

utilizzano i dati relativi ad una sola stazione a terra e quelli che utilizzano due stazioni a terra più i profili verticali RASS e SODAR.

Si nota, inoltre, un concentrazione dei valori massimi nelle vicinanze della sorgente per i modelli che utilizzano il cosiddetto modello a puff (SAFE AIR e CALPUFF) mentre questo non si verifica per i modelli gaussiani (ISC3). Questo aspetto, in particolare, risulta piuttosto critico, in quanto nel periodo scelto per la simulazione si hanno condizioni di scarsa velocità di vento, con condizioni di calma di vento persistenti durante l'arco delle 72 ore di prova. In tali condizioni il modello gaussiano non è in grado di dare risultati affidabili, mentre non esiste alcuna controindicazione per i modelli a puff.

Per una valutazione quantitativa più accurata dei risultati ottenuti dai diversi modelli utilizzati si è ricorso agli indici statistici già citati nei precedenti paragrafi.

Non avendo ben definito quale sia il set di dati di riferimento, il calcolo degli indici statistici è stato effettuato in due differenti condizioni: una volta prendendo come base i risultati del modello SAFE AIR 1, che utilizza come dati meteorologici quelli relativi ad una sola stazione a terra; successivamente sono stati presi a riferimento i dati calcolati dal modello SAFE AIR 2, che invece utilizza i dati meteorologici relativi a 2 stazioni a terra ed ai profili verticali di vento e temperatura del sistema RASS-SODAR.

Modello	Media	Bias	FB	Sigma	FS	COR	FA2	NMSE	WNNR	NNR
SAFE AIR 1	0.2432	0	0	0.63	0	1	1	0	0	0
CALPUFF 1	0.1109	0.132	0.75	0.21	1.00	0.50	0.09	12.14	26.90	5.30
SAFE AIR 2	0.2441	-0.001	-0.00	0.84	-0.28	-0.06	0.02	19.48	142.12	33.74
SAFE AIR 3	0.2126	0.031	0.13	0.75	-0.17	-0.03	0.04	19.03	106.17	19.57
ISC3 Urban	0.3573	-0.114	-0.38	1.07	-0.52	0.57	0.20	9.11	12.99	3.08
ISC3 Rural	0.3584	-0.115	-0.38	1.10	-0.55	0.38	0.18	12.67	23.55	3.62

Tabella 5.4 – Analisi degli indici statistici di confronto. Modello preso a riferimento: SAFE AIR 1

Modello	Media	Bias	FB	Sigma	FS	COR	FA2	NMSE	WNNR	NNR
SAFE AIR 2	0.2441	0	0	0.84	0	1	1	0	0	0
CALPUFF 1	0.1109	0.133	0.75	0.21	1.20	0.18	0.09	25.68	58.52	7.63
SAFE AIR 1	0.2432	0.001	0.00	0.63	0.28	-0.06	0.02	19.48	482.73	33.74
SAFE AIR 3	0.2126	0.032	0.14	0.75	0.11	0.32	0.15	16.59	32.52	3.02
ISC3 Urban	0.3573	-0.113	-0.38	1.07	-0.25	-0.08	0.02	22.99	4369.71	32.96
ISC3 Rural	0.3584	-0.114	-0.38	1.10	-0.28	-0.09	0.03	23.94	3747.90	31.07

Tabella 5.5– Analisi degli indici statistici di confronto. Modello preso a riferimento: SAFE AIR 2

Dall'analisi delle tabelle 5.4 e 5.5 si possono fare le seguenti osservazioni:

- Nonostante la differenza di forma delle mappe di ricaduta, i valori di concentrazione calcolati risultano dello stesso ordine di grandezza; questo risulta evidente dall'analisi della media e del FA2, che dà la frazione di valori compresi entro un fattore 2.
- I modelli ISC3 tendono comunque ad una sovrastima delle concentrazioni rispetto agli altri modelli, mentre CALPUFF tende alla sottostima.
- L'analisi del coefficiente di correlazione conferma a grandi linee l'analogia della forma delle mappe di ricaduta per modelli che utilizzano gli stessi dati meteorologici.
- I modelli ISC3 danno risultati che si discostano in maniera marcata da quelli degli altri modelli, come era prevedibile dato il differente approccio modellistico.

