

Cliente Enel Produzione

Oggetto Centrali di Fusina e Porto Marghera - Valutazioni modellistiche delle ricadute di polveri fini

Ordine Attivazione n. 05/SARTI/07 del 03.03.05

Note

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

N. pagine 17 **N. pagine fuori testo**

Data 26.04.2005

Elaborato

Verificato

Elaborato Decimi Goffredo (CESI-STA)
A5020156 3328 AUT

Verificato Rusconi Marcello Ettore (CESI-DAM)
A5020156 3364 VER

Approvato Negri Antonio Nicola (CESI-STA)
A5020156 3252 APP

Indice

1	SOMMARIO	3
2	CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI CONSIDERATI.....	3
3	SIMULAZIONI DELLA CAMPAGNA SPERIMENTALE	3
3.1	DATI DI FUNZIONAMENTO DELLE CENTRALI	4
3.2	CONCENTRAZIONI MEDIE GIORNALIERE DI POLVERI IN EMISSIONE.....	7
3.3	CONDIZIONI METEOROLOGICHE DEL PERIODO DI CAMPAGNA	7
3.4	CONCENTRAZIONI RILEVATE IN ARIA AMBIENTE DI POLVERI FINI	11
3.5	RISULTATO DELLE SIMULAZIONI.....	14

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	26.04.2005	A5020156	Prima emissione

1 SOMMARIO

Sono state condotte alcune simulazioni con il modello matematico ISCST3 (versione 02035) delle ricadute di polveri fini emesse dagli impianti di Fusina e Porto Marghera nelle attuali configurazioni impiantistiche (4 gruppi termoelettrici a Fusina e 2 gruppi a Porto Marghera tutti funzionanti a carbone). Le simulazioni sono state condotte al fine di valutare la ricaduta delle polveri fini e di confrontare i risultati con le concentrazioni misurate al suolo ambiente limitatamente al periodo di esecuzione della campagna sperimentale (28 Febbraio – 11 Marzo 2005).

2 CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI CONSIDERATI

La centrale di Fusina nella sua configurazione attuale è costituita da 4 gruppi termoelettrici alimentati principalmente a carbone e dalla sezione FS5 attualmente fuori servizio. Le emissioni provenienti dalle Sezioni 1 e 2 vengono emesse rispettivamente con camini di altezza pari a 65 metri e 90. Le emissioni dei gruppi 3 e 4 vengono emesse mediante un camino comune di altezza 150 metri.

La centrale di Porto Marghera è costituita da 2 gruppi termoelettrici alimentati principalmente a carbone le cui emissioni sono emesse in atmosfera attraverso un unico camino alto 100 metri.

I dati caratteristici degli impianti sono riportati nel prospetto seguente.

Sorgente	Potenza	altezza	CARATTERISTICHE FUMI ALL'EMISSIONE		
			temperatura	portata	
Nome				tal quale	secchi O2 rif.
	MW	m	°C	Nm ³ /h	Nm ³ /h
FS_1	165	65	135	597100	535700
FS_2	171	90	135	619500	555800
FS_3-4	2x320	150	105	2280200	2045500
PM_2-3	2x70	100	135	584000	523900

Tabella 1 – Caratteristiche chimico-fisiche dell'emissione

3 SIMULAZIONI DELLA CAMPAGNA SPERIMENTALE

Nel periodo 28 Febbraio - 11 Marzo 2005 è stata condotta una campagna sperimentale nella quale sono stati effettuati rilievi ai camini dei gruppi al fine di caratterizzarne le emissioni di polveri. Relativamente allo stesso periodo sono stati effettuati anche rilievi delle immissioni di polveri al suolo in campo per

mezzo delle postazioni della Rete di Rilevamento della Qualità dell’Aria dell’Ente Zona Industriale di Porto Marghera (RRQA – EZI).

Nel corso della campagna sono state acquisite le seguenti tipologie di dati:

- dati di funzionamento della centrale (MW prodotti)
- concentrazioni medie giornaliere di polveri in emissione
- dati meteorologici acquisiti dalle postazioni della Rete di Qualità dell’Aria
- concentrazioni medie giornaliere di polveri misurate in 8 postazioni di misura (6 postazioni per la misura delle polveri totali, 2 per la misura del PM₁₀)
- input meteorologico: i dati meteorologici necessari alle simulazioni sono stati ricavati dalle misure effettuate in prossimità del suolo presso la postazione “Agip Petroli” (n.5 della RRQA-EZI) integrati per quanto riguarda la velocità e direzione del vento dalle misure Sodar effettuate presso la stazione meteorologica della centrale di Fusina;
- dominio di calcolo: è stata studiata un’area quadrata di lato pari a 30 km centrata nel punto di coordinate UTM Est = 750865 m, Nord = 5035644 m e con lati paralleli alle direzioni Sud-Nord ed Est-Ovest. I punti ricettori sono disposti su una griglia a maglie quadrate con un passo regolare di 250 metri, per un totale di 14641 punti ricettori.

Nel seguito sono illustrati i dati raccolti e la loro predisposizione per la definizione dell’input al modello ISCST3.

3.1 Dati di funzionamento delle centrali

I dati disponibili si riferiscono al periodo 28/02/2005- 11/03/2005 per il quale sono disponibili i dati dei 4 gruppi di Fusina e dei 2 di Marghera. L’andamento della produzione totale giornaliera nel periodo studiato è sostanzialmente costante sia per i gruppi della centrale di Fusina che per quelli di Marghera. Nel periodo considerato le sezioni delle due centrali hanno utilizzato esclusivamente carbone

