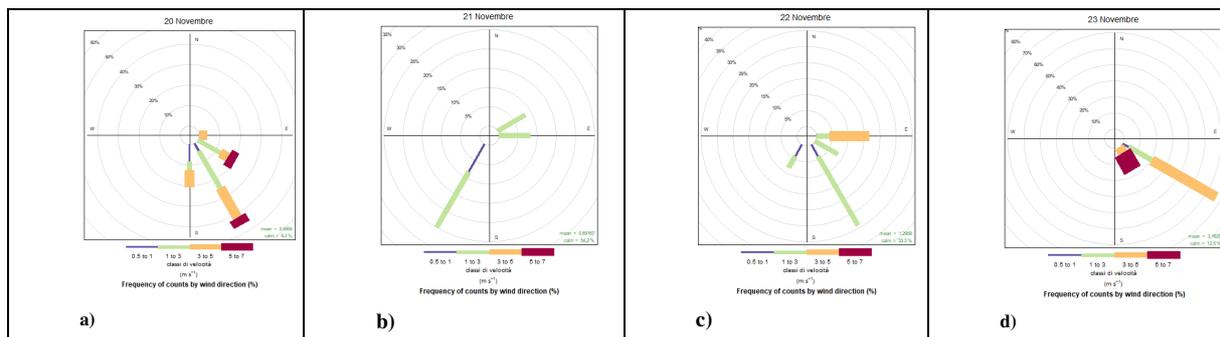


Figura 4: Rosa dei venti giornaliera per il 20 Novembre (a), 21 Novembre (b), 22 Novembre (c), 23 Novembre (d) elaborata a partire dai dati anemologici misurati dalla postazione SISRI .

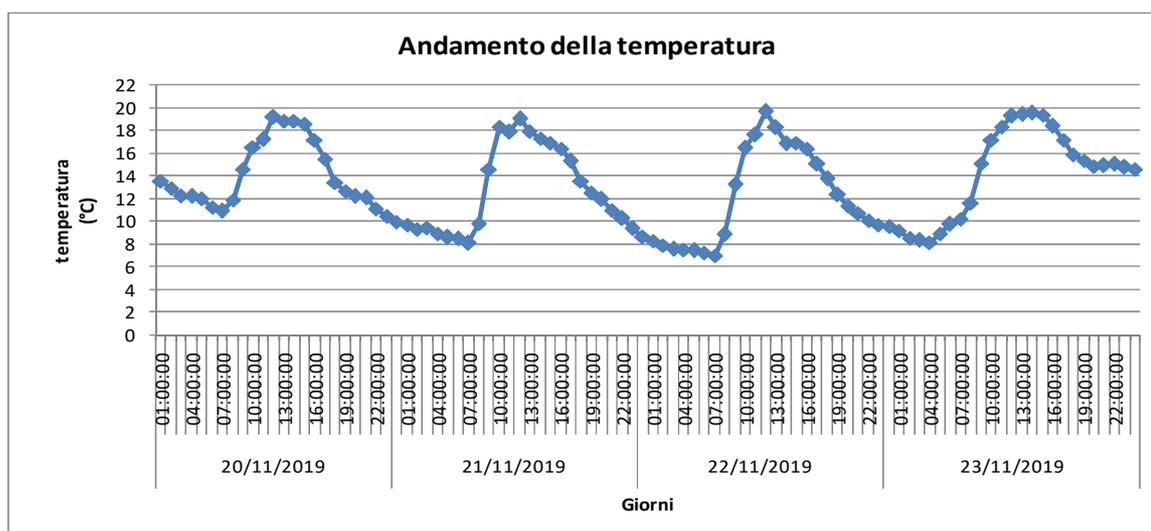


Figura 5: Andamento della temperatura dal 20/11 al 23/11 misurata dalla postazione SISRI

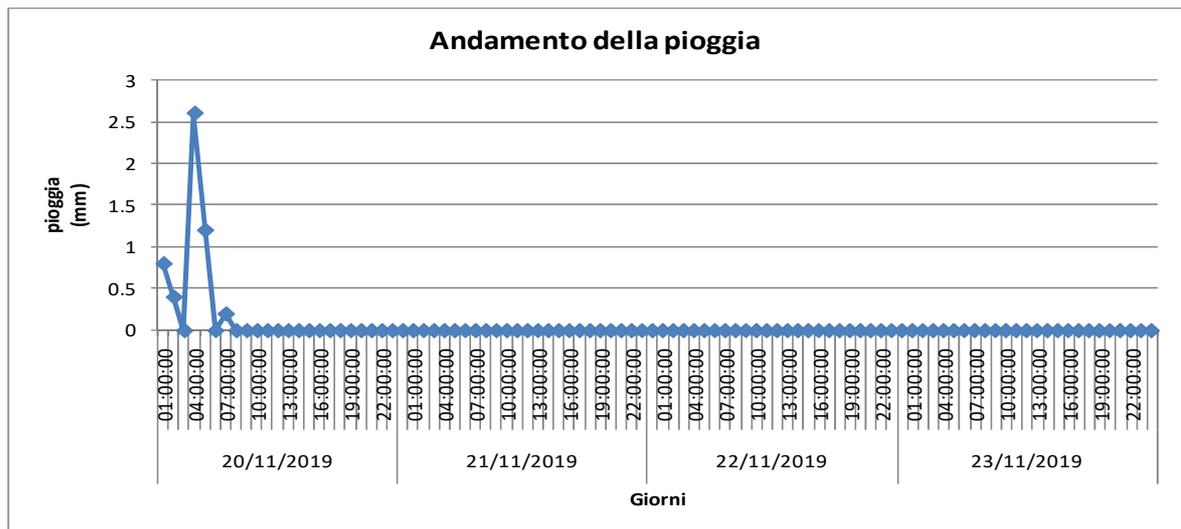


Figura 6: Andamento della pioggia oraria cumulata dal 20/11 al 23/11 misurata dalla postazione SISRI

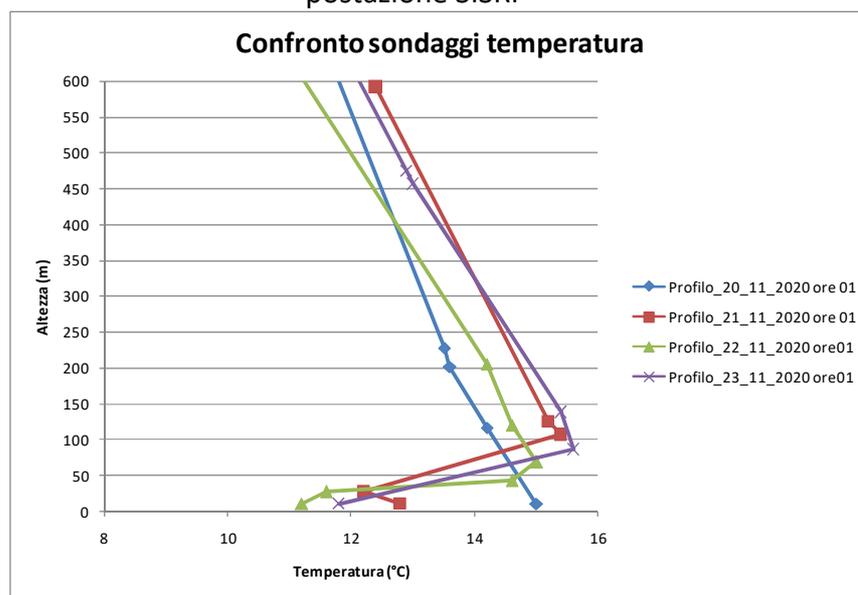


Figura 7: Sondaggi di temperatura condotti dall'Aeronautica Militare alle ore 00 UTC (ora locale 01)

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
 Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
 www.arpa.puglia.it
 C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica

Centro Regionale Aria

Corso Trieste 27, 70126 Bari
 Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
 e-mail: aria@arpa.puglia.it

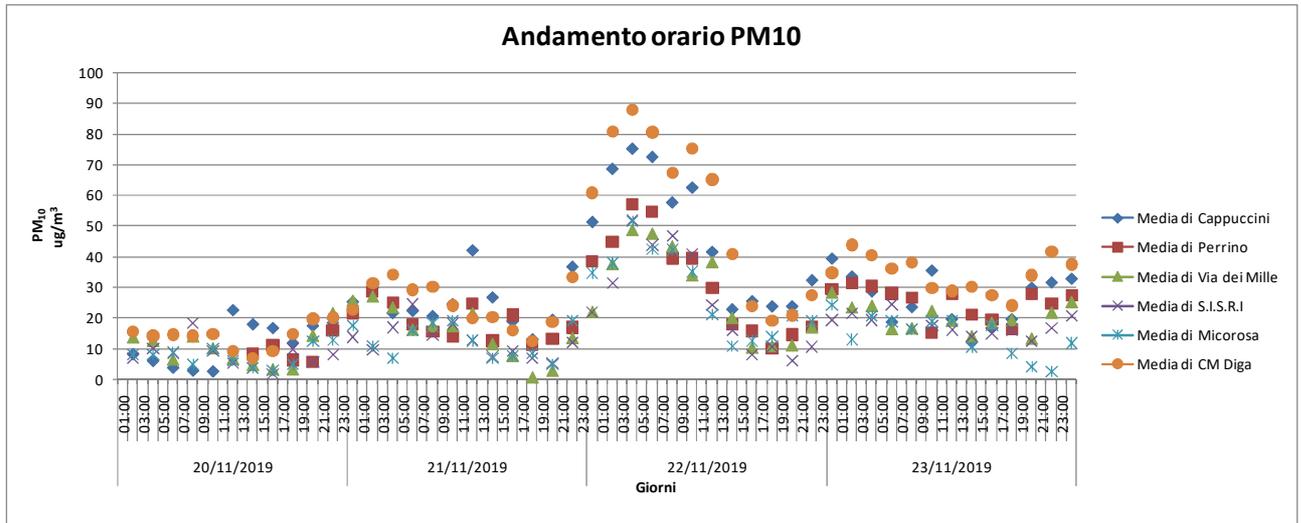


Figura 8: Andamento della concentrazione bioraria del PM10 dal 20/11 al 23/11 misurata dalle postazioni RRQA e dal laboratorio mobile sito a Micorosa

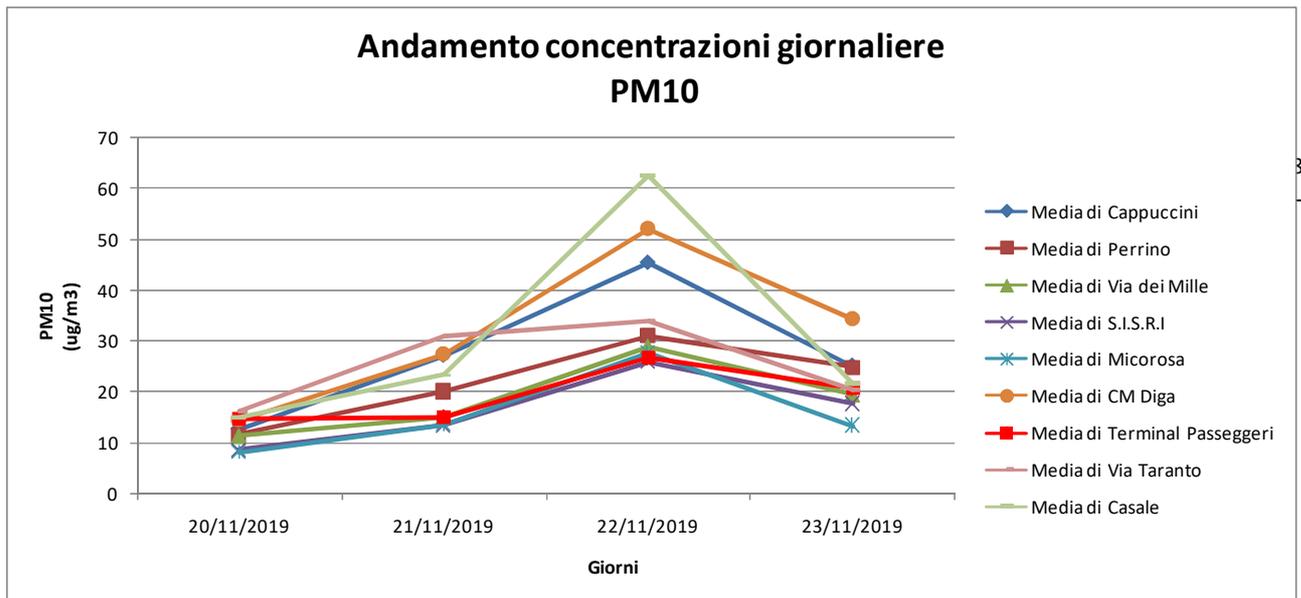


Figura 9: Andamento delle concentrazioni medie giornaliere di PM10 dal 20/11 al 23/11 misurata nel comune di Brindisi presso le postazioni della RRQA e dal laboratorio mobile sito a Micorosa.

Dal punto di vista meteorologico, il periodo in esame è stato caratterizzato dalla presenza di venti che nella giornata del 20/11 risultano di intensità variabile con direzioni provenienti dal secondo quadrante (Figura 2 e 3 e Figura 4a). La giornata del 20/11 è inoltre caratterizzata nelle

prime ore da un evento piovoso, che determina, per i fenomeni del *rain-out* e del *wash-out*, un generale riallineamento di tutte le concentrazioni biorarie misurate presso le centraline della RRQA di Brindisi, i cui livelli medi giornalieri risultano compresi tra 8.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (presso la postazione Micorosa) e 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (presso la postazione Via Taranto). Nel corso del 21/11 sin dalle prime ore si assiste ad un graduale aumento delle concentrazioni di PM₁₀, cui può aver contribuito la riduzione della velocità del vento, proveniente dai quadranti SE e E, che ha ridotto la capacità di rimescolamento dell'atmosfera (Fig. 3 e 4b). In particolare, a partire dal pomeriggio (ore 16) del 21/11 fino alle ore 06 del 22/11, si rileva una condizione di persistenza di calme di vento, cui corrisponde, a partite dalle ore 20 del 21/11, un incremento progressivo delle concentrazioni biorarie di PM₁₀ (Fig.8), rilevate solo dalle centraline Cappuccini, Perrino, Via dei Mille, Sisri, Micorosa e Costa Morena Diga. Tale incremento di PM₁₀ culmina alle ore 06:00 del 22/11. A tale incremento possono aver contribuito sia emissioni dirette prodotte da sorgenti antropiche, presenti sul territorio, che l'innescarsi di particolari condizioni meteorologiche, come le inversioni termiche in prossimità del suolo, rilevate dai sondaggi meteorologici (Fig. 7) condotti dal Servizio dell'Aeronautica di Brindisi, che indicano una riduzione del volume d'aria nel quale l'inquinante può diluirsi ed un conseguente suo accumulo. Nel corso del 22/11 si registrano le concentrazioni medie giornaliere più elevate, di seguito mostrate sulla mappa (Fig.10).

9



Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

**Direzione Scientifica
Centro Regionale Aria**

Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
e-mail: aria@arpa.puglia.it

Figura 10: Rappresentazione delle concentrazioni medie giornaliere misurate il 22/11/2019

Successivamente, a causa dell'aumento della velocità del vento e dell'altezza dello strato limite per effetto dell'irraggiamento solare, le concentrazioni si sono ridotte⁷ progressivamente per raggiungere un livello minimo alle ore 17 del 22/11/2020⁸. E' utile osservare, comunque, che le concentrazioni medie giornaliere, rilevate il 22/11/2020 presso le diverse centraline di monitoraggio, presentano forte disomogeneità spaziale, con i valori più elevati che si verificano presso le postazioni Costa Morena Diga e Casale, dove si rileva in particolare il superamento del valore limite prescritto per il PM10, e presso la postazione Cappuccini (postazione da traffico).

Nel corso della notte tra il 22/11 ed il 23/11 le concentrazioni subiscono un lieve incremento a causa della riduzione del vento (con una frequenza di accadimento per le calme inferiore rispetto al giorno precedente), per poi stabilizzarsi nel corso della giornata. Le concentrazioni medie giornaliere del 23/11 risultano comunque ampiamente inferiori al valore limite giornaliero prescritto per il PM10.

Caso studio 30/11 - 1 /12/2019

In data 1 Dicembre 2019, come riportato nel verbale di sopralluogo e constatazione di Arpa Puglia (N. Prot. 86757 del 3/12/2019), si è verificata nuovamente l'attivazione della torcia RV101C a causa del riavvio degli impianti dello stabilimento Versalis. Relativamente al suddetto evento l'azienda ha dichiarato che il terminale della torcia RV101C era esercito in condizioni *smokeless* (con immissione di vapore e senza fumosità). A seguito di specifica richiesta di Arpa Puglia effettuata nel corso del sopralluogo, sono stati acquisiti per il periodo di attivazione della torcia, ovvero dal 30/11/2019 alle ore 11 al 1/12/2019 alle ore 19, i dati relativi alla composizione dei gas scaricati durante l'arco temporale di attivazione della torcia con le relative quantità. Dal monitoraggio della qualità dell'aria, condotto dalle centraline della RRQA installate nel comune di Brindisi, sono emersi dei bruschi e significativi incrementi dei livelli di concentrazione oraria di

⁷ Tra le ore 8 e le ore 10 si osserva presso le centraline Costa Morena Diga e Cappuccini un ulteriore massimo relativo.

⁸ E' opportuno ribadire che la non disponibilità presso la centralina Casale di un analizzatore per il PM10 in grado di fornire concentrazioni con una risoluzione oraria/bioraria non consente di conoscere con certezza l'andamento temporale del PM10.

