

Il presente studio è volto a valutare la possibile variazione delle concentrazioni di ozono a livello del suolo in seguito alla messa in esercizio della Centrale elettrica Basento Energia in località Salandra Scalo (MT).

A tal fine è stato ricostruito il quadro emissivo determinato dalle principali sorgenti industriali nell'area vasta (fino a Pisticci e Matera), includendo anche le altre centrali attualmente in istruttoria VIA e selezionando le attività con maggior contributo emissivo di NO<sub>x</sub> e VOC.

I valori emissivi così calcolati sono stati utilizzati per determinare (per mezzo del modello di calcolo CAL PUFF-CAL MET, in grado di calcolare anche la circolazione dei venti) la concentrazione a terra dei principali inquinanti precursori della formazione di ozono (VOC e NO<sub>x</sub>).

I valori di concentrazione così calcolati nei due scenari attuale e futuro (nel quale si è previsto l'esercizio non solo della Centrale di Salandra ma anche di quelle di Pisticci e Matera) sono stati utilizzati per la previsione semiquantitativa della possibile variazione della concentrazione di ozono a seguito della messa in esercizio delle centrali suddette.

Ovviamente nella determinazione delle concentrazioni dei precursori di ozono non è stata presa in considerazione la produzione di VOC dalla vegetazione.

Infine è stata svolta un'indagine della qualità dell'aria nella Regione Basilicata e in altre Regioni Italiane relativa all'anno 2003, al fine di confrontare i livelli di ozono misurati durante la campagna di monitoraggio della qualità dell'aria svolta all'interno del SIA con i valori misurati dalla rete di monitoraggio nello stesso periodo, in altre aree.

Per la determinazione delle sorgenti emissive della zona sono stati utilizzati i dati forniti dalla Regione Basilicata relativi alle sole aziende autorizzate secondo l'ex DPR 203/88. Gli inquinanti di interesse ai fini del presente studio sono gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) ed i composti organici volatili (SOV), precursori dell'inquinamento da ozono.

In prima analisi sono state prese in considerazione tutte le sorgenti emissive presenti nella provincia di Matera le cui caratteristiche sono state fornite dalla Regione Basilicata. I dati relativi ai punti di emissione di ciascun sito sono mostrati in *Appendice 1*, che riporta i flussi di massa e le concentrazioni come risultano dalle autorizzazioni alle emissioni.

La maggior parte delle sorgenti emissive censite si trova nelle zone di Pisticci Scalo, Macchia di Ferrandina, loc. La Martella (Matera) e Jesce, comprese entro un raggio di 30 km dall'area di realizzazione della Centrale Basento Energia. Solamente un sito, in località Bernalda, risulta localizzato a distanze maggiori.

L'analisi preliminare dei dati mostra che molti degli impianti presentano più punti emissivi, corrispondenti a diversi camini: la geometria e le caratteristiche emissive sono spesso le stesse per tutti i camini, mentre talvolta si hanno sensibili differenze su portate e altezze.

Visto che non sempre i dati di emissione disponibili risultavano sufficienti ad una completa caratterizzazione delle sorgenti, si è proceduto ad ipotizzare i dati mancanti seguendo il criterio della massima cautela.

In particolare, è stato talvolta necessario definire la temperatura di uscita dei gas: si è utilizzata una temperatura di 100°C per le sorgenti che emettono NO<sub>x</sub>, presupponendo la presenza di processi di combustione; mentre si è utilizzata una temperatura di 20°C per le sorgenti che emettono SOV.

L'assunzione di tali temperature risulta conservativa, in quanto esse sono le minime ipotizzabili per i processi presenti e comporta un minore innalzamento termico del pennacchio, con conseguenti maggiori concentrazioni degli inquinanti al suolo.

In seguito è stata effettuata un'analisi preliminare di significatività delle varie sorgenti, per arrivare alla definizione dello scenario emissivo. Nel paragrafo successivo viene illustrata l'analisi eseguita.

### 3.1 SCENARIO EMISSIVO ATTUALE

Come è evidente dall'esame dei dati riportati in *Appendice 1* il numero elevato di sorgenti presenti nell'area considerata è incompatibile con le potenzialità dei programmi e con tempi di calcolo accettabili.

Si è quindi reso necessario procedere all'eliminazione delle sorgenti meno significative e all'accorpamento di alcune sorgenti contigue.

#### 3.1.1 Significatività delle sorgenti emissive

Per valutare la significatività delle varie sorgenti emissive prese in considerazione, si è quindi proceduto esaminando da un lato l'intensità dell'emissione autorizzata e, dall'altro, valutando cautelativamente il contributo che quell'emissione, presa singolarmente, poteva dare al livello di concentrazione di VOC nella zona di massima ricaduta delle emissioni dovute alla Centrale di Salandra. A questo fine è stato utilizzato il modello SCREEN per la valutazione della significatività di ogni sorgente nella zona di interesse.

La soglia di concentrazione in aria minima presso la Centrale di Salandra, sotto la quale la sorgente non è considerata significativa, è stata posta pari a  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sia per VOC che per  $\text{NO}_x$ , in quanto  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vengono ritenuti pari al valore che rientra nella fluttuazione degli strumenti che misurano concentrazioni istantanee.

SCREEN è un semplice modello di dispersione, suggerito dall'US EPA (Agenzia NordAmericana per la protezione dell'ambiente), gaussiano, stazionario e che tiene conto in modo parziale dell'orografia del terreno.

Lo scenario emissivo simulato con Screen è riportato in *Tabella 3.1-a*. Come si nota, non è stata simulata la centrale elettrica di Pisticci secondo la configurazione attuale, in quanto ritenuta significativa "a priori".

Per le sorgenti così definite, sono stati calcolati i profili di concentrazione con Screen, sulla base delle condizioni meteorologiche più sfavorevoli (quelle per cui si ottengono concentrazioni al suolo maggiori) e dei flussi di massa massimi autorizzati degli inquinanti.

Tramite le simulazioni delle ricadute degli inquinanti al suolo, si ottiene dunque un profilo di concentrazione sottovento alla sorgente dove, per ogni punto, è riportata la concentrazione relativa alla condizione meteorologica ed emissiva più sfavorevole (vedi *Appendice 2*, dove sono riportati i risultati delle simulazioni effettuate).

Si è quindi proceduto ad individuare le sorgenti emissive attualmente in funzione che determinano un contributo non significativo alle concentrazioni dei precursori di ozono, cioè quelle che determinano concentrazioni massime minori di  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di VOC e  $\text{NO}_x$  nell'area di massima ricaduta della centrale di Salandra.

### 3.1.2

#### *Accorpamento di alcune fonti emissive*

Per ogni impianto, sono state analizzate le caratteristiche dei vari punti emissivi. Molti impianti presentano diversi punti di emissione, talvolta con caratteristiche simili. Vista la grande quantità dei camini presenti nell'area oggetto di studio, per impianti che presentano diversi punti emissivi simili, è stato ritenuto opportuno procedere ad un accorpamento, tramite la seguente procedura: all'interno di uno stesso sito con più camini uguali o simili è stato simulato un solo camino posto in posizione baricentrica avente le stesse caratteristiche geometriche ed emissive (velocità e temperatura) dei singoli punti di emissione ma che emette la somma degli inquinanti dei singoli camini;

L'accorpamento delle sorgenti mediante tale ipotesi conduce a risultati conservativi; in quanto non si tiene conto dell'interazione tra i vari pennacchi, che favorisce un maggior innalzamento della piuma e quindi minori concentrazioni al suolo. Nei casi di impianti con punti emissivi con caratteristiche molto diverse, si sono effettuate le simulazioni considerando i vari camini singolarmente.

### 3.1.3

#### *Valori emissivi di riferimento*

Si è inoltre ipotizzato che tutti i camini emettano contemporaneamente con il flusso di inquinanti massimo autorizzato. Tale assunzione risulta fortemente conservativa in quanto è noto come le aziende prese in considerazione abbiano dei cicli di produzione generalmente discontinui, per cui appare improbabile che tutti possano emettere in uno stesso momento alla massima portata autorizzata.

Solamente per l'Italcementi di Matera, i flussi di massa considerati sono quelli medi nel periodo Aprile-Maggio 2004 invece di quelli autorizzati. Tale assunzione si è resa necessaria in quanto i limiti autorizzati non sono fissi, ma dipendenti da quanto il cementificio funziona come "inceneritore". Inoltre le concentrazioni autorizzate risultano talmente superiori a quelle misurate in continuo al camino da comportare un'eccessiva sovrastima delle concentrazioni di NO<sub>x</sub>.

Il criterio cautelativo sopra definito non è stato applicato neanche per gli stabilimenti Drop 3, Calbe Sud e Soften per i quali le emissioni sono state assunte rispettivamente il 30%, 50% e 50% delle emissioni massime totali autorizzate. Ciò in quanto dall'analisi dei cicli produttivi è emersa l'estrema discontinuità dell'utilizzo dei camini, alcuni dei quali, pur esistenti, non sono più usati da tempo a seguito delle ristrutturazioni verificatesi negli ultimi tempi.

Si deve inoltre notare che la sorgente emissiva "Venere" (Jesce) è localizzata di poco all'esterno del dominio di calcolo, ma risulta comunque significativa dal punto di vista emissivo. Si è pensato dunque di comprenderla ugualmente all'interno della simulazione. Tuttavia è stato necessario "spostarla" di

qualche centinaio di metri in modo da “riposizionarla” appena dentro il dominio, nei pressi del bordo. Ciò consente dunque di tenere conto della presenza di tale sorgente emissiva in modo conservativo (in quanto più vicina) riguardo l’area di maggior interesse (Val Basento); tuttavia le concentrazioni calcolate nei pressi di Matera potrebbero risultare sovrastimate.

#### 3.1.4 *Definizione dello scenario emissivo attuale*

Dopo l’accorpamento e l’eliminazione delle sorgenti “non significative” il numero delle sorgenti emissive (riportate in *Appendice 1*) è sensibilmente diminuito.

Lo scenario emissivo attuale risultante, è quindi quello indicato nella *Tabella 3.1b* in cui sono stati elencati valori di emissione delle sorgenti emissive che si sono mostrate significative nell’ottica sopra definita; ad esse sono state aggiunte le emissioni provenienti dall’impianto Lafarge e dall’esistente Centrale Elettrica di Pisticci

### 3.2 *SCENARIO EMISSIVO FUTURO*

Alle sorgenti sopra descritte sono poi state aggiunte, per la definizione dello “scenario emissivo significativo”, le centrali oggetto di istruttoria VIA (Pisticci 750 MWe, Matera 750 MWe, Salandra 400 MWe Basento Energia), e sono state modificate le emissioni dell’esistente centrale elettrica di Pisticci per tener conto del fatto che gli attuali due gruppi di produzione convenzionali saranno dismessi.

