

**ALLEGATO D5**

**RELAZIONE TECNICA SUI DATI METEOCLIMATICI E  
DISPERSIONE IN ATMOSFERA DEGLI INQUINANTI**

Cliente / Client



**Sorgenia Puglia S.p.A.**  
Via Dei Gladioli SNC – 70026 Modugno (BA)  
Servizio informazioni 800 122 797  
<http://www.sorgenia.it>  
e-mail: [info@sorgenia.it](mailto:info@sorgenia.it)

Nome progetto / *project name*

**CENTRALE TERMoeLETRICA A CICLO COMBINATO DI MODUGNO (BA)**

**Ing. GIOVANNI MICHELONI**  
**MILANO**

Via Nicola Piccinni, 23 – 20131 Milano - Tel. +39 02.29401759  
e-mail: [gmiceloni@libero.it](mailto:gmiceloni@libero.it)

Titolo documento / *document title* :

**ANALISI MODELLISTICA DELLA DIFFUSIONE IN  
ATMOSFERA DEGLI INQUINANTI EMESSI DAL  
CAMINO**

Sottotitolo documento / *document subtitle* :

**Relazione illustrativa**

Rev.	Data emiss/ issue date	Descrizione revisione / <i>revision description</i>	St	Sc	Pre	Chk	App		
2	20/12/2008	Rev 2							
			Documento n./ <i>document n.</i>				Tipo documento / <i>document type</i>		
			Commessa	Origine	Unità	Identificazione KKS	Discipl.	Num. progressivo	
Proprietà e diritti del presente documento sono riservati – la riproduzione è vietata / <i>Ownership and copyright are reserved – reproduction is strictly forbidden</i>									

ANALISI MODELLISTICA DELLA DIFFUSIONE IN ATMOSFERA DEGLI INQUINANTI EMESSI DAL CAMINO DELLA CENTRALE DI MODUGNO (BA)

INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>1-3</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE ELABORAZIONI EFFETTUATE.....</b>	<b>2-5</b>
2.1	DESCRIZIONE DEL MODELLO ADOTTATO .....	2-5
2.1.1	CALPUFF .....	2-5
2.1.2	CALMET .....	2-7
2.1.3	CALPOST.....	2-7
2.1.4	Versioni utilizzate .....	2-7
2.2	RICOSTRUZIONE DEL CAMPO METEOROLOGICO .....	2-8
2.2.1	Dati di input meteorologico .....	2-8
2.2.2	Domini di simulazione .....	2-10
2.3	ANDAMENTO DELLE PRINCIPALI VARIABILI METEOROLOGICHE NEL PERIODO DI INDAGINE.....	2-16
2.3.1	Ventosità .....	2-16
2.3.2	Temperatura, classe di stabilità, altezza dello strato rimescolato .....	2-20
2.4	DATI IN INGRESSO E PRINCIPALI ASSUNZIONI DELLE SIMULAZIONI EFFETTUATE.....	2-22
2.4.1	Opzioni di calcolo.....	2-24
<b>3</b>	<b>RISULTATI DELLE SIMULAZIONI.....</b>	<b>3-25</b>
<b>4</b>	<b>CONFRONTO CON I LIMITI DI LEGGE E LO STATO ATTUALE DI QUALITÀ DELL'ARIA .....</b>	<b>4-31</b>
4.1	LIMITI DI LEGGE .....	4-31
4.1.1	Stato attuale di qualità dell'aria.....	4-33
4.1.2	Dati 2005 (PRQA).....	4-33
4.1.3	Dati 2007 – 2008 – Stazione EN2 - Modugno.....	4-37
4.2	CONFRONTO DEI VALORI STIMATI DI RICADUTA CON I VALORI LIMITE E CON LO STATO ATTUALE DI QUALITÀ DELL'ARIA.....	4-39
<b>5</b>	<b>RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....</b>	<b>5-40</b>

ALLEGATI

- Tav. 1 - NO2 - P. 99.8 concentrazioni orarie (rif 2006)
- Tav. 2 - NO2 – media 24 h (rif 2006)
- Tav. 3 - NO2 – media annuale (rif 2006)

## 1           PREMESSA

---

L'impatto sulla qualità dell'aria determinato dalle emissioni in atmosfera della Centrale Termoelettrica a Ciclo Combinato a gas di Modugno è stato analizzato simulando con uno specifico modello matematico le condizioni di dispersione in atmosfera dei fumi emessi dal camino e stimando le concentrazioni addizionali di inquinanti attese al suolo; i valori ottenuti, mediati su diversi scenari temporali, sono stati successivamente confrontati con gli standard di qualità dell'aria vigenti al fine di evidenziare il potenziale contributo al superamento di tali limiti alla luce dei livelli di concentrazione attuali rilevati nell'intorno dell'area in esame dalle stazioni di monitoraggio esistenti.

La scelta del modello di diffusione è stata condotta in base a quanto indicato nelle "Linee Guida Nazionali per la selezione e l'applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell'aria APAT – CTN ACE 4/2001".

Nel caso di sorgenti puntuali in quota e scala di applicazione locale, estesa fino a 10-20 km, le Linee Guida prevedono, infatti, che la scelta del modello per la valutazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera venga condotta sulla base dei seguenti criteri:

- Disponibilità dati meteorologici
- Rilevanza delle emissioni della sorgente
- Complessità orografica del sito
- Tipologia del regime meteorologico (presenza di calme di vento, regime di brezza).

Le tipologie di modelli applicabili sono:

- Modelli analitici stazionari a pennacchio, Gaussiani e non
- Modelli non stazionari a puff o a segmenti
- Modelli 3D Lagrangiani ed Euleriani

Il sito presenta una morfologia pianeggiante e le caratteristiche dei fumi e del punto di emissione indicano una dispersione degli inquinanti su vasta scala.

La disponibilità di dati meteo tridimensionali derivanti da modelli prognostici a scala vasta ha indirizzato la scelta verso un noto modello non stazionario a puff (Calpuff).

Il modello diffusionale è stato applicato alle emissioni di macroinquinanti (NO<sub>x</sub>, CO) e, per quanto irrilevante, particolato PM<sub>10</sub>, per stimare nel periodo temporale di riferimento le concentrazioni orarie in corrispondenza di un insieme di recettori discreti distribuiti all'interno dell'area di indagine.

I risultati dell'applicazione del modello diffusionale sono stati, quindi, analizzati in termini di medie e percentili di legge, per essere interpretati alla luce dei limiti fissati dalla normativa italiana, tenuto conto dell'attuale stato di qualità dell'aria della zona.

I risultati della valutazione condotta sono stati illustrati graficamente sotto forma di mappe di isoconcentrazione (in termini di 99.8° percentile delle concentrazioni medie orarie in un anno, massima media giornaliera e valore medio annuale).

## **2 DESCRIZIONE DELLE ELABORAZIONI EFFETTUATE**

---

### **2.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO ADOTTATO**

Il CALPUFF Model System è stato sviluppato a partire dal 1990 da J. Scire, inizialmente sponsorizzato da CARB (California Air Resources Board), poi passato alla Sigma Research Corporation (Earth Tech, Inc.) nell'ambito della ricerca di nuovi modelli di dispersione atmosferica del tipo non stazionario.

Il sistema è composto essenzialmente da tre componenti:

- un preprocessore meteorologico (CALMET) che ricostruisce campi meteorologici tridimensionali su una specificata griglia di calcolo, rendendo così il sistema capace di trattare condizioni atmosferiche complesse;
- un modello di dispersione non stazionario (CALPUFF), che simula il rilascio di inquinanti dalla sorgente come una serie di pacchetti discreti di materiale ("puff"), emessi ad intervalli di tempo prestabiliti; CALPUFF può avvalersi dei campi tridimensionali generati da CALMET, oppure utilizzare altri formati di dati meteorologici;
- un programma di postprocessing degli output di CALPUFF (CALPOST), che consente di ottenere i formati richiesti dall'utente ed è in grado di interfacciarsi con programmi di visualizzazione grafica dei risultati delle simulazioni.

La versione attuale del modello include i tre componenti principali (CALMET/ CALPUFF/ CALPOST) ed un set di vari programmi che consentono al sistema di interfacciarsi a dataset standard di dati meteorologici e geofisici.

Dopo varie fasi di validazione e analisi di sensibilità, CALPUFF è stato inserito nella "Guideline on Air Quality Model" tra i modelli ufficiali di qualità dell'aria riconosciuti dall'U.S.EPA. Il modello CALPUFF è inserito, inoltre, nell'elenco dei modelli consigliati da APAT per la valutazione e gestione della qualità dell'aria ("Modelli da applicare nelle aree urbane ed a scala locale").

#### **2.1.1 CALPUFF**

CALPUFF è un modello di dispersione non stazionario a puff gaussiani, multistrato e multispecie, che consente di valutare il campo di concentrazione, simulando gli effetti delle condizioni meteorologiche, variabili nello spazio e nel tempo, sul trasporto, la trasformazione e la rimozione degli inquinanti in atmosfera.

Le cui caratteristiche principali sono:

1. capacità di trattare sorgenti puntuali, lineari, areali, di volume, con caratteristiche variabili nel tempo (flusso di massa dell'inquinante, velocità di uscita dei fumi, temperatura);
2. notevole flessibilità relativamente all'estensione del dominio di simulazione, da poche decine di metri (scala locale) a centinaia di chilometri dalla sorgente (mesoscala);
3. capacità di trattare situazioni meteorologiche variabili e complesse, come calme di vento, parametri dispersivi non omogenei, effetti vicino alla sorgente, come transitional plume rise (innalzamento del plume dalla sorgente), building downwash (effetti locali di turbolenza dovuti alla presenza di ostacoli

lungo la direzione del flusso), partial plume penetration (parziale penetrazione del plume nello strato d'inversione), fumigation;

4. capacità di trattare condizioni di orografia complessa e caratterizzate da una significativa rugosità, nelle quali gli effetti della fisionomia del terreno influenzano la dispersione degli inquinanti;
5. capacità di trattare effetti a lungo raggio quali le trasformazioni chimiche, trasporto sopra l'acqua ed interazione tra zone marine e zone costiere;
6. possibilità di applicazione ad inquinanti inerti e polveri, soggetti a rimozione a secco o ad umido, ed a inquinanti reagenti;

Nel modello CALPUFF, per poter tener conto della non stazionarietà dei fenomeni, l'emissione di inquinante (plume) viene suddivisa in "pacchetti" discreti di materiale (puff) la cui forma e dinamica dipendono dalle condizioni di rilascio e dalle condizioni meteorologiche locali. Il contributo di ogni puff in un recettore viene valutato mediante un metodo "a foto": ad intervalli di tempo regolari (sampling step), ogni puff viene "congelato" e viene calcolato il suo contributo alla concentrazione. Il puff può quindi muoversi, evolversi in forma e dimensioni fino all'intervallo successivo. In CALPUFF sono presenti due opzioni per la rappresentazione dei "pacchetti" :

- Puff: elementi gaussiani radiali-simmetrici;
- Slug: elementi non circolari allungati nella direzione del vento.

Per ogni sampling step, i pacchetti sono aggiornati in merito al trasporto, considerando gli spostamenti del baricentro dell'elemento e ai coefficienti di dispersione associati all'elemento stesso.

Come già indicato, il modello CALPUFF contiene moduli per il trasporto su ambiente terrestre, marino ed interazione mare-terra, per gli effetti del terreno complesso, deposizione secca e umida, semplici trasformazioni chimiche e per l'interazione degli edifici con il pennacchio (building downwash).

Per quanto riguarda la deposizione secca, CALPUFF contiene un modulo che si basa sulle proprietà dell'atmosfera, della superficie e dell'inquinante e consente di parametrizzare i più importanti fattori che influenzano le velocità di deposizione; la valutazione della deposizione può essere condotta con due diverse opzioni di differente grado di dettaglio, trattando le velocità di deposizione di gas o particelle predette da un modello di deposizione a "resistenza" variabili nello spazio e nel tempo oppure considerando velocità di deposizione su cicli di 24 ore specificati dall'utente, per ogni inquinante, escludendo in questo caso ogni dipendenza spaziale delle velocità.

CALPUFF prevede anche un modulo riguardante la deposizione umida che, specificando i coefficienti di scavenging per precipitazione liquida o solida, consente di quantificare la frazione di materiale inquinante che viene a mancare al puff, a causa di tale fenomeno.

Per quello che riguarda, infine, le trasformazioni chimiche, CALPUFF contiene un modulo che tratta alcune semplici reazioni, e demanda, per tutto quello che concerne la chimica, al modello CALGRID il quale è in grado di trattare dettagliati meccanismi fotochimici, non lineari.

La dispersione e il "galleggiamento" di pennacchi rilasciati da sorgenti basse, possono essere significativamente modificati dalla presenza di palazzi o altri ostacoli in prossimità della sorgente;

specificando altezza e larghezza di tali ostacoli, CALPUFF consente di parametrizzare questo effetto, detto di building downwash, utilizzando gli algoritmi di Huber-Snyder e Schulman-Scire.

Il modello CALPUFF è in grado di modellizzare le ore di calma di vento simulando dei puff “stagnanti”, che, in condizioni di velocità del vento nulla, non sono dispersi tramite avvezione, ma possono subire fenomeni di dispersione turbolenta.

Per quanto riguarda gli input meteorologici, CALPUFF utilizza il campo meteorologico tridimensionale generato da CALMET a partire dai dati registrati da stazioni al suolo e in quota.

### **2.1.2 CALMET**

CALMET è il pre-processore meteorologico che ricostruisce campi meteorologici tridimensionali su una specificata griglia di calcolo, rendendo così il sistema capace di trattare condizioni atmosferiche complesse, variabili nel tempo e nello spazio.

I dati di input richiesti da CALMET sono i seguenti:

- condizioni meteorologiche sia al suolo (velocità e direzione del vento, altezza dello strato rimescolato, copertura nuvolosa, temperatura, umidità, pressione e piovosità) sia in quota (velocità e direzione del vento, temperatura, pressione);
- caratteristiche del dominio computazionale (numero e dimensione delle celle della griglia);
- orografia;
- rugosità superficiale.

CALMET, a differenza di altri processori meteorologici, calcola internamente la classe di stabilità atmosferica, tramite la localizzazione del dominio (coordinate UTM), l'ora del giorno e la copertura del cielo. Consente, inoltre, di tener conto di diverse caratteristiche, quali la pendenza del terreno, la presenza di ostacoli al flusso, la presenza di zone marine o corpi d'acqua.

Il file di output di CALMET contiene, oltre alle informazioni generali sulle dimensioni del dominio di studio e l'intervallo di tempo della simulazione, le serie temporali delle variabili meteorologiche con risoluzione oraria e fornisce, quindi, a CALPUFF tutti i dati meteorologici del dominio di studio necessari per la valutazione.

### **2.1.3 CALPOST**

CALPOST è il post-processore che elabora il file di output di CALPUFF contenente i valori orari di concentrazione di inquinante considerato in corrispondenza dei recettori, per ottenere i parametri d'interesse, ad es. concentrazione massima o media per vari periodi, frequenze di superamento di soglie stabilite dall'utente. CALPOST è, inoltre, in grado di produrre file direttamente interfacciabili con programmi di visualizzazione grafica dei risultati delle simulazioni.

### **2.1.4 VERSIONI UTILIZZATE**

La simulazione è stata effettuata con il modello CALMET versione 6.326 livello 080709, e CALPUFF versione 6.262 livello 080725. Tali versioni sono quelle ufficialmente raccomandate dalla US-EPA.

## 2.2 RICOSTRUZIONE DEL CAMPO METEOROLOGICO

Come precedentemente illustrato, il modello CALPUFF, per la stima della diffusione in atmosfera e del deposito al suolo, utilizza il campo meteorologico tridimensionale generato dal pre-processore CALMET a partire dai dati registrati da stazioni al suolo e in quota, sulla griglia e per il periodo temporale prescelto.

CALMET è un modello meteorologico diagnostico, cioè in grado di ricostruire il campo di vento su un dominio di calcolo con orografia complessa a partire da misure al suolo e da almeno un profilo verticale. Esso contiene inoltre degli algoritmi per il calcolo di parametri micrometeorologici fondamentali nell'applicazione di modelli di dispersione in atmosfera, come, ad esempio, l'altezza di rimescolamento, la lunghezza di Monin-Obukhov e la classe di stabilità atmosferica di Pasquill-Gifford.

