

### 3 - Programmi esistenti per la produzione di energia elettrica in Campania

In base alle informazioni raccolte, entro il 2003 la produzione di energia elettrica nella nostra regione dovrebbe incrementarsi notevolmente.

Sotto la spinta del processo di liberalizzazione avviato a livello nazionale è ragionevole attendersi che lo sviluppo dell'industria elettrica campana segua dinamiche differenti da quelle del passato.

L'interesse e il fermento esistente nel settore risulta chiaro se si esamina l'elenco delle richieste di connessione alla rete di trasmissione nazionale in Campania.

**Tabella VI.1: Richieste di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale in Campania**

Richieste di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale in Campania						
	Impianti termoelettrici		Impianti rinnovabili		Totale impianti	
	Numero	Potenza [MW]	Numero	Potenza [MW]	Numero	Potenza [MW]
Avellino	2	420	6	290	8	710
Benevento	1	750	9	378	10	1.128
Caserta	5	3.200	2	101	7	3.301
Napoli	4	1.760	1	50	5	1.810
Salerno	1	800	16	470	17	1.270
<b>TOTALE</b>	<b>13</b>	<b>6.930</b>	<b>34</b>	<b>1.289</b>	<b>47</b>	<b>8.219</b>

I dati sopra riportati mostrano come nella nostra regione si possa contare su una potenza installata aggiuntiva potenziale di circa 8,2 GW. È, inutile, sottolineare che tale dato non può essere assunto come base per una previsione di scenario della produzione di energia elettrica in Campania, ma certamente esso rappresenta un indicatore importante dell'interesse di società produttrici di elettricità verso il mercato elettrico campano.

Inoltre, l'esame dei dati in tabella VI.1 è indicativo della direzione che il mercato sta cercando di seguire in termini di ripartizione degli investimenti tra impianti termoelettrici e rinnovabili. In Campania i produttori privilegiano per l'84,31% investimenti in nuovi impianti termoelettrici, prevalentemente con gruppi turbogas, e solo per il 15,68% orientano i loro investimenti verso impianti elettrici di generazione che sfruttano fonti rinnovabili, per la gran parte la fonte eolica.

#### 4 - Bilanci Consuntivo e Preventivo di energia elettrica

In base ai dati censiti sulla produzione e sul consumo di energia elettrica, in questa sezione, vengono sviluppati i bilanci di energia elettrica consuntivi relativi al periodo 1997 – 2000 e un bilancio di energia elettrica preventivo fino al 2010 per la Regione Campania.

Anche in questo caso vale la considerazione che dall'entrata in vigore del Decreto Legislativo 16 marzo 1999 n.76 per quanto riguarda la produzione di energia elettrica non si distingue più tra ENEL, Autoproduttori e Altri, bensì si sviluppa la discussione in termini di Operatori del mercato elettrico e Autoproduttori.

##### 4.1 - Bilanci annuali dell'energia elettrica dal 1997 al 2000

Aggregando i dati censiti è stato possibile stilare i bilanci, riportati in forma sintetica nelle tabelle da VII.1.1 a VII.1.4, per l'energia elettrica in Campania con riferimento agli anni 1997, 1998, 1999 e 2000.

Analizzando i dati riportati nelle tabelle si evidenzia, nel periodo di riferimento, che la produzione interna disponibile sulla rete, cioè destinata al consumo, è stata in percentuale dell'energia richiesta sulla rete pari al 12,8% per il 1997, al 13,41% per il 1998, al 17,11% per il 1999 e al 18,38% per il 2000.

Ciò indica che la regione Campania ha avuto un saldo negativo con le altre regioni (deficit di energia elettrica) che è passato dall'87,20% del 1997 all'81,61%.

**Tabella VII.1.1: Bilancio dell'energia elettrica in Campania – Anno 1997**

<b>Bilancio dell'Energia Elettrica in Campania</b>			
<b>Anno 1997</b>			
	<b>ENEL</b>	<b>Altri*</b>	<b>Regione</b>
Produzione disponibile sulla rete	1.669	307	1.976
Saldo import/export con l'estero	-	-	-
<b>Saldo con le altre regioni</b>	<b>-13.413</b>	<b>-44</b>	<b>-13.457</b>
Energia richiesta sulla rete	15.082	351	15.433
Scambi Enel/Rivenditori	22	21	-
Perdite	1.381	12	1.394
<b>Consumi</b>	-	-	-
Consumi da autoproduzione	-	282	282
Energia erogata all'utenza diretta	13.679	78	13.757
<b>TOTALE CONSUMI</b>	<b>13.679</b>	<b>360</b>	<b>14.039</b>

**Nota:** (\*) Per Altri si intende l'insieme di soggetti quali Aziende Municipalizzate e Altre Imprese

**Tabella VII.1.2: Bilancio dell'energia elettrica in Campania – Anno 1998**

<b>Bilancio dell'Energia Elettrica in Campania</b>			
<b>Anno 1998</b>			
	<b>ENEL</b>	<b>Altri *</b>	<b>Regione</b>
Produzione disponibile sulla rete	1.795	323	2.118
Saldo import/export con l'estero	-	-	-
Saldo con le altre regioni	<b>-13.631</b>	<b>-42</b>	<b>-13.673</b>
Energia richiesta sulla rete	15.426	365	15.791
Scambi Enel/Rivenditori	24	24	-
Perdite	1.542	14	1.556
<b>Consumi</b>	-	-	-
Consumi da autoproduzione	-	296	296
Energia erogata all'utenza diretta	13.860	79	13.939
<b>TOTALE CONSUMI</b>	<b>13.860</b>	<b>375</b>	<b>14.235</b>

**Nota:** (\*) Per Altri si intende l'insieme di soggetti quali Aziende Municipalizzate e Altre Imprese

**Tabella VII.1.3: Bilancio dell'energia elettrica in Campania – Anno 1999**

<b>Bilancio dell'Energia Elettrica in Campania</b>			
<b>Anno 1999</b>			
	<b>ENEL</b>	<b>Altri *</b>	<b>Regione</b>
Produzione disponibile sulla rete	2.457	288	2.745
Saldo import/export con l'estero	-	-	-
Saldo con le altre regioni	<b>-13.231</b>	<b>-60</b>	<b>-13.291</b>
Energia richiesta sulla rete	15.688	348	16.036
Scambi Enel/Rivenditori	26	25	-
Perdite	1.451	18	1.470
<b>Consumi</b>	-	-	-
Consumi da autoproduzione	-	273	273
Energia erogata all'utenza diretta	14.211	82	14.293
<b>TOTALE CONSUMI</b>	<b>14.211</b>	<b>355</b>	<b>14.566</b>

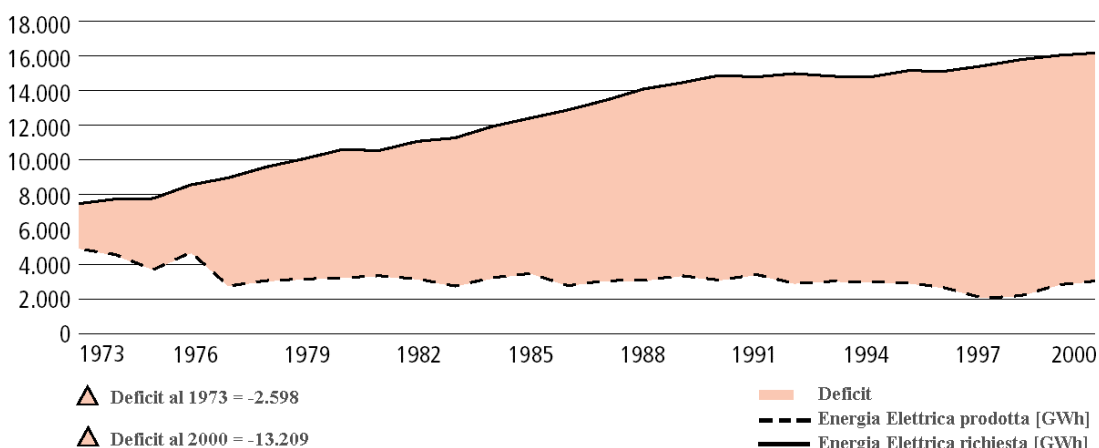
**Nota:** (\*) Per Altri si intende l'insieme di soggetti quali Aziende Municipalizzate e Altre Imprese

**Tabella VII.1.4: Bilancio dell'energia elettrica in Campania – Anno 2000**

<b>Bilancio dell'Energia Elettrica in Campania Anno 2000</b>			
	<b>Operatori del Mercato</b>	<b>Autoproduttori</b>	<b>Regione</b>
Produzione disponibile sulla rete	2.768	208	2.976
Cessioni degli Autoproduttori agli Operatori	2	-2	
Saldo import/export con l'estero			
Saldo con le altre regioni	<b>-13.208</b>	<b>-1</b>	<b>-13.209</b>
Energia richiesta	15.978	207	16.185
Perdite	1.511	0	1.511
<b>Consumi</b>			
Autoconsumi	4	207	211
Mercato libero	1.294		1.294
Mercato Vincolato	13.169		13.169
<b>TOTALE CONSUMI</b>	<b>14.467</b>	<b>207</b>	<b>14.674</b>

Il sistema elettrico della Regione Campania ha pertanto una dipendenza pressoché totale dall'esterno. Nella nostra regione, la produzione interna copre con poco più del 18% dei consumi elettrici regionali, rendendo il sistema energetico nel suo complesso estremamente vulnerabile.

Sempre dalle tabelle precedenti è evidente come allo stato attuale non vi sia nessun contributo da parte degli autoproduttori a colmare il grave deficit tra l'energia prodotta e quella richiesta al sistema di trasmissione e distribuzione regionale.



**Figura VII.1.1 – Confronto fra l'energia richiesta e quella prodotta in Campania**

Come mostrato in figura VII.1.1, esaminando un orizzonte temporale più ampio, il deficit di energia elettrica della nostra regione è passato dai 2.598 GWh del

1973 ai 13.209 GWh del 2000. Questa situazione di grave deficienza si è prodotta negli anni a causa della divaricazione tra i consumi, e quindi l'energia richiesta sulla rete, e la produzione.

In particolare la produzione, che pure ha avuto un ottimo livello di crescita tra il 1997 e il 2000, è diminuita in assoluto rispetto ai valori di circa 30 anni fa, attestandosi pressoché sugli stessi valori del 1977.

#### 4.2 - Bilanci provinciali per l'energia elettrica

La comparazione dei dati raccolti per la produzione e il consumo di energia elettrica su base provinciale consente di redigere, in maniera semplice, i bilanci di energia elettrica per le singole province campane, in termini di energia elettrica prodotta e consumata sul territorio provinciale.

La tabella seguente illustra la situazione riferita al 2000.

**Tabella VII.2.1: Bilancio dell'energia elettrica per provincia – Anno 2000**

Bilancio dell'Energia Elettrica						
Anno 2000						
	Provincia					Regione
	Avellino	Benevento	Caserta	Napoli	Salerno	
<b>Produzione netta (GWh)</b>						
Idroelettrica	12	nd	1.680	-	188	1.880
termoelettrica	-	-	1.026	1.716	23	2.765
Geotermoelettrica	-	-	-	-	-	0
eolica e fotovoltaica	59	275	-	-	3	337
<b>Totale produzione netta</b>	<b>71</b>	<b>275</b>	<b>2.706</b>	<b>1.716</b>	<b>213</b>	<b>4.982</b>
<b>Energia destinata ai pompaggi</b>						<b>2.005</b>
<b>Consumi (GWh)</b>						
agricoltura	8	18	60	54	72	213
industria	650	181	1.236	1.895	1.127	5.089
terziario	242	159	503	2.180	701	3.784
domestico	332	231	789	2.974	938	5.263
trasporto regionale	-	-	-	-	-	326
<b>Totale consumi</b>	<b>1.232</b>	<b>588</b>	<b>2.588</b>	<b>7.103</b>	<b>2.838</b>	<b>14.675</b>
<b>Perdite</b>						<b>1.511</b>
<b>Bilancio</b>	<b>-1.161</b>	<b>-313</b>	<b>119</b>	<b>-5.387</b>	<b>-2.625</b>	<b>-13.209</b>

L'analisi dei dati su riportati mette in luce, come già in precedenza osservato, situazioni di forte squilibrio tra la produzione e il consumo di energia elettrica a livello provinciale.

Esistono deficit estremamente gravi per alcune province come quella di Napoli, Salerno e Avellino, per le quali la produzione interna copre il 24%, il 7% e il 5% dei

consumi elettrici, rispettivamente.

La condizione migliora leggermente per la provincia di Benevento per la quale la copertura interna raggiunge il 46,8% dei consumi elettrici.

La sola provincia di Caserta mostra, da una prima lettura dei dati, un bilancio energetico in attivo, con un esubero di elettricità di circa il 5% rispetto ai consumi. Nella realtà ciò non è propriamente corretto, in quanto occorre considerare che la gran parte (circa il 73%) dell'energia idroelettrica prodotta in provincia di Caserta proviene dagli impianti di produzione a pompaggio di Presenzano e Capriati, i quali richiedono per il loro esercizio una spesa energetica rilevante per i pompaggi.

Poiché il polo idroelettrico casertano rappresenta in termini di produzione circa il 90% dell'intera produzione regionale, sembra plausibile assumere che l'intera spesa energetica per i pompaggi sia associata alla provincia di Caserta. Sotto tale assunzione si osserva come anche per Caserta esiste una situazione di disequilibrio, con una produzione di energia elettrica interna pari al 27% di quella richiesta sulla rete a livello provinciale.

In base ai dati elaborati, se si volesse procedere con un esercizio di riequilibrio, a meno delle perdite sulla rete, dell'energia elettrica prodotta e consumata nelle singole province sfruttando impianti termoelettrici, ne risulterebbe la necessità di installare complessivamente una potenza efficiente netta aggiuntiva pari a 2925 MW, assumendo 4000 ore/anno di funzionamento per tali impianti.

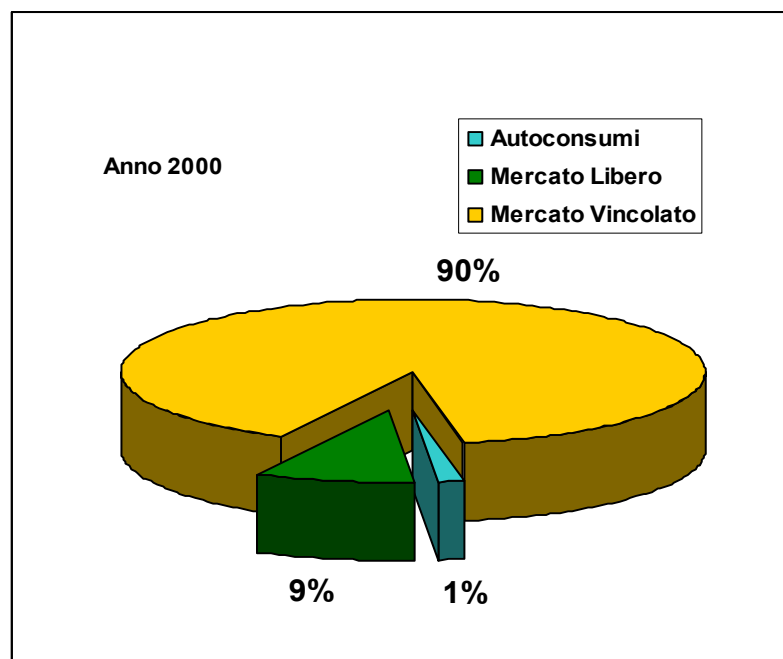
In dettaglio, occorrerebbero 290 MW in provincia di Avellino, 78 MW in provincia di Benevento, 472 MW in provincia di Caserta, 1347 MW in provincia di Napoli e 656 MW in provincia di Salerno.

Vista la situazione di partenza per il settore elettrico campano, per il quale è consistente il contributo delle energie rinnovabili, un tale processo di riequilibrio anche se basato unicamente sulla fonte fossile sarebbe comunque parzialmente in linea con le indicazioni Comunitarie. Esso condurrebbe, infatti, ad una produzione totale netta pari a circa 16682 GWh, di cui 2217 GWh (13,3%) da fonti rinnovabili e 14465 GWh (86,7%) da fonte fossile.

#### *4.3 - Previsione di produzione di energia elettrica nel 2010*

La stima della produzione di energia elettrica nel 2010 deriva in parte dall'acquisizione dei dati di produzione forniti da alcuni operatori del mercato elettrico campano e dagli autoproduttori e in parte da ipotesi di producibilità media degli impianti.

È ragionevole supporre, e le richieste di connessione presentate confortano tale supposizione, che grazie alla creazione del mercato libero si avrà un consistente aumento della quota degli autoproduttori e dei produttori indipendenti. Questo fenomeno dovrebbe risultare contenuto fino al 2005, per poi intensificarsi negli anni successivi. Già nel 2000 l'energia elettrica destinata ai consumi finali dei clienti idonei sul mercato libero in Campania è stata pari all'8,8% del totale dei consumi elettrici (vedi grafico VII.3.2). A livello nazionale si è già al 16,51% del totale dei consumi elettrici.