L’attuale produzione elettrica nel sito di Pisticci è infatti assicurata da:

- una centrale termoelettrica convenzionale (2 gruppi da 23.5 MWe ciascuno);
- una centrale con 4 motori a combustione interna (24 MWe totali).

Tutte le emissioni sono convogliate al medesimo camino. La centrale termoelettrica convenzionale sarà dismessa a seguito del funzionamento a regime della nuova centrale, mentre i motori a combustione saranno mantenuti in attività.

Per caratterizzare le emissioni complessive della centrale di Pisticci allo stato futuro, si è considerato che i gruppi a combustione interna (da 24 MWe) emettano in continuo insieme alla centrale nuova, con una emissione pari all’emissione attuale moltiplicata per il rapporto tra la potenza futura e quella attuale ( $24 / (23.5 \times 2 + 24)$ ).

In *Tabella 3.2a* è riportato lo scenario emissivo futuro, mentre la *Figura 3.a* riporta la localizzazione delle sorgenti emissive significative.

Tabella 3.1a Scenario emissivo simulato con Screen

Sorgente	Località	n° camini	Camino ID	Altezza m	Sezione m2	Temperatura °C	Diametro m	Velocità m/s	Flusso massa NOx g/s	Flusso massa SOV g/s
Calbe Sud	Pisticci	8	da 1 a 8	8	0.396	20	0.71	13.6	0.000	1.844
		2	16-17	10	0.013	450	0.13	166.4	0.467	0.000
		2	E7-E39	8	0.502	20	0.80	14.8		0.653
Soften Spa	Pisticci	5	da 1 a 5	10	0.102	450	0.36	144.6	3.329	0.000
		2	6 7	6.5	0.102	20	0.36	64.5	0.000	0.233
Orsa sud	Pisticci	3	da 1 a 3	10	0.181	20	0.48	16.5	0.000	0.167
		1	6	10	0.085	20	0.33	19.2	0.000	0.183
Ergom	Pisticci	6	da 1 a 6	10	0.126	22	0.40	19.1	0.000	0.503
Lamitel	Pisticci	1	E1	24	0.50	100	0.80	9.87	1.806	0.072
		1	E2	25	0.68	20	0.93	6.97		5.388
		1	E3	13	0.50	20	0.80	6.98		3.965
Tecnoparco	Pisticci	1	E1	10	0.70	100	0.94	2.71	0.139	0.167
S.P.I. Spa	Pisticci	1	DD	5	0.13	100	0.40	8.37	0.215	0.012
Epoxital	Pisticci	1	E2	30	0.23	20	0.54	22.68		0.304
BBC srl	Bernarda	1	1	6.8	0.071	32	0.30	11.4	0.000	0.029
Venere	Jesce	3	da 1 a 3	8	0.212	20	0.52	34.4	0.000	0.680

Sorgente	Località	n° camini	Camino ID	Altezza m	Sezione m2	Temperatura °C	Diametro m	Velocità m/s	Flusso massa NOx g/s	Flusso massa SOV g/s
Italcementi	Matera	1	5	8	0.000	450	0.02	979.3	0.033	0.000
		1	da 1 a 3	60	11.335	200	3.80	10.5	56.055	0.961
Sofaline Srl	La Mantella	2	2 3	9	0.283	20	0.60	16.0	0.000	0.412
Mythen srl	Macchia di Ferrandina	1	E3	10	0.28	100	0.60	4.30	0.249	
DROP3	Macchia di Ferrandina	8	E1+E2+E3+E5+E7+E9+E11+E13	5	0.19	100	0.49	7.13	2.680	
		6	E4+E6+E8+E10+E12+E14	20	0.36		0.68	5.17		4.080
BBC srl	Matera	1	E01	9	0.07	100	0.30	161.16	0.833	
	Matera	1	E02	9	0.03	100	0.20	18.13	0.117	0.021
Compostaggio rifiuti	Matera	5	tutte	14	0.79	20	1.00	9.87		0.316
Ortomatt srl	Matera	1	E	16	0.42	100	0.73	3.72	0.456	0.023
SIP sud Italia	Matera	2	E1+E2	12	0.785	20	1	20.88793		0.122

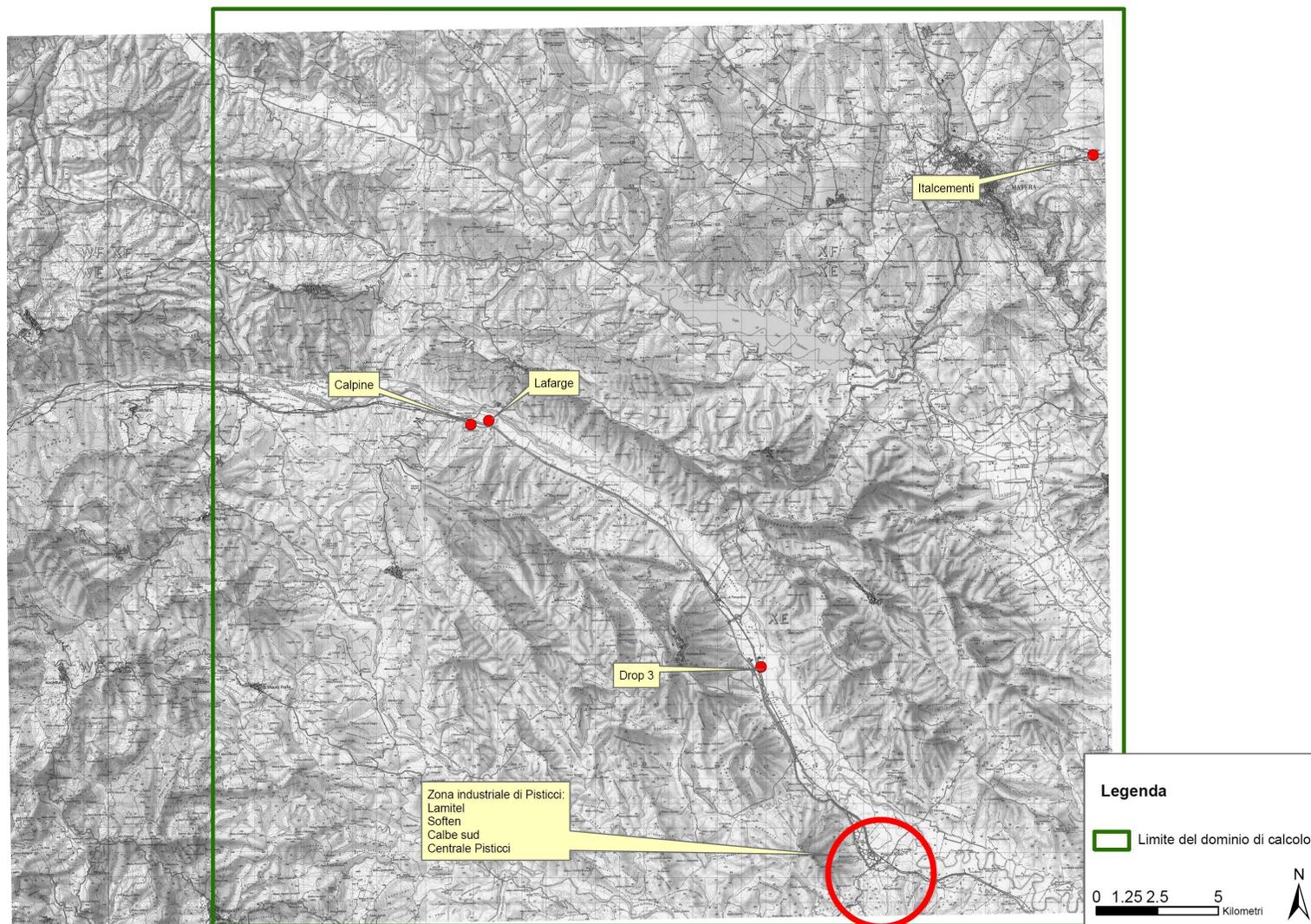
**Tabella 3.1b Scenario Emissivo Attuale di Riferimento (sorgenti risultate significative a seguito della simulazione con SCREEN)**

Camino	Temperatura	Flusso massa NOx	Flusso massa SOV	Altezza camino	Sezione camino	Diametro camino	Velocità uscita
Sigla	°C	g/s	g/s	m	m <sup>2</sup>	m	m/s
LAFARGE	106	1.59	0.025	10	1.9	1.56	7.15
	55	0.027	0.035	10	0.58	0.86	8.63
	74	0.038	0.025	10	0.58	0.86	9.13
	130	0.162	0.667	10	1.43	1.35	20.07
VENERE	20	-	0.71	8	0.212	0.52	34.4
ITALCEM.	200	56.05	-	60	11.335	3.80	10.5
LAMITEL_1	100	1.81	-	24	0.50	0.80	9.87
LAMITEL_2	20	-	9.35	19	0.61	0.88	7.00
SOFTEN	450	1,67	-	10	0.102	0.36	144.6
CALBE SUD	450	-	1,25	8	0.34	0.71	13.6
DROP 3_1	100	0,81	-	20	0.36	0.68	3.58
DROP 3_2	20	-	1,22	20	0.36	0.68	5.17
CENTRALE PISTICCI ATTUALE	150	4.5	-	90	2.89	1.92	10

**Tabella 3.2a Scenario Emissivo Futuro di Riferimento**

Camino	Temperatura	Flusso massa NOx	Flusso massa SOV	Altezza camino	Sezione camino	Diametro camino	Velocità uscita
Sigla	°C	g/s	g/s	m	m <sup>2</sup>	m	m/s
CENTRALE BASENTO ENERGIA	102	29.8	-	60	28.26	6	24.6
LAFARGE	106	1.59	0.025	10	1.9	1.56	7.15
	55	0.027	0.035	10	0.58	0.86	8.63
	74	0.038	0.025	10	0.58	0.86	9.13
	130	0.162	0.667	10	1.43	1.35	20.07
VENERE	20	-	0.71	8	0.212	0.52	34.4
ITALCEM.	200	56.05	-	60	11.335	3.80	10.5
LAMITEL_1	100	1.81	-	24	0.50	0.80	9.87
LAMITEL_2	20	-	9.35	19	0.61	0.88	7.00
SOFTEN	450	1,67	-	10	0.102	0.36	144.6
CALBE SUD	450	-	1,25	8	0.34	0.71	13.6
CENTRALE PISTICCI NUOVA	100	29	-	55	28.26	6	25
	100	29	-	55	28.26	6	25
DROP 3_1	100	0,81	-	20	0.36	0.68	3.58
DROP 3_2	20	-	1,22	20	0.36	0.68	5.17
CENTRALE ITALCEMENTI	100	29	-	50	28.26	6	25
	100	29	-	50	28.26	6	25
CENTRALE PISTICCI ESISTENTE	150	1,53	-	90	2.89	1.92	10

Figura 3.a Localizzazione delle sorgenti emissive significative



Il problema dello studio dell'inquinamento da ozono mediante modelli matematici di simulazione è stato ampiamente trattato nella letteratura scientifica e recentemente inserito in una serie di lavori specifici del CTN-ACE dell'APAT, con l'obiettivo di definire dei criteri di selezione dei modelli e di conoscenza delle prestazioni ottenibili.