5.5.2. Confronto ora per ora

Per un'analisi più dettagliata del comportamento dei vari modelli è stata effettuata anche una valutazione su alcune ore del periodo di riferimento. Queste sono state scelte in rappresentanza di alcune condizioni meteorologiche (v. tabella 5.6).

Caso	Ora n°	Classe di stabilità	Velocità del vento
I	38	B	0.75 m/s
II	13	B	Calma
III	16	D	1.19 m/s
IV	35	D	Calma
V	21	F	Calma

Tabella 5.6 – Condizioni scelte per il confronto ora per ora.

Viste le evidenti difficoltà di ISC3 nel simulare la diffusione di traccianti gassosi nelle condizioni meteorologiche considerate, in questo paragrafo l'attenzione è stata focalizzata solo sui modelli SAFE AIR e CALPUFF.

Di seguito si riportano le mappe delle ricadute e le tabelle di confronto statistico relative ai vari casi di studio.

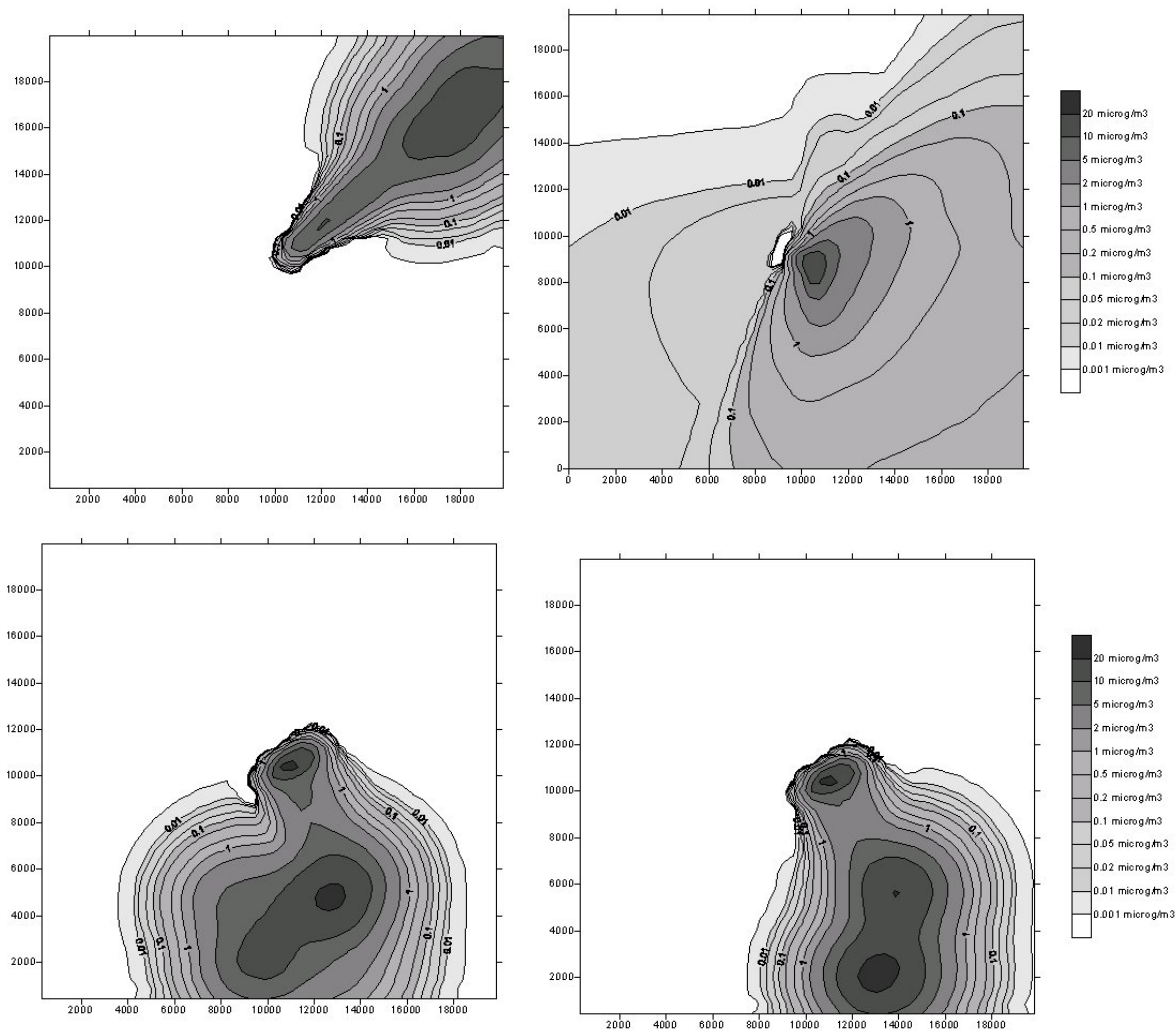


Figura 5.11 – Mappe di ricaduta per il I caso di studio per i modelli SAFE AIR 1 (a), CALPUFF 1 (b), SAFE AIR 2 (c) e 3 (d).

Modello	Media	Bias	FB	Sigma	FS	COR	FA2	NMSE	WNNR	NNR
SAFE AIR 2	1.3058	0	0	3.46	0	1	1	0	0	0
CALPUFF 1	0.3117	0.994	1.23	1.07	1.05	0.24	0.15	30.27	59.34	4.55
SAFE AIR 1	0.8374	0.468	0.44	2.70	0.25	-0.09	0.27	19.35	844.44	2.72
SAFE AIR 3	1.2922	0.014	0.01	3.85	-0.11	0.63	0.54	5.89	7.04	0.75

Tabella 5.7 – Analisi degli indici statistici di confronto per il I caso. Modello preso a riferimento: SAFE AIR 2