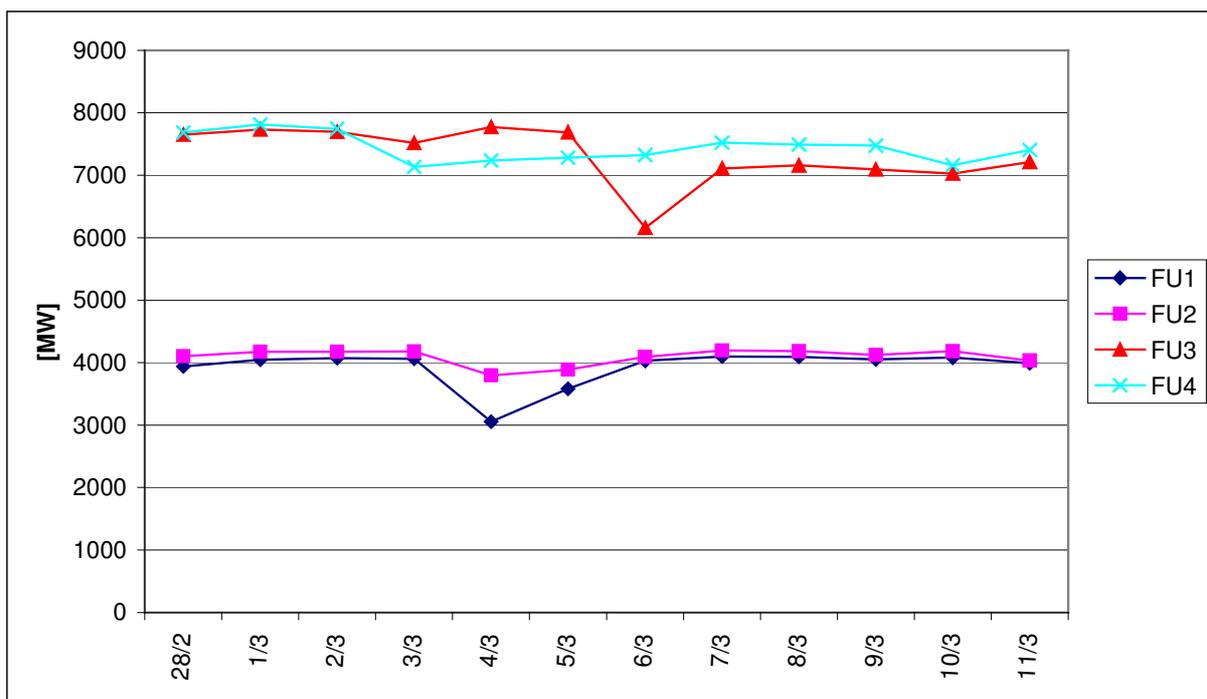


Figura 1 – Produzione media giornaliera per i gruppi della centrale di Fusina

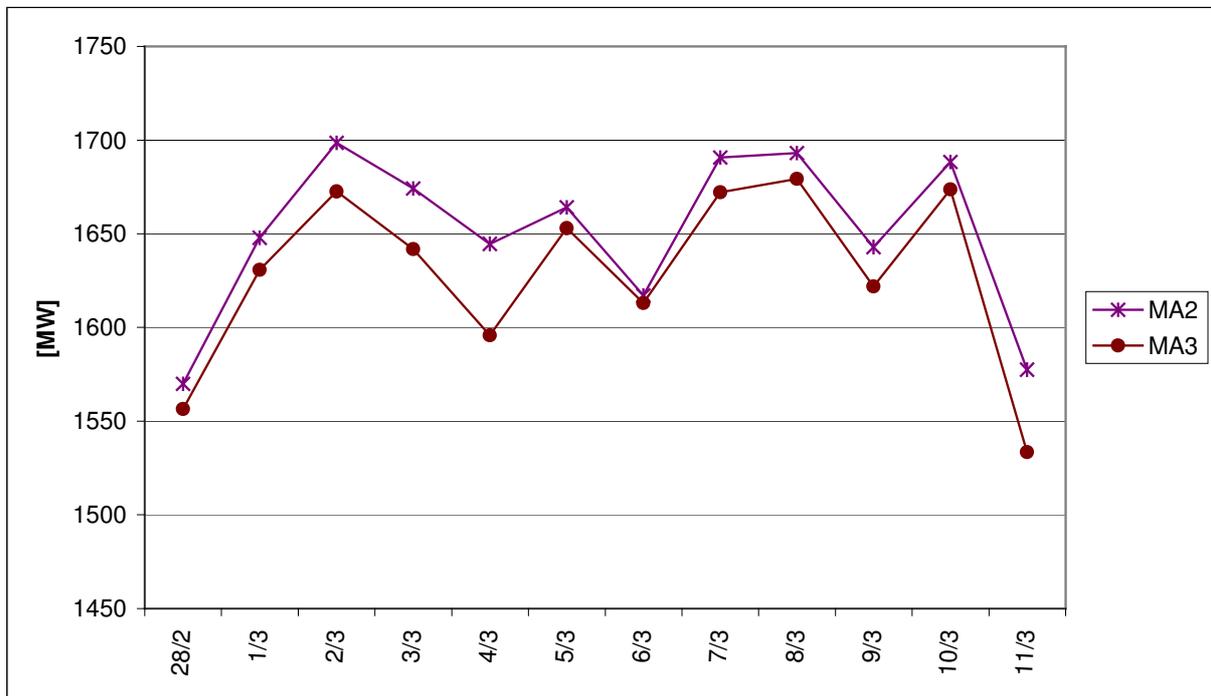


Figura 2 - Produzione media giornaliera per i gruppi della centrale di Porto Marghera

Nelle 2 figure successive si riportano gli andamenti del carico medio orario relativamente al periodo della campagna. Si osserva un funzionamento dei gruppi a regime pressoché costante e pari alla loro potenza nominale.

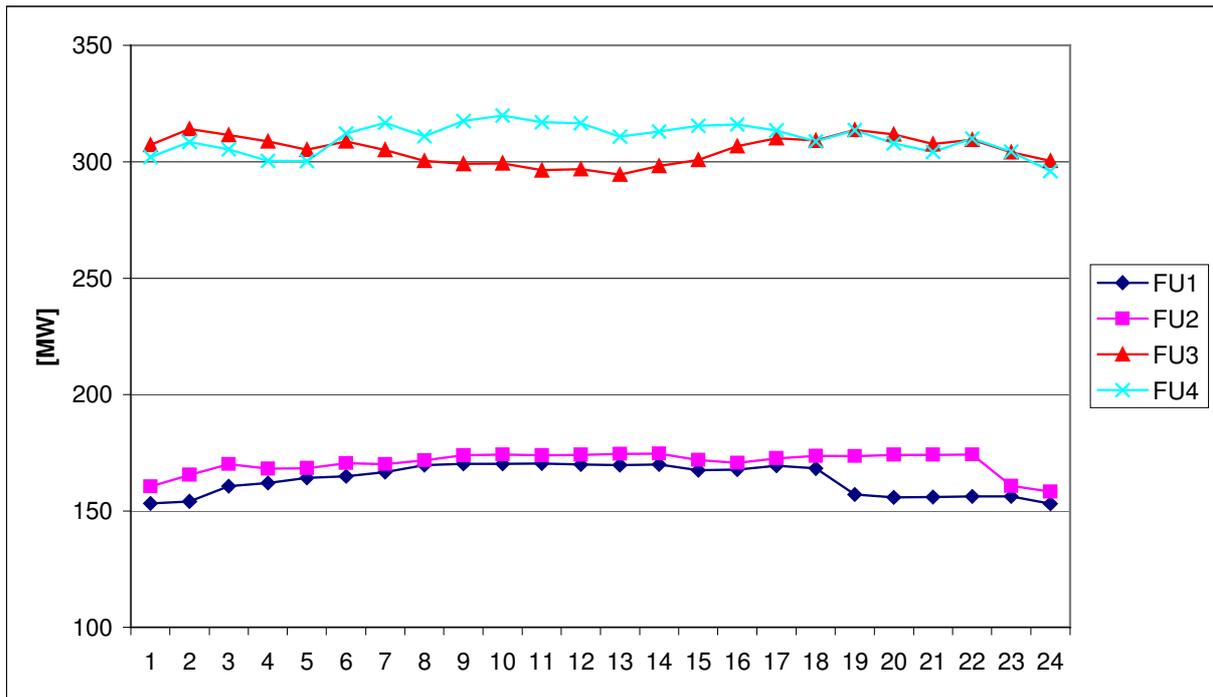


Figura 3 – Diagramma di carico medio orario nel periodo di campagna (centrale di Fusina)

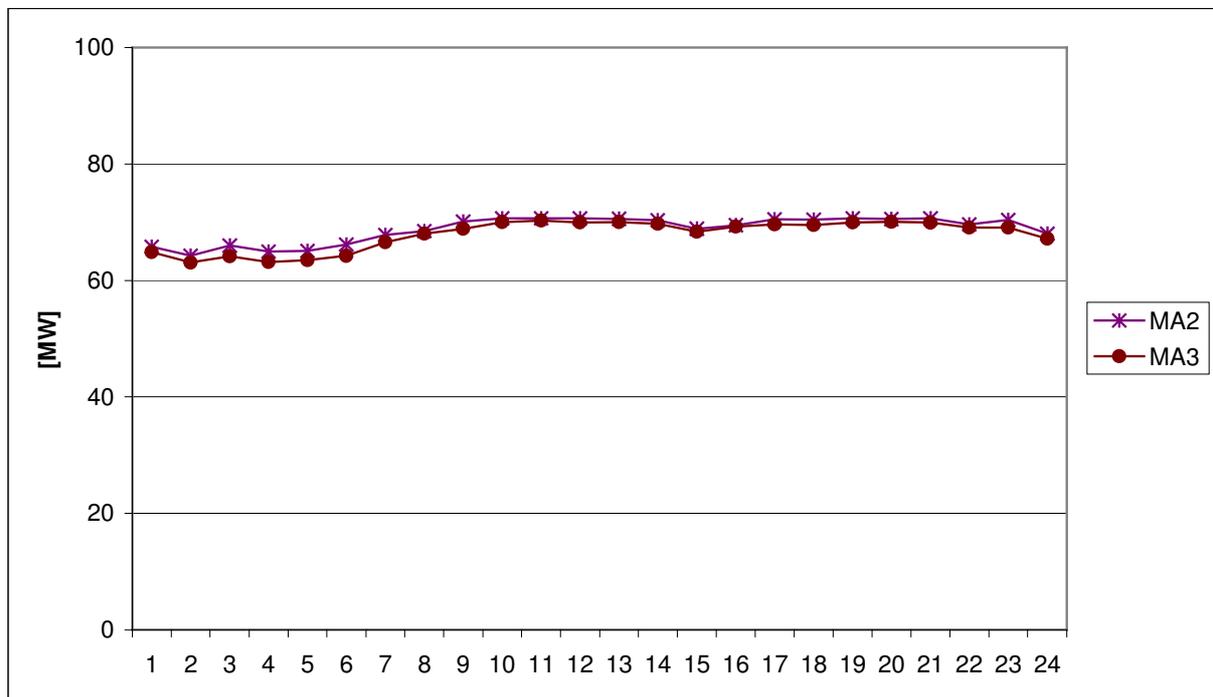


Figura 4 – Diagramma di carico medio orario nel periodo di campagna (centrale di Marghera)

3.2 Concentrazioni medie giornaliere di polveri in emissione

Durante la campagna di misura sono stati acquisiti i dati relativi alle concentrazioni medie giornaliere di polveri totali e della frazione PM_{10} emesse dai gruppi termoelettrici funzionanti. Nella tabella seguente sono illustrati i valori medi delle concentrazioni medie giornaliere di PM_{10} in emissione.