**4.1****ASPETTI FENOMENOLOGICI**

Si riporta di seguito una breve descrizione degli aspetti fenomenologici legati al ciclo dell'ozono ed alle interazioni con l'ambiente, con particolare riferimento alle questioni riguardanti la modellistica ambientale. Per una descrizione più dettagliata, si rimanda all'integrazione al SIA inviata nel Marzo 2004.

Nella libera troposfera l'O<sub>3</sub> è generato dalla fotoossidazione dell'ossido di carbonio e del metano e dagli altri COV reattivi e più persistenti in atmosfera emessi alla superficie, in presenza di ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) prodotti dai fulmini o trasportati dalla bassa troposfera attraverso composti azotati "serbatoio", prodotti a loro volta dalla chimica dello strato rimescolato inquinato (Restelli e Zanderighi, 1997).

Nella libera troposfera il limite al processo di generazione dell'ozono è dato dal livello degli NO<sub>x</sub>, insufficienti a sostenere una produzione netta di O<sub>3</sub> in ampie zone della troposfera (Crutzen, 1995).

Nella bassa troposfera, alla fotoossidazione di CO e CH<sub>4</sub> si aggiunge quella degli idrocarburi reattivi, di origine antropica e naturale, che reagiscono all'interno dello strato rimescolato. Sulle aree continentali abitate, il livello dei NO<sub>x</sub> è in genere sufficiente alla generazione di O<sub>3</sub> (Sillman, 1999).

I processi di combustione ad alta temperatura sono sorgenti importanti di NO<sub>x</sub>; nelle aree urbane e suburbane il traffico autoveicolare ha, in genere, un peso predominante (Seinfeld e Pandis, 1998). Il circuito del carburante (produzione, distribuzione ed uso), l'industria e l'impiego dei solventi organici sono le sorgenti principali dei COV (Derwent et al. 1996; Leggett, 1996; Borrell, 1999).

In alcune aree, l'emissione di idrocarburi dalla vegetazione rappresenta un contributo che può essere confrontabile o addirittura predominante rispetto a quello delle emissioni antropiche (Guenther, 1995; Simpson et al., 1995; Maffei et al., 1999).

Le trasformazioni chimico-fisiche che portano alla produzione di ossidanti fotochimici risultano articolate, non lineari e fortemente accoppiate (Sillman, 1990). Questa complessità si manifesta anche nella struttura tridimensionale del fenomeno dovuta ai trasporti orizzontali e verticali di masse d'aria di origini diverse, indotti dai flussi regolari di quantità di moto media e dai

flussi turbolenti di energia cinetica che caratterizzano la circolazione a scala sinottica, a mesoscala e a microscala dell'area in esame (Millan et al., 1996).

## 4.2

### *IL CONTRIBUTO DELLA MODELLAZIONE*

La complessa struttura spaziale e la natura fortemente non lineare dei processi che portano alla produzione di ozono comportano la necessità di utilizzare modelli euleriani 3D fotochimici. Questi modelli negli Stati Uniti rivestono un ruolo molto importante anche dal punto di vista giuridico. Infatti, con l'emanazione del CAAA-90 (Clean Air Act Amendments of 1990), per le aree di non rispetto dei NAAQS (National Ambient Air Quality Standard) per l'ozono e classificate come "serious" (severe) ed "extreme" è richiesta l'applicazione di modelli fotochimici a griglia, quali UAM (Urban Airshed Model).

Apposite simulazioni verificano a priori le misure proposte per il controllo delle emissioni atmosferiche e il raggiungimento del rispetto degli NAAQS (Standard di qualità dell'aria) (Saylor et al., 1999). Questo ruolo è dovuto anche al fatto che i modelli euleriani fotochimici forniscono un quadro "teorico" apparentemente coerente nell'individuazione dei fattori limitanti nella produzione di ozono e quindi, in principio, possono fornire delle indicazioni su come orientare le strategie di riduzione delle emissioni, scegliendo ad esempio una strategia "NOx oriented" piuttosto che "VOC oriented" (Sillman, 1999).

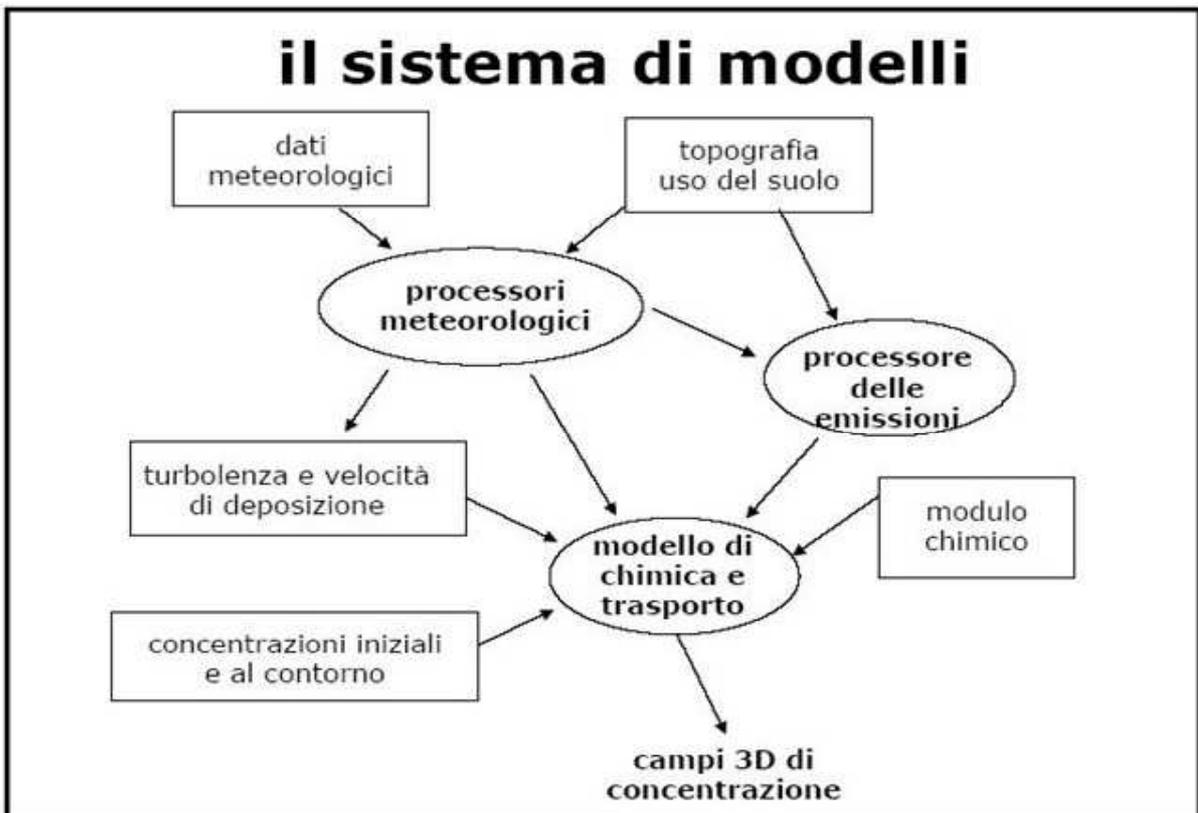
Anche in Europa, con il protocollo di Goteborg, vengono fissati per la prima volta dei tetti di riduzione delle emissioni basati sugli effetti che sono stati quantificati attraverso l'utilizzo di un modello di valutazione integrata. In questo modo il modello di valutazione viene a costituire una metodologia standardizzata convenzionale per lo stesso protocollo. Inoltre la Direttiva 96/62/CE prevede l'utilizzo di modelli matematici nella valutazione preliminare della qualità dell'aria in sostituzione e/o a integrazione delle misure nella valutazione della qualità dell'aria, qualora le concentrazioni degli inquinanti siano al di sotto di valori di riferimento prefissati. In questi casi la modellistica euleriana può rappresentare lo strumento principale per la costruzione di mappe di inquinamento e seguirne l'evoluzione temporale, tenendo conto dei carichi emissivi e delle condizioni meteorologiche.

### 4.2.1

#### *I modelli tridimensionali euleriani*

Un modello tridimensionale euleriano richiede una serie di input che derivano da altri modelli, come evidenziato nello schema in *Figura 4.2.1a*. I campi di concentrazione di ozono che si ottengono sono il risultato della risoluzione differenziale del bilancio di massa, tenendo conto delle condizioni iniziali, al contorno, delle emissioni, appositamente elaborate da codici sul grigliato dello scenario di studio. Il bilancio tiene conto del trasporto degli inquinanti in atmosfera, utilizzando come ingresso i dati meteorologici che derivano da specifici preprocessori.

Figura 4.2.1a Il sistema di modelli



I dati in ingresso al modello sono suddivisibili nelle seguenti categorie:

- Dati meteorologici e micrometeorologici;
- Dati geofisici;
- Dati emissivi e chimici;
- Condizioni al contorno

#### *Dati meteorologici e microclimatici*

Va premesso che la qualità delle informazioni meteorologiche fornite in ingresso condiziona in modo piuttosto pesante la qualità del risultato finale. Le informazioni meteorologiche richieste in input sono quelle necessarie a descrivere le caratteristiche dello strato limite planetario (PBL). In generale i dati meteorologici necessari sono:

- Campi tridimensionali di vento,
- Temperatura,
- Umidità,
- Altezza di miscelamento,
- Parametri micrometeorologici (lunghezza di Monin-Obukhov  $L$ , velocità di attrito con la superficie  $u^*$ , velocità convettiva di scala  $w^*$ ).

