

## 4. CLIMA E ATMOSFERA

*Clima: Vito La Ghezza*

*Qualità dell'aria: Lorenzo Angiuli*

*Emissioni: Stefano Spagnolo*



## 4.1 Introduzione

### **Clima**

Il clima è inteso come l'insieme delle condizioni atmosferiche medie (temperatura, precipitazione, direzione prevalente del vento, pressione, ecc) che caratterizza una specifica area geografica ottenute da rilevazioni omogenee dei dati per lunghi periodi. Esso ricopre un ruolo fondamentale nei processi di modellamento e di degrado di un territorio sia dal punto di vista fisico - biologico che dal punto di vista socio - economico. È ormai divenuto evidente che il clima del nostro pianeta sta mutando con una velocità paragonabile alla scala temporale dell'uomo. L'aumento sempre costante dei principali "forcings" del sistema atmosfera-oceano, essenzialmente le emissioni dei gas clima-alteranti (o gas serra), sembra essere il principale candidato di questo cambiamento (IPCC, 2001). La variazione della composizione dell'atmosfera ha innescato una serie di effetti fra i quali l'aumento della temperatura a scala globale e il mutamento del regime e delle intensità delle precipitazioni a scala regionale. Gli effetti di tali cambiamenti climatici agiscono in più direzioni: sugli ecosistemi (perdita della biodiversità, aumento della frequenza degli incendi, variazione dei cicli fenologici, affermazione di specie alloctone migranti), sul ciclo idrogeologico (modifica degli afflussi/deflussi nelle dighe, depauperamento della falda idrica con conseguente intrusione marina verso l'entroterra, aumento della pericolosità idrogeologica), sullo sviluppo economico (settore agricolo in primis) e sulla stessa salute dell'uomo (maggiore frequenza delle ondate di calore estive, maggiore esposizione agli allergeni ed agli inquinanti atmosferici).

### **Qualità dell'aria**

Il PM<sub>10</sub>, l'NO<sub>2</sub>, e l'ozono nei mesi estivi, sono gli unici inquinanti per i quali nel 2008 sono stati registrati superamenti dei limiti di legge. Al contrario, gli inquinanti classici (benzene, CO e SO<sub>2</sub>) non sembrano rappresentare un pericolo per la salute umana, come attestato dai valori molto inferiori ai limiti indicati dalla normativa. Se questa è la situazione di fondo, ci sono in regione situazioni localizzate di criticità, legate alla presenza di fonti industriali o ad altre emissioni locali. Per l'approfondimento di queste problematiche, rimandiamo alle Schede contenute nel presente capitolo.

Le reti pubbliche di monitoraggio della qualità dell'aria, che dopo un articolato iter tecnico-burocratico sono tutte gestite da ARPA, mostrano una distribuzione disomogenea sul territorio e contengono cabine che non soddisfano i criteri posti dalla normativa per la costruzione delle reti. Per queste ultime cabine, i cui dati sono stati esclusi dalle elaborazioni del presente volume, ARPA ha avviato il processo per la ricollocazione e la riqualificazione che dovrebbe ragionevolmente essere portato a termine nel corso del 2009.

I dati rilevati dalle reti di rilevamento di qualità dell'aria, aggiornati con frequenza quotidiana, sono disponibili sul sito web di ARPA Puglia (<http://www.arpa.puglia.it/ReteRilevamento>). Allo stesso indirizzo web è possibile consultare e scaricare le relazioni sulle campagne di monitoraggio condotte con i laboratori mobili o con strumentazione portatile nei diversi Comuni della regione.

### **Emissioni**

Le emissioni in atmosfera della Puglia sono prevalentemente di tipo industriale e localizzate in aree ben definite e nei pressi dei grossi impianti industriali. La componente del traffico, invece, risulta marginale se si confrontano i dati di emissione della Puglia, per esempio di PM<sub>10</sub>, rispetto a quelli delle regioni del Centro-nord. Le emissioni in atmosfera sono stimate attraverso gli inventari delle emissioni coerenti alla metodologia CORINAIR1 adottata a livello Comunitario. I dati di emissione considerati nel presente capitolo sono quelli dell'inventario delle emissioni in atmosfera provinciali realizzato da ISPRA e riferito al quindicennio 1990-2005.

---

<sup>1</sup> Il progetto CORINAIR è parte del programma comunitario CORINE (Coordinated information on the environment in the European community).


## 4.2 Quadro sinottico indicatori

Subtematica	Nome indicatore	DPSIR	Fonte dei Dati	Paragrafo
<b>Clima</b>	Rete di monitoraggio stazioni meteo		Reti regionali	4.2.1.1
	Anomalia della temperatura media annuale e mensile		Ufficio Idrografico e Mareografico Regione Puglia	4.2.1.2
	Anomalia della precipitazione cumulata annuale e mensile		Ufficio Idrografico e Mareografico Regione Puglia	4.2.1.3
	Anomalia dell'intensità di precipitazione giornaliera		Ufficio Idrografico e Mareografico Regione Puglia	4.2.1.4
	Trend della temperatura media annuale		Ufficio Idrografico e Mareografico Regione Puglia	4.2.1.5
	Trend della precipitazione cumulata annuale		Ufficio Idrografico e Mareografico Regione Puglia	4.2.1.6
<b>Qualità dell'aria</b>	PM <sub>10</sub>	S	ARPA Puglia, Comune di Bari, Comune di Lecce, Provincia di Lecce	4.2.2.1
	NO <sub>2</sub>	S	ARPA Puglia, Comune di Bari, Comune di Lecce, Provincia di Lecce	4.2.2.2
	O <sub>3</sub>	S	ARPA Puglia, Comune di Bari, Comune di Lecce, Provincia di Lecce	4.2.2.3
	Benzene	S	ARPA Puglia, Comune di Bari, Comune di Lecce, Provincia di Lecce	4.2.2.4
<b>Emissioni</b>	Andamento delle emissioni di CO <sub>2</sub> in Puglia	P	ISPRA	4.2.3.1
	Trend delle Emissioni di NH <sub>3</sub> , C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> , COVNM, SO <sub>x</sub> , Diossine, IPA, CH <sub>4</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , PM <sub>10</sub> e N <sub>2</sub> O in Puglia		ISPRA	4.2.3.2
	Andamento delle emissioni settoriali	P	ISPRA	4.2.3.3
	Emissioni industriali	P	ISPRA - ARPA	4.2.3.4
	Trend regionale delle emissioni industriali	P	ISPRA	4.2.3.5

## 4.2.1 Clima

### 4.2.1.1 Rete di monitoraggio stazioni meteo

Nome indicatore	DPSIR	Fonte dei Dati
Rete di monitoraggio stazioni meteo	S	Reti regionali

Obiettivo	Disponibilità dei Dati	Copertura		Stato	Trend
		Temporale	Spaziale		
Valutare la quantità di dati a disposizione, la distribuzione e la percentuale di dati mancanti	**	2008	R		

Lo studio del clima e dei suoi cambiamenti si basa sulle analisi delle serie temporali delle più importanti variabili climatiche, quali la temperatura e la precipitazione cumulata. La quantità e la qualità dei dati di origine, rilevati dalle stazioni di osservazione meteorologica, possono influenzare notevolmente le analisi stesse, falsandone i risultati o rendendo inapplicabili alcune operazioni di geostatistica (es: distribuzione spaziale delle temperature o individuazione di aree con anomalia di precipitazione, ecc). La quantità dei dati è strettamente connessa alla densità superficiale delle stazioni di rilevamento, alla distribuzione delle stesse e alla percentuale di dati mancanti presenti all'interno dei database. La qualità dei dati è funzione delle caratteristiche tecniche della centralina (sensibilità dello strumento, frequenza del rilievo, tipologia di acquisizione, ecc), della tipologia di controllo di validità dei dati (controlli di soglia, controlli di consistenza interni, controlli climatologici con altre stazioni di misura, ecc) e della loro omogeneità (dedotta dalla "storia" o metadata della centralina meteo).

Fig. 4.1 – Caratteristiche delle stazioni di monitoraggio utilizzate e della quantità di dati associata

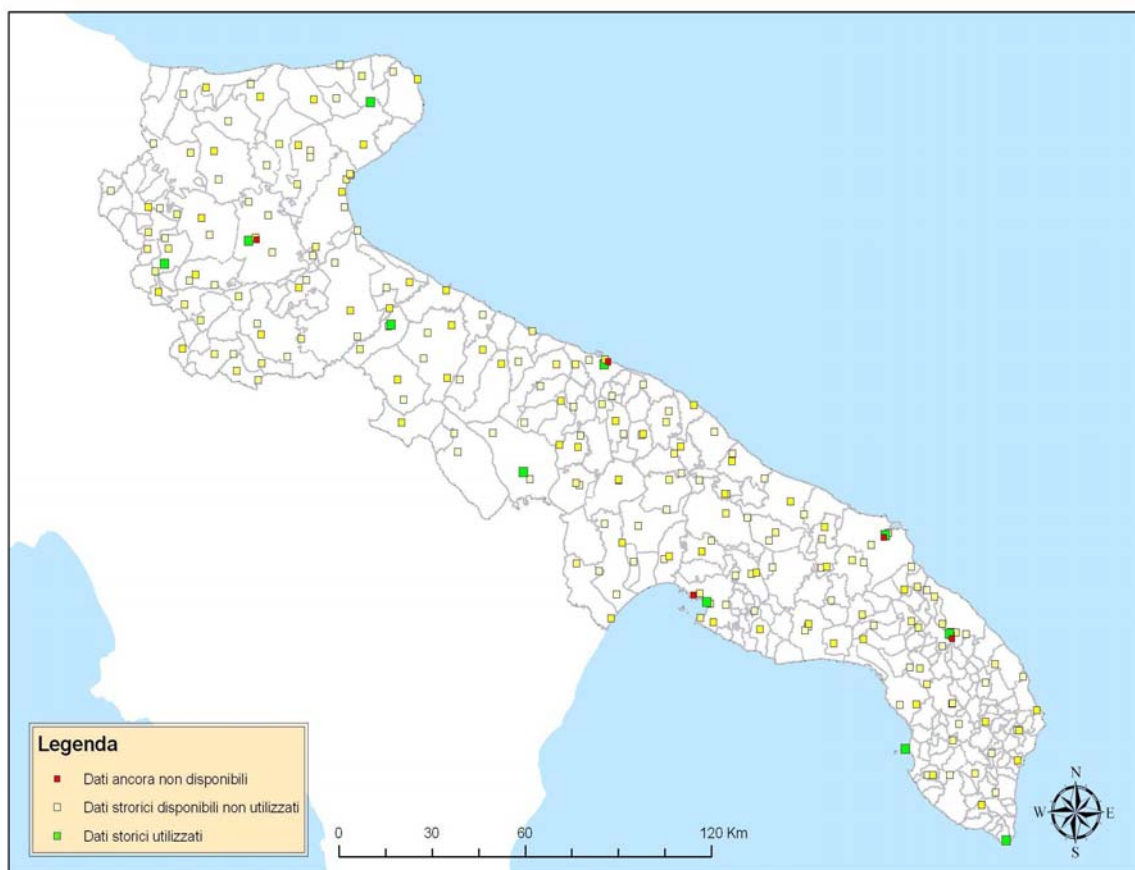
Stazioni utilizzate per le elaborazioni	Coordinate wgs84/UTM33		Quota m.s.l.m.	Dati termometrici		Dati pluviometrici	
	Nord	Est		Lacune*	dati mancanti	Lacune**	dati mancanti
				anni	%	anni	%
1	Altamura	4520457	631702	461			
2	Bari oss.	4552464	657737	12			
3	Biccari	4582454	515940	449	1961-1971	12,5	0,0
4	Bosco Umbra	4630342	582347	750		6,3	0,0
5	Brindisi	4501755	748437	28		5,2	0,0
6	Canosa di Puglia	4564355	589065	154	2008	9,4	0,0
7	Foggia Ist.agr.	4589256	543025	74		13,0	2,2
8	Gallipoli	4437833	741261	31	2004	6,9	0,0
9	Lecce	4472518	769039	78		10,9	0,0
10	S.Maria di leuca	4410993	787286	65		2,8	1983
11	Taranto	4481910	690841	15		12,5	2007

\* Anni con dati mancanti superiori al 25%

\*\* Anni con dati mancanti superiori al 10%

Fonte dati: Elaborazione ARPA

Fig. 4.2 – Distribuzione della rete meteo individuata in Puglia



Fonte dati: Arpa Puglia, Servizio Idrografico e Mareografico regionale, Servizio Agrometeorologico della regione Puglia

L'indicatore in esame, al momento, non considera la qualità dei dati, ma valuta la quantità di dati termopluviometrici a disposizione confrontandola con le stazioni di monitoraggio individuate nella regione Puglia. La mappa in figura 4.2, infatti, mostra la rete dei dati meteo disponibili, individuandone l'ubicazione e la loro distribuzione sul territorio. Le stazioni meteo utilizzate per le analisi riportate nei prossimi paragrafi, descritte in figura 4.1, al momento, risultano insufficienti per qualsivoglia elaborazione geostatistica, ma impiegabili per descrivere l'andamento delle variabili temperatura e precipitazioni nel tempo ed individuarne le anomalie.

La copertura dei dati disponibili o potenzialmente utilizzabili sembra essere ottima, in futuro, sia per eventuali elaborazioni climatiche più dettagliate sia per ridurre l'errore derivante dalla variabilità spaziale dei parametri da considerare. La tabella in figura 4.3 dimostra come sia alta la probabilità di ritrovare almeno un punto di misura in una superficie pari a 100 kmq, consentendo, in questo modo, la realizzazione di un modello di interpolazione spaziale basato su maglie quadrate con lato pari a 10 km.

Fig. 4.3 – Densità delle stazioni di monitoraggio per provincia

TIPOLOGIA STAZIONE	FG	D	BAT	D	BA	D	TA	D	BR	D	LE	D	Reg	D
Centraline della qualità dell'aria - ARPA	3	0,04	0	0,00	3	0,08	5	0,21	3	0,16	8	0,29	22	0,11
Centraline meteo - ARPA *	1	0,01	0	0,00	1	0,03	1	0,04	1	0,05	1	0,04	5	0,03
Servizio Idrografico e Mareografico	38	0,55	9	0,59	20	0,52	12	0,50	8	0,43	17	0,62	104	0,54
Servizio Agrometeorologico	29	0,42	7	0,46	25	0,65	11	0,46	14	0,76	14	0,51	100	0,52

<b>TOTALE</b>	71	1,02	16	1,05	49	1,28	29	1,20	26	1,41	40	1,45	<b>231</b>	<b>1,20</b>
<b>Stazioni utilizzate per le elaborazioni</b>	3		1		2		1		1		3		<b>11</b>	<b>0,06</b>

D = Numero delle stazioni meteo mediamente presente in 100 kmq (maglia 10 x 10 km)  
\* Centraline meteo installate nel 2008 ma non funzionanti

Fonte dati: Elaborazione ARPA

#### 4.2.1.2 Anomalia della temperatura annuale e mensile

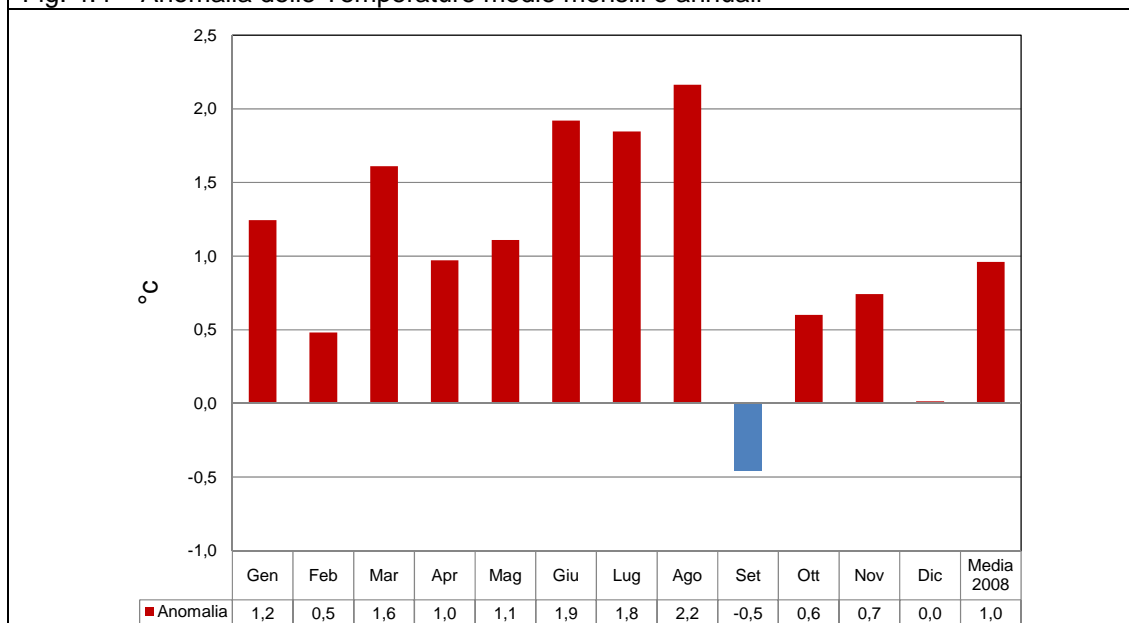
Nome indicatore	DPSIR	Fonte dei Dati
Anomalia della temperatura media annuale e mensile	S	Servizio Idrografico e mareografico Regione Puglia

Obiettivo	Disponibilità dei Dati	Copertura		Stato	Trend
		Temporale	Spaziale		
Valutare lo scostamento della variabile temperatura dai valori climatologici normali	*	2008	R	☹	

La temperatura è uno dei parametri fondamentali utilizzati sia per rappresentare il clima di un determinato territorio sia per individuare, in maniera semplice e diretta, la presenza di un eventuale cambiamento climatico. La temperatura viene rappresentata dal suddetto indicatore attraverso il calcolo dei valori di anomalia, risultanti dalla differenza fra la temperatura media mensile ed annuale calcolata sul trentennio 1961 - 1990<sup>2</sup> e i valori registrati nell'anno 2008.

Indicato con zero il valore normale, la figura 4.4 mostra valori positivi in quasi tutti i mesi, ad eccezione del mese di dicembre nel quale l'anomalia non è presente e nel mese di settembre durante il quale è negativa. Il valore medio annuale, pari a +1°C, e ancor più, la costante presenza di anomalie positive nei mesi, denota la tendenza ad un generale surriscaldamento della regione. Poiché le principali strategie e programmi politici internazionali nel campo climatico hanno come obiettivo quello di contrastare il riscaldamento in atto nel sistema climatico, la valutazione dell'indicatore si può intendere negativa.

Fig. 4.4 – Anomalia delle Temperature medie mensili e annuali



Fonte dati: Elaborazione ARPA su dati provenienti dal Servizio Idrografico e Mareografico regionale

<sup>2</sup> Trentennio di riferimento secondo quanto previsto dall' Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO)

#### 4.2.1.3 Anomalia della precipitazione cumulata annuale e mensile

Nome indicatore	DPSIR	Fonte dei Dati
Anomalia della precipitazione cumulata annuale e mensile	S	Servizio Idrografico e mareografico Regione Puglia

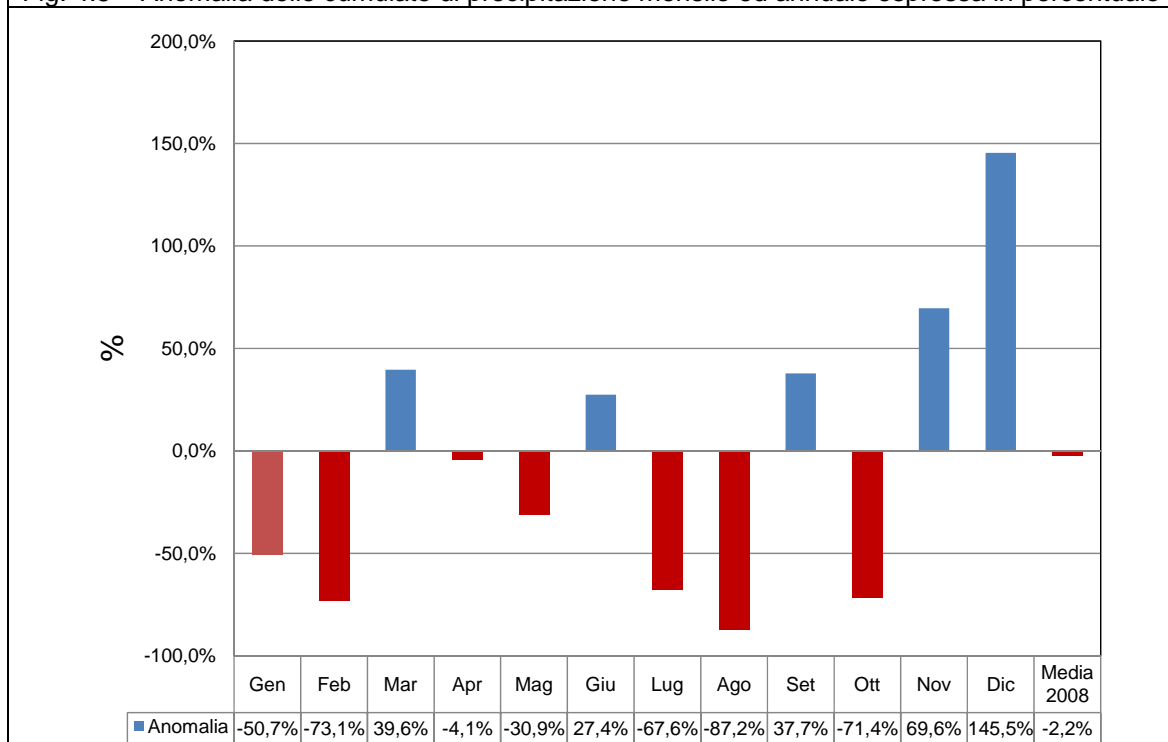
Obiettivo	Disponibilità dei Dati	Copertura		Stato	Trend
		Temporale	Spaziale		
Valutare lo scostamento della variabile precipitazione dai valori climatologici normali	*	2008	R	☺	

La precipitazione è una variabile che rappresenta molto bene il clima di un determinato territorio, ma, a differenza della temperatura, non ne individua facilmente i cambiamenti in atto. La piovosità media attuale non differisce molto da quella del passato, l'unica grande differenza è che sembra si manifesti in tempi molto più brevi rispetto a quanto non facesse anni fa. Il presente indicatore non rappresenta in toto il cambiamento in atto, ma evidenzia la presenza di eventuali anomalie negli accumuli di precipitazione che, una volta individuate, possono condurre la società ad adottare nuove strategie politiche e azioni di adattamento sociale ed economico. Poiché fra le priorità della comunità internazionale vi è la riduzione e l'adattamento al fenomeno della desertificazione e le anomalie negli accumuli di precipitazione monitorano molto bene tale fenomeno, l'indicatore in oggetto risulta appropriato per valutarne lo stato ambientale.

La precipitazione viene rappresentata dal suddetto indicatore attraverso il calcolo dei valori di anomalia, risultanti dalla differenza fra la precipitazione media mensile ed annuale calcolata sul trentennio 1961 - 1990 e i valori registrati nell'anno 2008.

Indicato con zero il valore normale, la figura 4.5 mostra tendenzialmente un equilibrio fra i valori mensili con presenza di anomalie positive e i valori mensili con anomalie negative. In particolare il mese di dicembre si distingue per aver registrato precipitazioni marcatamente superiori alla norma (+145%), riportando quasi in pareggio le precipitazioni che sino al mese di ottobre risultavano deficitarie.