	FU 1	FU 2	FU 3	FU4	MA 2	MA 3
Conc. media	5.12	5.12	1.35	1.35	0.72	0.72

Tabella 2 – Concentrazioni medie giornaliere di polveri PM_{10} in emissione nel corso della campagna di indagine [mg/Nm^3]

3.3 Condizioni meteorologiche del periodo di campagna

Per il periodo di campagna sono disponibili i dati meteorologici misurati dalle postazioni della rete di Ente Zona Industriale e dal Sodar della centrale di Fusina. In particolare per alimentare il modello di dispersione sono stati utilizzati i dati di direzione e velocità del vento acquisiti dal sodar (alla quota di 125 metri) e dalla stazione n.5 (Agip Petroli). I dati di pressione atmosferica e di radiazione solare sono stati acquisiti dalla stazione n.23 (Ente Zona Meteo). Nella mappa seguente sono riportate le posizioni delle stazioni meteorologiche nella zona di indagine.

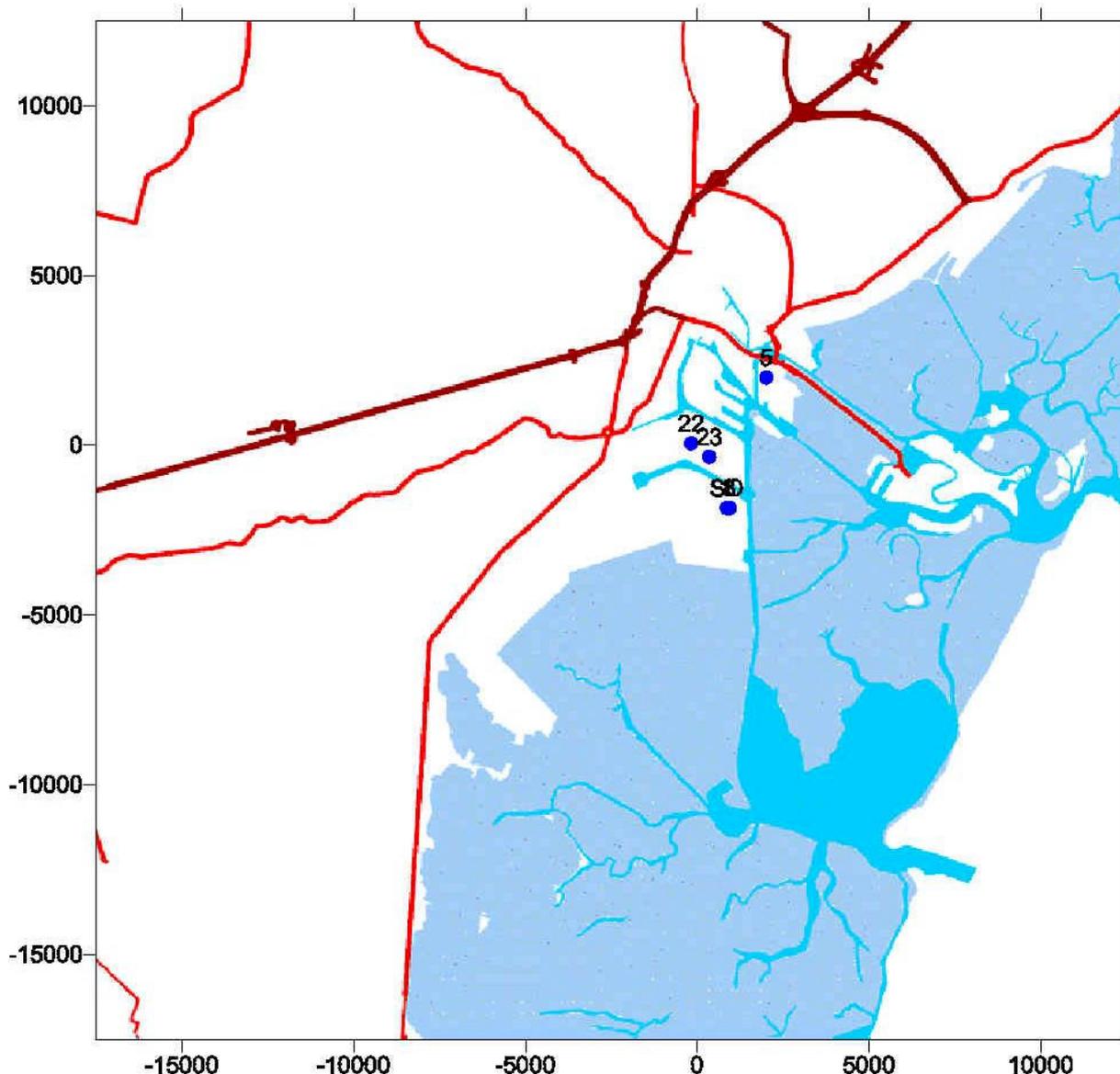


Figura 5 - Posizione delle postazioni di misura dei dati meteorologici

Postazione	UTM N [m]	UTM E [m]
Agip petroli (RRQA n°5)	5040142	755370
Fusina (Enel) (RRQA n°8)	5036293	754308
C.Op.Pas (RRQA n°22)	5038198	753182
Ente Zona Meteo (RRQA n°23)	5037802	753709

Tabella 3 – Coordinate delle postazioni di misura dei dati meteorologici

Nella figura seguente sono brevemente riassunti gli andamenti dei valori medi giornalieri dei principali parametri meteorologici. In particolare, relativamente al periodo della campagna di misura, si può osservare quanto segue:

- le temperature medie giornaliere inizialmente lievemente inferiori a 0 °C sono cresciute fino a circa 4°C,

- la pressione atmosferica ha assunto valori tra 1002 e 1021 mbar,
- l'umidità relativa media giornaliera ha oscillato tra il 45 e il 65%,
- si sono verificati due episodi con precipitazioni, precisamente il giorno 28 Febbraio di lieve entità (0.2 mm) ed il 4 Marzo con 6.4 mm. I dati a risoluzione oraria mostrano che questa si è verificata nelle prime ore del mattino,
- i valori massimi giornalieri di radiazione solare si sono mantenuti su valori superiori a 500 W/m² ad eccezione del giorno 3 Marzo. Giorno precedente quello della precipitazione massima.