Tali dati derivano da osservazioni dirette dei parametri atmosferici e dall'applicazione di specifici preprocessori meteorologici, che estendono le misure effettuate all'intero territorio di analisi, tenendo conto degli effetti orografici, eventuali fenomeni di brezze terra-mare o monte-valle, ecc.

I preprocessori meteorologici utilizzati possono essere di tipo diagnostico o prognostico.

I primi si basano essenzialmente sull'interpolazione di misure in superficie e radiosondaggi in quota, aggiustando poi le componenti della velocità e della turbolenza in funzione degli effetti orografici e delle condizioni locali legate all'uso del suolo. L'altezza di miscelamento viene poi calcolata utilizzando un modello micrometeorologico basato sul bilancio termico in superficie.

I modelli meteorologici prognostici provvedono, sulla base della soluzione delle equazioni del moto atmosferico, alla ricostruzione dei campi meteorologici tridimensionali ed al calcolo dell'altezza di rimescolamento e dei parametri della turbolenza. Nei modelli meteorologici prognostici le informazioni meteorologiche vengono introdotte in fase di inizializzazione. Alcuni modelli prevedono una assimilazione dinamica dei dati osservati.

Alcuni Servizi Meteorologici forniscono le informazioni richieste dai modelli elaborate mediante l'utilizzo di preprocessori diagnostici o modelli prognostici utilizzando in modo ottimale tutte le informazioni meteorologiche disponibili su una determinata area (si veda ad esempio il sito internet dell'Arpa dell'Emilia Romagna: [www.smr.arpa.emr.it](http://www.smr.arpa.emr.it)). Nel caso non si possano ottenere informazioni adeguate dal competente servizio meteorologico si rende necessaria la applicazione diretta di modelli meteorologici, opportunamente tarati e verificati che determinino sui nodi della griglia tridimensionale di applicazione del modello 3D euleriano le grandezze meteorologiche richieste.

### *Dati geofisici*

Consistono essenzialmente in dati orografici ed uso del suolo.

I dati orografici sono necessari nella applicazione di modelli tridimensionali, sia per la ricostruzione dei campi di vento che per la ricostruzione delle caratteristiche superficiali (lunghezza di rugosità) che influenzano la turbolenza e quindi la dispersione degli inquinanti. Per l'applicazione di un modello a griglia l'orografia deve essere riportata alla risoluzione del grigliato del modello. La risoluzione spaziale delle quote altimetriche varia quindi in funzione delle dimensioni del dominio di calcolo dei modelli: tipicamente da 1-5 km alla mesoscala.

I dati di uso del suolo risultano fondamentali in quanto le caratteristiche della superficie influenzano la capacità dispersiva dei bassi strati dell'atmosfera e le modalità e l'entità delle deposizioni, di cui i modelli devono tenere conto.

Alternativamente, l'uso del suolo può essere ricostruito in modo semplificato (con poche categorie) a partire dalla cartografia. Per ogni cella del dominio di calcolo può essere definita la categoria dominante o la percentuale dei diversi

tipi di superficie, tra cui: coltivato, erba, vigneti/uliveti, conifere, decidue, paludi, terreno nudo, ghiacciai, urbano, acque interne e mare.

#### *Dati emissivi e chimici*

I dati di emissione devono riprodurre le emissioni dei singoli inquinanti richiesti come ingresso dai modelli (in genere in numero di 50 o più specie chimiche, a seconda del meccanismo chimico considerato) su ciascuna cella del grigliato prescelto. Per la simulazione di episodi le emissioni devono essere valutate su base temporale oraria. Il metodo più frequentemente applicato per la predisposizione delle emissioni si basa sulla combinazione di un metodo di disaggregazione di dati stimati su unità territoriali estese e su periodo annuale (metodo top - down) con dati di dettaglio, provenienti dalla valutazione delle singole sorgenti di emissione (metodo bottom - up).

La principale fonte di informazione per le emissioni aggregate è l'inventario CORINAIR predisposto su base nazionale e disponibile sul sito dell'European Topic Center on Air Emissions: <http://etc-ae.eionet.eu.int/etc-ae/index.htm>. Queste stime nazionali sono rese disponibili in varie successive disaggregazioni a scala regionale e provinciale dal centro di riferimento nazionale (<http://www.sinanet.anpa.it/aree/atmosfera/emissioni/emissioni.asp>). Il livello di disaggregazione spaziale normalmente utilizzato nelle applicazioni di modelli a mesoscala è su base comunale. Questo livello di disaggregazione è stato ottenuto in varie regioni italiane a partire dalla base CORINAIR applicando una metodologia di disaggregazione spazio-temporale dei dati sulla base di informazioni locali (si veda ad esempio il rapporto RTI CTN\_ACE 1/2000, "Inventari locali di emissioni in atmosfera, prima indagine conoscitiva").

#### *Condizioni al contorno*

L'inizializzazione e l'esecuzione di un modello euleriano 3D richiede la specifica del campo di concentrazione iniziale 3D su tutte le celle del dominio e sulle celle di bordo. Queste informazioni sono richieste per tutti gli inquinanti trattati. I modelli possono risultare molto sensibili a queste informazioni specialmente se il dominio prescelto è molto influenzato da processi di trasporto di prodotti e precursori dall'esterno del dominio. Questo in genere si verifica se il dominio scelto è di dimensioni troppo limitate. Le possibili fonti di informazione per la predisposizione delle condizioni iniziali ed al contorno possono essere i risultati di modelli a scala più ampia, sul quale innestare il modello in uso e dati sperimentali. Il ricorso a dati sperimentali risulta difficoltoso dato l'elevato numero di specie chimiche che occorre conoscere, sia al suolo che in quota. Le soluzioni devono quindi essere attentamente valutate da personale esperto. Tra i modelli a scala ampia attualmente disponibili in Europa ricordiamo i modelli EMEP, LOTOS, EURAD e CHIMERE.

Un discorso a parte meritano le criticità evidenziate nell'analisi dei lavori di ricerca riportati in letteratura, che per semplicità possiamo ascrivere a due grandi categorie:

- criticità esterne al modello: rappresentate dai problemi legati alla difficoltà di reperire i dati per l'input (quali ad esempio le emissioni), alla complessa preparazione dell'input meteorologico o alla difficile scelta delle stazioni di misura su cui effettuare la verifica delle prestazioni del modello;
- criticità interne al modello, che risultano principalmente legate agli aspetti teorici relativi al modo in cui viene formulata la trattazione dei fenomeni chimico - fisici rilevanti ai fini della applicazione specifica all'interno del modello utilizzato.

#### *Criticità esterne*

L'elemento comune alle varie esperienze condotte sul territorio nazionale dai vari enti locali o Università è rappresentato dalla complessa preparazione dei dati di ingresso necessari all'applicazione di un modello fotochimico. Le modalità in cui sono state risolte tali problematiche sono assai varie ed in ciascuna realtà sono state studiate soluzioni diverse. Questa carenza di basi comuni rappresenta un elemento che rende poi difficilmente confrontabili tra loro le varie esperienze.

Le maggiori difficoltà riguardano il reperimento delle informazioni meteorologiche alla scala desiderata e con l'accuratezza necessaria per le applicazioni modellistiche.

Non meno criticità presenta poi la disponibilità di dati di emissione che coprano la scala spaziale necessaria (mesoscala) e che siano sufficientemente dettagliati nello spazio e nel tempo, in grado di fornire i termini di sorgente per tutte le specie chimiche richieste (speciazione).

In entrambi i casi è evidente che, ad oggi, nelle fonti di dati meteorologici ed emissivi ordinariamente disponibili, nulla è pensato per il successivo utilizzo in un modello. Se la diagnosi meteorologica alla scala locale o alla mesoscala è ormai un'attività molto diffusa anche nel nostro Paese, per quanto riguarda invece gli inventari delle emissioni il panorama è più problematico.

Gli inventari infatti, salvo rare eccezioni, non hanno il dettaglio spazio - temporale necessario ai modelli e non considerano alcuna speciazione degli idrocarburi. Per quest'ultima solitamente ci si affida alla letteratura, mentre sarebbe corretto avere anche composizioni esemplari per siti caratteristici del nostro Paese.

Ulteriori elementi di difficoltà sono inoltre legati al reperimento delle informazioni iniziali ed alle condizioni al contorno, sottoforma di campi 3D di tutte le specie chimiche richieste.

Infine la carenza di dati dalle reti di monitoraggio, alle quali ci si riferisce nelle fasi di verifica delle applicazioni modellistiche, studi di validazione e verifica; non essendo disegnate per tali scopi, le reti non forniscono spesso i dati necessari sia in termini di specie chimiche rilevate, sia in termini di localizzazione delle stazioni.

#### *Criticità interne*

Queste criticità riguardano principalmente la formulazione utilizzata all'interno del modello per trattare i processi fisico - chimici che risultano più rilevanti ai fini della descrizione dei fenomeni studiati. Ciascun modello utilizza in genere uno specifico meccanismo chimico condensato, che tratta in modo semplificato le complesse trasformazioni fisico - chimiche che avvengono nell'atmosfera reale e che coinvolgono centinaia di specie chimiche diverse e dipendono, talvolta in modo stringente, dalle caratteristiche dell'atmosfera locale. Alcuni processi fotochimici, quali le reazioni in fase acquosa o eterogenea, potrebbero ad esempio risultare particolarmente rilevanti in alcune aree del nostro Paese, quali la Pianura Padana o le zone costiere, caratterizzate da condizioni di elevata umidità e presenza di particolato. Altri processi fortemente dipendenti dalle condizioni locali sono quelli legati a particolari emissioni biogeniche, tipiche delle vegetazione presente nelle differenti zone climatiche. A rigore quindi, nell'utilizzazione di un particolare schema chimico si dovrebbe valutare con attenzione l'opportunità di un'applicazione a condizioni molto diverse da quelle per le quali è stato messo a punto il modello applicato. I modelli finora più diffusi in Italia (CALGRID, UAM) utilizzano ad esempio meccanismi chimici messi a punto negli USA, che modellano i processi in fase gassosa ed atmosfera secca.

