



**RELAZIONE ANNUALE SULLA
QUALITA' DELL'ARIA IN PUGLIA**

ANNO 2010

**Agenzia regionale per la prevenzione e
la protezione dell'ambiente**

CENTRO REGIONALE ARIA

**Corso Trieste, 27
70126 Bari**

www.arpa.puglia.it

INDICE

1. Introduzione	pag. 3
2. Sintesi dei risultati	pag. 3
3. Normativa di riferimento	pag. 5
4. Rete di monitoraggio	pag. 6
5. PM10, PM_{2,5}	pag. 13
6. NO₂	pag. 18
7. O₃	pag. 21
8. Idrocarburi Policiclici aromatici	pag. 23
9. Metalli pesanti	pag. 24
10. Benzene	pag. 26
11. Schede di approfondimento	pag. 28

1. Introduzione

La **relazione annuale sulla qualità dell'aria in Puglia** illustra i dati di inquinamento atmosferico registrati nel corso del 2010 nella nostra regione. I dati presentati sono stati forniti dalle reti di monitoraggio gestite, a diverso titolo, da ARPA Puglia. Nella relazione sono prese in considerazione unicamente le stazioni di monitoraggio più rappresentative dell'esposizione media della popolazione agli inquinanti, tra quelle la cui collocazione risulta confacente ai criteri di normativa.

La relazione riporta, oltre ai dati del 2010, anche le serie storiche degli anni precedenti, in modo da analizzare l'andamento nel tempo delle concentrazioni degli inquinanti. A riguardo, si deve sottolineare che le reti di monitoraggio hanno subito modifiche di vario tipo che consistono, ad esempio, nel loro spostamento in siti più idonei al monitoraggio, nell'accensione o nello spegnimento di un analizzatore, nella disattivazione dell'intera cabina. Ad oggi si cerca di rendere la configurazione delle centraline il più stabile possibile al fine di poter effettuare il confronto tra le medie annuali sullo stesso insieme di stazioni di monitoraggio.

2. Sintesi dei risultati

I dati di qualità dell'aria del 2010 evidenziano una situazione ambientale in linea con quella dell'anno passato e con criticità circoscritte.

Per quanto riguarda il PM_{10} , inquinante per il quale negli anni precedenti si erano registrati vari superamenti dei limiti di legge, si è registrato un solo caso di superamento del limite di legge, a Torchiarolo, in un sito dalle caratteristiche singolari e in cui i superamenti sono concentrati nei mesi invernali, da ottobre ad aprile. Studi pregressi condotti da ARPA Puglia in questo sito hanno condotto all'identificazione della combustione domestica di biomasse vegetali quale sorgente principale di PM_{10} .

I livelli di ozono nei mesi estivi continuano a rappresentare una criticità per il nostro territorio, soprattutto nelle province di Lecce e Taranto (le più meridionali), nelle quali è stato superato il valore bersaglio per la protezione della salute. Rispetto al 2009 è stato registrato un aumento dei superamenti dei limiti di legge probabilmente a causa delle temperature estive più elevate nel corso del 2010 rispetto al 2009. Non si è avuto, però, alcun superamento né della soglia di informazione, né di quella di allarme, a indicare l'assenza di eventi acuti di inquinamento da ozono. Il valore bersaglio per la protezione della vegetazione, infine, è stato superato in tutte le centraline designate a questo scopo.

Per quanto riguarda il $PM_{2.5}$, non risultano superamenti del valore obiettivo previsto dalla normativa vigente pari a $20 \mu g/m^3$.

Per quanto riguarda il monitoraggio di idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e metalli pesanti il dato più critico è quello relativo al benzo(a)pirene, marker degli IPA, per il quale nella stazione di via Machiavelli a Taranto è stato superato il valore obiettivo fissato dalla normativa, come già accaduto

nel 2009. Tale superamento conferma l'esistenza di una situazione di criticità e impone un approfondimento sull'impatto ambientale del sistema produttivo tarantino e sulle misure di mitigazione da adottare.

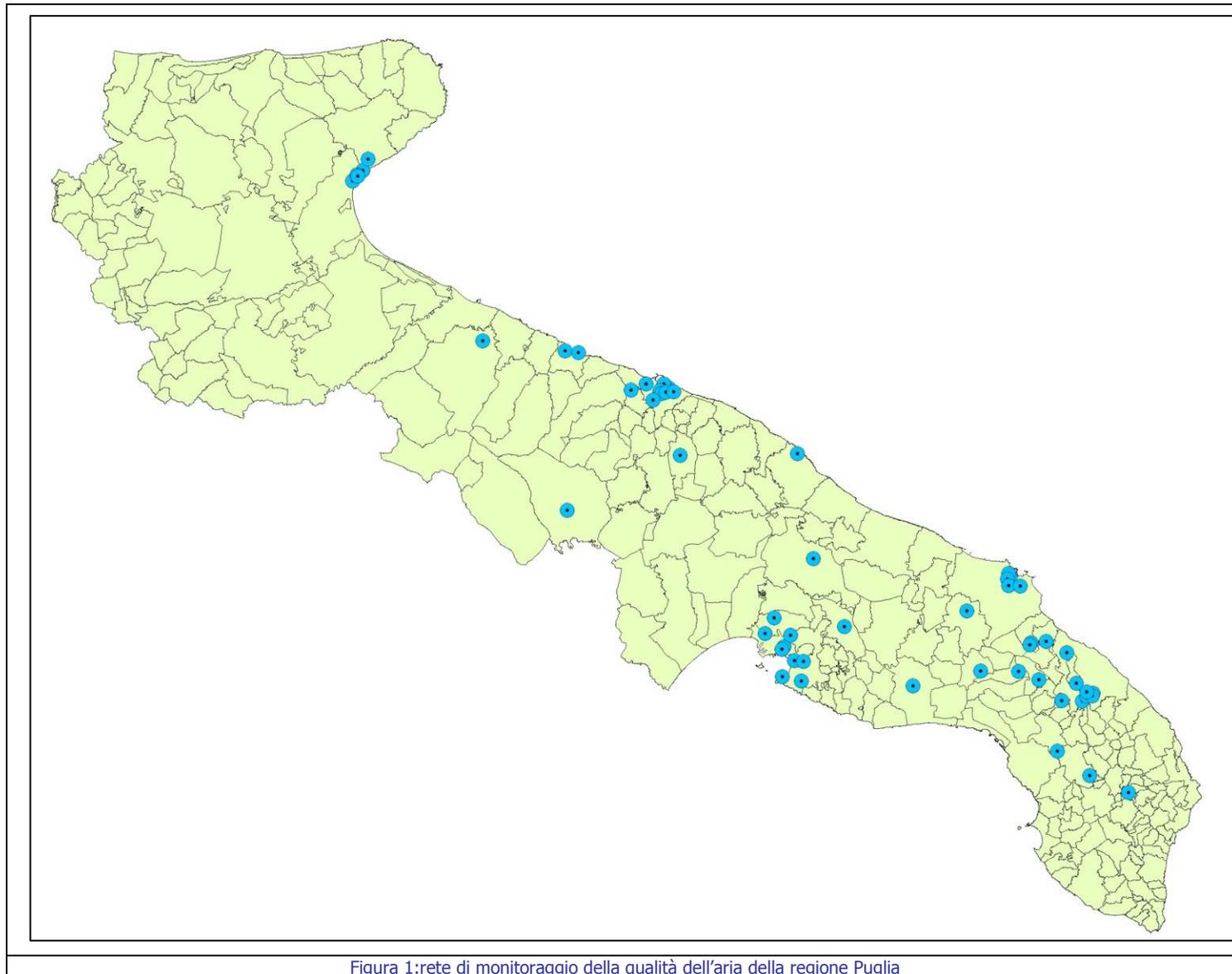
E' da sottolineare inoltre che la gestione unica delle reti da parte di ARPA Puglia avviata nel 2009 ha permesso di avere una unicità del trattamento dei dati (unico protocollo di validazione), la loro diffusione quotidiana tramite il sito web di ARPA Puglia ed una rapidità di trasmissione delle informazioni ai Enti nazionali di riferimento (Ministero dell'Ambiente e ISPRA).

3. Normativa di riferimento

La normativa assunta a riferimento nella relazione annuale è il D. Lgs. 155/2010, recepimento della direttiva comunitaria 2008/50/CE, entrato in vigore nel corso del 2010.

Inquinante	Tipo di limite	Parametro statistico e periodo di mediazione	Valore	Riferimento legislativo
PM10 Particolato con diametro < 10 µm	Limite di 24h per la protezione della salute umana (da non superare più di 35 volte in 1 anno civile)	Media giornaliera	50 µg/m ³	D.Lgs. 155/2010
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³	
PM 2,5 Particolato con diametro <2,5 µm	Valore obiettivo da raggiungere entro il 1° gennaio 2010	Media annuale	25 µg/m ³	D.Lgs. 155/2010
	Obbligo di concentrazione dell'esposizione	Media annuale	20 µg/m ³	
NO2 Biossido di azoto	Limite orario per la protezione della salute umana (da non superare più di 18 volte per anno civile)	Media oraria	200 µg/m ³	D.Lgs. 155/2010
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³	
	Soglia di allarme (valore misurato su 3h consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria)	Media oraria	400 µg/m ³	
O3 - Ozono	Valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Massimo giornaliero di 24 medie mobili su 8 ore	120 µg/m ³	D.Lgs. 155/2010
	Soglia di informazione	Media oraria	180 µg/m ³	
	Soglia di allarme	Media oraria	240 µg/m ³	
	Valore obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione	AOT40 calcolato su valori medi orari da maggio a luglio	6000 µg/m ³ * h	
CO - Monossido di carbonio	Limite per la protezione della salute umana	Massimo giornaliero di 24 medie mobili su 8 ore	10 µg/m ³	D.Lgs. 155/2010
C6H6 - Benzene	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	5 µg/m ³	D.Lgs. 155/2010
SO2 Biossido di zolfo	Limite orario per la protezione della salute umana (da non superare più di 24 volte per anno civile)	Media oraria	350 µg/m ³	D.Lgs. 155/2010
	Limite di 24h per la protezione della salute umana (da non superare più di 3 volte per anno civile)	Media giornaliera	125 µg/m ³	
	Soglia di allarme (valore misurato su 3h consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria)	Media oraria	500 µg/m ³	
Pb - Piombo	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	0,5 µg/m ³	D.Lgs. 155/2010
B(a)P - Benzo(a)pirene	Valore obiettivo	Media annuale	1,0 ng/m ³	D.Lgs. 155/2010
Ni -Nichel	Valore obiettivo	Media annuale	20,0 ng/m ³	D.Lgs. 155/2010
As - Arsenico	Valore obiettivo	Media annuale	6,0 ng/m ³	D.Lgs. 155/2010
Cd - Cadmio	Valore obiettivo	Media annuale	5,0 ng/m ³	D.Lgs. 155/2010

4. Rete di monitoraggio



PROVINCIA	RETE	Comune	Nome STAZIONE	TIPOLOGIA		Coordinate UTM 33 – WGS 84	
				stazione	zona	E	N
BARI	RRQA	Bari	Caldarola	urbana	traffico	658520	4553079
		Bari	CIAPI	suburbana	traffico/industriale	652514	4554095
		Modugno	ENAIP	suburbana	Industriale	648497	4552500
		Molfetta	Verdi	urbana	traffico	634595	4562323
		Molfetta	ASM	suburbana	fondo	630969	4562731
	Comune di BARI	Bari	Kennedy	suburbana	fondo	656105	4551478
		Bari	Japigia	suburbana	traffico	657821	4551943
		Bari	Savoia	urbana	traffico	657349	4553771
		Bari	Cavour	urbana	traffico	657197	4554020
		Bari	Fanelli	urbana	traffico	657821	4551872
		Bari	Giovanni XXIII	urbana	traffico	656212	4552323
		Bari	King	suburbana	traffico	656634	4551531
		Bari	San Nicola	suburbana	traffico	654377	4598816
		Provincia di BARI	Casamassima	Casamassima	suburbana	fondo	661589
	Monopoli		Monopoli	suburbana	traffico	692701	4535752
	Altamura		Altamura	suburbana	traffico	631558	4520820
Andria	Andria		urbana	traffico	609209	4565364	
BRINDISI	ARPA ex SIMAGE	Brindisi	Casale	Urbana	fondo	748879	4504259
		Brindisi	Bozzano	Urbana	traffico/industriale	748869	4501030
		Brindisi	Via dei Mille	Urbana	traffico	748464	4502808
		Brindisi	SISRI	suburbana	industriale	751700	4501449
	RRQA	Mesagne	Mesagne	suburbana	Fondo	737714	4494370
		Torchiarolo	Torchiarolo	suburbana	industriale	758842	4486404
		San Pietro Vernotico	San Pietro Vernotico	suburbana	industriale	754781	4486042
		San Pancrazio Salentino	San Pancrazio Salentino	suburbana	fondo	741444	4478597
		Brindisi	Via Taranto	urbana	traffico	749277	4503418
	Provincia di BRINDISI	San Pietro Vernotico	Valzani	suburbana	fondo	754296	4485359
		Francavilla Fontana	Via Fabio Filzi	suburbana	traffico	719236	4489711

PROVINCIA	RETE	Comune	Nome STAZIONE	TIPOLOGIA		Coordinate UTM 33	
				stazione	zona	E	N
FOGGIA	RRQA	Manfredonia	Capitaneria	suburbana	traffico	575991	4608679
		Manfredonia	Michelangelo zona 167	suburbana	traffico	574576	4607442
		Manfredonia	Sc. Elementare	suburbana	industriale	577344	4610110
		Manfredonia	Liceo via dei Mandorli	suburbana	traffico	575770	4609022
		Monte S. Angelo	Suolo Ciuffreda	rurale	fondo	578692	4613137
LECCE	RRQA	Lecce	Cerrate	rurale	fondo	764242	4483446
		Surbo	Giorgilorio	suburbana	traffico	766796	4475426
		Guagnano	Villa Baldassarre	suburbana	fondo	751513	4478431
		Arnesano	Arnesano Riesci	suburbana	traffico	762876	4470790
		Galatina	S. Barbara	suburbana	traffico	761767	4457503
	Comune di Lecce	Lecce	V.le Romagna	suburbana	fondo	770327	4470388
		Lecce	S. Pietro in Lama	urbana	traffico	768387	4470683
		Lecce	P.zza Libertini	urbana	traffico	769785	4471666
		Lecce	Garigliano	urbana	traffico	769536	4473048
	Provincia di Lecce	Lecce	P.zza Palio	urbana	traffico	771253	4472743
		Galatina	ITC La Porta	suburbana	fondo/industriale	770356	4451121
		Campi Salentina	ITC Costa	suburbana	fondo	756857	4476277
		Maglie	ITC De Castro	suburbana	traffico	780702	4446683
TARANTO	RRQA	Taranto	Archimede	suburbana	industriale	689238	4485033
		Taranto	Colonia San Vito	suburbana	traffico	688778	4477122
		Taranto	Alto Adige	urbana	traffico/industriale	691924	4481337
		Taranto	Machiavelli	suburbana	industriale	688642	4484370
		Statte	Via delle Sorgenti	suburbana	industriale	686530	4492525
	Provincia di Taranto	Grottaglie	Grottaglie	suburbana	fondo	705279	4490271
		Martina Franca	Martina Franca	urbana	traffico	697012	4508162
		Manduria	Manduria	urbana	traffico	723453	4474650
	ARPA ex SIMAGE	Taranto	Ugo Foscolo	suburbana	industriale	693783	4475985
		Taranto	Via Speciale c/o carcere	rurale	industriale	684358	4481091
		Taranto	Paolo VI CISI	rurale	industriale	687616	4487932
Statte		Ss7 Wind	rurale	traffico/industriale	684114	4488423	

PROVINCIA	RETE	Comune	Nome STAZIONE	Inquinanti monitorati								
				PM10	PM2,5	NOx/NO2	O3	BTX	CO	SO2	CH4/NMHC	Meteo
BARI	RRQA	Bari	Caldarola	x		x	x	x	x	x	x	x
		Bari	CIAPI	x		x				x		
		Modugno	ENAIP	x		x			x	x		x
		Molfetta	Verdi	x		x				x		x
		Molfetta	ASM	x		x	x			x		
	Comune di BARI	Bari	Kennedy	x		x	x					
		Bari	Japigia	x		x		x	x	x	x	
		Bari	Savoia	x				x	x			x
		Bari	Cavour	x				x	x			x
		Bari	Fanelli					x	x			x
		Bari	Giovanni XXIII					x	x			x
		Bari	King	x		x		x	x	x	x	
		Bari	San Nicola	x		x	x	x	x	x	x	x
	Provincia di BARI	Casamassima	Casamassima	x		x						x
		Monopoli	Monopoli	x		x	x	x	x			x
Altamura		Altamura	x		x	x	x	x			x	
Andria		Andria	x		x	x	x	x			x	
BRINDISI	ARPA ex SIMAGE	Brindisi	Casale	x		x				x		
		Brindisi	Bozzano	x		x				x		
		Brindisi	Via dei Mille	x		x				x		
		Brindisi	SISRI	x		x		x	x	x		
	RRQA	Mesagne	Mesagne	x		x				x		
		Torchiarolo	Torchiarolo	x		x	x	x	x	x		
		San Pietro Vernotico	San Pietro Vernotico	x		x				x		
		San Pancrazio Salentino	San Pancrazio Salentino	x		x				x		
		Brindisi	Via Taranto	x		x	x	x	x	x		
	Provincia di BRINDISI	San Pietro Vernotico	Valzani			x	x		x	x		x
FrancaVilla Fontana		Via Fabio Filzi	x		x	x	x	x			x	

PROVINCIA	RETE	Comune	Nome STAZIONE	Inquinanti monitorati								
				PM10	PM2,5	NOx/NO2	O3	BTX	CO	SO2	CH4/NMHC	Meteo
FOGGIA	RRQA	Manfredonia	Capitaneria	x		x				x		x
		Manfredonia	Michelangelo zona 167	x		x			x	x		x
		Manfredonia	Sc. Elementare	x		x				x		
		Manfredonia	Liceo via dei Mandorli	x		x	x		x	x		x
		Monte S. Angelo	Suolo Ciuffreda	x		x	x			x		
LECCE	RRQA	Lecce	Cerrate	x		x	x	x	x	x		
		Surbo	Giorgilorio	x		x			x	x		
		Guagnano	Villa Baldassarre	x		x				x		
		Arnesano	Arnesano Riesci	x		x				x		
		Galatina	S. Barbara	x		x	x			x		
	Comune di Lecce	Lecce	V.le Romagna			x	x	x	x			x
		Lecce	S. Pietro in Lama	x		x	x	x	x			
		Lecce	P.zza Libertini	x		x	x	x	x			
		Lecce	Garigliano	x	x	x		x	x	x		x
	Provincia di Lecce	Lecce	P.zza Palio	x		x	x	x	x			x
		Galatina	ITC La Porta		x	x	x		x	x		x
		Campi Salentina	ITC Costa	x	x	x	x	x	x			x
		Maglie	ITC De Castro		x	x	x		x	x		x
TARANTO	RRQA	Taranto	Archimede	x		x			x	x		
		Taranto	Colonia San Vito	x		x				x		x
		Taranto	Alto Adige	x	x	x		x		x		x
		Taranto	Machiavelli	x	x	x		x	x	x		x
		Statte	Via delle Sorgenti	x		x	x			x		
	Provincia di Taranto	Grottaglie	Grottaglie	x		x	x			x		x
		Martina Franca	Martina Franca			x	x	x	x			x
		Manduria	Manduria			x	x	x	x			x
	ARPA ex SIMAGE	Taranto	Ugo Foscolo	x		x	x			x		
		Taranto	Via Speciale c/o carcere	x		x				x		
		Taranto	Paolo VI CISI	x		x				x		
Statte		Ss7 Wind	x		x				x			

