

7 INDIVIDUAZIONE DELLE CRITICITÀ

Per individuare gli obiettivi di riduzione delle emissioni è necessario esaminare criticamente sia i risultati ottenuti con i modelli di simulazione nei vari scenari e per i vari inquinanti, sia i dati provenienti dai monitoraggi con rete fissa e laboratorio mobile.

Gli scenari di riferimento della qualità dell’aria forniscono informazioni in merito all’andamento tendenziale della qualità dell’aria alla data prevista per il raggiungimento del valore limite. Prima di trarre conclusioni dai risultati dei modelli è bene ricordare che essi sono affetti da incertezze legate alla formulazione stessa del modello, all’incertezza dei valori di emissione, sia riferendosi allo scenario base del 2001 che alle proiezioni, e all’incertezza della meteorologia utilizzata in ingresso al modello di dispersione.

E’ inoltre opportuno ricordare ancora una volta che la concentrazione predetta da un modello è una media all’interno di una cella di calcolo di dimensioni molto ampie ($0.5 \times 0.5 \text{ km}^2$ nel caso di maggiore dettaglio spaziale in questo studio), mentre le concentrazioni misurate da una stazione di monitoraggio hanno un carattere puntuale, quindi permettono di rilevare i valori massimi di concentrazione dell’area, se posizionate in un hot spot, o i valori medi, se posizionate con criteri opportuni.

7.1 BENZENE

Per il benzene, relativamente allo scenario 2010, i risultati delle simulazioni non evidenziano problemi poiché le massime medie annuali sono di un ordine di grandezza inferiori al valore limite.

Si osserva però che una stazione di monitoraggio di tipo hot spot da traffico, cioè atta a misurare i valori più elevati delle concentrazioni dovute al traffico stradale, potrebbe registrare valori ben più alti di quelli predetti dal modello utilizzato in questo studio. Per avere qualche possibilità di predire con un modello valori di concentrazione dello stesso ordine di grandezza sarebbe necessario innanzitutto utilizzare un modello in grado di descrivere la dispersione degli inquinanti da sorgenti lineari, ad esempio CALINE3, e avere a disposizione un inventario delle emissioni molto dettagliato, a livello di singola strada. In questo progetto è stato prodotto, come richiesto, un inventario delle emissioni regionali, quindi le uniche sorgenti lineari sono costituite dalle grandi arterie stradali, cioè provinciali o statali caratterizzate da grandi volumi di traffico e che collegano tra loro diverse città, mentre le emissioni delle strade più piccole, interne alle città, ricadono all’interno delle sorgenti diffuse, spesso in un’unica sorgente diffusa. Non è quindi possibile applicare modelli di dispersione su piccola scala. Questa osservazione è valida anche per gli altri inquinanti emessi prevalentemente dal traffico autoveicolare, come il CO e i PM10.

Le simulazioni condotte nel dominio comprendente una vasta area (4200 km²) della zona di mantenimento hanno mostrato che in essa le concentrazioni di tutti gli inquinanti assumono livelli trascurabili.

I dati di monitoraggio, praticamente anche quelli rilevati in hot spot di traffico, confermano il rispetto dei limiti di legge.

Gli scenari di riferimento per il 2010 (cfr. paragrafo 3.4.1) prevedono inoltre una riduzione delle emissioni da sorgenti diffuse (quelle che principalmente interessano i centri urbani) di circa il 50%.

Pertanto non si ritengono necessarie misure di risanamento per il benzene.

7.2 CO

Le massime concentrazioni giornaliere medie di 8 ore per il monossido di carbonio nello scenario 2005, ottenute elaborando i dati di output orari del modello, non indicano problemi per questo inquinante. Solo con una simulazione con una risoluzione spaziale molto spinta (500 m) la media di 8 ore per il CO sfiora il valore limite all’interno del dominio comprendente Porto Torres (cfr. Figura 35 e Figura 36), ma in un’area lontana dai centri abitati; per tutti gli altri domini, nemmeno ipotizzando come al solito un’incertezza del 100% sui risultati delle simulazioni. Tuttavia per il monossido di carbonio vale la stessa osservazione fatta per il benzene in merito alla impossibilità di determinare correttamente gli hot spot da traffico partendo da un inventario delle emissioni regionale.

Le previsioni rassicuranti dei modelli anche in ambito urbano, in particolare nelle zone di alto traffico autoveicolare, sono inoltre confermate dai dati di monitoraggio.

Gli scenari di riferimento per il 2005 (cfr. paragrafo 3.4.2) prevedono inoltre una riduzione delle emissioni da sorgenti diffuse (quelle che principalmente interessano i centri urbani) di circa il 16%.

Pertanto non si ritengono necessarie misure di risanamento per il CO.