Un ulteriore punto che occorre considerare è che la valutazione delle eccedenze dei livelli di riferimento per la qualità dell'aria richiede, per soddisfare la normativa di riferimento, che le valutazioni vengano condotte su una scala temporale almeno annuale; gli studi passati in rassegna si limitano invece a simulazioni di alcuni giorni, in quanto le attuali caratteristiche dei modelli fotochimici applicati rendono onerosa o difficoltosa l'esecuzione di simulazioni di lunga durata.

## VALUTAZIONE DELLA VARIAZIONE DELLE CONCENTRAZIONI DI OZONO

Per quanto descritto al paragrafo precedente, risulta chiaro come l'applicazione di modelli euleriani 3D, per la stima delle concentrazioni di ozono in atmosfera a partire dalle emissioni dei precursori, risulta piuttosto difficoltosa, soprattutto a causa della carenza di dati meteorologici ed emissivi sufficientemente dettagliati.

In particolare:

- nell'area di interesse manca una rete di stazioni meteorologiche necessaria per un'adeguata ricostruzione del campo tridimensionale di vento;
- mancano dati relativi a radiosondaggi in quota;
- la rete di monitoraggio attualmente presente per l'ozono risulta limitata, e quindi non sufficiente per una validazione del modello;
- riguardo le emissioni, sono disponibili solamente i limiti autorizzati, ma non vi sono informazioni disaggregate in senso temporale.

L'ultimo punto risulta molto importante, in quanto le sorgenti emissive sono caratterizzate da emissioni fortemente discontinue, dipendenti dal particolare ciclo produttivo. L'assumere un'emissione costante e pari alla massima autorizzata non consente un utilizzo corretto del modulo chimico presente nei modelli fotochimici. L'utilizzo in tali condizioni comporterebbe sicuramente risultati non realistici.

Si conclude che per una corretta applicazione di modelli euleriani tridimensionali su una scala temporale sufficiente a valutare l'impatto della centrale Basento Energia sulle concentrazioni locali di ozono, occorrerebbe predisporre una serie di rilevazioni dei parametri atmosferici al suolo e in quota ed ampliare la rete di monitoraggio attualmente presente, in modo da procedere ad un'opportuna validazione del modello. Tale eventualità dovrebbe quindi coinvolgere necessariamente gli organi di amministrazione e controllo regionali, con un impegno economico, di gestione e di personale specializzato non indifferente.

Un modo semplice di illustrare la relazione esistente tra la concentrazione di ozono e quella di NO<sub>x</sub> e SOV (o VOC o ROG o NMHC) è dato dalle funzioni isoplete, riportate in *Figura 5a* (da Seinfeld, J.H.; Pandis, S.N. *Atmospheric Chemistry and Physics*; John Wiley & Sons, New York, 1998) che forniscono la quantità di ozono che si forma a partire da determinate concentrazioni di ossidi di azoto e di composti organici volatili.

Si fa presente che i ROG (gas organici reattivi) differiscono dai VOC o SOV (composti organici volatili) soltanto per la presenza di metano ed etano che, data la scarsa reattività fotochimica, non partecipano alla formazione di ozono. I VOC sono spesso indicati con il termine di gas organici non - metanici (NMHC).

Nel grafico di *Figura 5.a* viene riportato un esempio di isoplete (linee ad uguale concentrazione di ozono) ottenute per diverse concentrazioni di ossidi di azoto (riportate sull'asse delle ordinate) e per diverse concentrazioni di composti organici volatili (riportate sull'asse delle ascisse), eseguendo simulazioni modellistiche dei livelli massimi di ozono raggiunti per irraggiamento di una miscela di VOC e di NOx:

Concludendo, con i dati attualmente a disposizione, il migliore approccio possibile al problema risulta:

- ricostruire il campo 3D di vento e temperatura tramite il modello meteorologico CALMET, relativo ad un anno tipico, utilizzando i dati della stazione meteorologica SMAM-ENAV di Ferrandina, come già effettuato nel corso del SIA, seppur per un dominio di calcolo più limitato;
- studiare, all'interno del dominio di calcolo analizzato, la dispersione degli inquinanti precursori dell'ozono (SOV, NOx) tramite il modello CALPUFF, ed individuare le concentrazioni medie annuali e le concentrazioni di picco;
- valutare, attraverso le curve di equilibrio delle concentrazioni di ozono in funzione dei precursori (vedi *Figura 5a*) (SOV, NOx), la variazione dei livelli di ozono attesa in seguito alla messa in esercizio della centrale Basento Energia.

In particolare risulterà fondamentale capire se, tramite il grafico di equilibrio riportato in *Figura 5a*, nella zona interessata dalle emissioni di centrale, le condizioni di concentrazione dei precursori sono tali da poter affermare di ricadere in zona "VOC limitante". In tal caso si può dimostrare, con ampio supporto della letteratura, che l'incremento delle concentrazioni di NOx (dovuti all'esercizio della centrale) favorisce una riduzione delle concentrazioni di ozono, in quanto, in tali condizioni, l'NOx tende a "consumare" l'ozono.

Nel caso contrario, se si ricadesse nella zona "NOx limitante", l'esercizio della centrale Basento Energia comporterebbe un innalzamento dei livelli di ozono locali.

Tale analisi consente quindi di effettuare una valutazione della variazione delle concentrazioni di ozono dovuta all'esercizio della centrale. Non è al momento possibile una previsione vera e propria delle concentrazioni assolute di ozono, come già ampiamente trattato in precedenza.

Infatti i dati meteorologici ed emissivi a disposizione non rendono possibile lo studio dei rapporti tra le concentrazioni di VOC e NOx in funzione della stagione o dell'ora del giorno, fattori che, influenzando l'irraggiamento, rivestono un ruolo importante nel ciclo di formazione dell'ozono.

In particolare mancano dati meteorologici ed emissivi in successione temporale (cioè velocità e direzione del vento, irraggiamento, flussi di massa di inquinante ora per ora), essendo disponibili solo dati meteo in forma statistica (joint frequency function) e flussi di massa medi o massimi delle emissioni.

Si può tuttavia valutare la “propensione” alla formazione di ozono attraverso la valutazione dei rapporti tra le concentrazioni medie annue di VOC e NOx.

A seconda del valore del rapporto VOC /NOx, identificheremo localmente “una zona “VOC limitante” o “NOx limitante” basandoci sui valori medi delle concentrazioni annue.

Nell’interpretazione dei risultati si dovrà quindi tener conto che l’identificazione di una zona “VOC limitante” non significa che questa lo sia per 8760 ore all’anno, ma piuttosto che le condizioni meteorologico-emissive locali favoriscono tale condizione.

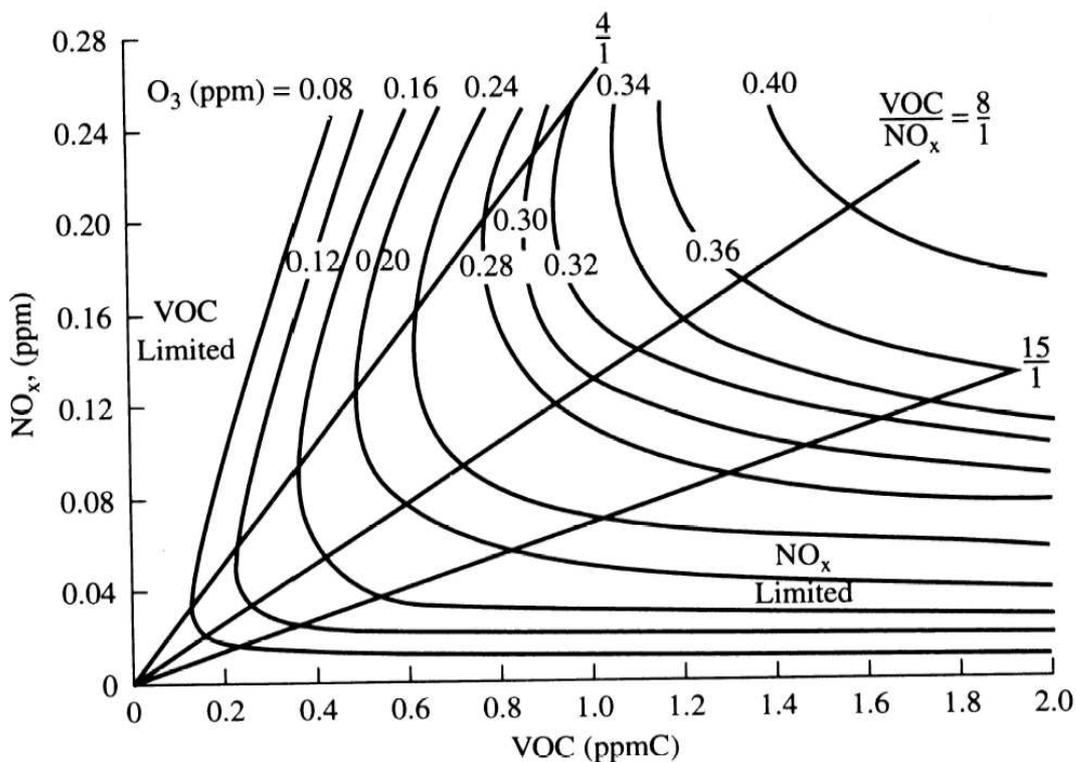
In realtà, dalla conoscenza ora per ora delle condizioni meteorologico-emissive di un intero anno, si potrebbe risalire ad una curva di distribuzione dei rapporti VOC/NOx, e dunque valutare il numero di ore/anno delle condizioni “VOC limitante”, “intermedia” o “NOx limitante”.

I dati in nostro possesso consentono invece di valutare soltanto dove la mediana della distribuzione va a collocarsi.

Sebbene non sia possibile valutare ora per ora le condizioni di formazione dell’ozono, il calcolo dei rapporti medi consente comunque di caratterizzare il tipo di area: se, ad esempio, ci si trova in zona “fortemente VOC limitante”, con rapporti VOC/NOx inferiori a 2, si può affermare che pur essendo potenzialmente presente la possibilità di particolari condizioni meteorologico-emissive in grado di dar luogo a condizioni “intermedie” o “NOx limitante”, queste saranno sicuramente rare ed occasionali.

A completamento dell’analisi si è quindi calcolato il 99.8° percentile delle concentrazioni medie orarie di NOx per identificare se eventuali aumenti delle concentrazioni di NOx possano contribuire ad una diminuzione dei livelli di ozono senza superare i limiti imposti dalla normativa sulla qualità dell’aria.