CALMET ricostruisce il campo di vento in due successivi passi. Nel primo passo modifica il vento iniziale in funzione degli effetti cinematici del terreno e dei venti di pendenza; nel secondo passo questo vento viene ulteriormente modificato in funzione dei dati misurati e dell'equazione di conservazione della massa. Nei diversi punti del dominio di simulazione il vento misurato ha un peso che decresce con l'aumentare della distanza dalla stazione di misura.

Il vento allo step iniziale, che poi verrà corretto, può essere determinato come valore medio del vento misurato sul dominio a una certa quota, oppure può essere l'output di un modello meteorologico prognostico. In questo secondo caso i risultati del modello prognostico possono essere utilizzati in alcuni punti anche per rimpiazzare le misure meteorologiche.

Il modulo micrometeorologico presente in CALMET utilizza, sopra il suolo, i metodi di Holtslag e Van Ulden (Holtslag e Van Ulden, 1982, 1983) per il calcolo del flusso di calore sensibile, della lunghezza di Monin-Obukhov, della velocità di frizione. Sopra l'acqua invece si utilizza un metodo diverso che prende in considerazione le diverse proprietà termiche. I parametri micrometeorologici vengono quindi utilizzati per calcolare lo spessore dello strato limite planetario e i coefficienti di dispersione turbolenta dei modelli di trasporto.

L'output di CALMET viene utilizzato in maniera diretta dal modello di dispersione Lagrangiano a puff (CALPUFF) e dal modello di dispersione Euleriano fotochimica CALGRID.

### 2.2.1 DATI DI INPUT METEOROLOGICO

Nel caso specifico l'analisi è stata effettuata a partire dai dati meteorologici orari relativi al 2006 forniti dal modello meteorologico prognostico ad area limitata MM5 (*mesoscale model* versione 5), sviluppato dall'Università della Pennsylvania (PSU) e dal National Center for Atmospheric Research.

Il sistema MM5 è un modello meteorologico tridimensionale diffuso in tutto il mondo allo scopo di simulare una grande varietà di fenomeni atmosferici, dai fenomeni temporaleschi alle brezze terra-mare,

ai flussi di vento lungo le valli montane, ed è ampiamente utilizzato allo scopo di fornire previsioni meteorologiche dettagliate. Il modello fornisce una serie di variabili micro meteorologiche complesse, quali temperatura, velocità e direzione del vento, umidità, radiazione solare ecc. a diverse quote.

Le caratteristiche dei dati meteorologici utilizzati sono le seguenti:

- Periodo di riferimento: 2006,
- Risoluzione temporale: oraria
- Risoluzione spaziale orizzontale: 12 km
- Risoluzione spaziale verticale: 16 livelli sotto i 1000 metri di quota; 9 livelli tra 1000 e 3500 m.slm.; 15 livelli sopra 3500 m.



Figura 1. Schema delle tavole di dati MM5 con lato di circa 120 km e risoluzione dati di 12x12 km.

I parametri orari tridimensionali forniti dal modello MM5 includono:

- Velocità del vento

- Direzione del vento
- Temperature
- Pressione
- Altezza geopotenziale
- Velocità verticale
- Umidità relativa
- Presenza di vapor d'acqua, pioggia, neve, grandine.

I parametri meteorologici bidimensionali al suolo sono costituiti da:

- Pressione a livello del mare
- Precipitazione
- Radiazione ad onda corta e lunga alla superficie
- Temperatura a 2 m
- UR a 2 m
- Velocità e direzione del vento a 10 m.

I dati estratti dal modello MM5 sono elaborati con uno specifico programma al fine di renderli compatibili con l'utilizzo quale input nel modello CALMET.

## 2.2.2 DOMINI DI SIMULAZIONE

Il sistema modellistico Calpuff-Calmet prevede tre distinti domini di riferimento:

- il **dominio meteorologico** – all'interno del quale è ricostruito il campo meteorologico tridimensionale – costituito nel caso in esame da una griglia orizzontale di 61 x 61 km con maglia di 1 km
- il **dominio computazionale** – la cui dimensione massima coincide con il dominio meteorologico - all'interno del quale il modello simula il movimento dei puff e la diffusione degli inquinanti
- il **dominio di campionamento** – la cui dimensione massima coincide con il dominio computazionale – all'interno del quale sono calcolate le concentrazioni e deposizioni orarie degli inquinanti per ogni punto della griglia definita e per gli eventuali recettori discreti impostati.

Nella simulazione in oggetto il *dominio computazionale* è stato posto coincidente con il dominio meteorologico ed ha pertanto un'estensione orizzontale di 61 x 61 km, con centro sull'impianto.

Il *dominio di campionamento* è stato impostato considerando l'area all'interno della quale la diffusione degli inquinanti raggiunge valori significativi. Sulla base dei risultati delle analisi preliminari è stata impostata cautelativamente un'area di 21 x 21 km, centrata sull'impianto. La griglia di campionamento è costituita da una suddivisione della griglia meteorologica con fattore di nesting 6. La maglia risultante della griglia di campionamento è dunque di 166.7 m (1km :6).

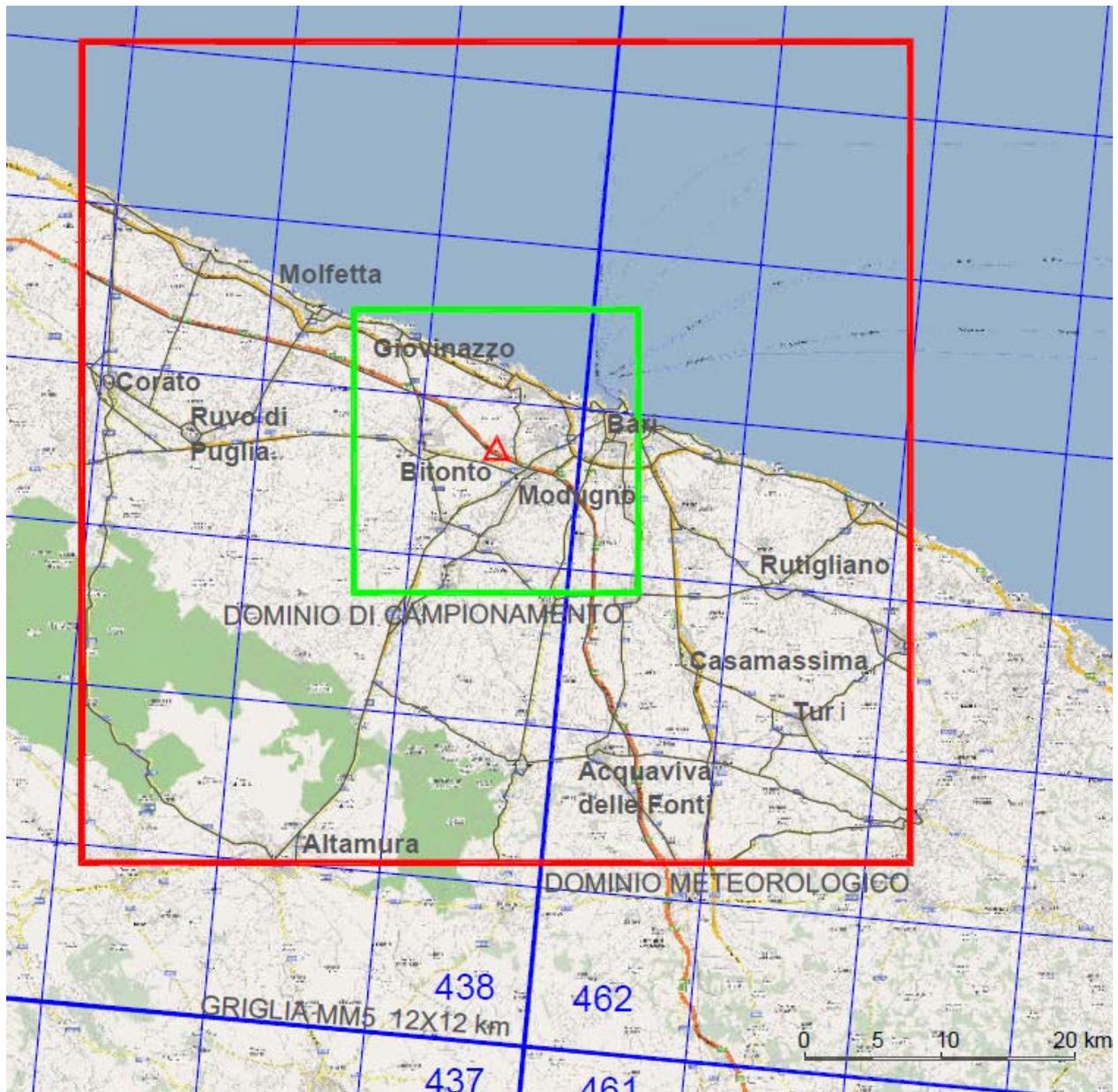


Figura 2. Dominio meteorologico (61x61 km), dominio di campionamento (21x21km) e griglia dei dati MM5 con maglia di 12 km.

Il dominio di simulazione ha un'estensione di 61 x 61 km ed è centrato sul sito dell'impianto in esame, posto nella zona industriale di Modugno, circa 9 km a SO del centro di Bari. La zona di studio è situata all'interno di un'area con orografia relativamente semplice, eccettuata la presenza dell'interfaccia terra - mare nel settore NE. L'orografia varia dagli 0 metri del mare a poco più di 500 m nelle zone collinari. Le coordinate UTM (zona 32) del centro del dominio sono  $X = 647.485$  km,  $Y = 4551.638$  km. Tale punto è stato considerato come centro di una cella di calcolo di lato pari a 1000 m. La coordinata dell'angolo di Sud Ovest del dominio di CALMET, cioè l'origine del dominio, è stata quindi calcolata sottraendo alle coordinate del centro 30.5 km.

Ne risulta che le coordinate UTM 32 dell'angolo di Sud Ovest del dominio sono  $X = 616.985$  km,  $Y = 4521.138$  km. Sono state quindi considerate 61 griglie di calcolo per ciascuna direzione, ciascuna di lato pari a 1000 m

L'orografia media e l'utilizzo del suolo sono stati determinati per ogni cella del dominio di calcolo descritto. La mappa di utilizzo del suolo viene mostrata in Figura 3.

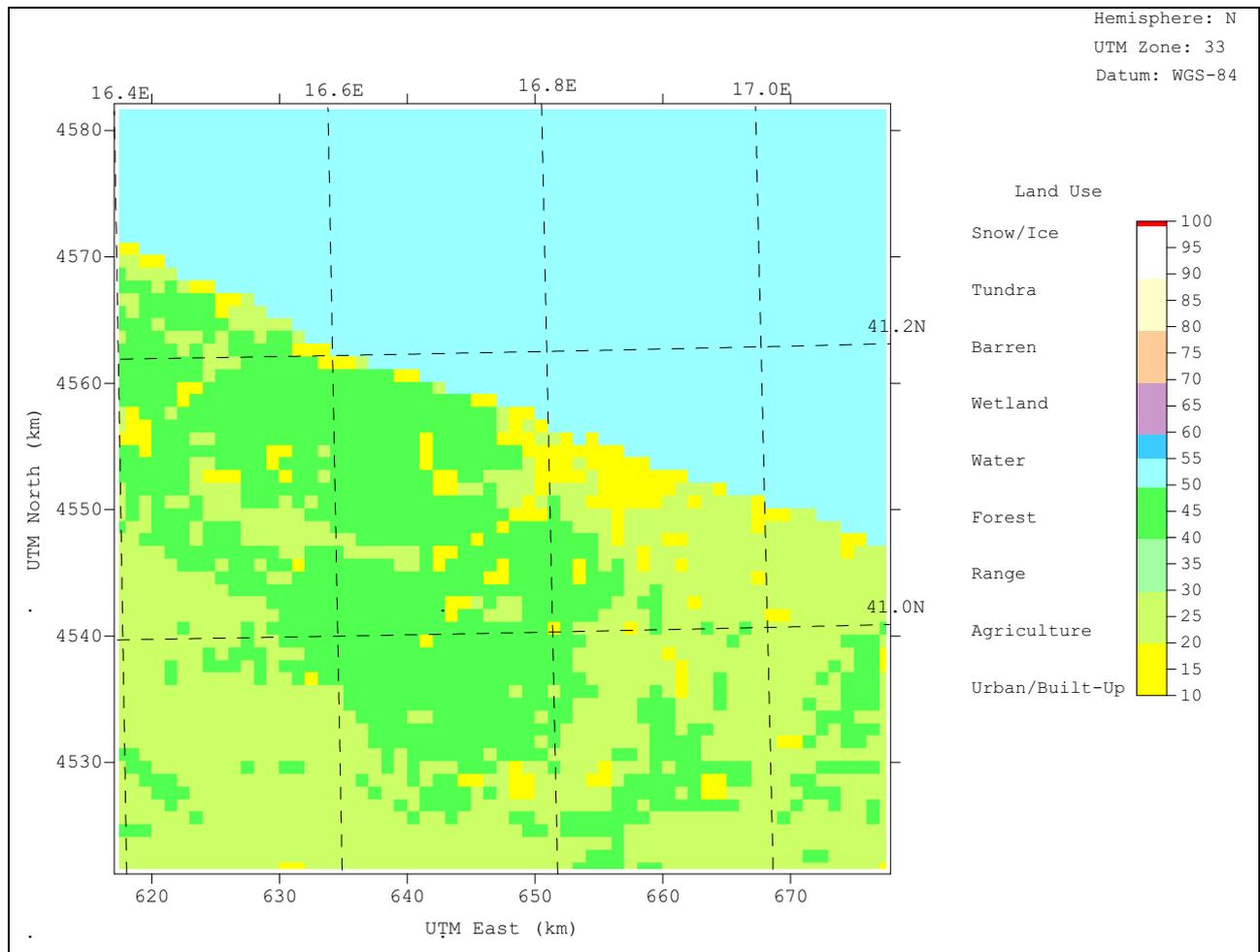


Figura 3. Utilizzo del suolo sul dominio di simulazione con celle di 1000 m di lato.

In direzione verticale sono state utilizzate 8 griglie di calcolo per un'altezza totale di 3000 m. Il periodo temporale di simulazione è costituito dall'anno 2006.

Le figure seguenti mostrano a titolo d'esempio il campo di vento orizzontale predetto da CALMET alla quota di 10 m e 150 metri sul suolo in alcune ore di simulazione. Le immagini sono sovrapposte all'orografia dell'area all'interno del dominio di simulazione.

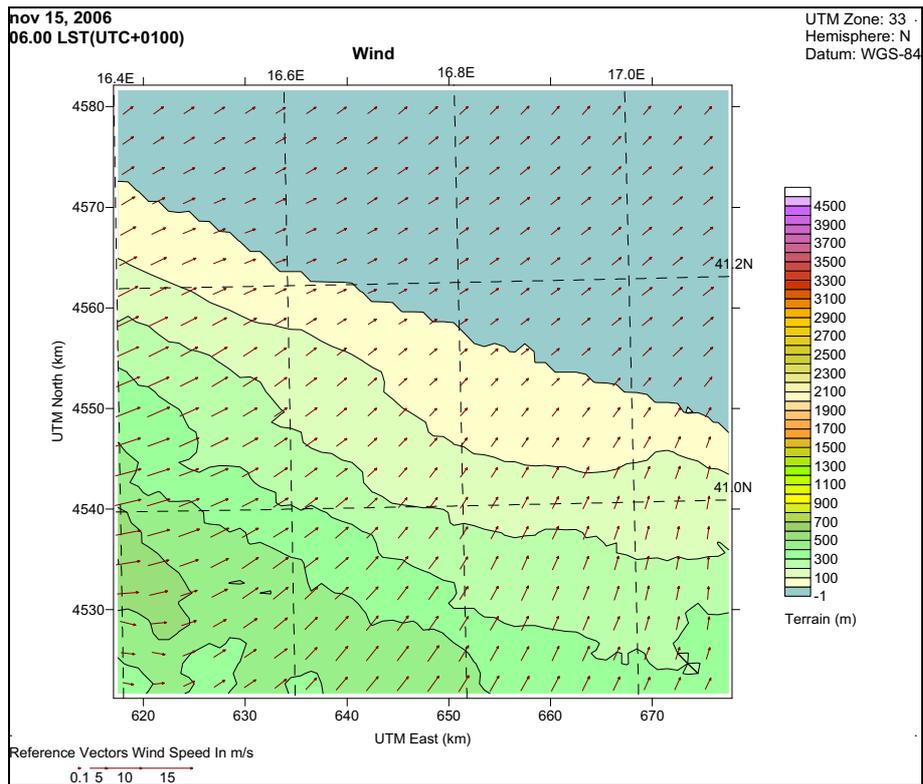


Figura 4. Campo di vento predetto da CALMET alle ore 06.00 del 15 nov 2006 alla quota di 10 m.