Fig. 4.5 – Anomalia delle cumulate di precipitazione mensile ed annuale espressa in percentuale



Fonte dati: Elaborazione ARPA su dati provenienti dal Servizio Idrografico e Mareografico regionale

#### 4.2.1.4 Anomalia dell'intensità media di precipitazione giornaliera

Nome indicatore	DPSIR	Fonte dei Dati
Anomalia dell'intensità di precipitazione giornaliera	S	Servizio Idrografico e mareografico Regione Puglia

Obiettivo	Disponibilità dei Dati	Copertura		Stato	Trend
		Temporale	Spaziale		
Valutare lo scostamento della variabile intensità media di precipitazione giornaliera dai valori climatologici normali	*	2008	R		

Per caratterizzare il regime pluviometrico di una regione è importante definire l'intensità della pioggia media giornaliera, definita dal rapporto fra la quantità di pioggia che cade mensilmente ed il numero di giorni piovosi<sup>3</sup> registrati nel mese stesso. La quantità di precipitazione registrata durante un mese o un anno può rimanere costante in difformità rispetto alle intensità precipitative che possono variare anche sensibilmente. Nel Mediterraneo, recenti studi hanno evidenziato come le precipitazioni sembrano manifestarsi in maniera più discontinua e in forma sempre più isolata, ossia legate a rovesci sempre più localizzati, ma intensi. Tale scenario deve essere preso in considerazione durante la pianificazione territoriale che richiede la conoscenza accurata dei regimi di pioggia intensa e dei periodi siccitosi al fine di proteggere la popolazione dai dissesti idrogeologici, di migliorare la scelta delle pratiche agricole e di gestire al meglio le risorse idriche.

L'indicatore in oggetto, descrivendo l'anomalia dell'intensità di precipitazione giornaliera<sup>4</sup>, risulta adeguato nel descrivere ed evidenziare l'esistenza di eventuali fenomeni di cambiamento in essere. Valori percentuali inferiori a "0" (considerato valore "normale" e corrispondente alla media del trentennio 1961 - 1990) indicano precipitazioni meno intense e, pertanto, tendenzialmente meno impattanti per il territorio. I mesi di gennaio, febbraio, aprile, maggio, luglio, agosto ed ottobre, oltre aver avuto un deficit di precipitazione, risultano aver subito un decremento della intensità giornaliera della precipitazione stessa. Il mese di settembre ha registrato un aumento delle precipitazioni del 37% benché l'intensità delle stesse sia risultata inferiore del 14%, indice di pioggia sviluppata su più giorni piovosi. Il mese di dicembre ha presentato valori elevati sia di precipitazione (+146%) che di intensità (+67%), risultando il più piovoso da 30 anni e creando non pochi disagi a causa degli allagamenti verificatisi principalmente nelle campagne foggiane e tarantine.

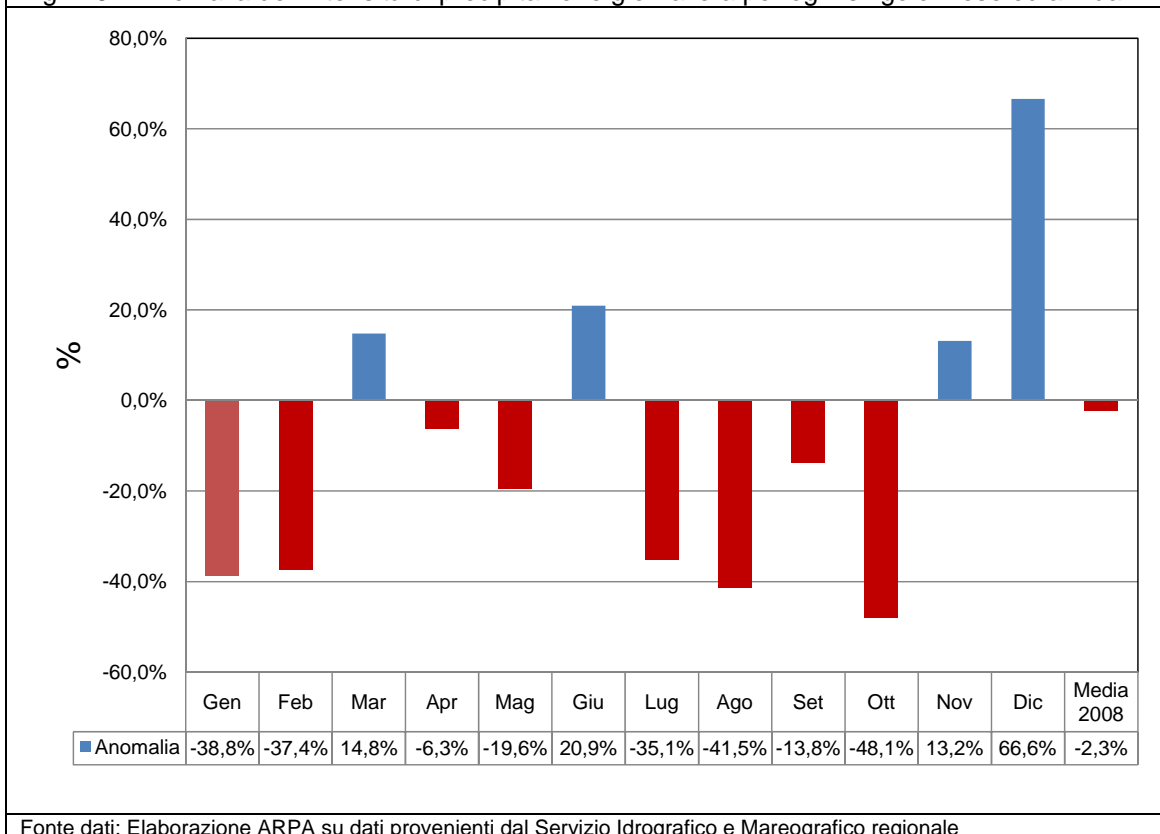
Il valore medio annuo dell'intensità dell'intera serie è 8.72 mm/giorno mentre il valore medio del 2008 è leggermente inferiore (8.52 mm/giorno), definendo positivamente lo stato ambientale dell'indicatore.

<sup>3</sup> Giorni in cui viene registrata una quantità di pioggia superiore a 1 mm

<sup>4</sup> Risulta dalla differenza in percentuale fra i valori medi mensili ed annui calcolati nel trentennio 1961 - 1990 e i valori registrati nell'anno 2008



Fig. 4.6 – Anomalia dell'intensità di precipitazione giornaliera per ogni singolo mese ed annua



#### 4.2.1.5 Trend della temperatura media annuale

Nome indicatore	DPSIR	Fonte dei Dati
Trend della temperatura annuale	S	Servizio Idrografico e mareografico Regione Puglia

Obiettivo	Disponibilità dei Dati	Copertura		Stato	Trend
		Temporale	Spaziale		
Valutare l'andamento della temperatura media degli ultimi 10 anni e lo scostamento dell'anno 2008	*	2008	R	☹	

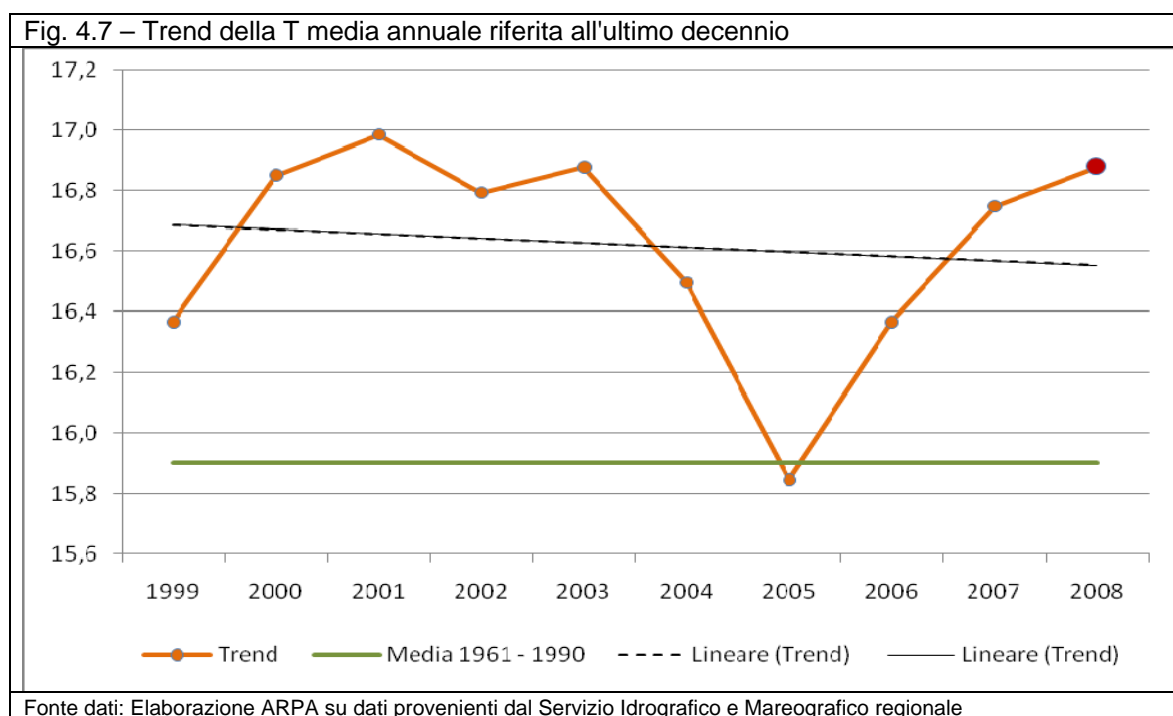
L'andamento termometrico dell'anno 2008 viene confrontato con quello degli anni immediatamente precedenti (1999 - 2007) e confrontato con la linea di tendenza (utilizzando la regressione lineare). L'indicatore non rappresenta lo scostamento dalla temperatura normale (media 1961 - 1990 e visualizzata in verde nella figura 4.7), ma lo scarto dalla linea di tendenza, evidenziata in nero tratteggiato, con la temperatura media dell'anno 2008.

Pertanto, premettendo che la crescita della temperatura globale al di sopra dei livelli pre-industriali non dovrebbe superare i 2 °C e che l'obiettivo delle grandi potenze economiche è la riduzione dei gas serra per evitare un ulteriore riscaldamento globale, lo stato ambientale dell'indicatore in esame si può considerare negativo se il valore della temperatura media registrata durante l'anno 2008 è superiore al valore del trend, viceversa, positivo, nel caso si registri un valore di temperatura inferiore a detta soglia.

La figura seguente mostra un lieve decremento termico medio pari a 0,01 °C/anno che ha ridotto i valori delle temperature degli anni caldi 2000 - 2003 (temperature medie comprese fra 16,8 e 17 °C) di qualche decimo di grado, sino a valori inferiori a 16,5°C degli anni 2004 - 2006 (anni relativamente più freschi). L'anno 2008, unitamente al 2007, segnala una controtendenza, riportando i propri valori di temperatura oltre la linea del trend (+0,3°C il 2008; +0,2 il 2007).

E' doveroso osservare, inoltre, come i valori di temperatura media registrati durante la decade in esame risultano essere tutti superiori alla media normale 1961 - 1990 di 0,4 - 1°C (fatta eccezione per

l'anno 2005), palesando un riscaldamento che non si può considerare un fenomeno connesso a singoli eventi.



#### 4.2.1.6 Trend della precipitazione cumulata annuale

Nome indicatore	DPSIR	Fonte dei Dati
Trend della precipitazione cumulata annuale	S	Servizio Idrografico e mareografico Regione Puglia

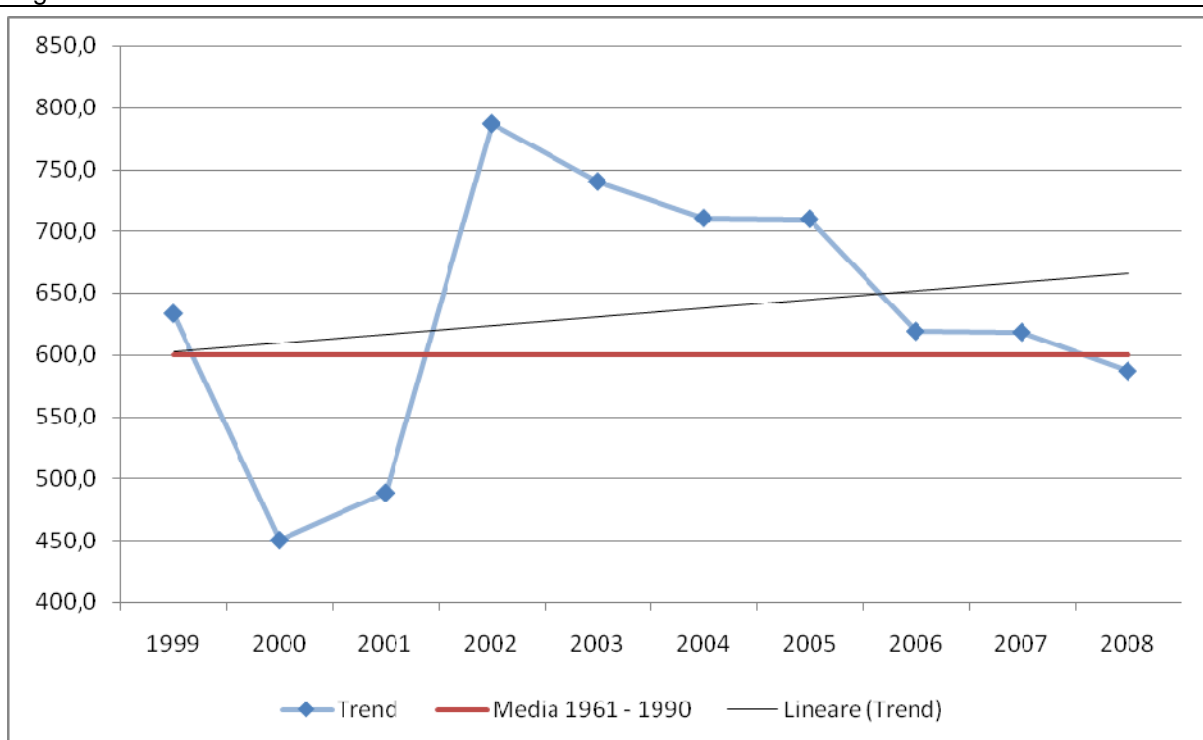
Obiettivo	Disponibilità dei Dati	Copertura		Stato	Trend
		Temporale	Spaziale		
Valutare l'andamento della precipitazione cumulata degli ultimi 10 anni e lo scostamento dell'anno 2008	*	2008	R	☹	

L'andamento pluviometrico dell'anno 2008 viene confrontato con quello degli anni immediatamente precedenti (1999 - 2007) e confrontato con la linea di tendenza (utilizzando la regressione lineare). L'indicatore non rappresenta lo scostamento dalla precipitazione (media 1961 - 1990 e visualizzata in rosso nella figura 4.8), ma lo scarto dalla linea di tendenza, evidenziata in nero, con la precipitazione cumulata dell'anno 2008.

Pertanto, premettendo che gli effetti ritenuti negativi sono la crescita delle aree incolte o aride, l'aumento degli incendi e la difficoltà negli approvvigionamenti idrici, e che essi sono correlati in modo generale ai deficit pluviometrici prolungati, lo stato ambientale dell'indicatore in esame si può considerare negativo se il valore della precipitazione cumulata registrata durante l'anno 2008 è inferiore sia al valore del trend sia alla media normale 1961 - 1990, positivo, nel caso si registri un valore superiore o circa uguale alla trendline, incerto se tale valore è inferiore al trend ma superiore alla norma.

I valori, rappresentati nella figura 4.8, presentano sostanzialmente surplus pluviometrici, ad eccezione degli anni 2000 e 2001 (- 25% rispetto alla media). L'andamento pluviometrico mostra un lieve incremento delle precipitazioni pari a 7 mm/anno, con un picco massimo durante l'anno 2002 (quasi 800 mm) e un costante decremento sino al 2008, durante il quale i valori tornano leggermente inferiori alla media.

Fig. 4.8 – Trend della P cumulata annuale riferita all'ultimo decennio



Fonte dati: Elaborazione ARPA su dati provenienti dal Servizio Idrografico e Mareografico regionale

## 4.2.2 Qualità dell'aria

### 4.2.2.1 PM<sub>10</sub>

Nome indicatore	DPSIR	Fonte dei Dati
PM10	S	ARPA Puglia, Comune di Bari, Comune di Lecce, Provincia di Lecce

Obiettivo	Disponibilità dei Dati	Copertura		Stato	Trend
		Temporale	Spaziale		
Valutare il rispetto degli standard di qualità o dei limiti normativi	**	2008	R	☹️	↔️

Il PM<sub>10</sub> è l'insieme di particelle, originate da sorgenti sia antropiche che naturali, con diametro aerodinamico inferiore a 10 µg (10<sup>-6</sup> m). Queste particelle hanno la caratteristica di rimanere "aerodisperse", in quanto il loro tempo di sedimentazione in aria è sufficientemente lungo da permettere di considerarle come componenti "durevoli" dell'atmosfera stessa. In virtù delle dimensioni ridotte, il PM<sub>10</sub> può penetrare nell'apparato respiratorio umano, generando così impatti sanitari la cui entità dipende, oltre che dalla quantità, dalla tipologia delle particelle. Il PM10 si distingue in primario, generato direttamente da una fonte emissiva, sia essa antropica o naturale, e secondario, derivante cioè da altri inquinanti presenti in atmosfera attraverso reazioni chimiche. Allo stato attuale, in Puglia i livelli elevati di PM<sub>10</sub> rappresentano la maggiore criticità. Come già riscontrato negli anni passati, la difficoltà maggiore consiste nel rispettare il limite dei 35 superamenti giornalieri del valore di 50 µg/m<sup>3</sup>: i dati del 2008 fotografano una situazione in cui tale limite viene superato in un elevato numero di stazioni di monitoraggio. Al contrario, non è stato registrato nessun superamento del limite sulla media annua di 40 µg/m<sup>3</sup>. Questo dato positivo rappresenta una novità rispetto agli anni passati. Analizzando nel dettaglio i dati di PM<sub>10</sub> si rileva che anche nel 2008, come già negli anni precedenti, la situazione più critica è quella di Taranto: nella stazione di Via Machiavelli (a ridosso dell'area industriale) si è registrata la media annua più alta della regione (37,5 µg/m<sup>3</sup>); inoltre la media di tutte le stazioni presenti in questa provincia è più alta di quelle registrate nelle province di Lecce, Bari, Brindisi, Foggia. Sempre il sito di Taranto-Machiavelli si caratterizza per il numero più alto (59) di superamenti

del limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , superato anche in siti delle province di Bari, Brindisi e Foggia. Un peculiare fenomeno di inquinamento da  $\text{PM}_{10}$  è quello registrato a Torchiarolo (BR): per un suo approfondimento si rimanda alla scheda 4.1.

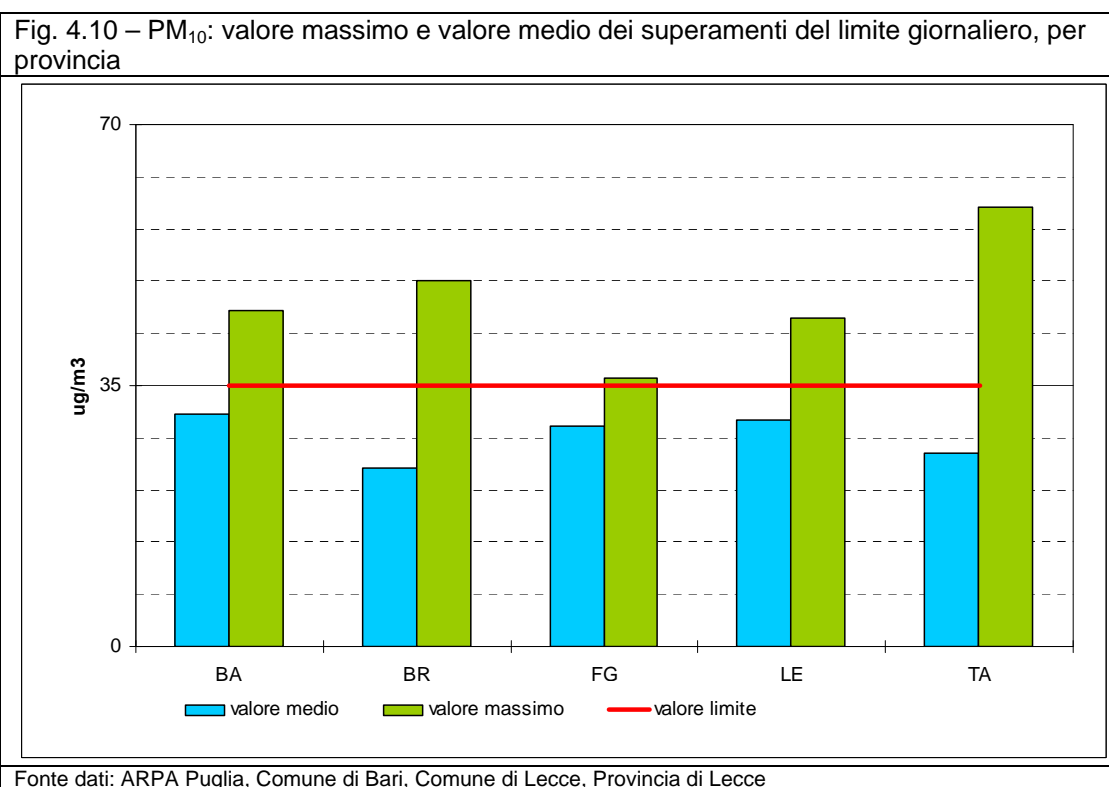
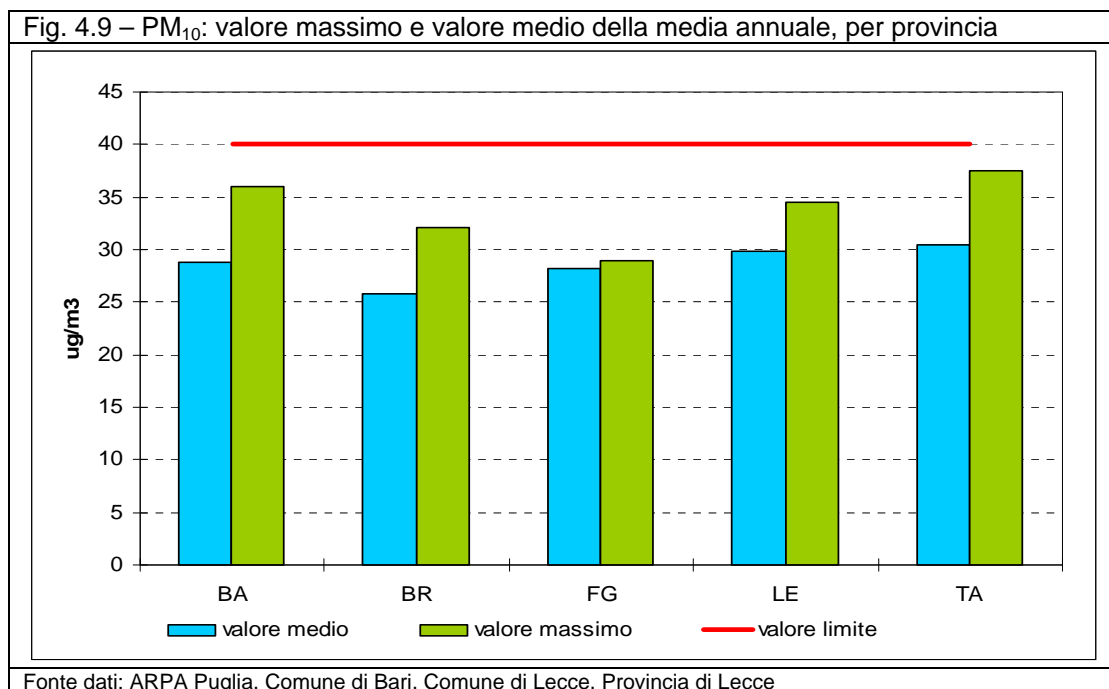
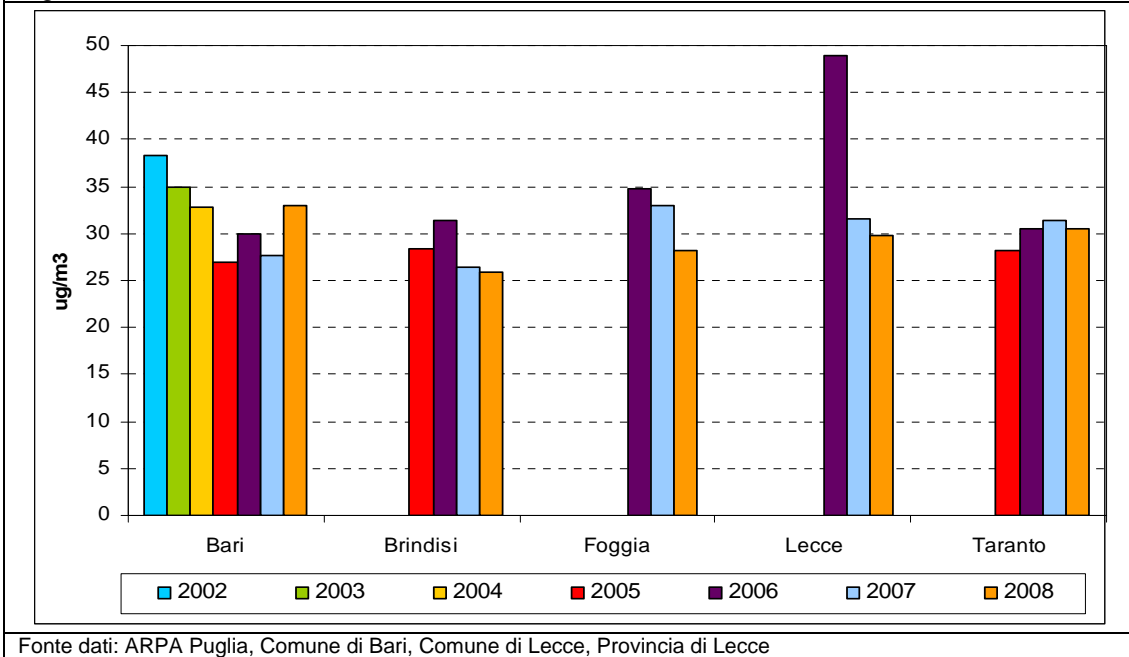