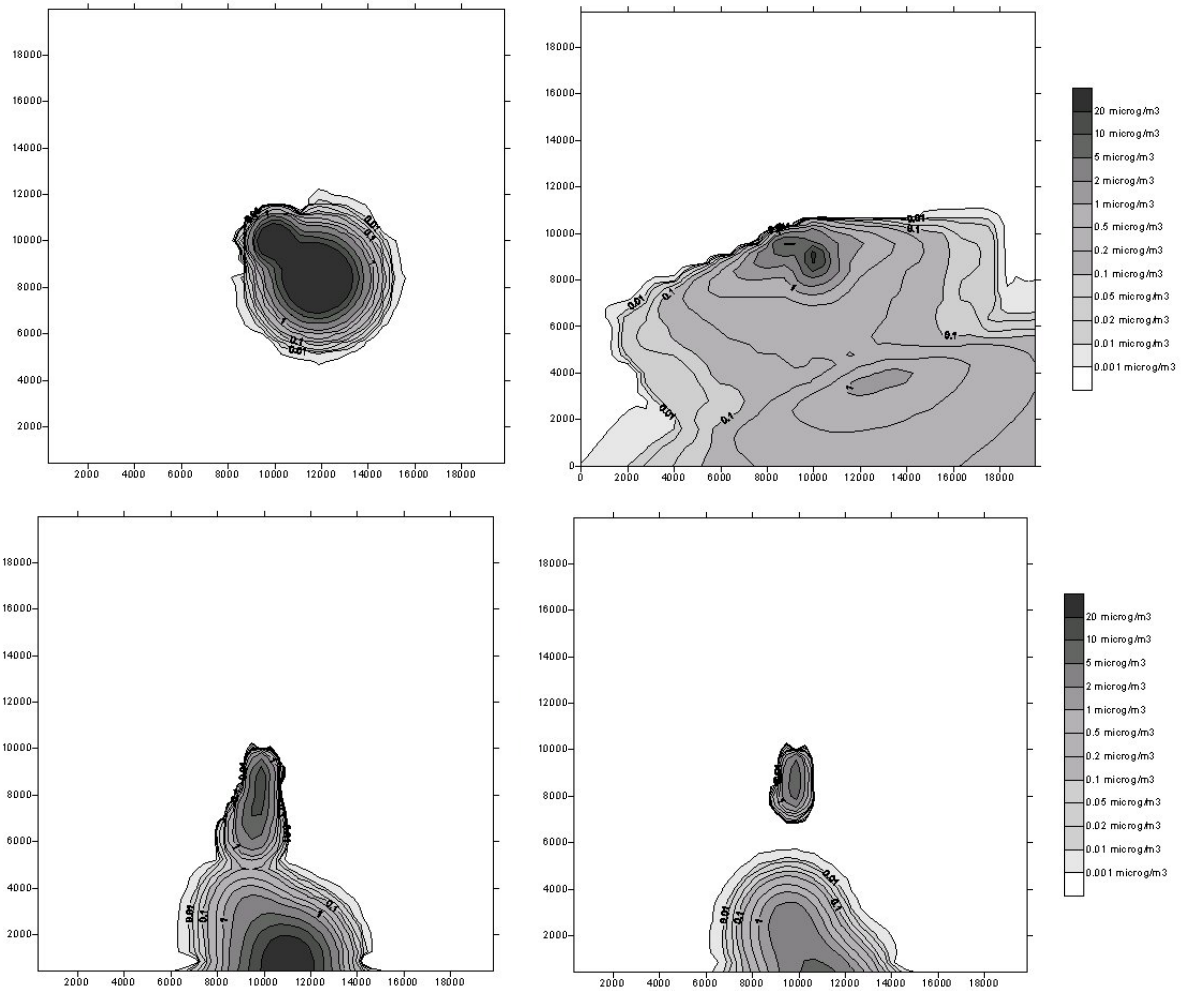


Figura 5.12– Mappe di ricaduta per il II caso di studio per i modelli SAFE AIR 1 (a), CALPUFF 1 (b), SAFE AIR 2 (c) e 3 (d).

Modello	Media	Bias	FB	Sigma	FS	COR	FA2	NMSE	WNNR	NNR
SAFE AIR 2	0.5524	0	0	3.31	0	1	1	0	0	0
CALPUFF 1	0.2131	0.339	0.89	1.12	0.98	0.06	0.55	100.65	529.03	0.77
SAFE AIR 1	1.5516	-0.999	-0.95	10.61	-1.05	-0.01	0.66	146.19	1345.49	0.50
SAFE AIR 3	0.1146	0.438	1.31	0.68	1.32	0.78	0.85	127.54	128.09	0.14

Tabella 5.8 – Analisi degli indici statistici di confronto per il II caso. Modello preso a riferimento: SAFE AIR 2