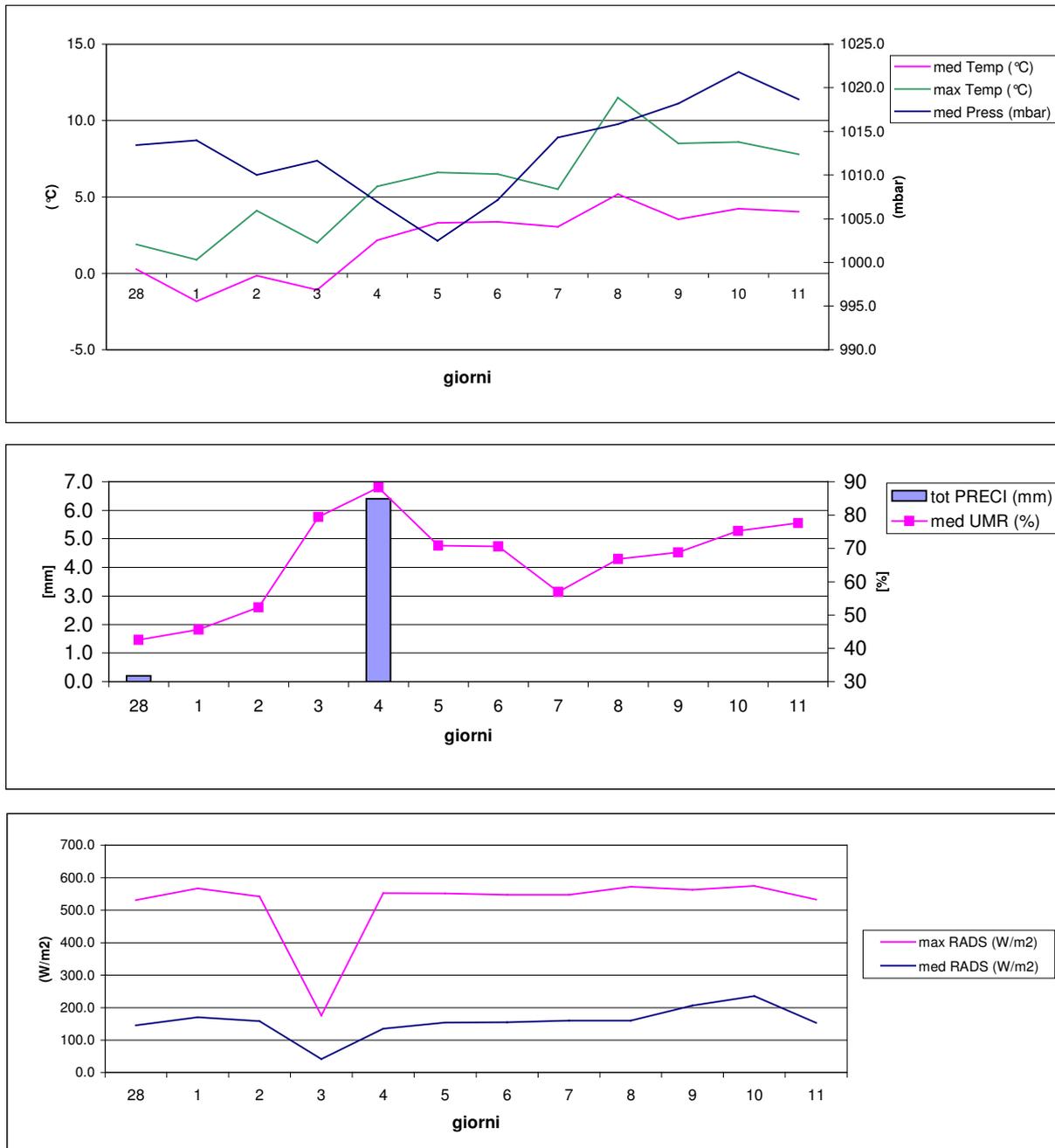


Figura 6 - Andamento dei parametri meteorologici medi (massimi) giornalieri nel corso della campagna di misura

La distribuzione delle frequenze di provenienza dei venti, alla quota di 125 metri dal suolo, è illustrata nelle rose di Figura 7. Si può notare una prevalenza dei venti dai settori NE e E (venti di Bora). Le componenti da NE sono presenti sia di giorno che di notte. Durante le ore notturne si osserva invece anche la presenza rilevante di componenti da E e SE.

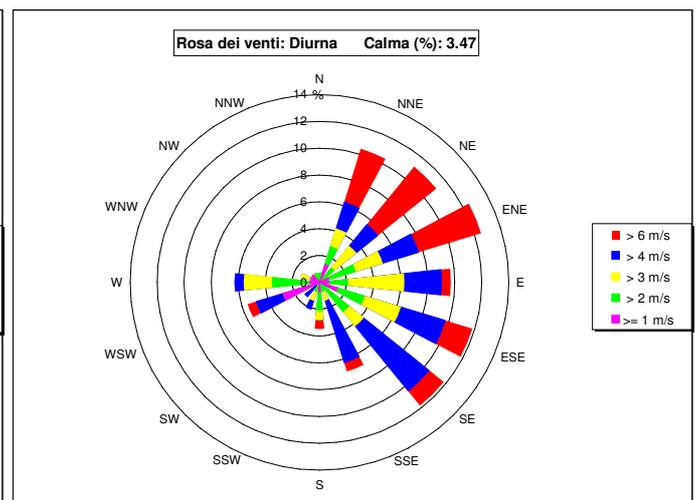
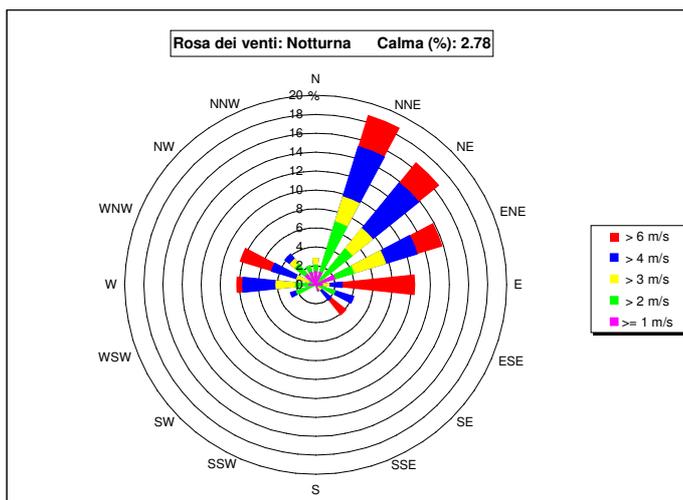
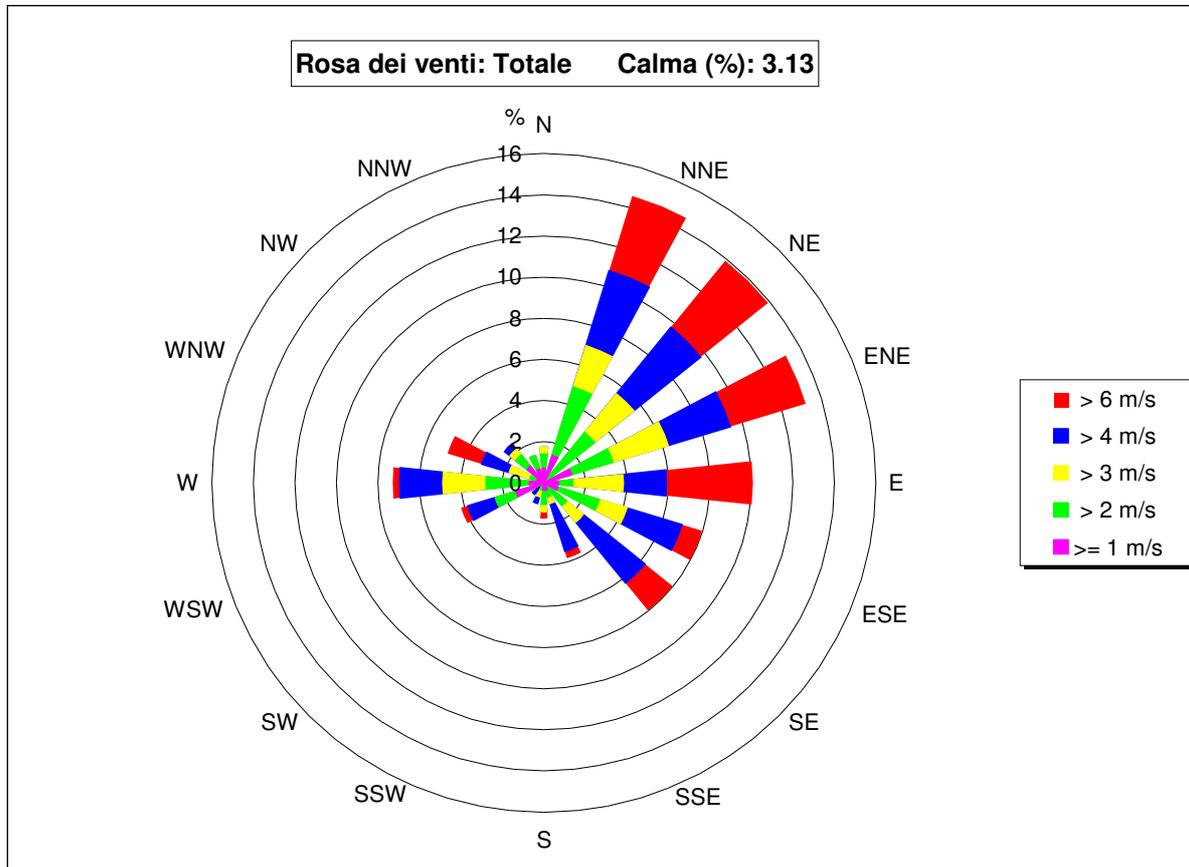


Figura 7 - Rosa dei venti a 125 metri di quota nel corso della campagna di misura (totale, notturna, diurna)

3.4 Concentrazioni rilevate in aria ambiente di polveri fini

L'Ente Zona Industriale di Porto Marghera gestisce la rete di rilevamento della qualità dell'aria (RRQA-EZI). I dati relativi alle polveri sono stati pertanto acquisiti per mezzo di questa rete relativamente al periodo temporale (28 Febbraio – 11 Marzo) nel quale sono state rilevate le relative concentrazioni di emissione ai camini. Nella tabella seguente sono riportate le coordinate geografiche delle stazioni di misura. Le stazioni 3,5,10,12,25,26 misurano le polveri totali, mentre la 17 e la 21 misurano le PM₁₀. Nella Figura 8 è illustrata l'ubicazione sul territorio delle postazioni di misura.