7.3 PIOMBO

Le concentrazioni medie annuali di piombo predette dal modello per lo scenario 2005 sono molto inferiori al valore limite di $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($500 \text{ ng}/\text{m}^3$), i valori massimi infatti si attestano attorno a $26 \text{ ng}/\text{m}^3$ nel dominio comprendente Portoscuso quando la simulazione viene fatta con celle di dimensione 1 km. Ipotizzando sempre un’incertezza del 100% sui risultati del modello si rimane comunque al di sotto del valore limite di un ordine di grandezza; non sembrano quindi necessari interventi per la riduzione delle emissioni di piombo. Tuttavia, dati i valori molto elevati della concentrazione di questo inquinante attorno a Portoscuso rispetto ai valori che esso assume in altre zone della Sardegna, circostanza confermata anche dalle misure effettuate per mezzo di deposimetri nell’ambito di questo progetto (cfr. l’Appendice A del documento di fase 2), si ritiene utile suggerire di monitorare con maggiore dettaglio le concentrazioni di metalli in questa zona.

Gli scenari di riferimento per il 2005 (cfr.paragrafo 3.4.3) prevedono inoltre una riduzione delle emissioni da sorgenti diffuse (quelle che principalmente interessano i centri urbani) di circa il 19% e una sostanziale tenuta delle emissioni da sorgenti puntuali.

Allo stato delle conoscenze attuali non si ritengono necessarie misure di risanamento per il piombo, ma è auspicabile un approfondimento nella zona di Portoscuso, visto l’alto tenore di metalli nelle polveri riscontrato durante la campagna del 2004; tuttavia le misure di riduzione delle emissioni di altri inquinanti proposte per la zona (cfr. capitoli successivi), avranno sicuramente effetti positivi anche sull’inquinamento da questo metallo nella zona.

È anche necessario costituire, nell’immediato almeno a Portoscuso, una rete di monitoraggio del piombo rappresentativa ai sensi di legge.

7.4 NOX

I modelli di simulazione prevedono concentrazioni di ossidi di azoto che non raggiungono in alcuna cella dei domini di calcolo medie annue superiori ai $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, inferiori di circa sei volte al limite di legge di $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

I dati di monitoraggio utilizzabili confermano in genere il non superamento di questo limite anche in siti, i siti urbani, dove il limite (valido solo per gli ecosistemi) non ha applicazione e le concentrazioni sono generalmente più elevate. Il monitoraggio in siti ritenuti almeno sufficientemente rappresentativi ai sensi della normativa (Seulo, Pattada) non fa riscontrare alcun problema.

Gli scenari di riferimento per il 2010 (cfr. paragrafo 3.4.4) prevedono inoltre una riduzione delle emissioni da sorgenti diffuse di circa il 54% e un aumento delle emissioni da sorgenti puntuali di circa il 4%, con un bilancio globale che indica una riduzione di circa il 23%.

Pertanto non si ritengono necessarie misure di risanamento per l’NOx.

7.5 NO2

I modelli di simulazione (cfr. Appendice A) prevedono concentrazioni medie e massime di tutta tranquillità.

I dati di monitoraggio della rete fissa riportano per l’anno 2002 valori più elevati ma, tranne sporadicamente in alcuni siti di traffico in città (non rappresentativi della qualità dell’aria ai sensi di legge), ancora abbondantemente nella norma.

I dati ottenuti con il laboratorio mobile in varie campagne confermano questi risultati e, per i siti meno influenzati dalle sorgenti industriali e dal traffico autoveicolare, sono in buon accordo con i risultati dei modelli.

Pertanto non si ritengono necessarie misure di risanamento per l’NO2.

7.6 O3

Lo studio specifico sull’ozono descritto in Appendice A indica che la maggior parte dell’ozono presente in Sardegna è di origine esogena, prodotto soprattutto in alcune aree dell’Italia continentale, della Francia e della Spagna dove sono presenti elevate fonti emissive di precursori, e trasportato dai venti verso le coste sarde senza subire sostanziali riduzioni, principalmente perché in mare aperto non si deposita e non ci sono sorgenti emissive di NO. Lo studio prevede valori elevati nel periodo estivo, con una situazione che migliora nel passare dalla costa verso l’interno.

Questi valori elevati sono confermati dai dati di monitoraggio sia con stazione fissa che con mezzo mobile; nelle città più grandi, tuttavia, la presenza di ossidi di azoto prodotti dal traffico abbatte le concentrazioni di ozono e, infatti, a Cagliari, Sassari e Olbia non si riscontrano superamenti. I superamenti vengono invece riscontrati in corrispondenza di stazioni ubicate alla periferia di centri abitati di dimensione medio-piccola (Sarroch, Portoscuso, San Gavino), con insediamenti industriali nelle vicinanze, o presso aree industriali (Macchiareddu) lontane dai centri abitati dove però hanno poca rilevanza per la protezione della salute umana.