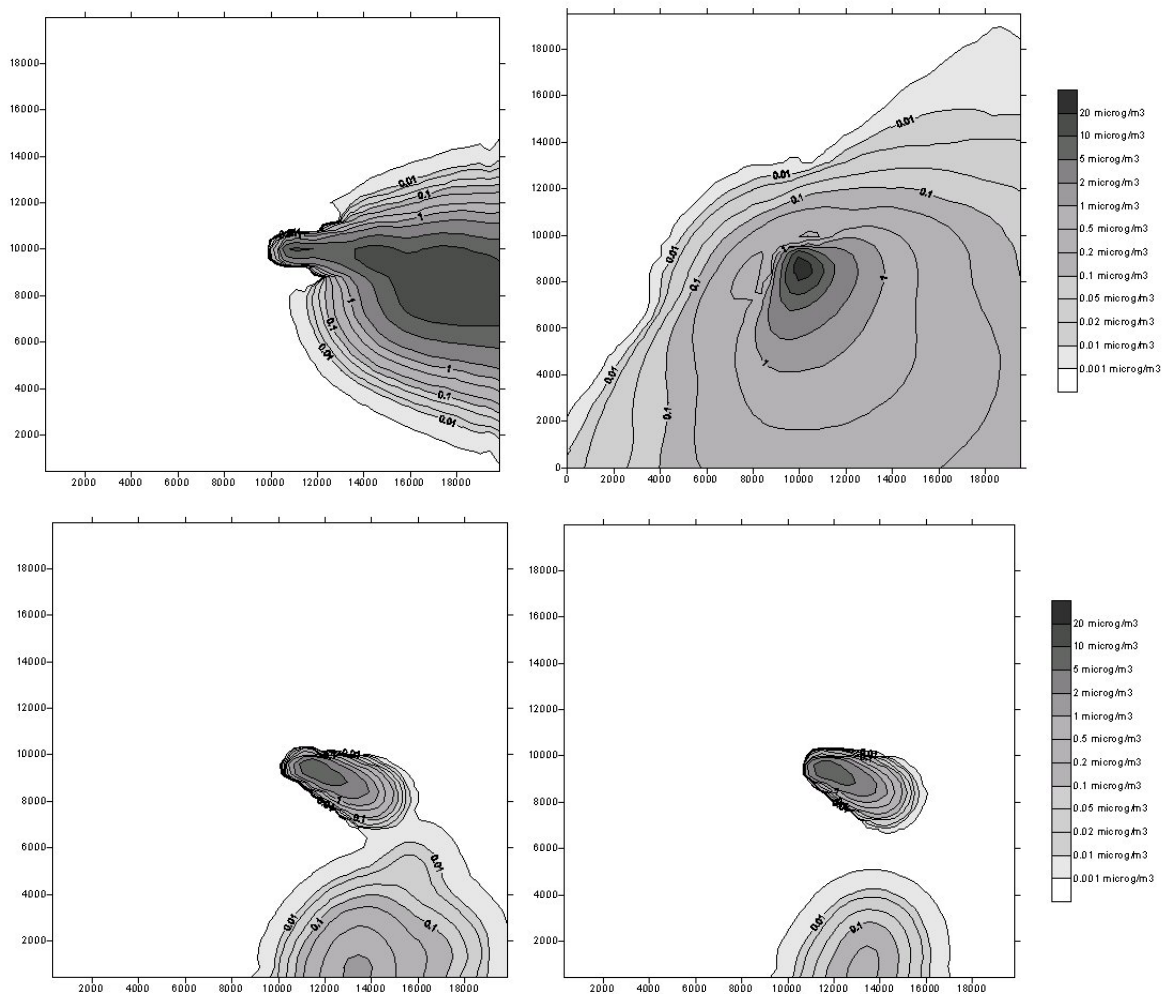


Figura 5.13 – Mappe di ricaduta per il III caso di studio per i modelli SAFE AIR 1 (a), CALPUFF 1 (b), SAFE AIR 2 (c) e 3 (d).

Modello	Media	Bias	FB	Sigma	FS	COR	FA2	NMSE	WNNR	NNR
SAFE AIR 2	0.0743	0	0	0.60	0	1	1	0	0	0
CALPUFF 1	0.3718	-0.298	-1.33	1.58	-0.90	0.20	0.40	92.98	38.37	1.41
SAFE AIR 1	0.9105	-0.836	-1.70	3.06	-1.35	0.00	0.54	154.35	420.41	0.80
SAFE AIR 3	0.0501	0.024	0.39	0.55	0.08	0.95	0.72	10.05	11.21	0.28

Tabella 5.9 – Analisi degli indici statistici di confronto per il III caso. Modello preso a riferimento: SAFE AIR 2