**Figura VII.3.1 – Ripartizione dei consumi totali in Campania**

Tutto ciò significa che nei prossimi anni i produttori indipendenti e gli autoproduttori potranno e dovranno contribuire significativamente alla riduzione del deficit di energia elettrica in Campania.

In particolare, in base agli attuali piani di produzione per gli impianti esistenti e a ipotesi di sfruttamento di quelli pianificati riferite alla loro massima potenza, si può ottenere la seguente previsione di crescita per l'energia elettrica lorda prodotta in Campania.

**Tabella VII.2.1: Previsione di crescita della produzione lorda di energia elettrica in Campania per fonte**

Previsione di crescita della produzione di energia elettrica in Campania				
Anno	Idroelettrica	Termoelettrica Tradizionale	Eolica e Fotovoltaica	Totale
2001	1975	2994	401	5370
2002	2034	3084	481	5599
2003	2095	3177	577	5848
2004	2158	9504	693	12354
2005	2222	14575	831	17628
2006	2289	14721	1006	18015
2007	2358	14868	1217	18442
2008	2428	15017	1472	18917
2009	2501	15167	1782	19450
2010	2576	15318	2156	20050

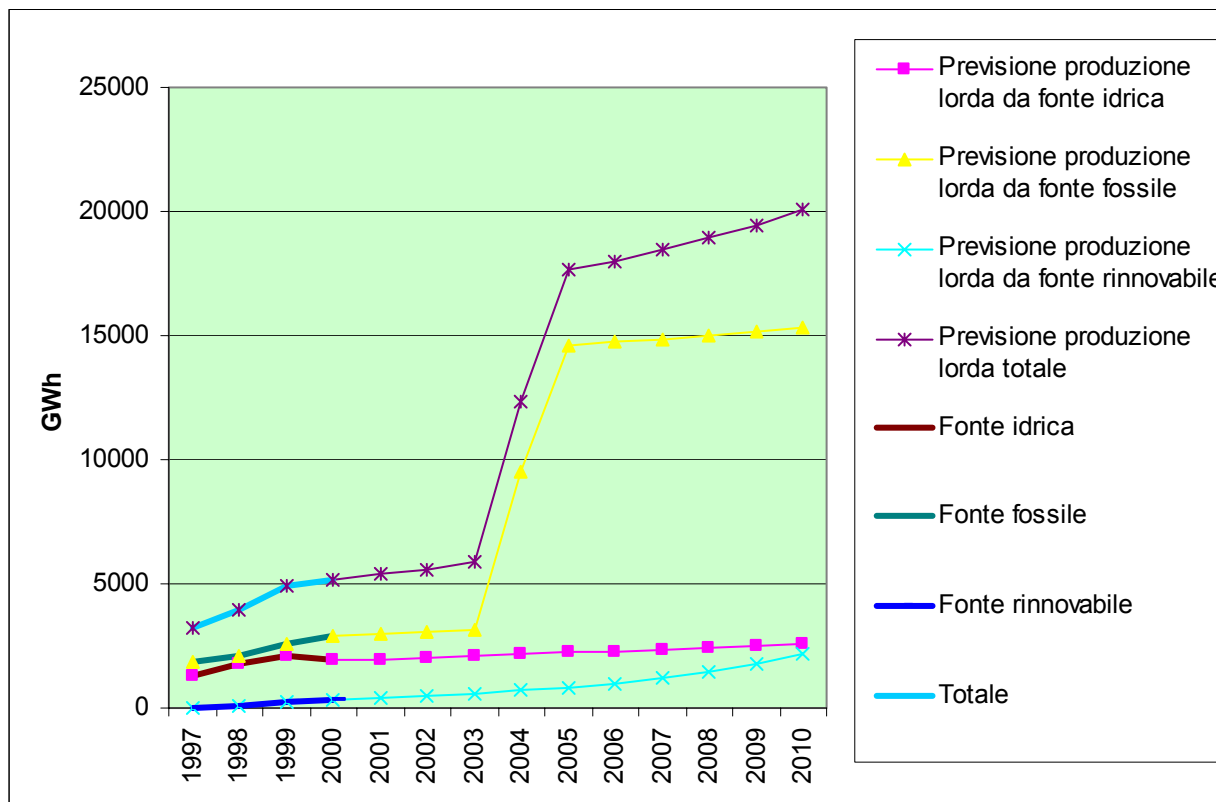


Figura VII.3.2 – Previsione di crescita della produzione di energia elettrica in Campania per fonte



Tale scenario è stato ottenuto assumendo di autorizzare l'installazione di nuovi impianti termoelettrici per una potenza efficiente netta complessiva pari a circa 2800 MW. Nell'ottica di riuscire a garantire una ulteriore semplificazione dell'iter autorizzativo, è presumibile che già entro il 2005 gran parte della nuova potenza risulti installata e che gli impianti possano entrare in esercizio. Si ricordi che, attualmente, esistono richieste di autorizzazione per circa 7000 MW termoelettrici.

Si è poi assunto di sostenere l'energia idroelettrica soprattutto favorendo la realizzazione di progetti di mini-idraulica, cioè la realizzazione di piccole centrali con potenza efficiente netta minore o uguale a 10 MW. Ciò potrebbe portare ad un ulteriore sviluppo dell'energia idroelettrica con un incremento della produzione dell'ordine del 30-34% rispetto a quella attuale.

Si è, infine, assunto di promuovere lo sviluppo dell'energia elettrica da fonte eolica e affiancare ad essa altre fonti rinnovabili, quali la fotovoltaica, e le bioenergie, più in generale. Seguendo la strada tracciata a livello comunitario sarà certamente possibile portare la produzione da fonte rinnovabile, escluso quella idrica, a circa 2150 GWh. Ciò vorrà dire installare nuovi impianti di generazione da fonte rinnovabile per una potenza efficiente netta pari a circa 1180 MW.

#### *4.4 - Previsione di richieste di energia sulla rete elettrica e consumi nel 2010*

La stima della richiesta di energia elettrica nel 2010 deriva principalmente dall'acquisizione dei dati di previsione della crescita della popolazione (Fonte ISTAT), della crescita del consumo di energia elettrica per abitante in regione Campania, considerando una finestra temporale di osservazione a partire dal 1963. Inoltre, per la stima della richiesta di energia elettrica per i prossimi anni si è fatto riferimento ad una ipotesi di sviluppo economico moderato e si è assunto che la penetrazione dell'energia elettrica sia in costante crescita.

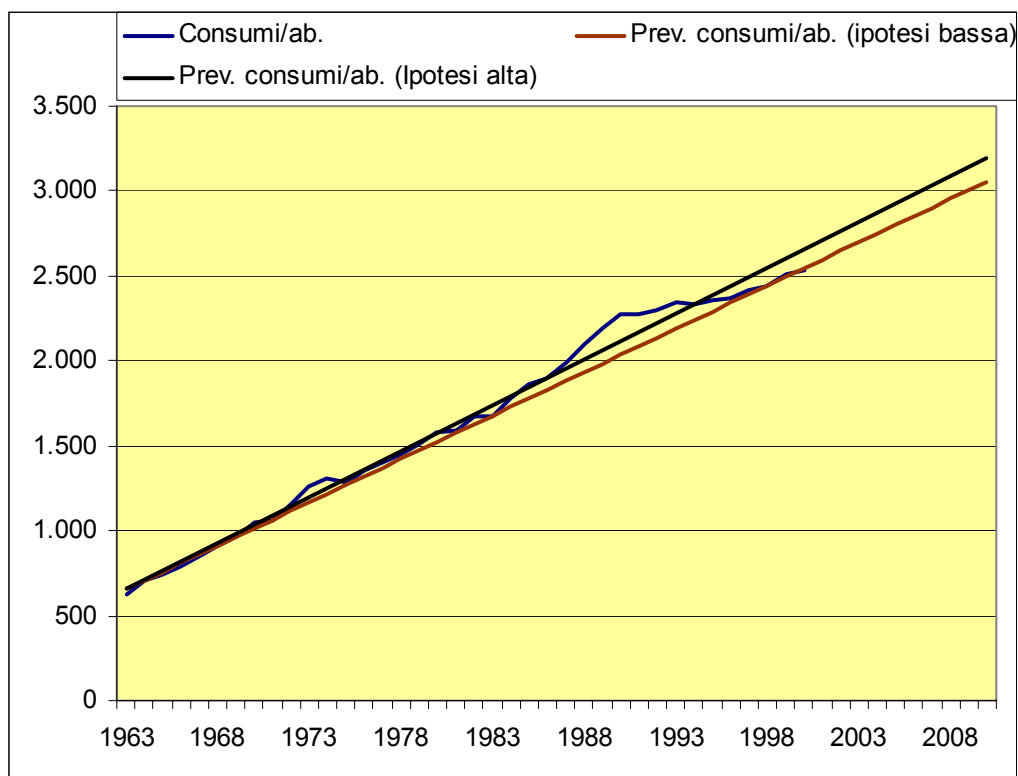
Relativamente al dato di crescita della popolazione campana, si fa riferimento agli studi demografici ISTAT che stimano l'incremento demografico per la regione Campania.

Accanto al dato di crescita demografica è importante considerare il dato relativo ai consumi di energia elettrica per abitante in regione Campania. Attualmente, i residenti in Campania hanno un consumo pro-capite totale annuo pari a circa 2539 kWh, con un tasso medio di crescita del 3,87% all'anno a partire dal 1963, contro una media nazionale di circa 4835 kWh, la quale circostanza lascia ragionevolmente ritenere che nella nostra Regione esistano ancora ampi margini di crescita della domanda di energia elettrica.

**Tabella VII.4.2 - Consumi di energia elettrica per abitante in Campania**

<b>Consumi di energia elettrica per abitante in Campania dal 1963 al 2000</b>	
<b>Anno</b>	<b>Consumo/abitante [kWh]</b>
1963	623
1964	702
1965	738
1966	788
1967	846
1968	912
1969	963
1970	1.052
1971	1.066
1972	1.150
1973	1.261
1974	1.307
1975	1.288
1976	1.357
1977	1.398
1978	1.453
1979	1.504
1980	1.579
1981	1.593
1982	1.676
1983	1.672
1984	1.785
1985	1.861
1986	1.902
1987	1.995
1988	2.094
1989	2.193
1990	2.269
1991	2.274
1992	2.299
1993	2.350
1994	2.329
1995	2.360
1996	2.370
1997	2.413
1998	2.443
1999	2.514
2000	2.539

Ipotizzando un analogo *trend* di crescita dei consumi elettrici è ragionevole ritenere che nel 2010 si arrivi ad un consumo pro-capite totale annuo posizionato all'interno di una banda di oscillazione limitata tra 3058 kWh e 3192 kWh, assumendo due ipotesi di crescita, bassa e alta.



**Figura VII.4.1 – Previsioni consumo pro-capite totale annuo**

Pertanto nei prossimi anni l'evoluzione dei consumi pro-capite sarà, con un grado di confidenza dell'80%, quello indicato nella seguente tabella.

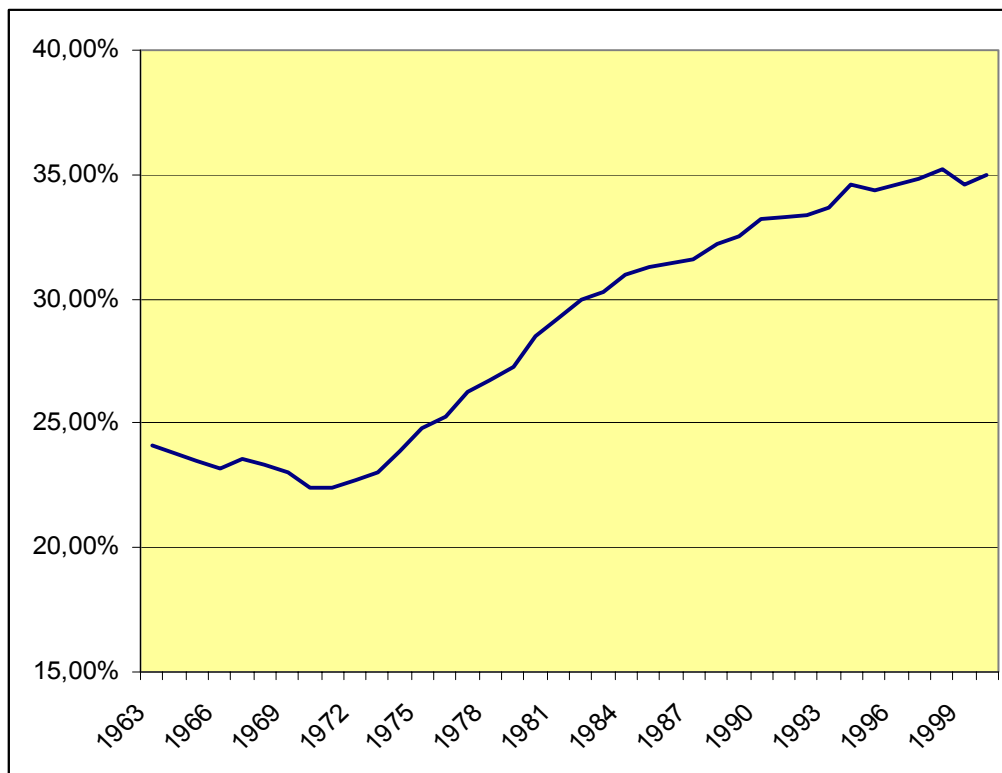
**Tabella VII.4.3 – Previsione dei consumi di energia elettrica per abitante in Campania**

Consumi di energia elettrica per abitante in Campania dal 2001 al 2010		
	Ipotesi di crescita bassa	Ipotesi di crescita alta
Anno	Consumo/abitante [kWh]	Consumo/abitante [kWh]
2001	2.598	2.707
2002	2.649	2.761
2003	2.700	2.815
2004	2.751	2.868
2005	2.802	2.922
2006	2.853	2.976
2007	2.904	3.030
2007	2.955	3.084
2009	3.006	3.138
2010	3.058	3.192

Relazionando il dato previsionale di crescita demografica con il dato previsionale dei consumi di energia elettrica per abitante, e assumendo un tasso di crescita dell'intensità dell'energia elettrica pari a 0,8% annuo su scala nazionale, si ottiene la seguente previsione per quanto riguarda la domanda di energia elettrica nel periodo considerato.

**Tabella VII.4.4 – Previsione dei consumi di energia elettrica in Campania**

Previsione della domanda di energia elettrica in Campania		
	Ipotesi di crescita bassa	Ipotesi di crescita alta
Anno	Consumi complessivi [GWh]	Consumi complessivi [GWh]
2001	15.017	15.648
2002	15.330	15.978
2003	15.647	16.312
2004	15.968	16.650
2005	16.291	16.990
2006	16.616	17.333
2007	16.943	17.677
2008	17.266	18.018
2009	17.585	18.355
2010	17.914	18.701



**Figura VII.4.1 - Penetrazione percentuale dell'energia elettrica in Italia dal 1963 al 2000**

Si prevede, quindi, una crescita percentuale complessiva della domanda pari al 27,44% fino al 31.12.2010, con un tasso medio di crescita annuo pari a circa il 2%. Tale risultato è stato ottenuto assumendo per la Campania, nel periodo esaminato, una crescita del PIL pari al 1,8%.

Il dato ottenuto è peraltro in linea con alcune previsioni fatte su scala nazionale che indicano un incremento medio annuo della domanda di energia elettrica del 3% fino al 2010, tenendo però conto che le previsioni cui ci si riferisce sono di carattere operativo e finalizzate a predisporre i programmi degli impianti di generazione e, quindi, i criteri adottati sono correttamente prudenziali poiché rivolti all'obiettivo di assicurare la copertura della domanda con un elevato tasso di confidenza.

#### *4.5 - Bilancio preventivo al 2010*

Le stime elaborate consentono di affermare che, nonostante il quadro di sviluppo creatosi negli ultimi quattro anni sia certamente confortante, occorre intervenire con azioni atte ad accompagnare la crescita della produzione di energia elettrica in Campania per far fronte alla crescente domanda di energia elettrica, in conseguenza anche di un indice di penetrazione percentuale di energia elettrica in rapida ascesa.

Se lo scenario descritto nelle sottosezioni precedenti sarà confermato, nei prossimi anni si assisterà ad una progressiva riduzione del deficit di energia elettrica, come evidenziato nelle tabelle VII.5.1 e VII.5.2.