PROVINCIA	RETE	Comune	Nome STAZIONE	Note sugli analizzatori
BARI	RRQA	Bari	Caldarola	
		Bari	CIAPI	PM10 attivo da aprile 2009
		Modugno	ENAIIP	PM10 attivo da aprile 2009
		Molfetta	Verdi	
		Molfetta	ASM	PM10 attivo da aprile 2009
	Comune di BARI	Bari	Kennedy	PM10 attivo da agosto 2009
		Bari	Japigia	
		Bari	Savoia	
		Bari	Cavour	
		Bari	Fanelli	
		Bari	Giovanni XXIII	Stazione spenta il 11 dicembre 2009
		Bari	King	
	Provincia di BARI	Casamassima	Casamassima	Stazione attiva da luglio 2009
		Monopoli	Monopoli	Stazione attiva da luglio 2009
		Altamura	Altamura	Stazione attiva da luglio 2009
Andria		Andria	Stazione attiva da luglio 2009	
BRINDISI	ARPA ex SIMAGE	Brindisi	Casale	
		Brindisi	Bozzano	
		Brindisi	Via dei Mille	
		Brindisi	SISRI	
	RRQA	Mesagne	Mesagne	PM10 attivo da aprile 2009
		Torchiarolo	Torchiarolo	O3 attivo da maggio 2009; BTX attivo da luglio 2009
		San Pietro Vernotico	San Pietro Vernotico	PM10 attivo da aprile 2009
		San Pancrazio Salentino	San Pancrazio Salentino	
		Brindisi	Via Taranto	PM10 attivo da aprile 2009
	Provincia di BRINDISI	San Pietro Vernotico	Valzani	
Francavilla Fontana		Via Fabio Filzi		

PROVINCIA	RETE	Comune	Nome STAZIONE	Note sugli analizzatori
FOGGIA	RRQA	Manfredonia	Capitaneria	PM10 attivo da aprile 2009
		Manfredonia	Michelangelo zona 167	
		Manfredonia	Sc. Elementare	PM10 attivo da aprile 2009
		Manfredonia	Liceo via dei Mandorli	
		Monte S. Angelo	Suolo Ciuffreda	PM10 attivo da aprile 2009; O3 attivo da maggio 2009
LECCE	RRQA	Lecce	Cerrate	
		Surbo	Giorgilorio	
		Guagnano	Villa Baldassarre	
		Arnesano	Arnesano Riesci	
		Galatina	S. Barbara	
	Comune di Lecce	Lecce	V.le Romagna	
		Lecce	S. Pietro in Lama	
		Lecce	P.zza Libertini	
		Lecce	Garigliano	
	Provincia di Lecce	Lecce	P.zza Palio	
		Galatina	ITC La Porta	
		Campi Salentina	ITC Costa	
		Maglie	ITC De Castro	
TARANTO	RRQA	Taranto	Archimede	
		Taranto	Colonia San Vito	
		Taranto	Alto Adige	BTX attivo da maggio 2009
		Taranto	Machiavelli	
		Statte	Via delle Sorgenti	O3 attivo da maggio 2009
	Provincia di Taranto	Grottaglie	Grottaglie	
		Martina Franca	Martina Franca	
		Manduria	Manduria	
	ARPA ex SIMAGE	Taranto	Ugo Foscolo	O3 attivo da aprile 2009
		Taranto	Via Speciale c/o carcere	
		Taranto	Paolo VI CISI	
		Statte	Ss7 Wind	

5. PM₁₀ e PM_{2.5}

5.1 PM₁₀

Il PM₁₀ è l'insieme di particelle con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm (10⁻⁶ m). Queste particelle, originate da sorgenti sia antropiche che naturali, hanno la caratteristica di rimanere "aerodisperse": il loro tempo di sedimentazione è infatti sufficientemente lungo da considerarle come componenti "durevoli" dell'atmosfera stessa. Per via delle ridotte dimensioni, il PM₁₀ può penetrare nell'apparato respiratorio umano, generando così impatti sanitari la cui gravità dipende, oltre che dalla quantità, dalla tipologia delle particelle. Il PM₁₀ si distingue in primario, generato direttamente da una fonte emissiva, antropica o naturale che sia, e secondario, derivante cioè da altri inquinanti presenti in atmosfera attraverso reazioni chimiche.

Per il PM₁₀ il D.Lgs 155/2010 fissa due valori limite: la media annua di 40 µg/m³ e la media giornaliera di 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte nel corso dell'anno solare.

Come già successo negli anni passati, il limite sulla media annuale viene rispettato in tutti i siti di monitoraggio, mentre non è stato ancora conseguito il rispetto del limite di 35 superamenti giornalieri del valore di 50 µg/m³ che è stato superato nel comune di Torchiarolo, dove i superamenti sono concentrati nei mesi invernali, da ottobre ad aprile. È utile ricordare che in questo sito di rilevazione gli studi condotti da ARPA Puglia hanno permesso di identificare nella combustione domestica di biomasse vegetali la sorgente principale di PM₁₀ e di verificare l'elevata influenza della microclimatologia sui valori registrati. Si tratta quindi di una criticità locale e circoscritta, in contrasto con la situazione del resto della regione e la cui risoluzione richiede interventi mitigativi che incidano prioritariamente sulle modalità di combustione della biomassa sia per il riscaldamento domestico che per lo smaltimento di scarti delle lavorazioni agricole. Si evidenzia che dal computo complessivo dei superamenti sono stati sottratti i 6 dovuti all'avvezione di polveri sahariane (cfr. scheda 2).

I dati di PM₁₀ del 2010 sono comunque migliori rispetto al 2009 per tutte le Province, ad eccezione della Provincia di Brindisi per cui il valore medio registrato nel 2010 è di poco superiore a quello dell'anno precedente.

Analizzando nel dettaglio i dati di PM₁₀ delle stazioni di tipo traffico e industriale, si rileva che i livelli medi annui di PM₁₀ risultano abbastanza omogenei sull'intero territorio regionale, con due punte di concentrazione a Torchiarolo (per le motivazioni già espresse) e a Taranto - Via Machiavelli e via Archimede, stazioni di monitoraggio a ridosso dell'area industriale e pertanto esposta alle ricadute delle emissioni inquinanti qui generate. I valori registrati nelle stazioni di fondo sono, come atteso, più bassi rispetto alle stazioni di tipo traffico e industriale. È opportuno sottolineare l'omogeneità dei livelli di PM₁₀ in questi siti non esposti a fonti dirette di emissioni, nei quali la concentrazione media annua è pari a circa 20 µg/m³. Questo valore rappresenta così il

fondo regionale di PM₁₀, ovvero un valore di concentrazione media sotto la quale non si scende in nessuna area sottoposta a monitoraggio.

L'analisi degli andamenti temporali delle medie annue di PM₁₀ (cfr. fig. 6) evidenzia il calo delle concentrazioni registrato negli ultimi anni. Sebbene siano necessarie serie temporali più consistenti per definire con chiarezza un trend di inquinamento (che nel breve periodo può risultare influenzato dalle condizioni meteorologiche favorevoli o meno alla dispersione degli inquinanti), non si può non rilevare il netto miglioramento qualitativo degli ultimi anni.

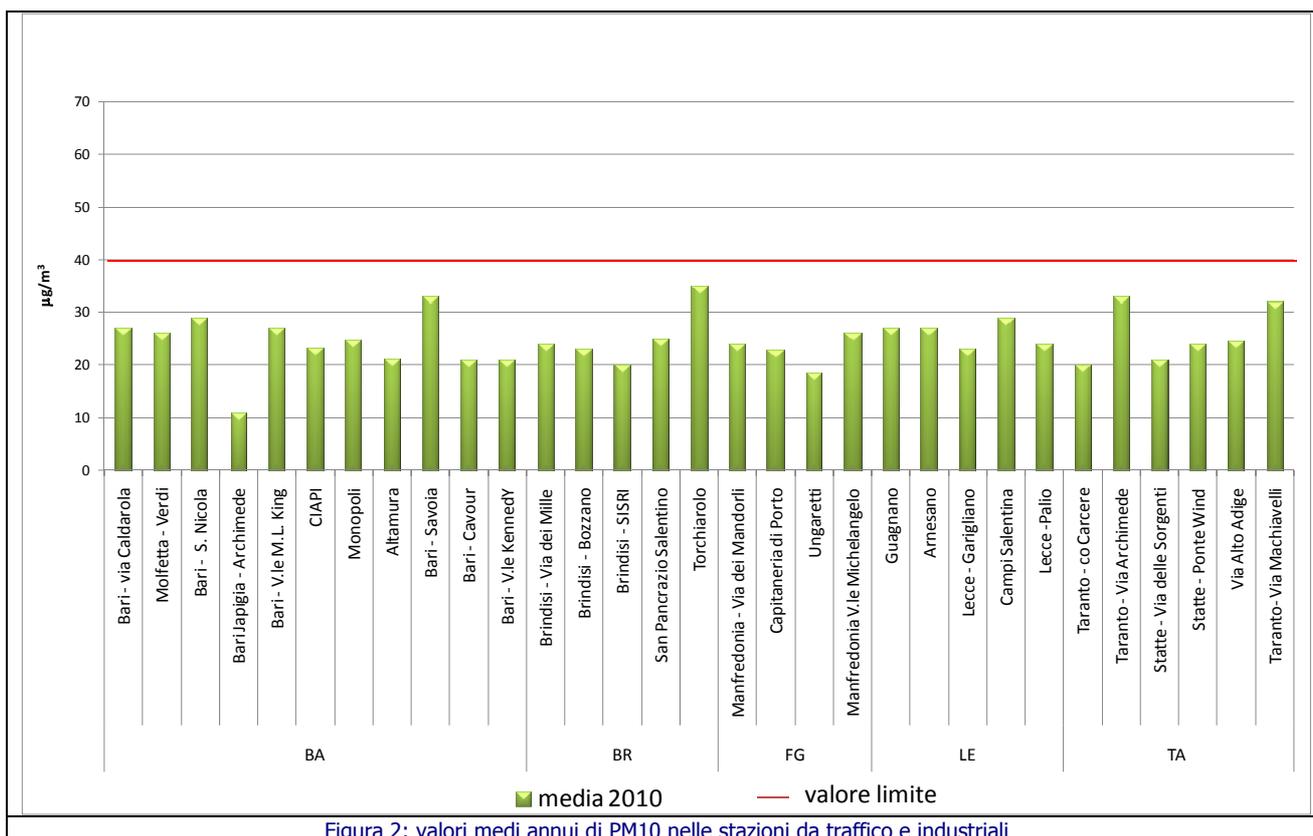


Figura 2: valori medi annui di PM10 nelle stazioni da traffico e industriali

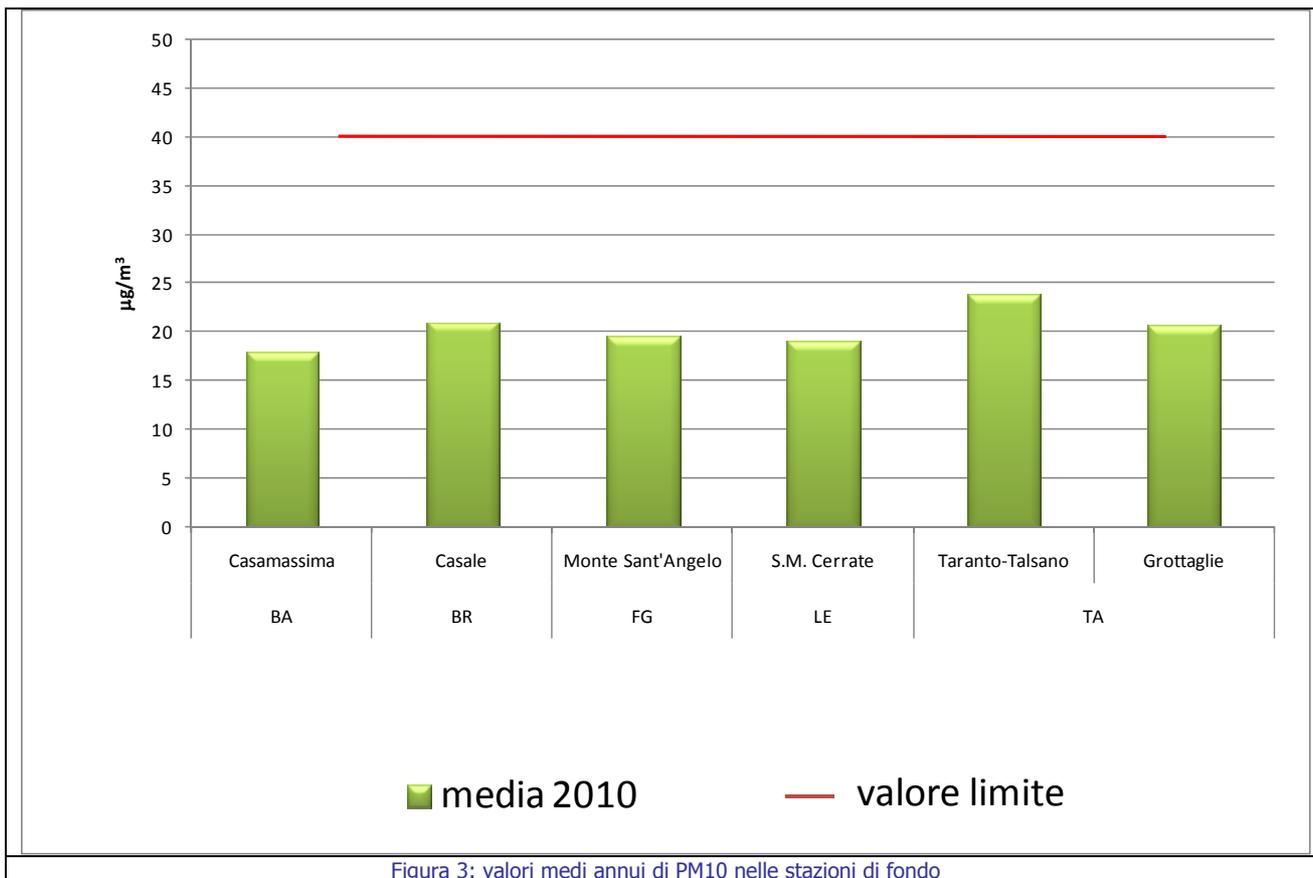


Figura 3: valori medi annui di PM10 nelle stazioni di fondo

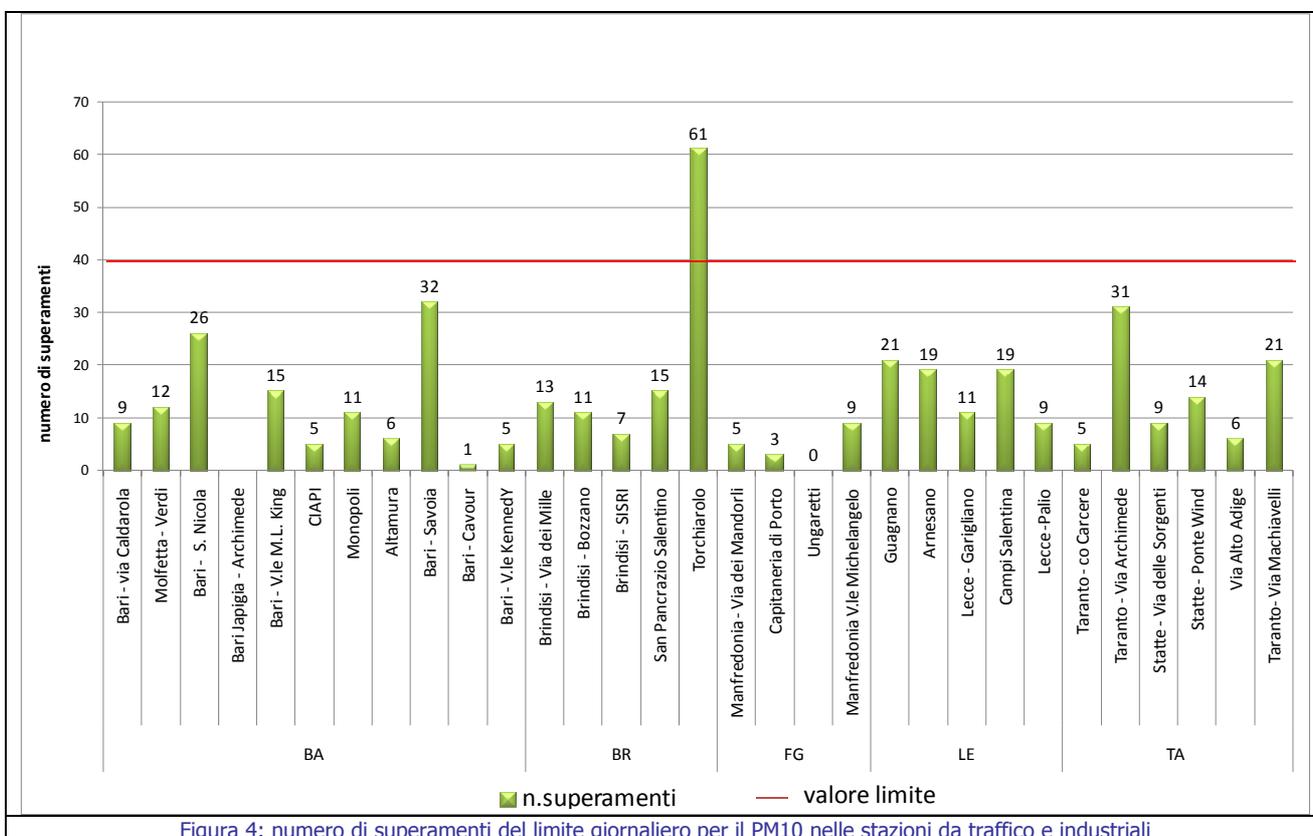
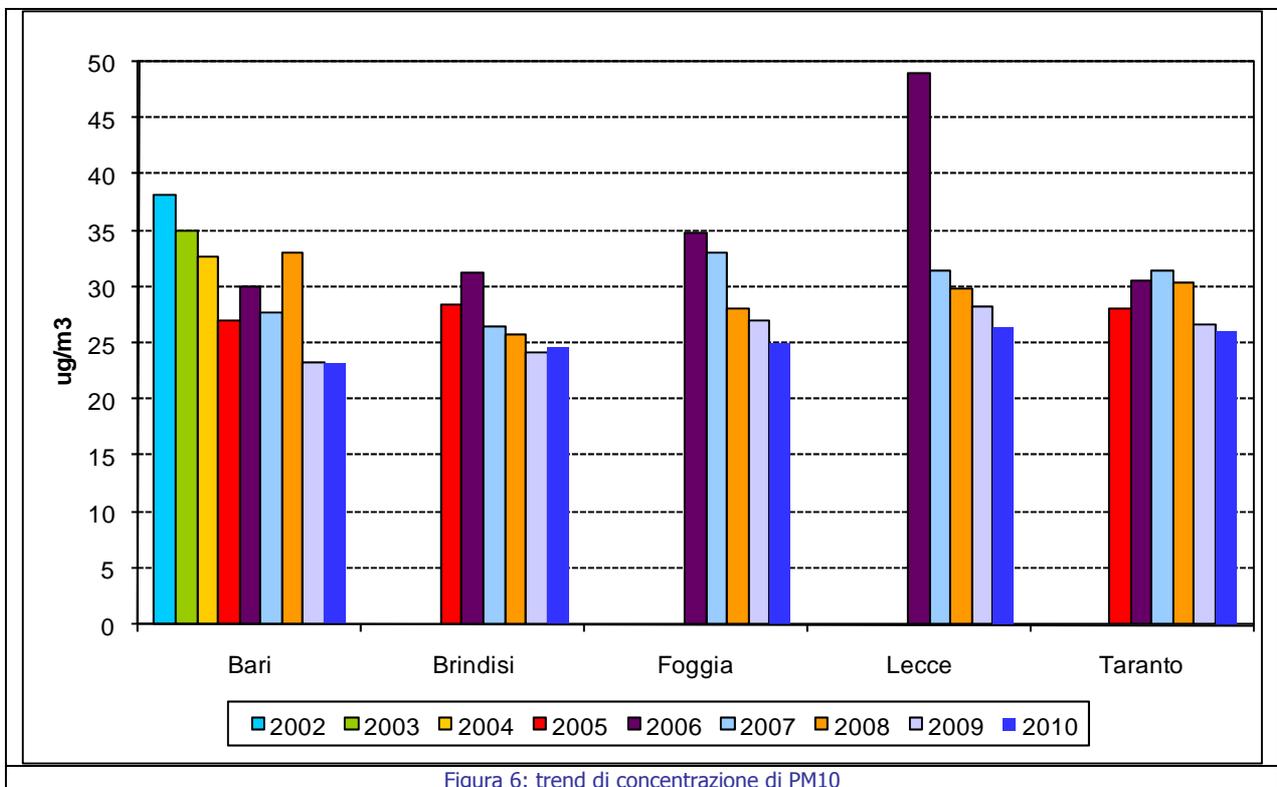
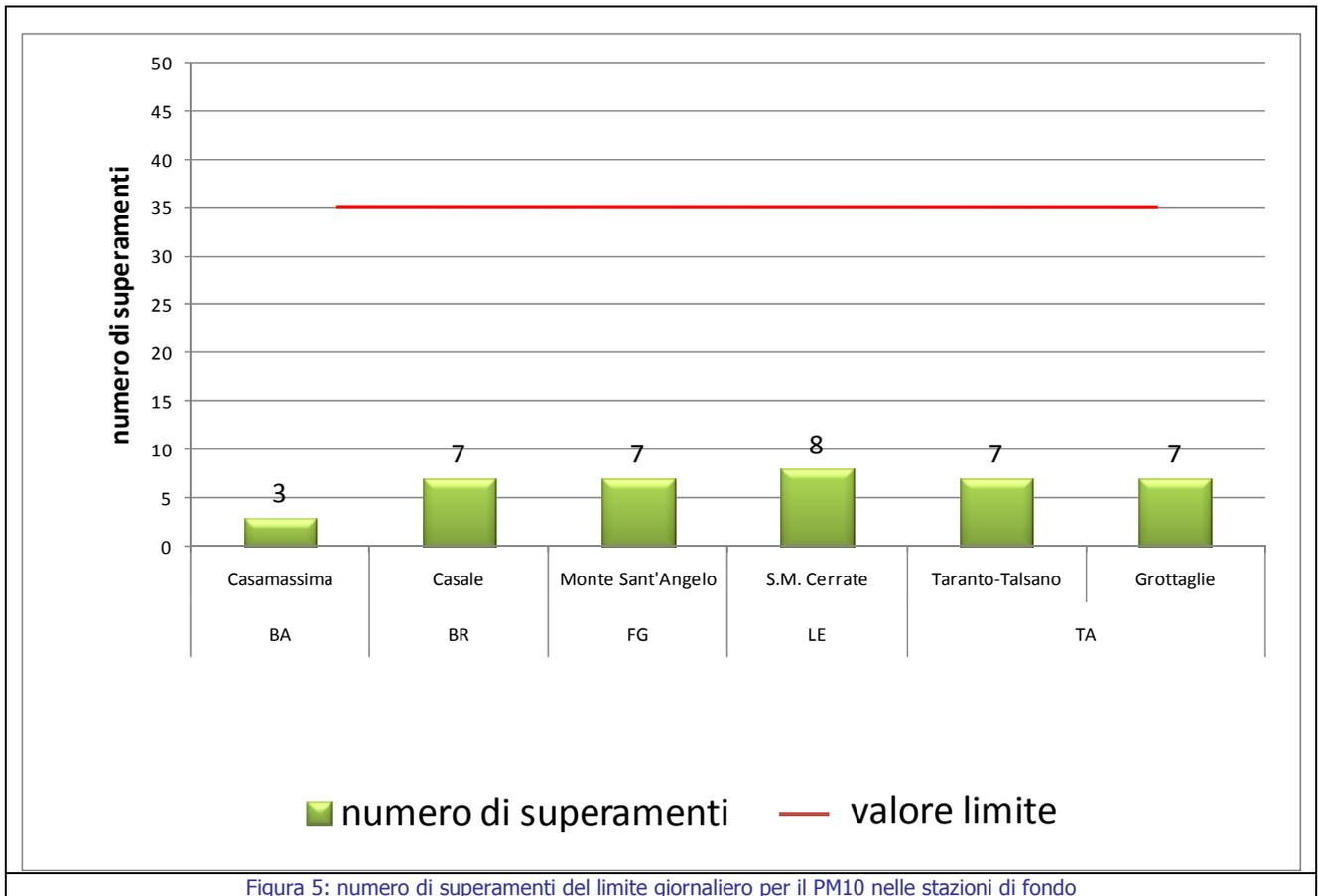