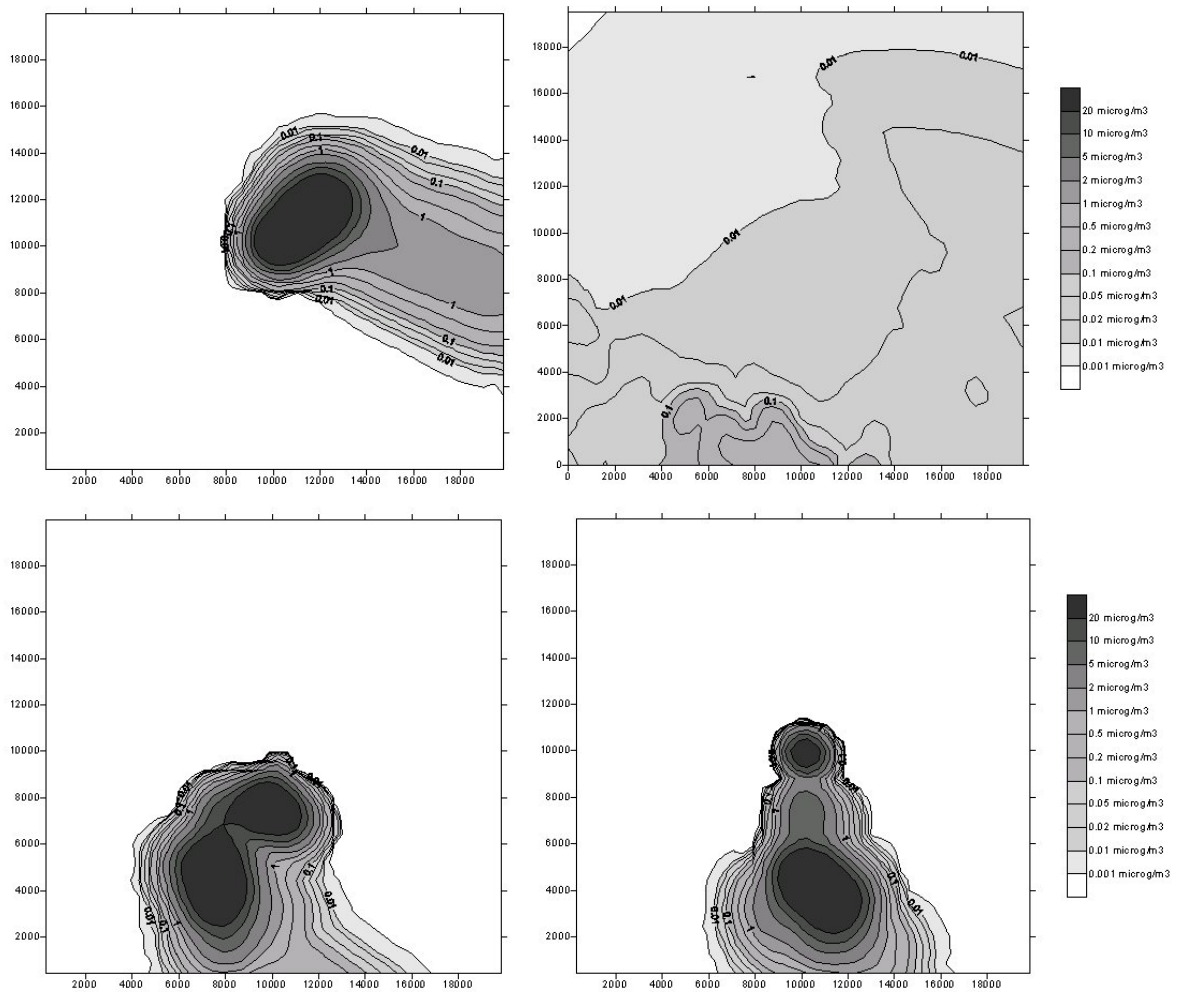


Figura 5.14 – Mappe di ricaduta per il IV caso di studio per i modelli SAFE AIR 1 (a), CALPUFF 1 (b), SAFE AIR 2 (c) e 3 (d).

Modello	Media	Bias	FB	Sigma	FS	COR	FA2	NMSE	WNNR	NNR
SAFE AIR 2	2.2274	0	0	10.74	0	1	1	0	0	0
CALPUFF 1	0.0336	2.194	1.94	0.08	1.97	0.01	0.03	1606.36	3261.77	22.06
SAFE AIR 1	2.5831	-0.356	-0.15	16.38	-0.42	-0.03	0.36	68.68	4351.21	1.75
SAFE AIR 3	1.8360	1.836	0.19	10.05	0.07	0.03	0.65	51.54	303.78	0.48

Tabella 5.10 – Analisi degli indici statistici di confronto per il IV caso. Modello preso a riferimento: SAFE AIR 2