**Tabella VII.5.1: Bilancio di previsione dell'energia elettrica in Campania fino al 2010 (ipotesi di crescita bassa)**

Bilancio di previsione dell'Energia Elettrica in Campania					
Anno	Produzione lorda (GWh)	Consumi lordi (GWh)	Altri consumi (GWh)	Saldo (GWh)	Grado di dipendenza dall'esterno %
2001	5370	15017	3.645	-13.292	-71,23%
2002	5599	15.330	3.741	-13.472	-70,64%
2003	5848	15647	3.839	-13.637	-69,99%
2004	12354	15.968	4.126	-7.740	-38,52%
2005	17628	16291	4.378	-3.040	-14,71%
2006	18015	16.616	4.484	-3.084	-14,62%
2007	18442	16943	4.592	-3.093	-14,36%
2008	18917	17.266	4.703	-3.051	-13,89%
2009	19450	17585	4.815	-2.950	-13,17%
2010	20050	17.914	4.930	-2.794	-12,23%

**Tabella VII.5.2: Bilancio di previsione dell'energia elettrica in Campania fino al 2010 (ipotesi di crescita alta)**

Bilancio di previsione dell'Energia Elettrica in Campania					
Anno	Produzione lorda (GWh)	Consumi lordi (GWh)	Altri consumi (GWh)	Saldo (GWh)	Grado di dipendenza dall'esterno %
2001	5370	15648	3.708	-13.987	-72,26%
2002	5599	15.978	3.805	-14.185	-71,70%
2003	5848	16312	3.905	-14.369	-71,07%
2004	12354	16.650	4.194	-8.490	-40,73%
2005	17628	16990	4.447	-3.809	-17,77%
2006	18015	17.333	4.555	-3.873	-17,69%
2007	18442	17677	4.666	-3.900	-17,46%
2008	18917	18.018	4.778	-3.878	-17,01%
2009	19450	18355	4.892	-3.797	-16,33%
2010	20050	18.701	5.009	-3.660	-15,43%

Nelle tabelle precedenti, sotto la voce “Altri consumi” sono stati inglobati i consumi per i servizi ausiliari della produzione, i consumi per i pompaggi e le perdite per il vettoriamento dell'energia elettrica sulla rete di trasporto e distribuzione. È evidente che perseguendo una politica di ristrutturazione e ampliamento delle infrastrutture di rete, per la trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica, quali elettrodotti e stazioni elettriche ad alta e media tensione, sarà possibile ridurre significativamente le perdite in rete, avvicinandosi in tal modo al pareggio tra energia elettrica prodotta e consumi elettrici sul territorio regionale.

Naturalmente va richiamata l'attenzione sulla qualità e continuità del servizio elettrico. Infatti in base ai dati raccolti sulla qualità del servizio elettrico e alle sue relative implicazioni con lo sviluppo del tessuto socio-economico campano, appare rilevanza strategica di procedere con interventi di potenziamento e razionalizzazione delle infrastrutture elettriche sul territorio regionale, predisponendo interventi mirati sia sulla rete di trasmissione nazionale che su quella di distribuzione. In tal modo sarà possibile non solo migliorare la qualità e la continuità del servizio elettrico, ma anche abbattere drasticamente i danni derivanti dalle interruzioni della fornitura di energia elettrica, siano esse senza preavviso e lunghe (con durata superiore a 3 minuti) o con preavviso (con preavviso ai clienti, di almeno 1 giorno). A riguardo va ricordato che con la deliberazione n. 202/99 l'Autorità ha introdotto la disciplina dei livelli generali di qualità relativi alle interruzioni senza preavviso lunghe del servizio di distribuzione dell'energia elettrica.

La nuova disciplina persegue il duplice obiettivo di avvicinare in tempi rapidi il livello medio di continuità del paese ai migliori livelli medi nazionali registrati attualmente in altri paesi europei e di ridurre i divari esistenti, anche a parità di grado di concentrazione dell'utenza, tra le diverse regioni. Il rispetto del percorso di miglioramento tendenziale dovrà essere assicurato a fronte della tariffa esistente. Gli esercenti che riusciranno a migliorare in misura maggiore del tasso tendenziale definito dall'Autorità potranno recuperare i maggiori costi sostenuti. Viceversa, per gli ambiti dove non sarà rispettato il percorso di miglioramento tendenziale, le aziende dovranno pagare una penalità. Un fondo di perequazione assicurerà il mantenimento della tariffa unica nazionale; il finanziamento del fondo viene assicurato in parte dalle stesse penalità previste a carico degli esercenti che non raggiungono il miglioramento tendenziale richiesto, e in parte tramite un parametro correttivo del metodo del price-cap per l'aggiornamento tariffario (parametro Q, istituito ai sensi dell'articolo 2, comma 19, lettera a), della legge n. 481/95).

Il sistema dei percorsi di miglioramento tendenziale spingerà gli esercenti a migliorare la continuità fino ad arrivare ai livelli nazionali di riferimento fissati dall'Autorità sulla base degli standard europei: 30 minuti di interruzione complessiva per cliente all'anno nelle grandi città (ambiti a alta concentrazione), 45 minuti nei centri di medie dimensioni (ambiti a media concentrazione) e 60 minuti nelle aree di campagna (ambiti a bassa concentrazione).

Tutte le considerazioni precedenti mostrano come con una accorta gestione della attuale fase di transizione, semplificando le procedure autorizzative per i nuovi impianti termoelettrici e gli ampliamenti di quelli esistenti, sostenendo l'energia idroelettrica, incentivando l'energia eolica e le bioenergie, intensificando la ricerca nel settore dei nuovi vettori energetici, e creando meccanismi per "premiare" gli interventi di potenziamento e razionalizzazione delle infrastrutture elettriche, sia a livello di trasporto che di distribuzione, sia possibile raggiungere l'obiettivo ambizioso e realistico dell'equilibrio energetico regionale entro il 2010.

**Titolo II**  
**Dispositivo di Piano: linee di indirizzo, pianificazione e programmazione**  
**Paragrafo II.1.1.1**  
**Inquinamento atmosferico da sistemi termoelettrici**

**Indice**

**Premessa**

- 1. Inventari delle emissioni in atmosfera: generalità**
- 2. Aspetti metodologici**
- 3. Gli inquinanti e la stima delle emissioni**
  - 3.1 Le emissioni climalteranti**
  - 3.2 L'acidificazione e la qualità dell'aria**
- 4. Sintesi dei risultati e considerazioni conclusive**
- 5. Le emissioni dovute all'energia termoelettrica in Campania e provincia**
- 6. Quadro normativo italiano ed europeo**

**Appendici**

**Impegni internazionali assunti dall'Italia in materia di gas serra**

**La qualità dell'aria**



## **Premessa**

In questo Studio vengono affrontati gli aspetti ambientali inerenti il Piano energetico della Regione Campania. In realtà, per quanto l'energia nei suoi aspetti di produzione, distribuzione ed uso, incida su tutti i comparti ambientali, il presente Studio si limiterà, considerati anche gli scopi complessivi del lavoro, ad affrontare le problematiche connesse all'inquinamento atmosferico originato dal sistema energetico. L'analisi verterà in particolare sulla stima delle emissioni riferite al sistema energetico, non tralasciando però di fornire altri elementi fondamentali per la comprensione dell'inquinamento atmosferico su scala regionale.

Lo Studio è articolato in tre capitoli. Nel primo viene fornito un quadro generale sugli inventari delle emissioni descrivendone gli scopi, i possibili utilizzi ed, in parte, lo stato dell'arte. Il capitolo 2 descrive sinteticamente gli aspetti generali della metodologia utilizzata. Il capitolo 3 presenta le stime delle emissioni inquinanti ottenute a partire dai Bilanci Energetici Regionali (BER) della Regione Campania elaborati dall'ENEA per gli anni 1988 – 1998, integrati con dati più recenti quando disponibili. Nella presentazione vengono descritte gli andamenti generali per ogni inquinante, dando il dovuto peso al confronto con i dati nazionali. In appendice è dato un quadro delle concentrazioni limite e delle leggi che ne normano le soglie, completato dal quadro delle normative comunitarie in discussione sullo stesso tema corredate dalle soglie previste per il futuro. Infine sono riportati gli impegni italiani assunti in materia di inquinamento atmosferico in sede internazionale ed una descrizione delle caratteristiche dei principali inquinanti.

## **1 - Inventari delle emissioni in atmosfera: generalità**

Insieme alle conoscenze sulle concentrazioni e le reazioni chimiche degli inquinanti in atmosfera, alle condizioni meteorologiche prevalenti ed ai fattori topografici, la stima delle emissioni di inquinanti è fondamentale nello studio e nel controllo della qualità dell'aria.

A tale stima si perviene attraverso la compilazione di un inventario delle emissioni che, in termini generali, costituisce una raccolta coerente di dati sulle emissioni disaggregati per attività (ad esempio produzione di energia elettrica, trasporti), per unità territoriale (es. province, comuni), per unità di tempo (es. un anno, un mese, un'ora ecc.), per combustibile utilizzato (es. benzine, gasolio, metano).

L'inventario dovrebbe pertanto raccogliere informazioni, il più possibile complete, sulle principali sorgenti di inquinamento e sul contributo delle stesse rispetto alle emissioni complessive, in termini di quantità e di composizione dei singoli inquinanti. Queste informazioni vengono generalmente accompagnate da ulteriori dati relativi alla localizzazione delle principali sorgenti, alla descrizione dei processi produttivi e utilizzi di materie prime che generano emissioni, alle misure esistenti di controllo ed abbattimento. In taluni casi è importante suddividere le emissioni per

dimensione delle attività (ad esempio, nel caso delle emissioni da centrali termoelettriche, per unità di potenza installata) ed eventualmente caratterizzare geograficamente in modo puntuale le sorgenti più significative.

Il sistema informativo, generalmente associato ad un inventario così costituito, è in grado di calcolare una stima attendibile delle quantità complessive, della loro ripartizione territoriale, della loro ripartizione per settore economico e della evoluzione temporale degli inquinanti emessi.

La metodologia di stima segue per le sorgenti diffuse sul territorio, e per le sorgenti puntuali di minore importanza, il seguente approccio:

$$E/\text{anno} = A/\text{anno} \times FE$$

dove:

**E** sono le emissioni, **A** è un indicatore dell'attività (ad esempio, per le centrali termoelettriche, i consumi di combustibili), **FE** è il fattore di emissione per unità di attività espresso in grammi per unità di attività. Per le sorgenti puntuali più importanti le emissioni sono note perché misurate oppure sono stimate secondo la metodologia precedente, utilizzando fattori specifici per la singola sorgente.

In Italia la partecipazione dell'ENEA, a partire dal 1985, al progetto europeo CORINAIR ha consentito l'elaborazione di una metodologia consolidata per la redazione di inventari su scala nazionale<sup>1</sup> assicurando la disponibilità di serie storiche che coprono il decennio '85 - '95. All'inizio degli anni '90, nell'ambito del Piano Triennale del Ministero dell'Ambiente, sono stati realizzati, secondo quanto previsto dal DPR 203/88, diversi inventari su scala provinciale<sup>2</sup>. In alcuni casi, grazie alla particolare sensibilità delle Amministrazioni cittadine, sono stati realizzati inventari urbani con un notevole dettaglio territoriale.

Da quanto sinora esposto si evince che gli obiettivi ed il tipo di utilizzo degli inventari sono molteplici, dipendendo dal contesto istituzionale in cui vengono realizzati, dalla scala territoriale che li caratterizza, dal tipo di utente finale, dalla disponibilità dei dati e, non secondariamente, dalle risorse impiegate.

In questo capitolo vengono analizzati i dati relativi ai Bilanci Energetici Regionali per valutarne le implicazioni sullo scenario emissivo della Regione Campania. E' stato presentato nel dettaglio lo scenario delle emissioni dovute alle centrali termoelettriche.

In particolare sono analizzate le stime delle emissioni regionali in atmosfera per gli anni dal 1988 fino al dato più recente disponibile dei seguenti composti e sostanze inquinanti: ossidi di zolfo (SOx), ossidi di azoto (NOx), monossido di carbonio

---

<sup>1</sup> Il progetto Corinair prevede inoltre, con cadenza quinquennale, la disaggregazione dell'inventario nazionale su scala provinciale. A questo livello territoriale sono pertanto disponibili i dati su tutte le province italiane per gli anni 85 e 90, mentre è in corso di realizzazione la disaggregazione provinciale per il 1995.

<sup>2</sup> In particolare l'ENEA ha curato la compilazione degli inventari nelle province di Roma, Firenze e Venezia.

(CO), anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), composti organici volatili non metanici (COVNM), particolato sospeso totale (PST).

Tali stime sono calcolate a partire dai Bilanci Energetici Regionali, utilizzando lo schema precedentemente descritto, dove si sono scelti i consumi di combustibili relativi alla Regione come indicatori di attività **A** e opportuni fattori di emissione **FE** medi riferiti ai combustibili ed ai loro settori economici di utilizzo.

## 2 - Aspetti metodologici

La metodologia di stima delle emissioni con la metodologia CORINAIR a partire dai Bilanci Energetici Regionali si può considerare un approccio metodologico di tipo **top-down**; il risultato così ottenuto si può considerare una buona stima dell'ammontare delle emissioni tanto più le stesse dipendano fortemente dalle caratteristiche del combustibile, come nel caso di CO<sub>2</sub> e SO<sub>x</sub>, e tanto più le emissioni di sostanze inquinanti siano dovute ad attività di combustione.

Infatti, mentre le emissioni di SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, (escluse quelle naturali) sono dovute prevalentemente (più del 90%) alla combustione in attività economiche energetiche, per le emissioni di CO tale valore scende a circa il 75%, mentre per i COV ed il PST tale quota è inferiore al 50%. In effetti, più della metà delle emissioni di COV e PST è in genere dovuto ad attività produttive non di combustione bensì di processo, come ad esempio il caricamento e lo stoccaggio dei prodotti petroliferi nelle raffinerie, il trasporto del carbone e del coke negli impianti siderurgici, l'estrazione di combustibili fossili, l'uso dei solventi sia in attività produttive sia domestiche. Questo deve essere tenuto bene in considerazione nella valutazione dei risultati e del loro utilizzo, al fine della elaborazione di scenari ed eventuali piani di azione.

Le emissioni da attività energetiche non rappresentano, dunque, la totalità dello scenario emissivo specialmente in relazione all'inquinamento da PST e COV. Questi ultimi costituiscono una famiglia di inquinanti particolarmente importante per i loro effetti sanitari e, soprattutto, per la loro pervasività.

Tale metodologia consente, quindi, anche la realizzazione di un inventario locale ma richiede uno sforzo notevolmente superiore, nonché una conoscenza del territorio ed una disponibilità di base di dati e di informazioni allo stato attuale non presente nelle Amministrazioni Locali ma molto disperse tra Associazioni di categoria, Enti Locali, ARPA, ex USSL e realtà produttive.

La metodologia CORINAIR si basa sulla classificazione di attività che emettono in atmosfera denominata SNAP (Selected Nomenclature for Air Pollution), classificazione che è molto differente ma generalmente confrontabile con quella delle attività economiche (ISIC, NACE, e quella nazionale ATECO91) ai quali fanno riferimento sia i Bilanci Energetici sia altre suddivisioni di dati relative ad attività economiche e produttive tra qui quelle pubblicate dall'ISTAT sull'Annuario Statistico Italiano.

### 3 - Gli inquinanti e la stima delle emissioni

#### 3.1 Le emissioni climalteranti

Tra i problemi ambientali, i cambiamenti climatici dovuti a rilasci in atmosfera di particolari sostanze sono divenuti in anni recenti uno dei punti di maggiore rilevanza nell'agenda dei governi nazionali e delle agenzie internazionali competenti in materia. La seconda relazione del Comitato intergovernativo sul clima (IPCC) del 1995 e più di recente la Conferenza di Kyoto, hanno tra l'altro concluso, che le prove disponibili sembrano indicare una precisa influenza delle attività umane sul clima globale. I dati disponibili indicano univocamente che le concentrazioni atmosferiche dei cosiddetti *gas climalteranti* (cfr. scheda 3.1) sono notevolmente aumentate rispetto all'epoca preindustriale<sup>3</sup> e che la temperatura media globale dei bassi strati dell'atmosfera è aumentata rispetto alla fine del XIX secolo di 0,3-0,6 °C.

Queste tendenze lasciano prevedere un aumento del livello dei mari, una maggior frequenza di piene ed inondazioni, impatti sulle colture agricole e sulla biodiversità. Sebbene l'intensità di questi impatti presenta tuttora un ampio margine di incertezza, la comunità scientifica ha compiuto notevoli progressi nel chiarire i meccanismi che legano le emissioni di gas serra alle concentrazioni di queste sostanze in atmosfera, queste al conseguente aumento della temperatura ed infine quest'ultimo agli impatti fisici ed ai conseguenti costi economici. Per quanto le previsioni di aumento della temperatura media al 2050 varino da 1 a 4°C esiste un generale consenso sulla necessità e l'urgenza di politiche di riduzione delle emissioni di gas-serra.