Figura 4: numero di superamenti del limite giornaliero per il PM10 nelle stazioni da traffico e industriali

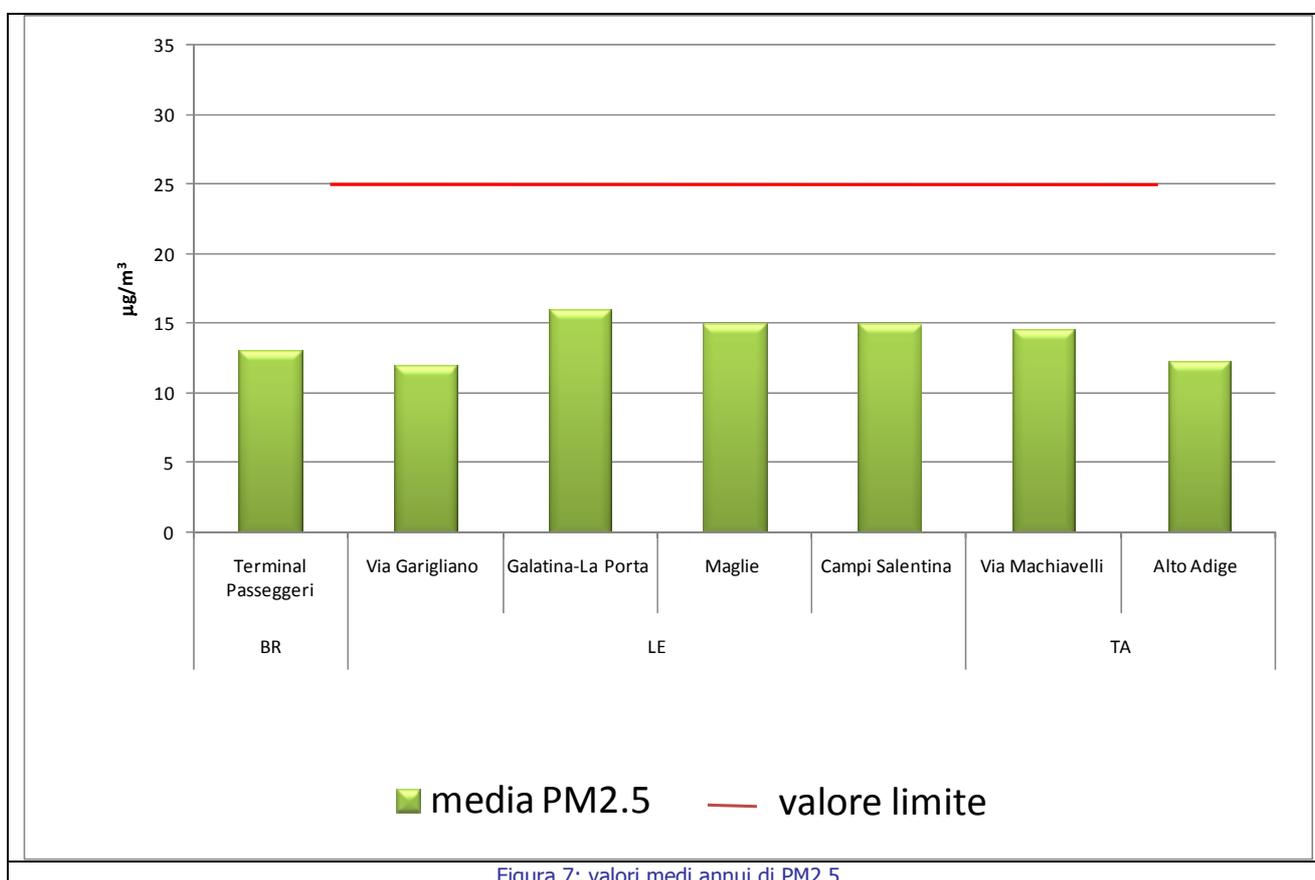


5.1 PM_{2.5}

Il PM_{2.5} è l'insieme di particelle con diametro aerodinamico inferiore a 2,5 µm (10⁻⁶ m). Analogamente al PM₁₀, il PM_{2.5} può penetrare nell'apparato respiratorio raggiungendone, grazie alle minori dimensioni, il tratto inferiore (trachea e polmoni).

La direttiva comunitaria 2008/50/CE ha fissato per tale inquinante un valore obiettivo di 25 µg/m³ da raggiungere entro il 1 gennaio 2010. Entro il 1 gennaio 2015 gli Stati Membri dovranno invece rispettare il valore obiettivo di 20 µg/m³.

In nessuno dei siti di monitoraggio è stato superato il valore obiettivo di 20 µg/m³, con valori compresi tra 10 e 16 µg/m³. Si tratta di un dato che, seppure riferito solo a una porzione del territorio regionale, appare rassicurante e, allo stato attuale, permette di escludere una criticità legata a questo inquinante.



6. NO₂

Gli ossidi di azoto, indicati con il simbolo NO_x si formano soprattutto nei processi di combustione ad alta temperatura rappresentando così un tipico sottoprodotto dei processi industriali e degli scarichi dei motori a combustione interna (sia a scoppio che diesel). Le stazioni di monitoraggio di qualità dell'aria monitorano il biossido di azoto (NO₂), 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.

Analogamente al PM₁₀, anche per l'NO₂ il D.Lgs 155/2010 prevede due valori limite: la media oraria di 200 µg/m³ da non superare più di 18 volte nel corso dell'anno solare e la media annua di 40 µg/m³.

L'unico superamento del valore limite annuo riscontrato è quello relativo alla stazione di Bari - Caldarola, dove nel 2010 la media annua è stata di 50 µg/m³. La stazione di Bari - Caldarola è una stazione da traffico, collocata in area urbana e in prossimità di un'arteria stradale di medio traffico che serve come via d'accesso (e di uscita) al centro cittadino. Concentrazioni elevate si sono registrate anche a Taranto, Molfetta e Manduria, città nelle quali le medie annue sono prossime al valore limite di 40 µg/m³. Pertanto, sebbene il limite annuale sia superato solo nella città di Bari, è necessario mettere in evidenza la presenza di ulteriori realtà che, in condizioni meteorologiche e/o emissive leggermente differenti, potrebbero far registrare un superamento del limite di legge.

Nel complesso, le concentrazioni di NO₂ nelle stazioni di tipo traffico e industriale (cfr figura 8) sono distribuite in un intervallo molto ampio, compreso tra 8 µg/m³ (Guagnano) e 50 (Bari-Caldarola). I livelli di NO₂ appaiono fortemente influenzati dalla presenza di una fonte emissiva locale (sia essa una strada trafficata o un insediamento industriale). Questo dato è confermato dalle concentrazioni registrate nelle stazioni di fondo (cfr. figura 9) nelle quali i valori variano da 9 (S.M. Cerrate) a 13 µg/m³ (Brindisi - Casale).

Il limite dei 18 superamenti annui del limite orario di 200 µg/m³ non è stato raggiunto in nessuna stazione di monitoraggio. Allo stesso modo non si è avuto alcun evento di superamento della soglia di allarme di 400 µg/m³. Questo dato mostra come l'inquinamento da NO₂ in regione caratterizzato tanto da episodi di criticità brevi e intensi, quanto piuttosto da livelli che, in alcune realtà, si attestano su livelli prossimi o superiori al limite di legge medio annuo.

L'analisi degli andamenti temporali delle medie annue, infine, indica una sostanziale stazionarietà delle concentrazioni negli ultimi anni (cfr. fig. 10).

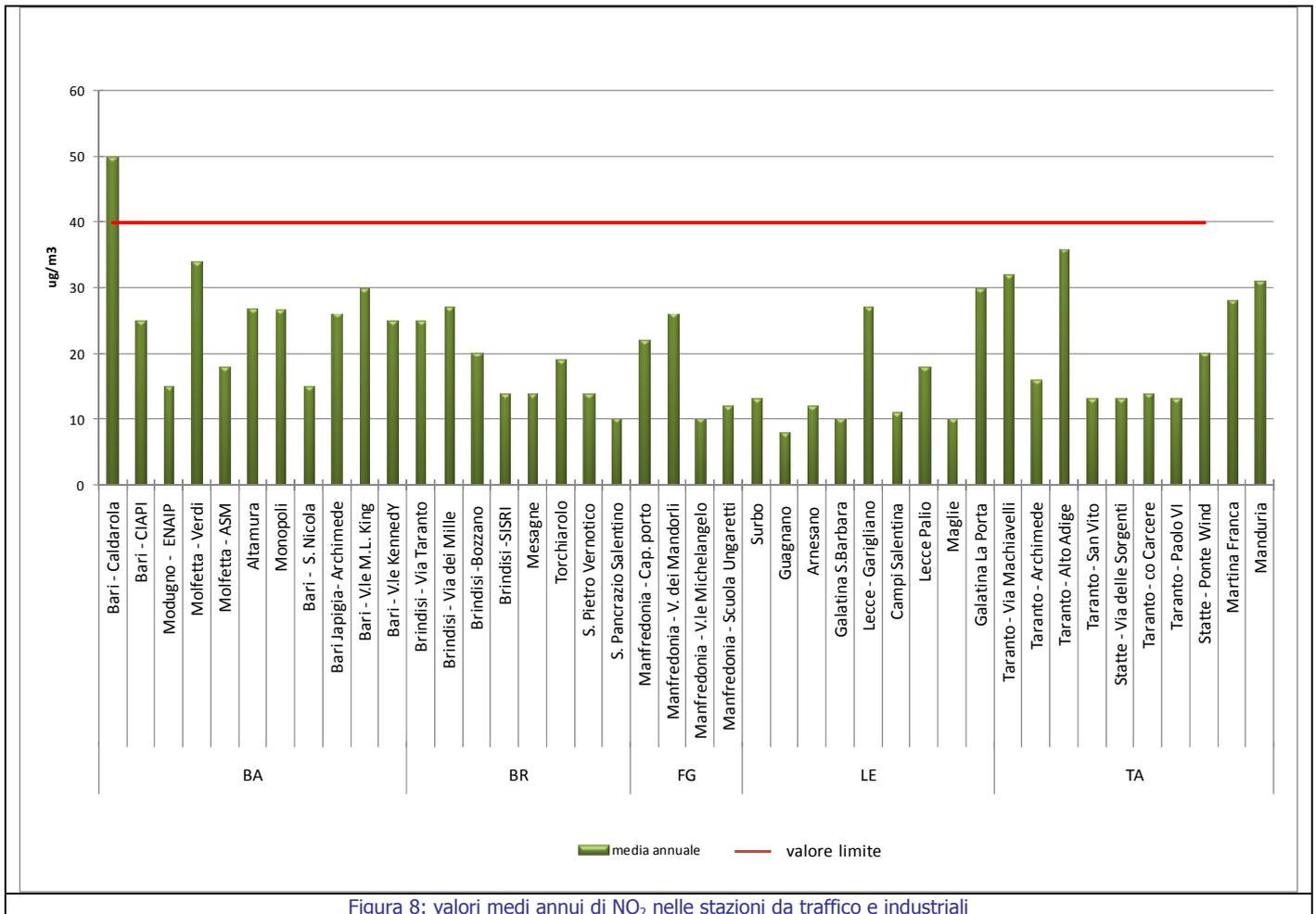


Figura 8: valori medi annui di NO₂ nelle stazioni da traffico e industriali

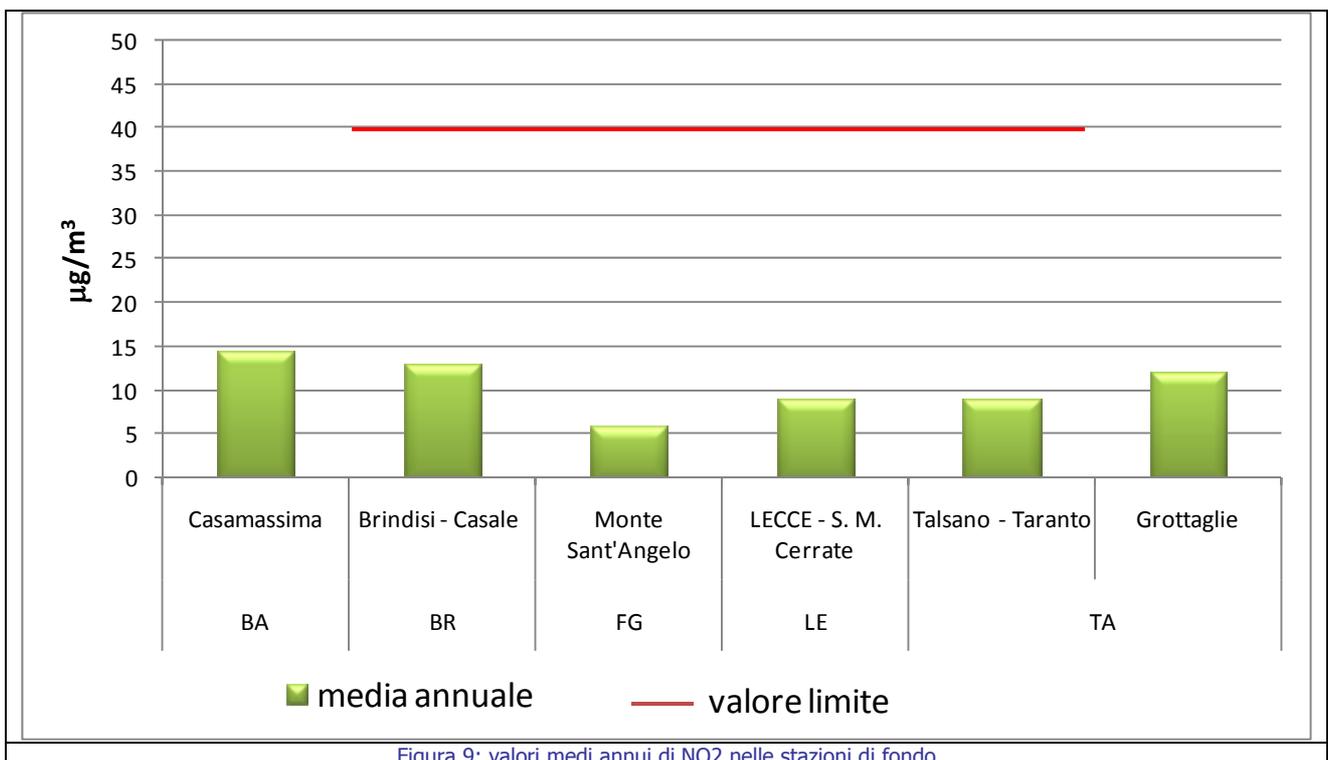
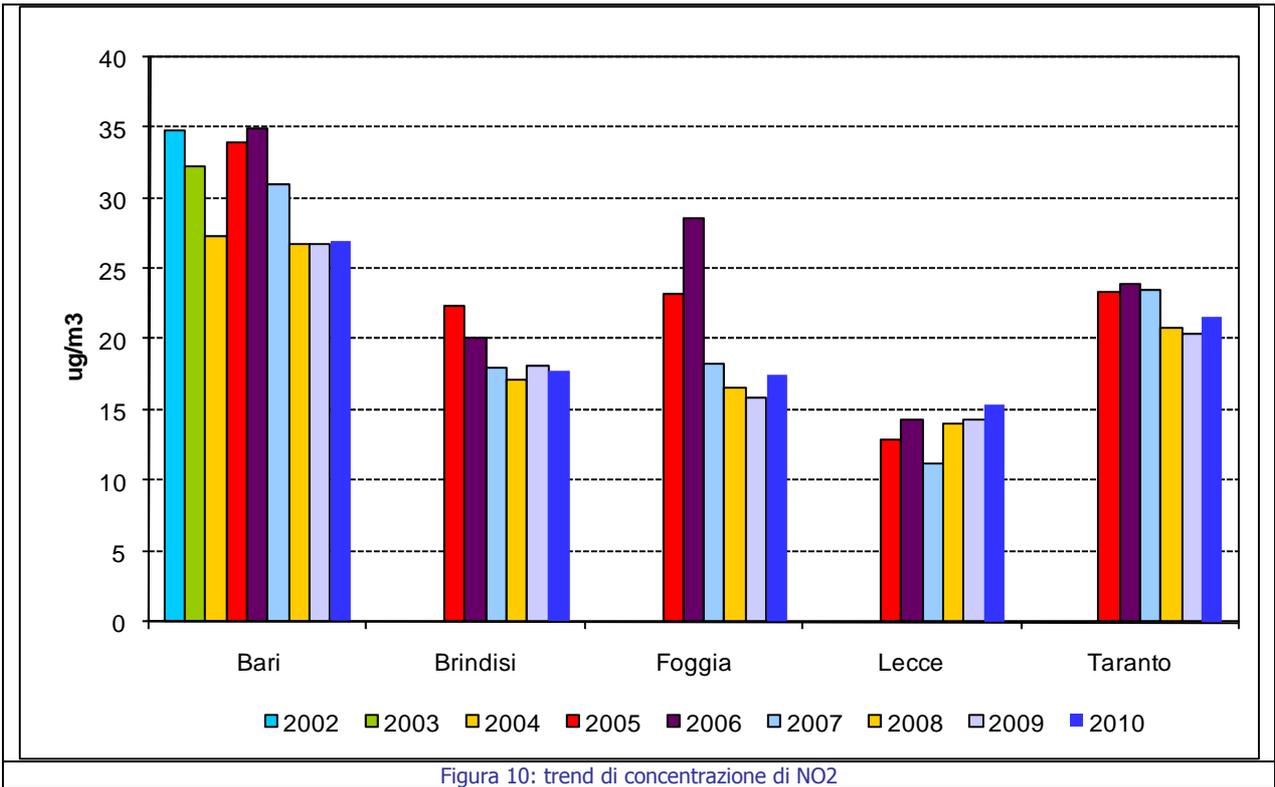


Figura 9: valori medi annui di NO₂ nelle stazioni di fondo



7. Ozono

L'ozono è un inquinante secondario: esso cioè non viene generato da alcuna fonte, 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 riferimento normativo per l'ozono è il D. Lgs. 155/10 che fissa un valore bersaglio per la protezione della salute umana pari a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sulla media mobile delle 8 ore, da non superare più di 25 volte l'anno. Lo stesso decreto fissa una soglia di informazione a $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e una soglia di allarme a $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sulla media oraria.