Fig. 4.11 – Andamento della media annuale di PM10



**SCHEDA 4.1: MISURE DI OC, EC E LEVOGLUCOSANO SU PARTICOLATO FINE PRESSO I COMUNI DI TORCHIAROLO (BR) E DI LECCE - S.M.CERRATE**

Angela Morabito

Al fine di identificare la combustione della legna quale causa dei fenomeni di inquinamento acuto da polveri sottili nel comune di Torchiarolo, si è determinato il contenuto in carbonio organico (OC), carbonio elementare (EC) e in levoglucosano, specifico indicatore della presenza nel particolato di emissioni da combustione di biomasse, su campioni di particolato fine prelevati dall'8/03/2008 al 19/03/2008 presso le stazioni di monitoraggio di Torchiarolo (BR) e S.M. Cerrate (LE). I risultati del monitoraggio dimostrano l'impatto della combustione della biomassa sulle concentrazioni di PM10 rilevate a Torchiarolo. La concentrazione di EC, tracciante primario della combustione, è risultata a Torchiarolo in media 3 volte superiore rispetto a S.M. Cerrate (stazione di fondo), confermando così la presenza a Torchiarolo di un contributo antropogenico significativo al PM10. La concentrazione media di levoglucosano, rilevata a Torchiarolo, è risultata di un ordine di grandezza superiore rispetto a S.M. Cerrate (figura A), evidenziando quindi come la combustione della legna sia una sorgente emissiva significativa.

Figura A: Concentrazione media di levoglucosano

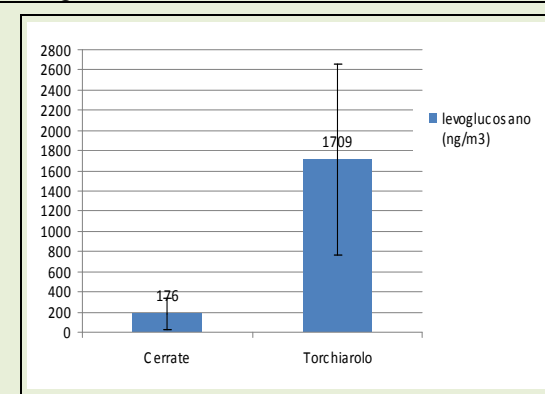
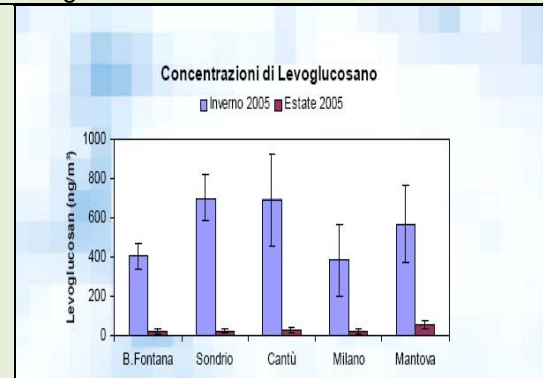


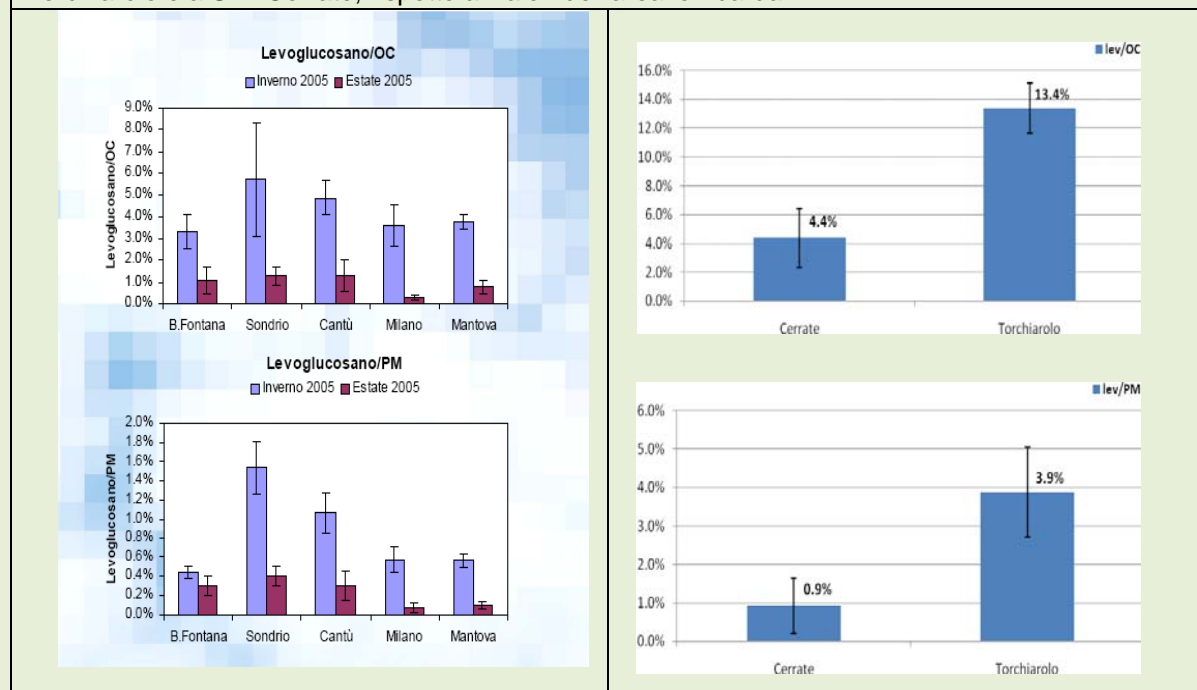
Figura B: Concentrazione media di levoglucosano – area lombarda



Rispetto all'area lombarda, della quale sono disponibili alcune stime sulle concentrazioni di levoglucosano, OC ed EC, i valori medi di levoglucosano rilevati a Torchiarolo sono significativamente superiori (figura B). Significativo è anche il confronto tra i rapporti levoglucosano/PM e levoglucosano/OC misurati in media rispettivamente a Torchiarolo e a

S.M.Cerrate, rispetto ai valori dell'area lombarda.

Figura C: rapporti levoglucosano/PM e levoglucosano/OC misurati in media rispettivamente a Torchiarolo e a S.M.Cerrate, rispetto ai valori dell'area lombarda



I valori particolarmente elevati di levoglucosano rilevati a Torchiarolo possono dipendere da diversi fattori:

- presenza di sorgenti locali prossime alla centralina (a riguardo si segnala la presenza di diversi camini nelle immediate vicinanze della centralina);
- prevalenza nel periodo di campionamento selezionato dei settori sottovento al centro abitato, come evidenziato dall'analisi anemologica;
- probabile presenza dell'interferente chimico arabitolo sulle misure di levoglucosano condotte con la tecnica HPAEC-PAD. Al fine di valutare l'entità di tale possibile interferenza, su alcuni campioni selezionati opportunamente durante la suddetta campagna sono state misurate le concentrazioni di arabitolo e di levoglucosano con la tecnica analitica tradizionale, consistente nella gascromatografia e nella spettrometria a massa (GC-MS). I risultati, oltre a confermare le concentrazioni di levoglucosano, mostrano che le concentrazioni di arabitolo a Torchiarolo sono al di sotto dei limiti di rilevanza associati alla tecnica di analisi GC-MS.

I valori particolarmente elevati di levoglucosano a Torchiarolo, persino superiori a quelli misurati nel Nord Italia, evidenziano la necessità di svolgere ulteriori attività di monitoraggio, che coinvolgano anche altri comuni dell'area salentina. Oltre a ciò, sarà opportuno avviare indagini atte a quantificare il consumo di legna per riscaldamento domestico e a caratterizzare, anche da un punto di vista tossicologico, le emissioni da combustione della legna in funzione del tipo di legna e di impianto. Appare necessario, infine, mettere a punto un programma di incentivi sia per l'utilizzo di sistemi di abbattimento del particolato che per la conversione degli impianti residenziali tradizionali (caminetti a focolare aperto e stufe) a sistemi innovativi a miglior rendimento energetico ed a minore impatto ambientale.

#### 4.2.2.2 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

Nome indicatore	DPSIR	Fonte dei Dati
NO <sub>2</sub>	S	ARPA Puglia, Comune di Bari, Comune di Lecce, Provincia di Lecce

Obiettivo	Disponibilità dei Dati	Copertura		Stato	Trend
		Temporale	Spaziale		
Valutare il rispetto degli standard di qualità o dei limiti normativi	***	2008	R	☹️	↑

Gli ossidi di azoto, indicati con il simbolo NO<sub>x</sub>, si formano soprattutto nei processi di combustione ad alta temperatura rappresentando così un tipico sottoprodotto degli scarichi dei motori a combustione interna (sia a scoppio che diesel) e dei processi industriali. Le stazioni di monitoraggio di qualità dell'aria monitorano il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), molecola più tossica dell'ossido di azoto (NO) e che, in processi catalizzati dalla radiazione solare, porta alla formazione di ozono troposferico, inquinante estremamente dannoso tanto per la salute umana quanto per gli ecosistemi.

La situazione complessiva dei fenomeni di inquinamento da NO<sub>2</sub> appare discreta e in miglioramento rispetto agli anni precedenti. Per l'NO<sub>2</sub> la normativa vigente prevede due limiti per la protezione della salute umana: un valore medio su base annua di 40 µg/m<sup>3</sup> e un numero massimo di 18 superamenti orari di 200 µg/m<sup>3</sup>. Nel 2008 il limite sulla media annua è stato superato solo nella stazione di Molfetta-Verdi (BA), mentre in nessuna stazione di monitoraggio si sono avute più di 18 ore/anno di superamento del limite di 200 µg/m<sup>3</sup>. Anche dall'analisi dei trend temporali delle concentrazioni medie annue di NO<sub>2</sub> per provincia (cfr. figura 4.14) si osserva una generale tendenza alla diminuzione, ad eccezione della provincia di Lecce dove nel 2008 si è avuta una inversione di tendenza.

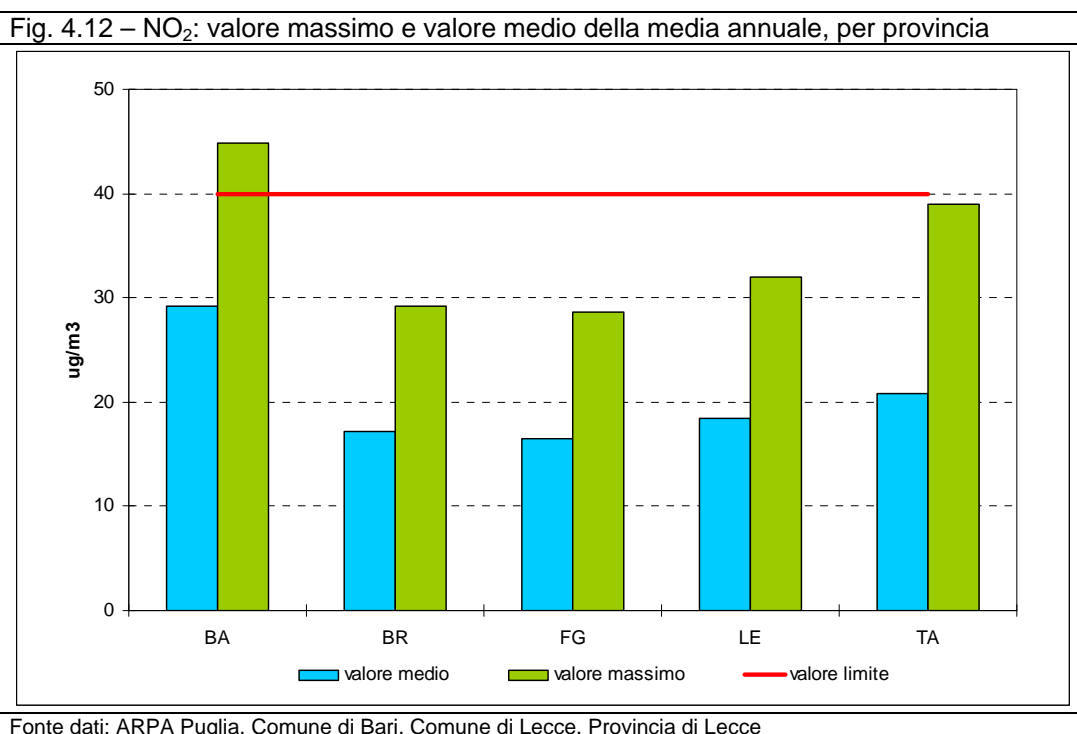
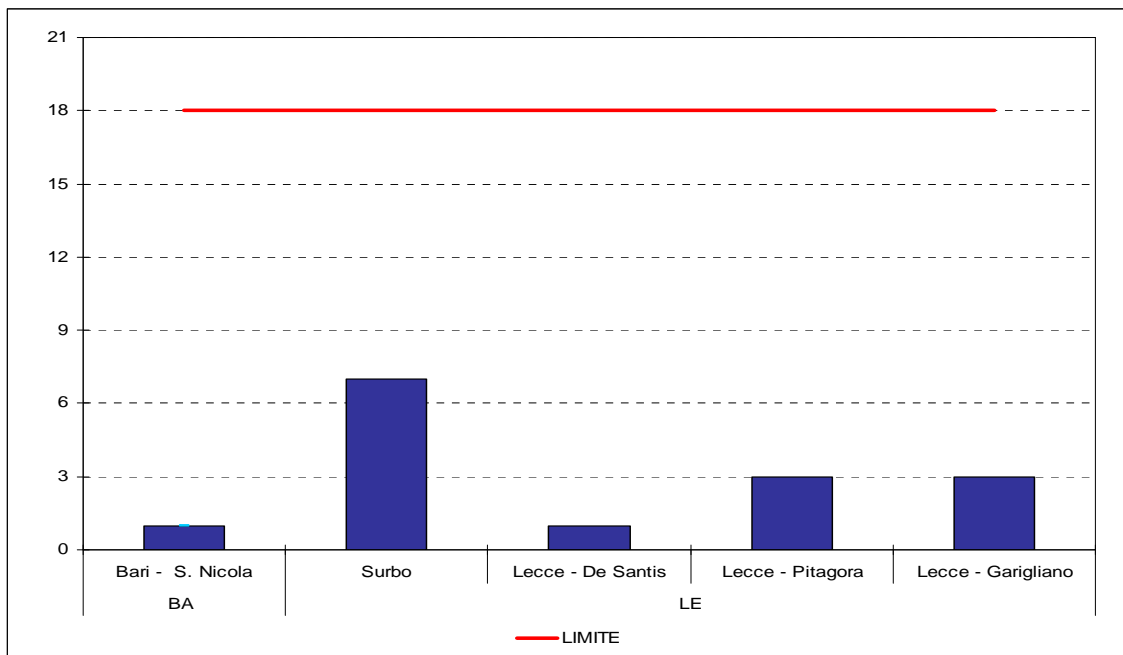
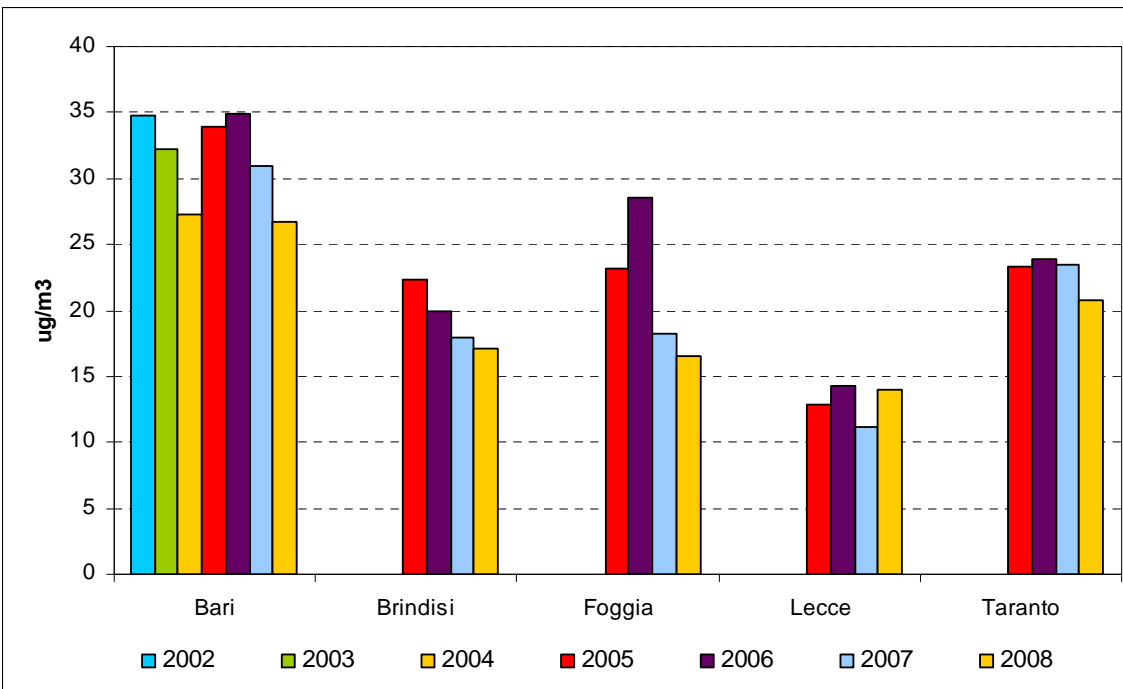


Fig. 4.13 – NO<sub>2</sub>: stazioni con almeno un superamento del limite orario di 200 µg/m<sup>3</sup> di NO<sub>2</sub>



Fonte dati: ARPA Puglia, Comune di Bari, Comune di Lecce, Provincia di Lecce

Fig. 4.14 – Andamento della media annuale di NO<sub>2</sub>



Fonte dati: ARPA Puglia, Comune di Bari, Comune di Lecce, Provincia di Lecce



#### 4.2.2.3 Ozono (O<sub>3</sub>)

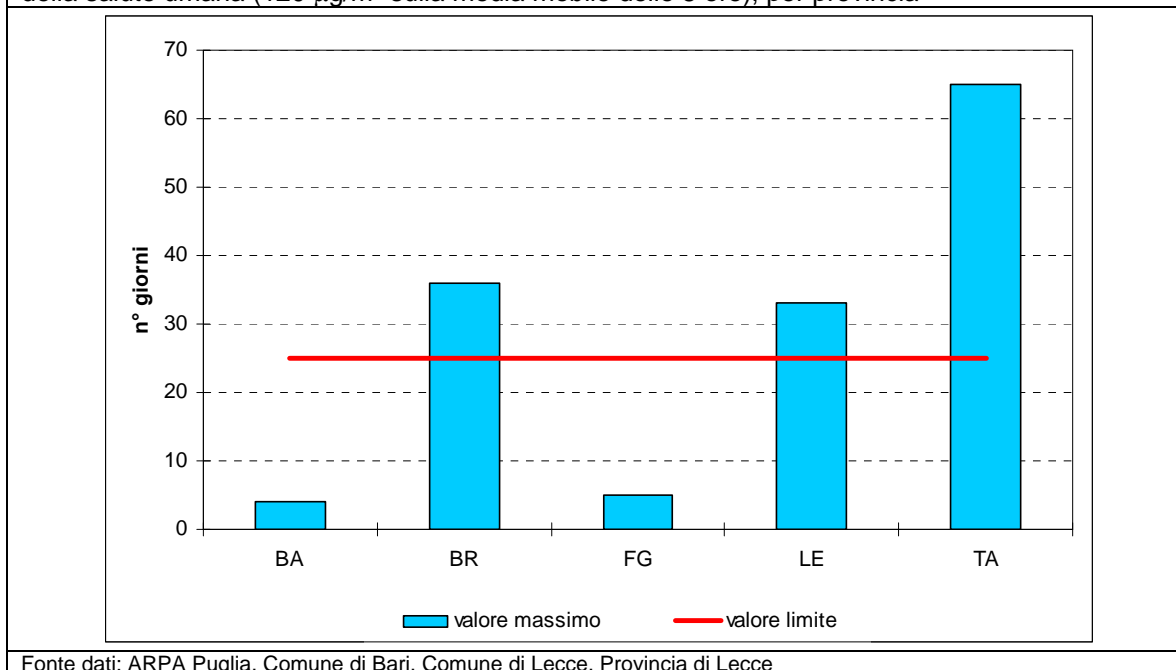
Nome indicatore	DPSIR	Fonte dei Dati
O <sub>3</sub>	S	ARPA Puglia, Comune di Bari, Comune di Lecce, Provincia di Lecce

Obiettivo	Disponibilità dei Dati	Copertura		Stato	Trend
		Temporale	Spaziale		
Valutare il rispetto degli standard di qualità o dei limiti normativi.	**	2008	R	☹	↔

L'ozono è un inquinante secondario: esso cioè non viene generato da alcuna fonte antropica o naturale, ma si forma in atmosfera attraverso reazioni fotochimiche tra altre sostanze (tra cui gli ossidi di azoto e i composti organici volatili). Dal momento che il processo di formazione dell'ozono è catalizzato dalla radiazione solare, le concentrazioni più elevate si registrano nelle aree soggette a forte irraggiamento e nei mesi più caldi dell'anno. La Puglia, in particolare, si presta per collocazione geografica alla formazione di alti livelli di questo inquinante.