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

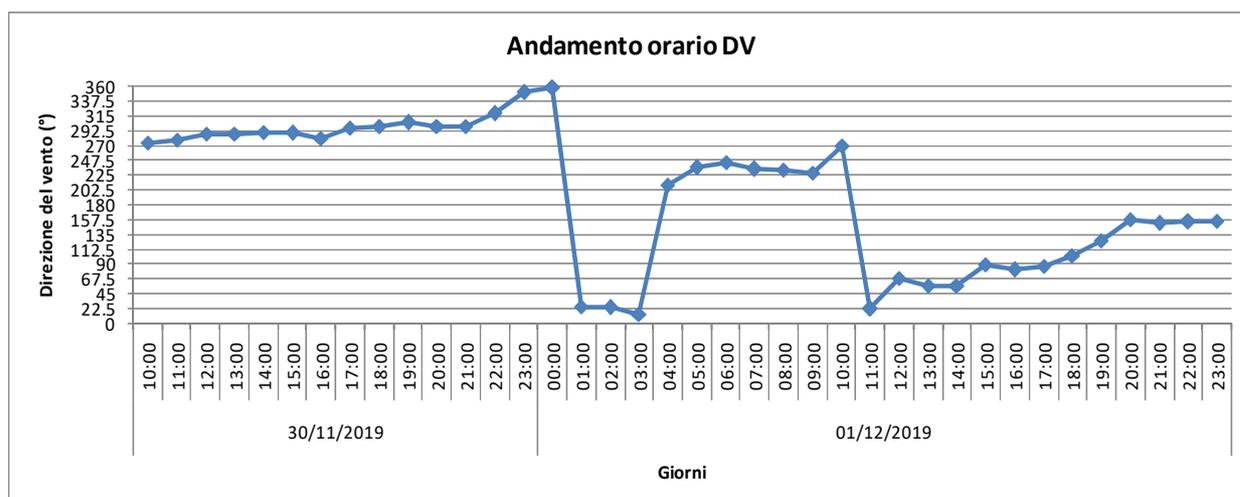
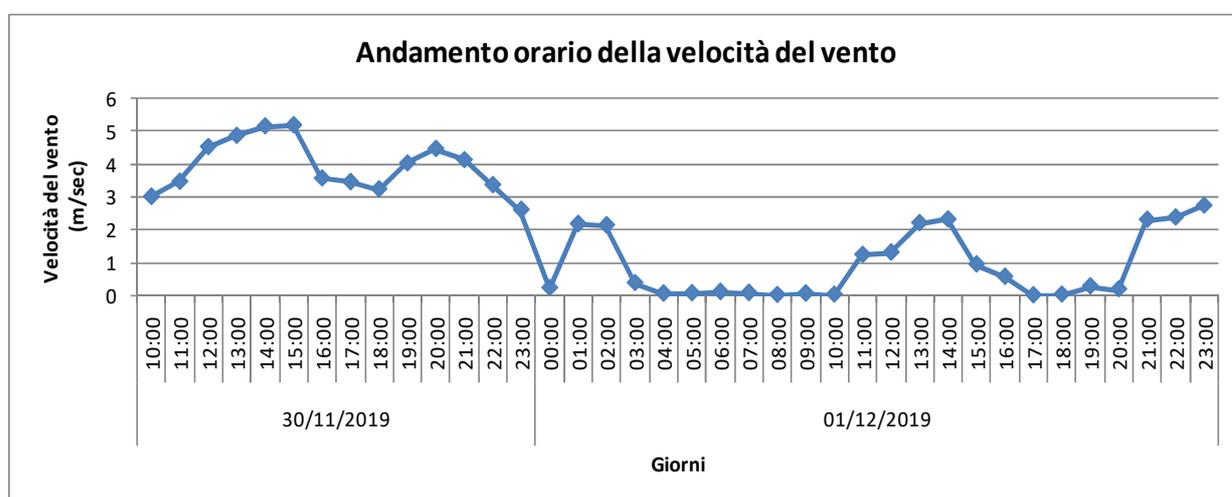
Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

**Direzione Scientifica
Centro Regionale Aria**

Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
e-mail: aria@arpa.puglia.it

benzene, con particolare riferimento alle centraline Terminal Passeggeri, Via Taranto, MM Micorosa e Sisri.

Di seguito (Figura 11) si riportano gli andamenti dei dati anemologici e di temperatura orari misurati presso la centralina SISRI della Rete Regionale della qualità dell'aria (RRQA) tra le ore 10 del 30/11/2019 e le ore del 23 del 1/12/2019.



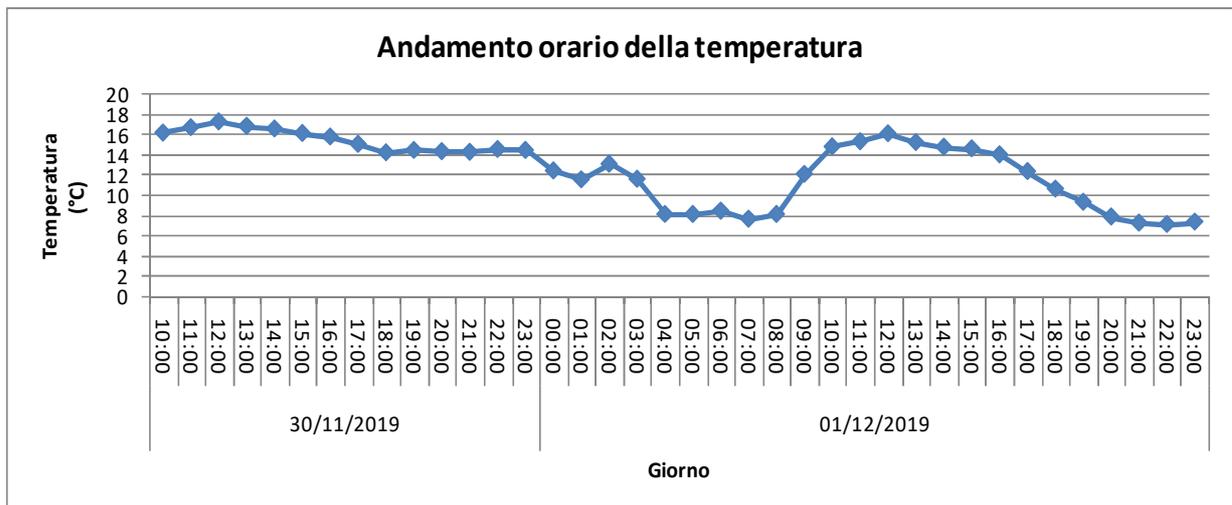
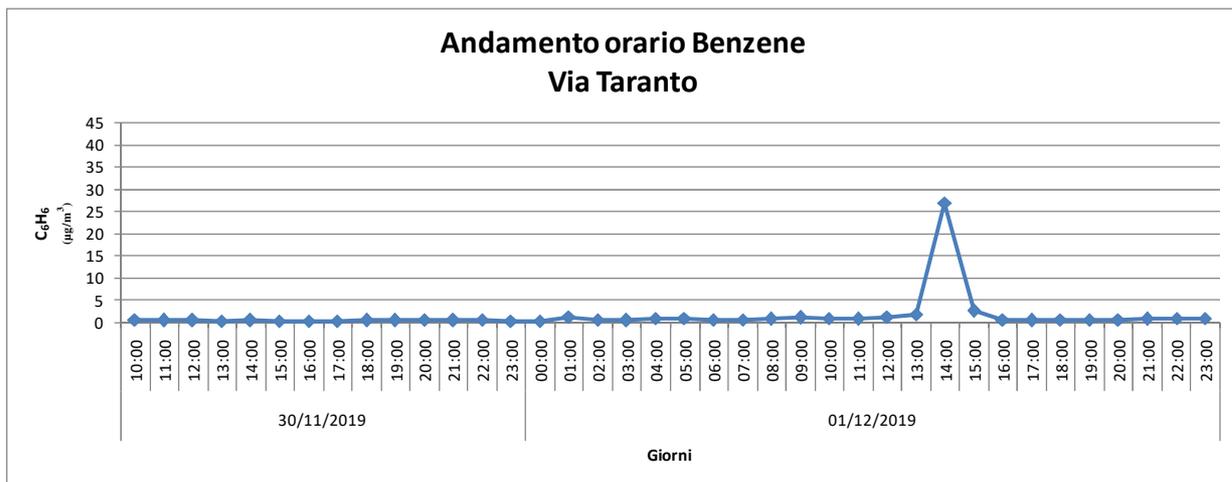
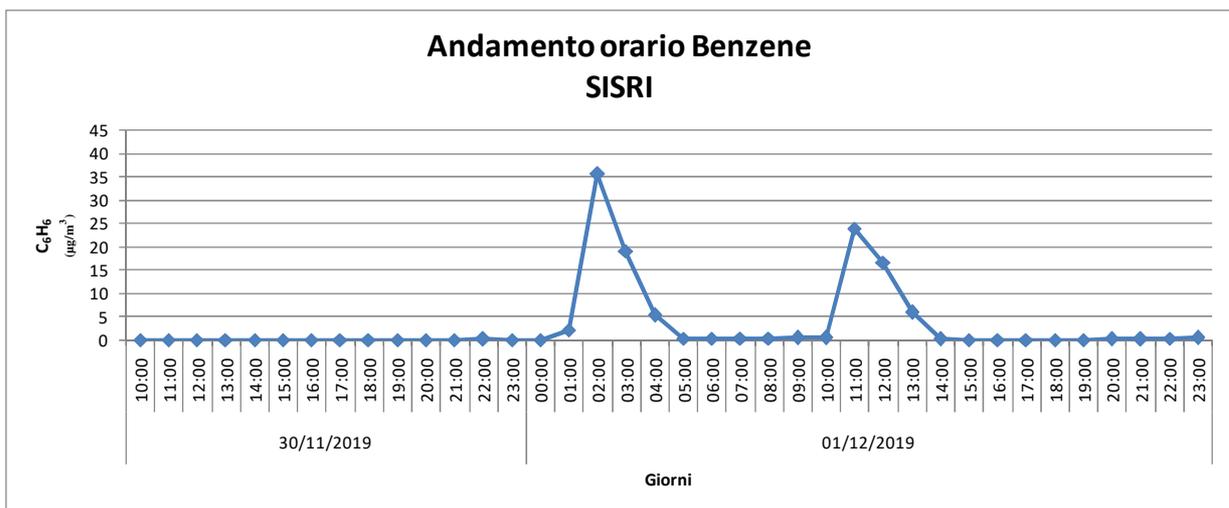
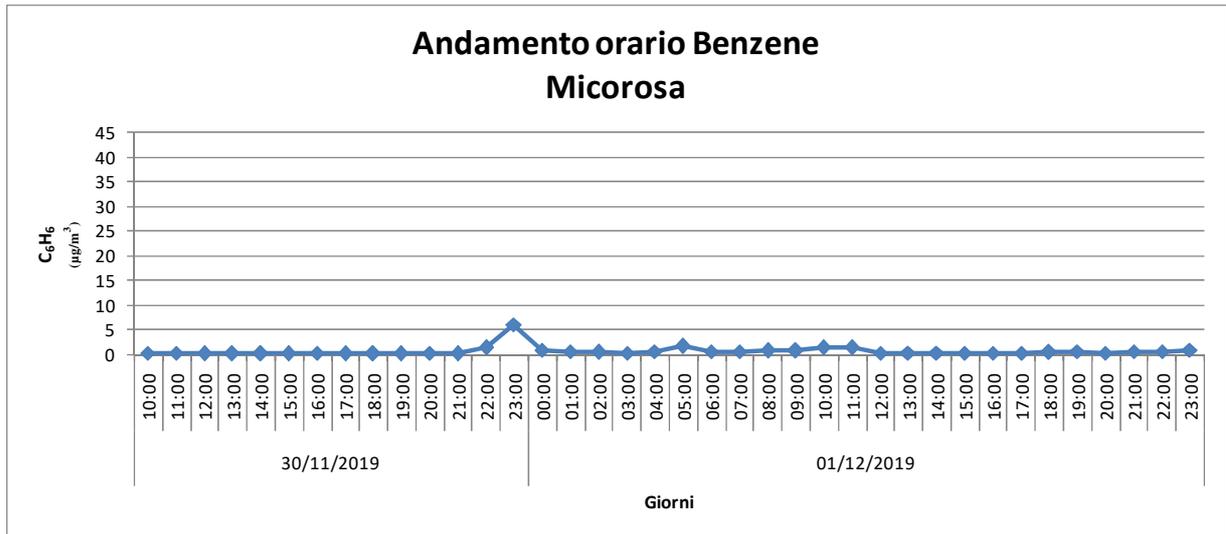


Figura 11. Andamento orario intensità e direzione del vento e temperatura, misurati presso la centralina SISRI

Gli andamenti delle variabili meteorologiche indicano condizioni anemologiche differenti per i giorni 30/11 ed 1/12. Il 30/11 è caratterizzato da una presenza di una forzante sinottica che determina un vento di media intensità, proveniente dal quadrante NO. Il 1/12 è invece caratterizzato da venti diurni poco intensi, che si stabiliscono secondo un regime di brezza, e calme di vento notturne e pomeridiane. Anche per la temperatura si evidenzia per i due giorni in esame un andamento diverso. Nel primo giorno essa subisce poche oscillazioni, nel secondo giorno è più evidente il ciclo diurno. Infine nei giorni in esame non si sono verificate precipitazioni.

Successivamente si riportano gli andamenti orari delle concentrazioni di benzene misurate dalle centraline della Rete Regionale⁹, ubicate nel comune di Brindisi (Figura 12).

⁹ Oltre alle centraline della rete regionale si riporta anche l'andamento del benzene rilevato dal laboratorio mobile della qualità dell'aria ubicato presso la zona industriale di Brindisi presso l'area di Micorosa.



Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
 Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
 www.arpa.puglia.it
 C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica

Centro Regionale Aria

Corso Trieste 27, 70126 Bari
 Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
 e-mail: aria@arpa.puglia.it

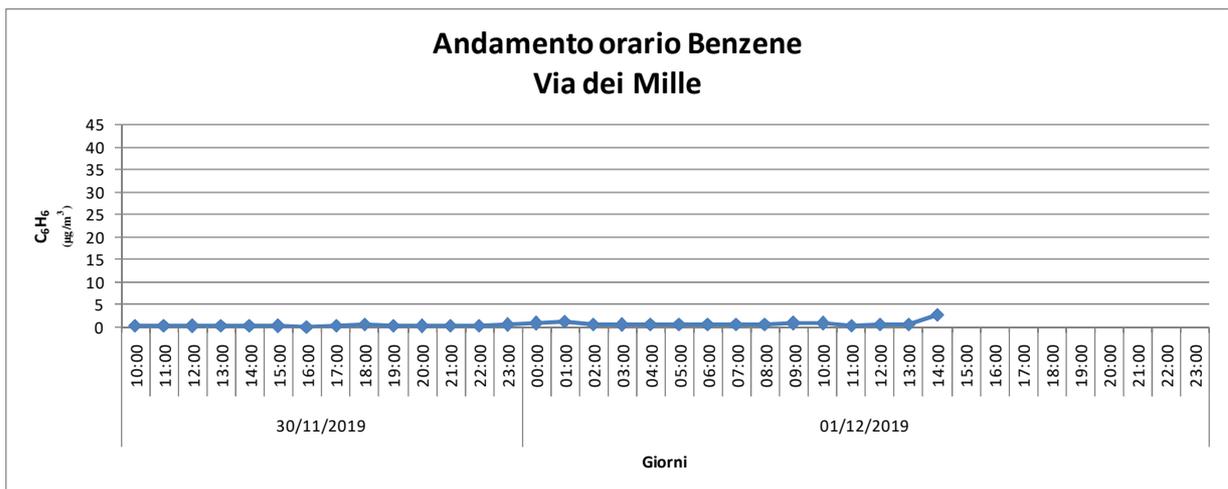
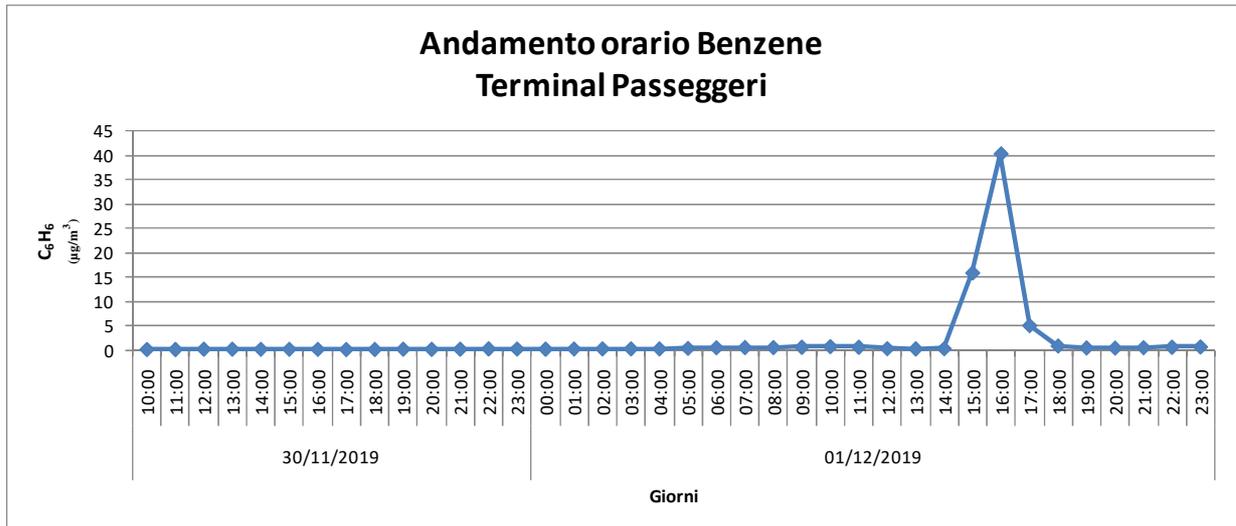


Figura 12. Concentrazioni orarie di benzene, misurate presso le centraline della RRQA

Le misure evidenziano, ad esclusione della centralina di Via dei Mille presso la quale i dati risultano non validi a partire dalle ore 15 dell'1/12/2019, un incremento nelle concentrazioni orarie di benzene, che interessano nella notte tra il 30/11 e l'1/12 in successione il laboratorio mobile sito a Micorosa (6ug/m³ alle ore 23:00), la centralina SISRI (35 ug/m³ alle ore 2:00) e nuovamente Micorosa alle ore 5:00 (2ug/m³). Nel corso della mattina dell'1/12 si osservano incrementi del benzene in corrispondenza della postazione Micorosa alle ore 10 e ore 11 (con

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica

Centro Regionale Aria

Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
e-mail: aria@arpa.puglia.it

valori intorno a 1 ug/m^3) e presso SISRI alle ore 11 (24 ug/m^3) e successivamente in Via Taranto alle ore 14 (27 ug/m^3) e Terminal Passeggeri alle ore 16 (40 ug/m^3).

Simulazioni modellistiche

Dominio di simulazione

Il dominio di studio scelto per simulare l'evento emissivo comprende un'area di estensione pari a $17 \text{ km} \times 12 \text{ km}$, centrato sull'area del petrolchimico di Brindisi, dove è localizzata la sorgente emissiva rappresentata dalla torcia RV101C. Le caratteristiche del dominio, mostrato nella Figura 13, sono riassunte nella Tabella 1.