Figura 5a Concentrazione di ozono in funzione delle concentrazioni di VOC e NOx



### 5.1 IMPOSTAZIONE DEL SISTEMA DI MODELLI CALPUFF

È stato preliminarmente ricostruito il campo di vento, con cadenza oraria, relativo ad un anno tipico, mediante i dati meteorologici rilevati dalla stazione meteorologica SMAM-ENAV di Ferrandina (MT), relativi al periodo 1953-1972.

Il dominio di calcolo si estende per 37.5x37.5 chilometri, con il sito di Centrale Basento Energia localizzato grossomodo al centro. La localizzazione del dominio è riportata in *Figura 3.a*. Relativamente alla risoluzione del calcolo, il dominio è stato suddiviso in 75x75 celle di 500 metri di lato. L'orografia e l'uso del suolo sono stati descritti con la stessa risoluzione.

Una volta ricostruito il campo tridimensionale di vento e di temperatura, calcolati i valori delle variabili micrometeorologiche (la struttura termica e meccanica degli strati inferiori dell'atmosfera), sono state inserite le sorgenti emissive ed è stata studiata la dispersione tramite il modello Calpuff. Gli scenari emissivi simulati sono quelli riportati nelle *Tabelle 3.1b* e *3.2a* che prendono in considerazione le sole sorgenti più significative, localizzate in *Figura 3.a*.

La simulazione della dispersione è stata portata avanti per l'intero anno tipico ricostruito con Calmet. È stato assunto che tutte le sorgenti emissive emettano in continuo, con i massimi flussi di massa autorizzati come descritto al *Paragrafo 3.2*.

Gli inquinanti presi in considerazione sono i precursori dell'ozono: SOV e NOx.

Le simulazioni sono state svolte con l'ultima versione del "*Sistema di modelli Calpuff*" (versione 5.5, 2004) aggiornata rispetto a quella utilizzata nel SIA e nella relativa Integrazione.

L'utilizzo di una nuova versione del modello meteorologico e diffusionale, unitamente ad una variazione del dominio di calcolo e del numero delle celle, porta a risultati non completamente coincidenti con quelli analoghi mostrati nel SIA e relative Integrazioni. Gli scostamenti risultano comunque minimi, rientrando infatti all'interno dell'incertezza propria di queste tipologie di modelli. I risultati ottenuti peraltro confermano le conclusioni a cui si era giunti nel SIA e relative Integrazioni.

Al fine di valutare l'effetto dell'esercizio della Centrale Basento Energia sulle concentrazioni di Ozono in atmosfera, a livello del suolo, sono stati simulati i due scenari descritti nel *paragrafo 3* e che per comodità riassumiamo:

- **Scenario attuale:** sono state prese in considerazione le sorgenti significative di NO<sub>x</sub> e SOV presenti attualmente:
  - Lafarge (Salandra scalo)
  - Venere (Jesce)
  - Italcementi (Matera)
  - Lamitel (Pisticci)
  - Soften (Pisticci)
  - Calbe Sud (Pisticci)
  - Centrale elettrica Pisticci (attualmente 24+2X23.5 MW)
  - Drop 3 (Macchia di Ferrandina)
- **Scenario futuro:** allo scenario attuale sono state aggiunte le Centrali Elettriche sotto procedura VIA:
  - Centrale Basento Energia (Salandra Scalo)
  - Centrale Italcementi (Matera)
  - Centrale Pisticci (Pisticci), che va a sostituire parte della centrale elettrica attualmente esistente

Per ogni scenario sono state calcolate:

- Concentrazioni medie annue di NO<sub>x</sub> e VOC;
- Rapporto tra le concentrazioni medie annue di VOC e NO<sub>x</sub>;
- 99.8° percentile (su base annuale) delle concentrazioni medie orarie di NO<sub>x</sub>

Il rapporto tra le concentrazioni di VOC e NO<sub>x</sub> è fondamentale per verificare, in funzione del particolare recettore, se si è in zona "VOC limitante" o meno.

Nell'interpretazione dei risultati va comunque premesso e ricordato che:

- il dominio di calcolo risulta molto vasto e caratterizzato da orografia estremamente complessa;
- per il preprocessore meteorologico (Calmet) sono stati utilizzati i dati relativi alla stazione di Ferrandina, posizionata sul crinale della Val Basento;
- non sono stati utilizzati dati meteorologici rilevati in quota, in quanto non disponibili.

Per i motivi citati, la ricostruzione del campo di vento può essere ritenuta sufficientemente accurata solamente per la Val Basento ed i relativi crinali. Tale area comprende comunque la gran parte delle sorgenti emmissive considerate.

Riguardo l'area di Matera, distante circa 25 km dal sito e dalla stazione meteorologica, e separata da questi da ben 2 valli, il campo di vento non può ritenersi accurato, per cui le simulazioni della dispersione possono produrre, per quell'area, risultati non completamente realistici.

Di seguito vengono riportati i risultati delle simulazioni effettuate.

## **6.1** *CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE*

Nell'ambito della presente analisi, le concentrazioni medie annue risultano di fondamentale importanza in quanto, dal rapporto VOC/NO<sub>x</sub> è possibile comprendere se, generalmente, ci si trova in zona "VOC limitante" o "NO<sub>x</sub> limitante", con riferimento al grafico di *Figura 5a*.

### **6.1.1** *Ossidi di azoto*

Le *Figure 6.1.a,b* riportano le concentrazioni medie annue di NO<sub>x</sub>, rispettivamente negli scenari attuale e futuro. Come si nota dall'analisi delle figure, le concentrazioni di NO<sub>x</sub> nello scenario attuale risultano quasi ovunque inferiori a 0.5 µg/m<sup>3</sup>, ad eccezione delle aree industriali, dove rimangono comunque sotto i 5 µg/m<sup>3</sup>. Nello scenario futuro si ha una netta espansione delle aree con concentrazioni superiori a 0.5 µg/m<sup>3</sup>; tuttavia i massimi (medie annue) rimangono comunque molto bassi, inferiori a 6 µg/m<sup>3</sup>.

Confrontando i valori con il limite imposto dalla normativa in 40 µg/m<sup>3</sup>, si può affermare che le concentrazioni medie annue di NO<sub>x</sub> risultano piuttosto basse e che l'incremento dovuto all'esercizio delle centrali di Pisticci, Matera e Salandra risulta trascurabile.

### **6.1.2** *Idrocarburi non metanici*

La *Figura 6.1.c* riporta le concentrazioni medie annue di VOC, valide sia per lo scenario attuale che futuro in quanto le nuove fonti emmissive ipotizzate non aggiungono VOC in modo significativo.

Come si nota dall'analisi della figura, le concentrazioni risultano quasi ovunque inferiori a 1 µg/m<sup>3</sup>, ad eccezione delle aree industriali, dove rimangono comunque sotto i 12 µg/m<sup>3</sup>.

Non vi sono limiti imposti dalla normativa per le concentrazioni medie annue; esiste solo il limite alle concentrazioni massime (200 µg/m<sup>3</sup> come media su tre ore) valido solo in caso di elevati valori di ozono e a discrezione delle autorità regionali. Le concentrazioni stimate, secondo le ipotesi conservative sopra descritte, risultano comunque piuttosto basse.

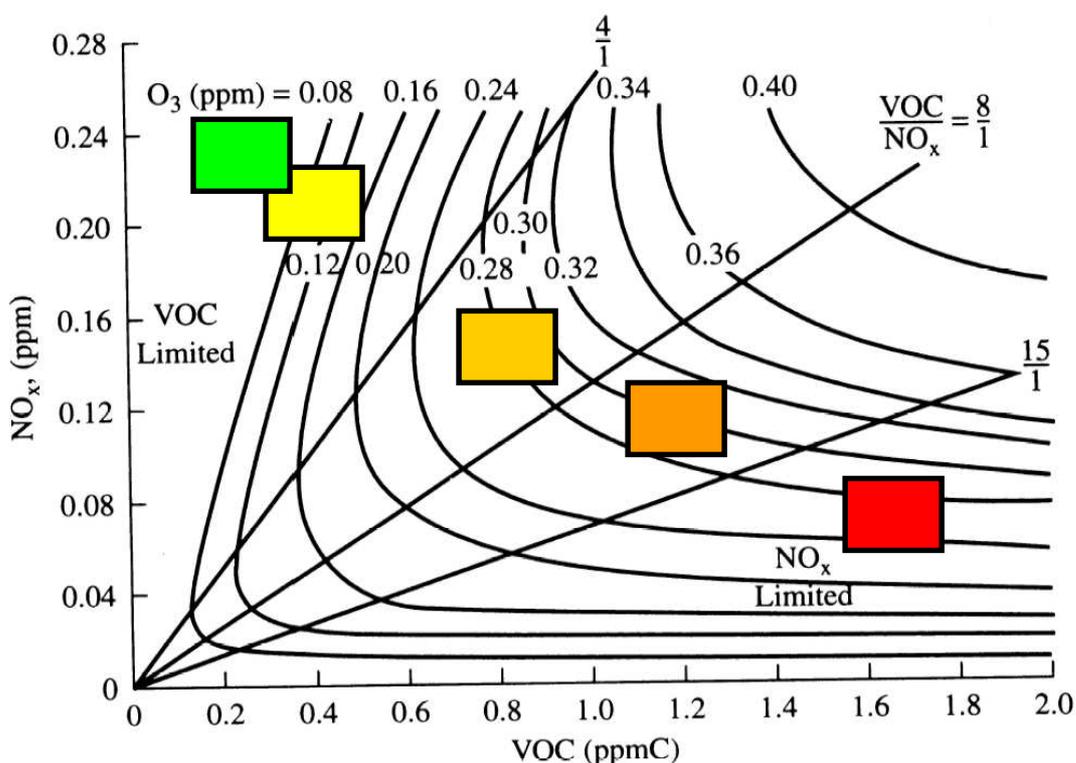
### 6.1.3

#### Rapporti di concentrazione VOC/NO<sub>x</sub>

Le Figure 6.1.d,e mostrano i valori locali dei rapporti tra le concentrazioni di VOC e NO<sub>x</sub>, rispettivamente negli scenari attuale e futuro. Valori bassi dei rapporti VOC/NO<sub>x</sub> indicano un'area "VOC limitante", cioè un aumento delle concentrazioni di NO<sub>x</sub> favorisce una diminuzione delle concentrazioni di Ozono. Al contrario, valori alti dei rapporti VOC/NO<sub>x</sub> indicano un'area "NO<sub>x</sub> limitante", cioè un aumento delle concentrazioni di NO<sub>x</sub> favorisce un aumento delle concentrazioni di Ozono.