Il valore bersaglio per la protezione della salute umana fissato dalla normativa vigente (D. Lgs. 183/04) è pari a 120 µg/m<sup>3</sup> sulla media mobile delle 8 ore, da non superare più di 25 volte l'anno. Questo limite è stato superato nelle province di Brindisi, Lecce e Taranto. Si deve evidenziare che nel corso del 2008 non si è registrato alcun superamento né della soglia di allarme (240 µg/m<sup>3</sup> sulla media oraria), né della soglia di informazione (180 µg/m<sup>3</sup> sulla media oraria).

Fig. 4.15 – O<sub>3</sub>: numero massimo di giorni di superamento del valore bersaglio per la protezione della salute umana (120 µg/m<sup>3</sup> sulla media mobile delle 8 ore), per provincia

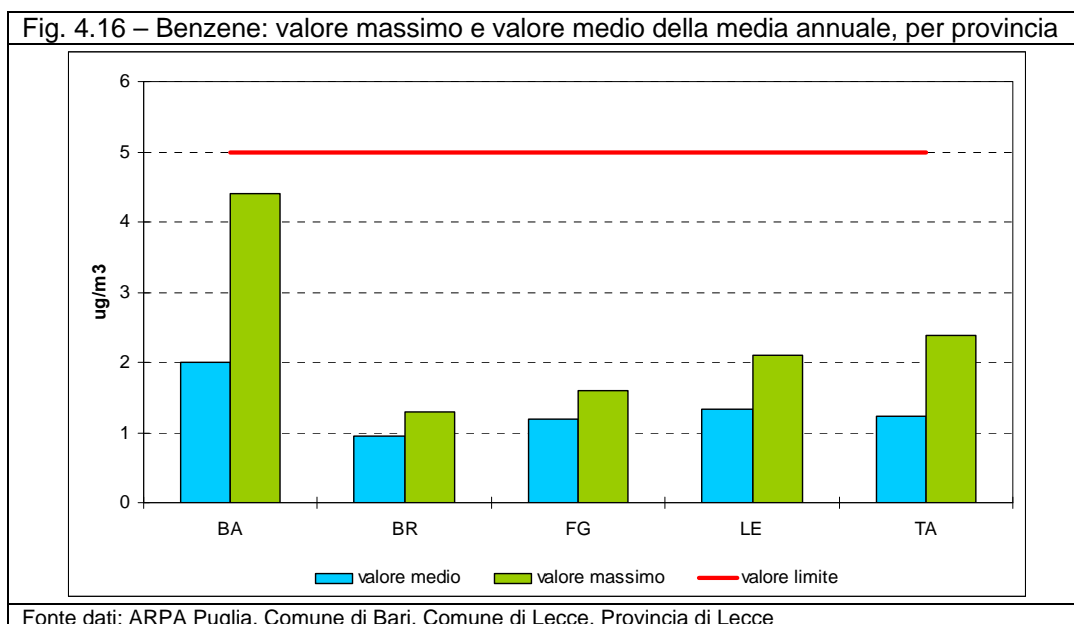


#### 4.2.2.4 Benzene

Nome indicatore	DPSIR	Fonte dei Dati
Benzene	S	ARPA Puglia, Comune di Bari, Comune di Lecce, Provincia di Lecce

Obiettivo	Disponibilità dei Dati	Copertura		Stato	Trend
		Temporale	Spaziale		
Valutare il rispetto degli standard di qualità o dei limiti normativi.	**	2007	R	😊	↔

Il benzene è un idrocarburo aromatico che, a temperatura ambiente, si presenta come un liquido incolore, dall'odore dolciastro. È una sostanza dall'accertato potere cancerogeno. Il benzene ha trovato largo impiego, per le sue caratteristiche antidetonanti, nella *benzina verde* ma è stato successivamente sottoposto a restrizione d'uso; attualmente il contenuto di benzene nelle benzine deve essere inferiore all'1% in volume. In seguito a questi interventi restrittivi, le concentrazioni di benzene in atmosfera, che fino a solo un decennio fa raggiungevano livelli anche superiori a  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , si sono ridotti di circa 10 volte, tanto da non rappresentare più una criticità per la qualità dell'aria ambiente. La normativa fissa un valore limite di concentrazione pari a  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sulla media annua. Tale soglia nel 2008 non è stata superata in nessuna delle stazioni di monitoraggio attive in regione.



#### SCHEDA 4.2: MONITORAGGIO VENTO-SELETTIVO DI MICROINQUINANTI ORGANICI IN ARIA AMBIENTE, MEDIANTE L'UTILIZZO DI CAMPIONATORI WIND SELECT NEI COMUNI DI BRINDISI, TARANTO E TORCHIAROLO

Alessandra Nocioni

A partire dal mese di giugno del 2008, Arpa Puglia ha effettuato, nelle aree di Taranto e Brindisi, ripetute campagne di monitoraggio in aria ambiente di microinquinanti organici Policlorodibenzodiossine (PCDD) e Policlorodibenzofurani (PCDF), Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) e Policlorobifenili (PCB), mediante l'utilizzo di due campionatori *Wind Select* in grado di campionare su differenti settori di vento e in condizioni di calma di vento. Le analisi chimiche sono state effettuate presso il Laboratorio di Microinquinanti Organici dell'ARPA Puglia di Taranto. In Figura B si riportano i risultati ottenuti.

La prima campagna di monitoraggio nell'area tarantina (Figura A) è stata effettuata dal 23 giugno al 3 luglio 2008, collocando lo strumento sul tetto dell'edificio della Provincia di Taranto, in Via Lago di Bolsena, a circa 60 metri dal suolo. La direzione *sottovento* ha coperto un angolo di 50° diretto a Nord-Ovest verso l'area industriale di Taranto, dalla quale dista circa 6 Km. Nello stesso sito è stata ripetuta una seconda campagna di monitoraggio di aria ambiente nelle stesse condizioni operative, dall'11 al 29 agosto.

Figura A – Settori di vento campionamento vento-selettivo – Taranto, V. L. di Bolsena



I risultati dei campionamenti mostrano una netta direzionalità di provenienza degli inquinanti, con concentrazioni di IPA provenienti dal settore di vento corrispondente all'area industriale più di 10 volte superiori a quelle rilevate da tutto il rimanente settore di provenienza.

ARPA Puglia ha svolto altre campagne di monitoraggio della stessa tipologia. Due campionatori vento-selettivi sono stati collocati in siti nel territorio brindisino, a Torchiarolo e a Brindisi. Dal 29 ottobre al 21 novembre 2008 è stata effettuata una prima campagna di monitoraggio nella periferia Nord Ovest di Torchiarolo e a Sud-Sud Est rispetto alla centrale Termoelettrica di ENEL, a circa 8 Km. L'aria ambiente nella direzione *sottovento* alla Centrale ENEL (camino alto circa 200 m) ha coperto un angolo di 50°. Il secondo settore di vento impostato copriva un angolo di 140° tale da non risentire delle emissioni industriali e da poter prelevare il contributo urbano di Torchiarolo dei microinquinanti al sito di monitoraggio. Infine, sul terzo supporto dello strumento sono state campionate le situazioni di calma di vento e i contributi provenienti dai rimanenti settori di vento.

Si è osservato che nel campione corrispondente alla direzione *sottovento* la concentrazione di PCDD/F è risultata leggermente superiore rispetto alle concentrazioni rilevate nelle altre 2 cartucce, ma comunque inferiore al valore guida proposto dall'Organizzazione Mondiale della Sanità. Nella situazione di *calma di vento* si sono osservate concentrazioni di IPA totali e di Benzo(a)Pirene più elevate rispetto a quelle misurate negli altri due campioni; ciò può significare l'influenza di sorgenti diverse o non direzionali nella provenienza del Benzo(a)pirene; poiché le concentrazioni sono più alte nella *calma* rispetto alle altre due cartucce, vi sono verosimilmente sorgenti emissive multiple o di tipo diffuso, a breve distanza dal punto di prelievo.

Figura B – campionamento vento-selettivo di microinquinanti organici – Taranto, Brindisi e Torchiarolo

	SETTORE	Periodo	IPA totali *	Benzo(a)pirene	PCB totali **	PCB WHO-TE	PCDD/Fs
			ng/mc	ng/mc	ng/mc	fg TE/mc	fg I-TE/mc
Taranto - Via Lago di Bolsena (rispetto all'area industriale)	SOTTOVENTO	23/06-3/07/2008	870,1	0,435	44,34	47,23	Dato non disponibile per Volume insufficiente
	SOPRAVENTO	23/06-3/07/2008	71,6	0,088	3,71	9,18	77,26
	CALMA DI VENTO *****	23/06-3/07/2008	422,4	0,215	27,2	90,83	119,06
	SOTTOVENTO	11-29/08/08	226,1	1,19	12,7	43,58	133,21
	SOPRAVENTO	11-29/08/08	14,3	0,11	0,61	4,37	6,37
	CALMA DI VENTO *****	11-29/08/08	56,9	0,59	3,2	43,64	46,6
	MODALITA' CONTINUA	29/08 – 02/09/08	109,4	0,41	1,19	/	57,29
Brindisi Via Arno (rispetto all'area industriale di Costa Morena)	SOTTOVENTO (5-120 deg)	03-21/11/08	120,23	0,107	1,23	2,8	49,19
	SOPRAVENTO (121-4 deg)	03-21/11/08	28,95	0,24	0,4	4,56	27,78
	CALMA DI VENTO *****	03-21/11/08	254,05	0,267	2,89	5,74	18,64
Torchiarolo, Via Brindisi (rispetto ad ENEL Produzione Brindisi)	SOTTOVENTO (335-25 deg)	dal 29/10/2008 al 21/11/08	50,8	0,089	0,375	2,86	18,5
	SOPRAVENTO (60-200 deg)	dal 29/10/2008 al 21/11/08	33,44	0,24	0,048	1,26	9,37
	CALMA DI VENTO ***** + 26-59 deg + 201-334 deg	dal 29/10/2008 al 21/11/08	75,0	0,55	0,135	0,9	11,83
	MODALITA' CONTINUA	dal 03/10/2008 al 13/10/2008	172,26	0,094	1,53	6,83	47,65
<b>Valori di riferimento</b>			-	1 ***			100****
<small>* Naftalene, Acenaftilene, Acenaftene, Fluorene, Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Ciclopentadiene, Benzo(a)antracene, Crisene, 5-metilcrisene, Benzo(k)+(j)fluorantene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(a)pirene, Indeno(123-cd)pirene, Dibenzo(ah)antracene, Benzo(ghi)perilene, Dibenzo(al)pirene, Dibenzo(ae)pirene, Dibenzo(ai)pirene, Dibenzo(ah)pirene  ** Somma Mono-Deca Clorobifenili  *** Dlgs 152/07, media annuale  ****: Valore Guida riportato nel documento dell'OMS "Air Guidelines for Europe" (Second edition, 2000)  ***** Venti inferiori a 0,5 km/h</small>							

Un secondo campionario è stato collocato dal 3 al 21 novembre 2008 in viale Arno, a Brindisi, sito scelto in virtù della sua collocazione tra l'area urbana e la zona industriale. Nel periodo in questione la direzione *sottovento* ha coperto un angolo di 115° (5–120 gradi) centrato sull'area industriale. La cartuccia n. 2, *sopravento*, ha coperto un angolo di 243° (121-4 gradi) in modo da campionare il contributo dell'area urbana di Brindisi. Sulla cartuccia n. 3 sono state campionate tutte le situazioni in cui si registravano venti inferiori a 0,5 m/s. Si fa osservare che nella maggior parte dei giorni di campionamento sono state raggiunte temperature medie giornaliere di 20 °C; si può quindi considerare che le fonti principali di IPA e Benzo(a)Pirene fossero dovute alle attività industriali e al traffico veicolare e marittimo. Si è potuto rilevare da questa campagna che nel campione corrispondente alla direzione *sottovento* alla zona industriale e al porto le concentrazioni di PCDD/F, di PCB e di IPA sono superiori rispetto alle concentrazioni rilevate nella cartuccia *sopravento*; la concentrazione di PCDD/Fs nella cartuccia *sottovento* è inferiore al valore guida assunto dall'Organizzazione Mondiale della Sanità. Tra le tre famiglie di microinquinanti organici monitorati, si riscontra un'evidente direzionalità nella provenienza solo nel caso delle diossine; ciò può indicare la presenza di una o più sorgenti di diossine nel settore *sottovento*. Nella situazione di *calma di vento* si osservano concentrazioni di IPA e di PCB più elevate rispetto a quelle misurate negli altri due campioni; ciò può significare l'influenza di sorgenti diverse o non direzionali nella provenienza.

## SCHEDA 4.3: GLI IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA) NELL'AREA DI TARANTO

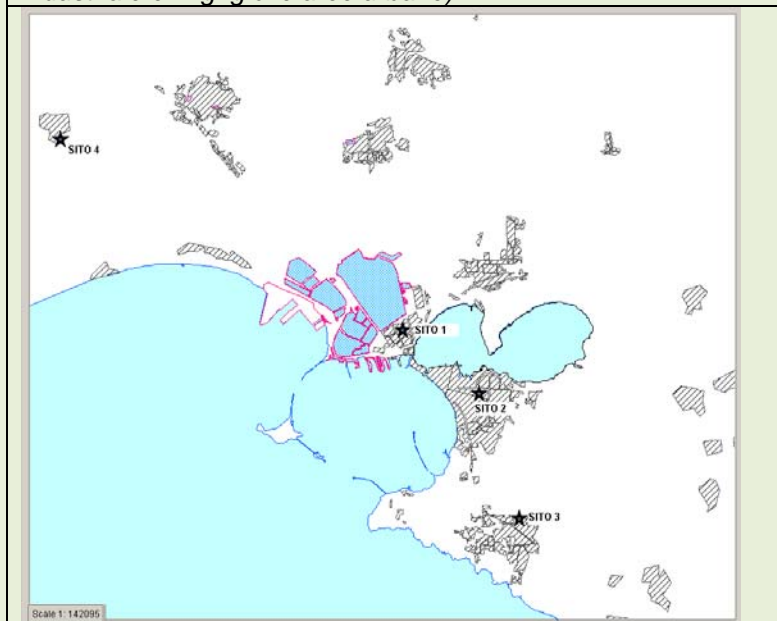
Micaela Menegotto

Nell'area di Taranto insistono rilevanti e numerose sorgenti industriali di idrocarburi policiclici aromatici, la più importante delle quali è l'impianto siderurgico a ciclo integrale più grande d'Europa. L'emissione totale di IPA della provincia di Taranto è stimata essere circa il 75% dell'emissione dell'intera regione Puglia e il 23% dell'emissione nazionale<sup>5</sup>.

Il D. Lgs. 152/07 fissa il valore obiettivo di 1 ng/m<sup>3</sup> per la concentrazione di benzo(a)pirene rilevata nel PM10, da raggiungere entro il 2012. Dal maggio 2008 il Dipartimento Provinciale di Taranto dell'ARPA Puglia ha avviato il monitoraggio sistematico degli IPA nel PM10, effettuando campionamenti ogni 24 ore e successive determinazioni analitiche di laboratorio. Sono stati individuati 4 siti con caratteristiche differenti come dettagliato di seguito e visualizzato in figura A.

Sito	Comune	Ubicazione	Tipologia	Periodo di campionamenti
1	Taranto	Via Machiavelli	Sito nel quartiere Tamburi a ridosso del comparto industriale di Taranto	maggio - dicembre
2	Taranto	Via alto Adige	Sito caratterizzato da alto traffico veicolare e alta densità abitativa	ottobre - dicembre
3	Taranto	Via Brunelleschi	Talsano – Frazione di Taranto. Scelto come sito di fondo	da ottobre a dicembre
4	Palagianò	Via 25 Aprile	Comune di circa 15000 abitanti distante 20 km da Taranto. Ulteriore sito di fondo	dicembre

FIGURA A: Siti di campionamento del PM10. (in fucsia l'area industriale e in grigio le aree urbane)



In Figura B sono riportati i dati di concentrazione medi mensili del Benzo(a)Pirene e della somma degli IPA nei vari siti e i giorni effettivi di campionamento. In figura 3 si riporta il confronto dei 4 siti nei mesi di campionamento contemporaneo (ottobre- dicembre) e si evince che il sito 1 a ridosso della zona industriale è quello maggiormente interessato dai più alti valori di IPA, mentre gli altri tre siti manifestano valori tra loro confrontabili. In figura 4 si riporta la serie mensile (maggio – dicembre) del sito di Via Machiavelli da cui emerge una chiara stagionalità del fenomeno. Tale stagionalità è stata evidenziata in letteratura e può ascriversi a vari fattori emissivi e meteorologici: mancanza della sorgente riscaldamento domestico, migliori condizioni di dispersione degli inquinanti in estate e maggiore insolazione che favorisce le reazioni di degradazione degli IPA.

<sup>5</sup> Fonte: ISPRA - Emissioni disaggregate a livello regionale, per macrosettore, per il 1990, 1995, 2000 e 2005 – in: [http://www.sinanet.apat.it/it/inventaria/disaggregazione\\_prov2005/](http://www.sinanet.apat.it/it/inventaria/disaggregazione_prov2005/)

In conclusione nella postazione di via Machiavelli la media annuale (pesata per il numero di giorni per mese) è pari a 1,26 ng/m<sup>3</sup>, superiore al limite di 1 ng/m<sup>3</sup> previsto dal D.Lgs. 152/2007.

Figura B: dati di concentrazione medi mensili del benzo(a)pirene e della somma degli IPA

	PERIODO	Benzo(a)pirene (ng/m <sup>3</sup> )	IPA (somma in ng/m <sup>3</sup> )	Numero di giorni effettivi di campionamento
MACHIARELLI	maggio	0.23	5.6	13
	giugno	0.82	15.5	17
	agosto	1.11	13.9	26
	settembre	1.33	22.7	30
	ottobre	1.51	27.8	30
	novembre	1.59	26	30
	dicembre	1.43	22.3	30
TALSANO	ottobre	0.22	5.46	21
	novembre	0.28	5.41	30
	dicembre	0.66	10.8	30
ALTO ADIGE	ottobre	0.33	7.72	21
	novembre	0.36	9.45	30
	dicembre	0.66	10.5	30
PALAGIANO	dicembre	0.76	12.1	28

## 4.2.3 Emissioni

### 4.2.3.1 Andamento delle emissioni di CO<sub>2</sub> in Puglia

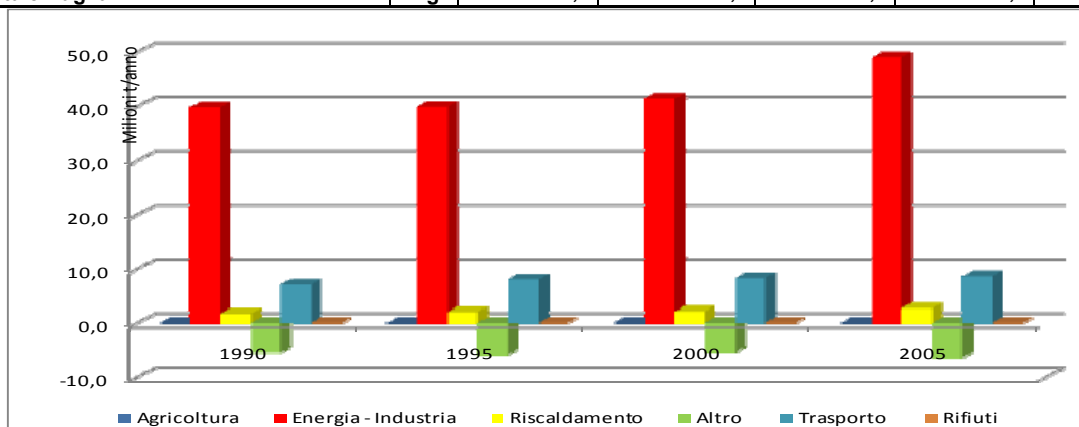
Nome indicatore	DPSIR	Fonte dei Dati
Andamento delle emissioni di CO <sub>2</sub> in Puglia	D	ISPRA - EEA

Obiettivo	Disponibilità dei Dati	Copertura		Stato	Trend
		Temporale	Spaziale		
Monitorare il trend regionale delle emissioni in atmosfera di CO <sub>2</sub>	***	1990-2005	P	☹️	↑

Tra il 1990 e il 2005, in Puglia, le emissioni in atmosfera di CO<sub>2</sub> presentano un andamento in costante crescita. In tale periodo, infatti, si passa da 42,9 milioni di tonnellate del 1990 a poco più di 53,7 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> del 2005. Il macrosettore<sup>6</sup> CORINAIR che maggiormente contribuisce alle emissioni di CO<sub>2</sub> è la produzione di energia e trasformazione di combustibili con il 57,2% del totale regionale, seguito dalla combustione nell'industria con il 26,7, ecc. Notiamo come il macrosettore CORINAIR 11 "Altre sorgenti ed assorbimenti" influisce positivamente rispetto agli altri macrosettore poiché considera la stima degli assorbimenti di anidride carbonica dovuti alle attività naturali delle foreste, dei boschi, dei suoli ecc.

Fig. 4.17 – Emissioni CO<sub>2</sub> – Anni 1990-2005

DESCRIZIONE	UM	1990	1995	2000	2005	% 2005
01-Produzione energia e trasform. combustibili	Mg	18.876.628,0	18.102.348,9	22.575.796,1	30.751.573,9	57,22
02-Combustione non industriale	Mg	1.643.577,4	1.973.808,7	2.092.633,4	2.639.897,0	4,91
03-Combustione nell'industria	Mg	16.990.983,1	18.719.801,3	16.236.138,9	14.357.457,2	26,72
04-Processi produttivi	Mg	3.873.278,1	3.049.968,2	2.585.673,9	3.861.955,9	7,19
05-Estrazione e distribuzione combustibili	Mg	2.359,5	4.434,7	3.385,8	4.717,9	0,01
06-Usò di solventi	Mg	76.625,8	69.050,9	60.184,6	66.011,3	0,12
07-Trasporto su strada	Mg	5.855.826,7	6.569.150,7	6.888.717,6	7.119.967,4	13,25
08-Altre sorgenti mobili e macchinari	Mg	1.209.331,2	1.436.124,4	1.364.677,1	1.480.404,4	2,75
09-Trattamento e smaltimento rifiuti	Mg	35.762,9	28.446,7	21.294,9	23.881,3	0,04
11-Altre sorgenti e assorbimenti	Mg	-5.656.745,0	-6.075.948,8	-5.564.726,5	-6.563.193,2	-12,21
<b>Totale Puglia</b>	<b>Mg</b>	<b>42.907.627,7</b>	<b>43.877.185,7</b>	<b>46.263.775,6</b>	<b>53.742.673,1</b>	<b>100,00</b>



Fonte dati: ISPRA – Inventario nazionale delle emissioni in atmosfera; Elaborazioni ARPA Puglia



Analizzando l'andamento delle emissioni per settore produttivo osserviamo che il settore energia-industria presenta il maggior contributo emissivo e un andamento in continua crescita nel tempo al

<sup>6</sup> Le stime delle emissioni sono calcolate con riferimento a 10 macrosettori CORINAIR: combustione - energia e industria di trasformazione; combustione - non industriale; combustione - industria; processi produttivi; estrazione, distribuzione combustibili fossili/geotermico; uso di solventi; trasporti stradali; altre sorgenti mobili; trattamento e smaltimento rifiuti; agricoltura

pari del trasporto e del riscaldamento che hanno lo stesso trend ma con valori inferiori. Osserviamo infine l'apporto positivo del settore "Altro"<sup>7</sup>.