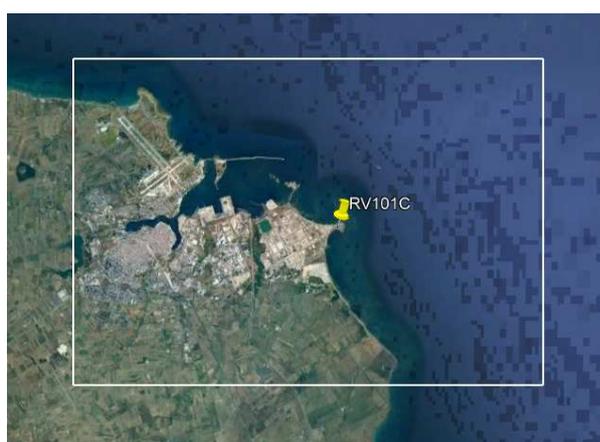


Figura 13: Dominio di simulazione

Tabella 1: Caratteristiche del dominio di simulazione

	Dominio
Estensione	17km x 12km
Risoluzione	200m
Coordinate X, Y del punto SO	UTM33 WGS84 746096m, 4497208m
Numero punti nella direzione X e Y	86x61

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica Centro Regionale Aria

Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
e-mail: aria@arpa.puglia.it

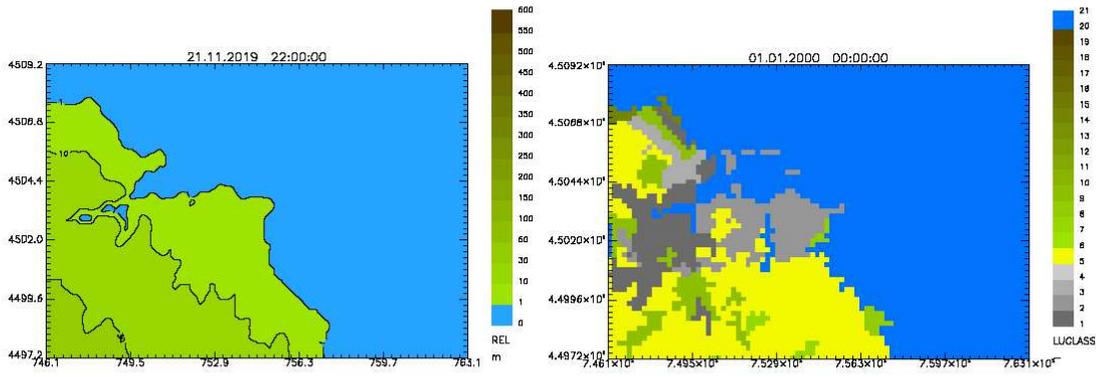


Figura 14: dominio di simulazione con (sx) topografia e (dx) uso del suolo (si veda legenda in basso)

1 = Urban fabric	12 = Mixed forest
2 = Industrial, commercial and transport units	13 = Natural grassland
3 = Airports	14 = Shrubs and heathland
4 = Other artificial surfaces	15 = Beaches, dunes, and sand plains
5 = Arable land (non-irrigated)	16 = Bare rock
6 = Rice fields	17 = Sparsely vegetated areas
7 = Permanent crops	18 = Glaciers and perpetual snow
8 = Pastures	19 = Inland wetlands
9 = Heterogeneous agricultural areas	20 = Coastal wetlands
10 = Broad-leaved forest	21 = Water bodies
11 = Coniferous forest	

Il profilo topografico del dominio di simulazione, riportato a sinistra nella Figura 14, indica che l'area di studio è pressoché pianeggiante. La disomogeneità terra-mare, a causa della presenza della costa, può d'altro canto influenzare il trasporto e la diffusione degli inquinanti in atmosfera, rendendo opportuno l'impiego di un modello di dispersione tridimensionale, come il codice lagrangiano a particelle, SPRAY, adatto a ricostruire, in condizioni meteorologiche complesse, quali quelle che si possono verificare in prossimità di un sito costiero, l'impatto primario su scala locale di emissioni dirette di sostanze inquinanti. Nella figura di destra si riporta la mappa dell'uso del suolo relativa al suddetto dominio. I codici di uso del suolo sono definiti secondo una classificazione a 21 classi, ricavata dalla classificazione standard internazionale CORINE a 44 classi

(EEA Data Service), mediante accorpamento di alcune categorie, secondo la legenda riportata sotto la Figura. Sono evidenti le aree urbane (1=grigio scuro) e le aree industriali (2=grigio).

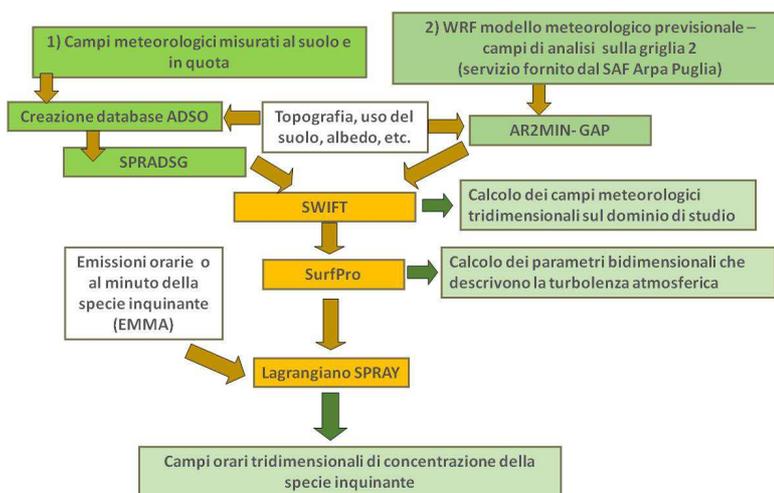
L'estensione verticale del dominio di simulazione, ai fini della ricostruzione meteorologica tridimensionale, è pari a 5000m, con 16 livelli di calcolo espressi in metri sopra l'orografia: 0, 10, 20, 50, 94, 156, 243, 364, 530, 755, 1061, 1471, 2020, 2751, 3720, 5000.

Descrizione del sistema

Per le simulazioni ed il calcolo dei valori di concentrazione al suolo è stata utilizzata la suite di programmi contenuta nel pacchetto ARIA/Industry, costituita dal codice Minerve/Swift per la ricostruzione diagnostica dei campi di vento su terreno complesso, dal codice SurfPro 3.0 per la ricostruzione dei campi di turbolenza e dal modello di dispersione lagrangiano a particelle SPRAY 3.1 (Figura 15). L'insieme dei programmi citati consente di tenere conto in maniera diretta sia dell'orografia che di eventuali disomogeneità del terreno (come ad esempio la presenza dell'interfaccia terra-mare), simulando condizioni meteo-dispersive che presentano variazioni nelle tre dimensioni e nel tempo.

17

Come mostrato nel diagramma di flusso della figura, per le simulazioni degli eventi si sono utilizzate due tipologie differenti di database meteorologico. Nel seguito verranno descritte le procedure con maggiore dettaglio.



Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
 Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
 www.arpa.puglia.it
 C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica Centro Regionale Aria

Corso Trieste 27, 70126 Bari
 Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
 e-mail: aria@arpa.puglia.it

Figura 15: Schema della catena modellistica utilizzata nello studio, con le due opzioni relative al database meteorologico di input

Modello meteorologico diagnostico e micro-meteorologico

Al fine di rappresentare al meglio la meteorologia degli eventi sopra descritti, sono state condotte varie simulazioni.

In particolare, per il caso 30/11-1/12/2019, nel quale si dovevano rappresentare al meglio le concentrazioni al suolo, si è optato per la ricostruzione modellistica condotta a partire dalle analisi meteorologiche, poiché queste ricostruiscono al meglio la stabilità atmosferica rappresentata dai profili verticali della temperatura consentendo di rappresentare in modo più realistico l'entità dell'impatto al suolo. Nel caso 21/11-22/11/2019, per il quale si era interessati a ricostruire l'area di impatto, si è invece considerata la ricostruzione meteorologica effettuata a partire dai dati misurati (sondaggio di Brindisi e centralina SISRI), che ricostruiscono al meglio il campo di vento al suolo ed i relativi profili verticali.

I campi meteorologici di analisi, utilizzati come input al modello diagnostico nell'evento 30/11-1/12/2019, sono quelli forniti dal Servizio Agenti Fisici (SAF) della Direzione Scientifica di ARPA Puglia (www.arpa.puglia.it/web/guest/serviziometeo) e prodotti mediante una catena di analisi con il modello prognostico WRF (Weather Research and Forecasting model).

La catena di analisi è basata sulla tecnica dell'assimilazione di dati a quattro dimensioni (FDDA), che viene utilizzata per creare dataset meteorologici dinamicamente coerenti, da utilizzare a fini retrospettivi. I dati di input al modello alla mesoscala WRF sono quelli elaborati dall'ECMWF *Operational model analysis*, che integra le equazioni con metodi spettrali. La risoluzione di ECMWF è attualmente pari a circa 16 km. La catena modellistica è stata implementata utilizzando la tecnica del *nudging* in modalità analisi su un set nidificato di 3 domini, come in Figura 16. Il dominio 1 copre l'intera regione con una risoluzione di 4 Km (99x79 punti), mentre i domini 2 e 3 sono innestati nel primo dominio in modalità "one way nesting" e hanno una risoluzione di 1 Km. In particolare il dominio 3 è centrato su Brindisi e ha un'estensione orizzontale pari a 68 km x 68 km. I campi di analisi prodotti su tale dominio sono stati utilizzati,

come già detto, per ricostruire la meteorologia dell'evento 30/11-1/12/2019 sul sottodominio scelto per simulare l'evento.

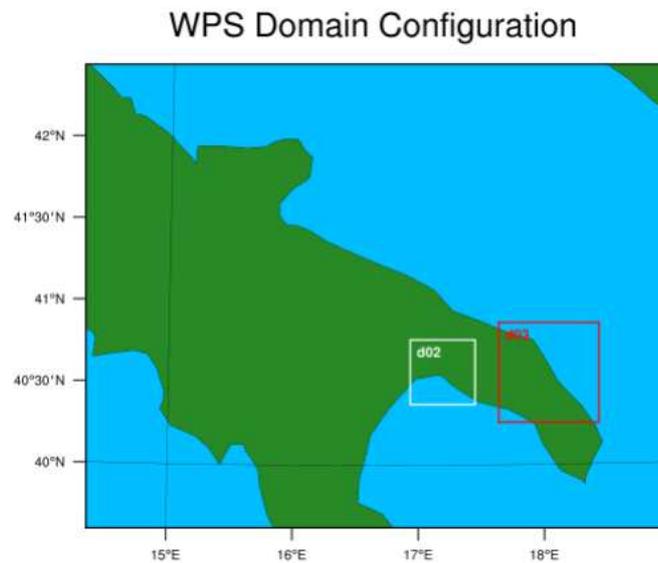


Figura 16: griglie meteorologiche del WRF – catena analisi

Tali campi di analisi sono stati quindi interpolati sul dominio di simulazione tridimensionale attraverso l'applicazione del modulo di interfaccia GAP e successivamente del modello diagnostico Minerve/Swift.

Relativamente al caso 21/11-22/11/2019 è stato utilizzato come database meteorologico di partenza il dato di velocità e direzione del vento, temperatura e radiazione solare misurati al suolo (a 10m) presso la centralina SISRI ed i dati di velocità e direzione del vento e di temperatura, misurati dal radiosondaggio di Brindisi lungo profili verticali, disponibili ogni 12 ore (00 e 12, ora UTC). A partire quindi dal dato orario al suolo e dal dato di profilo ogni 12 ore, è stato ricostruito in un punto corrispondente con la stazione al suolo¹⁰, un profilo orario di velocità e direzione del vento e temperatura¹¹.

¹⁰ Per ogni stazione al suolo viene associata una stazione di profilo.

¹¹ Il dato di vento viene ricostruito ora per ora dalla misura al suolo fino a 100m secondo un profilo "accademico", calcolato internamente dal dato di radiazione, in funzione della stabilità, mentre quello di temperatura viene ripreso direttamente dal radiosondaggio ogni 12 ore. Il profilo di vento sopra i 100m viene determinato dal radiosondaggio e,

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica

Centro Regionale Aria

Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
e-mail: aria@arpa.puglia.it

Entrambe le procedure utilizzano il modello Minerve/Swift per la ricostruzione dei campi tridimensionali di vento e temperatura sul dominio di simulazione scelto e il codice SurfPro per ricostruire le principali variabili che descrivono la turbolenza atmosferica su terreno complesso.

Stima delle emissioni

Le torce rappresentano un fondamentale apparato di sicurezza negli impianti di processamento degli idrocarburi come le raffinerie di petrolio, gli impianti petrolchimici, gli impianti per il trattamento ed il processamento di gas naturale, i serbatoi per il deposito di idrocarburi, ecc. Tramite tali dispositivi vengono distrutti tramite ossidazione termica (combustione) potenziali scarichi di gas idrocarburi, indesiderati o in eccesso, oppure generati durante situazioni di emergenza, di transitorio, di fermata o di avviamento impianti¹². Una torcia è un camino per gas di scarico che presenta una piccola fiamma pilota all'uscita. Il gas di torcia che fluisce dall'uscita del camino è acceso dalla fiamma pilota e bruciato in atmosfera, generando emissione di gas incombusti e prodotti di combustione (gas e particolato). Il plume di inquinanti può essere quindi considerato come un plume caldo e galleggiante.

20

Dal punto di vista modellistico la torcia può essere trattata come una sorgente emissiva puntuale purché si tenga conto dell'altezza della fiamma di torcia nella stima dell'altezza del plume e della riduzione del flusso di galleggiamento per la perdita del calore radiativo nella stima del plume rise.

Nel sistema modellistico Spray utilizzato da Arpa Puglia è implementato un algoritmo per la stima dell'altezza di fiamma in funzione della potenza calorifica prodotta dall'evento [1]. Si precisa che lo stesso algoritmo è stato implementato da EPA nel software TSCREEN[2].

così come per la temperatura, ricostruito, ora per ora mediante una interpolazione nel tempo condotta sui radiosondaggi disponibili.

12 L'utilizzo dei sistemi torcia genera sia una sorgente di emissioni in atmosfera che la combustione di prodotti potenzialmente di valore. Pertanto, al fine di preservare l'efficienza energetica, il loro utilizzo dovrebbe essere limitato il più possibile e ridotto alle situazioni in cui esso sia indispensabile.

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

**Direzione Scientifica
Centro Regionale Aria**

Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
e-mail: aria@arpa.puglia.it

Al fine di valutare le ricadute al suolo degli inquinanti emessi, è stata utilizzata la catena modellistica, incentrata sul codice lagrangiano SPRAY e messa a punto da Arianet© per lo studio di eventi incidentali.

Descrizione della torcia

L'esercizio dell'installazione VERSALIS di Brindisi è autorizzato con AIA con decreto prot. DVR-DEC-2011-0000514 del 16/09/2011 e s.m.i. Con riferimento al sistema torce, tale autorizzazione prevede specifiche prescrizioni al Paragrafo 9.4.1.1 del Parere Istruttorio Conclusivo (PIC) ed al Paragrafo 2.1.2 del Piano di Monitoraggio e Controllo, come aggiornato dal Paragrafo 2.1.2 del Piano di Monitoraggio e Controllo allegato al D.M.332 del 7/12/2017.

La torcia entrata in funzione durante gli eventi descritti in precedenza è la torcia denominata RV101/C, dedicata agli scarichi di emergenza di tutti gli altri impianti della Società Polimeri Europa (Impianto di Cracking [P1CR], serbatoi parco stoccaggio GPL, Molo, impianto produzione butadiene [P30/B], centralina Fuel gas) e della Società EniPower (Turbogas, centrali termoelettriche Nord e Sud). La torcia è inoltre dotata di sistema *smokeless*.

La sua localizzazione è indicata nella Figura 17 e le caratteristiche specifiche in Tabella 2.



Figura 17: Ubicazione della torcia RV101C attivata durante gli eventi

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica

Centro Regionale Aria

Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
e-mail: aria@arpa.puglia.it

Tabella 2: Caratteristiche strutturali delle torce

Sorgente	Altezza/diametro (m/m)	Portata max di progetto (t/a)	Coordinate UTM (m)	Sostanze principali
Torcia RV101C	95/1,5	650	X=75533 0 Y=4503302	Etilene, Propilene, Butilene, Butadiene, Idrogeno, Metano

Al paragrafo 9.4.1.1 del menzionato PIC si prescrive che le “torce dovranno essere utilizzate solo in situazioni d’emergenza e/o nelle fasi di avvio/spegnimento degli impianti a cui sono asservite, devono essere esercitate senza generare emissioni visibili (fumo), indice di elevato contenuto di particolato, mediante l’immissione di vapore, ovvero nelle migliori condizioni smokeless consentite dalla tecnologia, deve essere garantita un’efficienza di rimozione VOC superiore al 98% (o 99%) ed una temperatura minima di combustione superiore a 800°C (o 1000°C) e complessivamente le quantità di idrocarburi scaricati per singola torcia devono porsi come obiettivo il rispetto del range 5-15 Kg/t di etilene su base annua”.

Inoltre, come previsto nel Paragrafo 2.1.2 del Piano di Monitoraggio e Controllo allegato al D.M.332 del 7/12/2017, “i collettori degli sfiati della rete torce devono essere dotati di misuratori di portata in continuo e di analizzatori del contenuto in carbonio del gas inviato alla torcia”.

Infine, a seguito della diffida del MATTM inviata con nota prot. N. DVA-D3-AIA-6704_2019-0039 del 24/06/2019, con la nota N. Prot. DS/19/038/LP_amc del 23/08/2019 (acquisita al protocollo ARPA con n. 60535 del 26/08/2019) Versalis ha comunicato che “a far data 14/08/2019, (...), i dati relativi a portata, pressione e temperatura delle torce RV101A, RV101B, RV101D, RV401, già misurati in continuo, registrati ed archiviati nei nostri sistemi, sono resi disponibili ad ARPA sotto forma di foglio di calcolo consultabile nella cartella dedicata all’interno del portale già disponibile ed attivo per la visualizzazione dei dati acquisiti tramite SME, con trasmissione dei dati con frequenza giornaliera”.

In termini di specie inquinanti l’accensione della torcia determina l’emissione in atmosfera dei prodotti della combustione quali NO, NOx, SOx, CO, Polveri, e dei gas incombusti di miscela. Tali emissioni non sono sottoposte a valori limite di emissione in atmosfera in quanto le torce

costituiscono un sistema di sicurezza a protezione delle apparecchiature di impianto in caso di sovrappressione.