Nelle Figure 6.1.d,e per meglio apprezzare i valori locali dei rapporti VOC/NO<sub>x</sub> è stata utilizzata una scala dal verde (area "VOC limitante") al rosso (area "NO<sub>x</sub> limitante"). La corrispondenza tra la scala di colori utilizzata e la relativa area all'interno delle curve di equilibrio VOC-NO<sub>x</sub>-O<sub>3</sub>, è rappresentata in Figura 6.1.f.

Figura 6.1.f Corrispondenza tra la scala dei colori ed i rapporti tra le concentrazioni di VOC e NO<sub>x</sub>



Come si apprezza dall'analisi della Figura 6.1.d allo stato attuale praticamente tutta l'area di indagine si trova in zona "VOC limitante", tranne una piccolissima zona nell'area di Pisticci Scalo. Ciò significa che, partendo dallo stato attuale, un incremento delle concentrazioni di NO<sub>x</sub> favorisce generalmente una diminuzione delle concentrazioni di ozono. Solamente all'interno dell'area di Pisticci scalo si possono avere situazioni "intermedie"

in cui un aumento degli NOx lascerebbe praticamente invariata la concentrazione di ozono.

A seguito dell'esercizio delle centrali elettriche di Pisticci, Matera e Salandra l'intera zona di interesse si verrebbe a trovare ancora in ambito "VOC limitante", come si evince dalla *Figura 6.1.e*.

Si conclude che l'esercizio delle centrali comporta un certo aumento delle concentrazioni di NOx, ma tuttavia costituisce un beneficio per le concentrazioni di ozono.

## 6.2

### 99,8 PERCENTILE DELLE CONCENTRAZIONI DI NOX

Le considerazioni precedenti dimostrerebbero che l'esercizio delle centrali elettriche di Salandra, Pisticci e Matera comporta sì un lieve aumento delle concentrazioni medie annue in aria di NOx, ma allo stesso tempo, si avrebbe una possibile diminuzione delle concentrazioni di Ozono.

Si è quindi provveduto anche al calcolo dei picchi di concentrazione di NOx e VOC negli scenari attuale e futuro, al fine di verificare la compatibilità delle centrali sul territorio, anche in relazione ai limiti di concentrazione imposti dalla normativa vigente in tema di qualità dell'aria.

Le *Figure 6.2.a,b* mostrano il 99.8° percentile delle concentrazioni medie orarie di NOx, rispettivamente negli scenari attuale e futuro.

Come si nota dall'analisi delle figure, il 99.8° percentile delle concentrazioni di NOx nello scenario attuale risulta quasi ovunque inferiore a 25 µg/m<sup>3</sup>, ad eccezione delle aree industriali, dove rimane comunque sotto i 100 µg/m<sup>3</sup>, tranne che per l'area industriale di Matera nei pressi della Italcementi.

Qui le simulazioni eseguite indicano valori del 99.8° percentile maggiori di 200 µg/m<sup>3</sup> in entrambi gli scenari, attuale e futuro; tuttavia, come già specificato in precedenza, i dati alla base dello studio non consentono di caratterizzare in modo adeguato il regime dei venti nei pressi di Matera e i risultati devono perciò essere considerati con estrema cautela. La metodologia utilizzata consente infatti migliori previsioni per l'area della Val Basento in quanto i dati meteorologici della Stazione di Ferrandina possono essere utilizzati per la simulazione del campo eolico nella Valle; piuttosto che nell'area di Matera lontana e soprattutto separata da Ferrandina da alcuni crinali.

Nello scenario futuro si nota comunque una espansione delle aree con valore del 99.8° percentile superiore a 25 µg/m<sup>3</sup>; tuttavia i massimi rimangono simili ai livelli attuali, in quanto i punti di massima ricaduta relativi alle attività esistenti ed alle centrali oggetto di VIA non si sovrappongono.

Complessivamente si nota che il 99.8° percentile delle concentrazioni medie annue di NOx risulta piuttosto basso e che l'incremento dovuto all'esercizio delle centrali di Pisticci, Matera e Salandra non altera in modo sostanziale la situazione rispetto alla condizione attuale.

## 7.1 DISPONIBILITÀ DEI DATI

In regione Basilicata al Febbraio 2003 esistevano tre stazioni (tipo industriale) censite da APAT mentre risultano attive, secondo l'ARPAB, le seguenti centraline:

- Caporella (PZ);
- Lavello (PZ);
- Melfi (PZ);
- Rossellino (PZ);
- S. Nicola (PZ);
- Unicef (PZ);
- Via Firenze (PZ).

I parametri misurati da queste stazioni di rilevamento sono mostrate nella *Tabella 7a*. Come si può notare solamente Lavello, Melfi, Rossellino e S. Nicola misurano l'ozono.

*Tabella 7.a Parametri misurati dalle centraline della Regione Basilicata*

Parametro	Caporella	lavello	melfi	rossellino	sannicola	unicef	viafirenze
SO <sub>2</sub>	x	x	x	x	x		
NO <sub>2</sub>	x	x	x	x	x		
CO		x	x	x	x	x	x
O <sub>3</sub>		x	x	x	x		
PM <sub>10</sub>	x	x	x	x	x	x	x

Al momento della predisposizione di queste note non è stato possibile acquisire direttamente da ARPAB i dati delle concentrazione di ozono delle diverse centraline per gli anni antecedenti il 2003, mentre i dati del 2003, che ci sono stati gentilmente forniti, non risultavano ancora validati.

D'altra parte si è potuto verificare, dall'esame dell' *Annuario Dati Ambientali APAT 2002*, che per le stazioni di monitoraggio della Basilicata censite non erano disponibili dati di concentrazione di ozono, se si eccettua il 1999 e il 2000 quando nelle stazioni di Lavello, Melfi e Potenza sono stati registrati i superamenti della soglia di 110 in µg/m<sup>3</sup>, indicati nella seguente *tabella 7b*. Per i superamenti della soglia di 180 µg/m<sup>3</sup> erano disponibili solo i dati del 1999 quando si registrarono 3 giorni di superamento nella stazione di Lavello.

Apparentemente prima del 1999 e dopo il 2000, probabilmente per difetti di funzionamento, non sono stati più indicati dati attendibili.

**Tabella 7.b** Numero di giorni di superamento della soglia di 110  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  della media trascinata su 8 ore

Stazione di rilevamento	1999	2000	2001
Lavello	9	44	n.d.
Melfi	35	5	n.d.
Potenza	2	n.d.	n.d.

## 7.2 DATI DI CONCENTRAZIONE DI OZONO NEL 2003.

La sintesi dei dati di qualità dell'aria registrati dalle stazioni di monitoraggio della regione Basilicata sopra menzionate è riportata in *Tabella 7.c*

**Tabella 7.c** Screeneng dati Regione Basilicata (concentrazioni espresse in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , solo per il CO in  $\text{mg}/\text{m}^3$ )

Param.	Lavello			Melfi			Rossellino			San Nicola		
	Non nulli	medie	max	Non nulli	medie	max	Non nulli	medie	max	Non nulli	medie	max
SO <sub>2</sub>	4648	1.78	94.95	2220	1.62	311.77	4214	1.50	35.33	4934	6.46	52.30
NO <sub>2</sub>	4210	0.11	13.30	1791	0.00	0.00	3362	2.12	95.94	4223	16.17	81.23
CO	2172	1.48	4.33	2223	0.01	0.17	445	0.02	0.03	2196	71.31	2.85
O <sub>3</sub>	2086	38.38	202.09	15	97.98	108.84	2784	25.62	201.00	2302	0.37	162.30
PM <sub>10</sub>	1111	26.85	132.00				1113	20.50	98.70			

Dall'esame dei dati e della *Tabella 7c* si traggono le seguenti considerazioni:

- La centralina di Lavello ha, per l'ozono, 2086 dati su 8760, ma tali rilevazioni sono concentrate nel periodo autunnale-invernale. Solamente per pochi giorni risultano disponibili valori nel periodo primaverile. Inoltre le concentrazioni di NO<sub>2</sub>, poco attendibili in quanto inspiegabilmente basse, pongono dei dubbi sul buon funzionamento della centralina.
- La centralina di Melfi ha, per l'ozono, 15 dati su 8760, per cui un'eventuale analisi risulterebbe molto poco significativa.
- La centralina di Rossellino ha, per l'ozono, 2784 dati su 8760, ma anche qui le rilevazioni sono concentrate nel periodo autunnale-invernale. Solamente per pochi giorni risultano disponibili valori nel periodo primaverile-estivo. Inoltre il fatto che l'ozono appaia molto più alto nel periodo invernale, unitamente al fatto che le concentrazioni di NO<sub>2</sub> risultano poco attendibili in quanto inspiegabilmente basse, pongono dei dubbi sul corretto funzionamento della centralina.
- La centralina di S. Nicola ha, per l'ozono, 2302 dati su 8760 e le rilevazioni sono concentrate nel periodo tardo primaverile - estivo,

cioè il più favorevole alle alte concentrazioni di ozono. Qui le concentrazioni di ozono, anche in relazione a quelle degli altri inquinanti (in particolare NO<sub>2</sub>) appaiono le più affidabili.

Per le ragioni esposte, solamente la centralina di S. Nicola è stata utilizzata per un'analisi delle concentrazioni di ozono nel 2003 in Basilicata. La *Tabella 7.d* riporta il dettaglio dei dati disponibili per tale centralina.

**Tabella 7.d** *Dati disponibili per la centralina di S. Nicola (PZ)*

	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio
dati totali	720	744	720	744
dati non nulli	497	713	371	85
% dati validi	69.0	95.8	51.5	11.4

Le misure di ozono più continue risultano dal 9 Aprile fino al 24 giugno.

In questo periodo si sono verificati 27 giorni in cui è stata superata la soglia di 110 µg/m<sup>3</sup> ed un altro superamento si è verificato nel mese di Luglio.