I gas climalteranti producono, per loro caratteristiche chimico-fisiche effetti prevalentemente su scala globale e non possono essere assimilati a sostanze inquinanti vere e proprie. Per tale motivo l'inserimento di queste sostanze nella compilazione di inventari su scala regionale o locale sembrerebbe superfluo o ridondante rispetto alla stima che viene effettuata a livello nazionale per la verifica degli accordi di riduzione. In realtà, la considerazione che, non di rado le politiche di abbattimento delle emissioni trovino nei contesti locali il loro campo di applicazione e nelle corrispondenti Amministrazioni i decisori ultimi per tali strategie, ha portato negli ultimi tempi a inserire la stima dei gas-climalteranti anche per inventari realizzati su scala regionale e addirittura urbana. Queste considerazioni spiegano il rilievo che, anche nel presente lavoro, viene dato alle emissioni di anidride carbonica anche in considerazione del ruolo che, come già anticipato, i processi energetici giocano sulle emissioni di questa sostanza. Il fatto che le stime effettuate per la Regione Campania facciano riferimento al BER giustifica peraltro l'esclusione dal conteggio delle emissioni di CFC, N<sub>2</sub>O e del

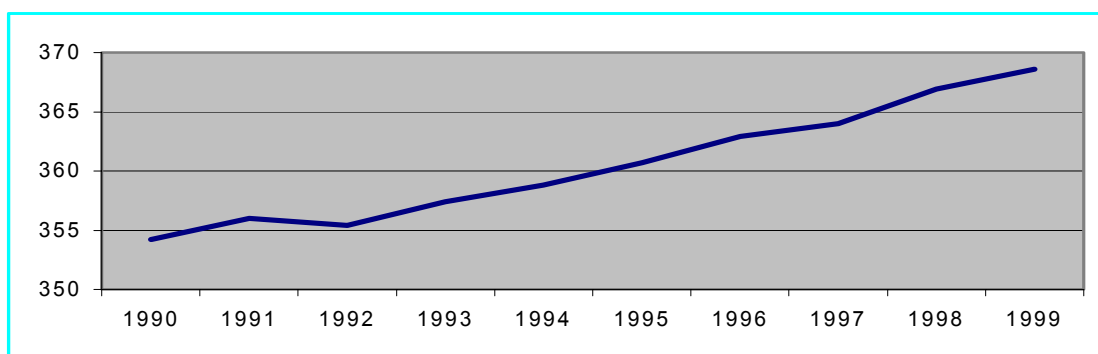
---

<sup>3</sup> Gli aumenti delle concentrazioni in atmosfera dei tre gas-serra, comunemente indicati come maggiori responsabili di modificazioni climatiche, sono stati, in riferimento al 1992, del 30% per la CO<sub>2</sub> del 145% per il CH<sub>4</sub> e del 15% per N<sub>2</sub>O.

metano<sup>4</sup>. Bisogna in ogni caso precisare che, in particolare l'esclusione di queste ultime due sostanze il cui ruolo sul clima va molto al di là delle quantità relative<sup>5</sup>, limita non poco l'analisi complessiva del fenomeno.

Si è detto in precedenza del crescente livello delle concentrazioni in atmosfera di anidride carbonica; in realtà il monitoraggio sistematico delle concentrazioni di questo gas in atmosfera avviene nella maggior parte dei casi da tempi relativamente recenti. In Italia esistono due stazioni per il rilevamento del "fondo" di anidride carbonica, entrambe gestite dall'ENEA. Queste stazioni possono essere considerate, con le cautele del caso, abbastanza rappresentative dell'Italia centrale e insulare. Le misurazioni effettuate dalla stazione di Monte Cimone funzionante dal 1978 costituiscono la più lunga serie storica disponibile per l'area del Mediterraneo. La figura 3.1 riporta la serie disponibile per il periodo 1990-1999 che mostra come la media annuale delle concentrazioni in atmosfera di CO<sub>2</sub>, calcolata come parte per milione in volume (ppmv), è cresciuta, al di là delle fisiologiche oscillazioni stagionali, da 354,2 a 368,6.

**Fig. 3.1 - Concentrazioni di CO<sub>2</sub> (ppmv) - Stazione di Monte Cimone**



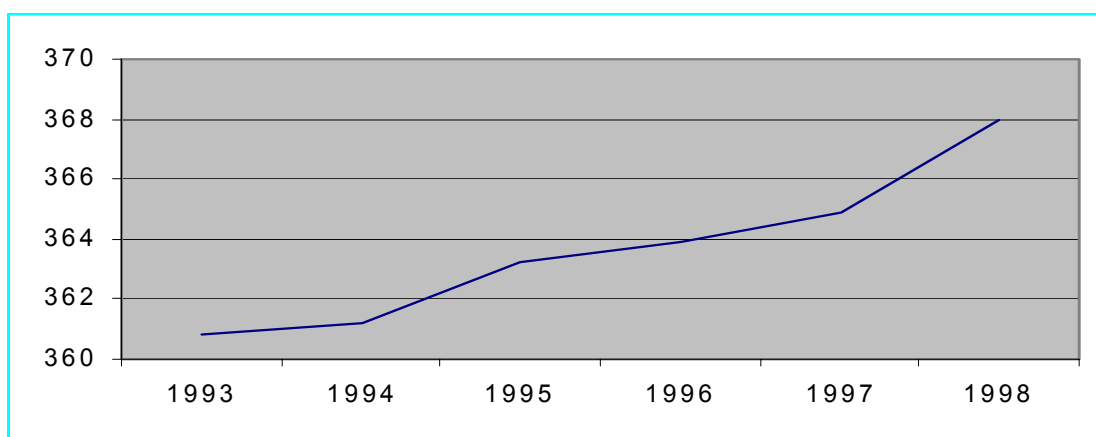
Fonte: ENEA – Rapporto Energia ed Ambiente 2000

Della seconda stazione, funzionante dal 1992 e ubicata a Lampedusa, si riporta in figura 3.2 la serie disponibile per il periodo 1993 – 1998, che conferma il trend in crescita registrato dall'altra stazione.

<sup>4</sup> In effetti, stando alle medie europee, la percentuale di N<sub>2</sub>O imputabile alla combustione di combustibili fossili si aggira intorno al 9%, mentre per il metano la percentuale correlata ai processi energetici non è trascurabile (26%). Le emissioni di CFC non sono invece connesse a fenomeni energetici.

<sup>5</sup> Per il computo complessivo dei gas-serra (CFC esclusi) si ricorre, tenendo conto del diverso ruolo potenzialmente climalterante dei singoli inquinanti, alla seguente formula che esprime le emissioni in anidride carbonica equivalente:  $Ceq = (CO_2) + 24,5 * (CH_4) + 320 (N_2O)$

**Fig. 3.2 - Concentrazioni di CO<sub>2</sub> (ppmv) - Stazione di Lampedusa**

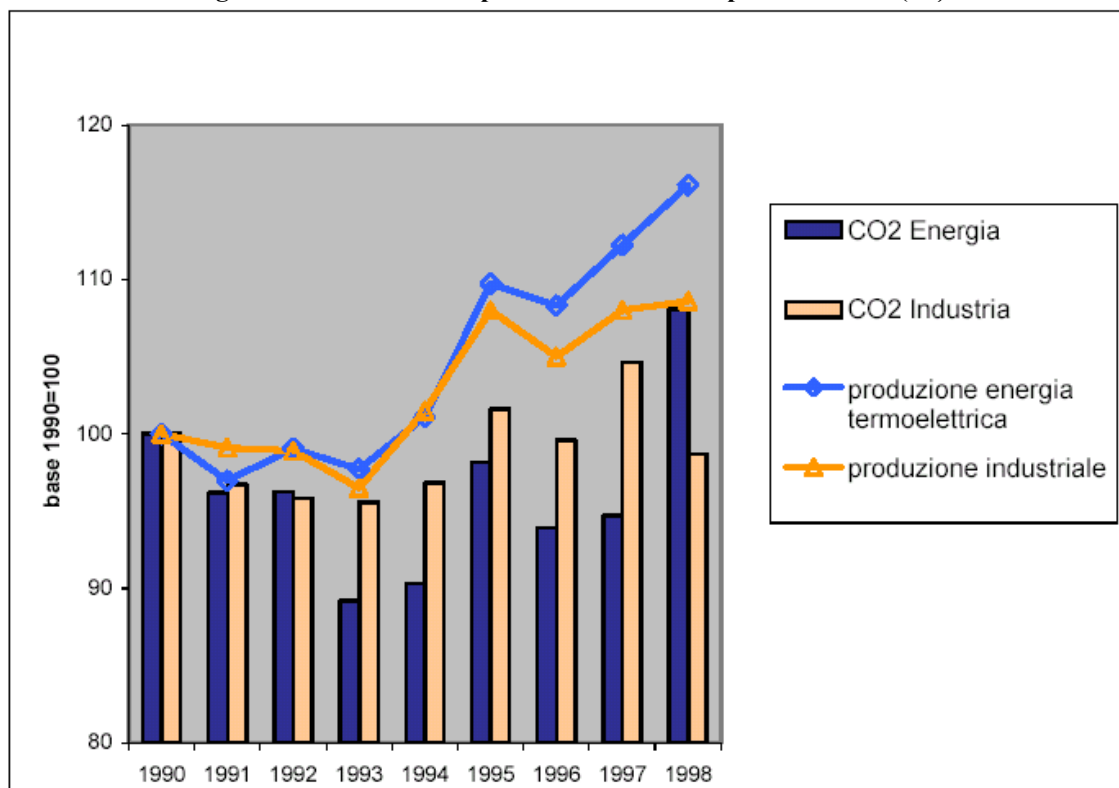


Fonte: ENEA – Rapporto Energia ed Ambiente 2000

Nella figura 3.3 sono riportate le serie degli indici delle emissioni del settore energetico e dell'industria, con base 100 per il 1990, e confrontate rispettivamente con l'indice di produzione dell'energia termoelettrica e l'indice di produzione industriale.

Si sottolinea che in questa figura le emissioni dell'industria includono sia quelle derivanti da combustione che da processo.

Figura 3.3 Emissioni complessive di CO2: Campania ed Italia (t/a)



Fonte: ANPA, ENEL, ISTAT

Per ciò che riguarda l'energia, l'incremento dello scostamento tra gli andamenti dei due indicatori (produzione di energia termoelettrica e relative emissioni di CO<sub>2</sub>) evidenzia l'utilizzo crescente di metano nelle centrali elettriche, a sostituzione di combustibili fossili con più elevato contenuto di carbonio.

In relazione all'industria, le differenze sono meno evidenti ma sottolineano i miglioramenti avvenuti nel campo dell'efficienza energetica in alcuni settori industriali.

Le emissioni di **anidride carbonica** da processi energetici della Regione Campania ammontano, per il 1998, il più recente anno della serie storica elaborata nell'ambito del presente Piano energetico, a circa 15 milioni di tonnellate<sup>6</sup>. Tale valore, rapportato alla popolazione, si discosta in modo significativo dalla media nazionale<sup>7</sup>: la Campania presenta infatti emissioni di CO<sub>2</sub> pro-capite pari a circa 2,6 tonnellate per abitante contro un valore nazionale di 7,5 t/ab. del 1998; questa differenza è attribuibile, in particolare, alla ridotta produzione termoelettrica della Regione.

<sup>6</sup> per il calcolo sono stati utilizzati i fattori di emissione medi valutati su base nazionale

<sup>7</sup> i valori nazionali sono stati ricavati da: ENEA- Rapporto Energia ed Ambiente 2000

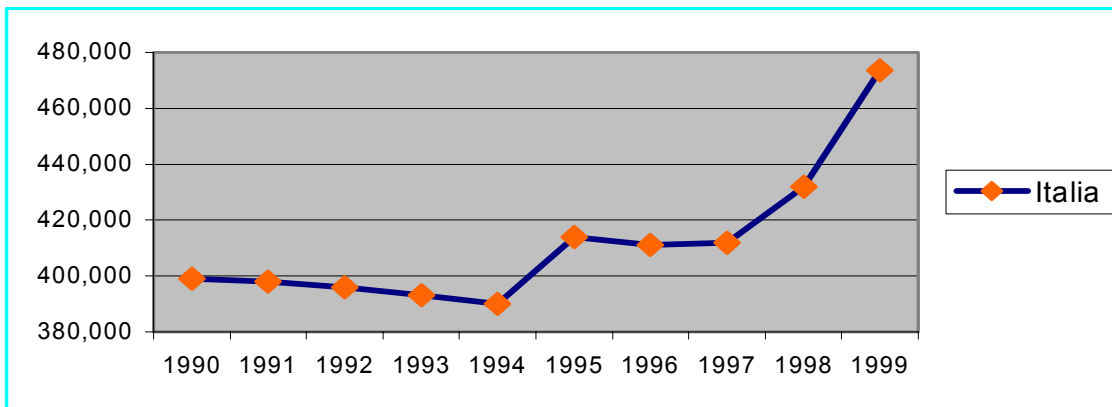
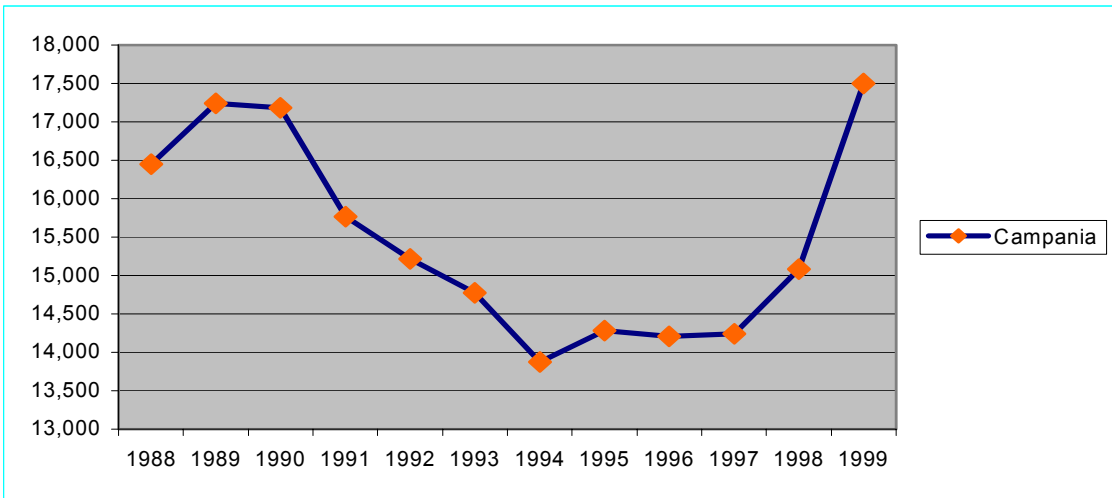
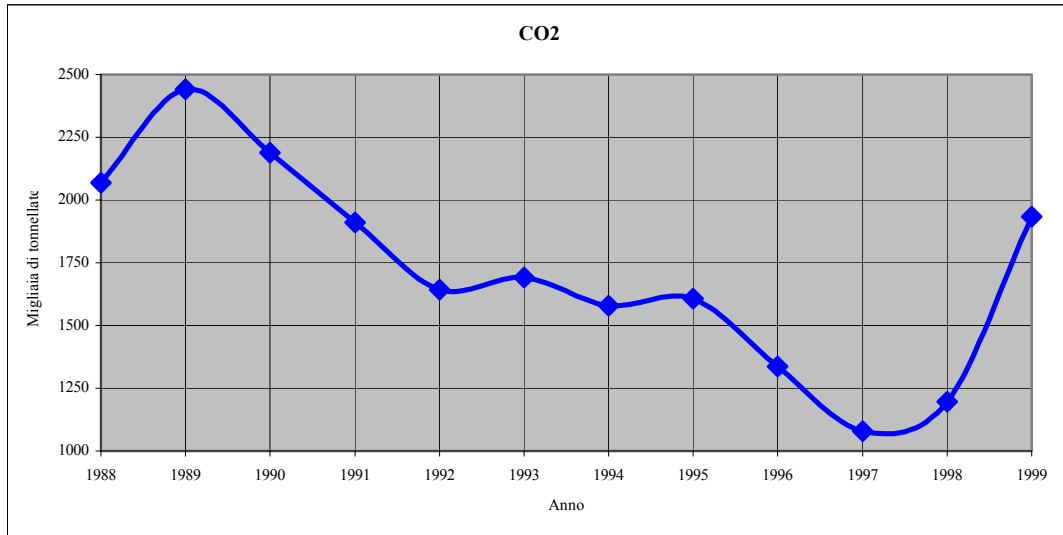




Fig. 3.4 - Emissioni di CO<sub>2</sub> dovute a centrali termoelettriche in Campania



Nella figura è rappresentato l'andamento nel tempo storico delle emissioni di anidride carbonica derivanti dai processi di produzione termoelettrica per gli impianti installati nella regione Campania

Appare evidente la tendenza, fatta eccezione per una crescita a cavallo tra il 1988 ed il 1990, è decisamente decrescente fino al 1997, anno in cui il quantitativo di CO<sub>2</sub> emesso in atmosfera è inferiore del 47,8% a quello del 1988. Una leggera risalita si ha nell'anno 1998 ed una decisa crescita si ha nel 1999 – ultimo anno per il quale si hanno disponibili informazioni – ammontando a 1,933,000 tonnellate.