Emissioni evento 30/11-1/12/2019

Per determinare le emissioni di benzene, da intendersi quindi come prodotto incombusto emesso dalla torcia durante l'evento 30/11-1/12/2019, si è partiti dal dato relativo alla quantità dei singoli gas in miscela inviati in torcia.

In Tabella 3 sono indicate le quantità, espresse in tonnellate, dei fluidi gassosi confluiti nella torcia RV101C nel periodo compreso tra le ore 11:00 del 30 novembre e le ore 18 dell'1 dicembre, come indicato nella relazione tecnica prodotta dalla ditta Versalis¹³ a seguito di specifica richiesta di Arpa Puglia nel corso del sopralluogo svolto in data 1/12/2019.

Tabella 3. Sostanze e relativi quantitativi (in tonnellate) della miscela durante l'evento

	ton
idrogeno	5.4
azoto	51.7
ossigeno	0.08
CO	0.09
metano	60.8
C2 totali	166.8
C3 totali	123.5
C4 totali	84.9
C5 totali	36.0
Benzene	75.8
C7 totali	26.0

23

Il quantitativo di gas inviato in torcia durante l'evento, di durata pari a 32 ore, è risultato pari a 631 ton.

A partire dalla massa, considerando le rispettive densità degli inquinanti presenti in miscela, si è calcolato il volume totale del gas inviato in torcia e da questo, considerando il tempo relativo alla durata dell'evento, il flusso volumetrico, espresso in m³/s.

¹³ Relazione del Gestore prot. DS/19/120/LP

EPA [3] fornisce un algoritmo per il calcolo del flusso di energia della miscela inviata in torcia, H_r (J/s):

$$H_r = 44.64 \cdot V \cdot \sum_{i=1}^n f_i H_i$$

dove H_i è il potere calorifico di ciascun componente espresso in J/g-mole, f_i è la frazione di volume del singolo componente della miscela inviata in torcia e V è la velocità del flusso volumetrico della miscela in torcia.

Pertanto, a partire dall'algoritmo citato, si è proceduto alla valutazione della potenza totale prodotta dall'accensione della fiamma, stimata pari a 230000 KW e calcolata considerando un tempo di accensione pari a 32 ore. La potenza totale associata è stata poi modulata temporalmente a partire dalla portata di gas inviato in torcia, disponibile ogni minuto.

Tale grandezza è utilizzata sia per valutare l'altezza della fiamma che per valutare il flusso di buoyancy F_b e conseguentemente l'altezza di plume rise associata al gas combusto/incombusto dalla torcia. In particolare per il calcolo del flusso F_b è stata considerata l'equazione di Beychok:

$$F_b = g (1 - \varepsilon) Q_h / \pi c_p \rho_a T_a$$

dove Q_h è la potenza coinvolta in kW, ε è la frazione di energia radiante (tipicamente il 30%), T_a è la temperatura dell'aria in °K.

Supponendo un'efficienza di combustione in torcia pari a quella dichiarata dal gestore (99%) si è stimato un flusso di massa complessivo di benzene incombusto emesso nel corso dell'evento pari a 0.758 ton. Anche tale emissione è stata modulata al minuto a partire dai dati di portata di gas in torcia e considerata come tale nella simulazione.

In Figura 18 è mostrato l'andamento delle emissioni orarie di benzene, utilizzate nella simulazione ed in Figura 19 l'andamento della portata massica della miscela di gas inviata in torcia.

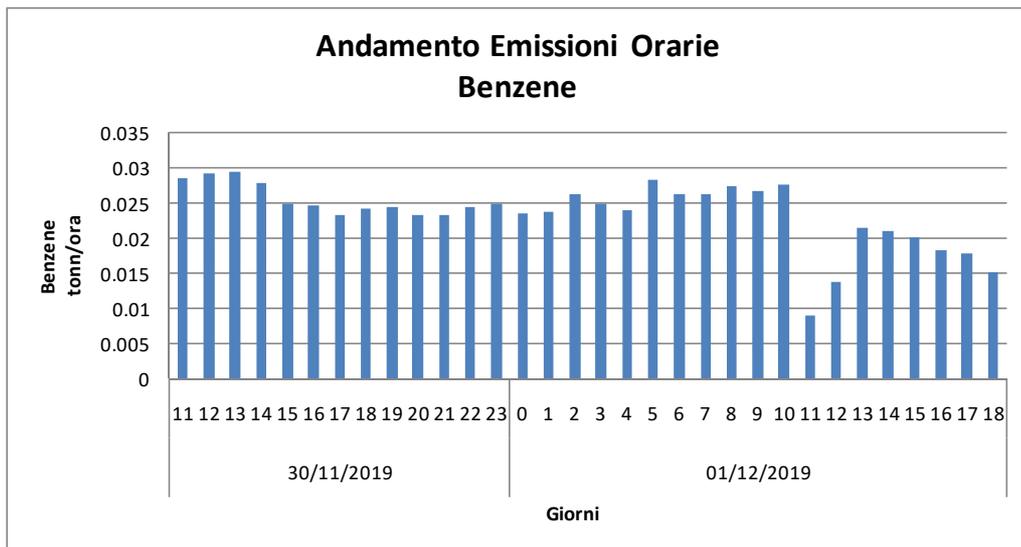


Figura 18: Andamento orario delle emissioni di benzene (ton/ora)

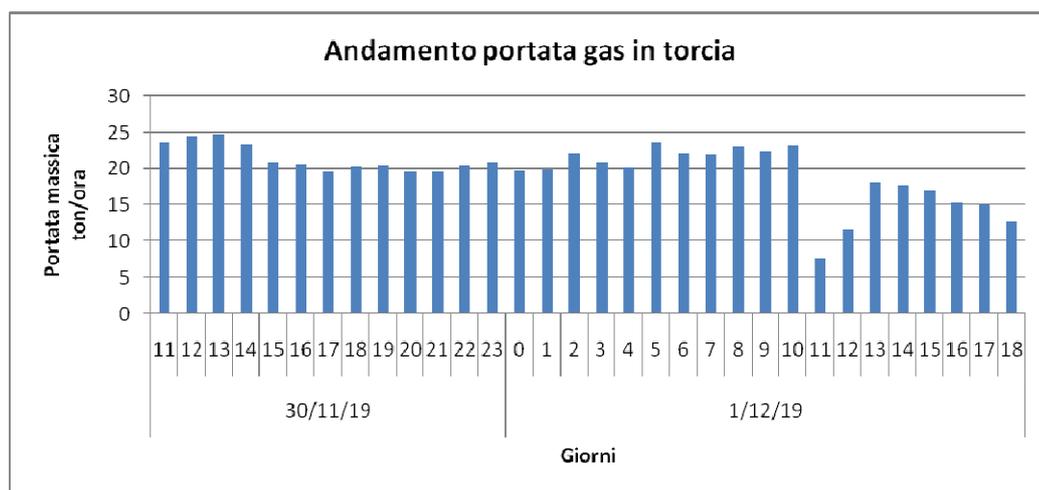


Figura 19: Andamento orario della portata di gas (ton/ora) inviato in torcia nell'evento 30 novembre – 1 dicembre

Emissioni evento 21/11-22/11/2019

Non essendo nota per questo evento di accensione la composizione specifica della miscela dei gas inviati in torcia, non è stato possibile utilizzare la procedura del caso precedente che avrebbe consentito, a partire dalla potenza sviluppata nel corso dell'evento e dei fattori di emissione EPA, di stimare le emissioni di NO_x, CO, PTS prodotte dalla combustione in torcia e le caratteristiche termodinamiche della sorgente emissiva. Con le informazioni disponibili ci si è quindi limitati a

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente
 Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
 Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
 www.arpa.puglia.it
 C.F. e P. IVA. 05830420724

**Direzione Scientifica
 Centro Regionale Aria**
 Corso Trieste 27, 70126 Bari
 Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
 e-mail: aria@arpa.puglia.it

valutare l'area di impatto di una quantità non nota di una specie indefinita (prodotta dalla combustione o residuo di miscela incombusta), emessa dalla torcia con una modulazione temporale su base oraria analoga a quella della portata dei gas (informazione nota dai fogli di calcolo disponibili giornalmente). La torcia inoltre è stata trattata come un camino ordinario, con altezza e diametro riportati in Tab. 2, una temperatura dei fumi stimata pari a circa 1400°C [4] e una velocità dei fumi assunta pari a 2m/s. E' infine opportuno evidenziare che dai fogli di calcolo, resi disponibili dal gestore, che riportano i dati relativi a portata, pressione e temperatura della torcia RV101C, la torcia risulta avere per i giorni 21 Novembre e 22 Novembre un valore di portata massica oraria del gas sempre inferiore al valore di soglia, pari per la stessa torcia a 19.50 ton/ora. D'altro canto è anche opportuno precisare che l'attivazione della torcia RV101C nel corso dell'evento del 21/11-22/11/2019 non è stata assistita con vapore a causa dell'indisponibilità di quest'ultimo, determinando presumibilmente maggiore presenza di fumosità nelle emissioni. Non avendo, quindi, un'indicazione chiara dell'avvio dell'evento di accensione, dato che l'obiettivo era valutare l'impatto prodotto dalle emissioni della torcia nella giornata del 22 Novembre, si è considerata quale ora di inizio dell'evento le ore 21 del 21 Novembre e quale ora di fine le ore 23 del 22 Novembre.

Il quantitativo di gas inviato in torcia durante l'evento, di durata pari a 27 ore, è risultato pari solo a 99 ton. Nella figura 20 si riporta l'andamento della portata massica nel suddetto periodo. Il periodo simulato è invece compreso tra le ore 21 del 21 Novembre e le ore 23 del 22 Novembre.

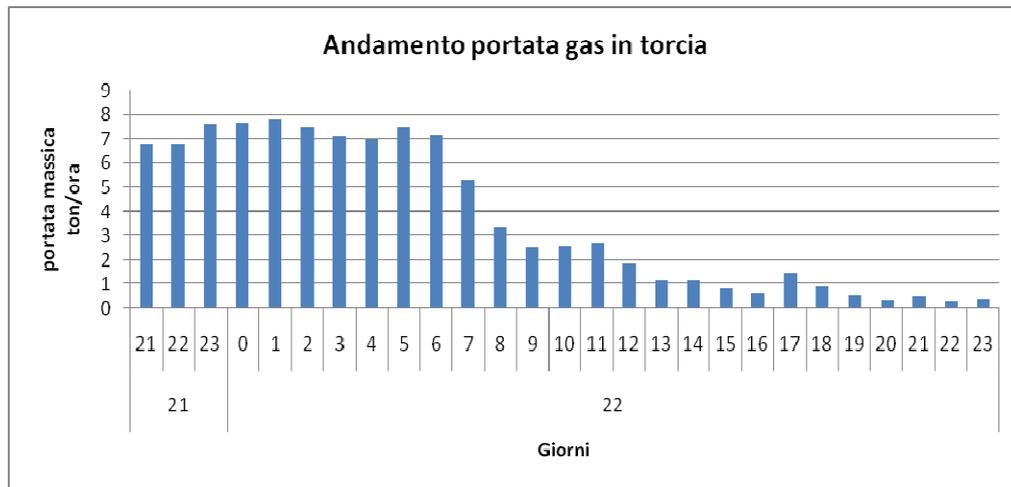
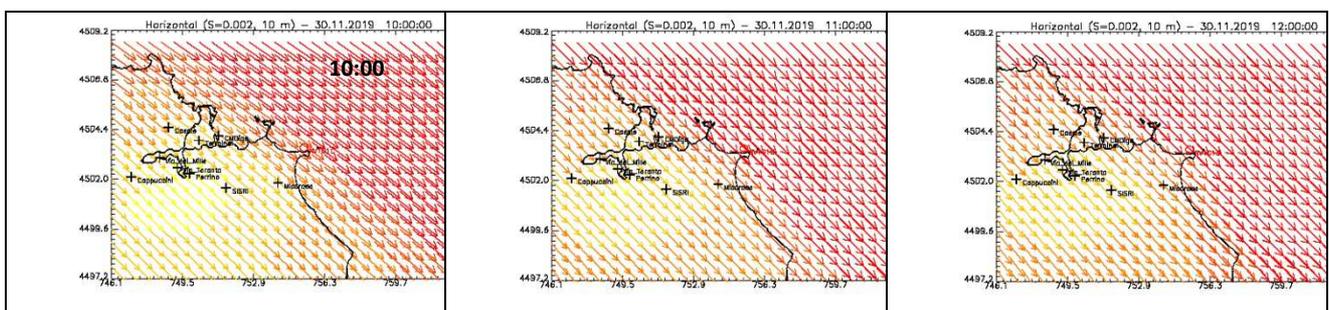


Figura 20: Andamento orario della portata massica del gas inviato in torcia (tonn/ora) nell'evento 21-22 Novembre 2019

Risultati della simulazione – caso 30/11-1/12/2019

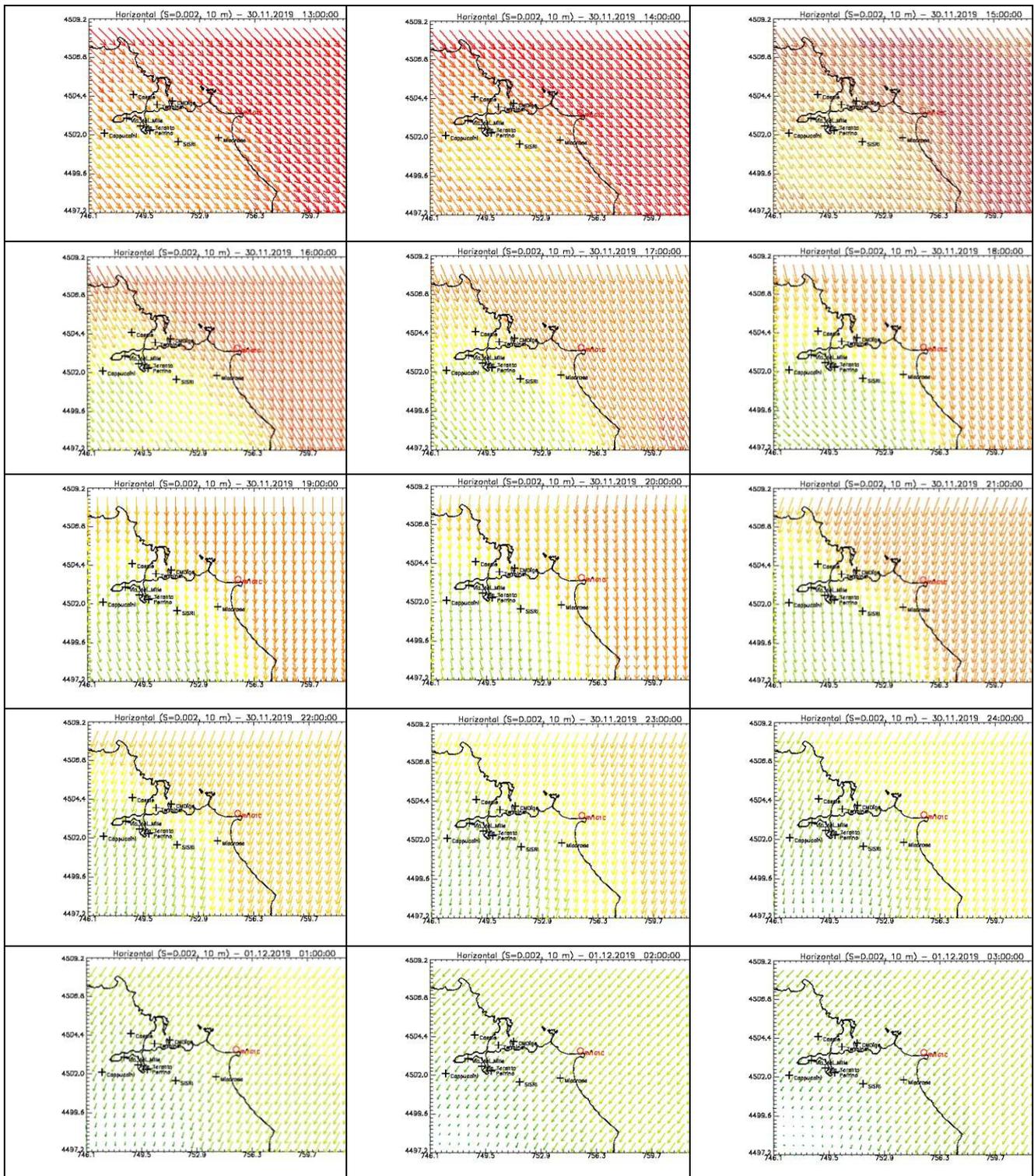
Meteorologia

I campi di vento al suolo (circa 10m) riprodotti dal modello diagnostico nell'area di studio (Figura 21) mostrano come a partire dalle ore 10 del 30 novembre il vento si mantenga di moderata intensità dai quadranti nord-occidentali sulla terra, con intensità maggiori sul mare. Dalle ore 18 il vento comincia a ruotare da nord e successivamente nelle prime ore del 1 dicembre proviene da nord-est attenuandosi progressivamente per raggiungere condizioni di calma dalle ore 06 alle ore 09. Successivamente aumenta leggermente di intensità e a partire dalle ore 13 del 1 dicembre si dispone dai quadranti orientali, fino a provenire, dalle ore 18 del giorno 1/12 dai settori sud-est e sud, con un graduale aumento della sua intensità.



Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente
 Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
 Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
 www.arpa.puglia.it
 C.F. e P. IVA. 05830420724

**Direzione Scientifica
 Centro Regionale Aria**
 Corso Trieste 27, 70126 Bari
 Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
 e-mail: aria@arpa.puglia.it



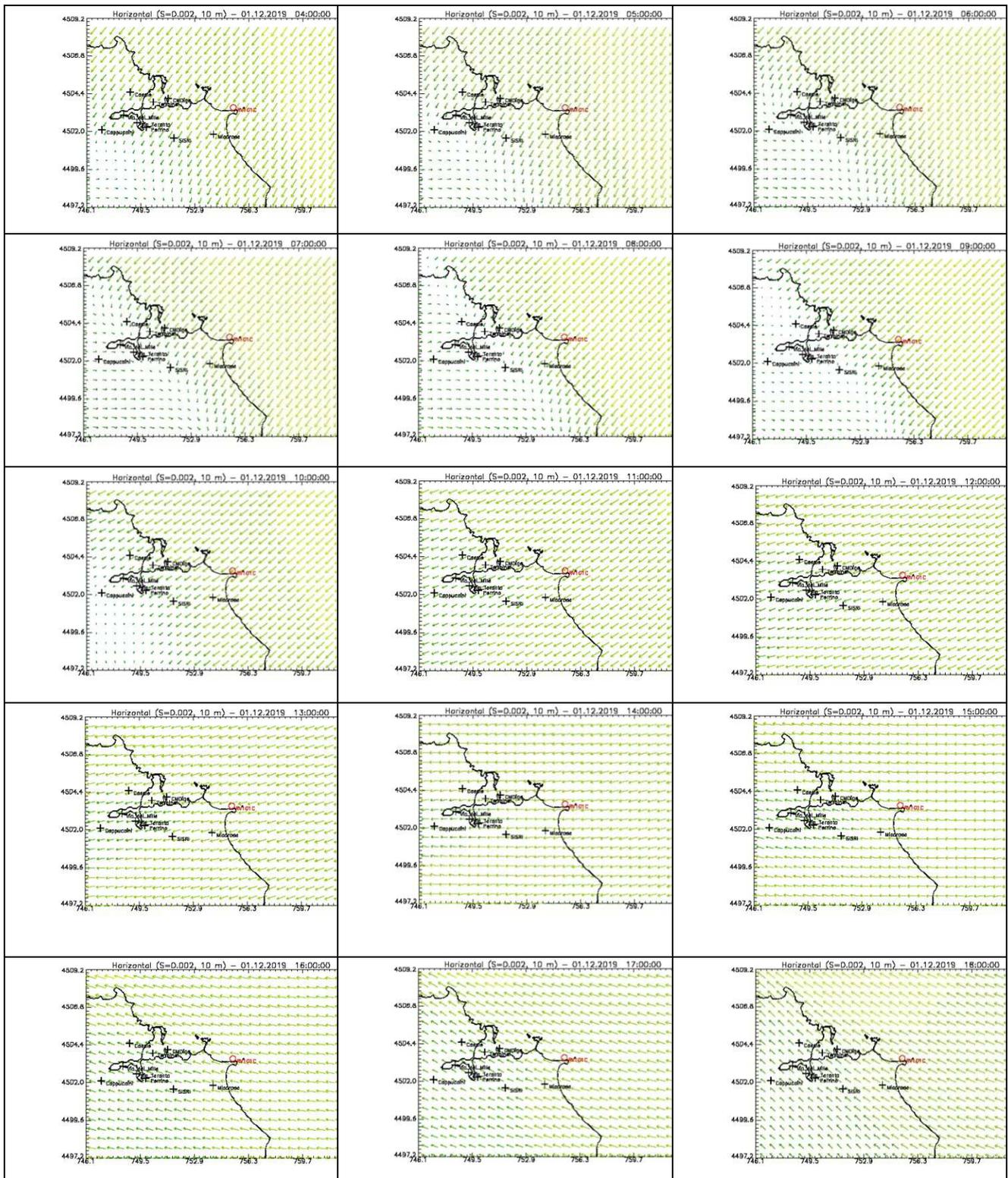
Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica

Centro Regionale Aria

Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
e-mail: aria@arpa.puglia.it



Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica

Centro Regionale Aria

Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
e-mail: aria@arpa.puglia.it

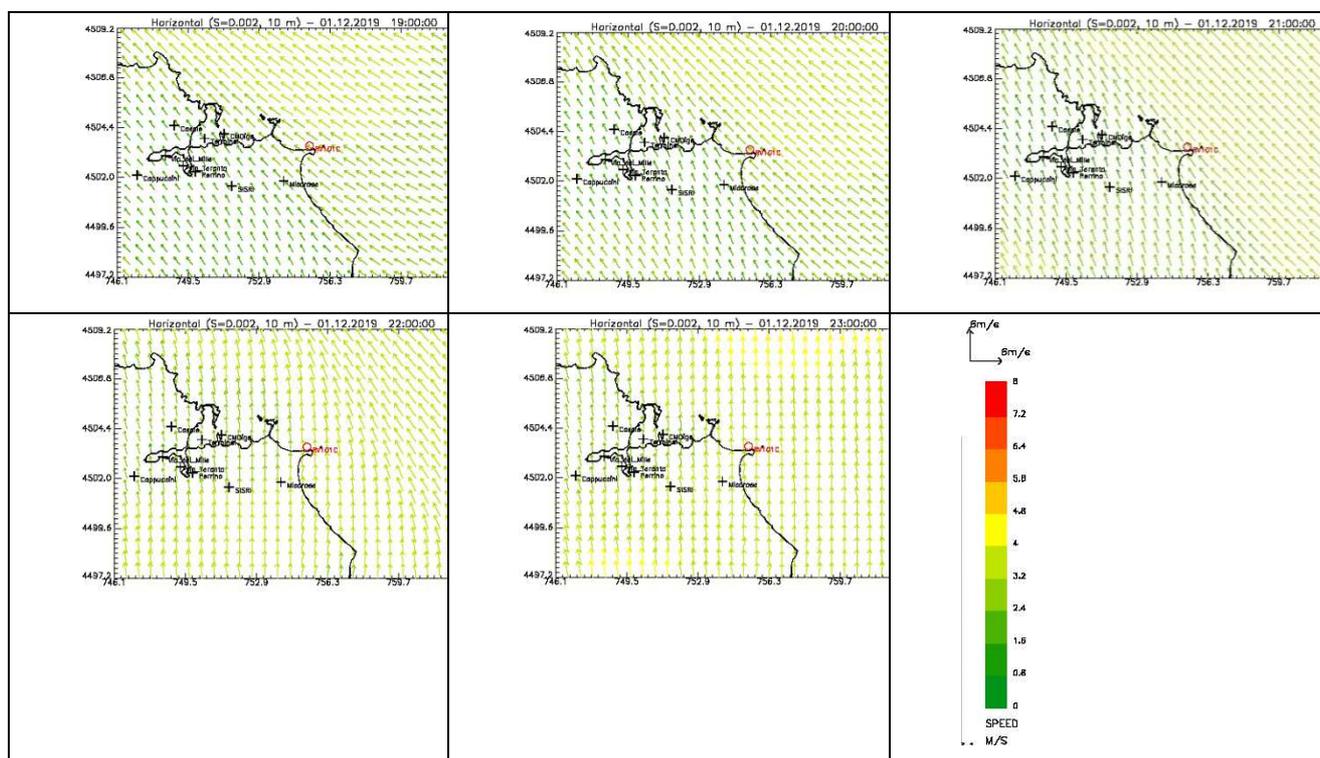


Figura 21: Campi di vento al suolo (10m) riprodotti dal modello diagnostico Minerve dalle ore 10:00 del 30 novembre alle ore 23:00 del 1 dicembre 2019

Nella Figura 22 viene mostrato il confronto tra i dati misurati e modellati nella postazione di SISRI per il vento e la temperatura. Si osserva una leggera sovrastima dell'intensità del vento da parte del modello; la variabilità della direzione è ben riprodotta, a meno di un leggero anticipo della rotazione da nord nelle ore serali del 30/11, mentre le direzioni prevalenti, identificate dalle rose dei venti, sono meno confrontabili. Il modello riproduce in modo soddisfacente anche l'andamento della temperatura al suolo con una leggera sovrastima del modello nelle prime ore del mattino dell'1/12 e nelle ultime ore dello stesso giorno.

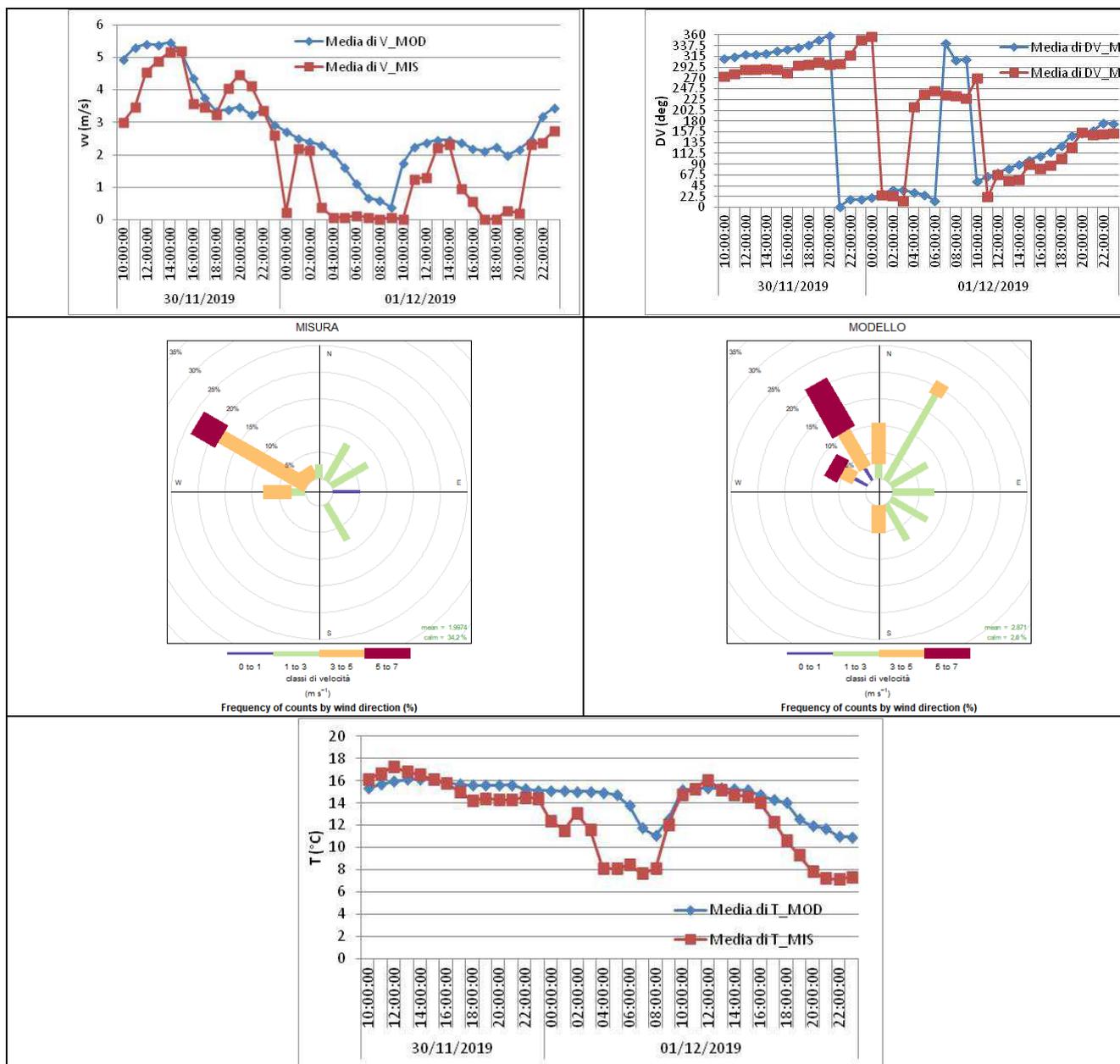


Figura 22: Confronto modello vs misura della velocità e direzione del vento e della temperatura presso la postazione di SISRI

Il confronto, infine, dei profili verticali dei dati di vento e di temperatura, ricostruiti dal modello e misurati (Figura 23) dal radiosondaggio condotto a Brindisi¹⁴, mostra un accordo abbastanza soddisfacente.

¹⁴ Tali profili sono misurati ogni 12 ore.

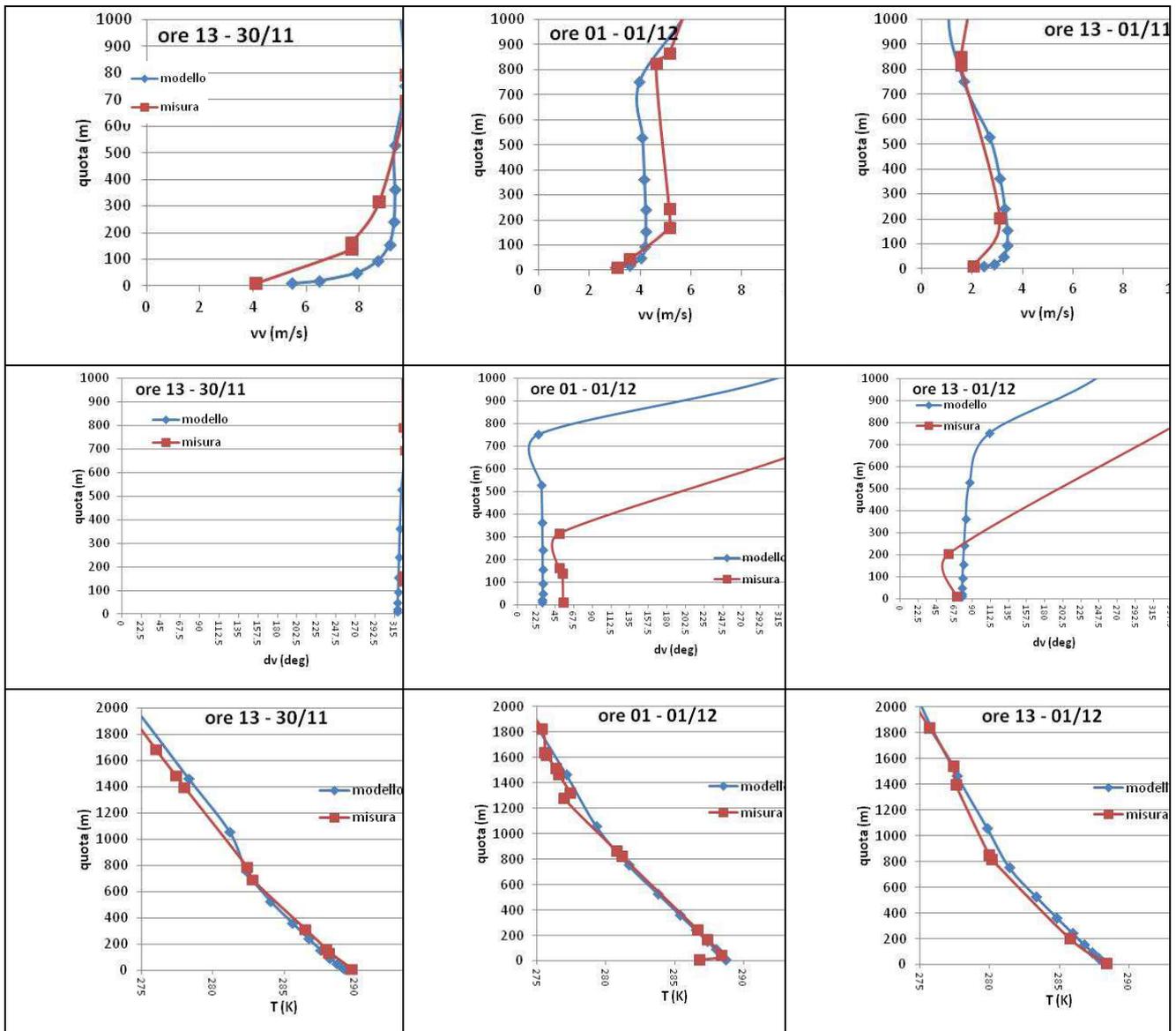


Figura 23: Confronto modello vs misura dei profili verticali della velocità e direzione del vento e della temperatura presso la postazione di radiosondaggio di Brindisi

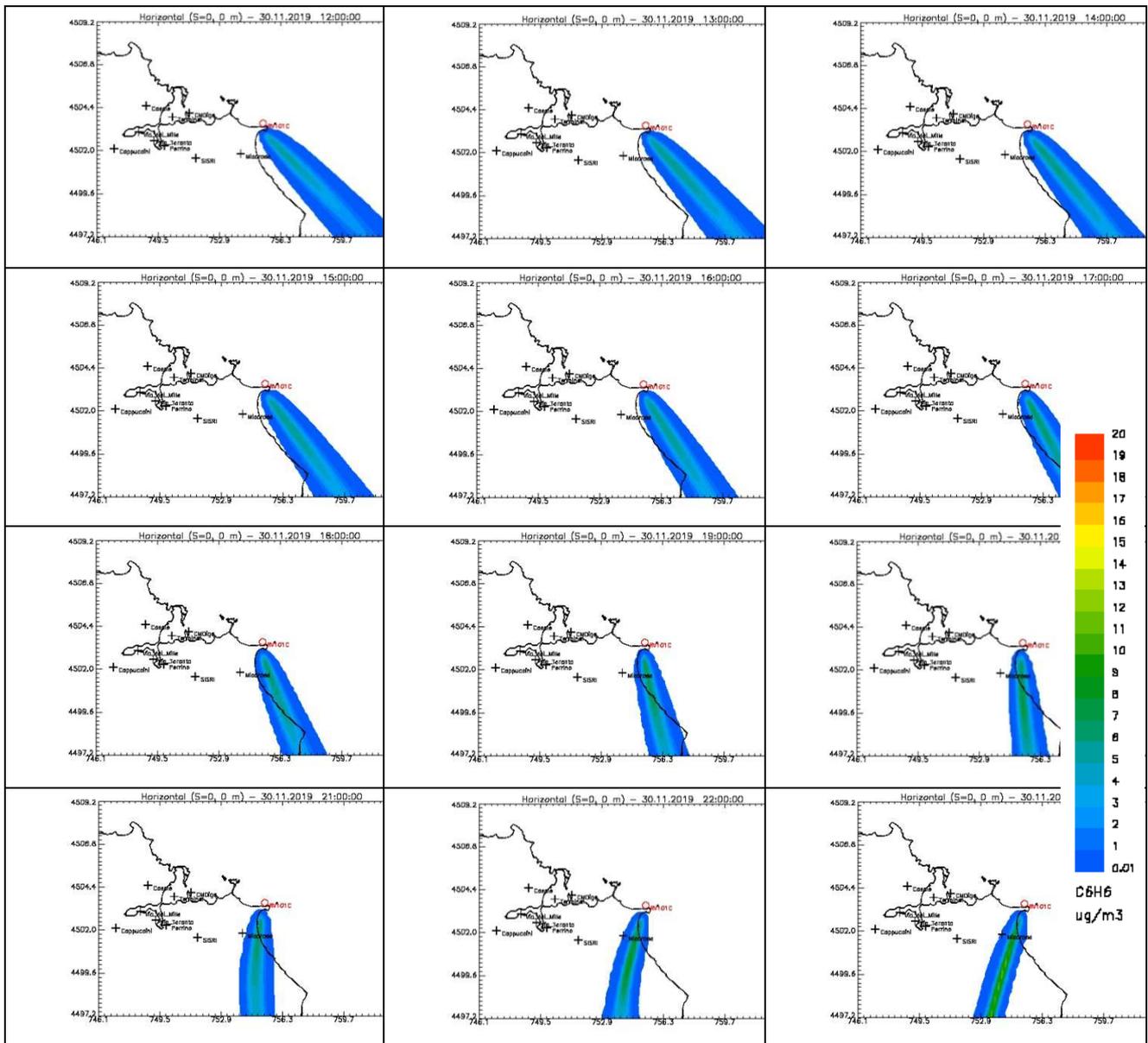
Concentrazione al suolo modellata per il benzene

In Figura 24 si mostrano le mappe della concentrazione media oraria al suolo di benzene dalle ore 12 del 30/11 alle ore 23 del 01/12, calcolata supponendo un'efficienza di combustione della torcia RV101C pari a quella dichiarata dal gestore (99%).