È interessante notare come nel corso del 2010 il valore bersaglio per la protezione della salute umana sia stato superato nelle province di Lecce, Brindisi e Taranto, ovvero in quelle più meridionali, mentre non si siano registrati superamenti nelle province di Bari e Foggia. Il numero più alto di superamenti (73) è stato registrato a Grottaglie, mentre a Lecce se ne sono avuti 62 nella stazione di Galatina La Porta e a Brindisi 57 in Via Taranto. È da evidenziare che, rispetto al 2009, si è registrato un complessivo aumento degli eventi di superamento del limite di legge. Inoltre non si è avuto alcun superamento né della soglia di informazione, né di quella di allarme¹.

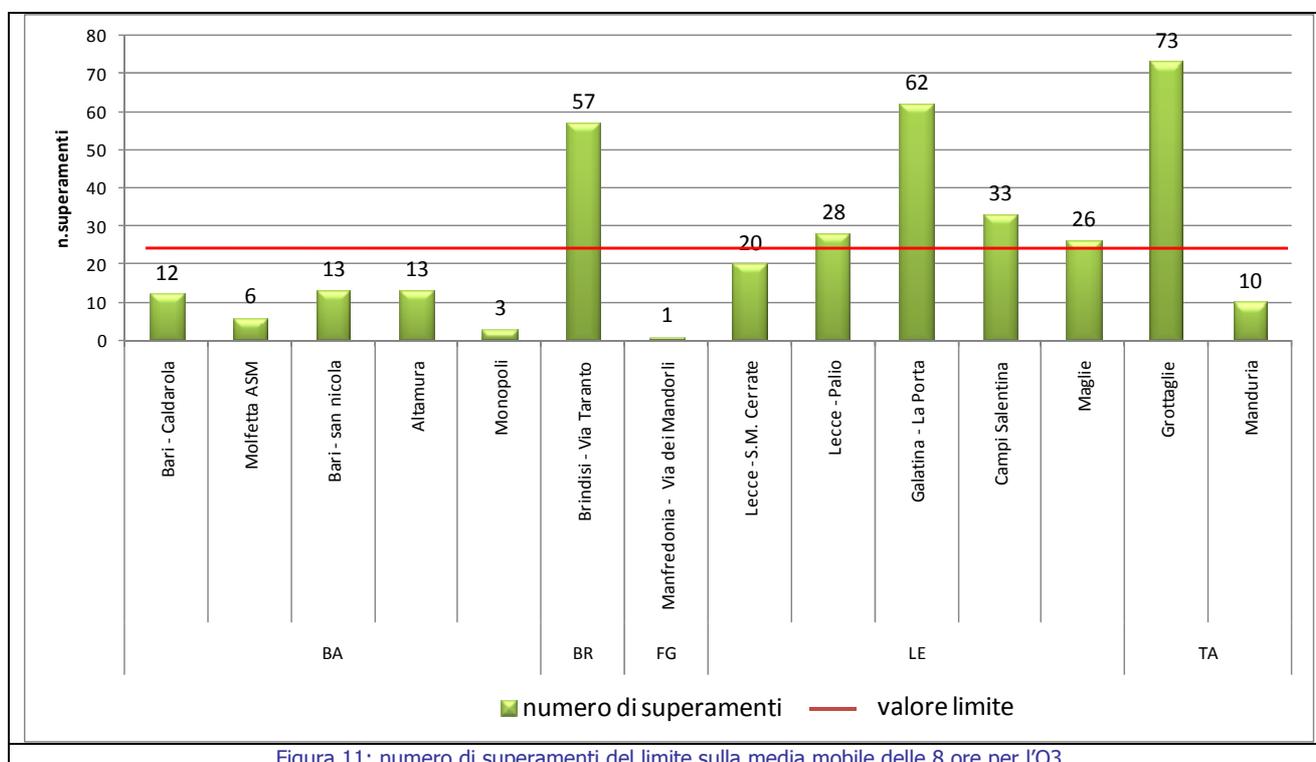


Figura 11: numero di superamenti del limite sulla media mobile delle 8 ore per l'O3

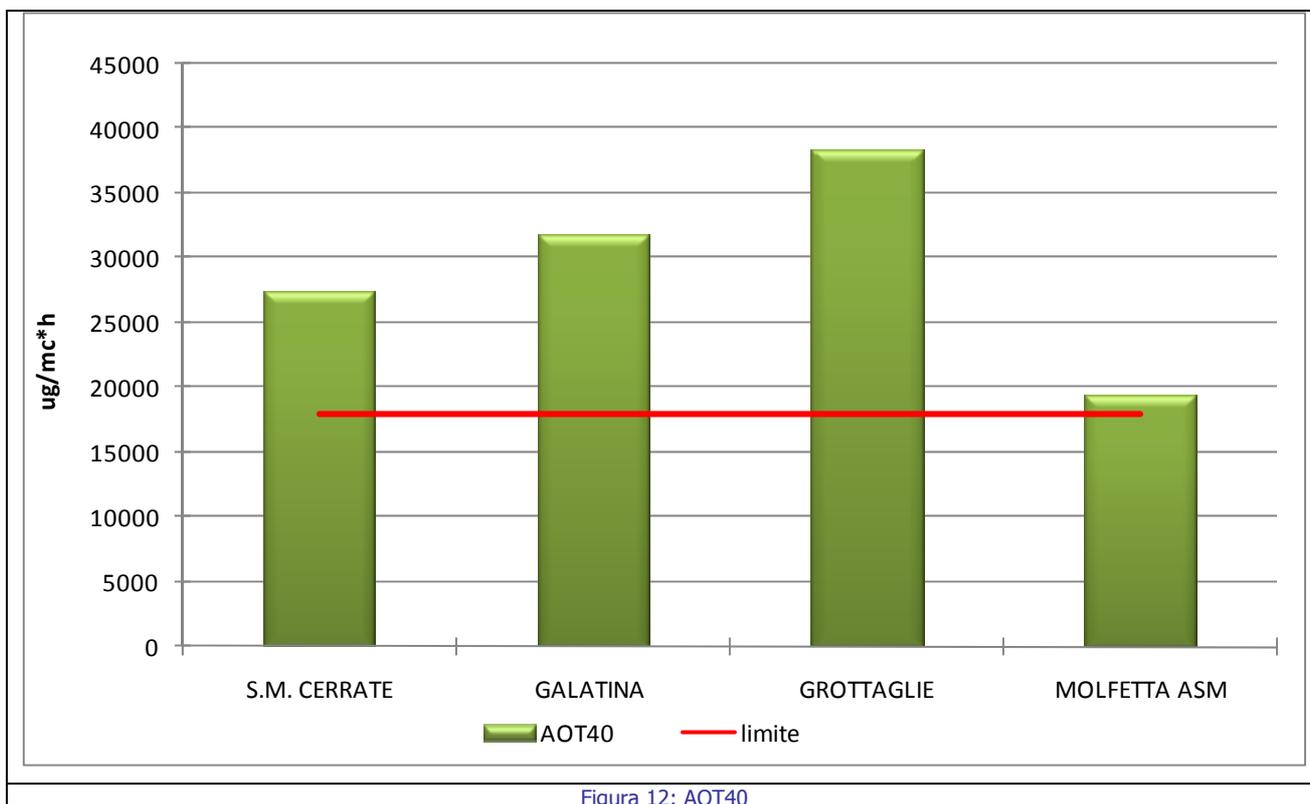
¹ Va detto che le stazioni di Bari-Caldarola, Lecce-Piazza Palio e Brindisi Via Taranto, hanno registrato una percentuale di dati validi minore rispetto a quella richiesta dalla normativa.

La figura che segue riporta i valori di AOT 40 (Accumulation Over Threshold of 40 ppb) per le stazioni di S. M. Cerrate e Galatina in provincia di Lecce, Grottaglie in provincia di Taranto e Molfetta in provincia di Bari.

Questo indicatore, calcolato sommando le differenze tra le concentrazioni orarie superiori a $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e il valore di $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ misurate tra le ore 8:00 e le ore 20:00 dei mesi da maggio a luglio, viene utilizzato per valutare il raggiungimento degli obiettivi di protezione della vegetazione. Il valore bersaglio è fissato in $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ e viene valutato solo nelle stazioni di monitoraggio utilizzate nella valutazione dell'esposizione della vegetazione.

Per l'anno 2010 tale indicatore è stato calcolato come media degli anni 2005-2010 per le stazioni di S.M. Cerrate, Grottaglie e Molfetta e come media degli anni 2009-2010 per la stazione di Galatina.

Come emerge dal grafico il limite è stato ampiamente superato nelle province di Lecce e di Taranto, di poco nella provincia di Bari.

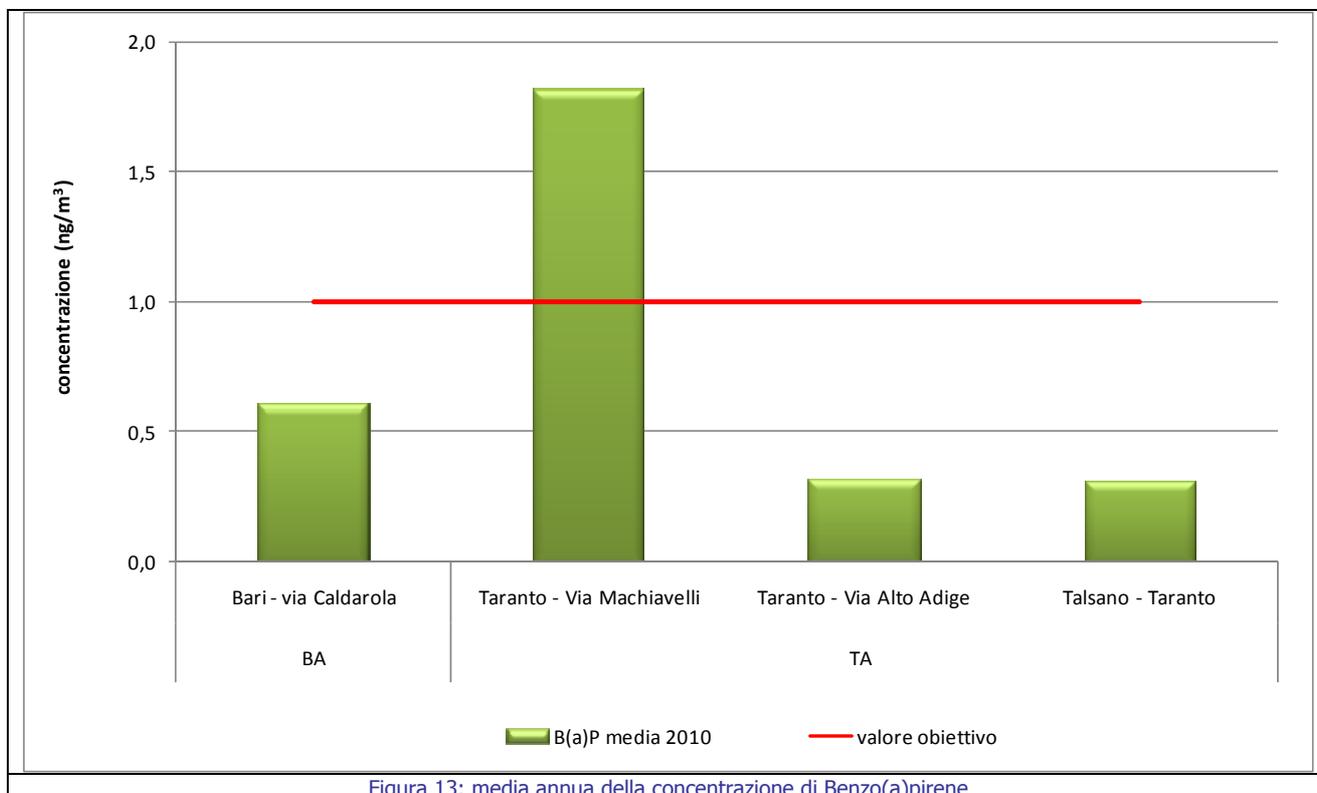


8. Idrocarburi policiclici aromatici

Gli IPA (idrocarburi policiclici aromatici) sono una classe di composti generati dalla combustione incompleta di sostanze organiche durante processi industriali e civili, e sono tra i microinquinanti organici più diffusi nell'ambiente. Le principali sorgenti degli IPA sono i processi industriali (trasformazione di combustibili fossili, processi siderurgici, processi di incenerimento, produzione di energia termoelettrica, ecc.), il traffico autoveicolare e navale, i sistemi di riscaldamento domestico. Il marker di questa classe di inquinanti è il benzo(a)pirene, classificato come cancerogeno per l'uomo (classe 1) dall'Agenzia per la Ricerca sul Cancro (IARC).

La normativa italiana di riferimento è costituita dal D.Lgs 155/2010 che per il benzo(a)pirene fissa un valore obiettivo di $1,0 \text{ ng/m}^3$, calcolato come media su un anno civile.

Nel 2010 ARPA ha monitorato le concentrazioni di benzo(a)pirene in tre siti nel Comune di Taranto e in un sito nel Comune di Bari. Il valore obiettivo è stato superato nella stazione di Via Machiavelli a Taranto, dove la media annua è stata pari a $1,82 \text{ ng/m}^3$. Questo dato mostra l'esistenza di una criticità locale, legata alle attività industriali presenti nel capoluogo tarantino. A tal proposito, si evidenzia che la legislazione vigente prescrive che nelle zone e negli agglomerati in cui si registri una concentrazione superiore a $1,0 \text{ ng/m}^3$, le Regioni sono chiamate a perseguire il raggiungimento del valore obiettivo attraverso l'adozione di misure che intervengano prioritariamente sulle principali fonti di emissione.



9. Metalli pesanti

Gli unici metalli pesanti per i quali la legislazione prescrive il monitoraggio in aria ambiente sono l'arsenico, il cadmio, il nichel ed il piombo, normati dal D. Lgs. 155/10. Nel 2010 ARPA Puglia ha effettuato il monitoraggio di questi inquinanti in un sito a Bari (via Caldarola) e in 3 siti di monitoraggio a Taranto. In nessuno di questi siti, e per nessuno dei metalli pesanti, è stato registrato alcun superamento dei rispettivi limiti di legge.