L’allegato IV del D. Lgs. 21 maggio 2004, n. 183, “Attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all’ozono nell’aria” fissa i criteri di classificazione e ubicazione dei punti di campionamento per la misurazione continua in siti fissi dell’ozono. Ai sensi del citato Decreto sono ben poche le stazioni fisse della rete regionale che possono essere ritenute rappresentative ai fini della misurazione di questo inquinante per la protezione della salute umana e nessuna per la protezione della vegetazione.

Se anche si volesse dare, per ipotesi di lavoro, rappresentatività a queste stazioni, per abbattere in maniera significativa le concentrazioni di ozono in Sardegna, agendo sulle sorgenti regionali, l’unica misura possibile (peraltro irrealistica) sarebbe aumentare le emissioni di un altro inquinante, il monossido di azoto. Ben poco efficaci appaiono eventuali azioni volte a ridurre le emissioni di precursori da sorgenti antropiche in Sardegna, in modo da diminuire la produzione di ozono nel territorio regionale. L’azzeramento (anche questo del tutto irrealistico) di tutte le sorgenti antropiche (traffico, riscaldamento, industrie, ecc.) potrebbe permettere di abbattere, al massimo, di un 8% nelle zone più interne (ma su tutta la regione non più del 5-6%) le concentrazioni medie di ozono. Lo stesso azzeramento delle emissioni antropiche potrebbe

consentire di abbattere, al massimo, di un 14% (ma su tutta la regione non più del 6-8%) le concentrazioni massime di ozono. Tuttavia nemmeno con enormi sforzi si potrebbe raggiungere l’azzeramento delle emissioni di precursori in Sardegna; qualunque iniziativa economicamente, tecnologicamente e socialmente fattibile potrebbe solamente abbattere di una quantità non decisiva o forse solo irrilevante questa forma di inquinamento. Una diminuzione dei livelli di ozono in Sardegna sembra purtroppo possibile solo nell’ambito di uno sforzo comune dei paesi dell’Europa meridionale.

Secondo il comma 3 dell’art. 3 del D. Lgs. 21 Maggio 2004, n. 183 le misure di risanamento debbano essere attuate solo se proporzionate: *“Le regioni e le province autonome competenti, entro due anni dalla data di entrata in vigore del presente decreto, adottano, nelle zone e negli agglomerati di cui al comma 2, un piano o programma coerente con il piano nazionale delle emissioni predisposto in attuazione della direttiva 2001/81/CE, al fine di raggiungere i valori bersaglio previsti al comma 1, sempreché il raggiungimento di detti valori bersaglio sia realizzabile attraverso misure proporzionate.”*. Tra le misure proporzionate non possono certamente rientrare quelle volte ad azzerare le emissioni di precursori nel territorio regionale, che non sarebbero poi efficaci se non in maniera insufficiente.

Essendo l’origine dell’inquinamento da ozono in Sardegna prevalentemente di origine esterna al territorio regionale si applica il comma 1 dell’art. 8 dello stesso Decreto: *“Nel caso in cui il superamento dei valori bersaglio o degli obiettivi a lungo termine previsti dal presente decreto legislativo sia causato da emissioni di precursori verificatisi in altri Stati appartenenti alla Comunità europea, il Ministero dell’ambiente e della tutela del territorio, sulla base delle attività di valutazione effettuate dalle regioni e dalle province interessate, nonché sulla base delle attività di monitoraggio effettuate ai sensi del regolamento (CE) n. 2152/2003 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 17 novembre 2003, coopera con le autorità competenti di tali Stati al fine di predisporre, se opportuno, ai sensi dell’art. 3, commi 3 e 5, piani o programmi concertati, contenenti misure proporzionate, finalizzate a raggiungere i valori bersaglio o gli obiettivi a lungo termine previsti dal presente decreto legislativo.”*.

Alle luce di queste considerazioni e del fatto che i valori bersaglio sono da conseguire, per quanto possibile, a partire dal 2010, non vengono proposte misure di risanamento per l’inquinamento da ozono da attuare sul territorio regionale. È però necessario costituire,

nell’immediato, una rete di monitoraggio dell’ozono e dei precursori realmente rappresentativa ai sensi dell’allegato IV del Decreto.

È altresì necessario che la Sardegna intraprenda tutte le possibili azioni in ambito nazionale e comunitario per la predisposizione di piani o programmi concertati finalizzati a raggiungere i valori bersaglio o gli obiettivi a lungo termine anche sul territorio regionale.