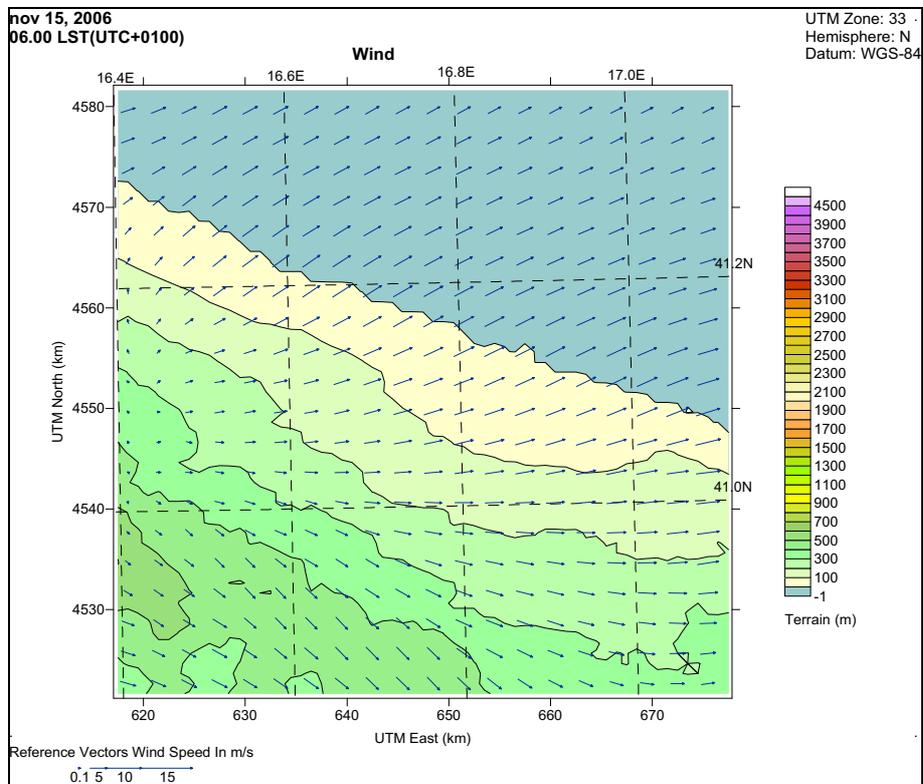


Figura 5. Campo di vento predetto da CALMET alle ore 06.00 del 15 nov 2006 alla quota di 150 m (dal confronto con l'immagine precedente si nota la variazione di intensità e direzione del vento con la quota)

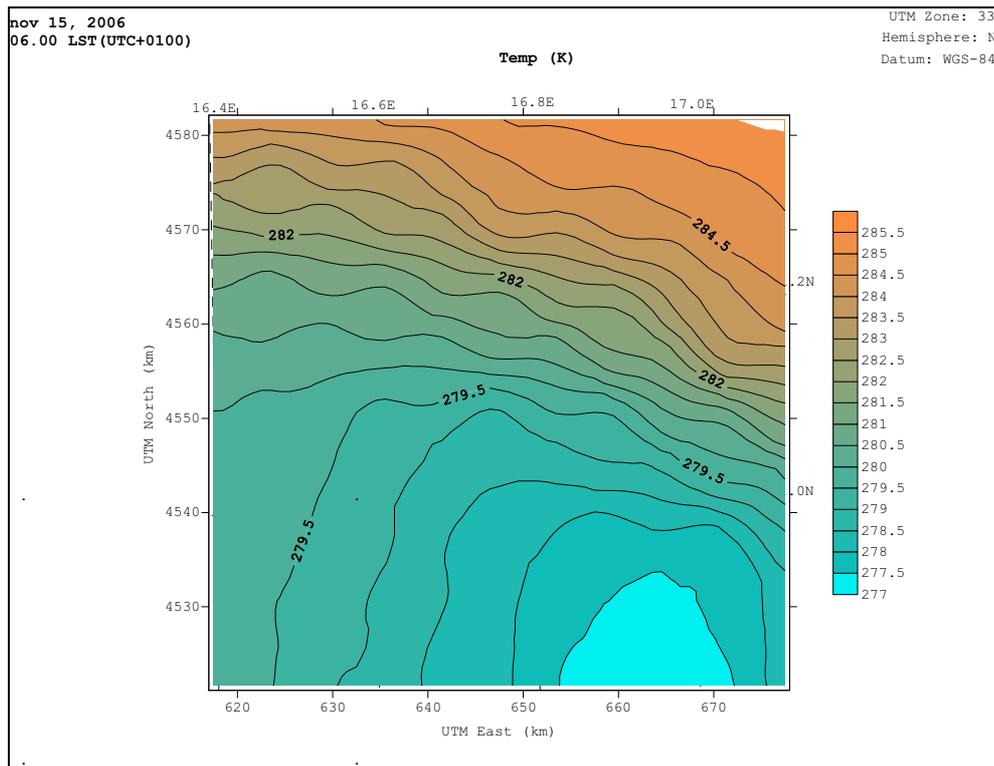


Figura 6. Campo di temperatura al suolo predetto da CALMET alle ore 06.00 del 16 nov 2006 (è evidente la differenza di temperatura tra mare ed entroterra)

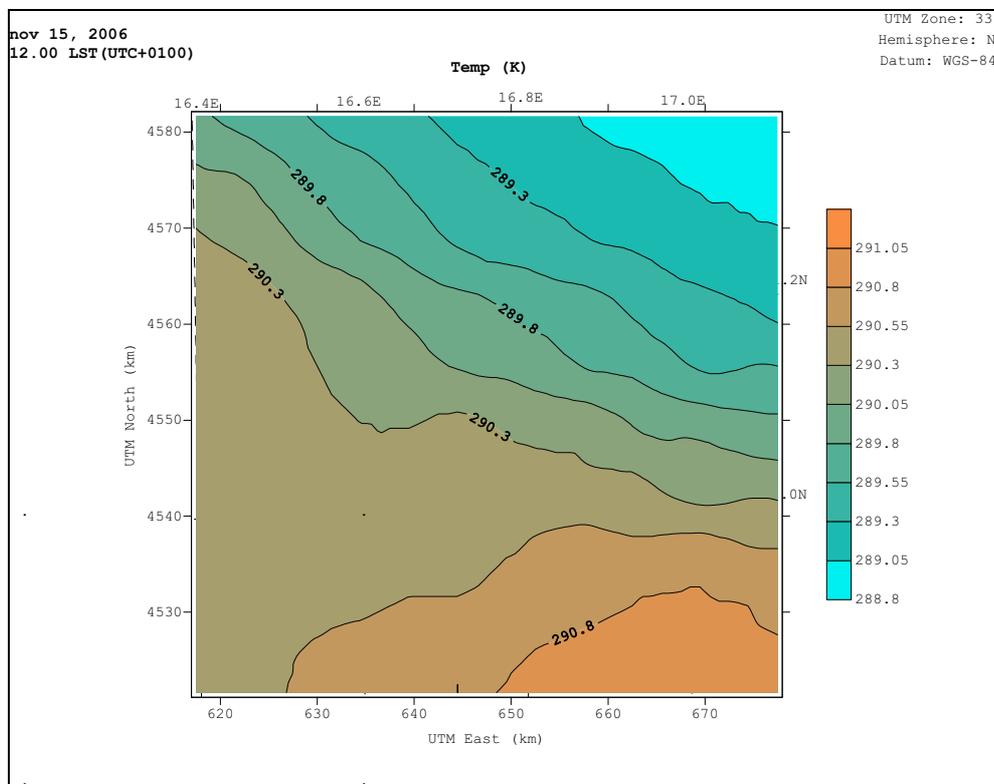


Figura 7. Campo di temperatura al suolo predetto da CALMET alle ore 12.00 16 nov 2006 (si nota l'inversione del gradiente termico mare – terra)

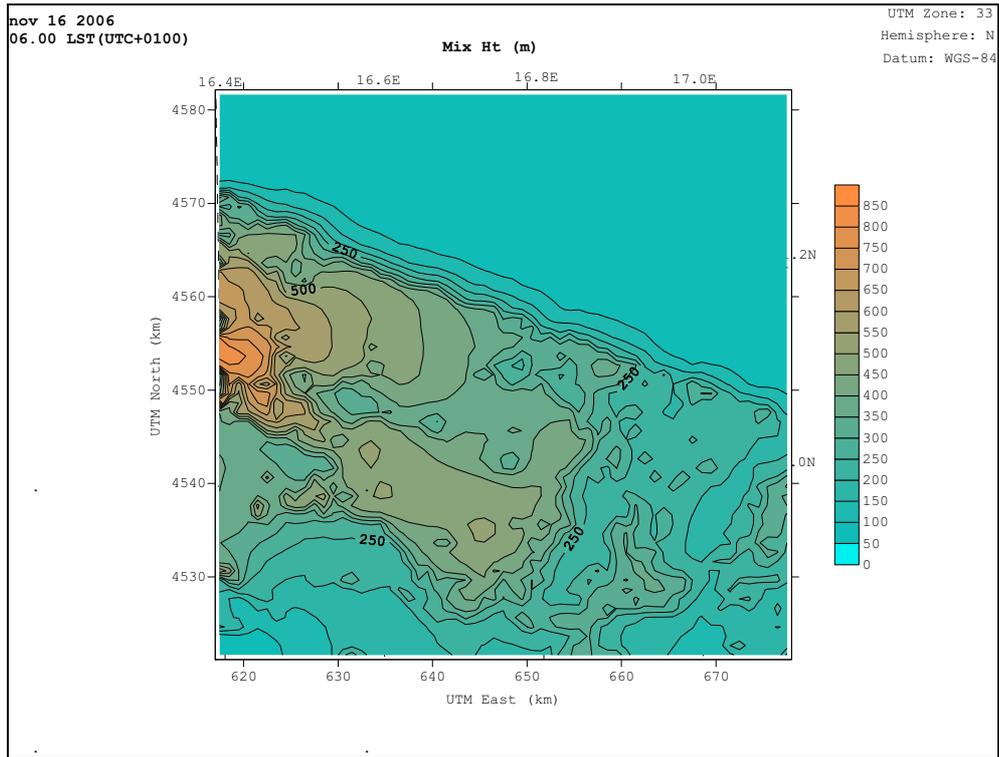


Figura 8. Altezza dello strato rimescolato predetto da CALMET alle ore 06.00 del 16 nov 2006

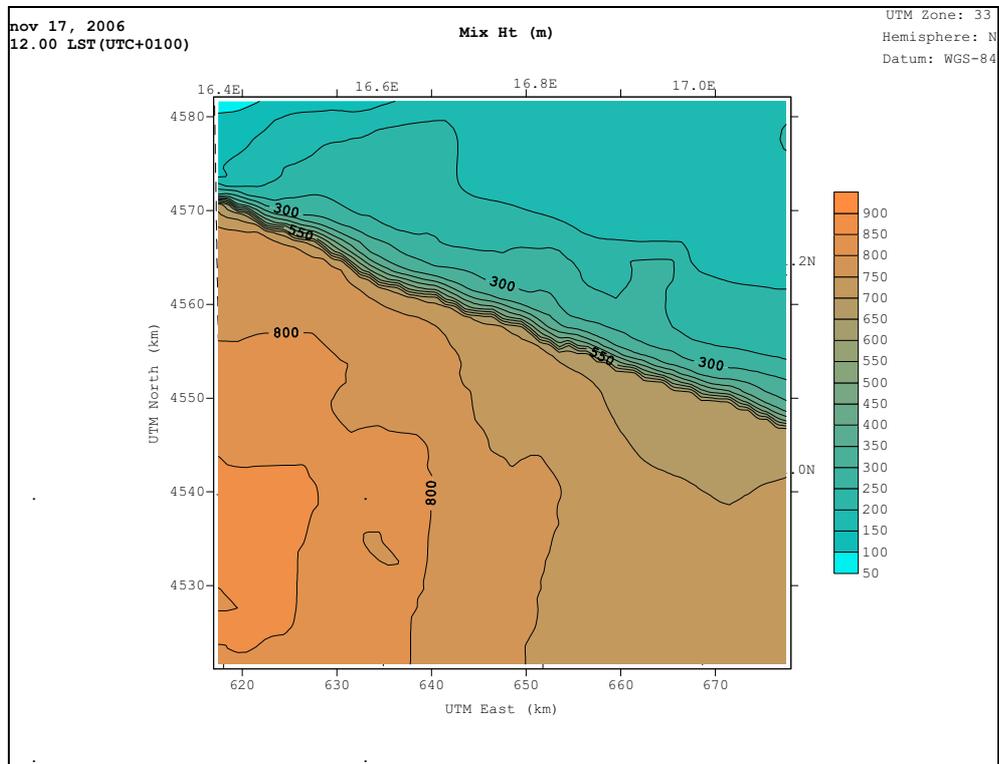


Figura 9. Altezza dello strato rimescolato predetto da CALMET alle ore 12.00 del 16 nov 2006 (si nota il rapido incremento dell'altezza di rimescolamento verso terra)

## 2.3 ANDAMENTO DELLE PRINCIPALI VARIABILI METEOROLOGICHE NEL PERIODO DI INDAGINE

### 2.3.1 VENTOSITÀ

Nella figura seguente è illustrata la rosa dei venti (h 10 m) per l'anno 2006 dai dati del modello prognostico MM5. La direzione prevalente dei venti è dai quadranti occidentali con ripartizione equivalente tra settori meridionali e settentrionali. Le calme di vento (< 0,5 m/s) sono pressoché irrilevanti; la velocità del vento è prevalentemente compresa tra 2 e 6 m/s, con venti più intensi dai settori settentrionali.

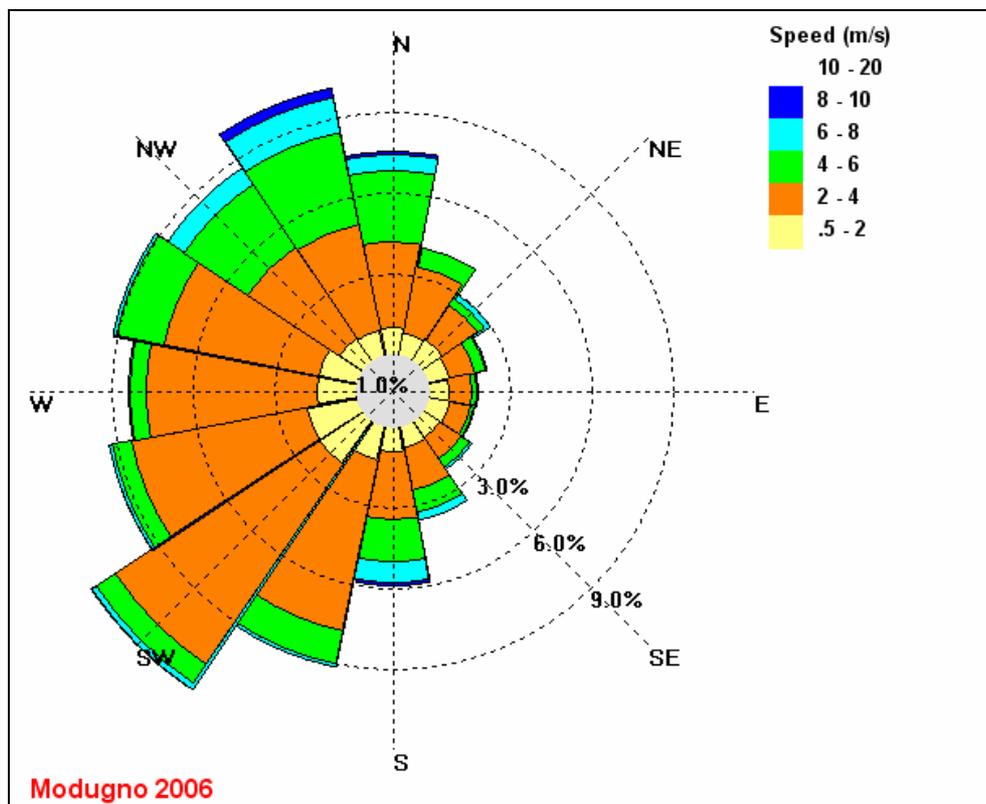


Figura 10. Rosa dei venti 2006 (dati MM5)

La comparazione delle rose di vento diurne e notturne (anno 2006) evidenzia, come atteso, una dinamica fortemente influenzata dall' interazione mare-terra, con venti notturni con direzione di provenienza prevalente da SW, perpendicolare alla linea di costa, e venti diurni con direzione prevalente da NW, parallela alla linea di costa. Nella dinamica giornaliera ciò si traduce nella tipica rotazione della direzione di provenienza del vento in senso orario da SW a NW durante il mattino e nella rotazione inversa nel tardo pomeriggio.