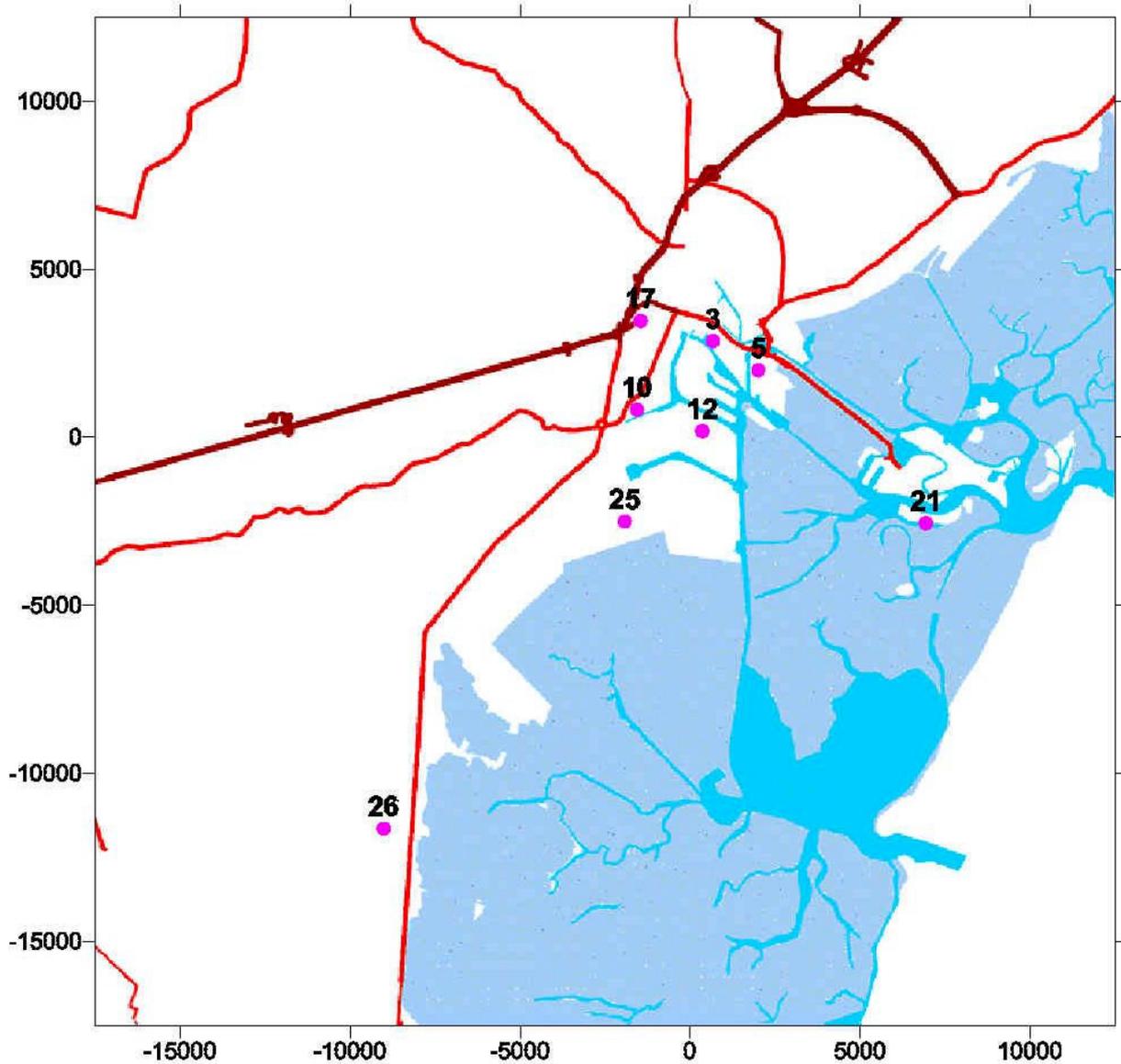


Figura 8 - Stazioni di misura delle immissioni al suolo delle polveri RRQA-EZI

Postazione	Tipologia	UTM N [m]	UTM E [m]
Fincantieri (RRQA n°3)	polveri totali	5041006	754039
Agip petroli (RRQA n°5)	polveri totali	5040142	755370
Enichem (RRQA n°10)	polveri totali	5038965	751804
Montefibre (RRQA n°12)	polveri totali	5038328	753725
Moranzani (RRQA n°25)	polveri totali	5035636	751441

Campagnalupia (RRQA n°26)	polveri totali	5026493	744349
Marghera (RRQA n°17)	PM ₁₀	5041609	751907
Giudecca (Ve) (RRQA n°21)	PM ₁₀	5035587	760300

Tabella 4 – Coordinate delle postazioni di misura delle polveri

Nel periodo di indagine le concentrazioni medie giornaliere di polveri totali hanno assunto valori variabili tra un minimo di 31 µg/m³ ed un massimo di 193 µg/m³. Le concentrazioni più elevate sono state misurate in corrispondenza della postazione Agip Petroli (RRQA n.5).

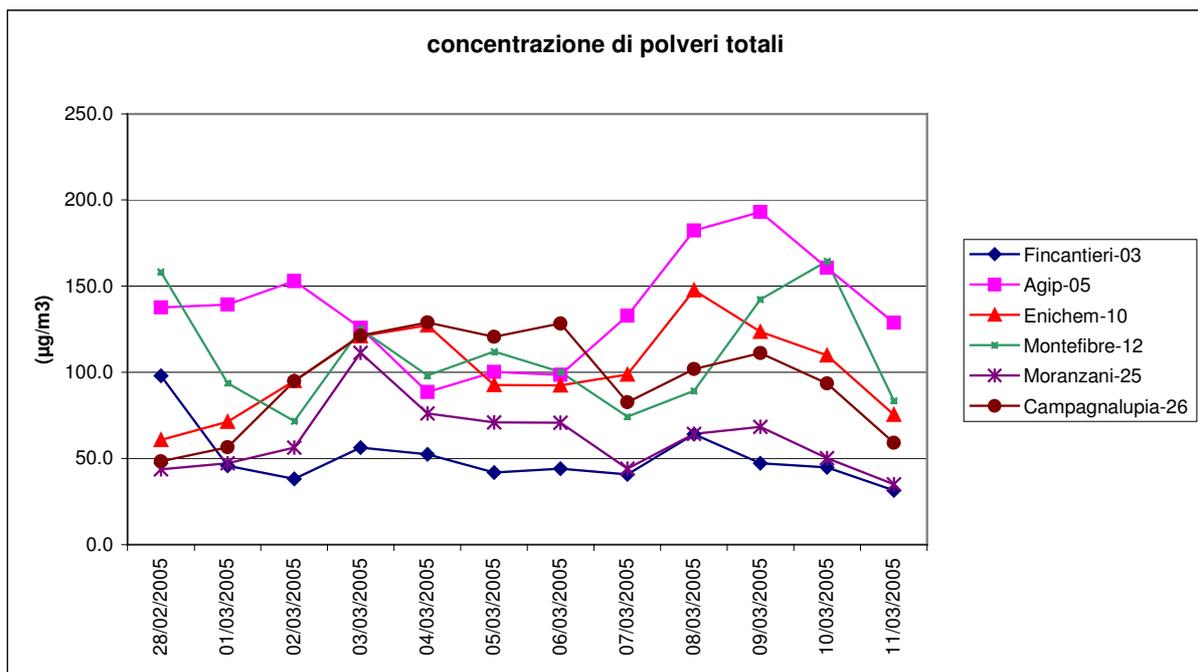


Figura 9 – concentrazione media giornaliera di polveri totali misurate nelle stazioni 3,5,10,12,25,26

Nella tabella seguente sono riportati i valori minimi medi e massimi delle concentrazioni medie giornaliere di polveri totali relativamente al periodo considerato.