#### 4.2.3.2 Trend delle Emissioni di NH<sub>3</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, COVNM, SO<sub>x</sub>, Diossine, IPA, CH<sub>4</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> e N<sub>2</sub>O in Puglia

Nome indicatore	DPSIR	Fonte dei Dati
Trend delle Emissioni di NH <sub>3</sub> , C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> , COVNM, SO <sub>x</sub> , Diossine, IPA, CH <sub>4</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , PM <sub>10</sub> e N <sub>2</sub> O in Puglia	P	ISPRA

Obiettivo	Disponibilità dei Dati	Copertura		Stato	Trend
		Temporale	Spaziale		
Monitorare il trend regionale delle emissioni in atmosfera di NH <sub>3</sub> , C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> , COVNM, SO <sub>x</sub> , Diossine, IPA, CH <sub>4</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , PM <sub>10</sub> e N <sub>2</sub> O per Macrosettore CORINAIR e per Settore produttivo	***	1990-2005	R		

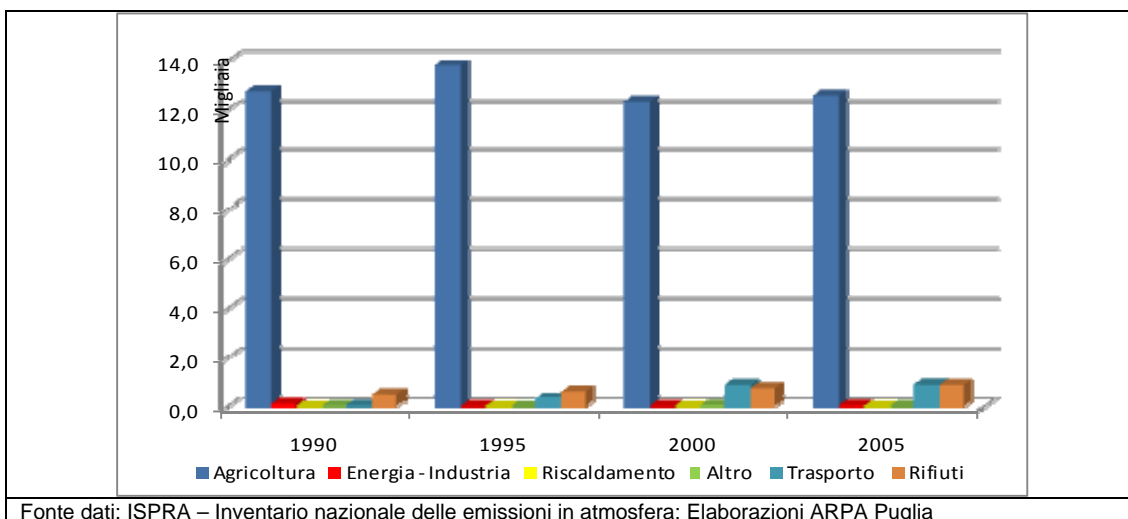
In Puglia, tra il 1990 ed il 2005, le emissioni di ammoniaca (NH<sub>3</sub>) registrano un trend in leggera crescita. In tale periodo, infatti, si passa da 13.465 tonnellate l'anno del 2005 a 14.486 tonnellate di NH<sub>3</sub> del 2005. Il macrosettore CORINAIR che, nel 2005, contribuisce in misura maggiore è l'agricoltura con l'87% delle emissioni regionali seguito dal trasporto su strada e dal trattamento e smaltimento dei rifiuti entrambi con contributi pari al 6,3%, ecc.. Analizzando l'andamento delle emissioni per settore produttivo si confermiamo l'agricoltura quale settore maggiormente inquinante con un andamento vario nel tempo e con valori, comunque, superiori alle 12 mila tonnellate l'anno. Le emissioni dovute ai rifiuti e ai trasporti nel quindicennio 1990-2005, presentano un andamento in crescita con valori notevolmente inferiori a quelli dell'agricoltura.

Fig. 4.18 – Emissioni NH<sub>3</sub> – Anni 1990-2005

DESCRIZIONE	UM	1990	1995	2000	2005	% 2005
01-Produzione energia e trasform. combustibili	Mg	14,2	9,4	14,5	39,4	0,27
02-Combustione non industriale	Mg	0,1	0,1	0,0	0,0	0,00
03-Combustione nell'industria	Mg	3,2	1,7	4,4	5,4	0,04
04-Processi produttivi	Mg	92,7				
07-Trasporto su strada	Mg	41,7	365,5	898,6	912,8	6,30
08-Altre sorgenti mobili e macchinari	Mg	2,5	2,9	2,7	2,8	0,02
09-Trattamento e smaltimento rifiuti	Mg	527,7	639,8	777,5	907,7	6,27
10-Agricoltura	Mg	12.768,8	13.784,7	12.361,1	12.609,3	<b>87,04</b>
11-Altro	Mg	15,1	3,3	45,3	9,4	0,07
<b>Totale Puglia</b>	<b>Mg</b>	<b>13.465,9</b>	<b>14.807,4</b>	<b>14.104,1</b>	<b>14.486,7</b>	<b>100,00</b>

<sup>7</sup> Il Settore altro comprende il macrosettore CORINAIR 11 "Altre sorgenti e assorbimenti" e il 5 "Estrazione e distribuzione di combustibili".





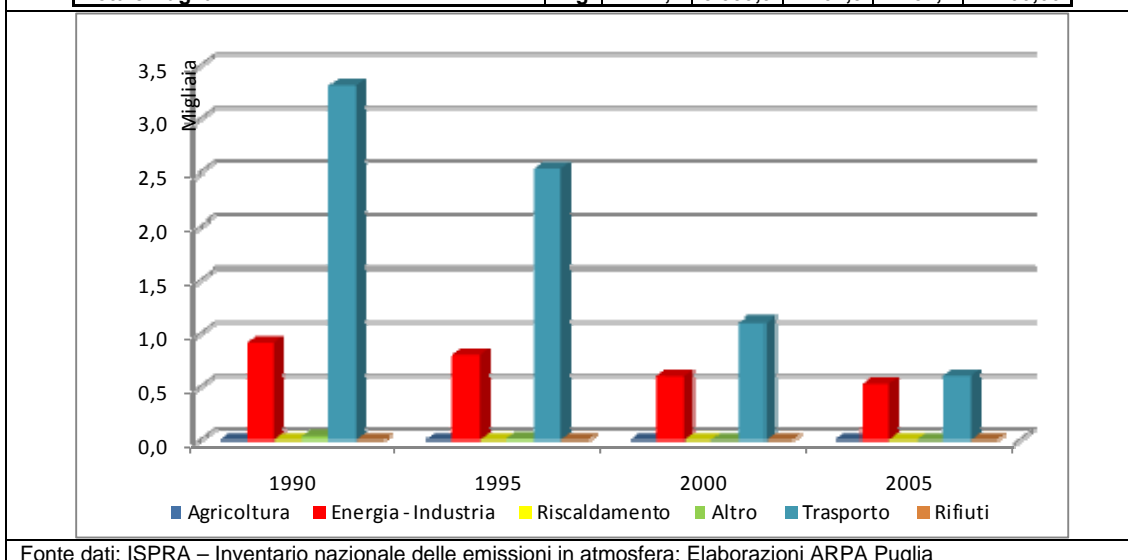
Le emissioni regionali di benzene ( $C_6H_6$ ), tra il 1990 e il 2005, sono andate progressivamente calando passando da 4.274 tonnellate del 1990 a 1.134 del 2005.

Il macrosettore CORINAIR che nel 2005 contribuisce maggiormente alle emissioni di benzene è il trasporto su strada con il 41,4% delle emissioni regionali, seguito dai processi produttivi con il 37,2% e dalle altre sorgenti mobili e macchinari con il 12,2%, ecc.

Analizzando l'andamento delle emissioni per settore produttivo notiamo che il trasporto (stradale, marittimo, ferroviario e aereo) è quello con le maggiori emissioni e un trend in calo seguito, in ordine, dal settore energia-industria anch'esso in calo e a seguire gli altri.

Fig. 4.19 – Emissioni  $C_6H_6$  – Anni 1990-2005

DESCRIZIONE	UM	1990	1995	2000	2005	% 2005
01-Produzione energia e trasform. combustibili	Mg	332,0	282,3	149,4	72,9	6,43
04-Processi produttivi	Mg	535,3	473,7	420,2	422,4	37,24
05-Estrazione e distribuzione combustibili	Mg	36,9	14,3	1,3	1,0	0,09
06-Uso di solventi	Mg	44,8	37,0	35,4	31,1	2,74
07-Trasporto su strada	Mg	2.630,7	2.092,4	926,5	469,3	<b>41,38</b>
08-Altre sorgenti mobili e macchinari	Mg	694,4	440,3	174,5	137,5	12,12
<b>Totale Puglia</b>	<b>Mg</b>	<b>4.274,2</b>	<b>3.339,9</b>	<b>1.707,3</b>	<b>1.134,2</b>	<b>100,00</b>



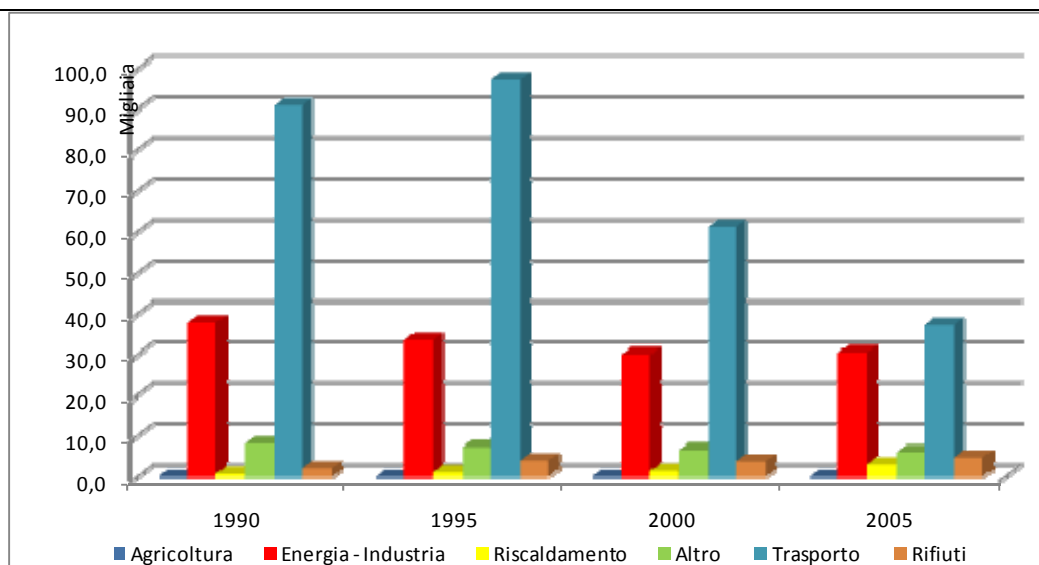
Le emissioni dei composti organici volatili non metanici (COVNM), nel periodo considerato, sono diminuite di circa un terzo passando da quasi 140 mila tonnellate l'anno a circa 82 mila del 2005. Il macrosettore CORINAIR che, nel 2005, contribuisce maggiormente alle emissioni dei COVNM è il trasporto su strada con il 32,8% del totale regionale, seguito dall'uso di solventi con il 27,1%, da altri trasporti con il 12,7%, ecc..

Analizzando l'andamento delle emissioni per settore produttivo osserviamo il calo delle emissioni dei trasporti, che comunque mantengono il maggior apporto emissivo rispetto agli altri settori, il leggero

calo delle emissioni originate dal settore energia-industria e il leggero incremento delle emissioni dovute al riscaldamento e ai rifiuti.

Fig. 4.20 – Emissioni COVNM – Anni 1990-2005

DESCRIZIONE	UM	1990	1995	2000	2005	% 2005
01-Produzione energia e trasform. combustibili	Mg	2.398,7	2.114,5	1.341,9	762,1	0,93
02-Combustione non industriale	Mg	799,3	1.129,0	1.489,8	3.125,4	3,81
03-Combustione nell'industria	Mg	1.197,6	1.634,7	1.143,6	1.250,5	1,53
04-Processi produttivi	Mg	8.549,3	6.565,6	6.969,0	6.294,3	7,68
05-Estrazione e distribuzione combustibili	Mg	3.518,8	2.985,0	1.693,0	1.629,9	1,99
06-Uso di solventi	Mg	25.685,5	23.139,9	20.564,8	22.192,9	27,07
07-Trasporto su strada	Mg	71.379,3	76.968,6	48.661,6	26.897,4	<b>32,81</b>
08-Altre sorgenti mobili e macchinari	Mg	19.525,4	20.367,9	12.635,5	10.394,5	12,68
09-Trattamento e smaltimento rifiuti	Mg	2.179,4	4.045,0	3.906,6	4.846,8	5,91
10-Agricoltura	Mg	49,7	69,4	67,4	66,6	0,08
11-Altre sorgenti e assorbimenti	Mg	4.579,2	4.442,4	4.931,6	4.513,5	5,51
<b>Totale Puglia</b>	<b>Mg</b>	<b>139.862,2</b>	<b>143.462,2</b>	<b>103.404,8</b>	<b>81.973,9</b>	<b>100,00</b>



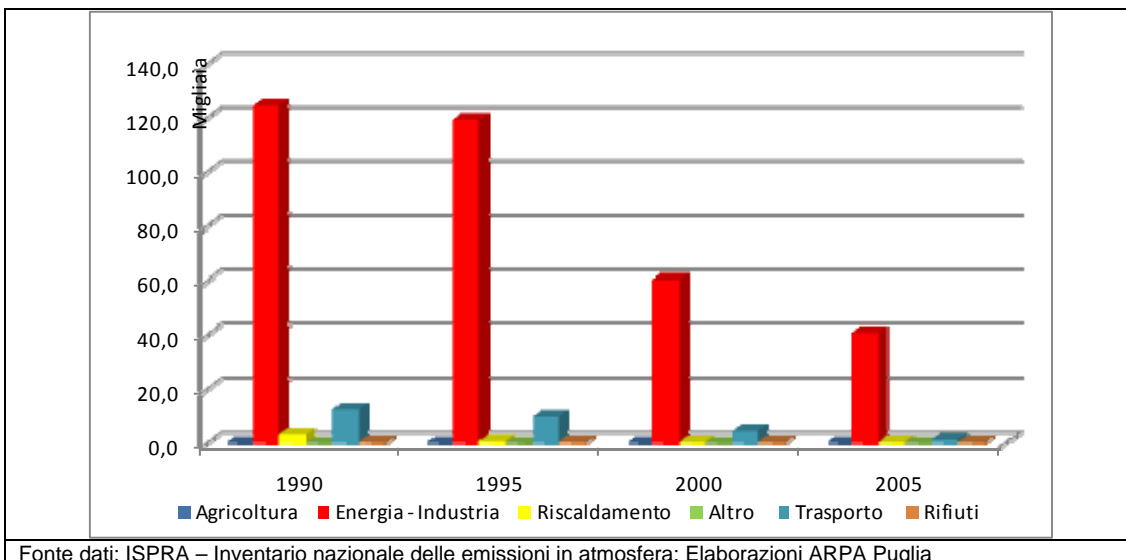
Fonte dati: ISPRA – Inventario nazionale delle emissioni in atmosfera; Elaborazioni ARPA Puglia

Le emissioni regionali degli ossidi di zolfo (SOx) sono progressivamente calate tra il 1990 e il 2005, passando da circa 141.101 tonnellate del 1990 a circa 43.371 del 2005.

Il macrosettore CORINAIR che, nel 2005, registra le maggiori emissioni di SOx è quello relativo alla produzione di energia elettrica e trasformazione dei combustibili con quasi il 57% di emissione regionale, seguito dalla combustione nell'industria con il 31,2%, dai processi produttivi con il 6,1%, ecc.. Analizzando l'andamento delle emissioni per settore produttivo osserviamo che per tutti i settori esaminati si verifica un calo delle emissioni di SOx.

Fig. 4.21 – Emissioni SOx – Anni 1990-2005

DESCRIZIONE	UM	1990	1995	2000	2005	% 2005
01-Produzione energia e trasform. combustibili	Mg	89.464,4	79.527,1	36.827,6	24.713,9	<b>56,98</b>
02-Combustione non industriale	Mg	3.343,1	906,3	463,2	544,5	1,26
03-Combustione nell'industria	Mg	29.477,4	35.472,2	20.745,4	13.512,6	31,16
04-Processi produttivi	Mg	5.942,9	4.325,6	2.876,8	2.632,8	6,07
07-Trasporto su strada	Mg	8.000,3	4.311,4	724,5	144,4	0,33
08-Altre sorgenti mobili e macchinari	Mg	4.309,7	5.183,1	3.996,3	1.317,5	3,04
09-Trattamento e smaltimento rifiuti	Mg	550,7	559,3	479,7	497,0	1,15
11-Altre sorgenti e assorbimenti	Mg	13,4	3,0	40,2	8,4	0,02
<b>Totale Puglia</b>	<b>Mg</b>	<b>141.101,9</b>	<b>130.288,1</b>	<b>66.153,8</b>	<b>43.371,0</b>	<b>100,00</b>

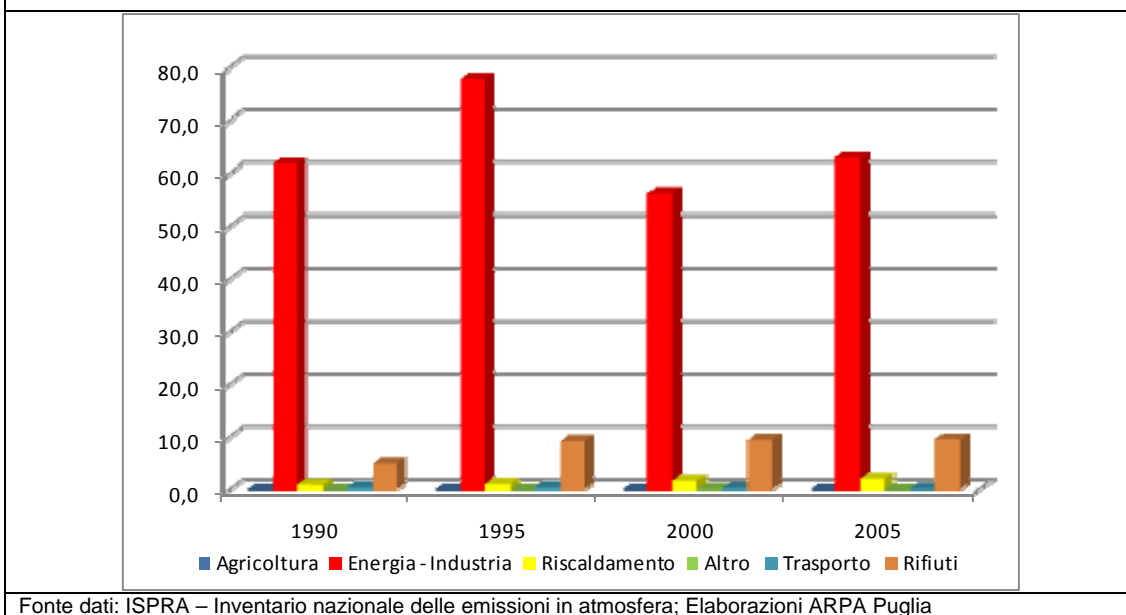


Le emissioni regionali di diossine e furani (PCDD e PCDF) sono aumentate dal 1990 al 2005, passando da circa 68,2 g (teq) l'anno del 1990 a 74,6 g(teq) del 2005.

Il macrosettore CORINAIR che, nel 2005, contribuisce in misura maggiore alle emissioni di Diossine e Furani è la combustione nell'industria con l'82,15% delle emissioni regionali seguito dal trattamento e smaltimento dei rifiuti con il 12,7%, ecc.. Il settore produttivo energia-industria conferma di essere quello che emette maggiormente con un trend vario mentre il settore dei rifiuti presenta un'emissione di diossine e furani in crescita.

Fig. 4.22 – Emissioni Diossine e Furani – Anni 1990-2005

DESCRIZIONE	UM	1990	1995	2000	2005	% 2005
01-Produzione energia e trasform. combustibili	g (teq)	2,441	2,598	2,362	1,522	2,04
02-Combustione non industriale	g (teq)	0,902	1,014	1,704	2,058	2,76
03-Combustione nell'industria	g (teq)	59,169	75,291	53,733	61,283	<b>82,15</b>
04-Processi produttivi	g (teq)	0,109	0,045	0,020	0,023	0,03
07-Trasporto su strada	g (teq)	0,470	0,481	0,272	0,172	0,23
09-Trattamento e smaltimento rifiuti	g (teq)	5,107	9,179	9,408	9,515	12,76
11-Altre sorgenti e assorbimenti	g (teq)	0,037	0,008	0,112	0,023	0,03
<b>Totale Puglia</b>	<b>g (teq)</b>	<b>68,2</b>	<b>88,6</b>	<b>67,6</b>	<b>74,6</b>	<b>100,00</b>



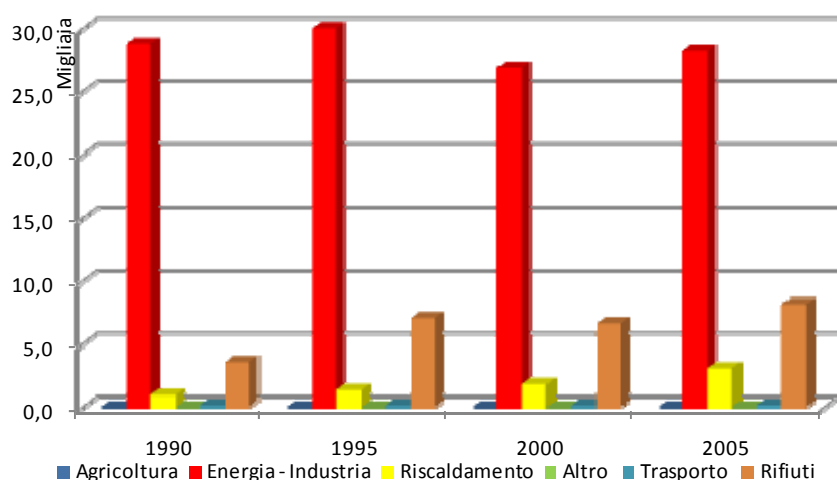
In Puglia, tra il 1990 ed il 2005, le emissioni di idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono aumentate passando da circa 33,4 chili del 1990 a quasi 39,6 del 2005.

Il macrosettore CORINAIR che, nel 2005, contribuisce maggiormente alle emissioni di IPA è rappresentato dai processi produttivi con il 71% delle emissioni regionali seguita dal trattamento e smaltimento dei rifiuti con il 20,6%, dalla combustione nell'industria con il 7,8%, ecc..

Analizzando l'andamento delle emissioni per settore produttivo osserviamo che il settore energia-industria è quello che emette in misura maggiore, rispetto agli altri settori, con un andamento vario ma con il dato di emissioni del 2005 superiore a quello del 1990.