I venti diurni risultano mediamente più sostenuti di quelli notturni, con velocità prevalente tra 2 e 6 m/s , contro i 2-4 m/s dei venti notturni.

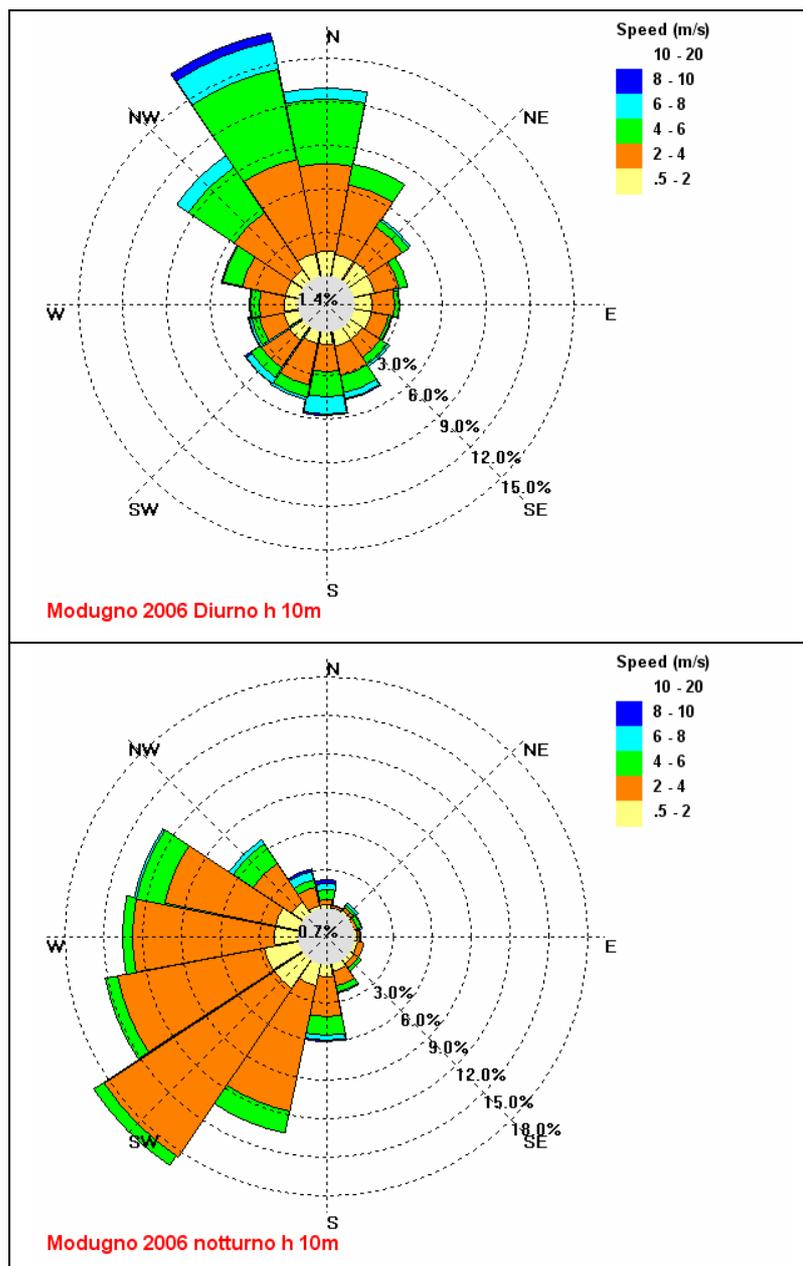


Figura 11. Rosa dei venti 2006- (dati MM5)

Il confronto tra le rose dei venti stagionali evidenzia venti in generale più intensi nella stagione invernale, con prevalenze delle direzioni da NW e SW – a testimonianza di una più intensa dinamica terra-mare - e ventosità più moderata nella stagione estiva, con venti maggiormente distribuiti tra i settori da SW a N.

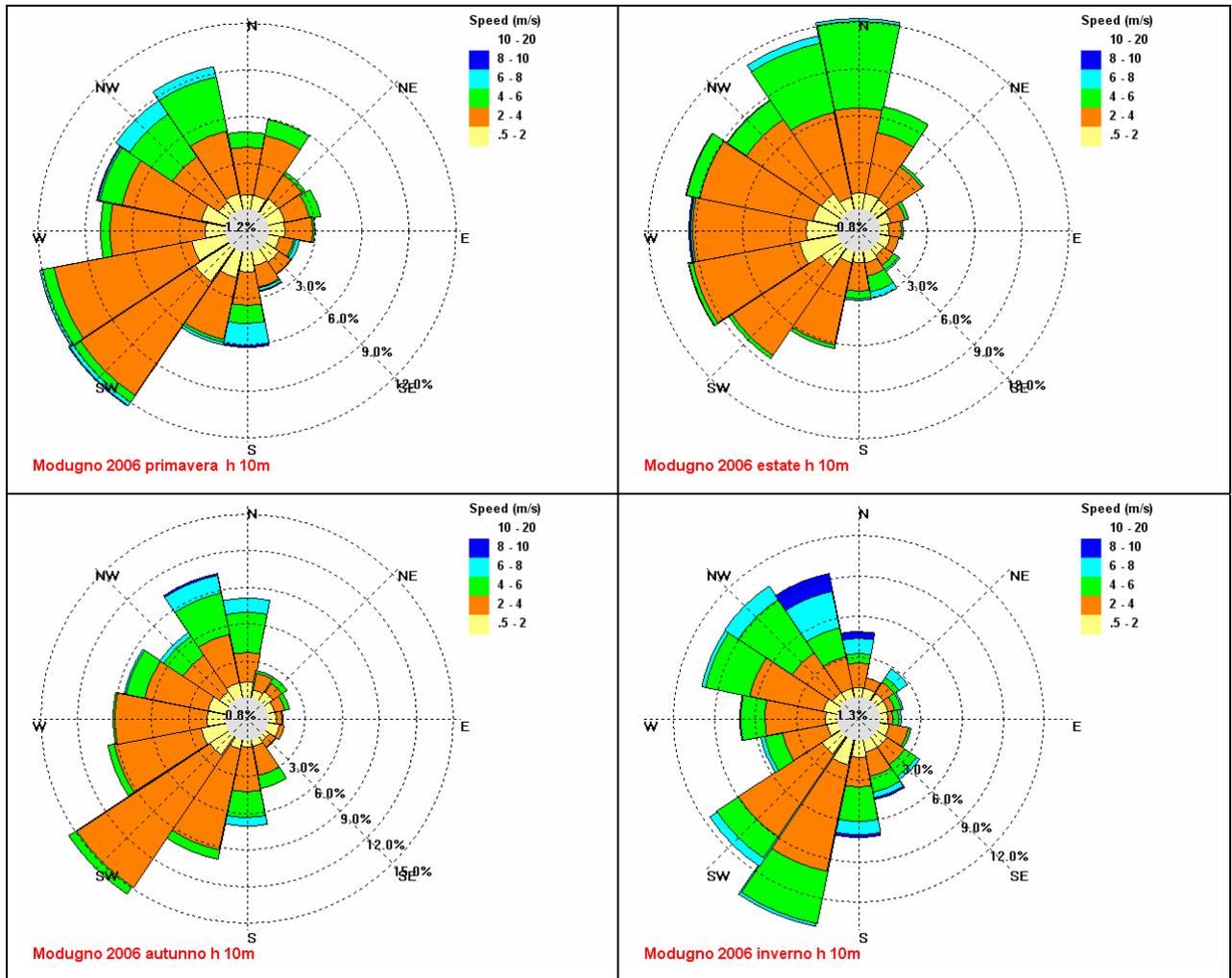


Figura 12. Rosa dei venti 2006: primavera, estate, autunno, inverno (dati MM5)

L'analisi del giorno medio evidenzia venti crescenti nelle ore centrali della giornata e ventosità in generale più intensa e costante nella stagione invernale. E' molto evidente nelle stagioni estiva e primaverile la ventosità indotta dal gradiente termico terra-mare con venti (da mare) di intensità crescente fino al primo pomeriggio. In generale le brezze pomeridiane raggiungono la maggiore intensità alle ore 14-15. E' da sottolineare il brusco calo della ventosità nelle ore del tardo pomeriggio, particolarmente marcato in periodo primaverile estivo.

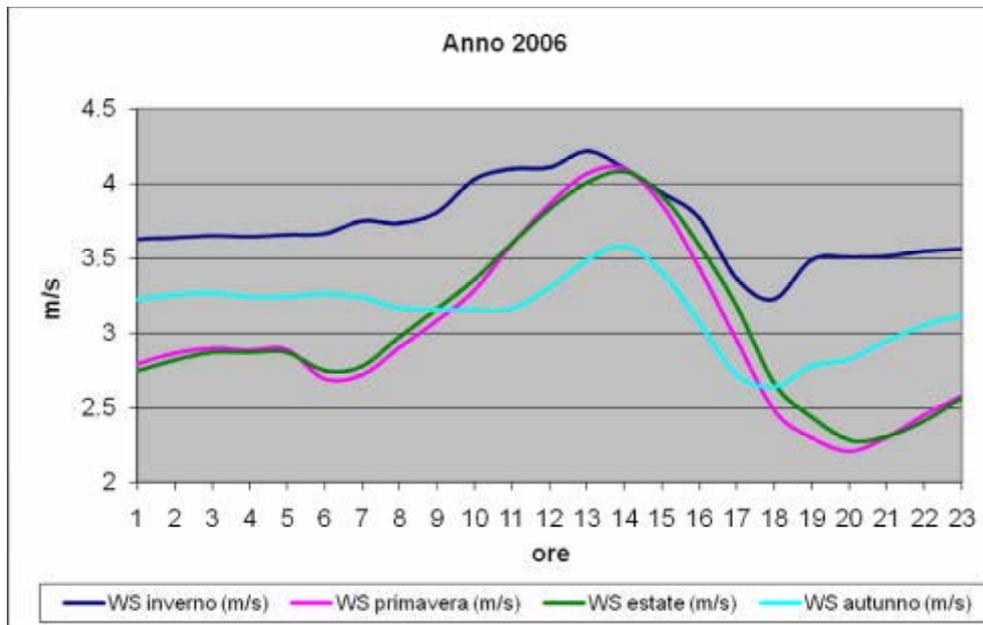


Figura 13. Velocità del vento 2006 – giorno medio (dati MM5)

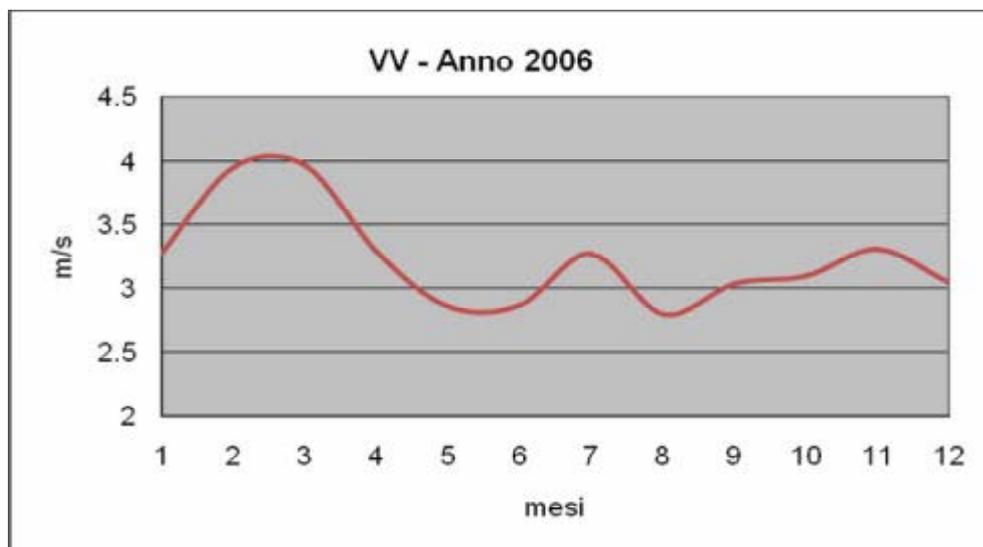


Figura 14. Vento medio mensile 2006 – (dati MM5)

L'analisi dei dati evidenzia nel complesso condizioni favorevoli alla dispersione degli inquinanti, con condizioni generali di buona ventilazione.

### 2.3.2 TEMPERATURA, CLASSE DI STABILITÀ, ALTEZZA DELLO STRATO RIMESCOLATO

Si riporta di seguito l'andamento medio mensile della temperatura nell'anno in esame. Risultano valori minimi della media mensile nel mese di gennaio (ca. 7°C) e massimi nei mesi di luglio e agosto (ca. 25°C).

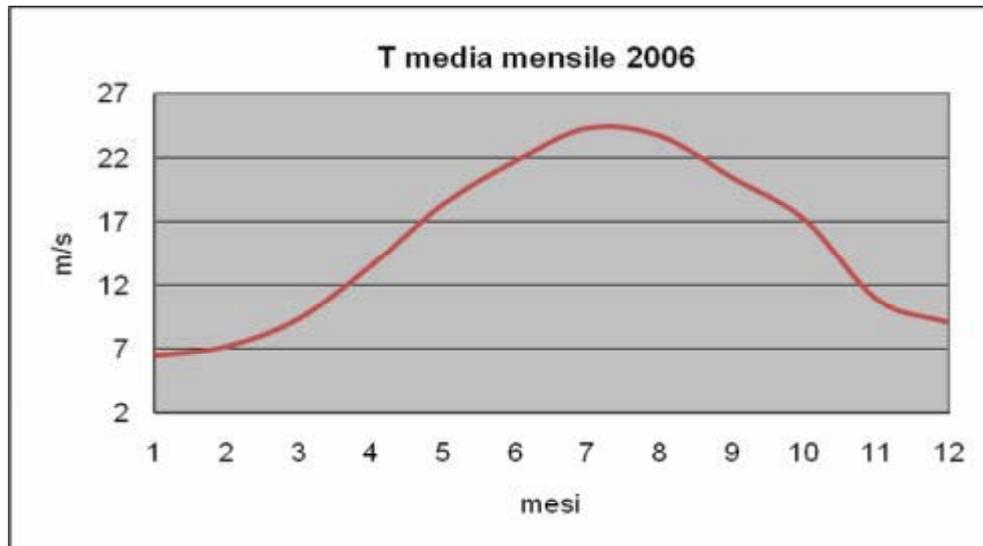


Figura 15. Temperatura media mensile 2006 (dati MM5)

Nelle due figure seguenti si riporta l'andamento tipico giornaliero dei parametri Classe di stabilità e Altezza dello strato di rimescolamento, riferiti all'anno 2006.

Si nota per quanto riguarda la stabilità atmosferica (secondo la classificazione di Pasquill-Gilford) la prevalenza di classi stabili (tra 5 e 6) in periodo notturno, con graduale evoluzione verso classi neutre/instabili nelle ore diurne. A partire dalle prime ore della sera si assiste ovviamente al fenomeno inverso. Trattandosi di fenomeno strettamente connesso con l'intensità dell'irraggiamento solare l'effetto risulta più marcato nei mesi estivi, con prevalenza di ore di instabilità atmosferica.

Per quanto riguarda l'altezza dello strato di rimescolamento atmosferico questa risulta minima di notte, quando la media risulta compresa tra 300 e 450 m in periodo primaverile e estivo e tra 500 e 600 m in autunno/inverno. L'altezza media dello strato rimescolato cresce durante il giorno raggiungendo valori massimi tra 1000 e 1500 m a metà del pomeriggio per poi calare bruscamente al crepuscolo.