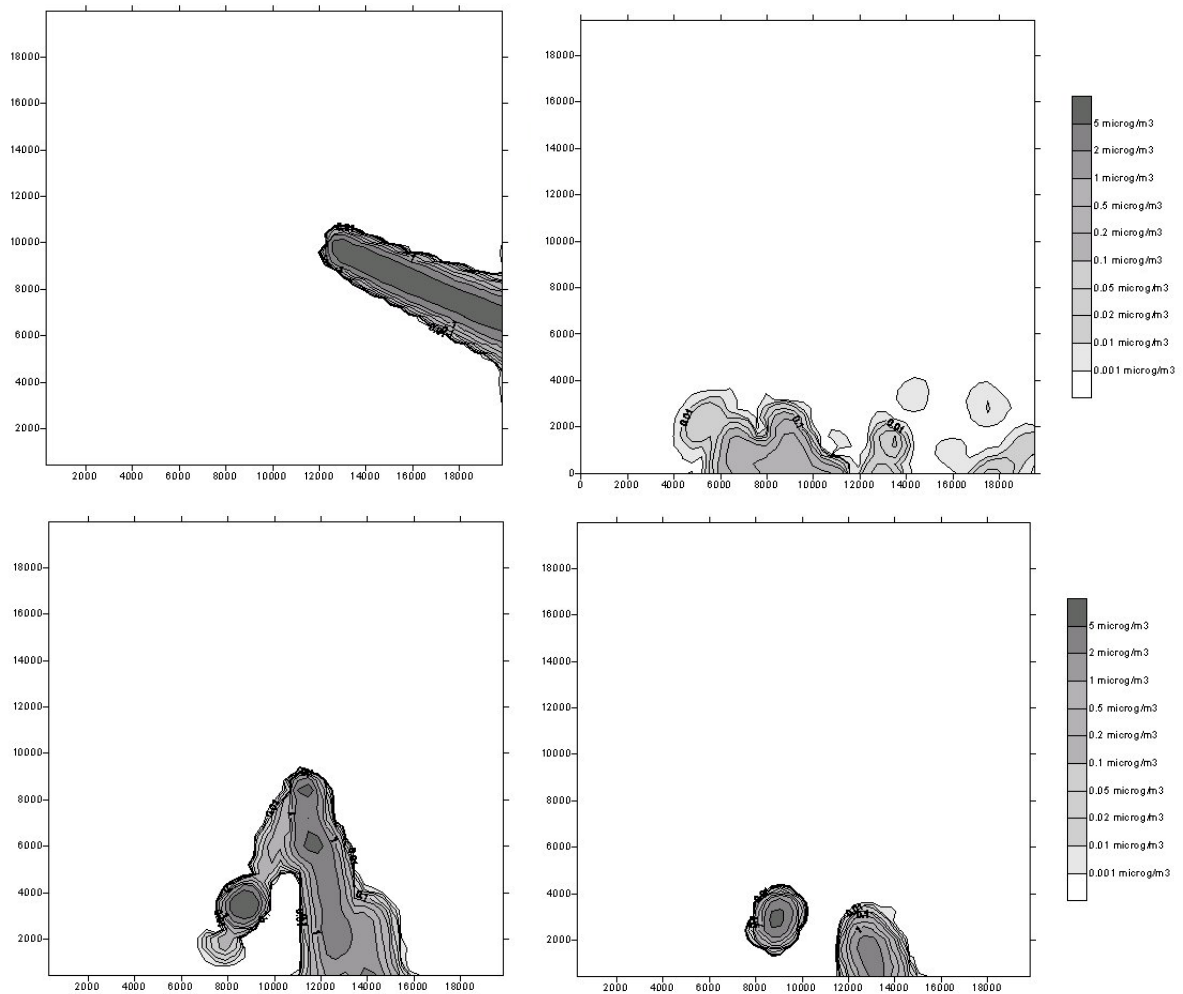


Figura 5.15– Mappe di ricaduta per il V caso di studio per i modelli SAFE AIR 1 (a), CALPUFF 1 (b), SAFE AIR 2 (c) e 3 (d).

Modello	Media	Bias	FB	Sigma	FS	COR	FA2	NMSE	WNNR	NNR
SAFE AIR 2	0.1503	0	0	0.99	0	1	1	0	0	0
CALPUFF 1	0.0118	0.139	1.71	0.08	1.71	-0.00	0.72	562.25	8285.66	0.37
SAFE AIR 1	0.2119	-0.062	-0.34	1.28	-0.25	-0.03	0.75	83.81	1.6E+9	0.34
SAFE AIR 3	0.0414	0.109	1.14	0.38	0.88	0.40	0.85	133.60	253.95	0.16

Tabella 5.11 – Analisi degli indici statistici di confronto per il V caso. Modello preso a riferimento: SAFE AIR 2

Analizzando i grafici e le tabelle appena esposte si ha la conferma sostanziale dei dati generali ottenuti dall’analisi delle concentrazioni medie delle 72 ore. In particolare si ha un andamento delle mappe di ricaduta piuttosto simile per modelli che utilizzano le stesse condizioni meteorologiche, confermando quindi l’alta criticità che tali dati rivestono in un’analisi diffusionale.