Fig. 4.23 – Emissioni IPA – Anni 1990-2005

DESCRIZIONE	UM	1990	1995	2000	2005	% 2005
01-Produzione energia e trasform. combustibili	kg	91,8	94,7	86,8	80,9	0,2
02-Combustione non industriale	kg	932,0	1.320,0	1.797,2	3.071,5	7,8
03-Combustione nell'industria	kg	7,3	8,0	10,7	3,7	0,0
04-Processi produttivi	kg	28.629,1	29.896,9	26.836,2	28.075,3	<b>71,0</b>
06-Uso di solventi	kg	0,2	0,2	0,1	0,2	0,0
07-Trasporto su strada	kg	107,4	110,2	116,3	144,2	0,4
08-Altre sorgenti mobili e macchinari	kg	26,1	30,3	27,5	28,6	0,1
09-Trattamento e smaltimento rifiuti	kg	3.578,1	7.054,9	6.610,3	8.157,3	20,6
<b>Totale Puglia</b>	<b>kg</b>	<b>33.372,0</b>	<b>38.515,2</b>	<b>35.485,2</b>	<b>39.561,7</b>	<b>100,00</b>



Fonte dati: ISPRA – Inventario nazionale delle emissioni in atmosfera; Elaborazioni ARPA Puglia

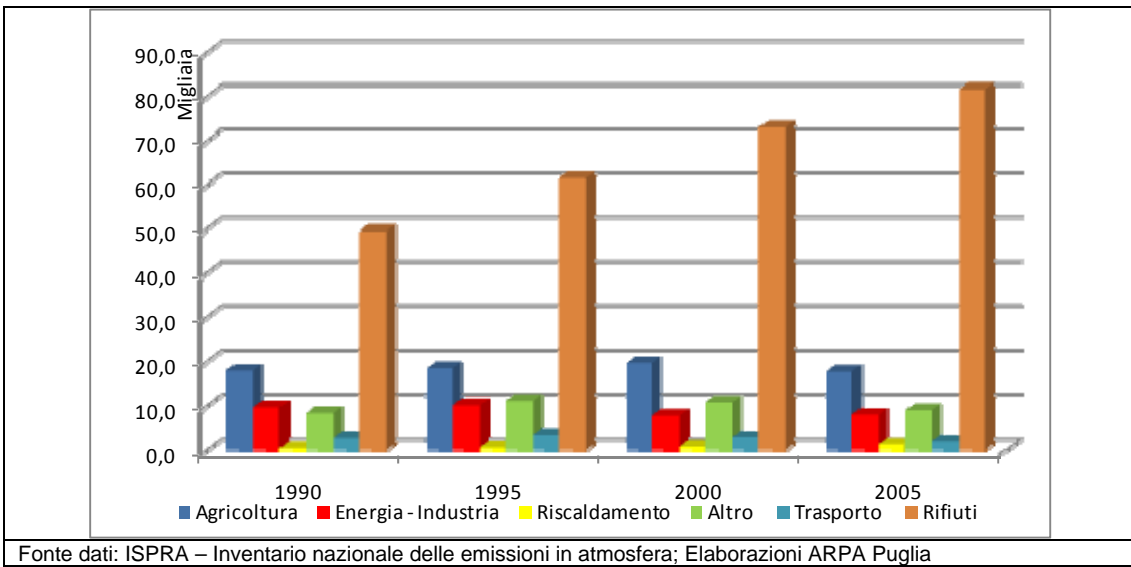
Le emissioni regionali di metano (CH<sub>4</sub>) sono andate progressivamente aumentando dal 1990 al 2005, passando da circa 88.681 tonnellate del 1990 a 119.632 del 2005.

Il macrosettore CORINAIR che, nel 2005, contribuisce maggiormente alle emissioni di CH<sub>4</sub> è il trattamento e smaltimento dei rifiuti con il 68,2% delle emissioni regionali, seguita dall'agricoltura con il 14,7%, dalla estrazione e distribuzione di combustibili con il 5,2%, ecc..

Analizzando l'andamento delle emissioni per settore produttivo osserviamo la continua crescita delle emissioni del settore dei rifiuti mentre gli altri settori si mantengono su valori abbastanza stabili.

Fig. 4.24 – Emissioni CH<sub>4</sub> – Anni 1990-2005

DESCRIZIONE	UM	1990	1995	2000	2005	% 2005
01-Produzione energia e trasform. combustibili	Mg	3.331,6	2.894,4	1.976,8	1.632,6	1,36
02-Combustione non industriale	Mg	478,0	635,5	824,3	1.361,1	1,14
03-Combustione nell'industria	Mg	2.801,1	3.881,7	2.779,1	3.274,5	2,74
04-Processi produttivi	Mg	3.488,2	3.290,6	2.946,2	3.058,2	2,56
05-Estrazione e distribuzione combustibili	Mg	5.572,3	8.460,4	7.743,9	6.264,8	5,24
07-Trasporto su strada	Mg	2.633,5	3.281,2	2.858,6	1.960,5	1,64
08-Altre sorgenti mobili e macchinari	Mg	268,0	275,2	185,3	166,8	0,14
09-Trattamento e smaltimento rifiuti	Mg	49.488,1	61.436,9	72.925,0	81.607,3	<b>68,22</b>
10-Agricoltura	Mg	17.889,3	18.388,1	19.594,9	17.624,9	14,73
11-Altre sorgenti e assorbimenti	Mg	2.731,4	2.627,2	2.999,9	2.681,4	2,24
<b>Totale Puglia</b>	<b>Mg</b>	<b>88.681,5</b>	<b>105.171,2</b>	<b>114.834,2</b>	<b>119.632,1</b>	<b>100,00</b>

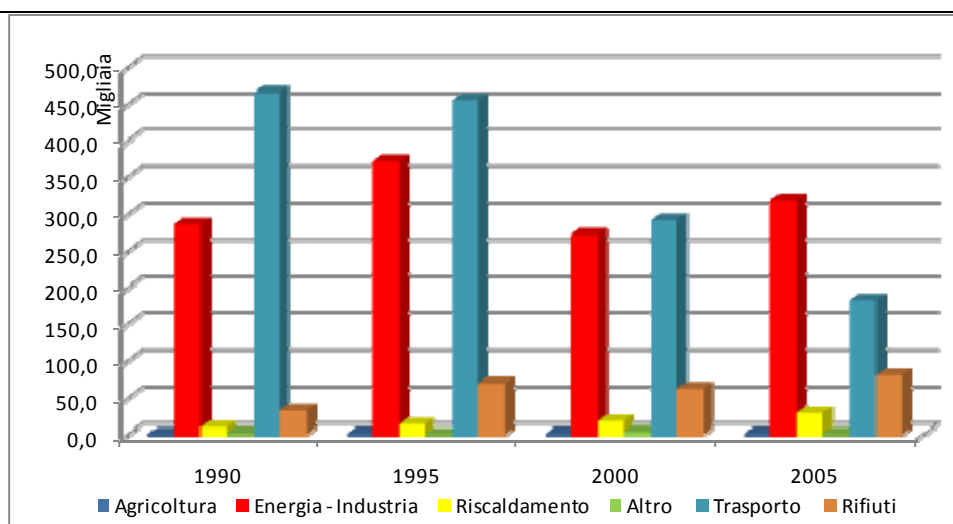


In Puglia, tra il 1990 ed il 2005, si osserva un trend in leggero calo delle emissioni di monossido di carbonio (CO). In tale periodo, infatti, si passa da 795.186 tonnellate del 1990 a 612.769 tonnellate del 2005. Il macrosettore CORINAIR che, nel 2005, contribuisce maggiormente alle emissioni di CO è la combustione nell'industria con il 41,8% del totale regionale, seguito dal trasporto su strada con il 24,9%, dal trattamento e smaltimento dei rifiuti con il 13,1%, ecc..

Analizzando l'andamento delle emissioni per settore produttivo osserviamo la riduzione delle emissioni dovute ai trasporti e l'andamento vario delle emissioni del settore energia-industria che nel 2005 detiene la maggiore quota emissiva di CO. Rileviamo, inoltre, la crescita delle emissioni del settore dei rifiuti e del riscaldamento.

Fig. 4.25 – Emissioni CO – Anni 1990-2005

DESCRIZIONE	UM	1990	1995	2000	2005	% 2005
01-Produzione energia e trasform. combustibili	Mg	21.900,6	18.977,8	18.218,5	17.385,4	2,84
02-Combustione non industriale	Mg	9.813,9	13.734,6	17.873,8	28.984,7	4,73
03-Combustione nell'industria	Mg	169.181,0	311.178,0	217.713,4	256.230,0	<b>41,82</b>
04-Processi produttivi	Mg	94.429,2	41.874,5	36.117,5	45.448,7	7,42
07-Trasporto su strada	Mg	408.961,3	400.798,0	256.266,4	152.773,9	24,93
08-Altre sorgenti mobili e macchinari	Mg	56.424,4	54.594,7	35.159,3	30.124,6	4,92
09-Trattamento e smaltimento rifiuti	Mg	32.611,3	69.463,3	62.960,4	80.008,3	13,06
10-Agricoltura	Mg	692,6	1.121,9	1.055,4	1.079,4	0,18
11-Altre sorgenti e assorbimenti	Mg	1.171,7	259,8	3.520,9	733,8	0,12
<b>Totale Puglia</b>	<b>Mg</b>	<b>795.185,9</b>	<b>912.002,7</b>	<b>648.885,6</b>	<b>612.769,0</b>	<b>100,00</b>



Fonte dati: ISPRA – Inventario nazionale delle emissioni in atmosfera; Elaborazioni ARPA Puglia

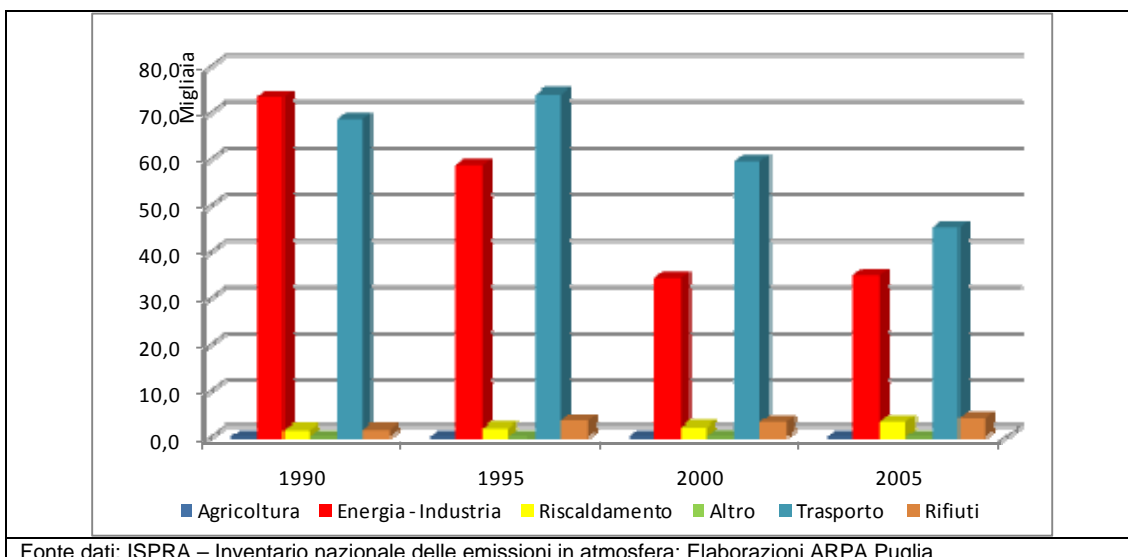
Le emissioni regionali degli ossidi di azoto (NOx) dal 1990 al 2005 sono calate sensibilmente passando da poco più di 145 mila tonnellate del 1990 a 86.685 tonnellate del 2005.

Il macrosettore CORINAIR che, nel 2005, contribuisce maggiormente alle emissioni di NOx è il trasporto stradale con il 34,5% del totale regionale, seguito dalla produzione di energia e trasformazione con il 22,3%, dalla combustione nell'industria con 17,7% ecc..

Analizzando l'andamento delle emissioni per settore produttivo osserviamo che il settore energia-industria nel periodo considerato ha registrato un calo consistente come anche le emissioni originate dal trasporto che nel 2005 presentano il maggior contributo emissivo. Le emissioni dei restanti settori si mantengono su valori abbastanza stabili.

Fig. 4.26 – Emissioni NOx – Anni 1990-2005

DESCRIZIONE	UM	1990	1995	2000	2005	% 2005
01-Produzione energia e trasform. combustibili	Mg	46.985,2	33.376,6	18.033,7	19.295,6	22,26
02-Combustione non industriale	Mg	1.457,4	1.842,0	2.103,3	3.031,3	3,50
03-Combustione nell'industria	Mg	25.855,8	24.582,6	15.834,5	15.297,3	17,65
04-Processi produttivi	Mg	669,9	659,0	227,8	93,2	0,11
07-Trasporto su strada	Mg	52.884,9	55.260,2	42.671,3	29.888,5	<b>34,48</b>
08-Altre sorgenti mobili e macchinari	Mg	15.598,6	18.701,3	16.791,2	15.147,8	17,47
09-Trattamento e smaltimento rifiuti	Mg	1.575,9	3.369,6	3.032,4	3.876,6	4,47
10-Agricoltura	Mg	20,8	34,1	31,7	33,4	0,04
11-Altre sorgenti e assorbimenti	Mg	33,3	7,4	100,0	20,8	0,02
<b>Totale Puglia</b>	<b>Mg</b>	<b>145.082,0</b>	<b>137.832,8</b>	<b>98.825,9</b>	<b>86.684,6</b>	<b>100,00</b>



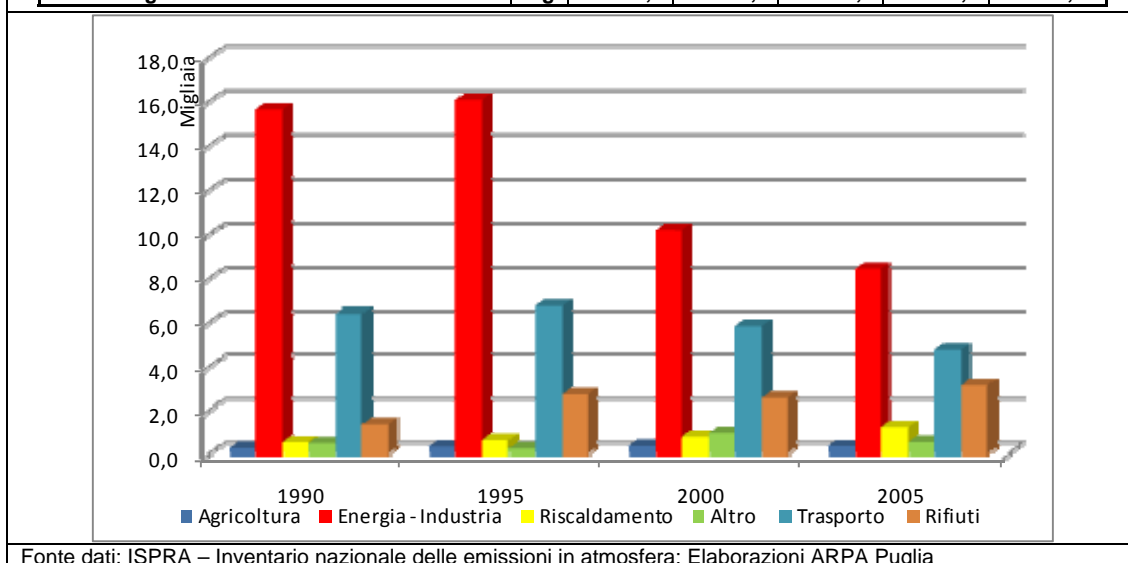
Le emissioni regionali di polveri sottili (PM<sub>10</sub>) sono andate complessivamente calando tra il 1990 e il 2005 passando da 26.652 tonnellate l'anno del 1990 a 18.397 tonnellate del 2005.

Il macrosettore CORINAIR che, nel 2005, contribuisce maggiormente alle emissioni di PM<sub>10</sub> è quello relativo ai processi produttivi con il 23,2 % delle emissioni regionali, seguito dal trattamento dei rifiuti con il 17%, dai trasporti su strada con il 15,9%, dalla combustione nell'industria con il 13,6%, ecc..

Analizzando, invece, l'andamento delle emissioni per settore produttivo osserviamo che il settore energia-industria registra un significativo calo delle emissioni pur mantenendo il maggior contributo emissivo rispetto agli altri settori. Osserviamo, infine, l'andamento decrescente delle emissioni del trasporto e l'aumento di quelle originate dal riscaldamento.

Fig. 4.27 – Emissioni PM<sub>10</sub> – Anni 1990-2005

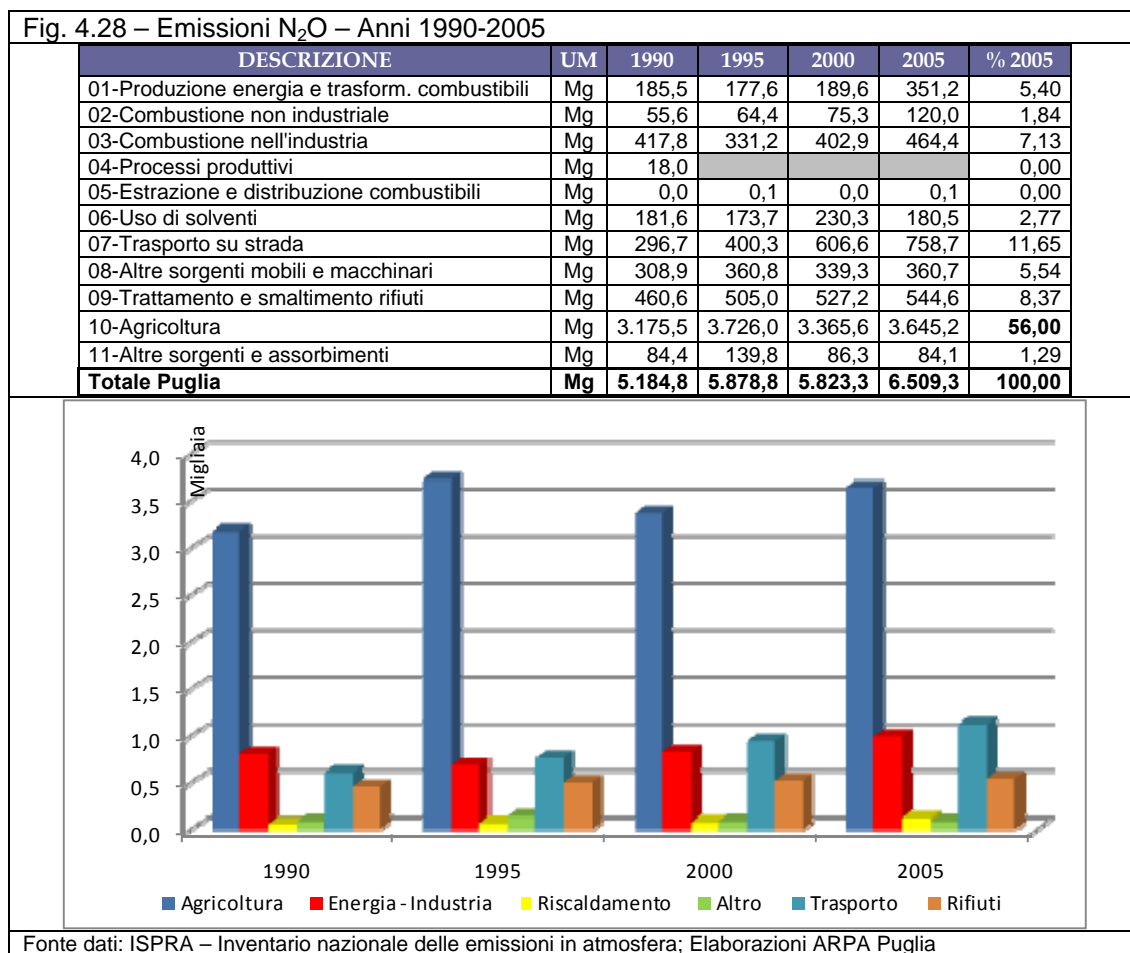
DESCRIZIONE	UM	1990	1995	2000	2005	% 2005
01-Produzione energia e trasform. combustibili	Mg	5.045,6	4.375,8	2.721,4	1.680,8	9,14
02-Combustione non industriale	Mg	526,7	626,9	776,8	1.227,8	6,67
03-Combustione nell'industria	Mg	5.581,4	6.925,6	3.941,2	2.498,3	13,58
04-Processi produttivi	Mg	4.988,9	4.769,3	3.519,4	4.263,1	<b>23,17</b>
05-Estrazione e distribuzione combustibili	Mg	234,8	186,2	226,0	376,7	2,05
06-Uso di solventi	Mg		0,1	0,4	0,1	0,00
07-Trasporto su strada	Mg	4.253,4	4.114,1	3.604,1	2.933,2	15,94
08-Altre sorgenti mobili e macchinari	Mg	2.147,5	2.599,8	2.225,2	1.785,4	9,70
09-Trattamento e smaltimento rifiuti	Mg	1.376,4	2.713,7	2.542,6	3.137,7	17,06
10-Agricoltura	Mg	255,6	328,8	352,3	342,5	1,86
11-Altre sorgenti e assorbimenti	Mg	241,8	53,6	726,5	151,4	0,82
<b>Totale Puglia</b>	<b>Mg</b>	<b>24.652,1</b>	<b>26.693,9</b>	<b>20.635,9</b>	<b>18.396,9</b>	<b>100,00</b>



Le emissioni regionali di protossido di azoto (N<sub>2</sub>O) sono leggermente aumentate dal 1990 al 2005 passando da circa 5.185 tonnellate l'anno del 1990 a circa 6.509 tonnellate del 2005.

I macrosettori CORINAIR che, nel 2005, contribuiscono maggiormente alle emissioni di N<sub>2</sub>O sono, in ordine, l'agricoltura con il 56%, seguito dai trasporti con 11,6%, il trattamento dei rifiuti con l'8,4, ecc.. Analizzando, invece, l'andamento delle emissioni per settore produttivo rileviamo, la crescita delle emissioni dell'agricoltura e il costante aumento delle emissioni dovute al settore energia-industria e alla gestione dei rifiuti. Le emissioni dei restanti settori si mantengono su valori abbastanza stabili.

Fig. 4.28 – Emissioni N<sub>2</sub>O – Anni 1990-2005



#### 4.2.3.3 Andamento delle emissioni settoriali

Nome indicatore	DPSIR	Fonte dei Dati
Andamento delle emissioni settoriali	P	ISPRA

Obiettivo	Disponibilità dei Dati	Copertura		Stato	Trend
		Temporale	Spaziale		
Monitorare il trend regionale delle emissioni in atmosfera per settori e/o attività produttive	***	1990-2005	R	☹	↓

In Puglia le maggiori criticità ambientali per la matrice aria derivano dal settore energia-industria. Le figure presenti nel paragrafo mostrano i principali contributi delle emissioni in atmosfera delle sostanze inquinanti tipiche di ciascuno dei settori considerati e i trend provinciali.

Le emissioni prevalenti del settore energia-industria riguardano le emissioni di ossidi di zolfo, diossine e furani, anidride carbonica, idrocarburi policiclici aromatici, polveri sottili, ossidi di azoto e benzene con i contributi emissivi indicati nella seguente figura.