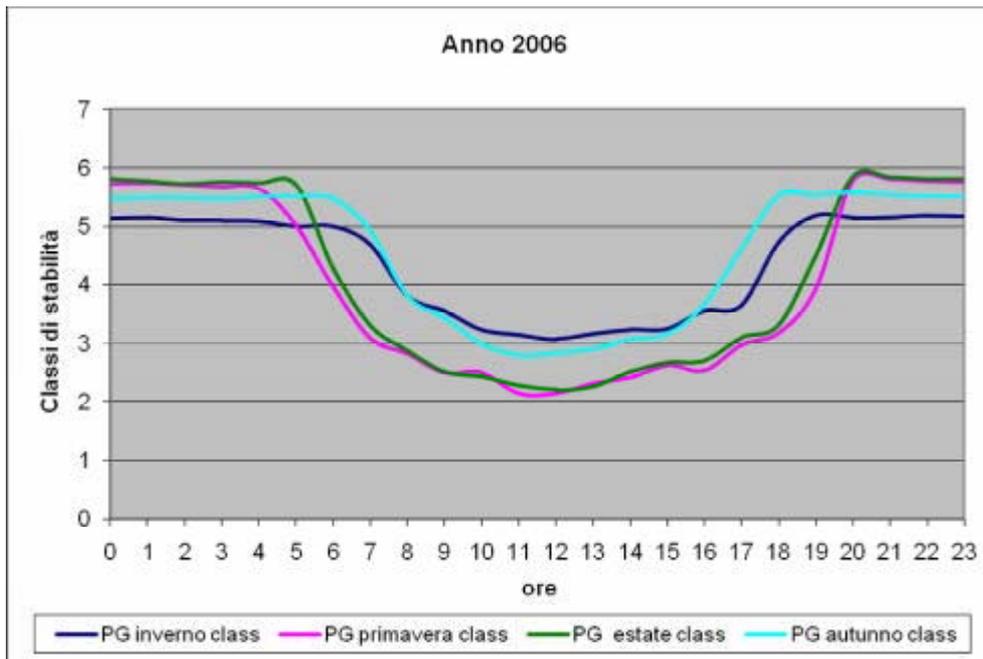


Figura 16. Classe di stabilità atmosferica Pasquill Gilford – giorno tipo 2006 (dati MM5)

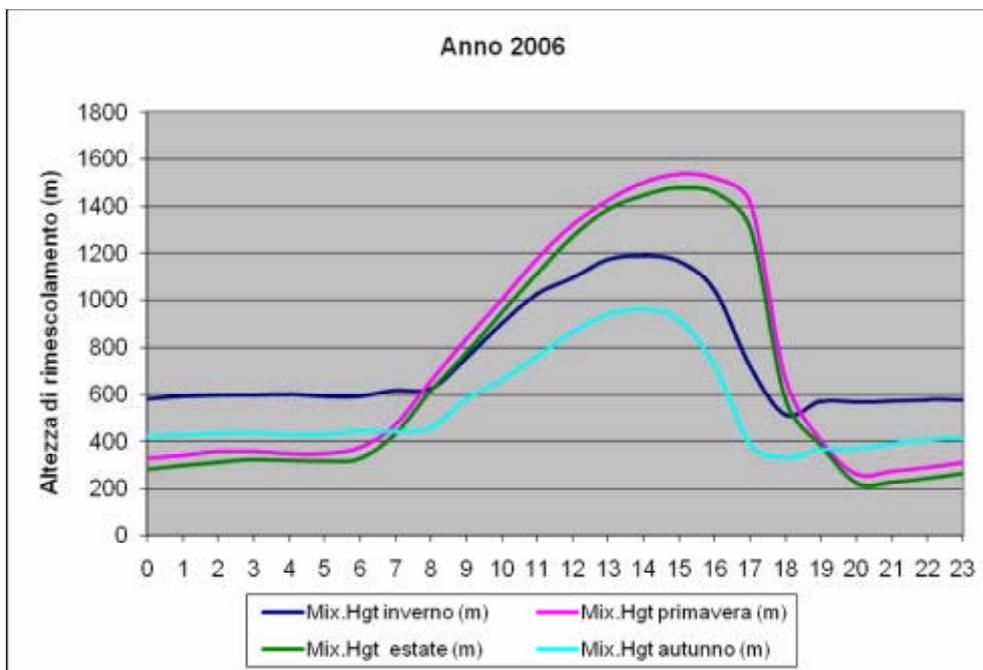


Figura 17. Altezza dello strato rimescolato – giorno tipo 2006 (dati MM5)

## 2.4 DATI IN INGRESSO E PRINCIPALI ASSUNZIONI DELLE SIMULAZIONI EFFETTUATE

Di seguito sono riportate le caratteristiche fisiche dell'emissione considerate nelle presenti simulazioni. La simulazione è riferita alle condizioni di esercizio operative autorizzate.

La simulazione è cautelativamente riferita a funzionamento continuativo dell'impianto per 8760 ore all'anno, con emissioni di NOx e CO costantemente pari al massimo garantito dal costruttore; si sottolinea che il valore massimo garantito per il parametro NOX è pari a 30 mg/Nm<sup>3</sup>, inferiore al valore limite autorizzato di 40 mg/Nm<sup>3</sup>. E' stata inoltre ipotizzata un'emissione cautelativa di polveri filtrabili pari ad una concentrazione di 1 mg/Nm<sup>3</sup> (rif. fumi secchi al 15% di O<sub>2</sub>).

<b>Condizioni di progetto: 2x100% GT</b>		<i>N. 1 linea</i>	<i>N. 2 linee</i>
<b>Parametri fisici di emissione</b>			
Portata fumi	kg/s	643.5	1,287.0
Densità	kg/Nm <sup>3</sup>	1.26	
Temperatura emiss.	°C	100	
Portata umida effettiva	m <sup>3</sup> /h	2,503,511	5,007,022
H <sub>2</sub> O	% v	8.82	8.82
O <sub>2</sub>	% v <sub>wet</sub>	12.40	12.40
O <sub>2</sub>	% v <sub>dry</sub>	13.60	13.60
Portata Normalizzata secca al 15% O <sub>2</sub>	Nm <sup>3</sup> /h <sub>dry @ 15% O<sub>2</sub></sub>	2,394,695	4,789,389
Altezza camino	m	55	
Diametro interno	m	6.0	(diam.equiv.) 8.48
Area sez	m <sup>2</sup>	28.27	56.55
Velocità uscita fumi	m/s	24.6	24.6
<b>Concentrazioni all'emissione</b>			
NOx (massimo garantito dal costruttore)	mg/Nm <sup>3</sup> <sub>dry @ 15% O<sub>2</sub></sub>	30	
CO (massimo garantito dal costruttore)	mg/Nm <sup>3</sup> <sub>dry @ 15% O<sub>2</sub></sub>	30	
Polveri filtrabili (massimo cautelativo)	mg/Nm <sup>3</sup> <sub>dry @ 15% O<sub>2</sub></sub>	1	
<b>Fattori di emissione</b>			
NOx	g/s	20.0	39.9
CO	g/s	20.0	39.9
Polveri filtrabili	g/s	0.7	1.3

Tabella 1 - Parametri di emissione

Nella simulazione dell'emissione di più camini adiacenti è stato considerato il camino equivalente avente sezione pari alla sezione totale delle canne presenti, portata di emissione pari alla somma delle portate, temperatura di emissione pari alla temperatura media di emissione dell'intera portata emessa.

Come anticipato lo scenario emissivo considerato è particolarmente cautelativo in quanto:

- è simulato il funzionamento continuo al 100% del carico e per il 100% delle ore dell'anno (8760 ore); nella realtà centrali di questo tipo sono operative per 7-8.000 ore anno, ad un carico medio dell'ordine del 75-80%. A titolo di esempio l'analoga Centrale Sorgenia di Termoli è stata operativa nel 2007 per 7300 h (83% delle ore dell'anno) ad un carico medio pari al 77% del carico massimo.
- L'emissione considerata di **NOx e CO** è considerata pari al massimo garantito dal costruttore. Nella realtà le emissioni medie attese sono significativamente inferiori ai valori garantiti.
- Il valore di emissione di **polveri filtrabili**, considerato pari a 1 mg/Nm<sup>3</sup>, è estremamente cautelativo. Secondo la specifica ricerca condotta nel 2004 da CISE-Politecnico di Milano per conto di Assoelettrica la concentrazione di polveri in uscita da una centrale a gas del tipo in esame risulterebbe dell'ordine dei 10µg(Nm<sup>3</sup>) (quindi di due ordini di grandezza inferiori a quelle considerate nel presente studio) e sarebbe in buona parte dovuta alla concentrazione di polveri nell'aria ambiente utilizzata per la combustione del gas. Secondo estese ricerche condotte negli Stati Uniti per conto del National Petroleum Technology Office, National Energy Technology Laboratory, United States Department of Energy (*England, G.C., 2004* ved. bibliografia), la metodica EPA tradizionale applicata alla misurazione di concentrazioni di polveri filtrabili sarebbe affetta da errori sistematici, che divengono molto significativi quando la metodica è applicata alla misurazione di concentrazioni molto basse; le ricerche evidenziano che le misure di particolato filtrabile emesso da turbine a gas, quando effettuate con metodiche più appropriate (dilution sampling) forniscono valori di emissione molto contenuti e prossimi alla concentrazione nell'aria ambiente. I valori di emissione risultanti sono di uno o due ordini di grandezza inferiore ai fattori di emissioni US- EPA AP42 (fattori di emissione che hanno generato negli scorsi anni accese polemiche sulle emissioni di polveri da centrali turbogas).

### 2.4.1 OPZIONI DI CALCOLO

Il modello di simulazione è stato utilizzato con le seguenti opzioni di calcolo di default.

- è stato considerato il *building downwash* <sup>(1)</sup>, utilizzando il modello BPIP dell'EPA per predisporre le quote medie equivalenti degli ostacoli attorno alle sorgenti.
- è stato considerato lo *stack tip downwash* <sup>(2)</sup>;
- è stata considerata la *buoyancy induced dispersion* <sup>(3)</sup>;
- è stato considerato il *transitional plume rise* <sup>(4)</sup>;

----

#### NOTE

<sup>(1)</sup> Il termine *building downwash* indica l'interazione tra il pennacchio emesso da un camino e gli edifici circostanti. Questa interazione provoca sempre un aumento di concentrazione al suolo in prossimità del punto di emissione.

<sup>(2)</sup> Il termine *stack tip downwash* indica l'interazione tra il pennacchio emesso e il camino. Quando la velocità di emissione dei fumi è bassa relativamente alla velocità del vento (cioè inferiore a 1.5 volte la velocità del vento), le emissioni possono risentire dell'effetto di scia che si genera sottovento al camino per effetto della sua stessa presenza, e quindi risentire di una spinta verso il basso. Questo effetto, a parità di velocità di emissione e di velocità del vento, aumenta all'aumentare del diametro del camino, cioè del suo ingombro fisico. L'effetto finale di questo fenomeno è di provocare una diminuzione dell'altezza di rilascio. Quando la velocità di emissione è molto maggiore della velocità del vento questo fenomeno non si manifesta.

<sup>(3)</sup> Il termine *buoyancy induced dispersion* indica la dispersione aggiuntiva, oltre a quella di origine atmosferica, indotta dal galleggiamento termico del pennacchio.

<sup>(4)</sup> Il termine *transitional plume rise* indica l'opzione che permette di determinare la quota del pennacchio prima che esso raggiunga la sua quota di equilibrio. L'applicazione di questa opzione di simulazione è importante quando si attendono impatti non distante dal punto di emissione a causa di terreno relativamente complesso.

### 3 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

Per ognuno dei recettori posizionati sulla griglia di calcolo di 21 x 21 km, centrata sull'impianto e avente maglia di 166.7 metri, è stata condotta, con riferimento all'anno 2006, la stima su base oraria delle ricadute al suolo di inquinanti emessi dalla Centrale Turbogas di Modugno. I risultati sono riportati nelle tabelle seguenti e, come curve di isoconcentrazione, nelle Mappe riportate in allegato.

L'analisi è stata effettuata con riferimento al parametro NOX. Il calcolo del parametro NO2 è stato effettuato considerando cautelativamente un fattore di conversione  $NO_2=0,75*NO_x$ . Il calcolo della concentrazione di PM10 e CO è stato effettuato ricalcolando la concentrazione a partire del valore di NOx in funzione del rapporto di concentrazione all'emissione.

<b>Parametro</b>	<b>NOX</b>	<b>NO2*</b>	<b>PM10</b>	<b>CO</b>	<b>Localizzazione</b>		<b>Distanza dal camino</b>		
					<i>UTM x</i>	<i>UTM y</i>	<i>Dist x</i>	<i>Dist y</i>	<i>Dist</i>
	<i>(ug/m3)</i>								
<b>P99.8 h</b>	<b>13.1</b>	<b>9.8</b>	<b>0.4</b>	<b>13.1</b>	<i>646.818</i>	<i>4540.64</i>	<i>- 0.667</i>	<i>- 11.000</i>	<i>11.020</i>
<b>Max 24 h</b>	<b>5.2</b>	<b>3.9</b>	<b>0.2</b>	<b>5.2</b>	<i>651.485</i>	<i>4540.64</i>	<i>4.000</i>	<i>- 11.000</i>	<i>11.705</i>
<b>Media anno</b>	<b>0.5</b>	<b>0.4</b>	<b>0.02</b>	<b>0.5</b>	<i>648.652</i>	<i>4548.97</i>	<i>1.167</i>	<i>- 2.666</i>	<i>2.910</i>
<i>Nota *: Si considera cautelativamente <math>NO_2=0,75*NO_x</math></i>									

*Tabella 2-massimi territoriali di concentrazione al suolo*

Per quanto riguarda i parametri statistici rappresentativi delle medie di breve periodo (PE 99.8° delle concentrazioni orarie nell'anno; massima concentrazione media giornaliera) questi assumono valori complessivamente poco rilevanti con massimi territoriali diffusi entro i 5 – 10 km dall'impianto lungo le direttrici prevalenti di flusso del vento e in particolare in direzione S, SE, e NE. I valori di concentrazione stimati sono sempre di oltre un ordine di grandezza inferiori ai limiti normativi, come meglio evidenziato al § 4.2.