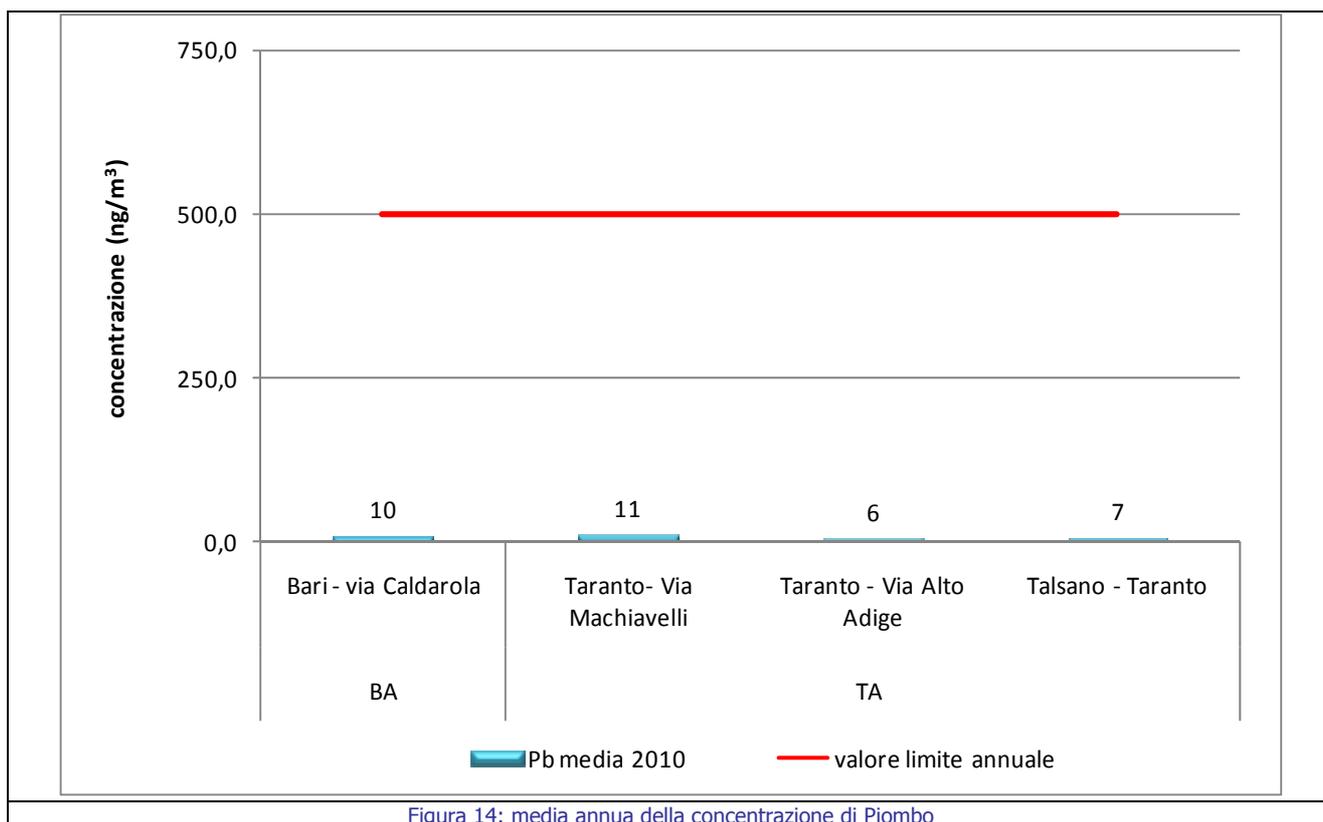


Figura 14: media annua della concentrazione di Piombo

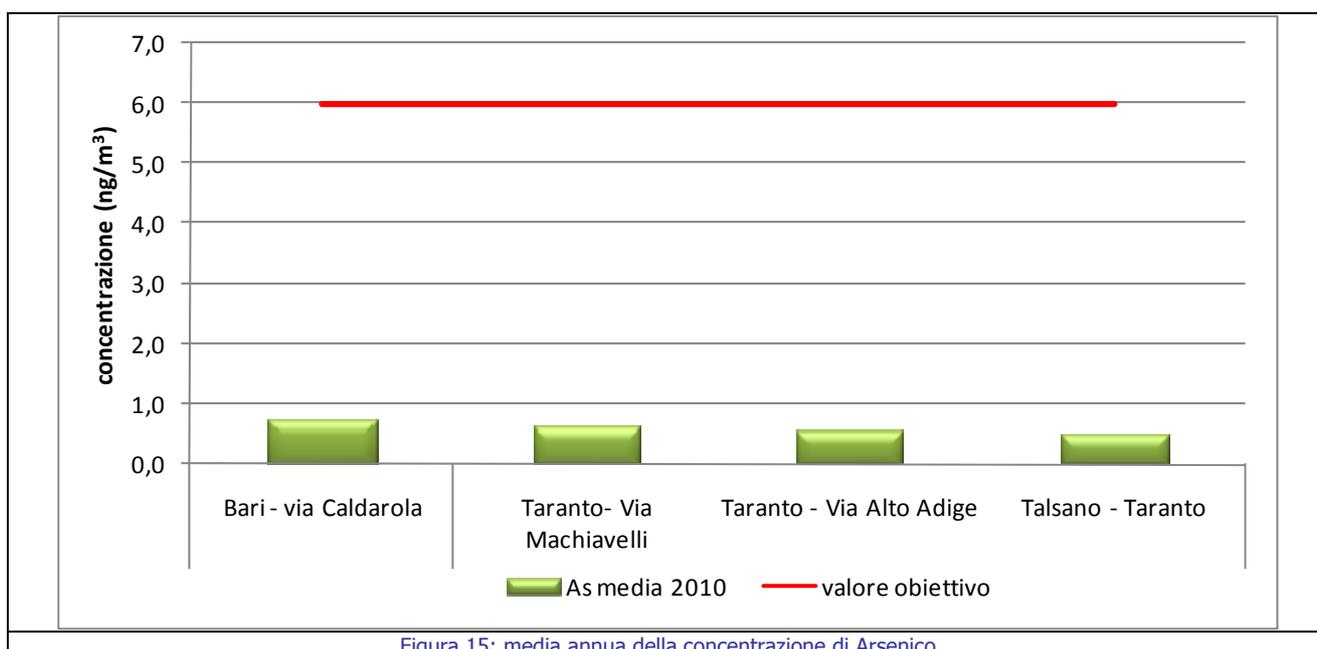


Figura 15: media annua della concentrazione di Arsenico

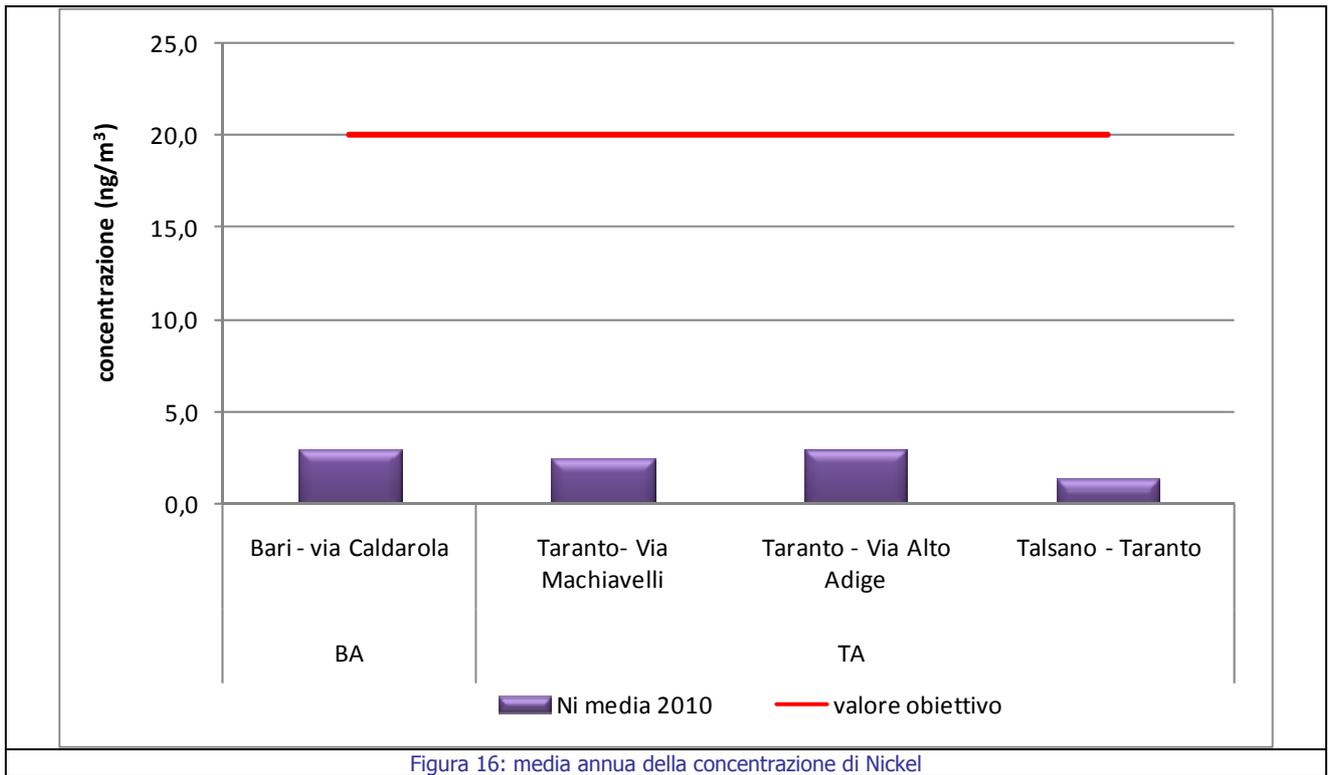


Figura 16: media annua della concentrazione di Nickel

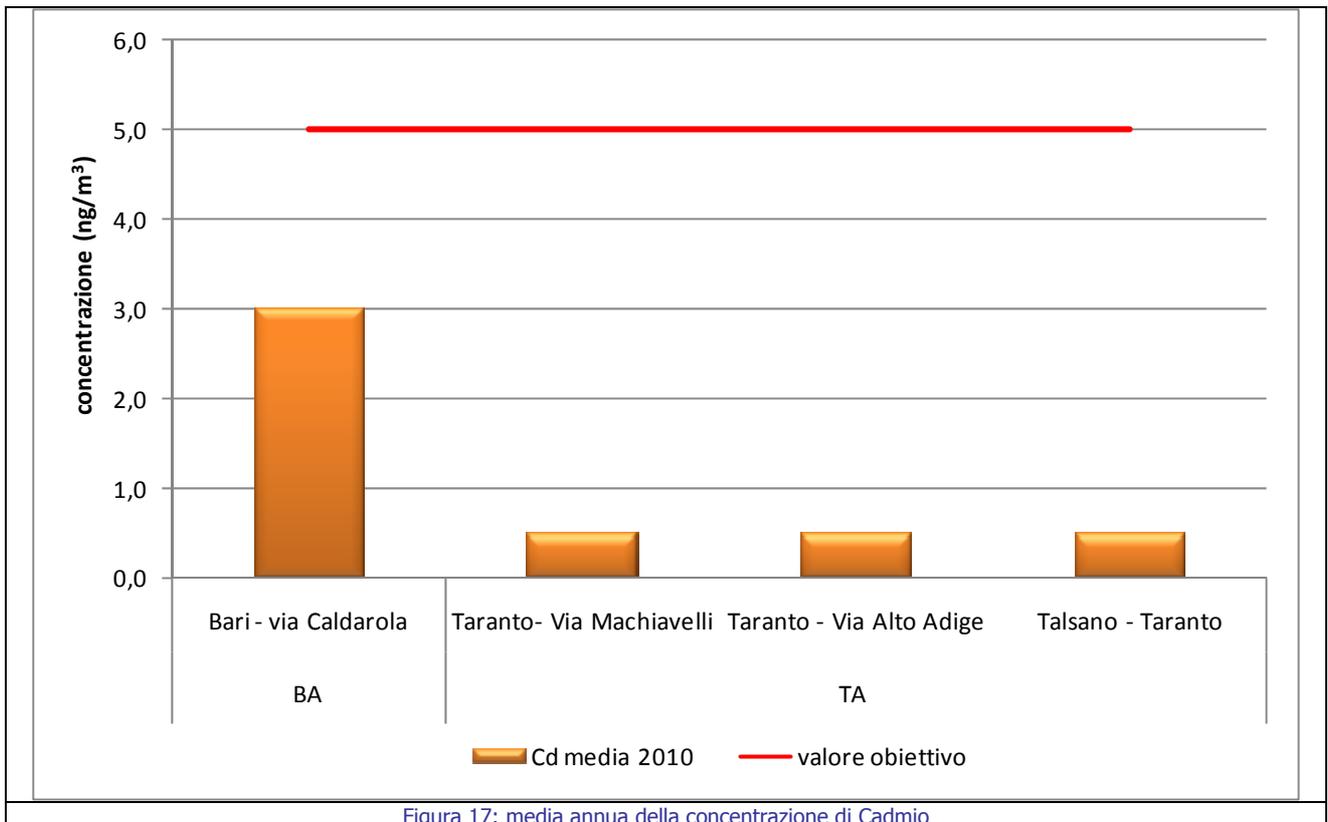


Figura 17: media annua della concentrazione di Cadmio

10. Benzene

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 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 superiori a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, si sono ridotte di circa 10 volte, tanto da non rappresentare più una criticità per la qualità dell'aria.

Il D.Lgs 155/2010 fissa per il benzene un valore limite di concentrazione pari a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sulla media annua. Nel 2010 tale soglia non è stata superata in nessuna delle stazioni di monitoraggio attive in regione. Il valore più elevato, pari a $2,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, è stato registrato nella stazione di monitoraggio di Altamura; a seguire le due stazioni di monitoraggio poste nel pieno centro a Bari con valori al di sopra dei $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

I trend di concentrazione, riportati in figura 19, indicano una sostanziale stabilità dei livelli di benzene negli ultimi anni. Questo dato sembra indicare il raggiungimento di un livello di plateau sotto il quale, con gli odierni carichi emissivi presenti in regione non appare possibile scendere.

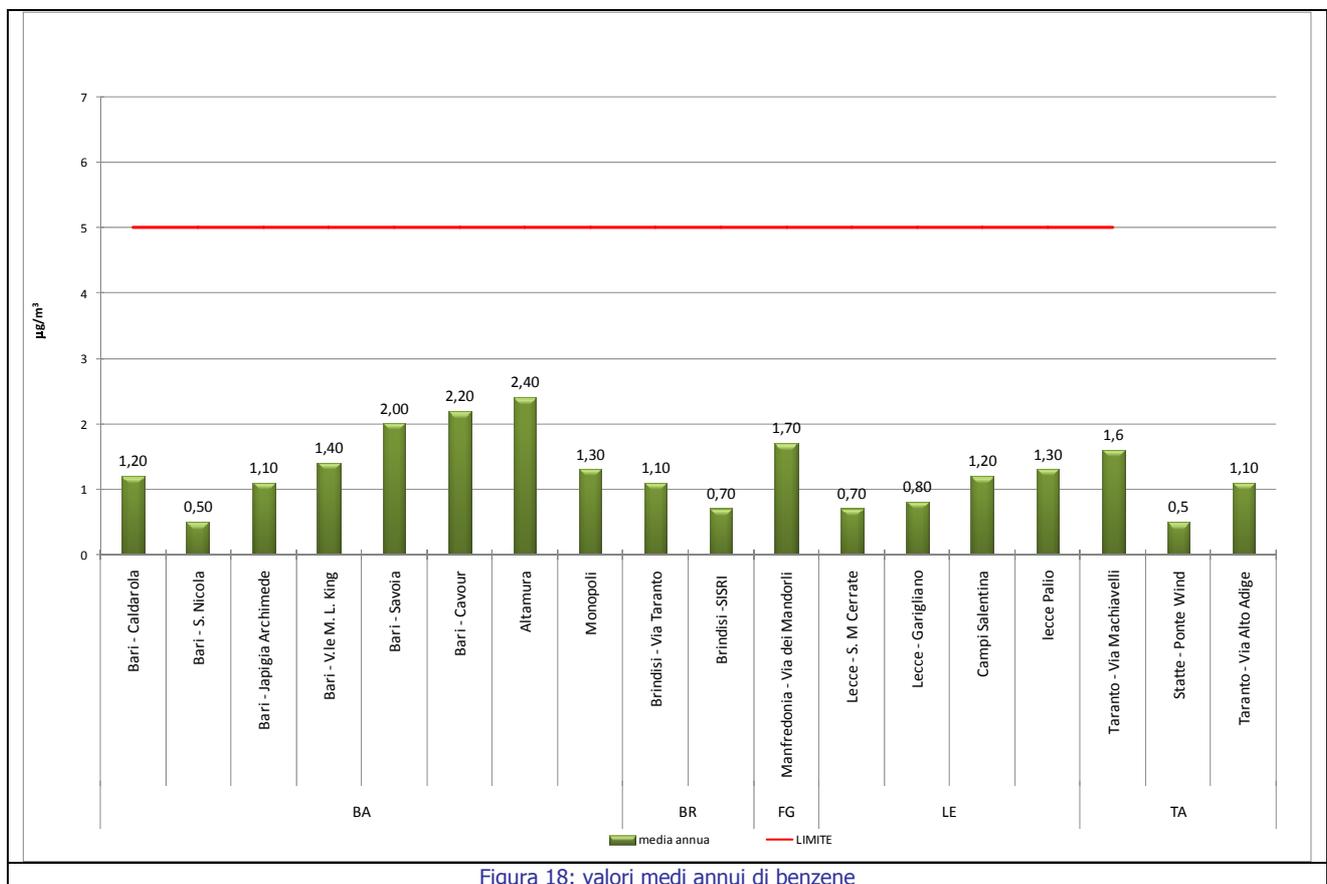


Figura 18: valori medi annui di benzene

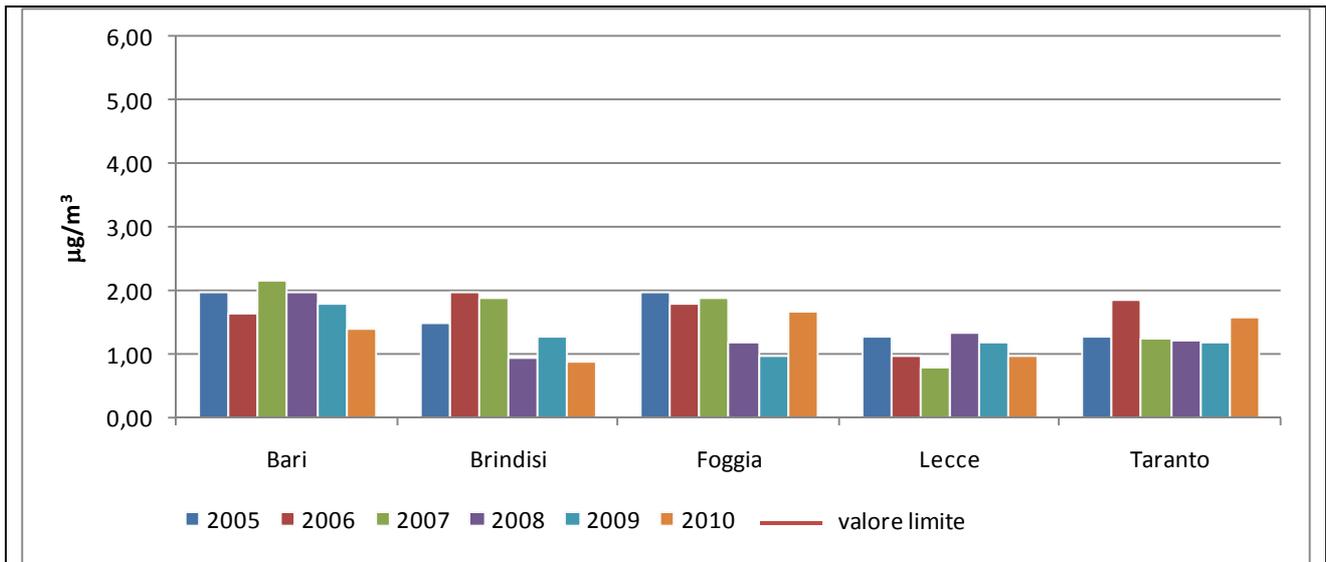


Figura 19: trend di concentrazione di benzene

SCHEDE DI APPROFONDIMENTO

SCHEDA 1: QUANTIFICAZIONE DEL CONTRIBUTO DELLE AVEZIONI DI POLVERI SAHARIANE ALLE CONCENTRAZIONI DI PM10 REGISTRATE IN PUGLIA

La Direttiva sulla Qualità dell'Aria 2008/50/CE permette agli Stati Membri di sottrarre il contributo delle fonti naturali ai livelli di PM₁₀, prima di confrontare questi ultimi ai limiti di legge.

Le fonti naturali prese in considerazione sono: il trasporto di particolato da regioni aride, lo spray marino, le eruzioni vulcaniche e attività sismiche e gli incendi naturali.

Di seguito si fornisce la stima degli eventi di superamento del limite giornaliero di 50 µg/m³ registrati nel 2010 in Puglia, dovuti alle avvezioni di polveri sahariane.

La procedura utilizzata, tratta dalle linee guida redatte della Commissione Europea, è la seguente:

- a. Identificazione degli episodi di avvezioni sahariane. Per l'identificazione degli eventi e della durata degli episodi di "sahariane" si analizzano le back-trajectories a 5 giorni attraverso il modello HYSPLIT e le condizioni meteorologiche del periodo di interesse;
- b. Quantificazione del contributo delle avvezioni sahariane. Individuata una stazione di fondo di riferimento, il primo passo è il calcolo del valore di fondo regionale di PM₁₀. A tal fine, per ciascun evento di avvezione sahariana, si calcola la media dei valori giornalieri di PM₁₀ registrati nei 15 giorni precedenti e nei 15 giorni successivi all'evento, escludendo i giorni con episodi di sahariane. Alternativamente al valor medio, può essere considerato il 50° percentile o il 40° percentile;
- c. Sottrazione del valore così ottenuto dalla concentrazione di PM₁₀ misurata al sito di fondo nel giorno di avvezione per ottenere il contributo netto di polveri sahariane. Questo valore può essere sottratto ai valori di PM₁₀ registrati dalle stazioni di monitoraggio regionali per determinare le concentrazioni nette, imputabili solo al contributo antropogenico.
- d. Validazione del metodo. Il materiale particolato proveniente dalla regione del Sahara è principalmente costituito da quarzo, calcite, dolomite e minerali argillosi. Pertanto analisi di Ca, Al₂O₃, Fe₂O₃, K, Mg e la determinazione di Si e CO₃²⁻ permettono di verificare il contributo sahariano.

1. INDIVIDUAZIONE DEGLI EVENTI DI AVEZIONI SAHARIANE REGISTRATI NEL 2010

La tabella che segue riporta gli eventi di avvezioni sahariane che hanno interessato la Puglia nell'anno 2010.