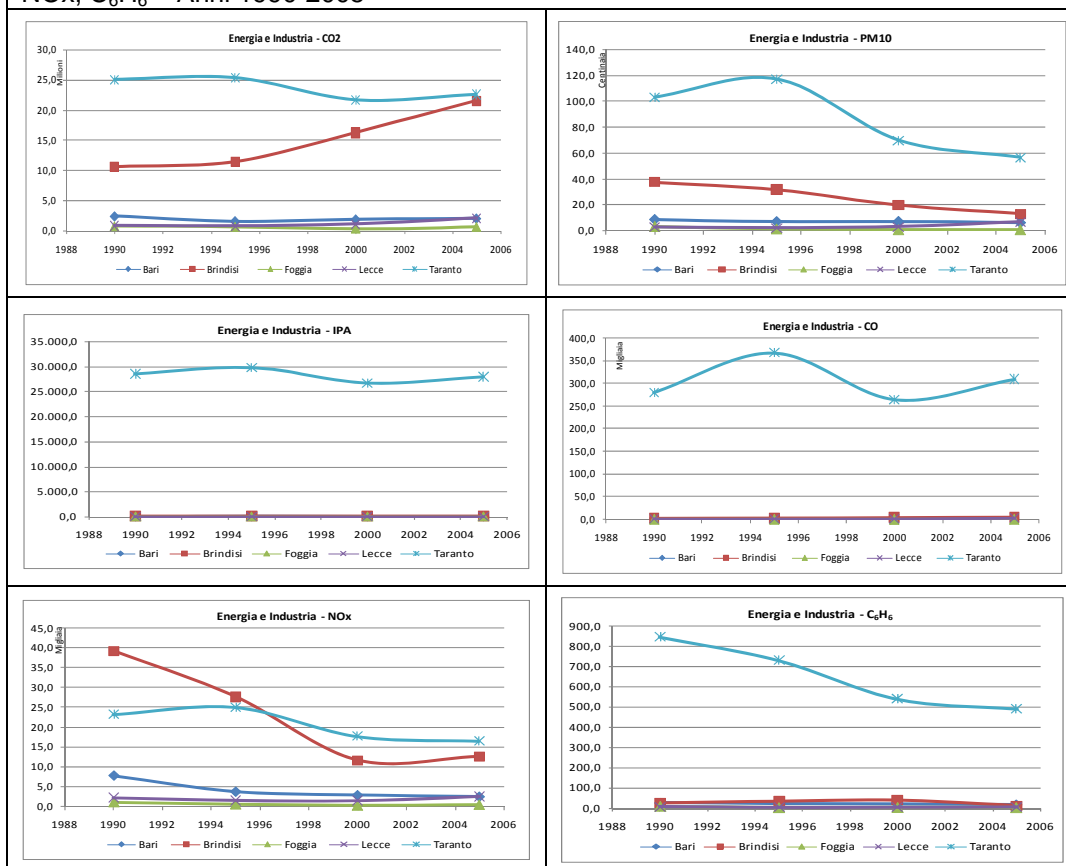
Fig. 4.29 – Contributi emissivi per sostanza inquinante negli anni 1990-2005 dovuti settore energia-industria in Puglia

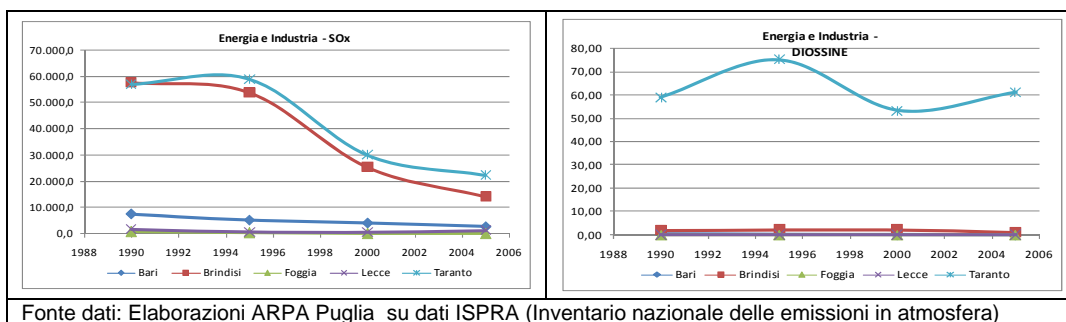
Inquinanti	Percentuali di emissione del settore rispetto al dato complessivo regionale negli anni 1990-2005			
	% 1990	% 1995	% 2000	2005
PM <sub>10</sub>	63,35	60,20	49,34	45,89
NO <sub>x</sub>	50,67	42,53	34,50	40,01
CO <sub>2</sub>	92,80	91,03	89,61	91,24
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	21,34	23,74	35,44	46,41
CO	35,90	40,79	41,93	52,07
IPA	86,09	77,89	75,90	71,18
Diossine	90,45	87,95	83,00	84,22
SO <sub>x</sub>	88,51	91,59	91,38	94,21

Fonte dati: Elaborazioni ARPA Puglia su dati ISPRA (Inventario nazionale delle emissioni in atmosfera)

Queste emissioni sono concentrate prevalentemente nelle aree industriali di Brindisi e Taranto. Dai grafici si nota come nel quindicennio 1990-2005 le emissioni di SO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub> e C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> presentano una diminuzione. Le emissioni di benzene, concentrate nell'area di Taranto, presentano un trend decrescente. Nel 2005 le emissioni di CO<sub>2</sub>, rispetto al dato del 1990, sono maggiori e si sono concentrate nelle aree di Brindisi e Taranto con trend opposti. Le emissioni di diossine hanno un andamento vario e sono localizzate quasi interamente nell'area tarantina.

Fig. 4.30 – Trend delle emissioni del settore energia-industria di CO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, IPA, CO, NO<sub>x</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> – Anni 1990-2005





Le principali sostanze inquinanti emesse dal settore agricoltura della Puglia sono l'ammoniaca, le polveri sottili, il metano e il protossido di azoto.

Fig. 4.31 – Contributi emissivi per sostanza inquinante negli anni 1990-2005 del settore agricoltura della Puglia

Inquinanti	Percentuali di emissione del settore rispetto al dato complessivo regionale negli anni 1990-2005			
	% 1990	% 1995	% 2000	2005
NH <sub>3</sub>	94,82	93,09	87,64	87,04
N <sub>2</sub> O	61,25	63,38	57,80	56,00
PM <sub>10</sub>	1,04	1,23	1,71	1,86
CH <sub>4</sub>	20,17	17,48	17,06	14,73

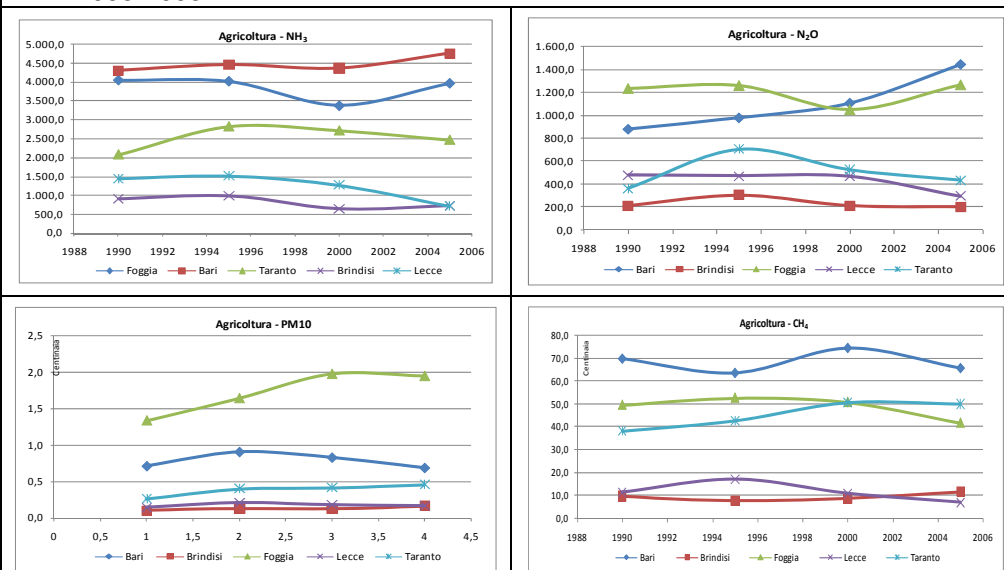
Fonte dati: Elaborazioni ARPA Puglia su dati ISPRA (Inventario nazionale delle emissioni in atmosfera)

Queste emissioni sono concentrate prevalentemente nelle province di Bari e Foggia. Le emissioni di ammoniaca nel periodo 2000-2005 presentano un andamento crescente nelle province di Bari, Foggia e Brindisi ed in calo in quelle di Taranto e Lecce.

Il protossido di azoto presenta un andamento in crescita nelle province di Bari e Foggia e in diminuzione nelle altre province.

Le emissioni 2005 di NO<sub>x</sub> rispetto al dato del 2000 sono in crescita per la provincia di Foggia e Lecce mentre in calo nelle altre province. Le emissioni di metano, infine presentano nel quinquennio 2000-05 un andamento in diminuzione nelle province di Bari, Foggia e Lecce, in aumento a Brindisi e un andamento quasi costante a Taranto.

Fig. 4.32 – Trend delle emissioni del settore agricoltura di NH<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub> e CH<sub>4</sub> – Anni 1995-2005



Fonte dati: Elaborazioni ARPA Puglia su dati ISPRA (Inventario nazionale delle emissioni in atmosfera)

Le principali sostanze inquinanti emesse per ottenere il riscaldamento in Puglia sono le seguenti: polveri sottili, idrocarburi policiclici aromatici, monossido di carbonio e di anidride carbonica.

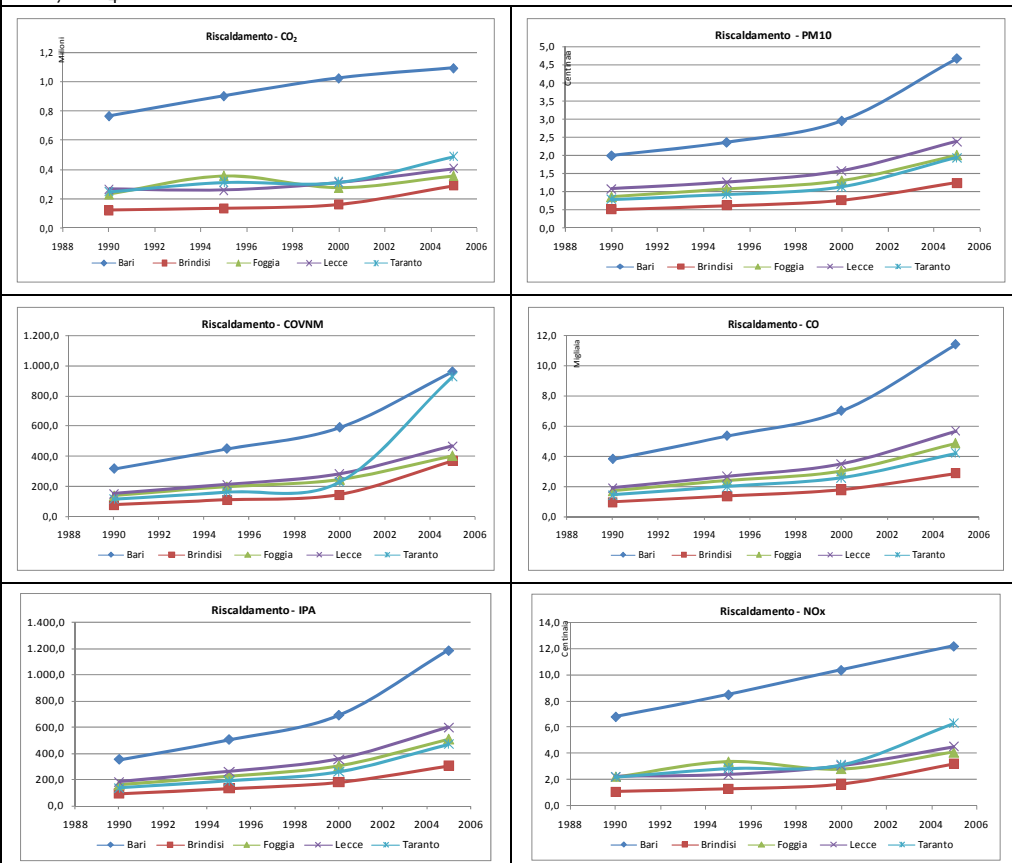
Fig. 4.33 – Contributi emissivi per sostanza inquinante negli anni 1990-2005 dovuti al riscaldamento in Puglia

Inquinanti	Percentuali di emissione del settore rispetto al dato complessivo regionale negli anni 1990-2005			
	% 1990	% 1995	% 2000	2005
PM <sub>10</sub>	2,14	2,35	3,76	6,67
NOx	1,00	1,34	2,13	3,50
CO	1,23	1,51	2,75	4,73
COVNM	0,57	0,79	1,44	3,81
IPA	2,79	3,43	5,06	7,76
CO <sub>2</sub>	3,83	4,50	4,52	4,91

Fonte dati: Elaborazioni ARPA Puglia su dati ISPRA (Inventario nazionale delle emissioni in atmosfera)

Il trend delle emissioni da riscaldamento in tutte le province pugliesi presentano un andamento crescente nel tempo soprattutto nel quinquennio 2000-05. Per tutti gli inquinanti considerati le emissioni maggiori si riscontrano nella provincia di Bari, seguita da Taranto, Lecce e le altre.

Fig. 4.34 – Trend delle emissioni dovute al riscaldamento di CO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, COVNM, CO, CH<sub>4</sub> e NOx – Anni 1995-2005



Fonte dati: Elaborazioni ARPA Puglia su dati ISPRA (Inventario nazionale delle emissioni in atmosfera)

In Puglia le maggiori criticità dovute ai trasporti, per la tematica aria, si rilevano nelle emissioni di polveri sottili, anidride carbonica, ossidi di azoto, benzene e composti organici volatili non metanici con i contributi emissivi indicati nella seguente figura.

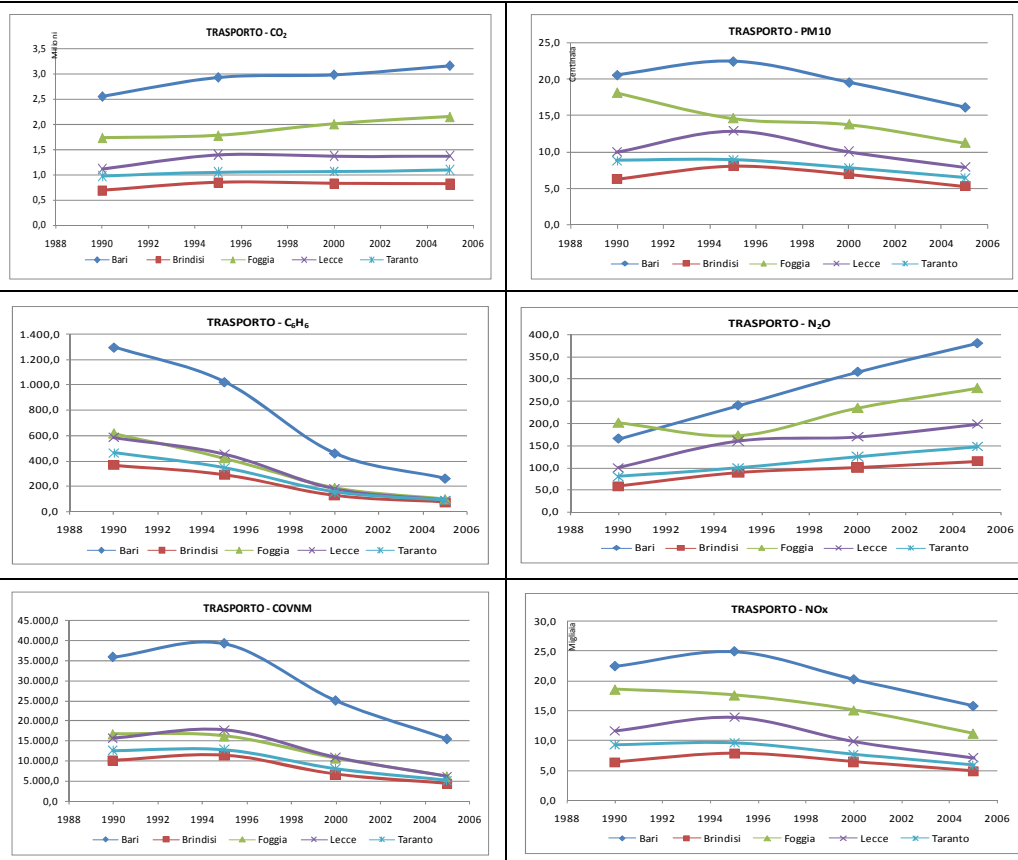
Fig. 4.35 – Contributi emissivi per sostanza inquinante negli anni 1990-2005 dovuti al riscaldamento in Puglia

Inquinanti	Percentuali di emissione del settore rispetto al dato complessivo regionale negli anni 1990-2005			
	% 1990	% 1995	% 2000	2005
PM <sub>10</sub>	25,96	25,15	28,25	25,65
NO <sub>x</sub>	47,20	53,66	60,17	51,95
COVNM	65,00	67,85	59,28	45,49
CO <sub>2</sub>	16,47	18,24	17,84	16,00
N <sub>2</sub> O	11,68	12,95	16,24	17,20
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	77,80	75,83	64,49	53,50

Fonte dati: Elaborazioni ARPA Puglia su dati ISPRA (Inventario nazionale delle emissioni in atmosfera)

Le emissioni di N<sub>2</sub>O da trasporto (stradali, navali, ferroviari ed aerei) presenta, per tutte le province, un andamento crescente. Le emissioni di CO<sub>2</sub> risultano in crescita nelle province di Bari e Foggia mentre si nota un andamento quasi stabile nelle altre province. Le emissioni da polveri (PM<sub>10</sub>), Benzene, NO<sub>x</sub> e CO registrano una diminuzione costante nel tempo.

Fig. 4.36 – Trend delle emissioni dovute ai trasporti di CO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, IPA, COVNM, NO<sub>x</sub>, CO e N<sub>2</sub>O – Anni 1995-2005



Fonte dati: Elaborazioni ARPA Puglia su dati ISPRA (Inventario nazionale delle emissioni in atmosfera)

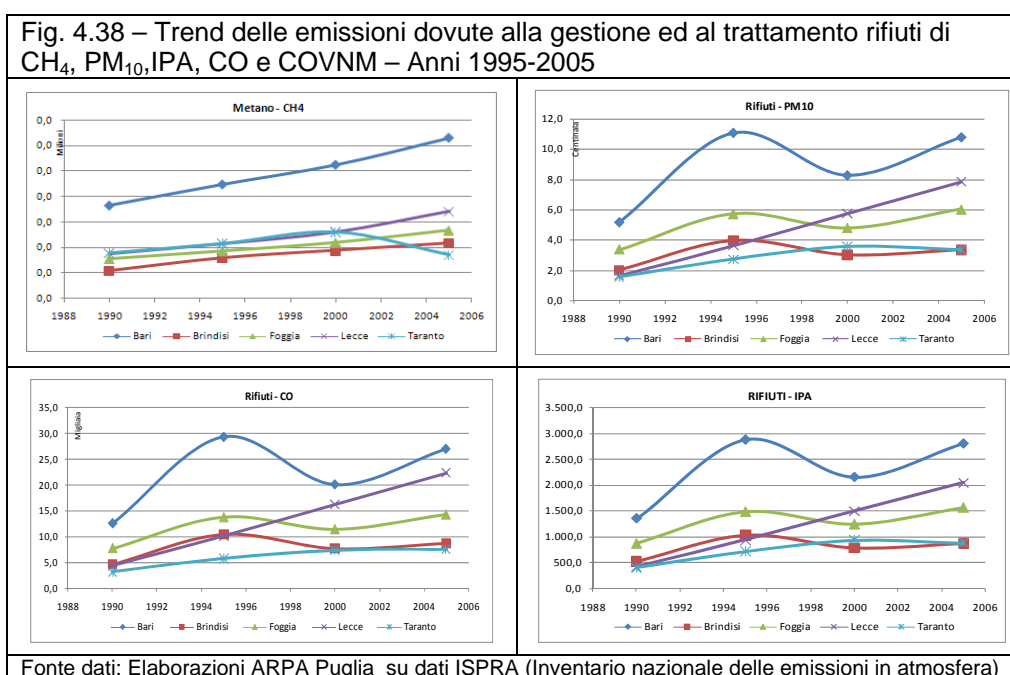
In Puglia le maggiori criticità dovute al trattamento e allo smaltimento dei rifiuti fanno riferimento ai seguenti inquinanti: metano, polveri sottili, idrocarburi policiclici aromatici e monossido di carbonio con i contributi emissivi indicati nella seguente figura.

**Fig. 4.37 – Contributi emissivi per sostanza inquinante negli anni 1990-2005 dovuti al riscaldamento in Puglia**

Inquinanti	Percentuali di emissione del settore rispetto al dato complessivo regionale negli anni 1990-2005			
	% 1990	% 1995	% 2000	2005
PM <sub>10</sub>	5,58	10,17	12,32	17,06
CO	4,10	7,62	9,70	13,06
CH <sub>4</sub>	55,80	58,42	63,50	68,22
IPA	10,72	18,32	18,63	20,62

Fonte dati: Elaborazioni ARPA Puglia su dati ISPRA (Inventario nazionale delle emissioni in atmosfera)

Queste emissioni, per tutte le province, ad eccezione di quella di Taranto, presentano un andamento crescente nel tempo soprattutto nel quinquennio 2000-05. Le emissioni maggiori si riscontrano nella provincia di Bari, seguita in ordine da Lecce, Foggia e successivamente le altre.

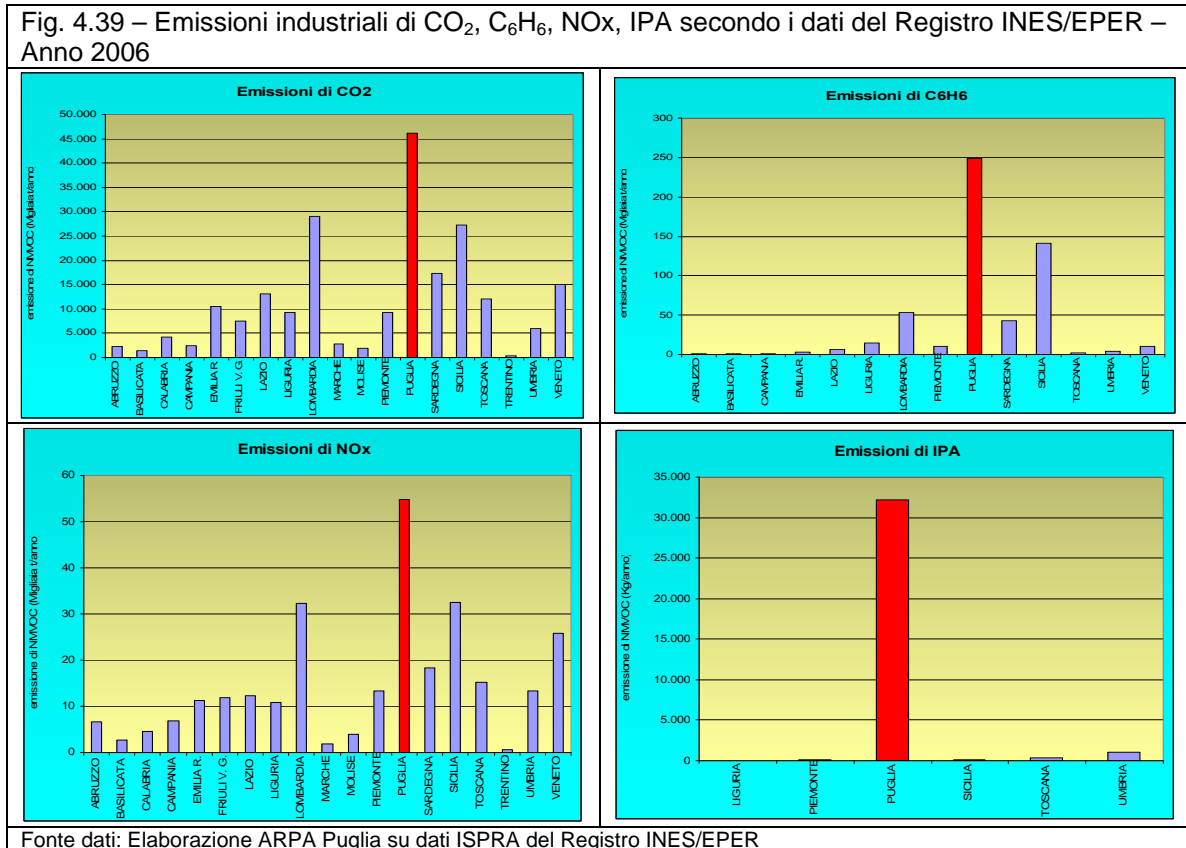


#### 4.2.3.4 Emissioni industriali

Nome indicatore	DPSIR	Fonte dei Dati
Emissioni industriali	P	ISPRA – Registro INES/EPER

Obiettivo	Disponibilità dei Dati	Copertura		Stato	Trend
		Temporale	Spaziale		
Analizzare le emissioni in atmosfera originate dalle attività industriali e i contributi delle regioni italiane	***	2002-2006	R	☹	↓

Dai dati di emissione in atmosfera delle dichiarazioni INES<sup>8</sup> emerge che in Puglia le attività industriali a maggior impatto ambientale sono localizzate prevalentemente nelle aree ad elevato rischio di crisi ambientale di Brindisi e Taranto. Si nota, infatti, che il maggior contributo emissivo in Puglia, per quasi tutti gli inquinanti che prenderemo in esame, è da attribuire al complesso siderurgico di Taranto ed alle attività energetiche. Osserviamo che la Puglia è la Regione italiana che emette, secondo quanto riportato nel registro INES in riferimento all'anno 2006, la maggiore quantità di CO<sub>2</sub>, con un valore di 46.162.450,9 tonnellate/anno che rappresenta il 21,23% del dato nazionale. La Puglia è la regione italiana che emette la maggiore quantità di benzene, con un valore pari a 248.308,4 Kg/anno ed una percentuale sul dato nazionale del 46,13% (dati INES 2006). Nell'emissione di NOx, è ancora la Puglia la regione che emette la maggiore quantità di inquinante, con una percentuale del 19,63% ed un valore pari a 54.863,8 t/anno (dati INES 2006). Le emissioni in atmosfera di IPA della Puglia coprono il 95,48% del dato complessivo nazionale con un valore pari a 32.239,7 Kg/anno (dati INES 2006).