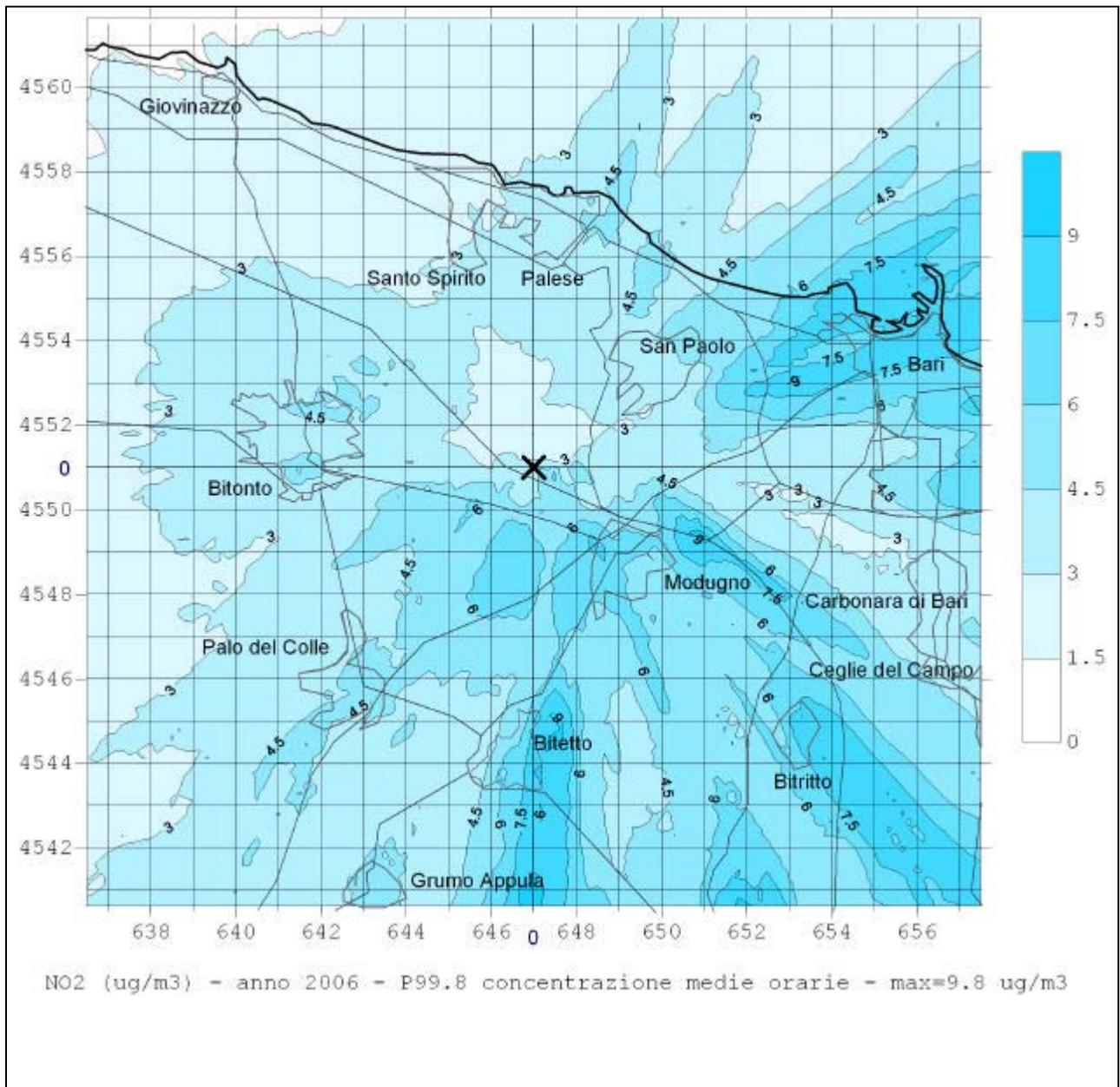


Figura 18. P99.8 NO<sub>2</sub>

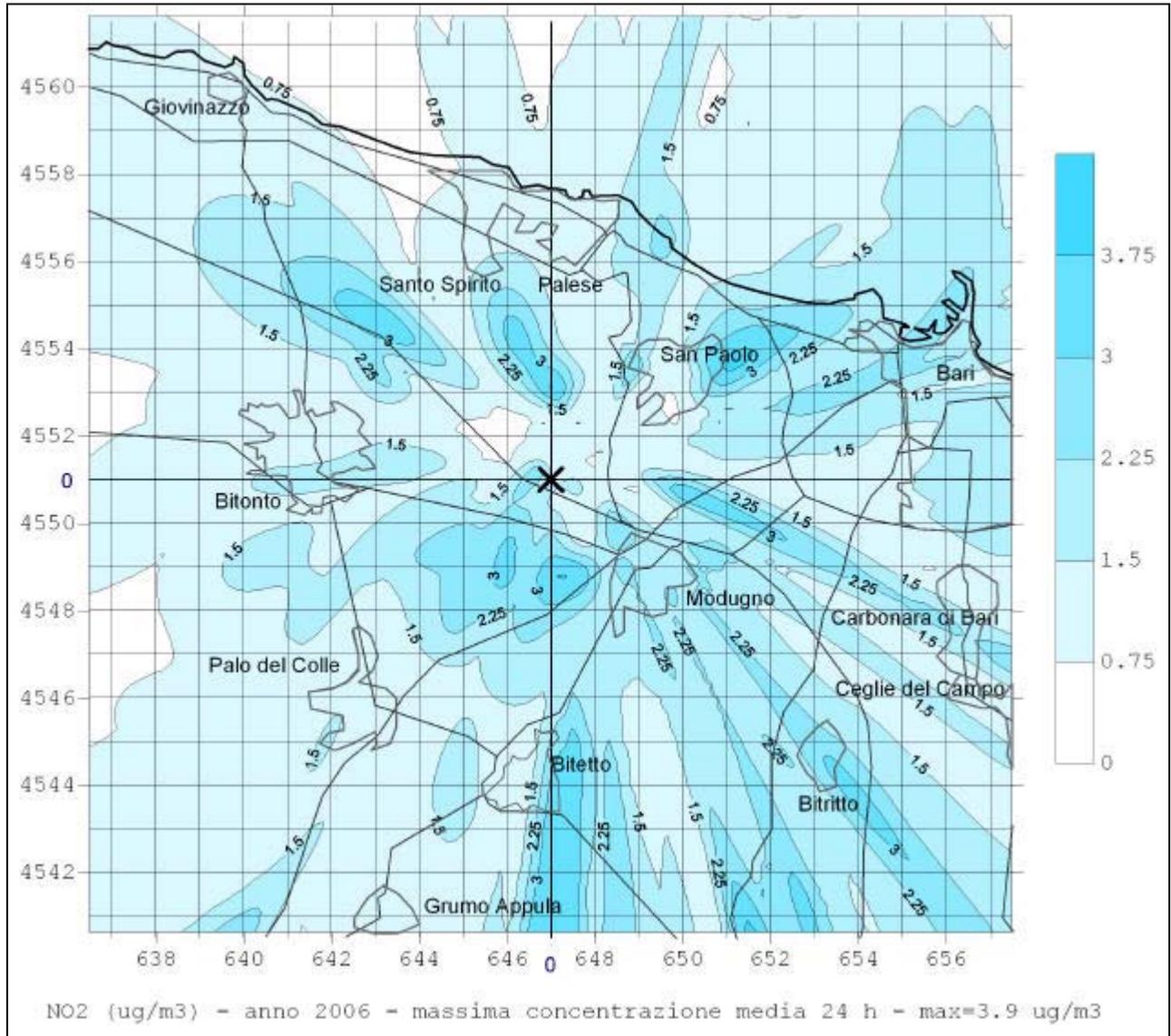


Figura 19 max conc. 24 h NO<sub>2</sub>

Per quanto riguarda le concentrazioni medie annuali, queste assumono due massimi in direzione NE e SE, con picchi in direzione SE. I valori di concentrazione stimati sono di due ordini di grandezza inferiori ai limiti normativi, come meglio evidenziato al § 4.2.

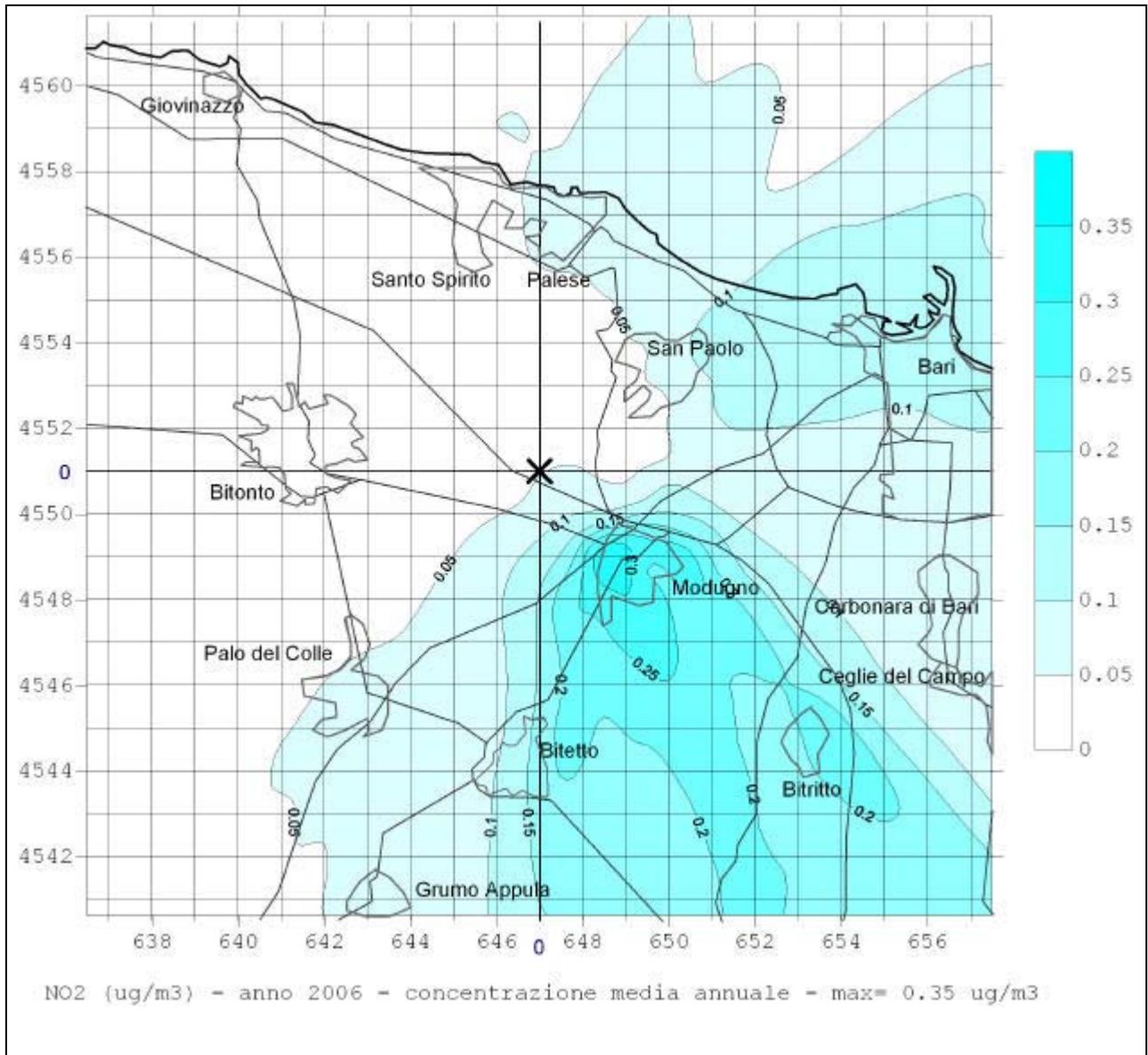


Figura 20. Conc. Media annuale NO<sub>2</sub>

Si rimanda alle tavole in **Allegato** per una illustrazione di dettaglio delle curve di isoconcentrazione al suolo riferite al parametro NO<sub>2</sub>

Nelle seguenti tabelle sono riportati i valori massimi delle concentrazioni di, NO<sub>2</sub> CO e PM<sub>10</sub>, al suolo, stimati in corrispondenza dei principali centri abitati.

Si rimanda al §4.2 per una valutazione complessiva in rapporto agli standard e allo stato attuale di qualità dell'aria.

<b>NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>P99.8 conc. 1h</b> (limite=200 ug/m <sup>3</sup> )	<b>Max media 24h</b>	<b>Media annuale</b> (limite = 40 ug/m <sup>3</sup> )
<b>Centro abitato</b>			
BARI	9.0	2.6	0.2
BITETTO	9.2	3.3	0.2
BITONTO	4.2	1.9	0.1
BITRITTO	8.5	3.2	0.2
CARBONARA DI BARI	4.2	2.3	0.1
CEGLIE DEL CAMPO	4.2	1.4	0.1
GIOVINAZZO	1.4	1.1	0.1
GRUMO APPULA	5.6	1.3	0.1
MODUGNO	7.1	2.4	0.4
PALESE	4.2	1.6	0.1
PALO DEL COLLE	5.3	1.6	0.1
SAN PAOLO	5.3	3.8	0.2
SANTO SPIRITO	2.9	1.8	0.1

Tabella 3-. Concentrazioni stimate di NO<sub>2</sub> al suolo in corrispondenza dei principali centri abitati, rif. Anno 2006 (NO<sub>2</sub>=0,75 NO<sub>x</sub>)

<b>CO(µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>P99.8 conc. 1h</b> (limite=10.000 ug/m <sup>3</sup> rif. Media mobile su 8h)	<b>Max media 24h</b>	<b>Media annuale</b>
<b>Centro abitato</b>			
BARI	11.3	3.3	0.2
BITETTO	11.4	4.1	0.2
BITONTO	5.3	2.3	0.1
BITRITTO	10.6	3.9	0.2
CARBONARA DI BARI	5.3	2.9	0.1
CEGLIE DEL CAMPO	5.3	1.8	0.1
GIOVINAZZO	1.8	1.3	-
GRUMO APPULA	7.0	1.6	0.1
MODUGNO	8.8	3.0	0.5
PALESE	5.3	2.0	0.1
PALO DEL COLLE	6.7	2.0	0.1
SAN PAOLO	6.7	4.7	0.2
SANTO SPIRITO	3.6	2.3	0.1

Tabella 4-. Concentrazioni stimate di CO al suolo in corrispondenza dei principali centri abitati, rif. Anno 2006

<b>PM10 (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Max media 24h</b>	<b>Media annuale</b>
	(limite = 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	(limite = 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>Centro abitato</b>		
BARI	0.12	0.01
BITETTO	0.15	0.01
BITONTO	0.08	0.00
BITRITTO	0.14	0.01
CARBONARA DI BARI	0.10	0.00
CEGLIE DEL CAMPO	0.06	0.00
GIOVINAZZO	0.05	0.00
GRUMO APPULA	0.06	0.00
MODUGNO	0.11	0.02
PALESE	0.07	0.00
PALO DEL COLLE	0.07	0.00
SAN PAOLO	0.17	0.01
SANTO SPIRITO	0.08	0.00

Tabella 5-. Concentrazioni stimate di PM10 al suolo in corrispondenza dei principali centri abitati, rif. Anno 2006

## **4 CONFRONTO CON I LIMITI DI LEGGE E LO STATO ATTUALE DI QUALITÀ DELL'ARIA**

---

### **4.1 LIMITI DI LEGGE**

Si riportano di seguito i valori limite di legge per gli inquinanti di potenziale interesse per l'impianto in oggetto.

La normativa di riferimento è costituita in primo luogo da Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio numero 60 del 2 aprile 2002. Il Decreto recepisce contemporaneamente due Direttive Europee, la 99/30/CE (relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo) e la 00/69/CE (relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio), conosciute anche come direttive "figlie" della 96/62/CE già recepita attraverso il decreto legislativo del 4 agosto 1999, n. 351.

Per quanto riguarda il parametro PM 2.5 si fa inoltre riferimento alla nuova direttiva europea sulla qualità dell'aria Direttiva 2008/50/CE del 21 maggio 2008, che introduce nuovi valori limite relativi a tale parametro e conferma i valori limite già definiti per i rimanenti inquinanti.

Inquinante	Tipo limite	Parametro statistico	Valore limite
<b>NO<sub>x</sub></b> DM 60/02	Limite per la protezione della vegetazione	Media annuale	30 µg/m <sup>3</sup>
<b>NO<sub>2</sub></b> DM 60/02	Soglia di allarme	Superamento per 3h consecutive del valore soglia	400 µg/m <sup>3</sup>
	Limite orario protezione della salute umana	da non superare più di 18 volte per anno civile (N.B. 99.8 percentile concentrazioni orarie nell'anno)	200 µg/m <sup>3</sup> (2010)
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m <sup>3</sup> (2010)
<b>PM<sub>10</sub></b> DM 60/02	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24 h (da non superare più di 35 volte per anno civile)	50 µg/m <sup>3</sup>
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m <sup>3</sup>
<b>PM<sub>2.5</sub></b> DIR 2008/50/CE	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	30 µg/m <sup>3</sup> (2008) 25 µg/m <sup>3</sup> (2015)
<b>CO</b> (DM 60/02)	Limite per la protezione della salute umana	Max giornaliero delle Media mobile 8h	10 mg/m <sup>3</sup>

*Tabella 6 - Sintesi limiti qualità dell'aria per gli inquinanti di interesse*

#### 4.1.1 STATO ATTUALE DI QUALITÀ DELL'ARIA

Lo stato attuale di qualità dell'aria nell'area di interesse è sinteticamente descritta nel presente capitolo sulla base dei dati contenuti nel Piano regionale di qualità dell'aria (dati 2005) e sulla base delle rilevazioni effettuate presso la stazione ARPA di Modugno (cod. EN2) situata in prossimità dell'impianto, nel periodo maggio 2007-maggio 2008 (dati forniti da Arpa Puglia).

#### 4.1.2 DATI 2005 (PRQA)

Si riportano di seguito i principali dati di qualità dell'aria relativi al territorio provinciale di Bari, desunti dal Piano regionale di Qualità dell'aria della regione Puglia; i dati sono riferiti al 2005.

I dati evidenziano in sostanza:

- il rispetto dei limiti relativi ad NO<sub>2</sub>, ad eccezione della media annuale in due stazioni di tipo urbano (a Bari e Molfetta), con numero di superamenti del valore limite orario perlopiù nullo o comunque ampiamente al di sotto del limite normativo di 18 superamenti all'anno;
- una situazione complessivamente non critica per quanto riguarda il particolato sospeso PM<sub>10</sub>, con rispetto generale del valore limite annuale e numero contenuto dei superamenti del valore limite giornaliero, superato solo nella stazione urbana di Bari – S. Nicola;
- completo rispetto dei limiti normativi relativi al monossido di carbonio CO.