### 3.2 L'acidificazione e la qualità dell'aria

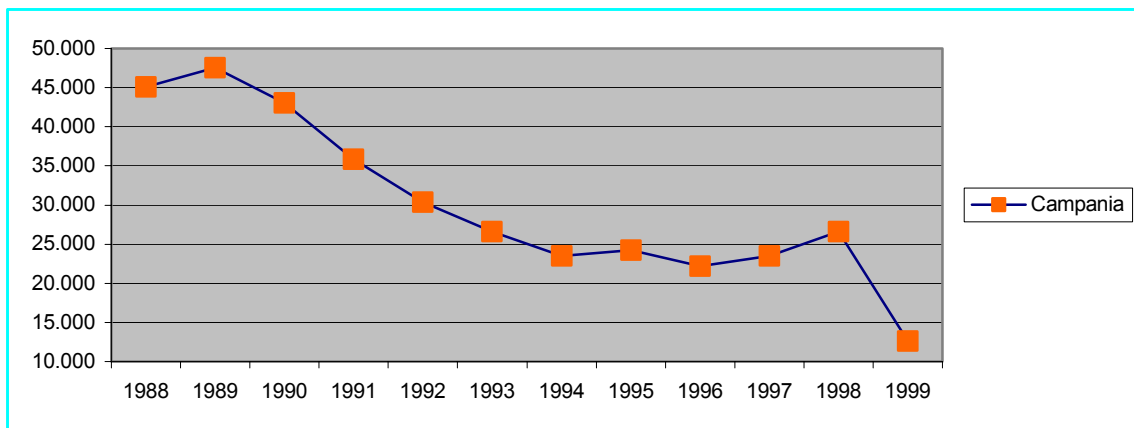
L'acidificazione è dovuta in larga misura all'uso di combustibili fossili e agli usi agricoli ed è causa di danni all'ecosistema forestale, ai laghi, alle acque sotterranee e di superficie agli edifici e ai suoli. I principali inquinanti responsabili di fenomeni di acidificazione del suolo e delle acque sono l'ammoniaca (NH<sub>3</sub>), il biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) e gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>). Questi inquinanti, successivamente a reazioni chimiche in atmosfera, cadono al suolo sotto forma di deposizioni acide, fenomeno comunemente noto come *piogge acide*. L'impatto sull'ecosistema dipende dal tipo di suolo e dalla sua sensibilità alle deposizioni acide; viene, pertanto, definito per ogni area un *carico critico* ovvero il livello massimo di immissione di sostanze acidificanti nell'ecosistema, che si ritiene non produca significativi effetti nocivi. Il carico critico esprime pertanto la *vulnerabilità* di un'area a questo tipo di inquinamento. La mappatura del territorio in base ai carichi critici, disponibile per tutta Europa su una

griglia di 50 km per lato, è indispensabile per valutare gli impatti di queste emissioni. Gli SO<sub>2</sub> e l'NO<sub>x</sub>, per le loro caratteristiche di tossicità, sono insieme ad altre sostanze, responsabili del deterioramento della qualità dell'aria in particolare nei centri urbani. In queste aree alla concentrazione delle attività corrispondono crescenti concentrazioni di queste sostanze che devono essere costantemente monitorate per evitare il superamento dei limiti stabiliti per la salvaguardia della salute.

Per il 1998 sono state stimate per la Campania 26.621 tonnellate di **anidride solforosa**<sup>8</sup> corrispondente ad una quantità di circa 4,6 tonnellate ogni mille abitanti contro una quantità media nazionale<sup>9</sup> di 16,7 tonnellate per mille abitanti. La quantità di biossido di zolfo emessa per unità di superficie in Campania risulta anch'essa inferiore alla media nazionale: 19,6 kg/ha contro 32 kg/ha. Questi valori sono il risultato di una tendenza che, analogamente alla situazione nazionale, è caratterizzata da un rilevante decremento complessivo (v. Scheda 3.3). La riduzione delle emissioni di ossidi di zolfo per la Campania risulta, nel periodo 1990 – 1997 in cui sono disponibili anche i valori nazionali, di oltre il 45% contro un dato nazionale pari a circa il - 37%.

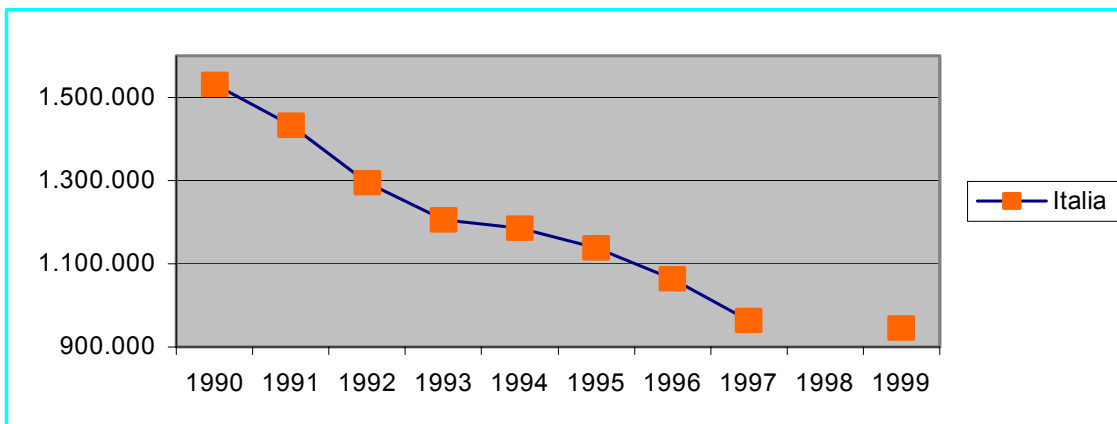
La tendenza generale delle emissioni regionali negli undici anni considerati mostra una diminuzione continua e sostenuta a partire dal 1989 fino al 1996, interrotta solo nel 1995. Dal 1997 si registra, invece, una nuova crescita in concomitanza con una ripresa dei consumi del settore energia. La diminuzione complessiva nel periodo 1988 - 1998 risulta, tuttavia, del 41% (- 18.447 tonnellate).

**Fig. 3.8 - Emissioni complessive di SO<sub>2</sub>: Campania ed Italia (t/a)**



<sup>8</sup> per il calcolo sono stati utilizzati i fattori di emissione medi valutati su base nazionale

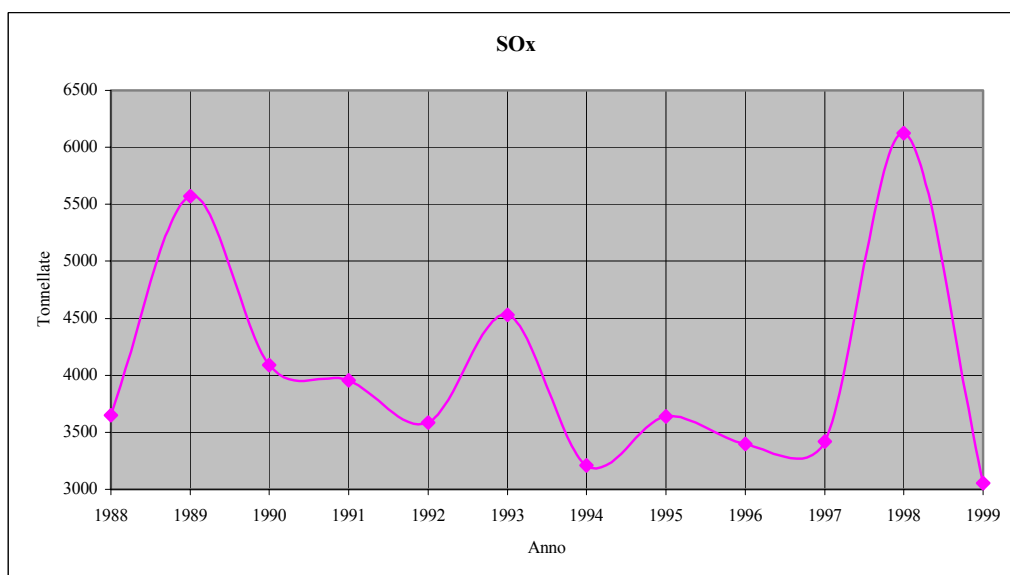
<sup>9</sup> i valori nazionali sono stati ricavati da: ENEA- Rapporto Energia ed Ambiente 2000



La distribuzione settoriale delle emissioni di anidride solforosa rispecchia l'attuale assenza nella Regione di grandi impianti sia per la produzione di energia sia di tipo industriale. A questi due settori sono infatti imputabili complessivamente, nel 1998, circa il 59% delle emissioni complessive, contro un dato nazionale, al 1995, dell'86% (54% nella Regione); la produzione di energia, in particolare, contribuisce, nel 1995, solo per il 15% alle emissioni regionali di questo gas, mentre il valore nazionale è del 66%. Rilevante risulta, invece, in Campania il contributo del settore trasporti (33,7% nel 1998). Gli altri settori presentano contributi decisamente minori: nel 1998, 4,5% per il civile, ed il 3,2% per agricoltura e pesca.

Solo il settore industriale e quello civile presentano, in Regione, una marcata riduzione delle emissioni nel periodo considerato (- 66% e - 63,4%, rispettivamente). Particolarmente rilevanti sono, invece, gli incrementi che interessano il settore della produzione di energia (+ 67,7%) e quello dei trasporti (+ 7,6%).

**Fig. 3.9 - Emissioni di SO<sub>2</sub> dovute a centrali termoelettriche in Campania**



Le **emissioni di ossidi di azoto** stimate per la Campania ammontano, nel 1998, a circa 98.000 tonnellate <sup>10</sup>. Il valore pro-capite regionale è di circa 17 kg/abitante, sensibilmente inferiore alla media nazionale <sup>11</sup> (28,8 kg/abitante nel 1997), mentre le emissioni per unità di superficie sono di 7,2 t/km<sup>2</sup> contro i 5,5 t/km<sup>2</sup> nazionali del 1997.

Gli andamenti delle emissioni complessive a livello regionale e nazionale sono sostanzialmente diverse, come si evince dalla figura 3.13. L'andamento temporale delle emissioni regionali, contrariamente al dato nazionale, mostra, infatti, una crescita sostenuta nel primo periodo raggiungendo il massimo nel 1993 ed una diminuzione, che riguarda i successivi due anni, mentre dal 1996 si assiste ad una nuova crescita. Le emissioni nazionali presentano, invece, il massimo nel 1992 a cui fa seguito una diminuzione continua ma non costante fino al 1997. Le variazioni percentuali medie nel periodo 1990 – 1997 in cui sono disponibili anche i dati nazionali, mostrano un dato regionale positivo (+ 7,8%), mentre il dato nazionale è in decremento (- 13,7%).

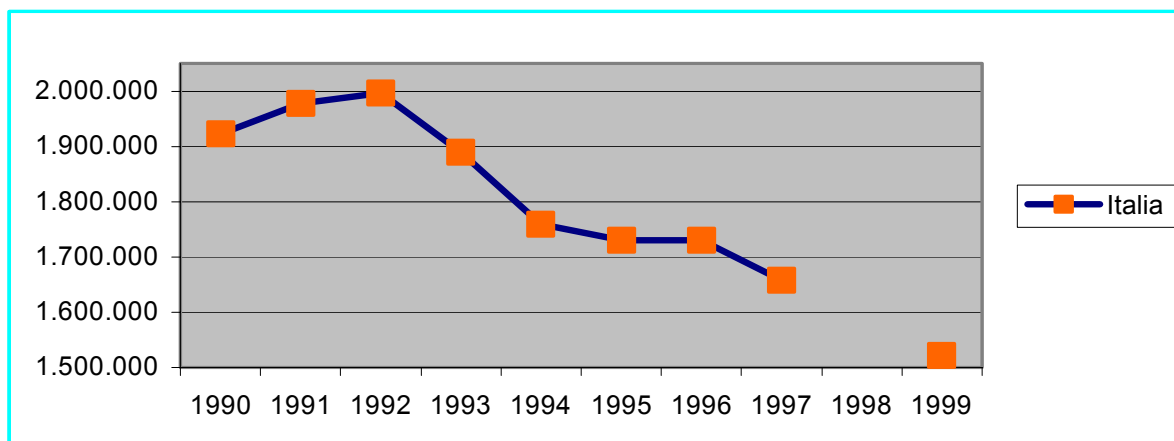
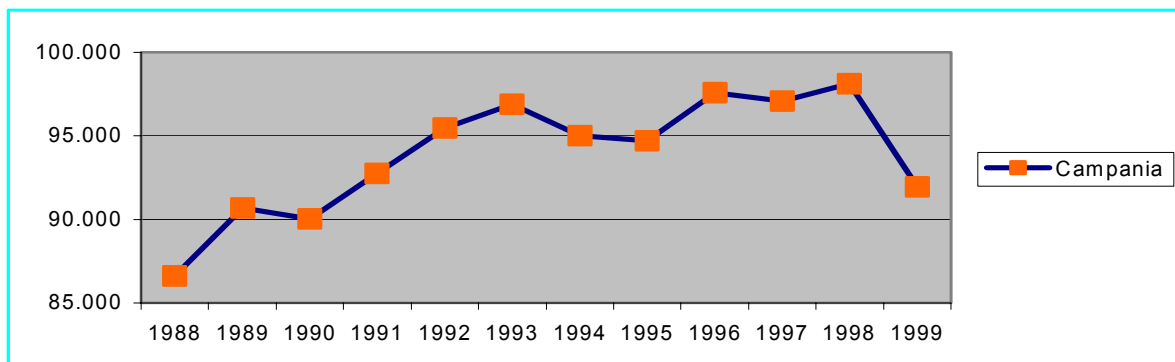
La composizione percentuale evidenzia (v. Fig. 3.14) i trasporti come il settore con le maggiori emissioni di questa sostanza (83,6% nel 1998), mentre risulta significativo, per questo inquinante, il peso del settore agricolo (5,9% nel 1998). Industria e settore energia contribuiscono percentualmente con lo stesso peso (4% ciascuno).

---

<sup>10</sup> per il calcolo sono stati utilizzati i fattori di emissione medi valutati su base nazionale

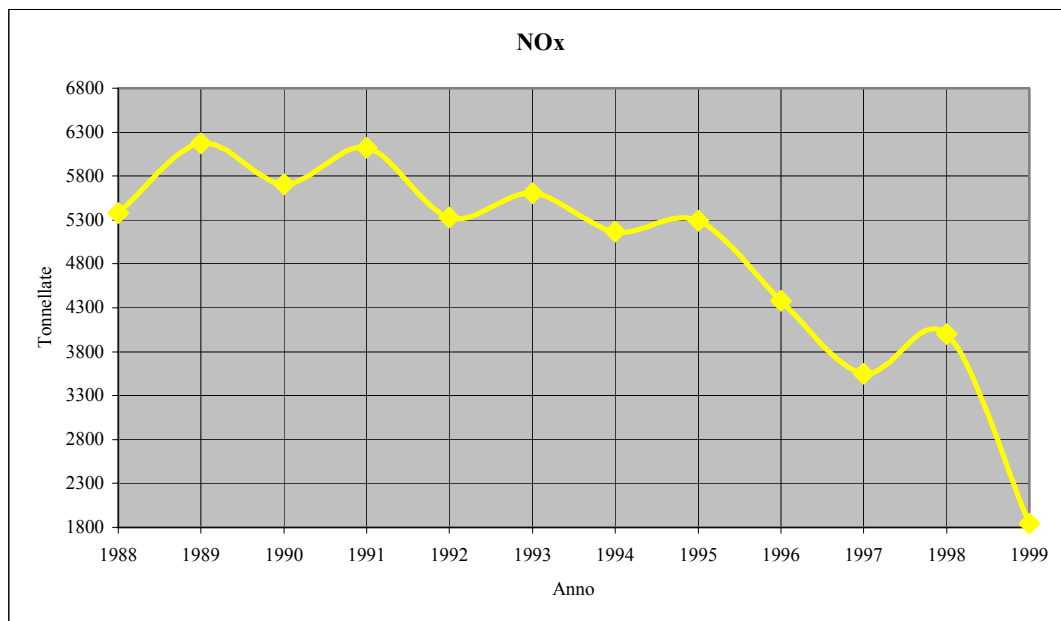
<sup>11</sup> i valori nazionali sono stati ricavati da: ENEA- Rapporto Energia ed Ambiente 2000

Fig. 3.13 - Emissioni complessive di NO<sub>x</sub>: Campania ed Italia (t/a)



Per questo inquinante l'andamento delle emissioni risulta, nel periodo 1988 - 1998, in crescita (v. Fig. 3.15) nel settore dei trasporti (+ 20,5%), nel settore civile (+ 28,6%) ed in quello agricolo (29,8%), mentre il settore energia ed il settore industriale registrano una sensibile diminuzione (- 25,7% e - 37,9%, rispettivamente).