In riferimento agli SOx derivanti da inquinamento industriale (dati INES 2006), la Puglia risulta ancora una volta la regione maggiormente responsabile, con una percentuale pari al 23,27 % ed un'emissione di 67.478,5 t/anno.

Dai dati Ines 2006 risulta che la Puglia è la regione che emette ben l'81,11% di monossido di carbonio, con una quantità pari a 547.749 t/anno.

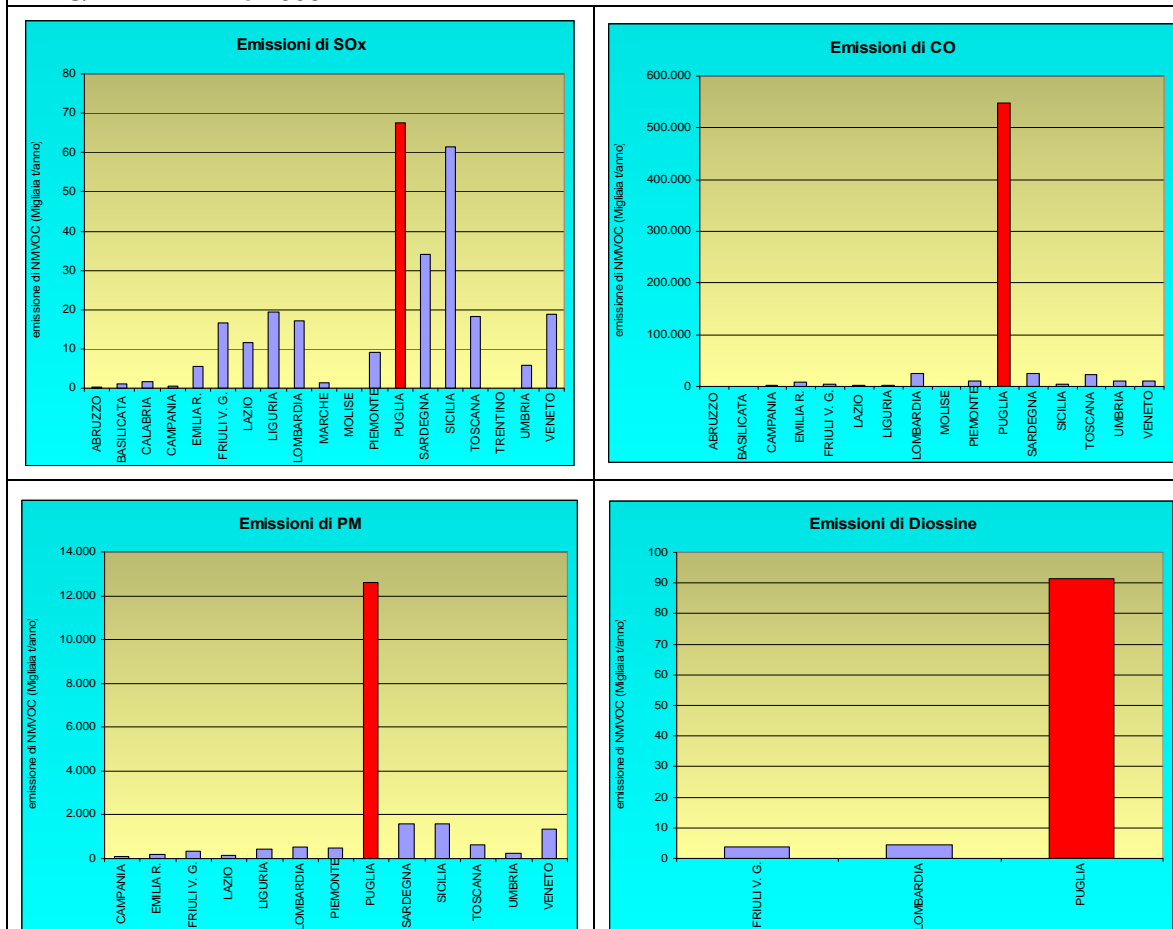
La stessa situazione esiste per il PM, la cui emissione in Puglia raggiunge le 12.590,9 t/anno, con una percentuale del 62,23% (dati INES 2006).

Per quel che riguarda le Diossine, dai dati INES 2006 la situazione risulta ancora più critica poiché la Puglia emette il 91,5% di PCDD e PCDF con un valore pari a 91,96 g/anno.

A tal proposito, si segnala che la Puglia è la prima regione in Italia ad aver varato una legge che riduce il tetto previsto a livello nazionale per le emissioni delle diossine, come riportato nel capitolo 1 di questa Relazione.

<sup>8</sup> Le emissioni del Registro INES sono dichiarate dai gestori dei principali complessi industriali nazionali, attraverso le c.d. Dichiarazioni INES, che devono essere presentate entro il 30 aprile di ogni anno solo dai più grandi complessi industriali IPPC che annualmente superano le soglie di emissioni descritte nell'allegato I della tabella 1.6.2 del D.M. 23.11.01

Fig. 4.40 – Emissioni industriali di SOx, CO, PM, PCDD e PCDF secondo i dati del Registro INES/EPER – Anno 2006



Fonte dati: Elaborazione ARPA Puglia su dati ISPRA del Registro INES/EPER

#### 4.2.3.5 Trend regionale delle emissioni industriali

Nome indicatore	DPSIR	Fonte dei Dati
Trend regionale delle emissioni industriali	P	ISPRA – Registro INES/EPER

Obiettivo	Disponibilità dei Dati	Copertura		Stato	Trend
		Temporale	Spaziale		
Monitorare il trend regionale delle emissioni in atmosfera originate dalle attività industriali	***	1990-2005	R	☹️	↓

Per i seguenti inquinanti: anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), monossido di carbonio (CO), polveri (PM), benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), diossine (PCDD-PCDF), idrocarburi policiclici aromatici (IPA), ossidi di azoto (NOx) e ossidi di zolfo (SOx) si riporta il trend regionale delle emissioni dei complessi IPPC che hanno presentato le dichiarazioni INES negli anni che vanno dal 2002 al 2006.

Si noti che per la CO<sub>2</sub>, il CO e il PM gli andamenti presentano un incremento costante nel tempo con i valori massimi riscontrati nell'anno 2006, pari rispettivamente a 46.162.451,1 tonnellate/anno per la CO<sub>2</sub>, 547.749 tonnellate/anno per il CO e 12.590,9 tonnellate/anno per il PM (Fig. 4.41).

Fig. 4.41 – Trend regionale delle emissioni industriali di CO<sub>2</sub>, CO, secondo i dati del Registro INES/EPER – Anno 2006

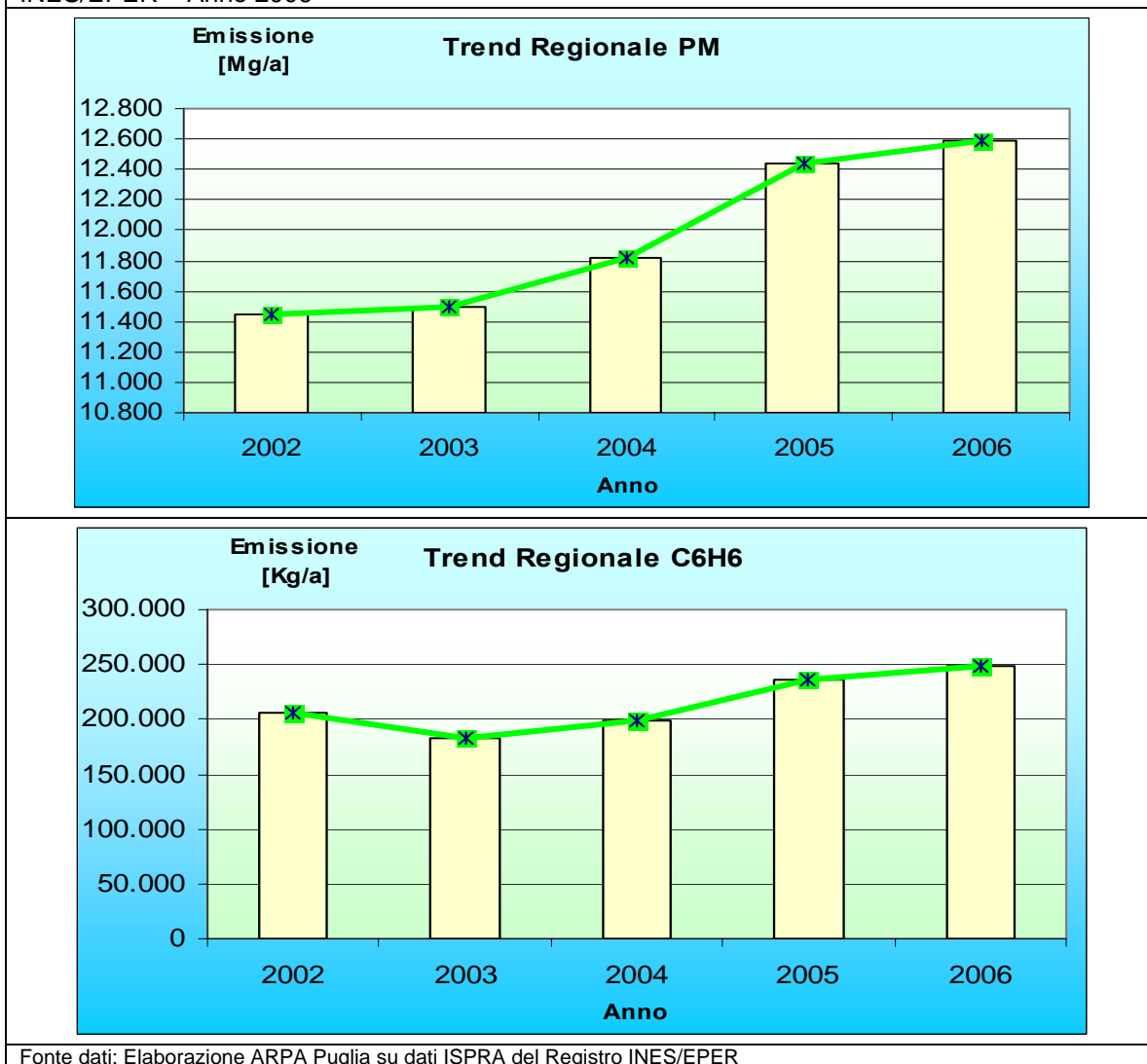


Fonte dati: Elaborazione ARPA Puglia su dati ISPRA del Registro INES/EPER

Per il benzene si riscontrano valori bassi, con una tendenza a diminuire negli anni che vanno dal 2002 al 2004. Nel 2005 si registra un forte incremento rispetto ai valori precedenti, cui segue il valore massimo registrato nel 2006, pari a 248308,4 Kg/anno.



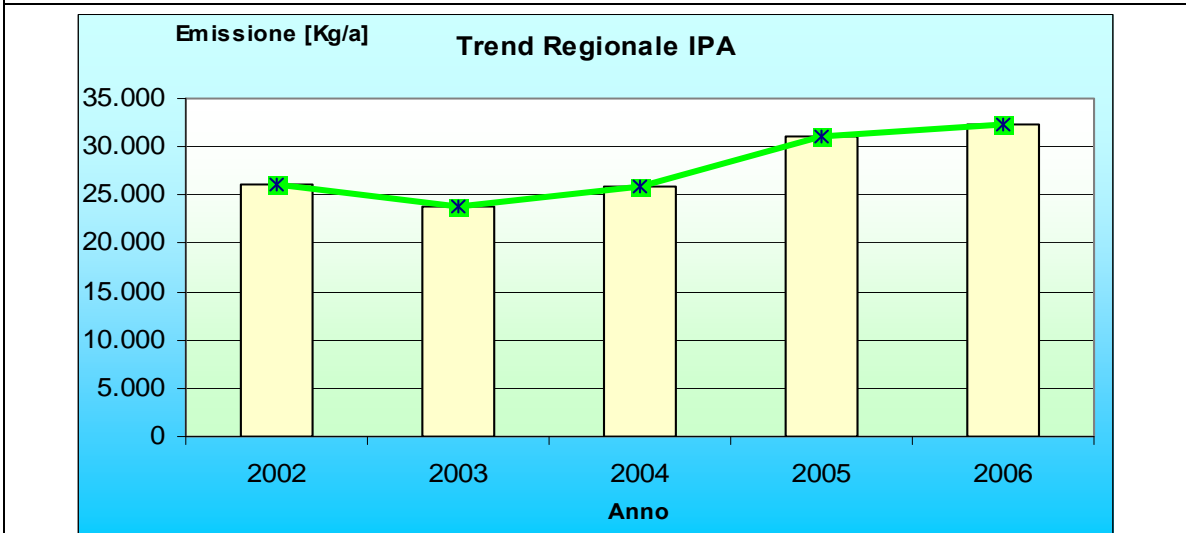
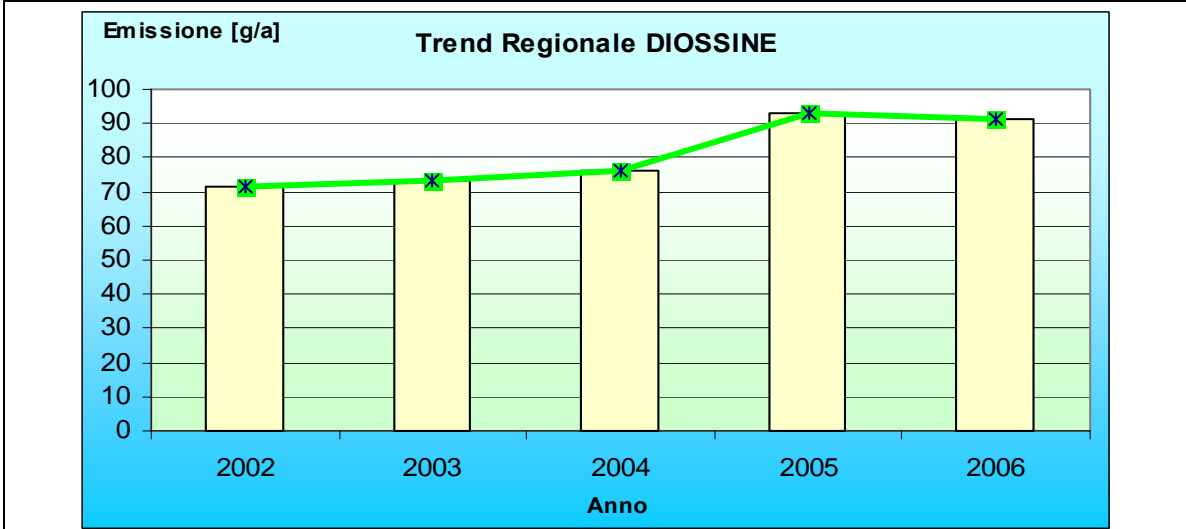
Fig. 4.42 – Trend regionale delle emissioni industriali di PM e C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> secondo i dati del Registro INES/EPER – Anno 2006



Le diossine e gli idrocarburi policiclici aromatici presentano un interesse sia di carattere ambientale che sanitario visto il potere cancerogeno di tali sostanze, che hanno ampia diffusione nel territorio pugliese a causa dei poli industriali ed energetici.

Nelle Figure che seguono si nota, in generale, un andamento crescente sia per le diossine che per gli IPA. Le diossine subiscono una leggera flessione nel 2006 rispetto al 2005 passando da 93 g/anno a 91,5 g/anno. Gli IPA, a parte il dato del 2003, presentano una costante crescita sino a raggiungere nel 2006 i 32.239,7 Kg/anno.

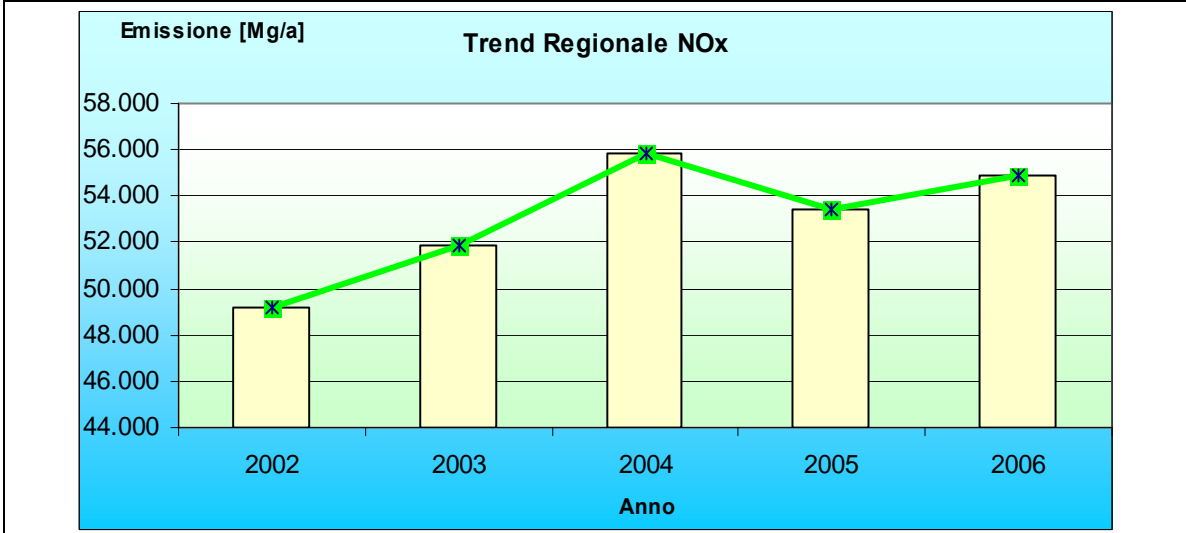
Fig. 4.43 – Trend regionale delle emissioni industriali di PCDD-PCDF e IPA secondo i dati del Registro INES/EPER – Anno 2006

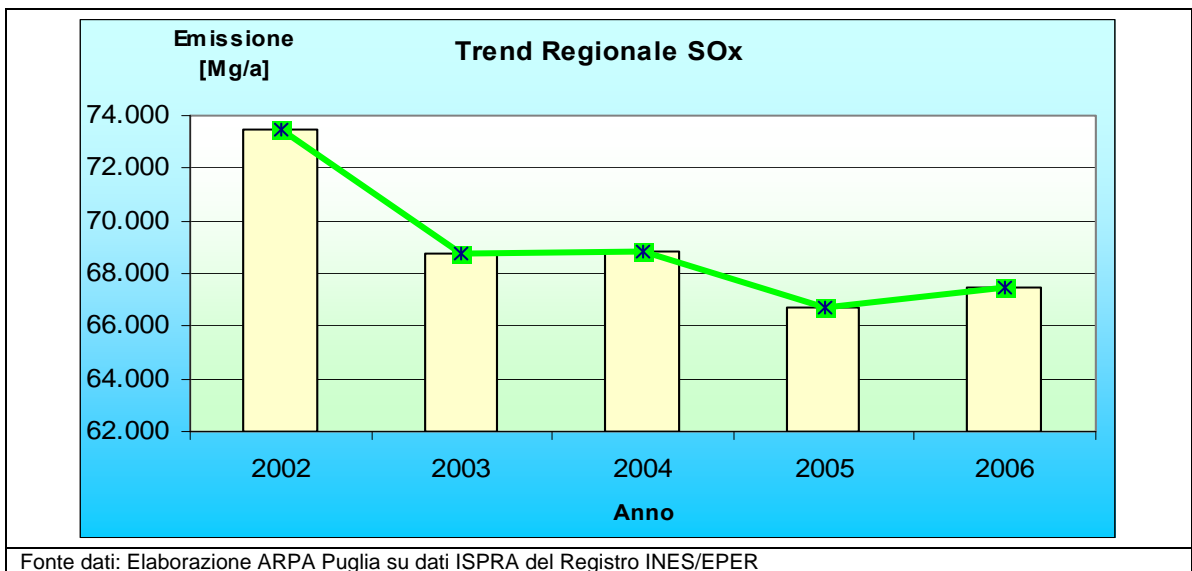


Fonte dati: Elaborazione ARPA Puglia su dati ISPRA del Registro INES/EPER

Gli ossidi di azoto (NOx) e gli ossidi di zolfo (SOx) presentano dei massimi rispettivamente negli anni 2004 e 2002, mentre negli anni successivi presentano un andamento relativamente costante.

Fig. 4.44 – Trend regionale delle emissioni industriali di NOx e SOx secondo i dati del Registro INES/EPER – Anno 2006





## Bibliografia

- APAT, 2008: "Gli indicatori del CLIMA in Italia nel 2007"
- ARPA EMILIA ROMAGNA, 2001: "Evidenza di cambiamenti climatici sul Nord Italia". Parte 1: Analisi delle temperature e delle precipitazioni, Quaderno tecnico ARPA - SMR, n°04/2001
- ARPA LOMBARDIA, 2008: "Relazione sullo stato dell'Ambiente in Lombardia 2007" - Capitolo 12
- Bove B., Brindisi P., Glisci C., Pacifico G., Summa M., 2005: "Indicatori climatici di desertificazione in Basilicata"
- ISPRA, 2008: "Annuario dei dati ambientali 2008" sezione C - Condizioni Ambientali;
- UFAM, 2007: "Il cambiamento climatico in Svizzera" - Capitolo 2.
- ISPRA: *Inventario provinciale delle emissioni in atmosfera - Anni 1990-2005*
- ISPRA: *Registro INES/EPER – Anni 2002-2006* (cfr. <http://www.eper.sinanet.apat.it/site/it-IT/>)
- ARPA Puglia: "LE EMISSIONI INDUSTRIALI IN PUGLIA - Rapporto sulle emissioni in atmosfera dei complessi IPPC" - Pubblicato sul sito di ARPA Puglia: News 11.05.2009.

## Sitografia

- [www.arpa.piemonte.it](http://www.arpa.piemonte.it) - sezione Pubblicazioni -
- [www.scia.sinanet.apat.it](http://www.scia.sinanet.apat.it) - sezione Documentazione -
- <http://www.arpa.puglia.it/>
- [http://www.sinanet.apat.it/it/inventaria/disaggregazione\\_prov2005/](http://www.sinanet.apat.it/it/inventaria/disaggregazione_prov2005/)
- <http://www.eper.sinanet.apat.it/site/it-IT/>

## Ringraziamenti

- Ing. Andrea Potenza
- Ufficio Idrografico e Mareografico - Regione Puglia
- Comune di Bari
- Comune di Lecce
- Provincia di Lecce

## Foto

Vittorio Triggiani