	Fincantieri	Agip	Enichem	Montefibre	Moranzani	Campagnalupia
min	31.3	88.5	60.7	71.6	35.1	48.3
med	50.4	136.7	101.3	109.4	61.5	95.6
max	97.9	193.1	147.7	164.5	111.3	129.0

Tabella 5 – valori minimi, medi e massimi delle concentrazioni medie giornaliere di polveri totali [µg/m³]

Nella Figura 10 vengono riportati gli andamenti delle concentrazioni medie giornaliere di PM₁₀ rilevate dalle postazioni di Marghera e Giudecca.

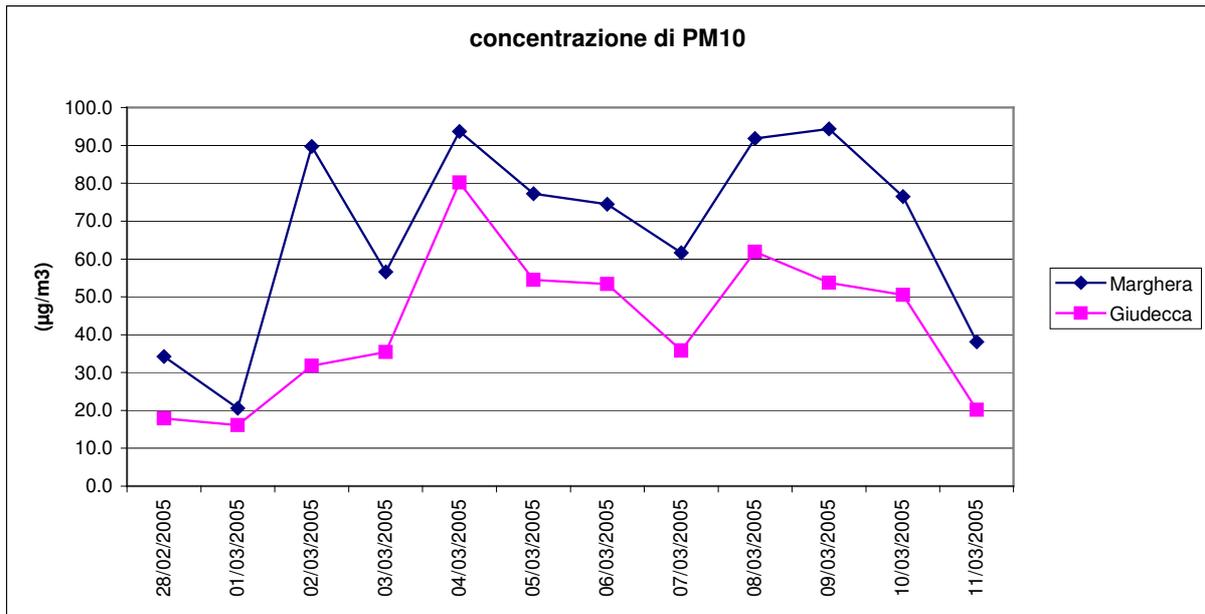


Figura 10 – Andamento della concentrazione media giornaliera di PM₁₀ [µg/m³] nelle 2 postazioni di misura

L'esame della figura mette in evidenza un andamento simile tra le due postazioni, il coefficiente di correlazione tra le concentrazioni delle 2 postazioni è infatti elevato e pari a 0.84. Si osserva che la postazione di Marghera evidenzia sempre valori superiori rispetto a quelli rilevati dalla postazione di Giudecca arrivando più volte a valori massimi giornalieri prossimi ai 100 µg/m³. L'andamento comune delle due curve è ancora più evidente nel grafico di Figura 11 nel quale le concentrazioni medie giornaliere in ciascuna postazione sono state normalizzate con il rispettivo valore medio di tutta la campagna. Si può quindi affermare che le concentrazioni di PM₁₀ rilevate non siano attribuibili ad un'unica sorgente bensì ad un insieme di sorgenti diffuse e sparse sul territorio circostante le postazioni di misura (impianti industriali, traffico, riscaldamento domestico, ecc.).

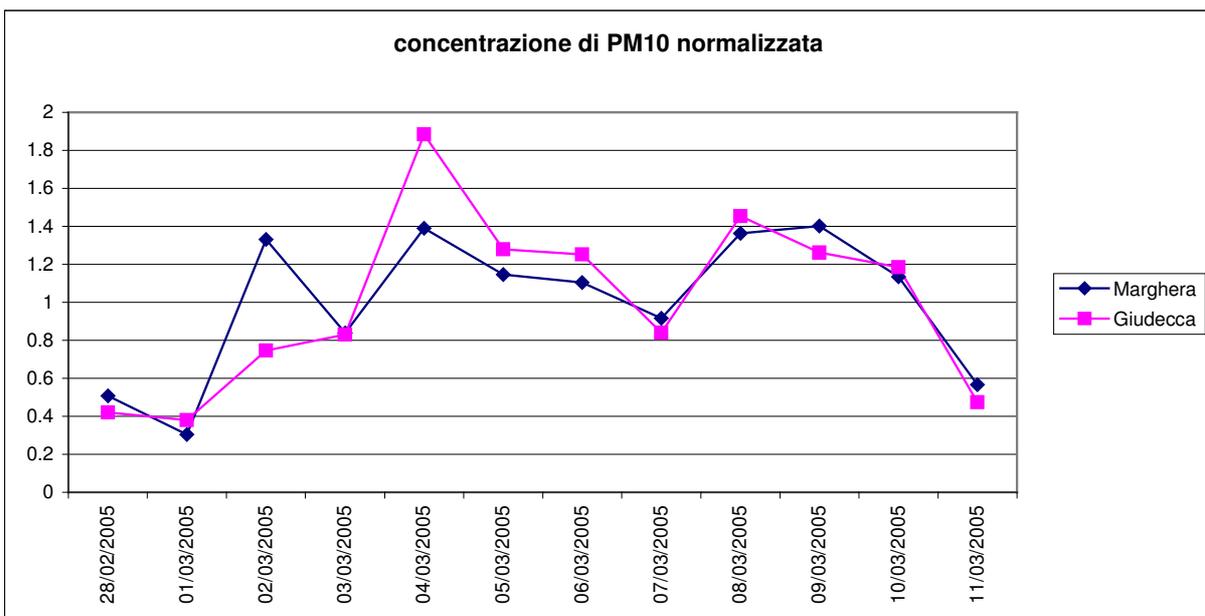


Figura 11 – Andamento della concentrazione media giornaliera normalizzata sul valore medio

In Tabella 6 sono presentati i valori minimi, medi e massimi di PM₁₀ misurati nelle 2 postazioni di misura del PM₁₀.

	Giudecca (Ve)	Marghera
min	16.1	20.5
med	42.6	67.4
max	80.3	94.4

Tabella 6 – Valori minimi, medi e massimi delle concentrazioni medie giornaliere di PM₁₀ [µg/m³]

La Figura 12 mostra l'andamento delle serie di PM₁₀ (a risoluzione bi-oraria) confrontate con il grafico della precipitazione. Si osserva come in corrispondenza degli eventi di precipitazione i valori di concentrazione diminuiscono notevolmente per poi risalire.