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente
 Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
 Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
 www.arpa.puglia.it
 C.F. e P. IVA. 05830420724

**Direzione Scientifica
 Centro Regionale Aria**
 Corso Trieste 27, 70126 Bari
 Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
 e-mail: aria@arpa.puglia.it

Il modello simula il trasporto e la dispersione del pennacchio di gas combusti ed incombusti, emessi dalla torcia all'interno del grigliato di simulazione secondo le caratteristiche meteorologiche dispersive dell'atmosfera così come ricostruite dal modello.



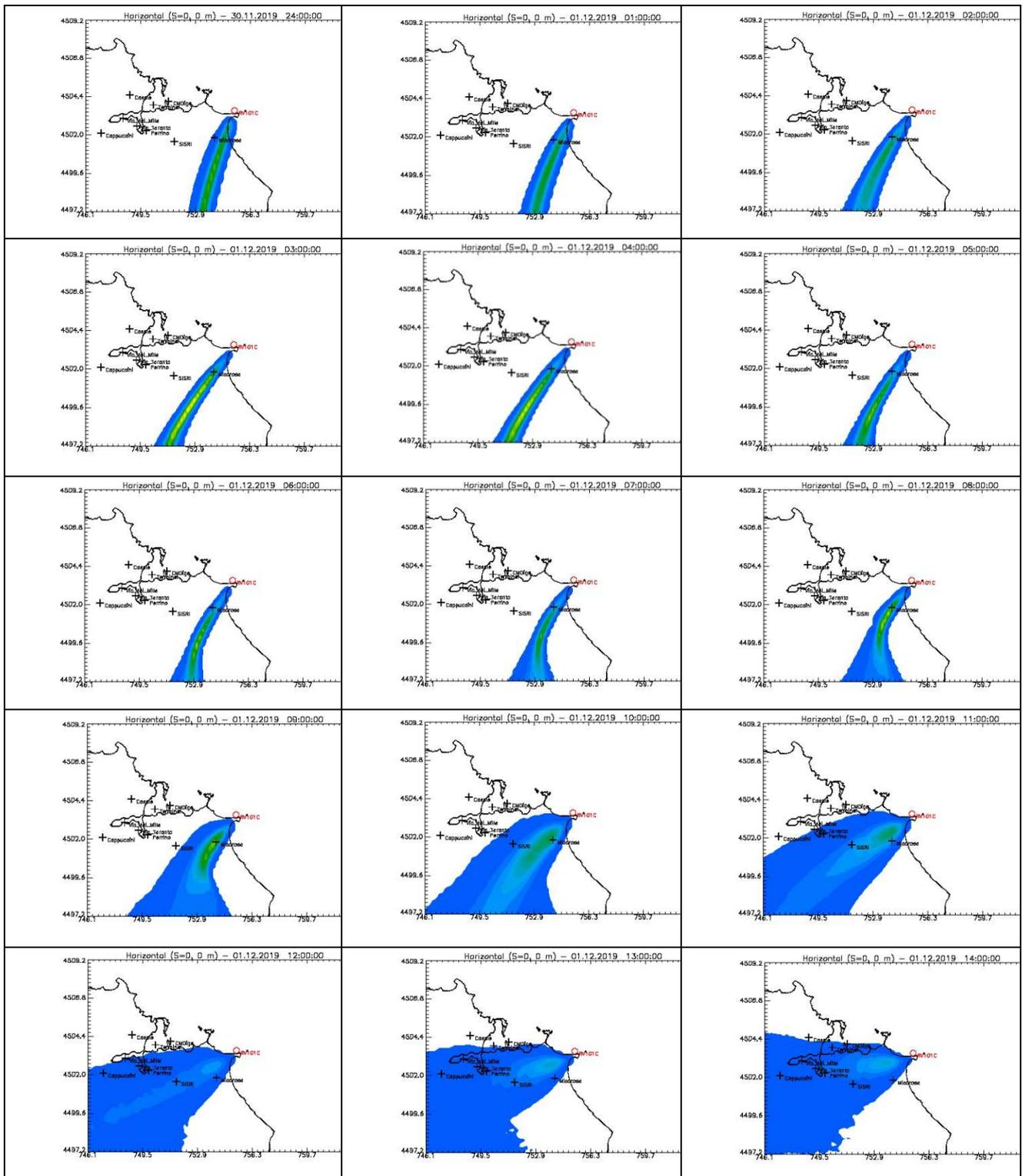
Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica

Centro Regionale Aria

Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
e-mail: aria@arpa.puglia.it



Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica

Centro Regionale Aria

Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
e-mail: aria@arpa.puglia.it

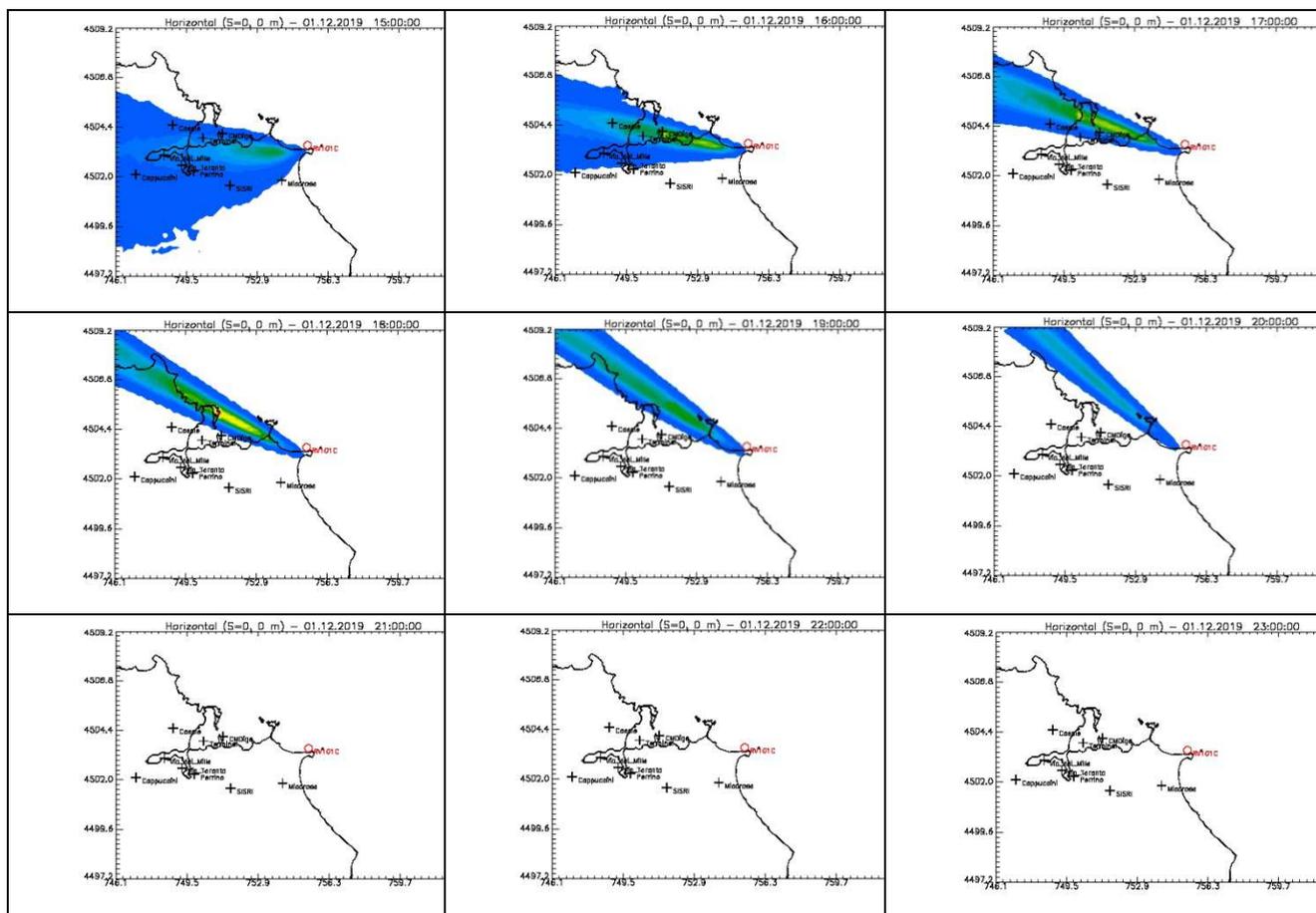


Figura 24: Mappe di concentrazione media oraria di benzene; il cerchietto rosso indica la sorgente rappresentata dalla torcia RV101C; le croci indicano le centraline di qualità dell'aria

Le mappe mostrano come il pennacchio di gas emesso dalla torcia abbia interessato il 30 novembre soltanto la postazione di monitoraggio sita a Micorosa a partire dalle ore 21 fino alle ore 8 del giorno successivo; successivamente il pennacchio subisce una rotazione oraria e a causa delle condizioni meteorologiche più convettive aumenta la sua estensione trasversale interessando progressivamente, **a partire dalle ore 10 del 1 dicembre fino alle ore 17, coerentemente con quanto misurato dalle postazioni di monitoraggio (Figura 12), la centralina SISRI ed in successione le centraline Via Taranto e Perrino (dalle ore 12), le centraline Via dei Mille e Cappuccini (dalle ore 13), Terminal Passeggeri e Costa Morena Diga (dalle ore 14) ed infine Casale dalle ore 15.**

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente
 Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
 Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
 www.arpa.puglia.it
 C.F. e P. IVA. 05830420724

**Direzione Scientifica
 Centro Regionale Aria**
 Corso Trieste 27, 70126 Bari
 Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
 e-mail: aria@arpa.puglia.it

In Figura 25 si mostrano le mappe della concentrazione media del benzene relative al giorno 30/11 (dalle ore 12 alle ore 00 dell'1 dic.), al giorno 01/12 (dalle ore 01 alle ore 23), e all'intero periodo di simulazione prodotte dall'accensione della torcia RV101C.

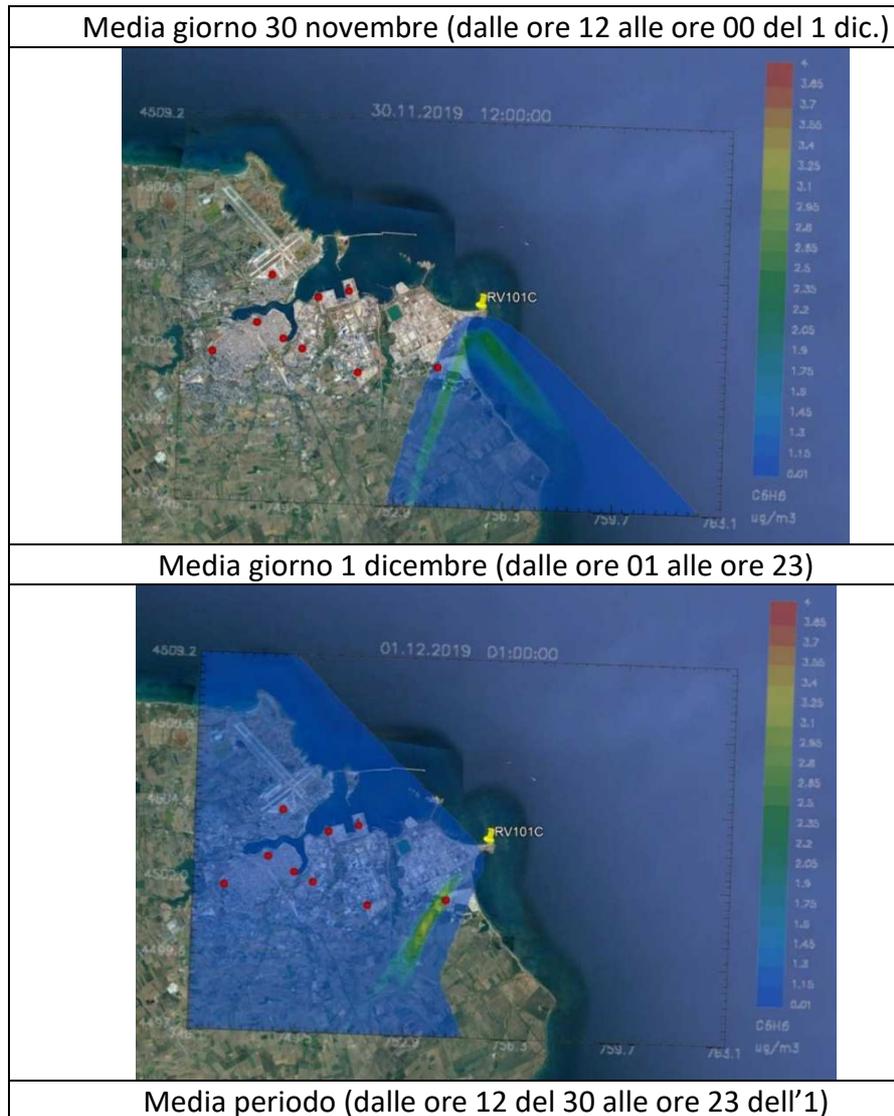




Figura 25: Mappe di concentrazione al suolo di benzene relative alla media del giorno 30, alla media del giorno 1 e alla media del periodo

Nelle figure 26, 27, 28 e 29 si confrontano gli andamenti temporali delle concentrazioni misurate di benzene tra le ore 12 del 30/11 e le ore 23 del 1/12 e le concentrazioni modellate relative all'impatto delle emissioni di benzene da parte della torcia RV101C, supponendo un'efficienza di combustione variabile da un valore minimo pari allo 0% ed un valore massimo, pari al 99%, ovvero al valore dichiarato dall'azienda.

37

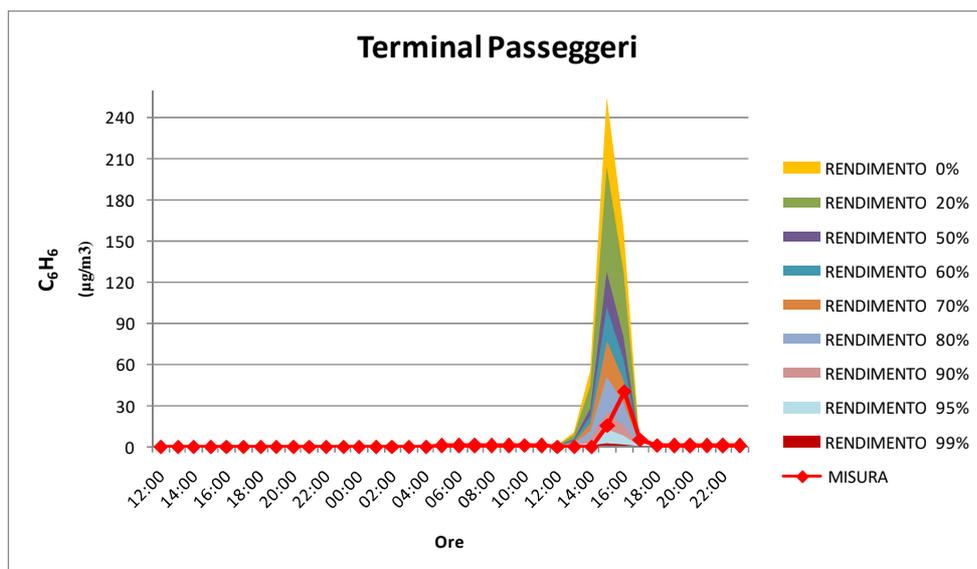


Figura 26: Confronto tra gli andamenti orari misurati e modellati al variare delle percentuali di rendimento nella postazione di Terminal Passeggeri, dalle ore 12 del 22/11 alle ore 23 del 23/11.

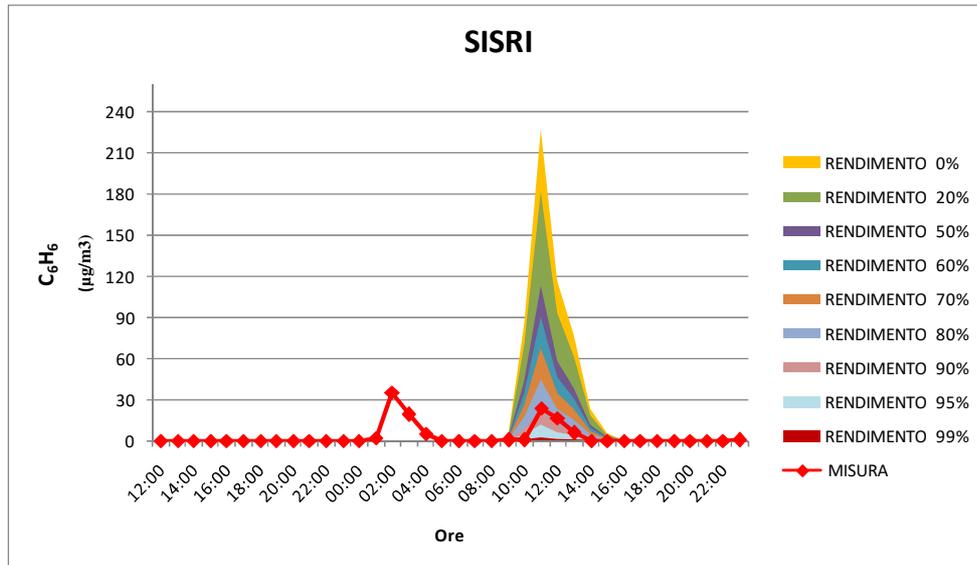


Figura 27: Confronto tra gli andamenti orari misurati e modellati al variare delle percentuali di rendimento nella postazione di SISRI, dalle ore 12 del 22/11 alle ore 23 del 23/11.