Data evento
19 febbraio
20 febbraio
14 giugno
15 giugno
16 giugno
17 giugno
30 novembre
01 dicembre
20 dicembre
21 dicembre
22 dicembre
23 dicembre

Gli eventi sono stati individuati attraverso l'analisi delle concentrazioni giornaliere di PM_{10} e confermati mediante le carte elaborate dal modello Prev'Air e le back-trajectories a 5 giorni ottenute con il modello HYSPLIT. A titolo di esempio si riportano, per l'evento del 16/06/10, la mappa con le back-trajectories in cui si evidenzia la provenienza africana delle masse d'aria e quella relative all'AOD (Aerosol Optical Depth) in cui si evidenzia un valore elevato maggiore di 0.6.

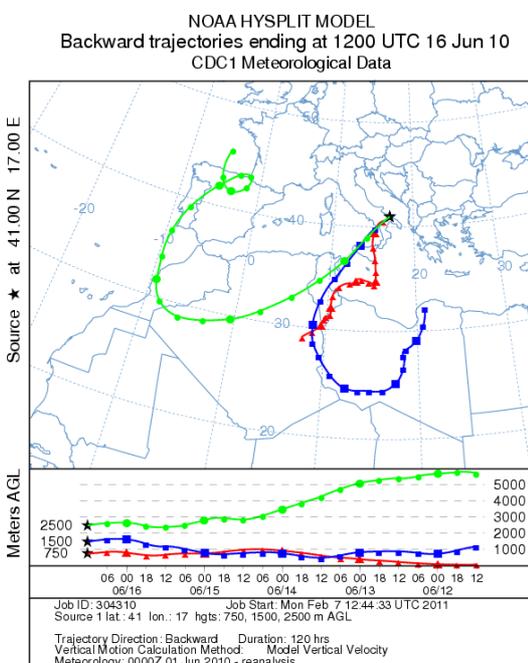


Fig.20 Back Trajectories per il 16 giugno 2010

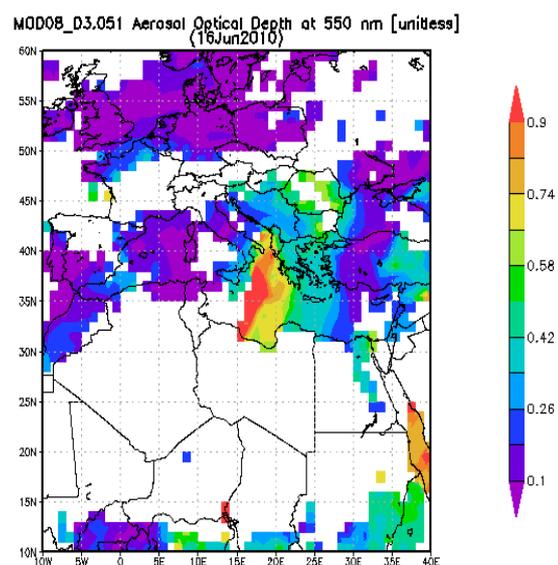


Fig.21 AOT per il 16 giugno 2010

2. CALCOLO DEL CONTRIBUTO DELLE AVEZIONI SAHARIANE AI LIVELLI DI PM₁₀

Per effettuare il calcolo del contributo delle avvezioni sahariane ai livelli di PM₁₀ il primo passo è la scelta della stazione di fondo regionale. Questa deve essere stata interessata dall'avvezione sahariana nel giorno in cui l'evento si è verificato. Per gli eventi individuati sono state utilizzate due differenti stazioni di fondo: Monte Sant'Angelo e Lecce-Cerrate.

Individuata la stazione di fondo, le linee guida della Commissione Europea lasciano la libertà di considerare come valore di fondo la media o il 50° percentile dei 15 giorni precedenti e dei 15 giorni successivi il giorno in cui si è verificata l'avvezione, escludendo i valori dei giorni in cui si sono verificati eventi. Nello studio qui illustrato, per ciascun evento sono stati calcolati sia la media che il 50° percentile. In aggiunta, è stato calcolato il 40° percentile, valore considerato come livello di riferimento dagli autori dello studio che sta alla base della procedura seguita².

Monte Sant'Angelo				
Giorno	PM10 (µg/m ³)	Media	40°percentile	50°percentile
Feb 2010				
19	45.0	19.2	16.1	18
20	21.0	18.6	15.7	16.9
Giu 2010				
14	61	20.7	16.7	17.2
15	50.7	19.6	16.7	17.2
16	89.5	19.3	16.7	16.9
17	48.1	20.0	16.7	17.2
Nov/Dic 2010				
30	5.4	11.2	8.7	9.5
01	39	9.6	7.7	8.7
Dic 2010				
20	n.d.	10.8	8.6	9.4
21	35.7	11.1	8.6	9.4
22	19.0			
23	26.1			

² "A methodology for the quantification of the net African dust load in air quality monitoring networks", M. Escudero, X. Querol et al, Atmospheric Environment, 41 (2007) 5516-5524

S.M. Cerrate				
Giorno	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media	40°percentile	50°percentile
Feb 2010				
19	45.0	19.2	16.1	18
20	21.0	18.6	15.7	16.9
Giu 2010				
14	61	20.7	16.7	17.2
15	50.7	19.6	16.7	17.2
16	89.5	19.3	16.7	16.9
17	48.1	20.0	16.7	17.2
Nov/Dic 2010				
30	5.4	11.2	8.7	9.5
01	39	9.6	7.7	8.7
Dic 2010				
20	n.d.	10.8	8.6	9.4
21	35.7	11.1	8.6	9.4
22	19.0			
23	26.1			

Come si osserva dalle tabelle, il regional background calcolato sulla scelta della stazione Cerrate, non subisce forti deviazioni sia per qualsiasi statistica, sia per qualsiasi episodio preso in esame. Si assume perciò che la stazione di fondo sia Cerrate.

Il contributo netto di polveri sahariane, ovvero il net african dust, è calcolato sottraendo i dati delle statistiche (media, 40° e 50° percentile) al valore di concentrazione di PM10 della stazione di fondo.

In questo modo, perciò, per ciascuna stazione di monitoraggio interessata dal fenomeno avvertivo, sarà possibile individuare il solo contributo di tipo antropogenico alla concentrazione misurata di PM10.

In alcuni casi, però, si osserva che, fissata una stazione di fondo, il valore di PM10 da contributo antropogenico risulta negativo. Ciò è verificato in particolari condizioni dovute proprio alla conformazione della regione Puglia. E' possibile, infatti, che un episodio non investa tutta la regione nella sua totalità ma solo una parte. In questi casi sarà opportuno valutare anche la possibilità di adoperare una stazione di fondo differente da quella scelta.

Questa possibilità è stata verificata durante l'episodio di Febbraio 2010. L'area della provincia di Bari e di Foggia non è stata interessata in maniera minore rispetto alle aree di Taranto, Brindisi e

Lecce. Il net african dust calcolato sulla base del fondo Cerrate è sicuramente più elevato del corrispondente calcolato adoperando Monte Sant'Angelo; di conseguenza il contributo antropogenico calcolato può risultare negativo.

Sottraendo dalla concentrazione misurata il livello di fondo (media, 40° o 50° percentile), si ottiene il contributo delle avvezioni sahariane al livello di PM₁₀ del giorno dell'evento.

Si osserva che, come livello di fondo, il 50° percentile, e ancora di più il valor medio, sono più cautelativi rispetto al 40° percentile.

	Monte Sant' Angelo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			Cerrate($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
Febbraio 2010	Media	40°percentile	50°percentile	Media	40°percentile	50°percentile
19	25.7	28.9	27	64.6	66.1	64.4
20	2.4	5.3	4.1	57.2	58.8	56.4

	Cerrate($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
Giugno 2010	Media	40°percentile	50°percentile
14	17,17	19,50	18,55
15	21,43	23,70	22,75
16	46,17	48,50	47,55
17	25,92	28,66	26,85

	Cerrate($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
Dicembre 2010	Media	40°percentile	50°percentile
20	16,88	20,34	18,80
21	10,86	14,52	13,20
22	15,62	19,10	17,60
23	45,49	48,88	47,20

Per l'episodio del 30 novembre – 01 dicembre si è reso necessario adoperare ancora una volta due stazioni di fondo. A causa di una anomalia strumentale, non è stato rilevato, infatti il valore di concentrazione al suolo della stazione Cerrate per il giorno 01 dicembre.

Novembre 2010	Media	40°percentile	50°percentile	Cerrate
30	39,45	42,70	39,90	
Dicembre 2010	Media	40°percentile	50°percentile	Ciuffreda
01	29,38	31,26	30,30	

Qui di seguito è riportato lo schema del numero totale di superamenti del valore limite di 50 µg/m³ verificatisi in tutto il 2010.

BA	asm	ciapi	japigia	enaip	caldarola	verdi	altamura
	10	5	0	3	9	12	7
	casamassima	kennedy	cavour	andria	king	sannicola	monopoli
	3	5	2	6	15	25	11

FG	capitaneria	elementare	michelangelo	liceo	ciuffreda
	3	0	10	5	6

TA	altoadige	machiavelli	statte	s_vito	grottaglie	Talsano	TA V.Archimede
	6	21	9	6	7	7	31
	paolo6	wind	carcere				
	11	14	5				

BR	mesagne	bozzano	casale	S.I.S.R.I.	Via Dei Mille	Vernotico	Via Taranto
	16	11	8	10	13	11	12
	Torchiarolo	S. Pancrazio S.	Terminal				
	67	13	10				

LE	Libertini	sp LAMA	Via Garilliano	Lecce-Palio	Campi Salentina	S. Barbara	surbo
	11	24	11	8	19	7	12
	guagnano	Arnesano	Cerrate				
	21	19	7				

Si è inoltre evidenziata la percentuale degli stessi che si riferiscono al periodo temporale in cui si sono presentati i 4 fenomeni.

BA	asm	ciapi	japigia	enaip	caldarola	verdi	altamura
	30%	60%	0%	67%	56%	25%	86%
	casamassima	kennedy	cavour	andria	king	sannicola	monopoli
	33%	60%	100%	50%	47%	48%	54%

FG	capitaneria	elementare	michelangelo	liceo	ciuffreda
	67%	0%	50%	100%	50%

TA	altoadige	machiavelli	statte	s_vito	grottaglie	Talsano	TA V.Archimede
	100%	43%	89%	83%	100%	86%	32%
	paolo6	wind	carcere				
	54%	71%	100%				

BR	mesagne	bozzano	casale	S.I.S.R.I.	Via Dei Mille	Vernotico	Via Taranto
	44%	73%	88%	80%	69%	54%	67%
	Torchiarolo	S. Pancrazio S.	Terminal				
	13%	38%	60%				

LE	Libertini	sp LAMA	Via Garilliano	Lecce-Palio	Campi Salentina	S. Barbara	surbo
	64%	42%	54%	75%	37%	71%	50%
	guagnano	Arnesano	Cerrate				
	33%	21%	71%				

Come si evince dalla seconda tabella, l'area di Taranto, per la sua posizione, viene investita maggiormente dagli episodi di sabbie sahariane. Per alcune stazioni quali Alto Adige, Carcere e Grottaglie tutti i superamenti del valore limite giornaliero si verificano solo nei giorni degli episodi avvevati.

Su tutte le stazioni di monitoraggio fisse nelle quali si sono verificati superamenti del valore limite si è applicata la metodologia di calcolo del net african dust adoperando le tre statistiche prima descritte: media, 40° e 50° percentile.

Si sono così ricalcolati tutti i superamenti del valore limite giornaliero di 50 µg/m³ dovuti alle sole attività di tipo antropogenico. L'applicazione delle tre statistiche non genera differenze nel suddetto calcolo. Il risultato ottenuto è illustrato nelle seguenti tabelle. Si riporta per ciascuna stazione il numero totale di superamenti del valore limite prima e dopo l'applicazione del metodo.

PROVINCIA DI BARI

BA	asm	ciapi	japigia	enaip	caldarola	verdi	altamura
PRIMA	10	5	0	3	9	12	7
DOPO	7	2	0	1	8	9	2
BA	casamassima	kennedy	cavour	andria	king	sannicola	monopoli
PRIMA	3	5	2	6	15	25	11
DOPO	2	2	0	4	15	21	8

PROVINCIA DI FOGGIA

FG	capitaneria	elementare	micelangelo	liceo	ciuffreda
PRIMA	3	0	10	5	6
DOPO	1	0	5	1	3

PROVINCIA DI TARANTO

TA	altheadige	machiavelli	statte	s_vito	grottaglie	Talsano	TA V.Archimede
PRIMA	6	21	9	6	7	7	31
DOPO	0	13	1	1	0	1	22
	paolo6	wind	carcere				
PRIMA	11	14	5				
DOPO	6	5	0				

PROVINCIA DI BRINDISI

BR	mesagne	bozzano	casale	S.I.S.R.I.	Via Dei Mille	Vernotico	Via Taranto
PRIMA	16	11	8	10	13	11	12
DOPO	9	5	2	2	5	5	4
	Torchiarolo	S. Pancrazio S.	Terminal				
PRIMA	67	13	10				
DOPO	61	8	4				

PROVINCIA DI LECCE

LE	Libertini	sp LAMA	Via Garilliano	Lecce-Palio	Campi Salentina	S. Barbara	surbo
PRIMA	11	24	11	8	19	7	12
DOPO	5	17	5	2	12	2	6
	guagnano	Arnesano	Cerrate				
PRIMA	21	19	7				
DOPO	15	15	2				

Avendo perciò ricalcolato le concentrazioni di PM10 delle stazioni di monitoraggio fisse eliminando il contributo avvevivo si può procedere al calcolo della nuova media annuale 2010. In realtà si osserva, che il calcolo della media annuale non subisce grandi deviazioni prima e dopo l'applicazione del metodo. Comunque, le massime deviazioni sono dell'ordine di circa 1 µg/m³ e si rilevano nelle stazioni della provincia di Taranto in cui, come già osservato, la maggior parte dei superamenti del valore limite si verificava in presenza dei fenomeni di avvezioni di sabbia sahariana. Nella seguente tabella sono riportati i valori delle medie annuali per ciascuna stazione prima e dopo l'applicazione del metodo di individuazione del net african dust. In particolare in questa tabella è riportata la distinzione tra le 3 statistiche adoperate

Provincia di Bari: media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	BA	asm	ciapi	japigia	enaip	caldarola	verdi	altamura
PRIMA	media 2010	23.32	23.47	11.00	20.03	27.32	26.21	21.11
DOPO	Media	23.04	23.17	11.00	19.81	26.96	25.92	20.71
	40°	23.02	23.15	11.00	19.80	26.93	25.89	20.68
	50°	23.03	23.30	11.00	19.81	26.95	25.91	20.69
	BA	casamassima	kennedy	cavour	andria	king	sannicola	monopoli
PRIMA	media 2010	17.82	21.08	21.51	20.70	24.91	29.02	24.61
DOPO	Media	17.69	20.80	21.28	20.50	24.75	28.53	24.33
	40°	17.68	20.78	21.27	20.49	24.74	28.47	24.31
	50°	17.69	20.79	21.28	20.49	24.75	28.50	24.32

Provincia di Foggia: media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	FG	capitaneria	elementare	micelangelo	liceo	ciuffreda
PRIMA	media 2010	22.72	18.56	27.32	23.88	19.24
DOPO	Media	22.51	18.56	26.93	23.52	18.98
	40°	22.50	18.56	26.89	23.48	18.96
	50°	22.50	18.56	26.91	23.50	18.97

Provincia di Taranto : media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	TA	altoadige	machiavelli	statte	s_vito	grottaglie	Talsano	TA V.Archimede
PRIMA	media 2010	24.73	32.42	20.91	21.62	20.57	23.89	33.40
DOPO	Media	24.13	31.68	20.14	20.97	19.82	23.30	32.34
	40°	24.08	31.61	20.08	20.93	19.77	23.25	32.26
	50°	24.11	31.65	20.11	20.96	19.80	23.28	32.31
		paolo6	wind	carcere				
PRIMA	media 2010	26.02	24.22	19.93				
DOPO	Media	25.13	23.23	19.31				
	40°	25.09	23.15	19.27				
	50°	25.12	23.20	19.29				

Provincia di Brindisi: media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	BR	mesagne	bozzano	casale	S.I.S.R.I.	Via Dei Mille	Vernotico	Via Taranto
PRIMA	media 2010	25.23	22.84	20.68	20.48	23.96	23.71	24.96
DOPO	Media	24.41	21.90	19.79	19.57	22.96	22.92	24.08
	40°	24.35	21.85	19.74	19.51	22.90	22.88	24.02
	50°	24.39	21.89	19.78	19.55	22.94	22.91	24.06
		Torchiarolo	S. Pancrazio	Terminal				
PRIMA	media 2010	35.05	24.27	21.15				
DOPO	Media	34.15	23.56	20.33				
	40°	34.08	23.53	20.29				
	50°	34.13	23.55	20.32				

Provincia di Lecce: media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	LE	Libertini	sp LAMA	Via Garilliano	Lecce-Palio	Campi Salentina	S. Barbara	surbo
PRIMA	media 2010	24.37	29.62	22.52	23.50	27.81	20.91	24.94
DOPO	Media	23.48	28.72	21.76	22.67	27.04	20.14	24.28
	40°	23.43	28.64	21.71	22.63	26.99	20.10	24.24
	50°	23.46	28.69	21.74	22.66	27.02	20.13	24.27
		Guagnano	Arnesano	Cerrate				
PRIMA	media 2010	27.05	27.33	19.16				
DOPO	Media	26.24	26.69	18.42				
	40°	26.19	26.66	18.38				
	50°	26.22	26.69	18.41				

3. CONCLUSIONI

La metodologia esposta permette di quantificare i contributi delle sorgenti naturali ai livelli di PM_{10} in aria ambiente. La sua applicazione ha consentito di individuare **12 giorni con avvezioni di polveri sahariane** che hanno interessato la Puglia nell'anno 2010. Per sei di essi si è verificato che a **Torchiarolo, unico sito di monitoraggio nel quale nel corso del 2010 è stato superato il limite dei 35 superamenti giornalieri, il superamento era dovuto al contributo naturale.**

SCHEDA 2: STATISTICA

Di seguito è riportata una analisi statistica dei dati di PM₁₀ e PM_{2,5} delle stazioni maggiormente rappresentative della Regione Puglia. In riferimento al D.Lgs.155/2010 sono state considerate valide le medie giornaliere ottenute in presenza di almeno il 90% di dati validi. Adoperando le medie giornaliere, si sono calcolate le principali statistiche descrittive univariate: media, mediana, deviazione standard, quartili, 10° e 95° percentile. I dati sono espressi in µg/m³.