NOME STAZIONE	TIPO STAZIONE	TIPO ZONA	COMUNE	ANALIZZATORI PRINCIPALI - 2005					
				PM10	O3	NOX	BTX	CO	SOx
Altamura - Via Golgota (Rete Provincia di Bari)			Altamura	/	/	/	/	/	
Andria - Via Vaccina (Rete Provincia di Bari)			Andria	/	/	/	/	/	
Casamassima - Via Lapenna (Rete Provincia di Bari)			Casamassima	/		/			
Monopoli - Via Aldo Moro (Rete Provincia di Bari)			Monopoli	/	/	/	/	/	
Bari - Stadio S. Nicola (Rete Comune di Bari)	Fondo	Suburbana	Bari	/	/	/	/	/	/
Bari - Via Archimede (Rete Comune di Bari)	Fondo	Urbana	Bari	/		/	/		/
Bari - Via M. L. King (Rete Comune di Bari)	Traffico	Suburbana	Bari	/		/	/		/
Bari - P.zza L. di Savoia (Rete Comune di Bari)	Traffico	Urbana	Bari	/			/	/	
Bari - C.so Cavour (Rete Comune di Bari)	Traffico	Urbana	Bari	/			/	/	
Bari - Via R. Kennedy (Rete Comune di Bari)	Fondo	Urbana	Bari	/		/			
Bari - Via Calderola (Rete Regione Puglia)	Traffico	Urbana	Bari	/	/	/	/	/	/
Bari - suolo exCIAPI (Rete Regione Puglia)	Industriale/Traffico	Suburbana	Bari			/			/
Modugno - suolo ex ENAIP (Rete Regione Puglia)	Industriale	Suburbana	Modugno			/		/	/
Molfetta Z.I. - Area ASM (Rete Regione Puglia)	Fondo	Suburbana	Molfetta			/			/
Molfetta - P.zza Verdi (Rete Regione Puglia)	Traffico	Urbana	Molfetta	/		/			/

Figura 21: Stazioni della rete regionale di rilevamento (in verde le stazioni gestite da Arpa Puglia)

**Biossido di azoto - NO2**

Province	Stazioni	Media annua	Superamenti del valore limite orario
BA	Bari - Caldarola	60	6
	Bari - CIAPI	35	1
	Modugno - ENAIP	32	
	Molfetta - Verdi	47	
	Molfetta - ASM	30	
	Bari - S. Nicola	13	
	Bari - Via Archimede	29	
	Bari - V.le M.L. King	32	
	Bari - V.le Kennedy	27	

Figura 22: NO2 - anno 2005 in provincia di Bari - Estratto da PRQA Regione Puglia – (dati in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

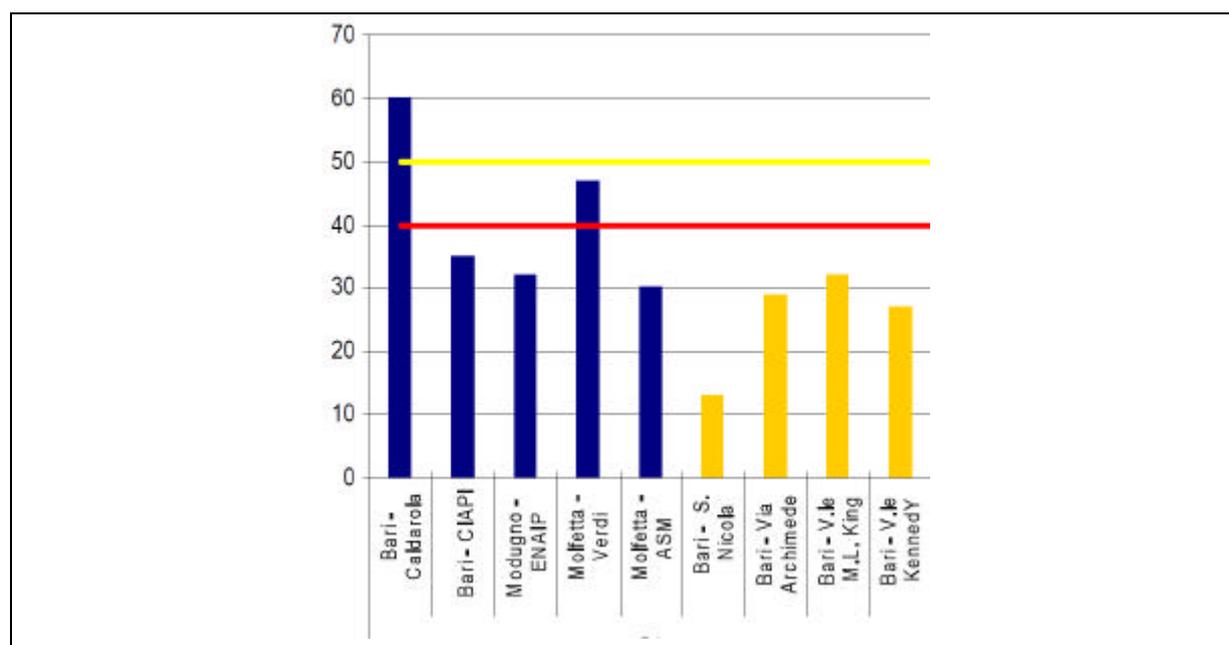


Figura 23: NO2 - anno 2005 - Estratto valori medi annuali in provincia di Bari— Estratto da PRQA Regione Puglia– (dati in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

**Particolato sospeso PM10**

	STAZIONE	Media annua	Superamenti del valore limite giornaliero
BA	Bari - via Caldarola *	30	17
	Molfetta - Verdi *	31	10
	Bari - S. Nicola	33	58
	Bari - Via Archimede	24	16
	Bari - V.le M.L. King	20	1
	Bari - V.le Kennedy	24	13

Figura 24: PM10 anno 2005 in provincia di Bari - Estratto da PRQA Regione Puglia– (dati in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

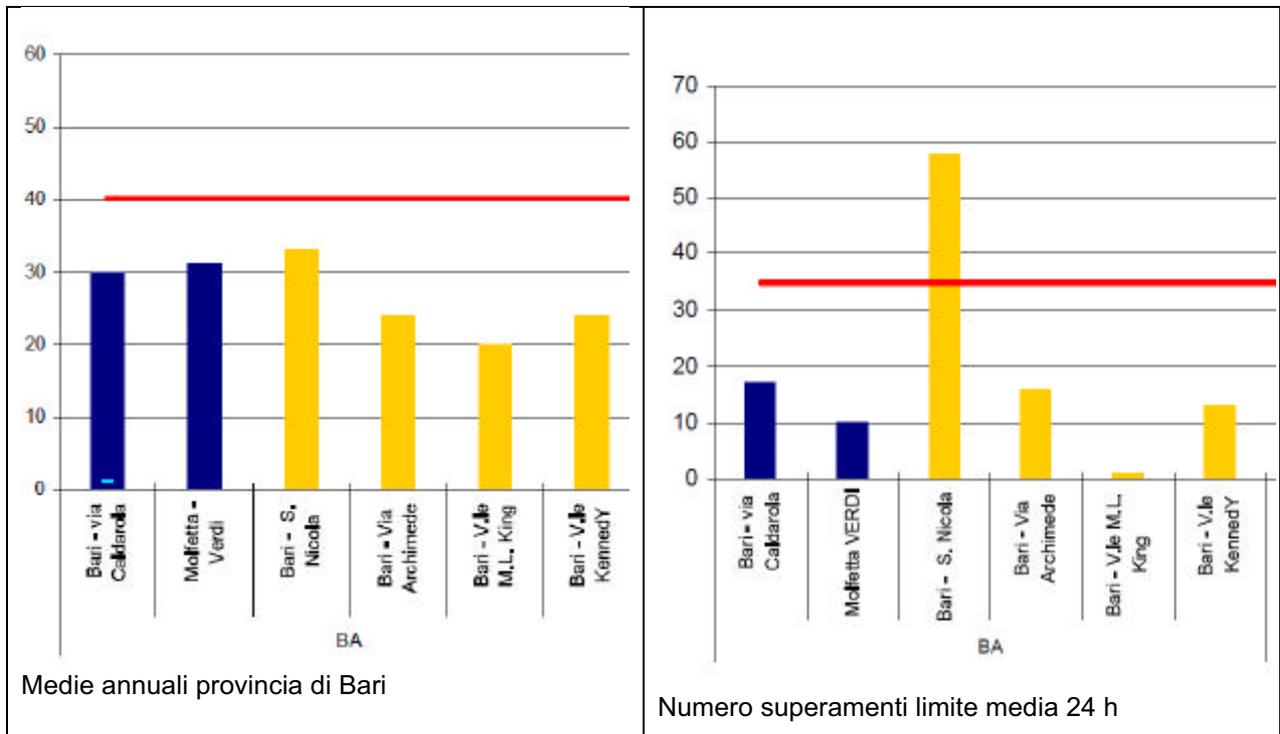


Figura 25: PM10 - anno 2005 - Estratto valori medi annuali e superamenti del limite per la media giornaliera in provincia di Bari— Estratto da PRQA Regione Puglia– (dati in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

**Monossido di Carbonio- CO**

Province	Stazioni	media annua
BA	Bari- Caldarola	1
	Modugno - CIAPI	1
	Modugno - ENAIP	3
	Molfetta - Verdi	1
	Molfetta - ASM	5
	Bari - S. Nicola	1
	Bari - Via Archimede	4
	Bari - V.le M. L. King	3

Figura 26: CO - anno 2005 in provincia di Bari - Estratto da PRQA Regione Puglia

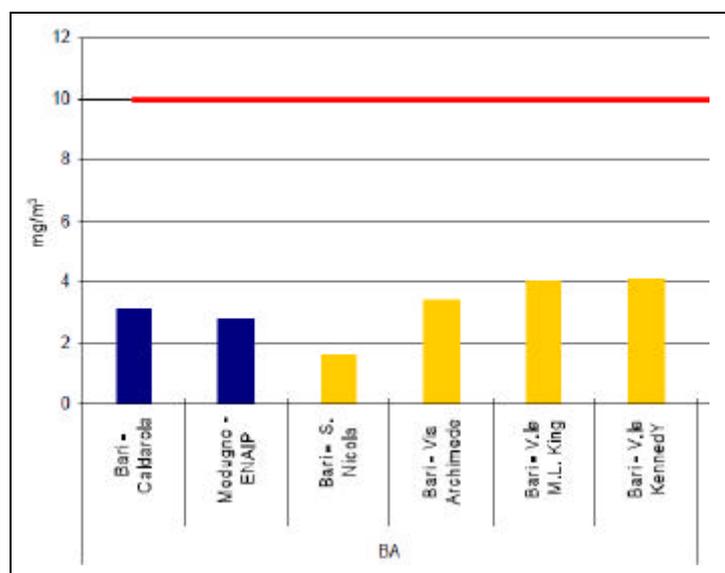


Figura 27: CO - anno 2005 - Valori massimi della media mobile su 8 ore in provincia di Bari— Estratto da PRQA Regione Puglia

#### 4.1.3 DATI 2007 – 2008 – STAZIONE EN2 - MODUGNO

Si riporta di seguito una sintesi dei dati di inquinamento relativi ai parametri di interesse rilevati presso la Stazione EN2 situata nella zona industriale di Modugno e gestita dall'ARPA di Bari. I dati coprono il periodo maggio 2007-maggio 2008.



Figura 28: Localizzazione Stazione rilevamento qualità dell'aria EN2

(Rif. maggio/2007 – maggio/2008)	<b>NO2</b> (ug/m3)	<b>NOx</b> (ug/m3)	<b>CO</b> (mg/m3)	<b>PM10</b> (ug/m3)	<b>PM2.5</b> (ug/m3)
<i>Limite media annuale</i>	40	30		40	30 (anno 2008)
Media annuale	20.7	26.2	0.8	37.5	26.6
Massimo orario	134.9	355.9	2.9		
Max media 24 h	67.6	128.6	2.5	331.3	116.4
	N° superamenti lim. orario 200 ug/m3 (max=18)			N° superamenti lim. 24h 50 ug/m3 (max= 35)	
n° superam	0			<b>73.0</b>	

Tabella 7 - Sintesi qualità dell'aria 2007-2008

I dati evidenziano in sostanza valori non critici per i parametri NO2, NOx e CO; per quanto riguarda il particolato si nota il rispetto dei valori limite relativi alla media annuale per i parametri PM10 e PM2.5. Per quanto riguarda il parametro PM 10 si evidenzia tuttavia l'ampio superamento del numero ammesso di valori eccedenti il limite sulle 24 h (oltre 70 superamenti annuali contro un massimo ammesso di 35) . Si

nota che una parte di tali superamenti si è verificato nel mese di aprile 2008 e non trova riscontro in analoghi picchi riferiti al PM 2.5, come evidenziato nei grafici seguenti.

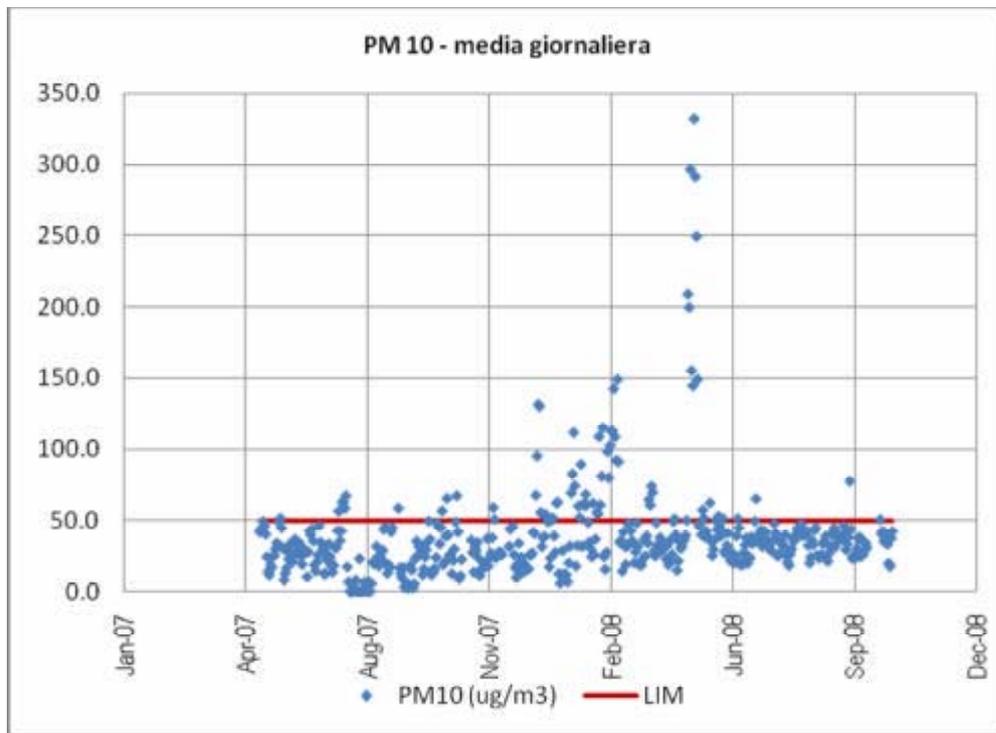


Figura 29: media giornaliera PM10 stazione EN2 (maggio 2007-maggio 2008)

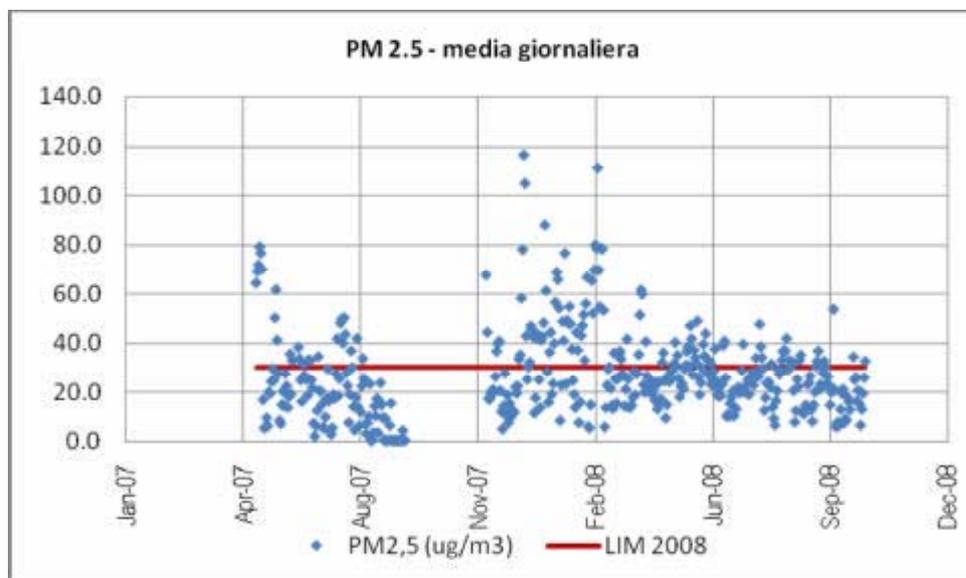


Figura 30: media giornaliera PM2.5 stazione EN2 (maggio 2007-maggio 2008)