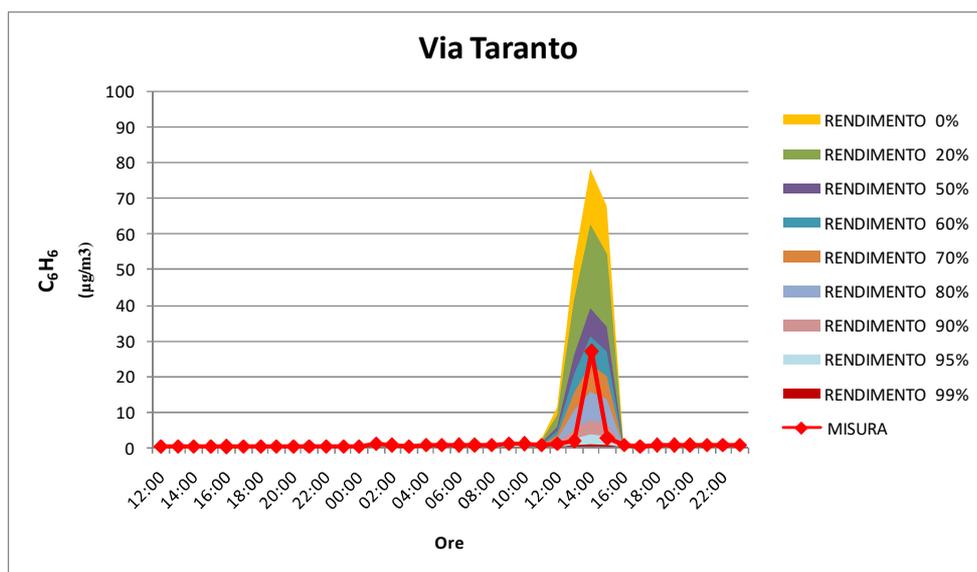


Figura 28: Confronto tra gli andamenti orari misurati e modellati al variare delle percentuali di rendimento nella postazione di via Taranto dalle ore 12 del 22/11 alle ore 23 del 23/11.

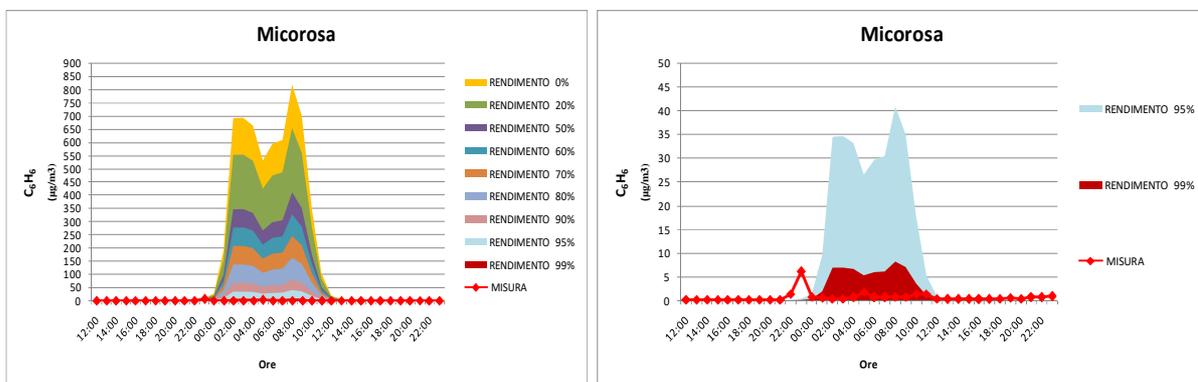


Figura 29: Confronto tra gli andamenti orari misurati e modellati al variare delle percentuali di rendimento nella postazione mobile di Micorosa, dalle ore 12 del 22/11 alle ore 23 del 23/11.

Il confronto tra l'andamento orario dell'impatto al suolo modellizzato per le emissioni di benzene prodotte dall'accensione della torcia e l'andamento delle concentrazioni orarie misurate dimostra una buona correlazione temporale **confermando¹⁵, come anche mostrato nelle mappe di concentrazione media giornaliera predisposte per i giorni 30 novembre ed 1 dicembre, che l'accensione della torcia ha determinato un impatto diretto sulle misure in concentrazione effettuate dalle centraline di monitoraggio.** In merito all'entità dell'impatto è importante evidenziare che, ad eccezione del laboratorio mobile sito a Micorosa, affinché il modello riproduca l'entità delle misure di benzene rilevate dalle postazioni, è necessario ipotizzare che il rendimento della torcia sia al di sotto di quanto dichiarato dal gestore.

39

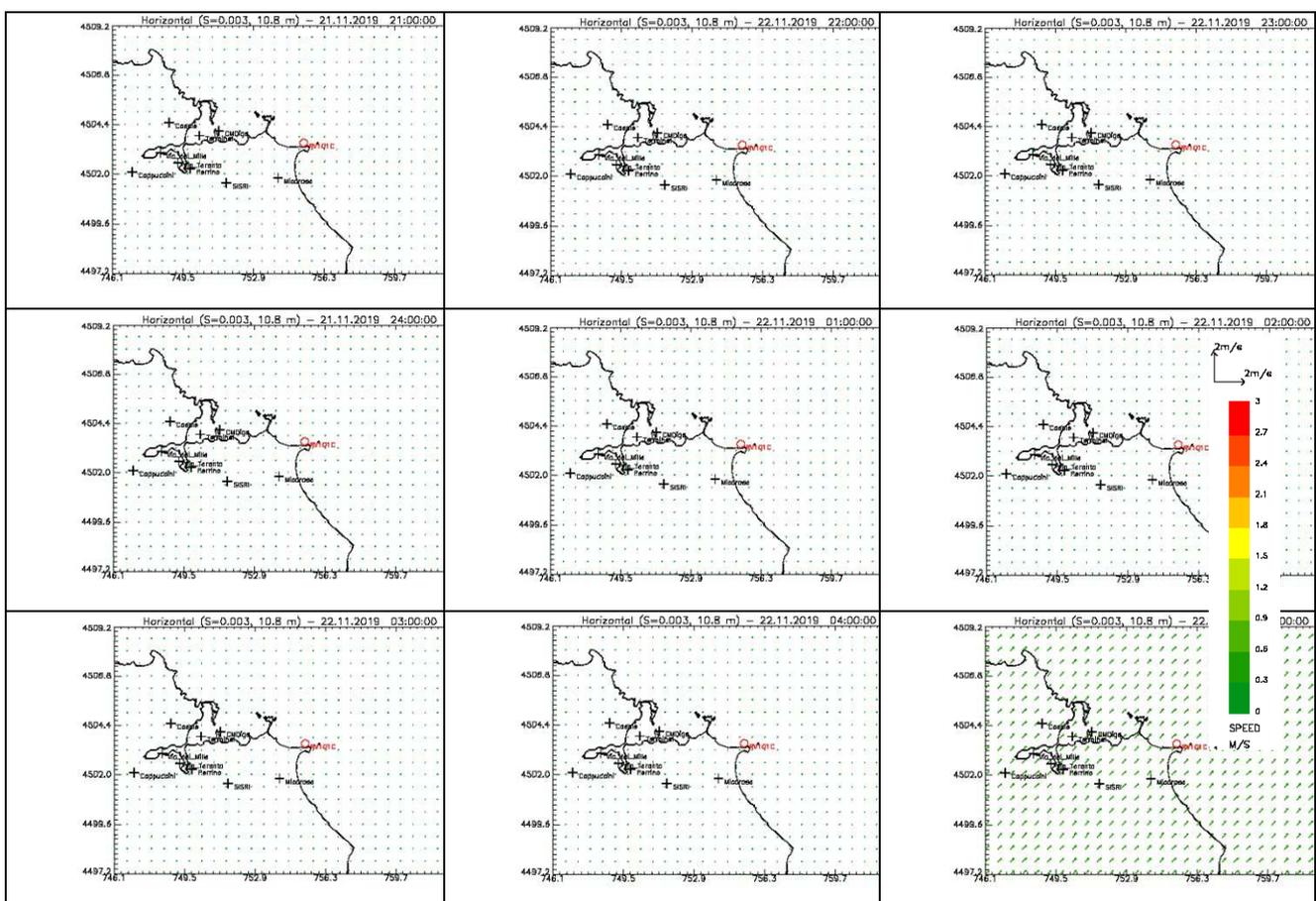
E' comunque opportuno rilevare che tale sottostima delle concentrazioni di benzene da parte del modello potrebbe anche essere determinata da una non perfetta ricostruzione delle condizioni meteo diffusive così come anche dalla presenza di altre sorgenti emmissive, anche di tipo industriale, il cui impatto non è stato considerato. **Relativamente a quest'ultimo aspetto si evidenzia che le stime emmissive dell'Inventario delle emissioni della Regione Puglia (INEMAR), riferite all'anno 2013, indicano che lo stabilimento Versalis contribuisce per più del 99% alle emissioni di benzene provenienti dall'area industriale brindisina.**

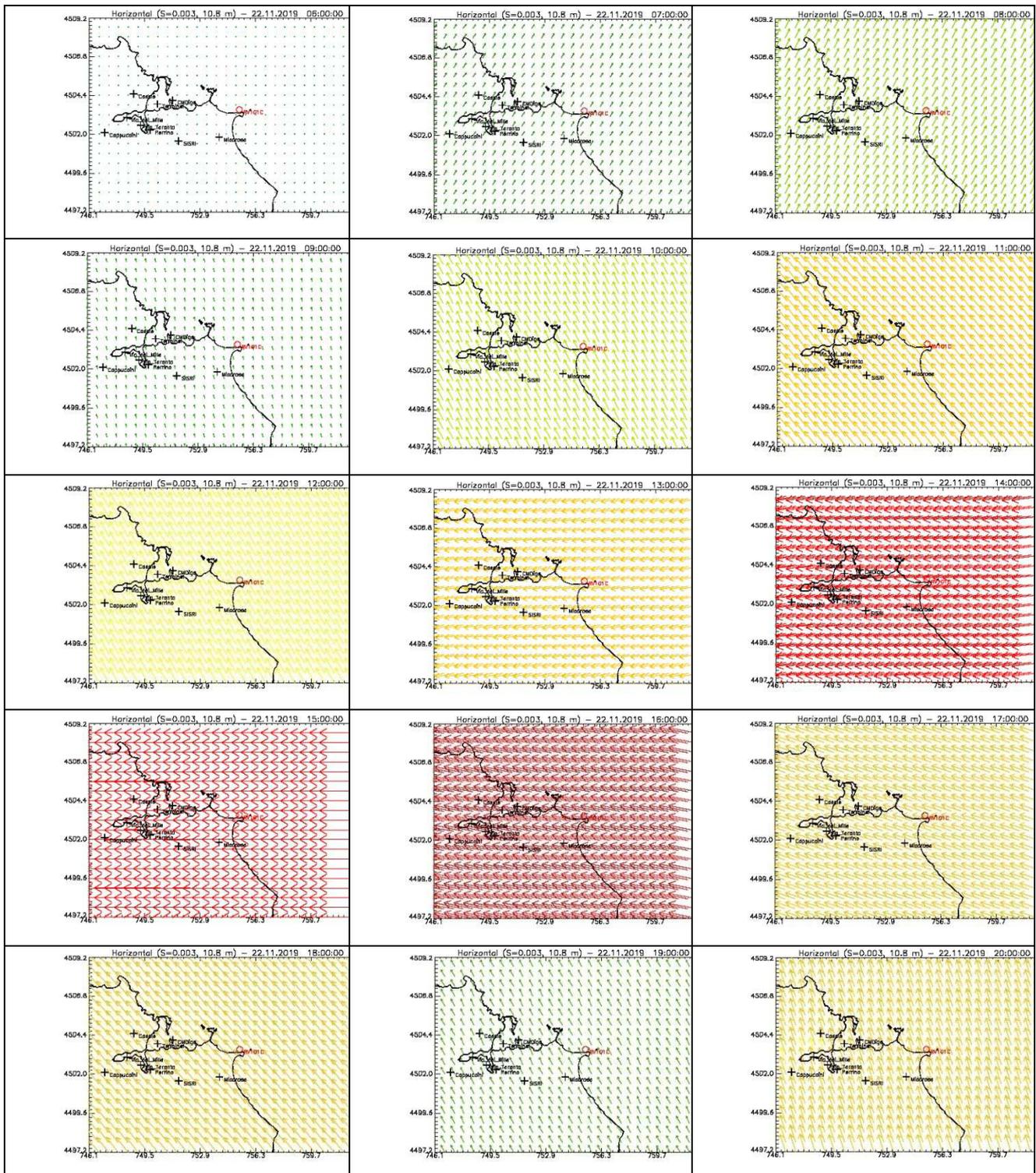
¹⁵ Il modello riesce a riprodurre tutti i "picchi" di benzene osservati dalle centraline di monitoraggio ad eccezione del picco misurato alle ore 02:00 del 22/11/2019 dalla centralina SISRI.

Risultati della simulazione caso 21/11-22/11/2019

Meteorologia

I campi di vento al suolo sono stati riprodotti dal modello diagnostico nell'area di studio (Figura 30) utilizzando soltanto le misure disponibili rappresentate dal sondaggio effettuato dall'Aeronautica Militare a Brindisi e dai dati meteorologici acquisiti dalla centralina SISRI. Tale ricostruzione, quindi, da una parte riproduce abbastanza fedelmente quanto osservato dalle misure, dall'altra può risentire del grado di rappresentatività e di copertura spaziale nonché del livello di accuratezza delle misure utilizzate.





Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica

Centro Regionale Aria

Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
e-mail: aria@arpa.puglia.it

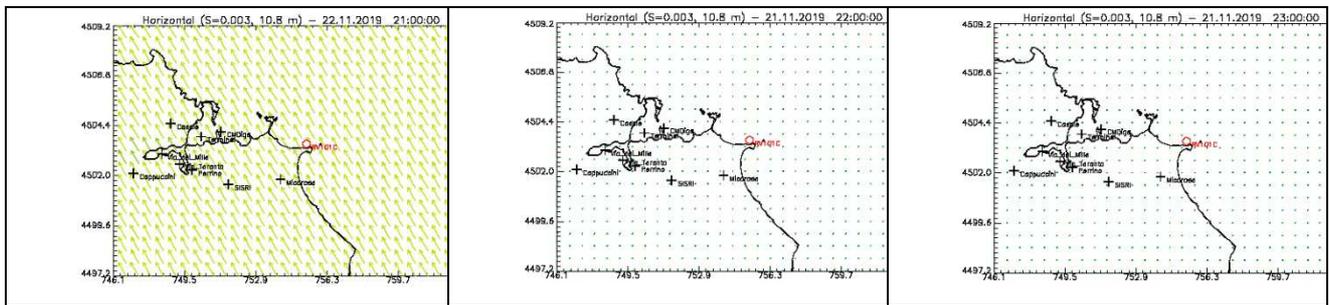
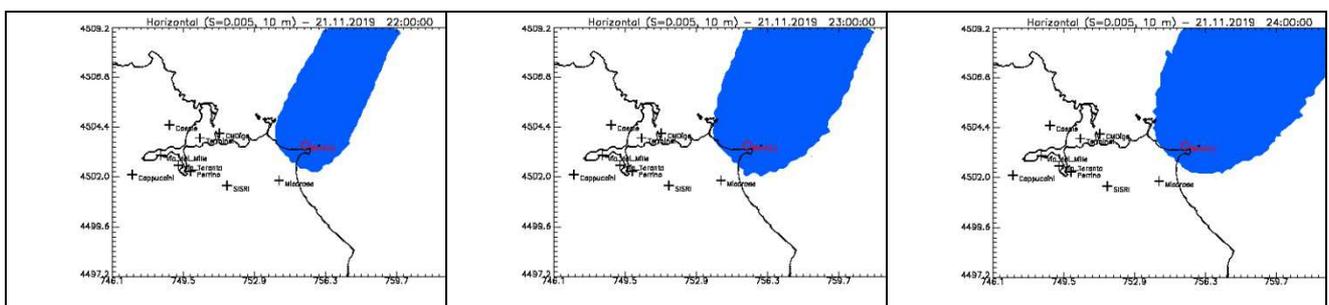


Figura 30: Campi di vento al suolo (10m) riprodotti dal modello diagnostico Minerve dalle ore 21:00 del 21 novembre alle ore 23:00 del 22 novembre 2019

Le mappe al suolo dei campi di vento mostrano, coerentemente con quanto rilevato dalle misure, una situazione persistente ed omogenea di calma di vento dalle ore 21 del 21 Novembre alle ore 6 del 22 Novembre. Dalle ore 7 del 22 Novembre fino alle ore 10 il vento al suolo di bassa intensità proviene dai settori SO, successivamente si intensifica leggermente ruotando alle ore 9 da S e successivamente da SE. Dalle ore 13 alle ore 17 il vento proviene da E con intensità intorno ai 3m/sec. Dalle ore 18 fino alle ore 21 il vento ruota dal settore SE riducendosi di intensità fino a raggiungere condizioni di calma fino alle ore 23.

Concentrazione al suolo

in Figura 31 si mostrano le mappe della concentrazione media oraria al suolo della specie indefinita (incombusta o residuo di miscela incombusta), emessa in quantità non nota dalla torcia durante l'evento di accensione compreso tra le ore 21 del 21/11 alle ore 23 del 22/11. Non essendo disponibile la quantità di emissione associata a tale specie, la simulazione, come già detto, ha avuto come obiettivo quello di valutare la sola area di impatto al suolo.