Fig. 3.14 - Emissioni di NO<sub>x</sub>:dovute a centrali termoelettriche in Campania (t/a)



Come anticipato sia l'SO<sub>2</sub> che gli NO<sub>x</sub> sono inquinanti *multi-effetto* nel senso che hanno rilevanza sia per fenomeni di inquinamento su grande scala (piogge acide) sia per fenomeni di tipo locale riconducibili essenzialmente allo stato della qualità dell'aria nelle aree urbane.

Gli inquinanti che per la loro tossicità hanno rilevanza sulla qualità dell'aria sono moltissimi. Tra quelli le cui emissioni sono state stimate nel presente lavoro, oltre ai due appena citati, sono da aggiungere i Composti Organici Volatili (COV), il monossido di carbonio (CO) ed il particolato (PST).

Per la Regione Campania sono state stimate, per il 1998, 82.870 tonnellate di **Composti Organici Volatili** non metanici (COVNM)<sup>12</sup>. La media pro-capite regionale si attesta sui 14 kg per abitante, inferiore al dato nazionale<sup>13</sup> che è di circa 22 kg/abitante. Le emissioni per unità di superficie sono di quasi 61 kg/ha per la Campania contro i 42 kg/ha nazionali.

Le emissioni di Composti Organici Volatili in Campania sono in aumento, così come a livello nazionale dove, a partire dal 1992, si ha solo un rallentamento della crescita anche se, a partire dal 1995 in Italia e dal 1996 in Campania, si denota una

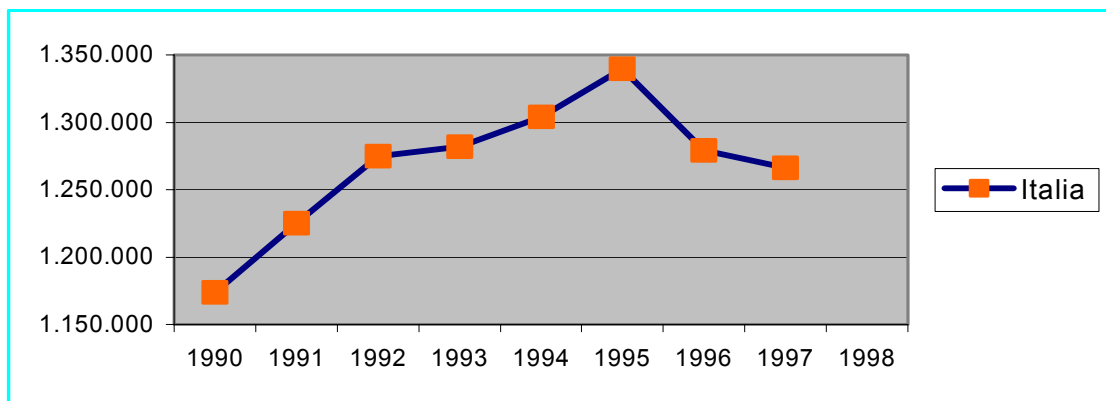
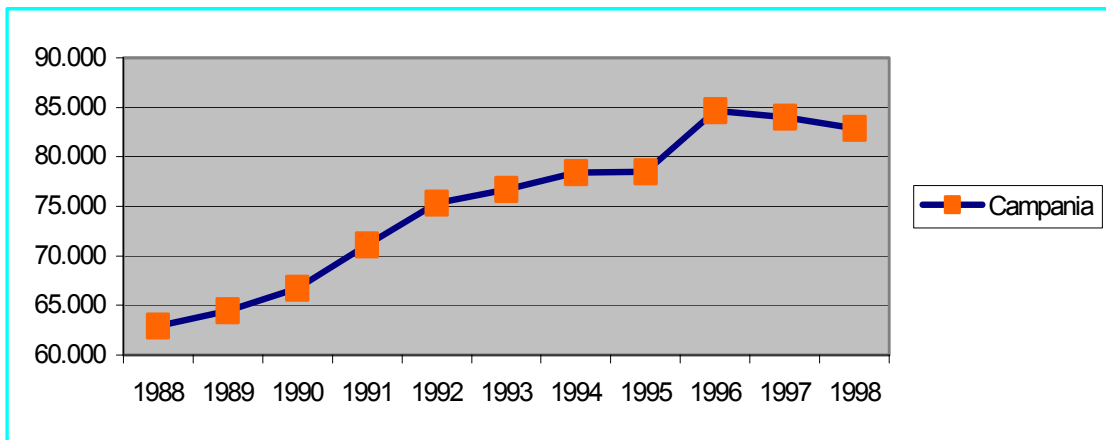
<sup>12</sup> per il calcolo sono stati utilizzati i fattori di emissione medi valutati su base nazionale

<sup>13</sup> i valori nazionali sono stati ricavati da: ENEA- Rapporto Energia ed Ambiente 2000

tendenza alla diminuzione. Nel periodo 1988 – 1998, tuttavia, le emissioni di COV in Campania sono aumentate del 31,7%.

Nella Regione Campania, in perfetta concordanza con il dato nazionale, le emissioni di COVNM sono nella quasi totalità (95% circa) dovute ai trasporti. Il settore dei trasporti ha dunque un peso preponderante sia a livello nazionale che a livello regionale.

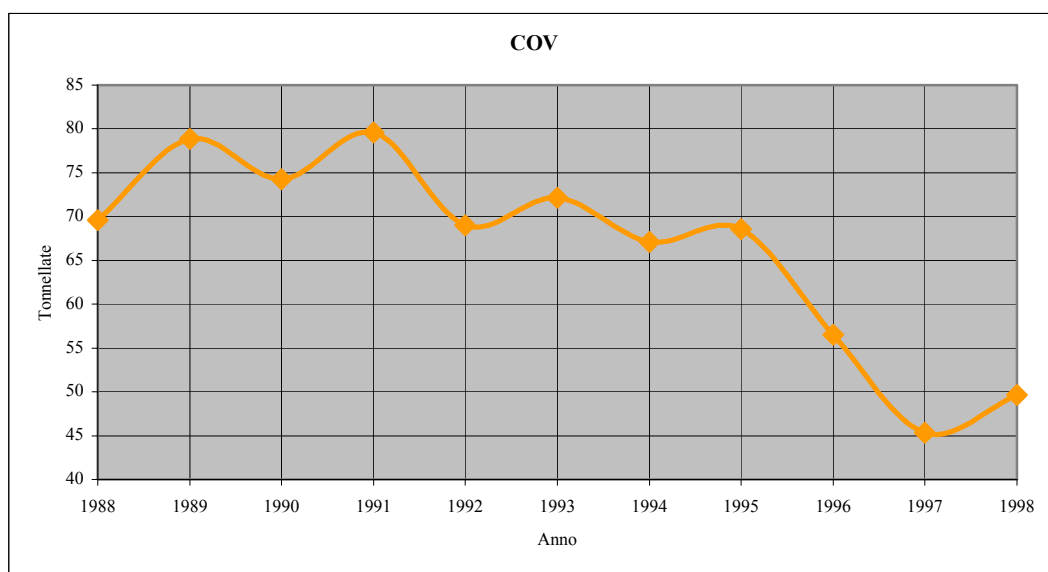
Fig. 3.18 - Emissioni complessive di COVNM: Campania ed Italia: (t/a)



Bisogna in ogni caso ricordare che nel complesso, questi dati, facendo riferimento alle sole attività di tipo energetico, sono, nel caso specifico dei COV, molto parziali. Le emissioni di questo inquinante attribuibili ai processi non energetici coprono in media più di un terzo di quelle dovute alle attività con combustione. Nel 1995, per l'Italia, il contributo di COV provenienti dai trasporti rappresentano una quota

minore (poco più del 50%) calcolati sul totale nazionale comprensivo delle fonti non energetiche, mentre le attività relative all'uso di solventi e per lavorazione e distribuzione di combustibili fossili contribuivano per più del 35% sul totale. Dal punto di vista del carico ambientale va dunque letto con queste proporzioni il dato emissivo basato sul Bilancio Energetico Regionale.

**Fig. 3.18 - Emissioni complessive di COV dovute a centrali termoelettriche in Campania (t/a)**



La composizione percentuale per tipologia di fonti mostra (v. Fig. 3.20) la netta predominanza dei prodotti petroliferi che, nel 1998, contribuiscono alle emissioni dei COV per oltre il 98%; del tutto marginale risulta il contributo del gas naturale, mentre le emissioni prodotte dai combustibili solidi corrispondono appena all'1,4%.

Tra i combustibili liquidi risulta preponderante il peso dei *distillati leggeri* che contribuiscono, nel 1998, per circa l'89% alle emissioni complessive di questa classe; i *distillati medi*, con l'11%, mentre le emissioni derivate dai *distillati pesanti* risultano marginali.

L'andamento della composizione percentuale delle tre tipologie di fonti primarie risulta costante (v. Fig. 3.21). Le emissioni da combustibili solidi presentano, nel periodo considerato, una crescita complessiva del 17,6%. Anche le emissioni dei COV dal gas naturale presentano, nel periodo considerato, un deciso aumento(+ 39%) pur mantenendosi su livelli assoluti trascurabili. Le emissioni da prodotti petroliferi aumentano, invece, nel periodo considerato del 32%.



Nel 1998 sono state emesse sul territorio campano poco più di 500.000 tonnellate di **monossido di carbonio**<sup>14</sup> (v. Fig. 3.22).

La quantità pro-capite è più bassa rispetto alla media nazionale con circa 86 tonnellate per 1.000 abitanti contro le 114 dell'intero Paese<sup>15</sup>, mentre la quantità emessa per ettaro è di circa 368 kg/ha contro il dato nazionale di 217 kg/ha. Contrariamente alla tendenza nazionale per la Campania si registra un andamento in crescita.

Il settore cui è imputabile il maggiore contributo alle emissioni di CO (92% nel 1998) è, com'è usuale per questa sostanza, quello dei trasporti (v. Fig. 3.23), con un andamento che, nel periodo 1988 – 1998, risulta in crescita del 42,5% (v. Fig. 3.24).

La restante parte è imputabile in parti all'incirca uguali al settore agricolo ed al settore civile, mentre il settore industriale e quello della produzione di energia presentano un contributo trascurabile. L'agricoltura presenta, tuttavia, un rilevante decremento nel periodo considerato (- 68%), mentre, viceversa, le emissioni derivanti dal settore civile sono aumentate, nello stesso periodo, del 27%.

La composizione percentuale per tipologia di fonti mostra (v. Fig. 3.25) la netta predominanza dei prodotti petroliferi che, nel 1998, contribuiscono alle emissioni di CO per circa il 96%; del tutto marginale risulta il contributo del gas naturale, mentre le emissioni prodotte dai combustibili solidi corrispondono al 3,9%.

Tra i combustibili liquidi risulta preponderante il peso dei *distillati leggeri*, a riprova dell'incidenza quasi assoluta del settore dei trasporti sull'emissione di questo gas, che contribuiscono, nel 1998, per circa il 93% alle emissioni complessive di questa classe; i *distillati medi* forniscono un apporto ridotto del 7%, mentre risultano sostanzialmente assenti le emissioni derivate dai *distillati pesanti*.

L'andamento della composizione percentuale delle tre tipologie di fonti primarie mostra (v. Fig. 3.26), in particolare, la loro sostanziale stabilità percentuale registrata nel periodo considerato. Le emissioni da prodotti petroliferi e dal gas naturale presentano, perciò, nel periodo considerato, una analoga crescita complessiva (+ 23,3% e + 24,6%, rispettivamente). Anche le emissioni di CO da combustibili solidi presentano, nel periodo considerato, una modesta crescita (+ 18%).

---

<sup>14</sup> per il calcolo sono stati utilizzati i fattori di emissione medi valutati su base nazionale

<sup>15</sup> i valori nazionali sono stati ricavati da: ENEA- Rapporto Energia ed Ambiente 2000

Fig. 3.22 - Emissioni complessive di CO: Campania ed Italia: (t/a)

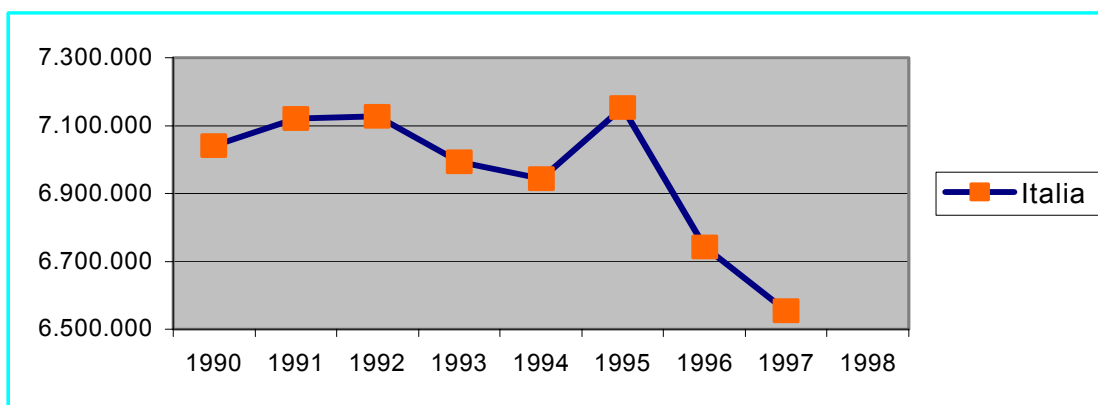
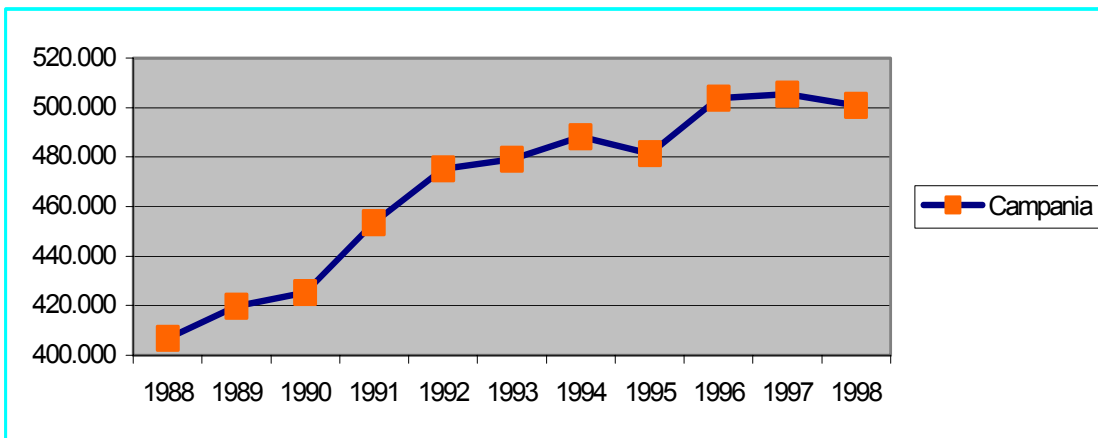
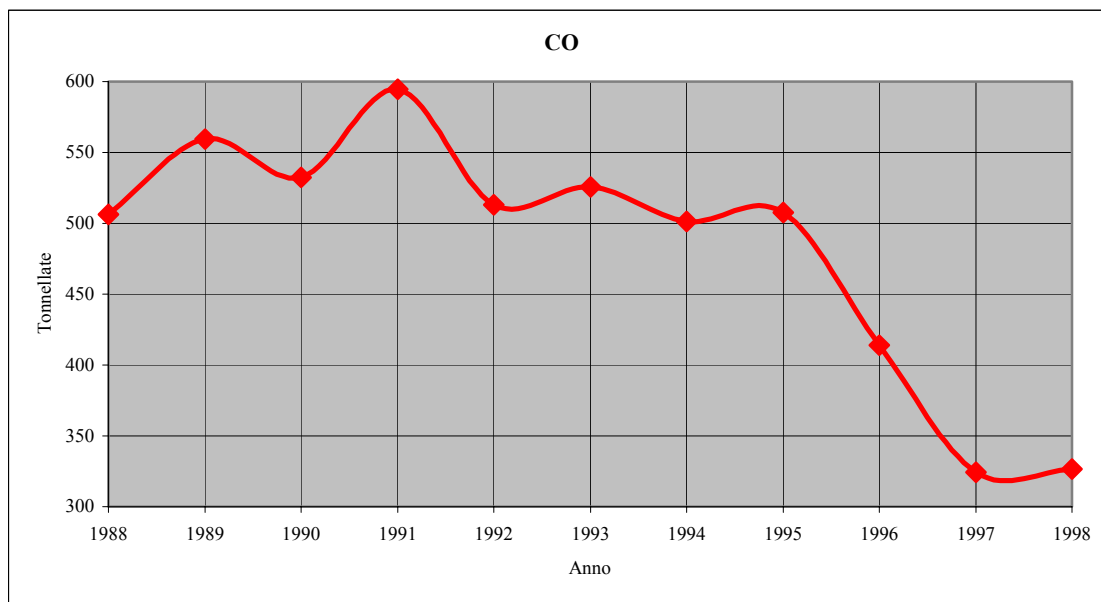


Fig. 3.22 - Emissioni di CO dovute a centrali termoelettriche in Campania



Le emissioni di **particolato** stimate per la Regione Campania, nel 1998, ammontano a circa 8.500 tonnellate<sup>16</sup> (v. Fig. 3.27).