PM₁₀: Stazioni di tipo traffico-industriale

Provincia	Stazione	percentili								
		Media	Mediana	Minimo	Massimo	25°	75°	10°	95°	Std.Dev.
BA	Caldarola	27	25,65	7,60	88,40	20,29	32,09	16,00	46,29	11,20
	CIAPI	23	22,29	3,30	68,59	17,20	28,25	13,50	39,90	9,48
	Verdi	26	24,00	6,80	75,20	18,40	31,90	15,80	46,90	11,21
	Altamura	21	18,55	3,40	154,00	12,45	26,37	7,81	45,42	13,50
	V.le M. L. King	27	21,48	1,46	186,56	12,21	32,70	6,83	56,65	17,62
	Monopoli	25	21,49	1,46	167,03	13,67	31,25	8,79	54,21	16,05
	S. Nicola	29	24,90	1,22	190,72	16,12	37,36	10,25	65,44	18,89
BR	Bozzano	23	20,02	0,97	190,23	13,43	28,81	8,54	47,36	15,78
	SISRI	20	17,82	1,22	183,15	11,23	25,88	6,83	43,22	14,70
	Via dei Mille	24	20,75	1,22	189,74	13,67	29,30	8,54	49,81	16,63
	San Pancrazio	25	21,6	3,80	79,00	16,50	28,50	12,83	49,20	12,05
	Torchiarolo	35	29,10	7,80	114,4	20,60	43,79	15,60	77,00	20,13
FG	Capitaneria di Porto Ungaretti	23	21,50	4	61,50	16,80	27,50	13,00	38,70	8,65
	Via dei Mandorli	19	17,50	2,20	49,50	13,50	22,60	10,60	31,36	7,23
	Via Michelangelo	24	23,10	5,10	61,80	16,50	29,90	13,00	40,50	9,34
		26	25,95	6,1	68,90	18,97	33,59	14,60	46,29	11,10
LE	Guagnano	27	23,40	4,30	108,19	16,90	33,20	12,90	54,20	15,00
	Arnesano	27	24,6	5,1	123,59	18,70	32,00	13,60	52,29	14,14
	Garigliano	23	19,89	1,69	139,20	15,13	25,71	11,69	44,39	13,41
	Campi Salentina	29	25,94	3,42	121,90	19,82	34,53	14,94	55,53	14,81
	P.zza Palio	24	21,00	1,71	128,45	15,38	27,10	11,96	42,49	13,67
TA	Via Alto Adige	25	22,79	9,00	93,30	18,29	29,40	15,10	40,90	9,85
	Via Machiavelli	32	30,50	10,10	102,60	24,50	38,59	20,20	51,70	11,94
	Statte -via delle Sorgenti	21	18,20	2,30	84,00	13,80	25,20	10,20	37,59	11,03
	Via Archimede	33	29,79	3,41	194,87	21,97	40,53	16,11	63,98	18,18
	Carcere	20	18,07	14,65	183,15	12,69	24,62	8,79	39,07	12,33
	SS7 Wind	24	21,24	1,22	196,09	13,67	30,76	8,30	49,92	16,58

PM₁₀: Stazioni di fondo

Provincia	Stazione	percentili								
		Media	Mediana	Minimo	Massimo	25°	75°	10°	95°	Std.Dev.
BA	Casamassima	18	15,14	0,97	126,49	9,03	23,19	5,37	42,00	13,32
BR	Casale	21	17,82	0,97	194,38	11,96	25,39	7,57	42,24	14,45
FG	Monte S. Angelo-Ciuffreda	19	16,90	1,40	89,50	11,30	24,20	7,60	41,20	11,40
LE	Cerrate	19	16,90	1,60	94,19	12,70	23,00	10,00	34,90	10,74
TA	Talsano	24	22,40	4,40	96,80	17,10	28,50	13,20	38,70	10,62
	Grottaglie	21	18,90	4,30	87,40	15,00	24,00	11,50	35,20	9,73

Analogamente, sono state effettuate analisi statistiche a partire dalle medie giornaliere di PM_{2,5}. Tale inquinante è monitorato in stazioni afferenti alla provincia di Lecce e Taranto.

PM_{2,5}

Provincia	Stazione	percentili								
		Media	Mediana	Minimo	Massimo	25°	75°	10°	95°	Std.Dev.
LE	Garigliano	12	11,21	0,58	49,55	7,53	15,29	4,94	24,01	6,93
	Maglie	15	12,65	2,00	57,14	8,64	18,08	5,95	30,91	8,32
	Campi Salentina	15	13,82	0,58	52,88	9,57	19,14	5,90	32,03	8,46
	Galatina- Vle Studenti	16	10,39	0,13	65,00	1,77	16,20	0,75	30,20	9,87
TA	Via Alto Adige	12	13,40	2,40	44,70	10,25	17,79	7,70	25,00	5,92
	Via Machiavelli	14	11,70	3,10	33,29	8,50	15,75	6,10	20,9	5,02

Al fine di visualizzare in maniera ancora più chiara le diverse distribuzioni, in figura 22 è mostrato un box plot in cui si evidenzia una uniformità di distribuzione del PM₁₀, con picchi di concentrazione soprattutto nelle Province di Bari e di Taranto dovuti a effetti di tipo locale. Per il caso Torchiarolo, si nota una distribuzione abbastanza ampia con un valore del 75° percentile al di sopra di quello rilevato nelle altre stazioni.

Per le stazioni di fondo (cfr. fig. 23) la distribuzione è omogenea in tutte le Province, con valori di picco che si verificano nella Provincia di Brindisi a causa di fenomeni locali di inquinamento.

Per quanto riguarda invece il PM 2,5, si nota (cfr. fig.24) una distribuzione abbastanza uniforme in tutti i siti, con valori di picco maggiori soprattutto nella Provincia di Lecce.

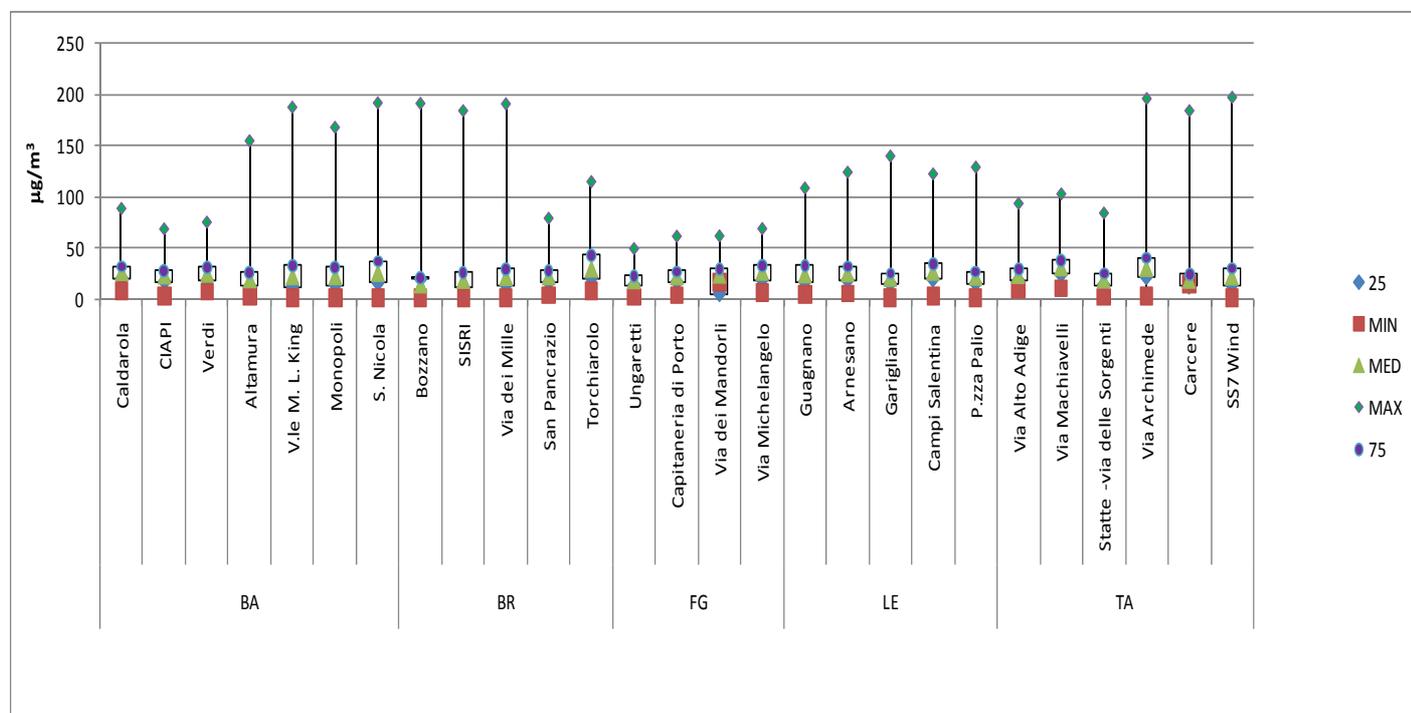


Fig.22 Box Plot PM₁₀ per le stazioni di traffico ed industriali

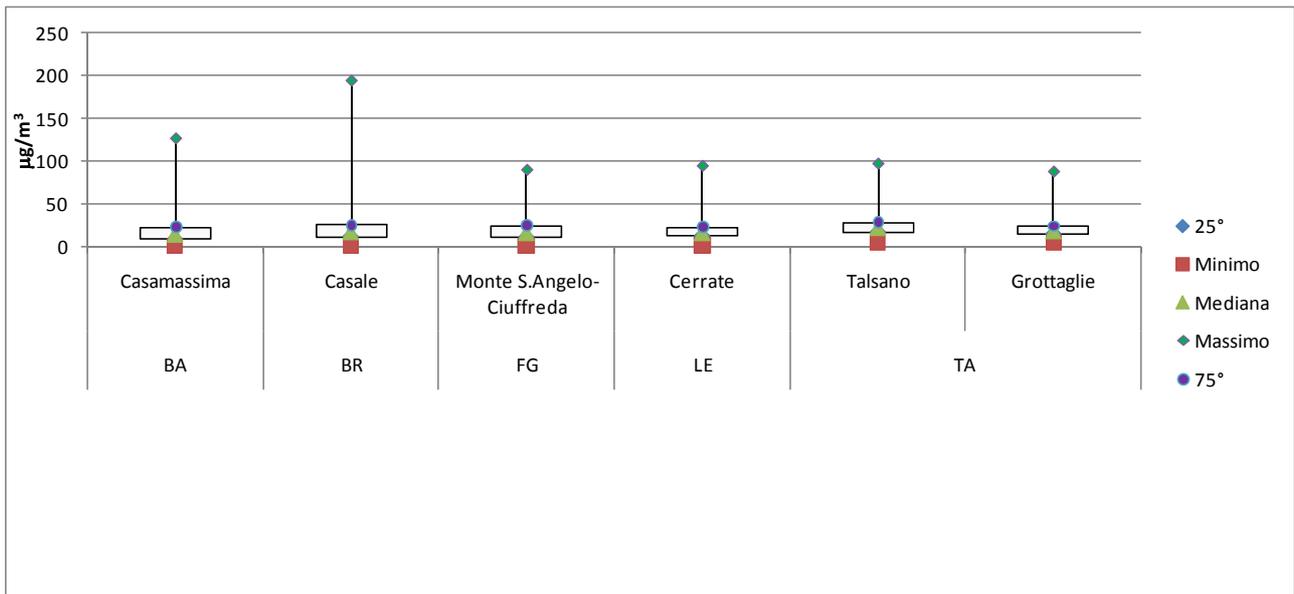


Fig.23 Box Plot PM10 per le stazioni di fondo

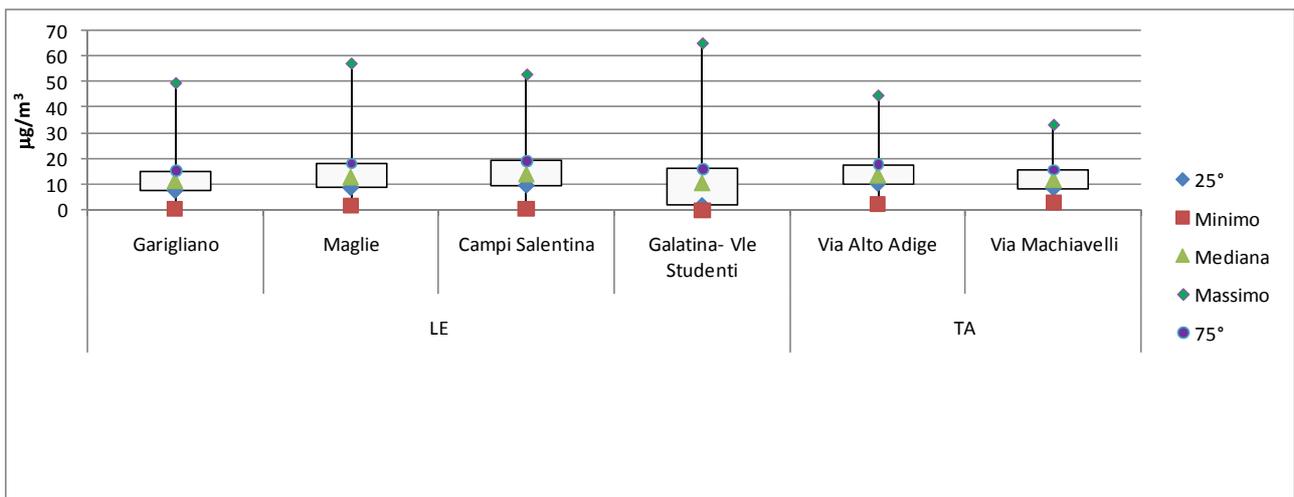


Fig.24 Box Plot PM2.5

CORRELAZIONE DI PEARSON

Il calcolo del grado di correlazione tra le diverse centraline ha permesso di evidenziare, al di là di un semplice confronto tra grandezze medie, l'esistenza di un eventuale legame tra gli andamenti temporali di PM_{10} rilevati dalle stazioni di monitoraggio esaminate. Lo strumento operativo adoperato è il coefficiente di correlazione di Pearson il quale permette di valutare il grado di associazione lineare tra due variabili. Nella nostra analisi esso costituisce il mezzo per descrivere se 2 stazioni di monitoraggio sono tra loro "in fase" oppure no. In particolare, un alto coefficiente indica che all'aumentare dei valori misurati dalla prima corrisponde un aumento sistematico dei valori della seconda.

Provincia di BARI

	Caldarola	CIAPI	Verdi	Altamura	V.le M.L. King	Monopoli	S. Nicola
Caldarola	1	0,92	0,86	0,65	0,72	0,80	0,79
CIAPI		1	0,87	0,70	0,66	0,77	0,80
Verdi			1	0,63	0,69	0,78	0,76
Altamura				1	0,42	0,65	0,69
V.le M.L. King					1	0,69	0,65
Monopoli						1	0,77
S. Nicola							1

Appare chiaro come le centraline siano abbastanza correlate tra loro indicando una sorgente di fondo comune al particolato atmosferico. Ciò appare ancora più evidente dal correlogramma tra i diversi siti (cfr. fig. 25), in cui si evince che l'unica mancanza di correlazione è tra le stazioni di Altamura e King.

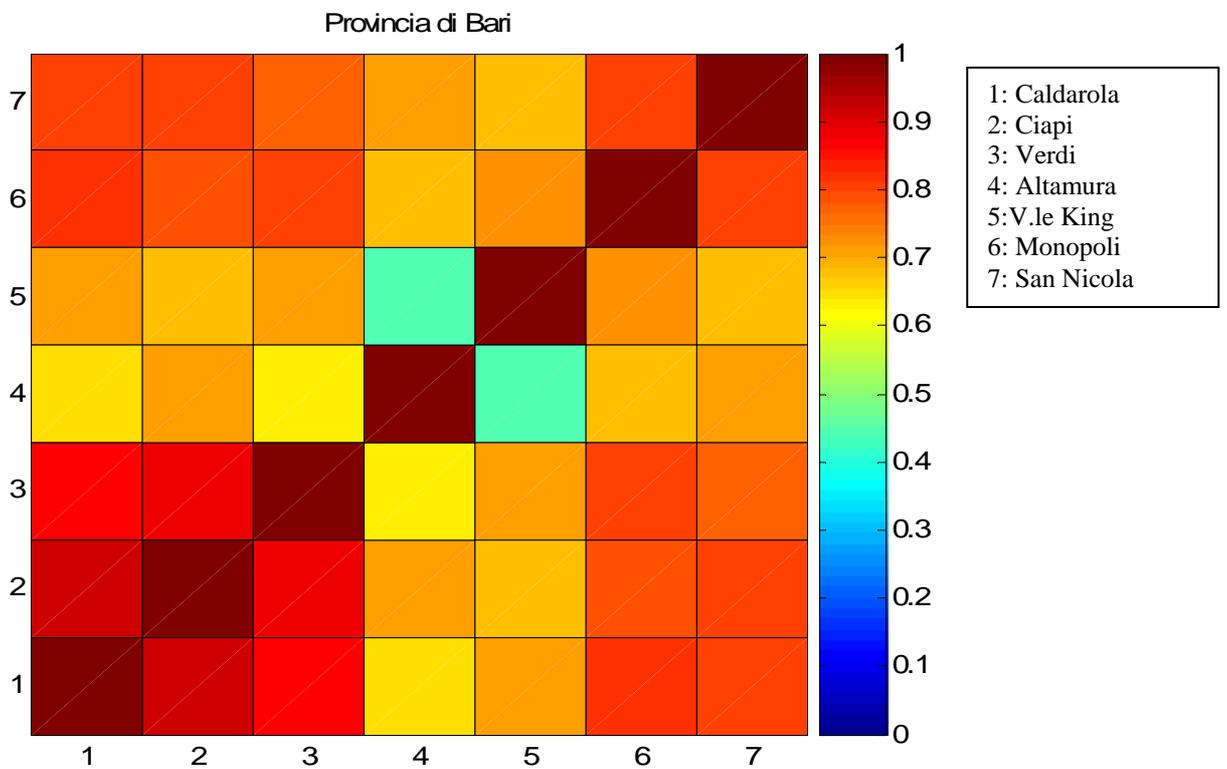


Fig.25 Correlogramma Provincia di Bari

Provincia di BRINDISI

	Casale	SISRI	Via dei Mille	San Pancrazio	Torchiarolo
Casale	1	0,93	0,88	0,67	0,47
SISRI		1	0,86	0,67	0,40
Via dei Mille			1	0,64	0,49
San Pancrazio				1	0,82
Torchiarolo					1

Per la Provincia di Brindisi appare evidente come tutte le centraline siano abbastanza correlate tra loro ad eccezione della stazione di Torchiarolo (coefficiente di correlazione minore di 0.5), andando a confermare la criticità di tale sito dovuta ad una sorgente diversa di particolato atmosferico (combustione di biomasse).

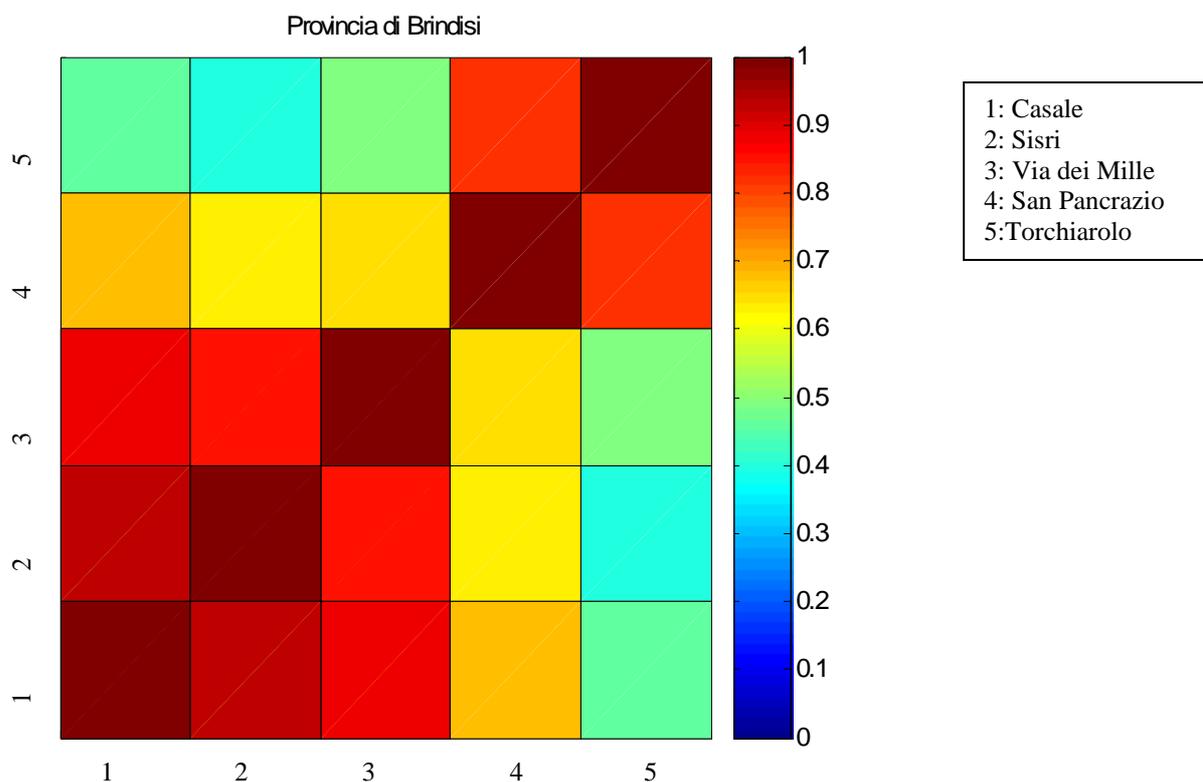


Fig.26 Correlogramma Provincia di Brindisi

Provincia di FOGGIA

	ciuffreda	michelangelo	mandorli	capitaneria	ungaretti
ciuffreda	1	0,59	0,66	0,62	0,73
michelangelo		1	0,85	0,84	0,83
mandorli			1	0,89	0,86
capitaneria				1	0,91
ungaretti					1

Per la Provincia di Foggia vi è una buona correlazione tra tutte le centraline, ad eccezione di Monte S. Angelo che presenta un coefficiente di correlazione minore poiché lontana da fonti dirette di emissioni di particolato atmosferico.