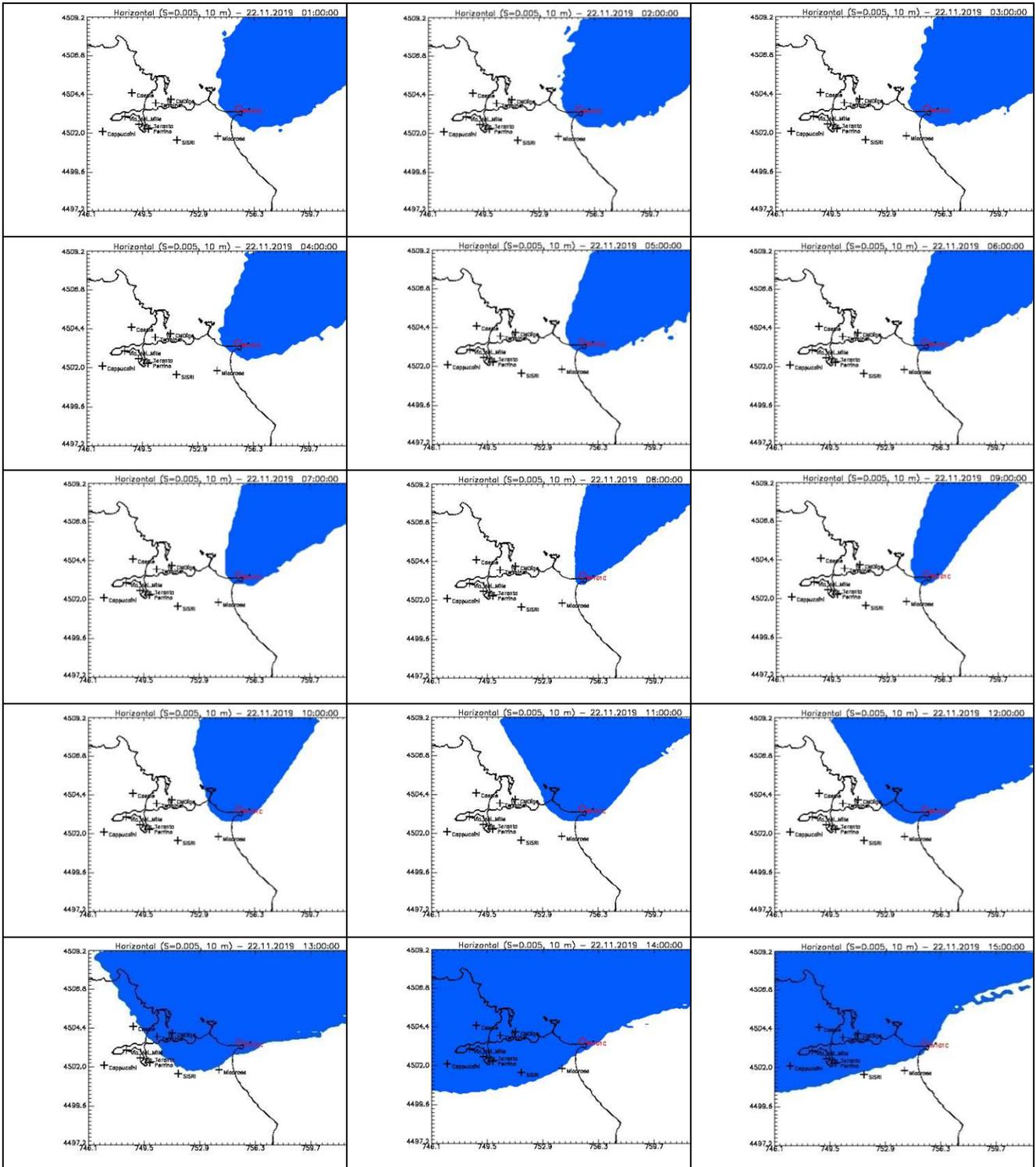
Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica

Centro Regionale Aria

Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
e-mail: aria@arpa.puglia.it



Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell’Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica

Centro Regionale Aria

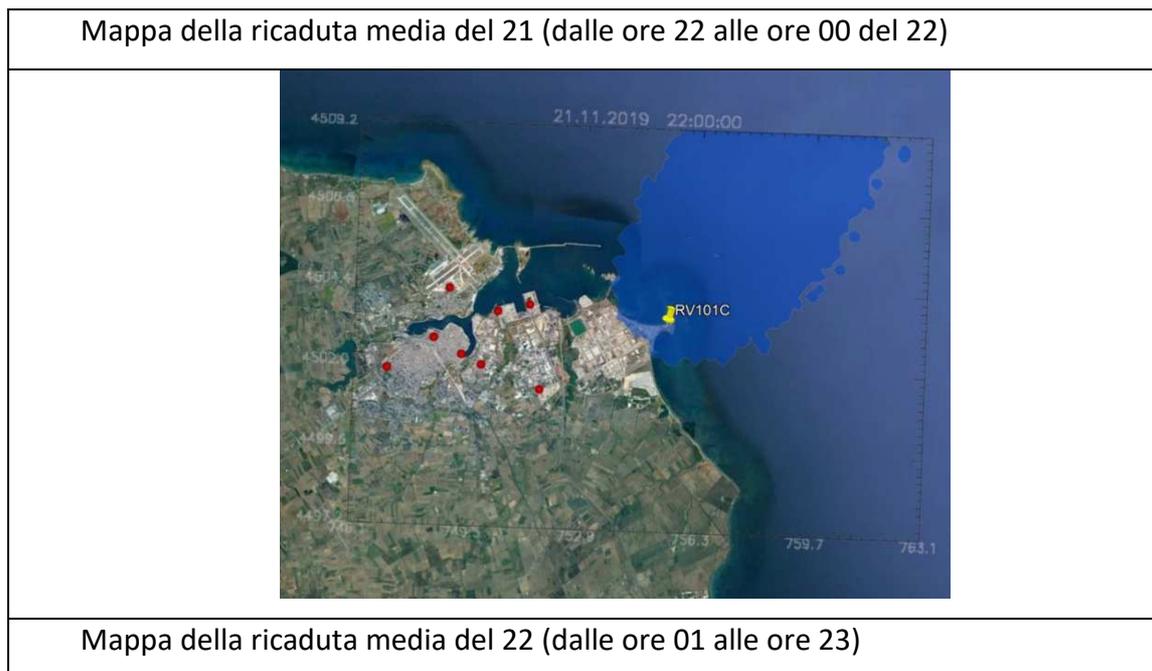
Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
e-mail: aria@arpa.puglia.it

Allegato del documento digitale con numero protocollo 2020.0038955

Allegato del documento digitale con numero protocollo 2020.0039233

L'impatto così simulato mostra che le emissioni di particolato prodotte dalla combustione in torcia possono aver contribuito alle concentrazioni misurate solo a partire dalle ore 13, quando invece le misure orarie/biorarie di PM10, laddove disponibili¹⁶, indicano una significativa riduzione delle relative concentrazioni. E' inoltre opportuno osservare, come mostrato nella figura 20, che i quantitativi di portata massica di gas in torcia si riducono progressivamente a partire dalle ore 7 del 22 Novembre, attestandosi, dalle ore 13 in poi, intorno ad un valore pari a circa 1 ton/ora. Ciò quindi fa ritenere che tali emissioni, seppure possano aver contribuito alle concentrazioni di PM10 misurate dalle centraline nel pomeriggio del 22 Novembre, non possono essere considerate la causa degli incrementi in concentrazione osservati.

Nella figura 32 si mostrano le mappe dell'area di impatto delle emissioni provenienti dalla torcia relativamente al giorno 21/11 (dalle ore 22 alle ore 00 del 22 Novembre), al giorno 22/11 (dalle ore 01 alle ore 23), e all'intero periodo di simulazione prodotte dall'accensione della torcia RV101C.



¹⁶ Si ribadisce che la non disponibilità presso la centralina Casale di un analizzatore per il PM10 in grado di fornire concentrazioni con una risoluzione oraria/bioraria non consente di conoscere con certezza l'andamento temporale del PM10.

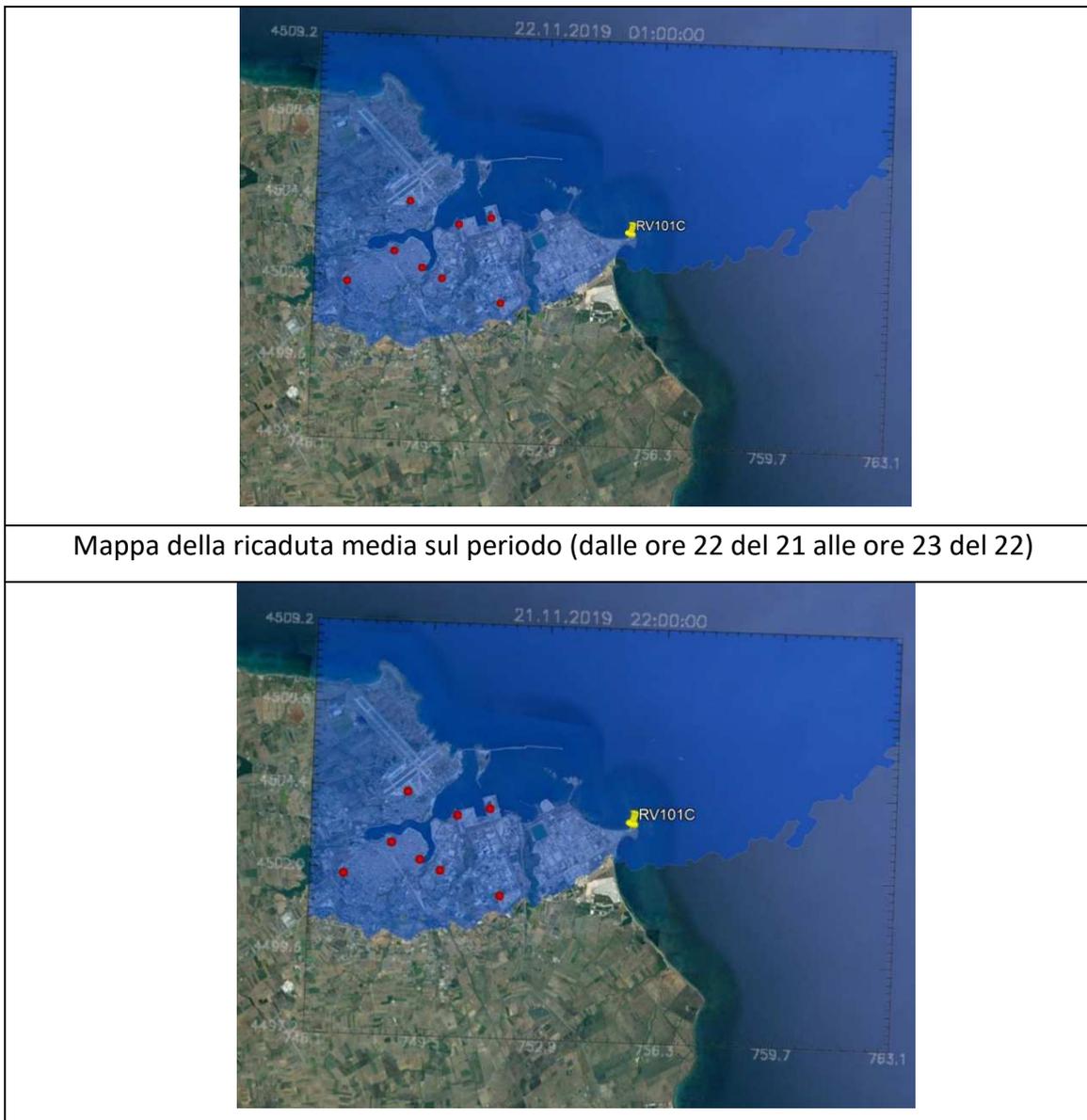


Figura 32: Mappe di ricaduta al suolo relative alla media del giorno 21, alla media del giorno 22 e alla media del periodo

Conclusioni

Con la nota N. Prot. 80154 del 7/11/2019 la società Versalis S.p.A. ha comunicato l'avvio, a partire dal 15/11/2019, delle fasi di fermata degli impianti produttivi dello stabilimento di Brindisi per la indisponibilità del vapore a seguito della fermata dei Cicli Combinati di Enipower a causa dell'interruzione della fornitura di metano da parte di SNAM Rete Gas nelle giornate del 22 e 23 Novembre. Nella stessa comunicazione Versalis ha indicato quale lasso di tempo per il riavvio dei propri impianti produttivi il periodo compreso tra fine novembre ed inizio dicembre.

Con la relazione dal titolo "Report valutazione della qualità dell'aria a Brindisi 18 Novembre – 9 Dicembre", inviata agli enti competenti in allegato a nota N. Prot. 87687 del 5/12/2019, e con la successiva nota N. Prot. 91535 del 19/12/2019, l'Ufficio di Qualità dell'Aria delle province di Brindisi, Lecce e Taranto del CRA di Arpa Puglia ha condotto l'analisi, per il periodo 18 Novembre 2019 – 9 Dicembre 2019, dei dati misurati dalle postazioni di monitoraggio di qualità dell'aria della rete ARPA, i cui risultati hanno evidenziato la presenza, nel periodo in esame, di alcuni significativi innalzamenti delle concentrazioni orarie di benzene (ad esempio in data 19/11/2019, 22/11/2019, 25/11/2019, 26/11/2019 e 1/12/2019) e di N.1 superamento del valore limite giornaliero, prescritto per il PM10 dal D. Lgs 155/2010, presso la centralina Casale in data 22/11/2019.

47

Al fine di acquisire ulteriori elementi conoscitivi utili alla comprensione delle cause che hanno potuto determinare i fenomeni di inquinamento rilevati dalle centraline di monitoraggio, l'Ufficio di Modellistica del CRA ha condotto specifiche simulazioni con il modello di dispersione SPRAY relativamente agli eventi di accensione della torcia RV101C, verificatisi in particolare nelle date 21-22/11/2019 e 30/11-1/12/2019.

A partire dalle informazioni disponibili per i suddetti eventi, che hanno consentito di caratterizzare la sorgente emissiva con un diverso livello di dettaglio e di accuratezza, con il sistema modellistico incentrato sul codice lagrangiano a particelle SPRAY, sono state condottesimulazioni con due diverse finalità.

Relativamente all'evento di accensione della torcia RV101C, verificatosi in data 21-22/11/2019, non si disponeva della composizione dettagliata della miscela inviata in torcia. La torcia è stata, quindi, trattata come un camino ordinario, con caratteristiche fisiche e

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

**Direzione Scientifica
Centro Regionale Aria**

Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
e-mail: aria@arpa.puglia.it

termodinamiche definite. L'obiettivo della simulazione è stato quindi di ricostruire l'area di impatto delle emissioni prodotte dall'accensione della suddetta torcia RV101C, così da valutare se queste abbiano potuto contribuire al superamento del valore limite giornaliero riscontrato per il PM10 presso alcune centraline.

Relativamente all'evento di accensione, verificatosi in data 30/11-1/12/2019, era nota la composizione della miscela inviata in torcia, che ha consentito di caratterizzare al meglio le caratteristiche fisiche e termodinamiche della sorgente emissiva. Pertanto, l'obiettivo della simulazione è stato: a) valutare l'area di impatto, così da stabilire se le emissioni prodotte dall'attivazione della torcia abbiano potuto contribuire all'incremento significativo delle concentrazioni orarie di benzene presso alcune centraline; b) stimare le concentrazioni di benzene nell'ipotesi che l'efficienza della torcia fosse pari a quella dichiarata dal gestore (ovvero 99%).

E' importante sottolineare che i due eventi considerati sono stati caratterizzati da un differente quantitativo complessivo in massa della miscela di gas inviata in torcia.

Il quantitativo di gas inviato in torcia per l'evento del 21/11-22/11/2019, di durata pari a 27 ore, è risultato pari soltanto a 99 ton, mentre, per l'evento del 30/11-1/12/2019, di durata pari a 32 ore, il quantitativo di gas è risultato pari a 631 ton. D'altro canto è anche opportuno precisare che l'attivazione della torcia RV101C nel corso dell'evento del 21/11-22/11/2019 non è stata assistita con vapore a causa dell'indisponibilità di quest'ultimo, determinando presumibilmente maggiore presenza di fumosità nelle emissioni.

L'impatto simulato relativamente all'evento di accensione torcia del 21/11-22/11/2019 mostra che le emissioni di particolato prodotte dalla combustione in torcia possono aver contribuito alle concentrazioni misurate dalle centraline di monitoraggio solo a partire dalle ore 13 del 22 Novembre, quando invece le misure orarie/biorarie di PM10, laddove disponibili, indicavano una significativa riduzione delle relative concentrazioni. E' inoltre opportuno osservare che i quantitativi di portata massica di gas inviata in torcia, già a partire dalle ore 7 del 22 Novembre, si riducono progressivamente attestandosi a circa 1 ton/ora a partire dalle ore 13. Ciò quindi fa ritenere che tali emissioni, seppure possano aver contribuito alle concentrazioni di

PM10 misurate dalle centraline nel pomeriggio del 22 Novembre, non possono essere considerate la causa degli incrementi di concentrazione osservati.

L'impatto simulato, prodotto dalle emissioni di benzene dovute dall'accensione della torcia nell'evento del 30/11-1/12/2019, ha mostrato una buona correlazione temporale con l'andamento delle concentrazioni orarie misurate, confermando quindi che l'accensione della torcia ha determinato un impatto diretto sulle misure dalle centraline di monitoraggio. In merito all'entità dell'impatto, ricostruito supponendo che l'efficienza di torcia fosse pari a quanto dichiarato dal gestore (99%), è importante evidenziare che, ad eccezione del laboratorio mobile sito a Micorosa, in tutte le altre centraline le concentrazioni modellate per il benzene sono risultate inferiori a quelle misurate. A riguardo, d'altra parte, si può ipotizzare che il rendimento della torcia fosse al di sotto di quanto dichiarato dal gestore. Tale sottostima delle concentrazioni di benzene da parte del modello potrebbe anche essere determinata da una non perfetta ricostruzione modellistica delle condizioni meteo diffuse, così come dalla presenza di altre sorgenti emmissive, anche di tipo industriale, il cui impatto non è stato trattato nella simulazione. Relativamente a quest'ultimo aspetto si evidenzia che le stime emmissive dell'Inventario delle emissioni della Regione Puglia (INEMAR), riferite all'anno 2013, indicano che lo stabilimento Versalis contribuisce per più del 99% alle emissioni di benzene provenienti dall'area industriale brindisina.

49

Riferimenti bibliografici

- [1] EPA-454/R-92-024 - Workbook Of Screening Techniques For Assessing Impacts Of Toxic Air Pollutants (Revised) - Office of Air Quality Planning and Standards Office of Air and Radiation U.S. Environmental Protection Agency Research Triangle Park, NC 27711, December 1992
- [2] Beychok M.R. (1994) " Fundamentals of stack gas dispersion"
- [3] EPA User Guide, AP-42 Industrial flares.
- [4] Nota di risposta alla diffida del Ministero dell'Ambiente del 22/06/2016 Rif. nota ISPRA del 36378 del 16/6/2016

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica

Centro Regionale Aria

Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
e-mail: aria@arpa.puglia.it



IL DIRETTORE DEL CENTRO REGIONALE ARIA
Dott. Domenico Gramegna

P.O. EMISSIONI

Dott. ssa Angela Morabito

Gruppo di lavoro Dott.ssa Annalisa Tanzarella, dott. Tiziano Pastore

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

**Direzione Scientifica
Centro Regionale Aria**

Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
e-mail: aria@arpa.puglia.it

Allegato del documento digitale con numero protocollo 2020.0038955

Allegato del documento digitale con numero protocollo 2020.0039233