Le quantità emesse per 1.000 abitanti presentano, nel confronto (omogeneo al 1991) con il dato nazionale<sup>17</sup>, i valori migliori tra i sei inquinanti inclusi nell'inventario: 1,5 tonnellate per 1.000 abitanti per la Campania contro le 14 del nazionale. Anche la densità superficiale delle emissioni é più bassa: 6,5 kg per ettaro contro i 27 kg/ha nazionali.

Nel periodo 1988 – 1998 si registra una diminuzione complessiva delle emissioni di PST del 2,5%. Dopo una crescita sostenuta fino al 1992 (con l'eccezione del 1991), la serie storica regionale registra, dal 1993 fino al 1996, una diminuzione continua, ed un nuovo aumento nel biennio successivo.

<sup>16</sup> per il calcolo sono stati utilizzati i fattori di emissione medi valutati su base nazionale

<sup>17</sup> i valori nazionali sono stati ricavati da un precedente Studio dell'ENEA per la Regione dell'Umbria

Fig. 3.27 - Emissioni complessive di particolato: Campania (t/a)

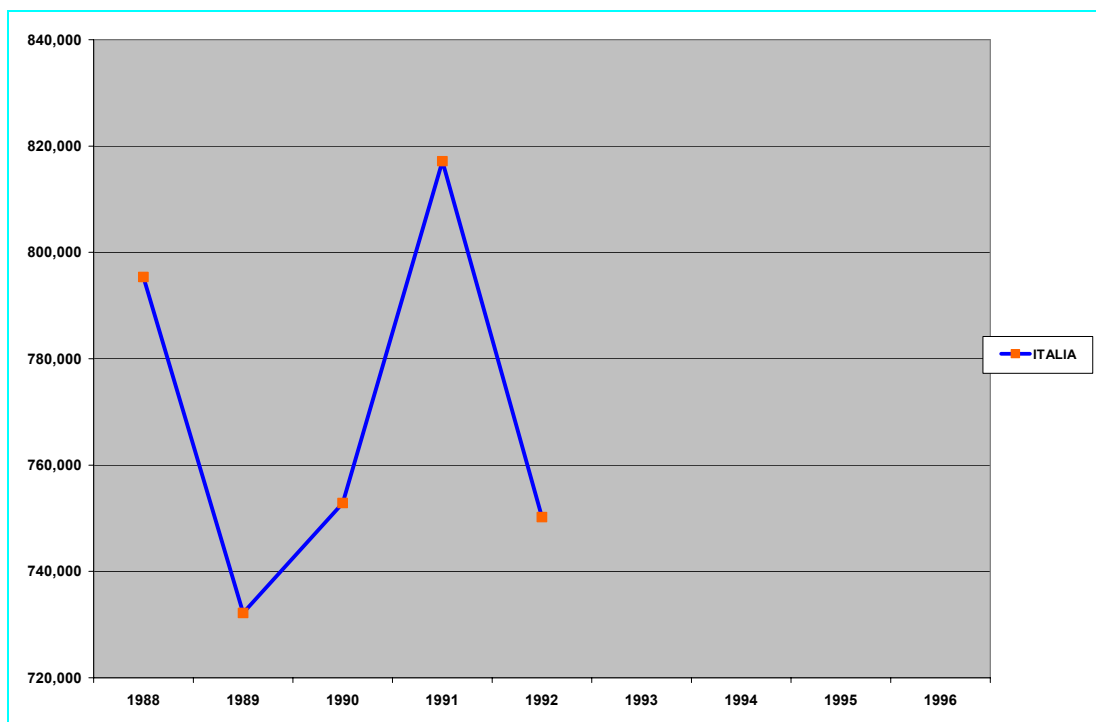
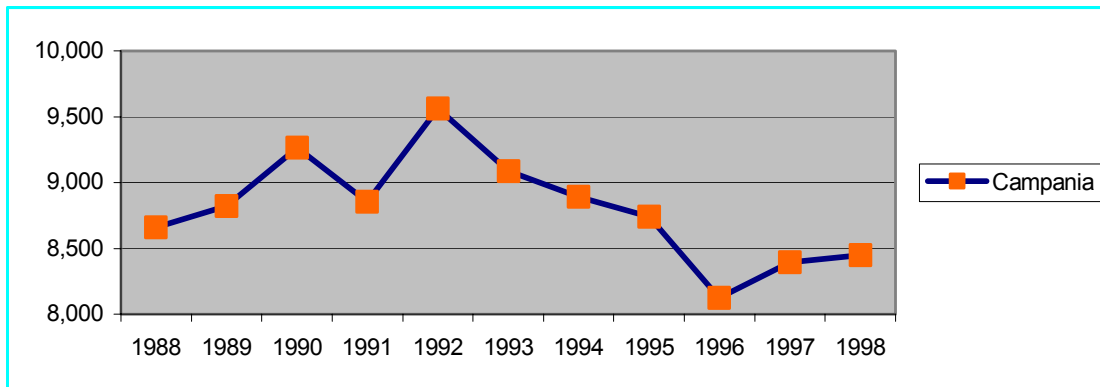
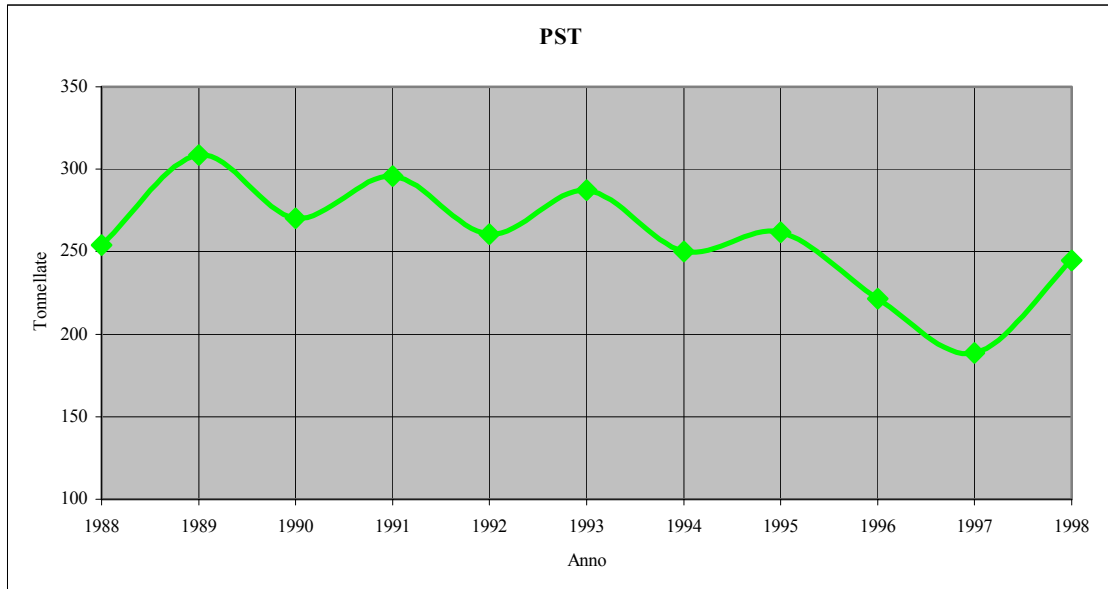


Fig. 3.28 - Emissioni di particolato dovute a centrali termoelettriche in Campania



I trasporti costituiscono il settore a cui sono attribuibili per il 73%, nel 1998, le emissioni regionali (v. Fig. 3.28). Il settore civile contribuisce per il 10%, mentre significativo risulta anche l'apporto del settore agricolo (8,1%), con un andamento che risulta in crescita del 23% nel periodo considerato (v. Fig. 3.29). Anche per il settore civile (+ 20,5%) e per il settore dei trasporti (+ 9,8%) si registra un aumento delle emissioni nel periodo 1988 – 1998, mentre il settore industriale mostra una consistente flessione del 66%; sostanzialmente stabile risulta, infine, il settore energia.

La composizione percentuale per tipologia di fonti mostra (v. Fig. 3.30), anche per questa classe di inquinanti, la netta predominanza dei prodotti petroliferi che, nel 1998, contribuiscono alle emissioni di PST per l'85%, mentre le emissioni prodotte dai combustibili solidi corrispondono all'11,5%; secondario risulta il contributo del gas naturale (3,4%).

Tra i combustibili liquidi risulta preponderante il peso dei *distillati medi*, in particolare del gasolio per autotrazione, a riprova dell'incidenza del settore dei trasporti sull'emissione di questo gas, che contribuiscono, nel 1998, per il 78,5% alle emissioni complessive di questa classe; i *distillati leggeri* un apporto non trascurabile del 16,5%, mentre risultano secondarie le emissioni derivate dai *distillati pesanti*.

L'andamento della composizione percentuale delle tre tipologie di fonti primarie mostra (v. Fig. 3.31), in particolare, la diminuzione registrata nel periodo considerato delle emissioni derivate dai combustibili solidi (- 42,5%). Le emissioni da prodotti petroliferi e dal gas naturale presentano, invece, nel periodo 1988 - 1998, una sostanziale crescita complessiva, (+ 7,2% per i liquidi e + 8% per il gas naturale).

#### 4 - Sintesi dei risultati e considerazioni conclusive

La valutazione delle principali emissioni inquinanti in atmosfera prodotte dalla trasformazione e dal consumo finale di energia sul territorio della Regione Campania, effettuata partendo dai Bilanci Energetici Regionali con la metodologia CORINAIR e l'uso di fattori di emissione medi nazionali, mostra, in generale, un sostanziale allineamento con la situazione nazionale, pur presentando alcune specificità derivanti dalla configurazione del sistema economico ed energetico regionale.

La stima delle emissioni dell'anidride carbonica, CO<sub>2</sub>, in Campania, principale gas-serra climalterante, ammonta, nel 1998, a 15 milioni di tonnellate. Tale valore, tuttavia, rapportato alla popolazione si discosta in modo significativo dalla media nazionale (2,6 t/abitante per anno nella Regione contro 7,5 t/abitante per anno). Questa differenza deve essere imputata, principalmente, alla ridotta attività di produzione termoelettrica presente nella Regione. Nel 1998, infatti, il deficit elettrico della Campania risulta dell'86,6% mentre, nel 1999, si attesta all'82,9%, con una differenza tra energia elettrica prodotta e richiesta di - 13.291 GWh. La potenza efficiente lorda (1.524 MW) rappresenta, infatti, nel 1999, appena il 2,7% di quella nazionale (55.429 MW). Risulta evidente, pertanto, che il quantitativo relativamente modesto di emissioni di CO<sub>2</sub> nella Regione, deriva non tanto da misure di risparmio e di efficienza energetica superiori alla media nazionale, quanto dalla ridotta presenza sul territorio campano di sorgenti puntuali di potenza significativa. In altri termini, le emissioni di CO<sub>2</sub> derivanti dalla produzione di energia elettrica consumata nella Regione gravano sul territorio di altre Regioni esportatrici.

La tendenza generale delle emissioni mostra, nel periodo 1995 - 1998, sia a livello regionale sia a livello nazionale una crescita, dopo un periodo di relativa diminuzione registrata negli anni 1990 - 1994.

Nel 1998, il settore che contribuisce maggiormente alle emissioni regionali di anidride carbonica è quello dei *trasporti* (54%), con l'ovvia conseguenza che i *prodotti petroliferi* rappresentano la tipologia di combustibili che contribuiscono maggiormente (75%) alle emissioni di questo gas serra. Risulta di particolare rilievo, inoltre, evidenziare il crollo delle emissioni da combustibili solidi registrato, dal 1991 (- 85% rispetto al 1990), a seguito della chiusura dello stabilimento siderurgico di Bagnoli.

L'anidride solforosa, SO<sub>2</sub>, e gli ossidi d'azoto, NO<sub>x</sub>, sono tra i principali responsabili dell'acidificazione del territorio attraverso il fenomeno delle *piogge acide*. Per quanto sopra evidenziato per l'anidride carbonica, anche le emissioni specifiche di SO<sub>2</sub> e di NO<sub>x</sub> risultano significativamente inferiori alla media nazionale. Nel 1997 risultano, infatti, prodotte in Regione circa 4,6 tonnellate ogni mille abitanti di anidride solforosa, contro 16,7 tonnellate ogni mille abitanti prodotte in media a livello nazionale, e 17 kg/abitante di NO<sub>x</sub>, contro i circa 29 kg/abitante prodotte in media in Italia.

L'andamento complessivo delle emissioni di SO<sub>2</sub> nel periodo 1990 – 1996 risulta, analogamente a quello nazionale, in diminuzione, mentre nei due anni successivi si nota, in Regione, una modesta ripresa, non riscontrabile, invece, a livello nazionale. Il trend, complessivamente in crescita, delle emissioni regionali di NO<sub>x</sub> nel periodo 1990 – 1997 risulta, invece, opposto a quello nazionale dove, a partire dal 1992, si registra una continua anche se non costante diminuzione.

La distribuzione settoriale delle emissioni di anidride solforosa rispecchia l'attuale assenza nella Regione di grandi impianti sia per la produzione di energia sia di tipo industriale. A questi due settori (in particolare il settore *industriale* con il 35,6%) sono, infatti, imputabili complessivamente, nel 1998, circa il 59% delle emissioni complessive, contro un dato nazionale, al 1995, dell'86% (54% nella Regione).

I prodotti petroliferi sono i principali responsabili delle emissioni di entrambi questi inquinanti, con percentuali quasi assolute (nel 1998, 97,4% per l'anidride solforosa e 93,6% per gli NO<sub>x</sub>). Anche per questi due inquinanti occorre evidenziare il crollo delle emissioni da combustibili solidi registrato, dal 1991 in poi, a seguito della chiusura dello stabilimento siderurgico di Bagnoli.

Gli inquinanti che per la loro tossicità hanno rilevanza sulla qualità dell'aria sono moltissimi. Tra questi, oltre ai due precedenti che sono considerati inquinanti *multi-effetto* nel senso che hanno rilevanza sia per fenomeni di inquinamento su grande scala (piogge acide) sia per fenomeni di tipo locale riconducibili essenzialmente allo stato della qualità dell'aria nelle aree urbane, sono stati considerati i Composti Organici Volatili (COV), il monossido di carbonio (CO) ed il particolato o particelle sospese totali (PST).

Per la Regione Campania sono state stimate, per il 1998, 82.870 tonnellate di Composti Organici Volatili non metanici (COVNM). La media pro-capite regionale si attesta sui 14 kg per abitante, inferiore al dato nazionale che è di circa 22 kg/abitante. Le emissioni di COVNM in Campania sono in aumento, così come a livello nazionale dove, a partire dal 1992, si ha solo un rallentamento della crescita anche se, a partire dal 1995 in Italia e dal 1996 in Campania, si denota una tendenza alla diminuzione. Bisogna in ogni caso ricordare che nel complesso, questi dati, facendo riferimento alle sole attività di tipo energetico, sono, nel caso specifico dei COV, molto parziali. Le emissioni di questo inquinante attribuibili ai processi non energetici coprono, infatti, in media più di un terzo di quelle dovute alle attività con combustione.

Nella Regione Campania, in perfetta concordanza con il dato nazionale, le emissioni di COVNM sono nella quasi totalità (95% circa) dovute ai *trasporti*. Questo settore ha, dunque, un peso preponderante sia a livello nazionale che a livello regionale.

Risulta, quindi, evidente come i prodotti petroliferi siano i responsabili quasi assoluti (oltre il 98% nel 1998) delle emissioni di questa classe di inquinanti.

Nel 1998 sono state emesse sul territorio campano poco più di 500.000 tonnellate di monossido di carbonio (CO). La quantità pro-capite è più bassa rispetto alla media nazionale con circa 86 tonnellate per 1.000 abitanti contro le 114 tonnellate per 1.000 abitanti dell'Italia. Contrariamente alla tendenza nazionale, per la Campania si

registra un andamento in crescita; in particolare risulta divergente l'andamento mostrato a partire dal 1995 (in crescita per la Regione, in diminuzione a livello nazionale).

Il settore cui è imputabile il maggiore contributo alle emissioni di CO (92% nel 1998) è, com'è usuale per questa sostanza, quello dei *trasporti*, con un andamento che, nel periodo 1988 – 1998, risulta in crescita del 42,5%. Ne risulta che anche per questo inquinante risulta preponderante il peso delle emissioni derivate dai prodotti petroliferi (95,8% nel 1998).