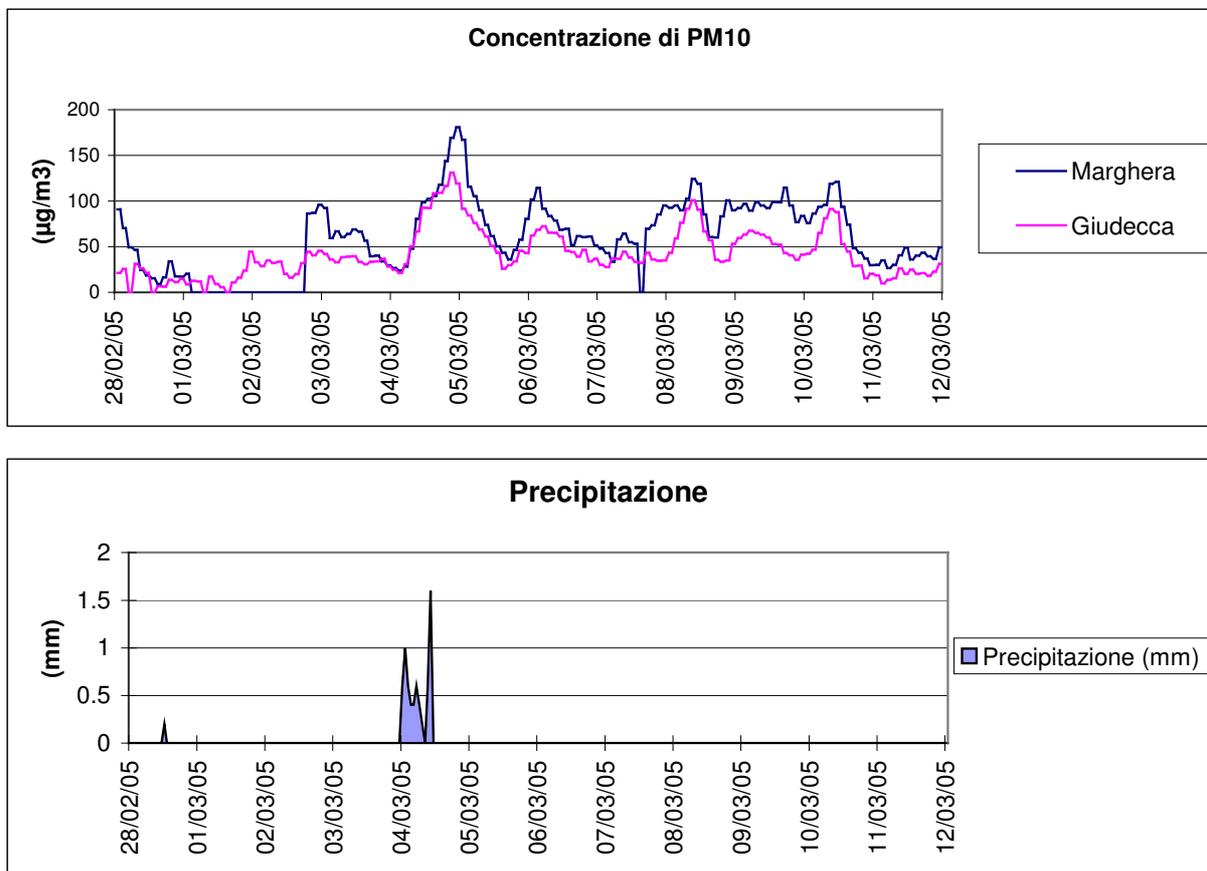


Figura 12 – Andamento della concentrazione di PM₁₀ [µg/m³] (dati biorari) e precipitazione

3.5 Risultato delle simulazioni

I dati di emissione ed i dati meteorologici illustrati in precedenza sono stati utilizzati per la costruzione dei file di input al modello di trasporto e dispersione degli inquinanti in atmosfera ISCST3 (versione 02035). In particolare, l'input emissivo è stato definito in modo tale da poter ricostruire le reali emissioni orarie dei sei gruppi termoelettrici. I punti di emissione impiegati nella simulazione con il

modello sono 4 in quanto i gruppi 1 e 2 della centrale di Fusina sono dotati di proprio camino, i gruppi 3 e 4 impiegano un camino comune ed i 2 gruppi di Marghera impiegano anch'essi un camino comune.

I parametri di emissione, variabili ora per ora, quali il rateo di emissione, la temperatura e la velocità dei fumi sono stati definiti dai dati misurati dallo SME di centrale.

Il file per l'input meteorologico è stato costruito utilizzando sia i dati anemometrici rilevati dal Sodar della centrale di Fusina (relativi alla quota di circa 125 metri), sia i dati di temperatura al suolo. La classe di stabilità è stata calcolata a partire da radiazione solare e velocità del vento a 10 metri nelle ore diurne e utilizzando il gradiente di temperatura tra il suolo e 100 metri per le ore notturne.

Le simulazioni effettuate hanno interessato il periodo dalle ore 1 del 28 Febbraio 2005 alle ore 24 del 11 Marzo 2005 per complessive 288 ore.

Una prima simulazione è stata realizzata per calcolare la concentrazione media sull'intero periodo di indagine sul dominio di calcolo quadrato di 30 x 30 km centrato nel punto di coordinate UTM Est = 750865 m, Nord = 5035644 m. L'origine di questo dominio di calcolo è il punto medio (UTM Est = 753365 m, Nord = 5038144 m) tra le centrali di Fusina e Marghera. Il dominio si estende pertanto rispetto questa origine per 17.5 km a ovest ed a nord e per 12.5 km a sud e ad est.

PM₁₀ - concentrazioni medie di periodo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

**** Centrali di Fusina e Marghera ****

Valore massimo = 0.0028 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

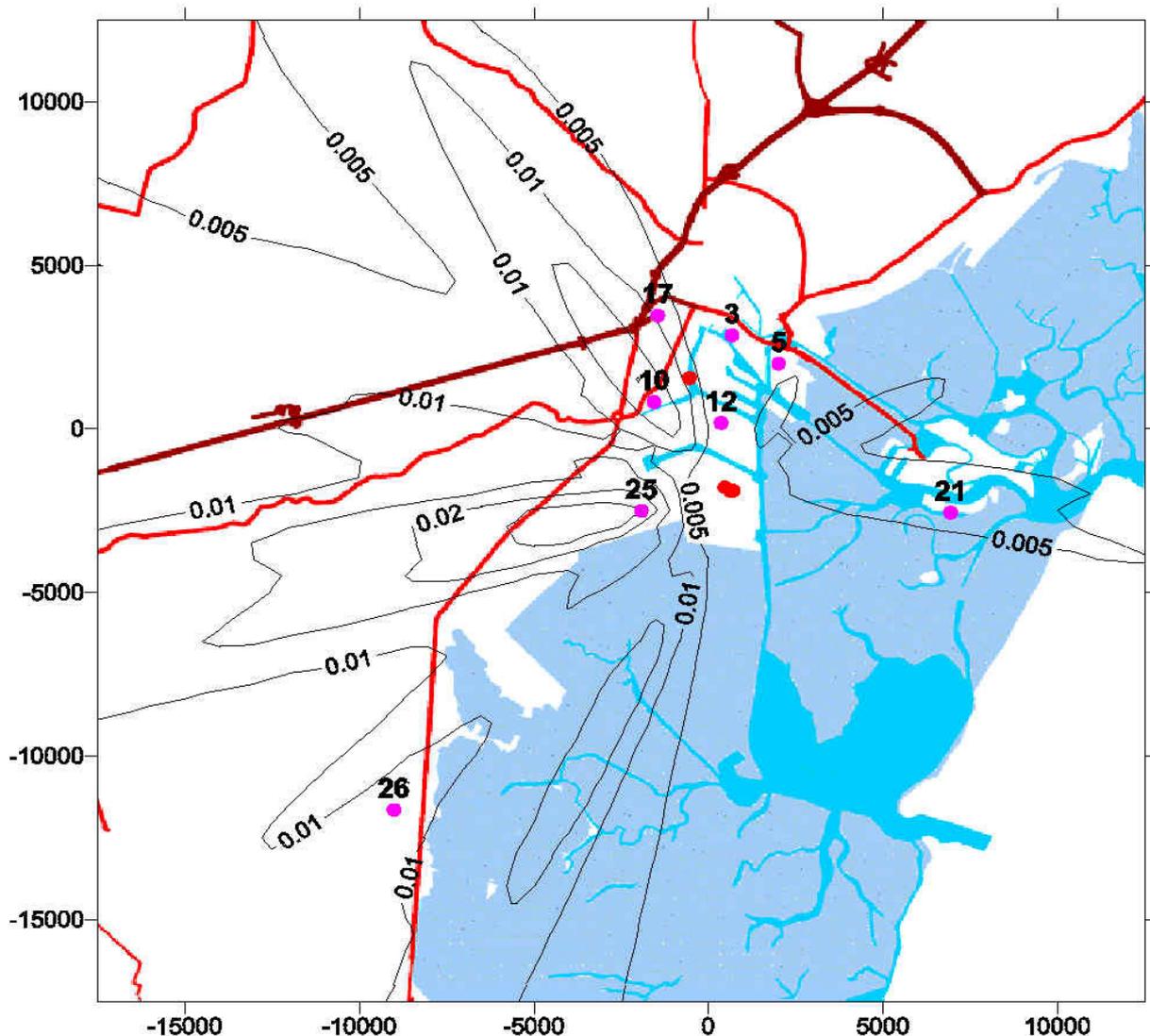


Figura 13 – Concentrazioni di PM₁₀ medie sull'intero periodo di indagine

Dall'esame della mappa di concentrazione media nel periodo simulato si osserva che le postazioni Fincantieri, Agip petroli e Montefibre (3, 5, 12) sono mediamente non interessate dalle ricadute delle emissioni delle centrali. L'area di massima ricaduta è situata ad Est della centrale di Fusina, in prossimità della postazione Moranzani (25). Il valore massimo di concentrazione media nel periodo è comunque ridotto e pari a 0.0028 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Una seconda simulazione è stata condotta per calcolare le serie temporali delle concentrazioni medie orarie in corrispondenza delle 8 postazioni della rete di qualità dell'aria dell'Ente Zona Industriale di Porto Marghera (vedi Tabella 4). Dalle serie temporali orarie stimate dal modello sono state calcolate le concentrazioni medie giornaliere e sono state confrontate con le concentrazioni di particolato fine misurate dalle stazioni della RRQA.