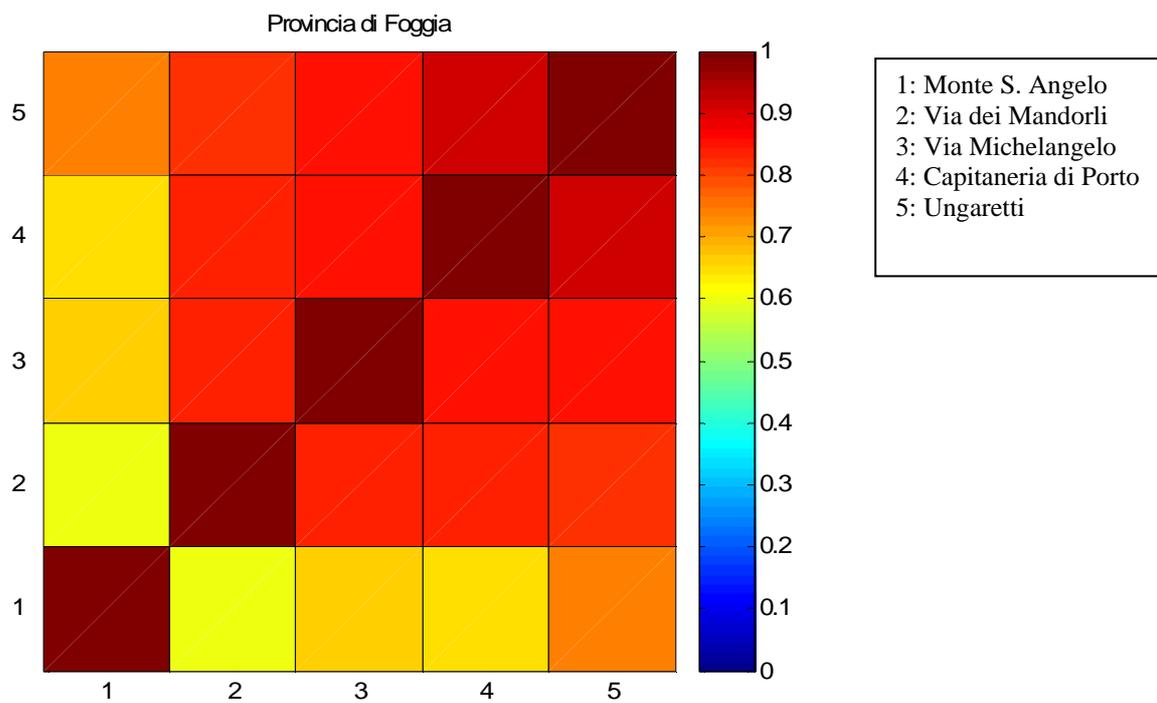


Fig.27 Correlogramma Provincia di Foggia

Provincia di LECCE

	Arnesano	Cerrate	Garigliano	Campi Salentina	P.zza Palio
Arnesano	1	0,816816	0,819758	0,853396	0,769627
Cerrate		1	0,887357	0,89916	0,814183
Garigliano			1	0,906968	0,91705
Campi Salentina				1	0,843598
P.zza Palio					1

Per la Provincia di Lecce si osserva una elevata correlazione tra tutte le centraline indicando una sorgente comune di particolato atmosferico.

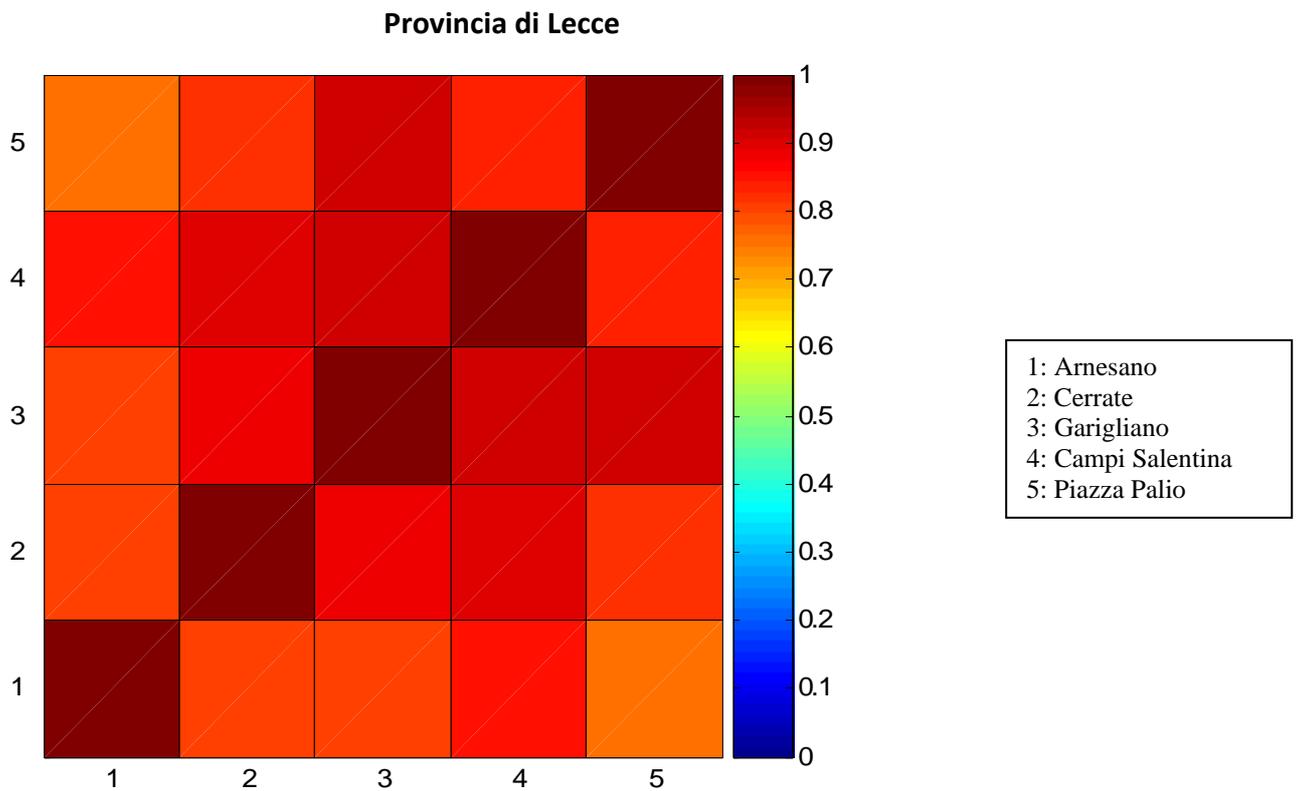


Fig.28 Correlogramma Provincia di Lecce

Provincia di TARANTO

	Via Alto Adige	Via Machiavelli	Statte -via delle Sorgenti	SS7 Wind	Carcere	Via Archimede
Via Alto Adige	1	0,65	0,86	0,86	0,87	0,58
Via Machiavelli		1	0,60	0,60	0,68	0,81
Statte -via delle Sorgenti			1	0,80	0,82	0,52
SS7 Wind				1	0,83	0,60
Carcere					1	0,66
Via Archimede						1

Per la Provincia di Taranto la situazione appare più disomogenea rispetto alle altre province, a causa sicuramente del grande stress emissivo a cui i siti sono sottoposti ed alla varietà di sorgenti industriali a ridosso delle stazioni di monitoraggio.

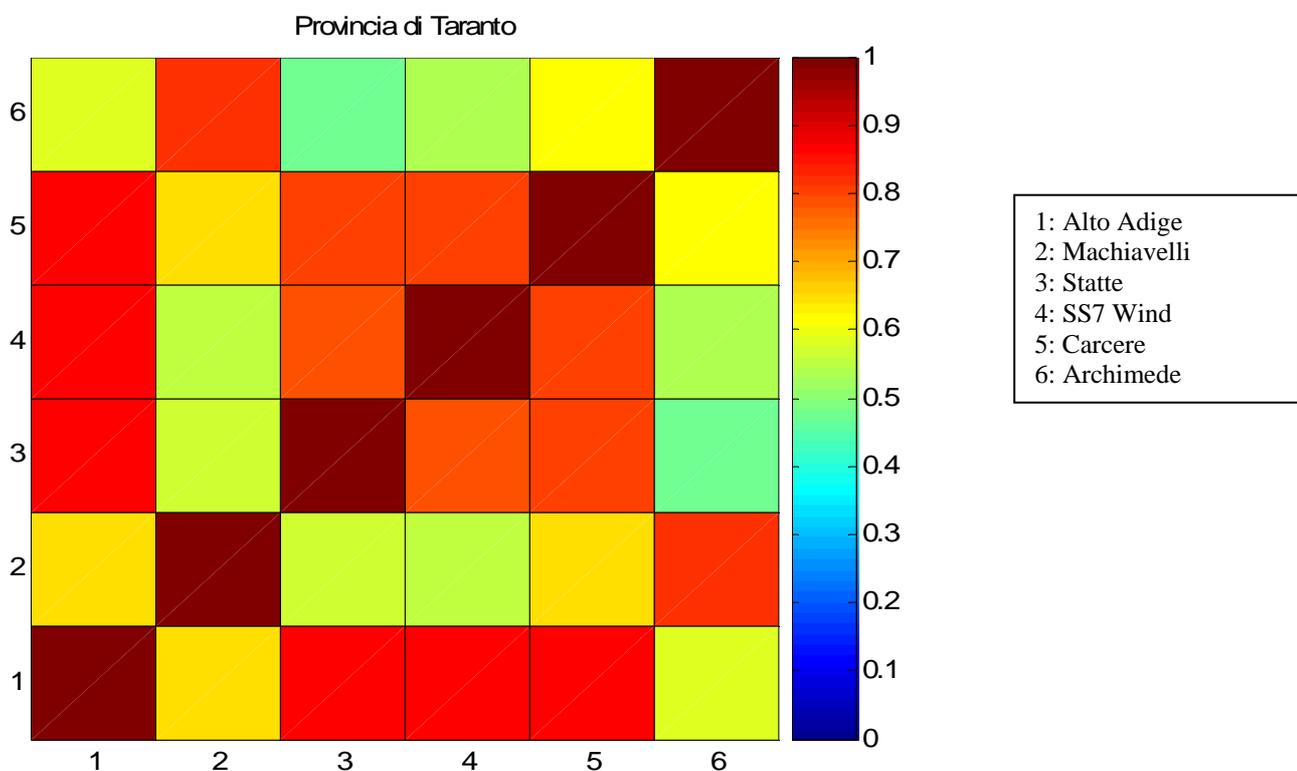


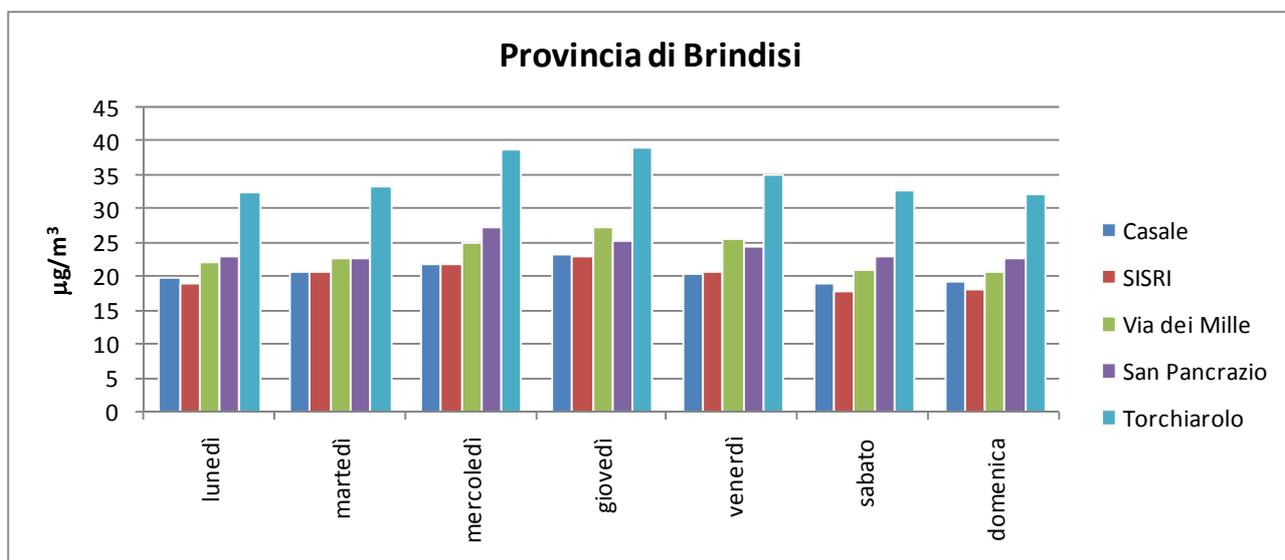
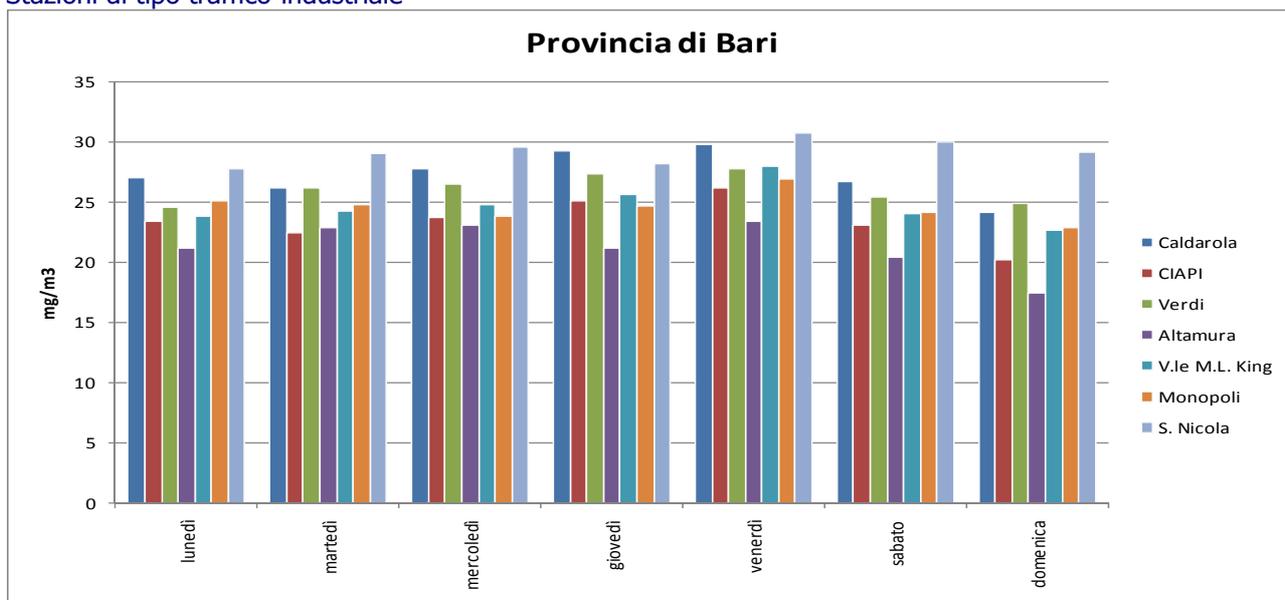
Fig.29 Correlogramma Provincia di Taranto

SETTIMANA TIPO

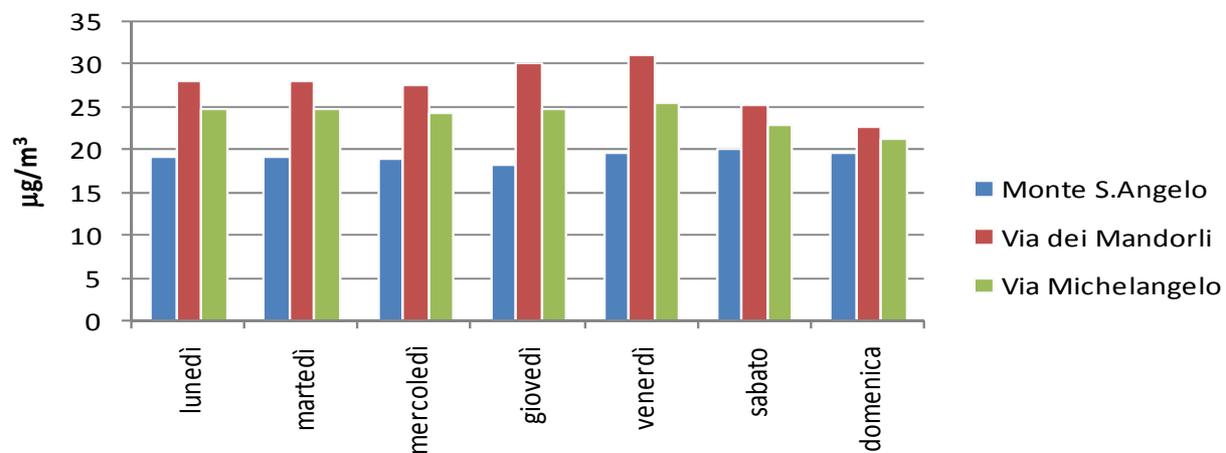
E' stata effettuata l'analisi della settimana tipo per il PM₁₀. La suddivisione per provincia e per tipologia di stazione ricalca quella già adoperata per le precedenti elaborazioni.

Gli andamenti settimanali di PM₁₀ mostrano un andamento abbastanza omogeneo durante tutta la settimana, con leggeri incrementi durante il mercoledì ed il giovedì; tale situazione evidenzia come il traffico non sia la sorgente preponderante di particolato atmosferico per tutta la nostra Regione.

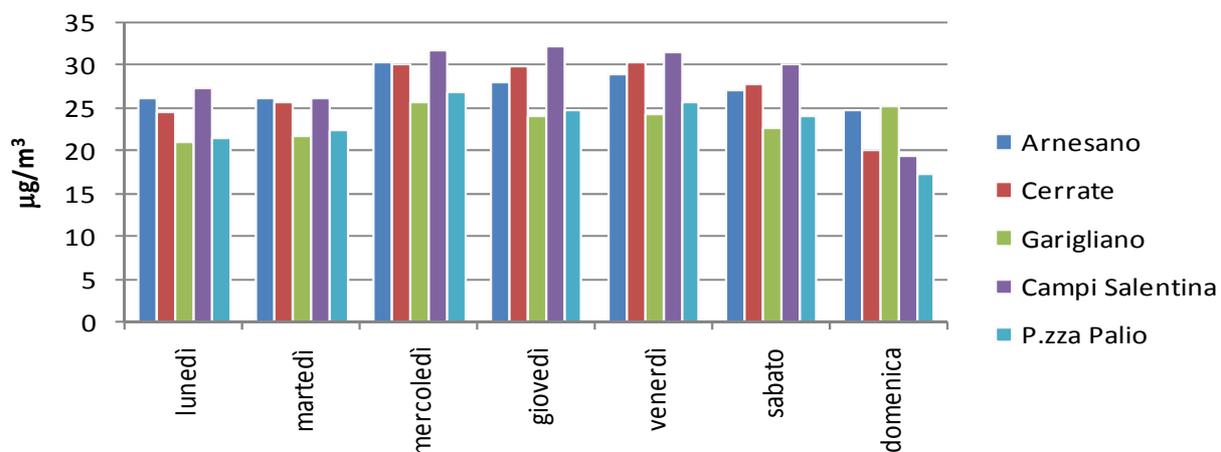
Stazioni di tipo traffico-industriale



Provincia di Foggia



Provincia di Lecce



Provincia di Taranto