#### 4.2 CONFRONTO DEI VALORI STIMATI DI RICADUTA CON I VALORI LIMITE E CON LO STATO ATTUALE DI QUALITÀ DELL'ARIA

La situazione relativa alla qualità dell'aria complessivamente rilevabile dai dati riportati nel *Piano Regionale di Qualità dell'Aria* (dati 2005) e dai dati rilevati dalla centralina di monitoraggio EN2, relativi al periodo maggio 2007-maggio 2008, è così riassumibile:

- **NOx e NO2:** nessuna criticità per quanto riguarda il rispetto dei valori limite orari; superamento dei limiti per quanto riguarda le concentrazioni medie annuali di NO2 in alcune stazioni urbane.
- **PM10/PM2.5:** numero di superamenti annuali del valore limite sulle 24h superiore ai limiti di legge in più stazioni; situazione non critica per quanto riguarda il rispetto dei valori limite annuali.
- **CO:** nessuna criticità;

Per quanto riguarda il possibile contributo della Centrale a Ciclo Combinato di Modugno al superamento degli Standard di qualità dell'aria risulta quanto segue:

- **NO2** – Il DM 60/2002 prevede un limite per la media oraria di 200 mg/Nm<sup>3</sup> da non superarsi per più di 18 ore nell'anno. Il percentile **P99.8** delle concentrazioni orarie (18° valore orario nell'anno), determinate dall'impianto in esame nel punto di massima ricaduta risulta di 10 µg/m<sup>3</sup> (rif. 2006). e quindi di oltre un ordine di grandezza inferiore al limite normativo. Il contributo dell'impianto non risulta tale da incidere significativamente sul rispetto di tale parametro. Per quanto riguarda la concentrazione **media annuale**, il contributo stimato dell'impianto nel punto di massima ricaduta risulta di 0,4 µg/m<sup>3</sup>, di due ordini di grandezza inferiore al limite annuale di 40 µg/m<sup>3</sup> a protezione della salute umana (DM 60/2002) e quindi trascurabile rispetto al limite normativo;
- **NOx (ossidi di azoto):** il contributo dell'impianto alla concentrazione media annuale al suolo nel punto di massima ricaduta risulta inferiore a 0,5 µg/m<sup>3</sup>, quasi due ordini di grandezza inferiore al valore limite di 30 µg/m<sup>3</sup> a protezione della vegetazione (DM 60/2002); limite peraltro non applicabile in aree urbanizzate.
- **PM10:** i massimi valori stimati di ricaduta risultano del tutto trascurabili rispetto ai limiti di qualità dell'aria ed alle concentrazioni di background attuali, con un massimo giornaliero di 0.2 µg/m<sup>3</sup> e una massima media annuale di 0.02 µg/m<sup>3</sup>, contro limiti rispettivamente di 50 e 40 µg/m<sup>3</sup> per il PM10 (DM 60/2002) ed un valore limite annuale di 30 µg/m<sup>3</sup> per il PM2.5 (Direttiva 2008/50/CE).
- **CO (monossido di carbonio):** le ricadute stimate di CO risultano di 2-3 ordini di grandezza inferiori ai limiti normativi (10.000 µg/m<sup>3</sup> per le concentrazioni medie di 8 ore) e tali quindi da non influire su tale parametro, che peraltro risulta non critico nell'area in esame.

Milano, 20 dicembre 2008

Ing. Giovanni Micheloni

## 5 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

---

- Piano di Qualità dell'aria della Regione Puglia, approvato con Delibera della Giunta Regionale n° 328 del 11/03/2008.
- England, G.C., "Development of Fine Particulate Emission Factors and Speciation Profiles for Oil and Gas-fired Combustion Systems, Final Report, 2004."  
[http://www.netl.doe.gov/technologies/coalpower/turbines/refshelf/igcc-h2-sygas/gri\\_reports/CEC-500-2005-032.pdf](http://www.netl.doe.gov/technologies/coalpower/turbines/refshelf/igcc-h2-sygas/gri_reports/CEC-500-2005-032.pdf)
- Holtslag, A.A.M. and A.P. Van Ulden, 1982: Simple estimates of nighttime surface fluxes from routine weather data. KNMI Scientific Report, W.R. 82-4, 11p.
- Holtslag, A.A.M. and A.P. Van Ulden, 1983: A simple scheme for daytime estimates of the surface fluxes from routine weather data. J. Clim. And Appl. Meteor., 22, 517-529.
- Scire, J.S., D.G. Strimaitis and R.J. Yamartino, 2000a: A user's guide for the CALPUFF dispersion model (Version 5). Earth Tech. Inc., Concord, MA.
- Scire, J.S., F.R. Robe, M.E. Fernau and R.J. Yamartino, 2000b: A user's guide for the CALMET meteorological model (Version 5). Earth Tech. Inc., Concord, MA.

Coordinate UTM WGS84 Fuso 33  
 Griglia chilometrica centrata sull'impianto nel Punto (0, 0) km



Sorgenia Puglia S.p.A.  
 Via Dei Giudei SNC  
 70026 Modugno (BA)  
 www.sorgenia.it - info@sorgenia.it

# Centrale a Ciclo Combinato di Modugno (BA)

## Modellazione delle Ricadute al Suolo

**NO<sub>2</sub>**  
 99.8° percentile delle Medie Orarie

ref. Anno 2006

Valori massimi	
NOx	PM <sub>10</sub> CO
ug/m <sup>3</sup>	ug/m <sup>3</sup> ug/m <sup>3</sup>
13,07	9,8 0,44 13,07
Limiti Normativi (DM 60/2002)	
NOx	PM <sub>10</sub> CO
ug/m <sup>3</sup>	ug/m <sup>3</sup> ug/m <sup>3</sup>
-	200 - 10,000*
* rif. alla max media 8 ore	

Valore max in UTMx = 646,818 km  
 UTMy = 4540,64 km  
 Distanza dal Cammino 11,020 km

### LEGENDA

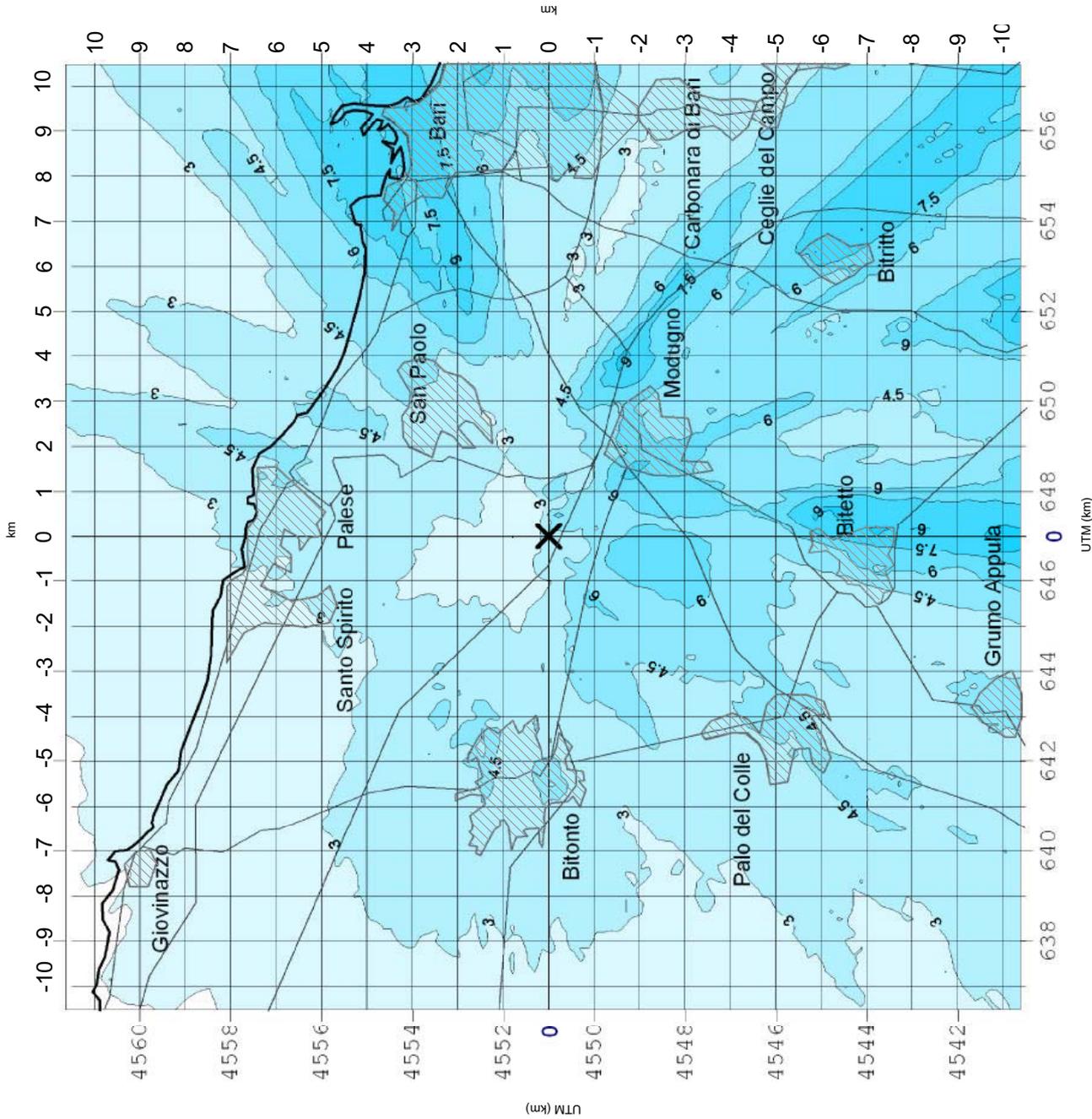
- Localizzazione Impianto
- Centro Abitato

STUDIO MICHELONI & ASSOCIATI  
 MILANO  
 Via Nizza Piccini, 23 - 20131 Milano - tel. +39 02 29401759  
 email: pmicheloni@studiosmi.it

TAVOLA N.  
**1**

Data  
 15/12/2008

Scala  
 1:100.000





Sorgenia Puglia S.p.A.  
 Via Dei Giudici SNC  
 70026 Modugno (BA)  
 www.sorgenia.it - info@sorgenia.it

# Centrale a Ciclo Combinato di Modugno (BA)

## Modellazione delle Ricadute al Suolo

**NO<sub>2</sub>**  
 Massima Media 24 h

**ref. Anno 2006**

Valori massimi			
NOx	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	CO
ug/m3	ug/m3	ug/m3	ug/m3
5.2	3.9	0.17	5.2
Limiti Normativi DM 60/2002			
NOx	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	CO
ug/m3	ug/m3	ug/m3	ug/m3
-	-	50	-

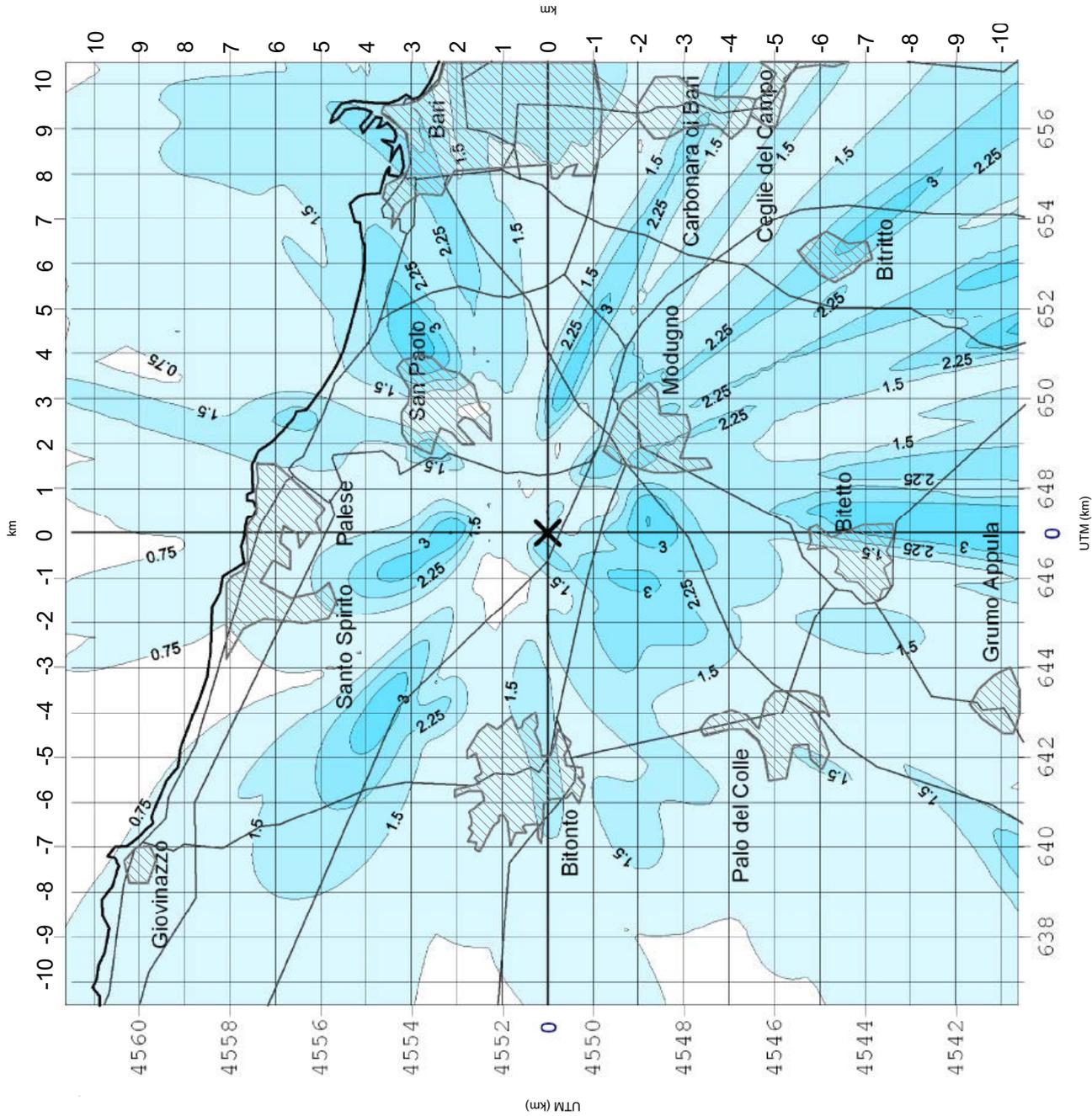
Valore max in UTMx = 651,485 km  
 UTMy = 4540,64 km  
 Distanza dal Camino 11,705 km

### LEGENDA

- Localizzazione Impianto
- Centro Abitato

**STUDIO MICHELONI & ASSOCIATI**  
 MILANO  
 Via Nizza Piccini, 23 - 20131 Milano - tel. +39 02 29407399  
 email: pmicheloni@studiosmi.it

TAVOLA N.	Data	Scala
2	15/12/2008	1:100.000



Coordinate UTM WGS84 Fuso 33  
 Griglia chilometrica centrata sull'impianto nel Punto (0, 0) km



Sorgenia Puglia S.p.A.  
 Via Dei Gladioli SNC  
 70026 Modugno (BA)  
 www.sorgenia.it - info@sorgenia.it

# Centrale a Ciclo Combinato di Modugno (BA)

## Modellazione delle Ricadute al Suolo

### NO<sub>2</sub> Concentrazione Media Annuale

**ref. Anno 2006**

Valori massimi	
NOx	NO <sub>2</sub>
ug/m <sup>3</sup>	PM <sub>10</sub> CO
0.47	0.4
0.02	0.02
0.47	0.47
Limiti Normativi DM 60/2002	
NOx	NO <sub>2</sub>
ug/m <sup>3</sup>	PM <sub>10</sub> CO
30	40
40	40
-	-

Valore max in UTMx = 648.652 km  
 UTMy = 4548.97 km  
 Distanza dal Camino 2.910 km

#### LEGENDA

- X Localizzazione Impianto
- ▨ Centro Abitato

STUDIO MICHELONI & ASSOCIATI  
 MILANO  
 Via Nizza Piccini, 23 - 20131 Milano - tel. +39 02 29401759  
 email: pmicheloni@studiosmi.it

TAVOLA N.	Data	Scala
3	15/12/2008	1:100.000