In generale si ha una sovrastima del modello SAFE AIR 2 e in alcuni casi anche di SAFE AIR 1 rispetto agli altri (in particolare rispetto a CALPUFF).

Il coefficiente di correlazione risulta abbastanza elevato per i modelli SAFE AIR 3 e CALPUFF 1 nel caso di vento più sostenuto, segno evidente, anche in questo caso, dell'influenza delle condizioni meteorologiche sull'andamento delle concentrazioni. Nel caso di calma di vento (se si eccettua il caso di atmosfera stabile) si ha invece un coefficiente di correlazione sostanzialmente più basso, poiché in questo caso le modalità di simulazione risultano preponderanti rispetto ai dati meteorologici, ed inoltre la calma di vento risulta una condizione molto critica per i modelli diffusionali, giustificando in parte la differenza più marcata che si nota.

L'accordo numerico risulta comunque sempre piuttosto elevato confermando il fatto che l'ordine di grandezza non si discosta poi molto da modello a modello. In particolare alcune condizioni meteorologiche (II, III e V caso) mostrano un valore di FA2 molto alto per tutti i modelli, mentre negli altri due casi ciò è vero solo per i modelli SAFE AIR 2 e SAFE AIR 3 (nel I caso, comunque si ha un elevato valore di FA2 anche per CALPUFF1, mentre nel IV risulta elevato quello di SAFE AIR 1).

Ciò sta a significare che, a grandi linee, non solo si ha un accordo tra l'ordine di grandezza delle concentrazioni calcolate, ma l'analogia risulta essere spesso piuttosto elevata, con valori spesso compresi tra il 50% e il 200% di quelli di riferimento.



5.6. Confronto modelli per sorgenti lineari

L'obiettivo principale delle simulazioni effettuate è quello di valutare le prestazioni relative al calcolo della dispersione di sostanze inquinanti prodotte da una sorgente di tipo lineare da parte di un codice di calcolo, SAFE-AIR, strutturato per modellare la diffusione di sostanze emesse da sorgenti puntuali, mediante il confronto con due modelli di calcolo certificati per l'uso specifico nella simulazione della diffusione da sorgenti di traffico (CALINE 4 e CAL3QHC), entrambi raccomandati dall'EPA.

Nell'ambito della prova di comparazione tra le diverse tipologie di modelli diffusionali è stato possibile, inoltre, effettuare una serie di valutazioni riguardanti differenti condizioni di impiego, rispetto alle possibili configurazioni della sorgente di traffico, valutando gli effetti dovuti all'uso dei codici matematici di simulazione in termini di distribuzioni spaziali delle concentrazioni al suolo.

Con maggiore dettaglio analitico comparativo, i risultati ottenuti con SAFE-AIR sono stati messi a confronto con le risultanze ottenute mediante l'impiego in condizioni similari del codice CALINE 4, preferito rispetto al codice CAL3QHC dato che questo garantisce buona affidabilità solo nelle immediate vicinanze di un'intersezione stradale e per condizioni di rete stradale costituita da intersezioni semaforiche.

In una valutazione comparativa tra i due codici specifici di tipo stradale inoltre, CALINE 4, può essere impiegato per valutare la dispersione di sostanze inquinanti prodotte su strade prive di intersezioni, con risultati più affidabili rispetto a quelli ottenuti con CAL3QHC, a causa della maggiore completezza delle parametrizzazioni fisiche di calcolo di cui è dotato questo modello di simulazione diffusionale.

Un vantaggio aggiuntivo, non sfruttato, comunque, nello svolgimento del presente lavoro, è la maggiore flessibilità di CALINE 4, che consente di trattare un numero maggiore di sostanze inquinanti, anche in circostanze di modellazione complessa come nel caso di presenza dei cosiddetti canyon urbani.