Nella Tabella 7 sono riportati i valori di concentrazione oraria media e massima nel periodo simulato in corrispondenza delle 8 stazioni.

	Fincantieri	Agip petroli	Enichem	Montefibre	Moranzani	Campagna lupia	Marghera	Giudecca (Ve)
med	0.00274	0.00365	0.01937	0.00071	0.02385	0.008	0.0093	0.00636
max	0.36107	0.35307	0.58026	0.0521	0.52499	0.25241	0.50115	0.51277

Tabella 7 – Concentrazioni di PM_{10} calcolate dal modello nelle 8 stazioni della RRQA [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Nel confrontare i valori di concentrazione stimati dal modello con quelli rilevati dalla RRQA e riportati nelle tabelle 5 e 6 si prenda in considerazione che la tabella 5 riporta valori di concentrazione relative al particolato totale e la tabella 6 la concentrazione di PM_{10} . Le simulazioni si riferiscono alla sola frazione PM_{10} . I valori stimati dal modello sono comunque molto inferiori ai valori rilevati sperimentalmente.

Le concentrazioni medie giornaliere di PM_{10} , calcolate con il modello e riferite alle relative emissioni provenienti dalle 4 sezioni delle due centrali dell'Enel, sono confrontate graficamente nella Figura 14 con i valori misurati di PM_{10} nelle postazioni di Marghera e Giudecca e di particolato totale nelle altre postazioni.

Il primo grafico, relativo alla stazione di Marghera, mostra valori misurati intorno a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mentre il modello stima il contributo della centrale nell'ordine di soli 0.01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ovvero valori di 4 ordini di grandezza inferiori e altresì non si osservano correlazioni tra l'andamento delle misure e quello delle stime del modello. Il grafico relativo alla stazione di Giudecca sembra essere l'unico nel quale il confronto tra i dati misurati e quelli calcolati sembra mostrare una correlazione tra i 2 picchi misurati e quelli stimati dal modello ma anche per questa postazione i valori misurati sono dell'ordine di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mentre le stime del modello arrivano al massimo a 0.04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ovvero, anche in questo caso, valori di 4 ordini di grandezza inferiori e comunque tali da evidenziare il contributo delle centrali termoelettriche Enel di assoluta limitata rilevanza (0.04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). La postazione Fincantieri misura valori di particolato totale intorno a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Le stime del modello, relative al PM_{10} , hanno un valore medio di 0.002 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ovvero di 5 ordini di grandezza inferiore.

Le stazioni Agip petroli, Enichem e Montefibre mostrano valori misurati più elevati ed intorno a 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Le stime del modello arrivano al massimo a 0.06 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (stazione Enichem) mentre i valori medi sono ancora notevolmente inferiori. Anche per queste stazioni non si osservano correlazioni tra gli andamenti misurati e quelli calcolati. La stazione Campagnalupia mostra valori sperimentali intorno ai 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre le stime modellistiche hanno valori intorno a 0.008 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ovvero di 5 ordini di grandezza inferiore. La stazione Moranzani è quella che evidenzia il valore più elevato tra le stime modellistiche, a conferma che la dispersione delle emissioni provenienti dalle centrali Enel avvengono in direzione sud - ovest. Il valore di 0.13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM_{10} , stimato per il giorno 28/2, è comunque ben inferiore ai valori di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di particolato totale rilevato dalla postazione.

I risultati delle elaborazioni effettuate con il modello climatologico, considerando le sole emissioni di PM₁₀ provenienti dalle due centrali Enel di Fusina e Porto Marghera, dimostrano che il loro contributo è decisamente irrilevante, 4 o 5 ordine di grandezza inferiori, rispetto alle immissioni al suolo di particolato totale o PM₁₀ rilevate dalle postazioni della rete di rilevamento di qualità dell'aria dell'Ente zona industriale e che questo, ove rilevabile, è predominante in direzione sud-ovest.

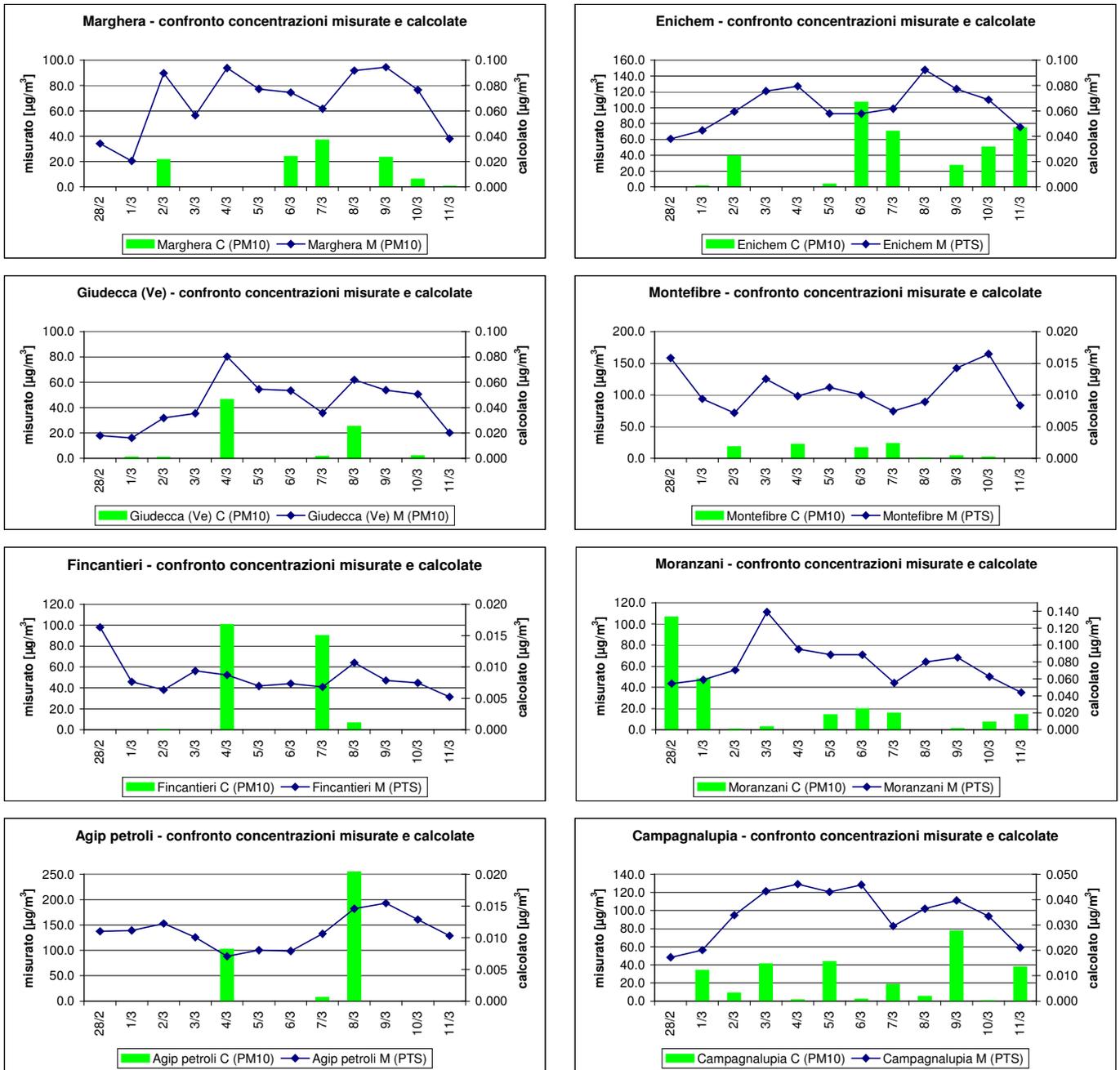


Figura 14 – Confronto tra le concentrazioni medie giornaliere misurate e calcolate dal modello nelle 8 postazioni di misura