Le emissioni di particolato (PST) stimate, infine, per la Regione Campania, nel 1998, ammontano a circa 8.500 tonnellate. Per l'assenza di dati recenti a livello nazionale, il confronto della situazione regionale con quella italiana risulta parziale.

Le quantità emesse per 1.000 abitanti presentano, tuttavia, nel confronto (omogeneo al 1991) con il dato nazionale i valori migliori tra i sei inquinanti considerati: 1,5 tonnellate per 1.000 abitanti per la Campania contro le 14 tonnellate per 1.000 abitanti del nazionale.

Nel periodo 1988 – 1998 si registra nella Regione una diminuzione complessiva delle emissioni di particolato del 2,5%, anche se, nell'ultimo biennio, si verifica una ripresa dopo il minimo registrato nel 1996. Il settore dei *trasporti* è anche per questa tipologia di inquinanti il principale responsabile, con un contributo percentuale che, nel 1998, è del 73%. Il settore civile contribuisce per il 10%, mentre significativo risulta, ed in crescita del 23% nel periodo 1988 – 1998, l'apporto del settore agricolo, analogamente alle emissioni di NO<sub>x</sub>. Preponderante risulta, perciò, il contributo dei prodotti petroliferi (85% nel 1998), mentre le emissioni dei combustibili solidi corrispondono, nel 1998, all'11,5%.

In definitiva, le caratteristiche del sistema energetico ed economico della Regione Campania, caratterizzato da una ridotta attività di produzione di energia termoelettrica e dall'assenza attuale di grandi insediamenti industriali, comportano che, per l'anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) la principale fonte di emissione è dovuta ai processi di trasformazione termoelettrici. Un contributo non irrilevante (11%), ma comunque inferiore alla media nazionale, che è di circa il 37% nel 1999, è dato dalla CO<sub>2</sub>, la cui emissione è peraltro in forte crescita nel 1999. Per tutti gli altri principali inquinanti in atmosfera considerati derivanti dai processi di combustione dell'energia, il settore dei *trasporti* sia il principale responsabile delle emissioni regionali.



## 5 - Le emissioni in Campania per Provincia

Allo stato attuale vanno approfondite le conoscenze sui livelli di efficienza di ogni singolo impianto termoelettrico presente in Campania.

La stima che viene qui allegata è effettuata sulla base della quantità di produzione di energia elettrica, mantenendo costante l'efficienza media di produzione nelle varie province.

La Tabella che segue evidenzia la produzione di energia elettrica suddivisa per provincie della Campania, con evidenziata la potenza media prodotta nell'anno 2000.

	<b>Anno 2000</b>	
Milioni di kWh	<b>Produzione Lorda</b>	
		Termoelettrica
CASERTA		1.061,8
NAPOLI		1.821,7
BENEVENTO		
AVELLINO		
SALERNO		23,4
<b>Campania</b>		<b>2.906,9</b>

Sulla base di tale potenza, sono state ricavate le seguenti emissioni suddivise per provincia:

Anno 200	CO <sub>2</sub> T/a x 1000	SO <sub>2</sub> T/a	No <sub>x</sub> T/a	COV T/a	CO T/a	PST T/a
CASERTA	730	1095	657	18	117	91
NAPOLI	1250	1880	1128	31	200	156
BENEVENTO						
AVELLINO						
SALERNO	20	23	15	1	3	3
<b>Campania</b>	2000	3000	1800	50	320	250

Per il calcolo si è considerato il dato delle emissioni 1999, così come ricavato dalla rete SINANET.

Si sottolinea che un più attento esame delle singole installazioni può comportare una distribuzione delle emissioni leggermente diversa da quella qui riportata, specialmente con riferimento ai singoli micronquinanti.

## 6 - Quadro normativo italiano ed europeo

La Comunità Europea durante il periodo 1980-92 ha posto Limiti e Valori Guida per biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), materiale particolato (PM), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), ozono (O<sub>3</sub>), e piombo (Pb).

Nel periodo 1992-96 l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha aggiornato per due volte le linee guida per biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), materiale particolato (PM) e ozono (O<sub>3</sub>).

Attualmente l'Unione Europea sta rivedendo, anche a seguito dell'aggiornamento delle linee guida dell'OMS, in base alla Direttiva Quadro sulla Qualità dell'Aria (FWD: *Framework Directive on ambient air quality assessment and management*)<sup>18</sup>, i Limiti e i Valori Guida per biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), materiale particolato (PM), piombo (Pb), monossido di carbonio (CO), benzene e ozono (O<sub>3</sub>). In particolare per biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), materiale particolato (PM) e piombo (Pb) sono stati già definiti, nella direttiva 1999/30/CE del 22/4/99, i nuovi valori limite, mentre per monossido di carbonio (CO), benzene e ozono (O<sub>3</sub>) le attività di finalizzazione delle direttive sono ancora in corso.

In Italia la normativa vigente prevede cinque tipi di vincoli alle concentrazioni di sostanze inquinanti in atmosfera:

- valori limite, per la salvaguardia della salute umana da esposizione ad agenti inquinanti su tutto il territorio nazionale;
- valori guida, finalizzati alla prevenzione a lungo termine in materia di salute e protezione dell'ambiente e a costituire parametri di riferimento per l'istituzione di zone specifiche di protezione ambientale per le quali è necessaria una particolare tutela della qualità dell'aria;
- livelli di attenzione e livelli di allarme, con specifico riferimento alla protezione della salute da effetti acuti in aree urbane;
- obiettivi di qualità, finalizzati alla protezione a lungo termine della salute umana in aree urbane.

La tabella 2.2 dà una visione sintetica dei diversi vincoli attualmente vigenti in materia di qualità dell'aria, con riferimento alle diverse sostanze inquinanti, agli indici statistici considerati, al tempo di mediazione e al periodo di riferimento. Nella tabella 2.3 si riportano i nuovi Limiti nell'ambito della Direttiva 1999/30/CE del 22/4/99; nella tabella 2.4 vengono riportate le proposte attualmente in discussione in Unione Europea relativamente ai limiti alle concentrazioni di benzene, monossido di carbonio e ozono.

---

<sup>18</sup> La Direttiva Quadro sull'inquinamento atmosferico è stata recepita in Italia con Decreto DL 4/8/99 n. 351 pubblicato su G.U. del 13/10/99.

L'inquinamento nelle aree industriali è caratterizzato dalla presenza di sostanze inquinanti tipiche dei processi produttivi che hanno luogo nel sito. Oltre ai "macroinquinanti" tradizionali quali biossido di zolfo, biossido di azoto, composti organici volatili diversi dal metano, monossido di carbonio, particelle sospese, vanno considerate le sostanze alogenate, i metalli pesanti, i composti organici persistenti (comprese diossine e furani), gli alogeni tal quali. Non vanno dimenticate inoltre le sostanze odorigene che, a fronte di concentrazioni talvolta prossime ai limiti di rilevabilità, deteriorano l'ambiente e producono grave disagio agli occupati e alla popolazione residente nell'intorno del sito industriale. A livello nazionale con riferimento alla qualità dell'aria la normativa attuale prevede limiti alle concentrazioni di fluoro (F) (DPCM 28/3/83) (vedi tabella 2.2).

**Tabella 2.2: Limiti alle concentrazioni di inquinanti dell'aria previsti dalla normativa nazionale**

INQUINANTE	PERIODO DI RIFERIMENTO	LIMITE ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	TEMPO DI MEDIAZIONE DEI DATI	COMMENTI
BIOSSIDO DI ZOLFO	anno (1 apr.-31 mar.)	80 (mediana) 250 (98° percentile) <sup>1</sup>	giorno	Valori limite DPR 203/24.5.1988
	semestre freddo (1 ott.-31 mar.)	130 (mediana)	giorno	Valore limite DPR 203/24.5.1988
	anno (1 apr.-31 mar.)	40-60 (media aritm.)	giorno	Valore guida DPR 203/24.5.1988
	giorno	100-150	giorno	Valore guida DPR 203/24.5.1988
	giorno	125 (attenzione) 250 (allarme)	giorno	Livelli di attenzione e di allarme DM 25.11.1994
PARTICOLATO (gravimetrico)	anno	150 (media arit.) 300 (95° percentile)	giorno	Valori limite DPR 203/24.5.1988
	giorno	150 (attenzione) <sup>2,3</sup> 300 (allarme) <sup>2,3</sup>	giorno	Livelli di attenzione e di allarme DM 25.11.1994
PARTICOLATO (fumi neri)	anno (1 apr.-31 mar.)	40-60 (media aritm.)	giorno	Valore guida DPR 203/24.5.1988
	giorno	100-150 (media aritm.)	giorno	Valore guida DPR 203/24.5.1988
BIOSSIDO DI AZOTO	anno (1 gen.-31 dic.)	200 (98° percentile)	ora	Valore limite DPR 203/24.5.1988
	anno (1 gen.-31 dic.)	50 (mediana)	ora	Valore guida DPR 203/24.5.1988
	anno (1 gen.-31 dic.)	135 (98° percentile)	ora	Valore guida DPR 203/24.5.1988
	ora	200 (attenzione) 400 (allarme)	ora	Livelli di attenzione e di allarme DM 25.11.1994
OZONO	ora	200 <sup>4</sup>	ora	Valore limite DPCM 28.3.1983
	ora	180 (attenzione) <sup>2</sup> 360 (allarme) <sup>2</sup>	ora	Livelli di attenzione e di allarme DM 16.5.96
	8 ore	110 (media mobile trascinata)	ora	Livello per la protezione della salute DM 16.5.96
	ora	200	ora	Livello per la protezione della vegetazione DM 16.5.96
	giorno	65	ora	Valore limite DPCM 28.3.1983
IDROCARBURI NON METANICI	3 ore	200 (media aritm.) <sup>6</sup>	ora	Valore limite DPCM 28.3.1983
MONOSSIDO DI CARBONIO	ora	40000	ora	Valore limite DPCM 28.3.1983
	8 ore	10000 (media aritm.)	ora	Valore limite DPCM 28.3.1983
	ora	15000 (attenzione) 30000 (allarme)	ora	DM 25.11.1994
FLUORO	giorno	20	giorno	Valore limite DPCM 28.3.1983
	mese	10 (media aritm.)	giorno	Valore limite DPCM 28.3.1983
PIOMBO	anno	2 (media aritm.)	giorno	Valore limite DPCM 28.3.1983
PM10	anno	60 (media mobile) <sup>7</sup> 40 (media mobile) <sup>8</sup>	giorno	Obiettivo qualità DM 25.11.94
BENZENE	anno	15 (media mobile) <sup>7</sup> 10 (media mobile) <sup>8</sup>	giorno su base oraria	Obiettivo qualità DM 25.11.94
IPA con riferimento al BENZO(A)PIRENE	anno	0,0025 (media mobile) <sup>7</sup> 0,0010 (media mobile) <sup>8</sup>	giorno	Obiettivo qualità DM 25.11.94

Note alla tabella

*DPCM 28.3.1983: limiti massimi accettabili degli inquinanti atmosferici con riferimento alle concentrazioni ed all'esposizione.*

*DPR 203/24.5.1998: limiti massimi ammissibili per le concentrazioni e l'esposizione con riferimento all'inquinamento atmosferico e i valori limite e guida per la qualità dell'aria.*

*DM 25 Novembre 1994: aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al decreto ministeriale 15 aprile 1994.*

*DM 16 Maggio 1996: attivazione di un sistema di sorveglianza di inquinamento da ozono.*

*1 Ai sensi del DPR 203/88 si devono prendere tutte le misure atte ad evitare il superamento di questo valore per più di 3 giorni consecutivi.*

*2 I valori delle concentrazioni di particelle sospese totali misurate in modo non automatico con metodo gravimetrico, concorrono alla determinazione degli stati di attenzione e di allarme e ai*

*conseguenti provvedimenti da adottare, compatibilmente con i tempi necessari per il completamento delle operazioni di prelievo e di misurazione.*

*3 Questi valori corrispondono ai valori fissati come standards di qualità nel DPCM 28/3/83.*

*4 Da non raggiungere più di una volta al mese.*

*5 Questi valori corrispondono rispettivamente alla soglia per l'informazione alla popolazione e alla soglia di allarme previste dalla direttiva 92/72/CEE sull'inquinamento dell'aria provocato dall'ozono.*

*6 In periodo del giorno da specificarsi secondo le zone a cura delle autorità regionali competenti; da adottarsi soltanto nelle zone e nei periodi dell'anno nei quali si siano verificati superamenti*

*significativi dello standard dell'aria per l'ozono (200 µg/m<sup>3</sup>).*

*7 Va l o re medio annuale di riferimento da raggiungere e rispettare dall'1 gennaio 1996 al 31 dicembre 1998.*

*8 Va l o re medio annuale di riferimento da raggiungere e rispettare dall'1 gennaio 1999.*

**Tabella 2.3: Limiti alle concentrazioni di inquinanti dell'aria indicati dalla Direttiva 1999/30/CE**

inquinante	tipo di limite	limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	tempo di mediazione dei dati	marginie di tolleranza	entrata in vigore
<b>biossido di zolfo</b>	valore limite per la protezione della salute umana	350 (da non superare più di 24 volte l'anno)	media oraria	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (43%) all'entrata in vigore della presente normativa, con una riduzione lineare il 1° gennaio 2001 ed ogni dodici mesi successivi, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2005	1° gennaio 2005
	valore limite per la protezione della salute umana	125 (da non superare più di 3 volte l'anno)	media nelle 24 ore	nessuno	1° gennaio 2005
	valore limite per la protezione degli ecosistemi	20	media anno e inverno	nessuno	19 luglio 2001
<b>biossido di azoto</b>	valore limite per la protezione della salute umana	200 (da non superare più di 18 volte l'anno)	media oraria	50% all'entrata in vigore della presente normativa, con una riduzione lineare il 1° gennaio 2001 ed ogni dodici mesi successivi, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
	valore limite per la protezione della salute umana	40	media anno	50% all'entrata in vigore della presente normativa, con una riduzione lineare il 1° gennaio 2001 ed ogni dodici mesi successivi, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
<b>ossidi di azoto</b>	valore limite per la protezione degli ecosistemi	30	media anno	nessuno	19 luglio 2001
<b>PM10 (fase 1)</b>	valore limite per la protezione della salute umana	50 (da non superare più di 35 volte l'anno)	media nelle 24 ore	50% all'entrata in vigore della presente normativa, con una riduzione lineare il 1° gennaio 2001 ed ogni dodici mesi successivi, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2005	1° gennaio 2005
	valore limite per la protezione della salute umana	40	media anno	50% all'entrata in vigore della presente normativa, con una riduzione lineare il 1° gennaio 2001 ed ogni dodici mesi successivi, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2005	1° gennaio 2005
<b>PM10 (fase 2)</b>	valore limite per la protezione della salute umana	50 (da non superare più di 7 volte l'anno)	media nelle 24 ore	in base ai dati, deve essere equivalente al valore limite della fase 1)	1° gennaio 2010
	valore limite per la protezione della salute umana	20	media anno	50% al 1° gennaio 2005 con riduzione ogni dodici mesi successivi, per raggiungere lo 0% entro il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
<b>piombo</b>	valore limite per la protezione della salute umana	0,5	media anno	100% all'entrata in vigore della presente normativa, con una riduzione lineare il 1° gennaio 2001 ed ogni dodici mesi successivi, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2005	1° gennaio 2005

**Tabella 2.4: Limiti alle concentrazioni degli inquinanti dell'aria in discussione presso l'Unione Europea**

inquinante	tipo di limite	limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	indice	marginie di tolleranza	entrata in vigore
<b>ozono</b>	valore obiettivo per la protezione della salute umana	120 (da non superare in più di venti giorni in un anno di calendario mediato su tre anni)	massimo valore ottenuto calcolando la media mobile su otto ore		da raggiungere entro il 2010
	valore obiettivo per la protezione della vegetazione	17000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ (mediato su cinque anni)	AOT40 calcolato sul valore orario da maggio a luglio		da raggiungere entro il 2010
	soglia di informazione	180	media oraria		
	soglia di allarme	240	media oraria		
	obiettivo a lungo termine per la salvaguardia della salute umana	120	massimo valore ottenuto calcolando la media mobile su otto ore		
	obiettivo a lungo termine per la salvaguardia della vegetazione	6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$	AOT40 calcolato sul valore orario da maggio a luglio		
<b>monossido di carbonio</b>	valore limite per la protezione della salute umana	10.000	massimo valore della concentrazione media su 8 ore	6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (100%) all'entrata in vigore della presente normativa, riducendo dal 1° gennaio 2003 e ogni 12 mesi successivi di 2000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ fino a raggiungere lo 0% nel gennaio del 2005	1° gennaio 2005
<b>benzene</b>	valore limite per la protezione della salute umana	5	media anno	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (100%) all'entrata in vigore della presente normativa, riducendo dal 1° gennaio 2006 e ogni 12 mesi successivi di 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ fino a raggiungere lo 0% nel gennaio del 2010	1° gennaio 2010