La sintesi dei dati rilevati dalla Centralina è riportata nella seguente *Tabella 7.e*:

**Tabella 7.e** *Sintesi dati Ozono Centrale S. Nicola*

Concentrazione media	71,3
Concentrazione massima	162,3 (il 15/6)
Numero giorni di superamento soglia 110	28
Numero giorni di superamento soglia 180	0

A titolo indicativo è stato svolto un confronto, nel periodo dal 19-5-2003 al 2-6-2003 tra le concentrazioni misurate a S. Nicola e quelle rilevate durante la campagna di monitoraggio della qualità dell'aria, svolta a Grottole e Montagnola (Salandra). La sintesi dei risultati è mostrata nella *Tabella 7.f* che mostra valori simili per le concentrazioni medie e massime. Per tutte le

**Tabella 7.f** *Confronto concentrazioni medie e massime registrate a S. Nicola, Grottole e Salandra nel periodo 19/5 -2/6-2003*

Inquinante		Numero osservazioni	Concentrazione media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentrazione Max ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Numero superamenti soglia ozono
<b>NO2</b>	<b>San Nicola</b>	<b>360</b>	<b>15.0</b>	<b>69.3</b>	-
	Salandra	170	16.1	89.2	-
	Grottole	165	7.2	17.1	-
<b>O3</b>	<b>San Nicola</b>	<b>345</b>	<b>82.3</b>	<b>134.2</b>	<b>5</b>
	Salandra	170	106.8	129	5
	Grottole	165	103	141.4	4

### 7.3

#### COMMENTI

Nel precedente documento di chiarimento si era cercato di dimostrare come l'anno 2003 fosse stato un anno particolarmente favorevole alla formazione di ozono, a causa delle particolari condizioni climatiche che si erano verificate in quell'anno. Questo a fronte di dati disponibili soprattutto per l'Italia Settentrionale.

I dati della Regione Basilicata, precedentemente riportati, non consentono di dare una risposta definitiva sull'eccezionalità dell'anno, tuttavia confermano la tesi esposta: a fronte di due superamenti della soglia di  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verificatasi nella Stazione di Potenza nel 1999 (*Fonte Annuario APAT 2002*), nel solo periodo primaverile (fino al 24/6/2003) nella stazione di S. Nicola a Potenza si sono verificati ben 27 superamenti (senza considerare il periodo estivo).

Al fine di confermare tali considerazioni anche ad altri settori dell'Italia meridionale, sono stati acquisiti ed elaborati alcuni dati di monitoraggio della Regione Sicilia.

In particolare, per la Sicilia sono stati reperiti dati sulle seguenti centraline:

- Belvedere
- Villasmundo
- Melilli

ubiccate nell'area industriale di Priolo Gargallo nei pressi di Siracusa.

I dati sono stati messi a disposizione dal Consorzio Industriale d'area che gestisce le Centraline di Monitoraggio.

In *Figura 7.a* è riportato il numero di superamenti della concentrazione media di 8 ore (media mobile) e della concentrazione media oraria (rispettivamente il superamento del livello di attenzione e del livello di allarme) per le centraline della Sicilia.

I risultati riportati in tabella mostrano una situazione ben definita. Gli episodi di inquinamento acuto (superamento dei livelli di attenzione e di allarme)

sono numerosi, ma nel complesso nella media, se non inferiori, a valori registrati in altre zone in Italia (fonte: *Annuario Dati Ambientali APAT 2002*, di cui uno stralcio è riportato in *Appendice 3*). Al contrario il numero di superamenti del limite sulla media mobile trascinata di 8 ore (DM 16/05/1996) mostra per quest'area una situazione di inquinamento diffuso.

Quest'ultima osservazione è però parzialmente mitigata considerando che l'andamento delle concentrazioni di ozono risulta fortemente influenzato dai fattori meteorologici e della variabilità degli stessi, anno per anno (APAT 2002). E' necessario sottolineare che le regioni meridionali, ed in particolar modo questa zona della Sicilia (una tra le più calde d'Italia come la Basilicata) risulta, dati i livelli di irraggiamento solare, estremamente vulnerabile ad un inquinamento di questo tipo; inoltre, è noto come il 2003 sia stato un anno "eccezionale", molto caldo e con un prolungato periodo di siccità.

Anche in questo caso appaiono comprensibili i superamenti della media su 8 ore, influenzati dalle prolungate condizioni di forte irraggiamento; d'altro canto il ridotto numero superamenti dei livelli di attenzione e di allarme sta ad indicare una sostanziale carenza dei cosiddetti inquinanti precursori dell'ozono, che altrimenti avrebbero determinato un totale molto maggiore di episodi di inquinamento acuto.

Dall'analisi dell'*Annuario dei dati Ambientali APAT 2002 e 2003*, di cui uno stralcio relativo all'ozono è riportato in *Appendice 3*, si nota infatti come nel 2000 per la stazione di Melilli i superamenti della soglia di attenzione ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) siano stati 19, mentre nel 2003 sono stati ben 261, con addirittura 17 superamenti della soglia di allarme ( $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Allo stesso modo, i superamenti della soglia di  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per la protezione della salute, come media mobile su 8 ore, passano da 100 del 2000 a 612 del 2003.

Da quanto detto si nota dunque come anche nell'Italia meridionale, nello specifico in Sicilia, l'anno 2003 sia stato particolarmente critico in relazione alle concentrazioni di ozono.

Per dare un'idea complessiva della situazione italiana in relazione alle concentrazioni di ozono, per l'anno 2002, in *Figura 7.a* è riportata la distribuzione del numero di giorni di superamento della soglia di attenzione per la protezione della salute ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Le stazioni al di sotto della riga rossa non hanno registrato superamenti. Analogamente la *Figura 7.b* mostra la distribuzione del numero di giorni di superamento del limite per la protezione della salute ( $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media mobile su 8 ore). I grafici sono tratti dall'*Annuario dei dati Ambientali APAT 2003* e mostrano che nel 2002 il 56% delle Centraline di monitoraggio ha registrato superamenti della soglia di 180 e addirittura l'86% superamenti della soglia di  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; non risultano disponibili elaborazioni successive.

Tabella 7.g *Concentrazioni Medie Annuali di Ozono ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nell'area industriale di Priolo Gargallo Anno 2003*

Valori Limite di Legge			
	Livello di Attenzione <sup>1</sup>	Livello di Allarme <sup>1</sup>	C. Media di 8 ore <sup>2</sup>
Limite	180	360	110
Stazione	Sup. Liv di Attenzione	Sup. Liv di Allarme	Sup. Conc. Media Mobile 8 ore
3. Belvedere	0	0	136 / (1.197)
7.Villasmundo	15	1	228 / (1.598)
8.Melilli	261	17	72 / (612)

*Note:*

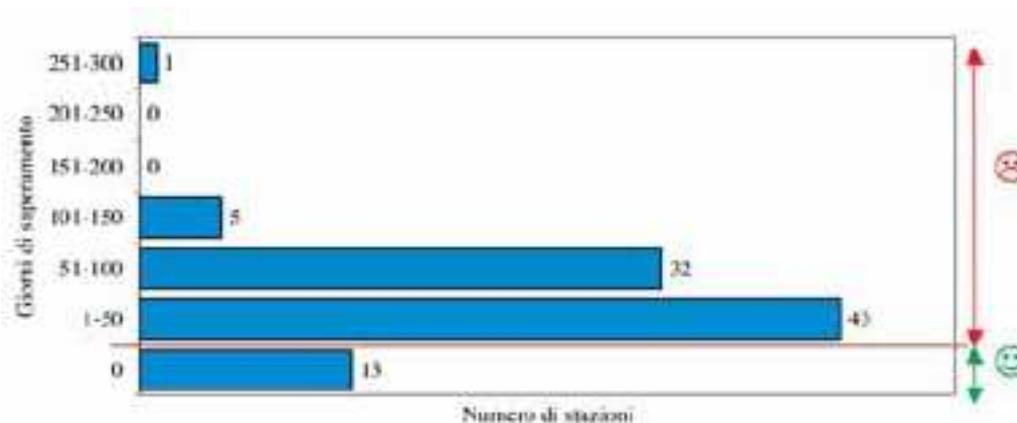
1: il limite è riferito alla concentrazione media oraria.

2: limite riferito, rispettivamente, alla media mobile trascinata calcolata nei periodi 0-8, 8-16, 12 - 20, 18 -24 e ora per ora sulla base degli 8 valori precedenti (tra parentesi)

Figura 7.a *Distribuzione dei giorni di superamento della soglia di attenzione dell'ozono (anno 2002)*



Figura 7.b *Distribuzione dei giorni di superamento del livello di concentrazione di ozono per la protezione della salute (anno 2002)*



# INDICE

<b>1</b>	<b>AMBITO DEL LAVORO .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>ANALISI DELLE FONTI DI EMISSIONE .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>DEFINIZIONE DEGLI SCENARI EMISSIVI.....</b>	<b>3</b>
<b>3.1</b>	<b>Scenario Emissivo Attuale.....</b>	<b>3</b>
3.1.1	Significatività delle sorgenti emissive .....	3
3.1.2	Accorpamento di alcune fonti emissive .....	4
3.1.3	Valori emissivi di riferimento.....	4
3.1.4	Definizione dello scenario emissivo attuale.....	5
<b>3.2</b>	<b>Scenario emissivo futuro .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>DISCUSSIONE SUI MODELLI DI PREVISIONE DELLE CONCENTRAZIONI DI OZONO .....</b>	<b>11</b>
<b>4.1</b>	<b>Aspetti fenomenologici.....</b>	<b>11</b>
<b>4.2</b>	<b>Il contributo della modellazione .....</b>	<b>12</b>
4.2.1	I modelli tridimensionali euleriani.....	12
<b>4.3</b>	<b>Aspetti critici della modellazione.....</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>VALUTAZIONE DELLA VARIAZIONE DELLE CONCENTRAZIONI DI OZONO.....</b>	<b>18</b>
<b>5.1</b>	<b>Impostazione del Sistema di Modelli CALPUFF.....</b>	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>RISULTATI DELLA MODELLAZIONE .....</b>	<b>23</b>
<b>6.1</b>	<b>Concentrazioni medie annue.....</b>	<b>24</b>
6.1.1	Ossidi di azoto .....	24
6.1.2	Idrocarburi non metanici .....	24
6.1.3	Rapporti di concentrazione VOC/NOx.....	25
<b>6.2</b>	<b>99,8 percentile delle concentrazioni di NOx .....</b>	<b>26</b>
<b>7</b>	<b>ANALISI DEI LIVELLI DI OZONO IN BASILICATA.....</b>	<b>27</b>
<b>7.1</b>	<b>Disponibilità dei dati.....</b>	<b>27</b>
<b>7.2</b>	<b>Dati di concentrazione di ozono nel 2003.....</b>	<b>28</b>
<b>7.3</b>	<b>Commenti.....</b>	<b>30</b>