7.7 PM10

Se si considera il PM10 per gli scenari 2005 e 2010 (fase 1 e fase 2 indicate nel DM 60/2002, cfr. paragrafi 5.7 e 5.8), si nota che le massime medie giornaliere predette dai modelli sono praticamente identiche fino alla prima cifra decimale, mentre il percentile della media giornaliera aumenta sensibilmente nello scenario 2010, perché mentre in fase 1 sono permessi 35 superamenti, in fase 2 sono permessi solo 7 superamenti della media giornaliera di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ciò è spiegato dal fatto che le emissioni puntuali di PM10 dovrebbero aumentare, dal 2001 al 2010, di qualche punto percentuale (cfr. Tabella 10) e i siti in cui si riscontrano i valori massimi riportati in Tabella 18 e in Tabella 20 sono relativi alle aree industriali di Sarroch, Porto Torres e Portoscuso dove si hanno le emissioni puntuali più ragguardevoli. Tuttavia, pur con gli aumenti di emissione previsti per le sorgenti puntuali, i modelli predicono nelle principali aree industriali, come nel resto del territorio regionale, il non superamento dei valori limite nei due scenari, anche ipotizzando un’incertezza del 100% sulle stime.

I dati di monitoraggio del 2002 (cfr. paragrafo 6.3.7) forniscono un quadro abbastanza diverso, pur confermando il rispetto della media annua di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in tutti i siti monitorati:

- la stazione di Portoscuso sita alla periferia del centro abitato (CENPS7, percentuale di dati utili del 97%) non riporta superamenti;
- la stazione di Portoscuso sita nella frazione di Paringianu (CENPS6, percentuale di dati utili del 91%), riporta un numero di superamenti della media giornaliera di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (5) abbondantemente sotto il limite del 2005, ma vicino al limite del 2010;
- la stazione di Portoscuso di “hot spot” sita a oltre 2 Km a Est dal centro abitato (CENPS2, percentuale di dati utili dell’89%) riporta un numero di superamenti della media giornaliera di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (75) che viola sia il limite del 2005, sia il limite del 2010;
- la stazione di Sarroch sita alla periferia del centro abitato (CENSA2, percentuale di dati utili dell’89%) riporta un numero di superamenti della media giornaliera di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (37) che viola sia il limite del 2005, sia il limite del 2010;
- la stazione di Sant’Antioco sita alla periferia del centro abitato (CENST2, percentuale di dati utili del 91%), non riporta superamenti;

- la stazione di Carbonia sita alla periferia del centro abitato (CENCB1, percentuale di dati utili del 91%) riporta un numero di superamenti della media giornaliera di 50 µg/m³ (16) che non viola il limite del 2005, mentre viola il limite del 2010;
- la stazione di Nuraminis sita fuori dal centro abitato, sottovento rispetto alla zona industriale (CENNM1, percentuale di dati utili dell’89%) non riporta superamenti;
- la stazione di San Gavino sita alla periferia del centro abitato (CENSG1, percentuali di dati utili dell’86%) riporta un numero di superamenti della media giornaliera di 50 µg/m³ (16) che non viola il limite del 2005, mentre viola il limite del 2010;
- la stazione di Villasor riporta dati ritenuti non rappresentativi per i motivi spiegati in precedenza;
- le stazioni di Cagliari site in piazza S.Avendrace, Tuvixeddu, piazza Repubblica, viale Diaz (CAGAVE, CAGTUV, CAGREP, CAGDIA, rispettivamente con percentuale di dati utili del 68%, 68%, 98% e 96%) riportano un numero di superamenti della media giornaliera di 50 µg/m³ (20, 8, 20, 11) che non violano il limite del 2005, mentre violano il limite del 2010;
- le stazioni di Cagliari site in viale Ciusa e via Italia a Pirri (CAGCIU e CAGITA, , rispettivamente con percentuale di dati utili del 84% e 94%) riportano un numero di superamenti della media giornaliera di 50 µg/m³ (109 e 68) che violano sia il limite del 2005, sia il limite del 2010.

Le discrepanze tra modelli e monitoraggio sono dovute, almeno in parte, ai limiti intrinseci dei modelli disponibili per il PM₁₀, limiti ricordati nel paragrafo 6.1. Alla luce di queste discrepanze si è ritenuto opportuno elaborare anche i dati di PM₁₀ dell’anno 2003 e dell’anno 2004, per quanto più lontani dall’anno 2001, anno di riferimento per le varie elaborazioni modellistiche. I principali dati del 2003 sono riportati nella seguente tabella, i dati del 2004 in quella successiva.

Zona	Stazione	Percentuale di dati validi	Media annua ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numero superamenti della media giornaliera
Macchiareddu	CENAS8	96	23.6	9
Portoscuso	CENPS2	96	35.5	70
Portoscuso	CENPS6	90	20.3	2
Portoscuso	CENPS7	96	20.4	0
S.Antioco	CENST2	88	15.9	0
Carbonia	CENCB1	90	24.2	0
Sarroch	CENSA2	98	38.8	59
Nuraminis	CENNM1	98	9.0	0
San Gavino	CENSG1	94	32.6	22
Villasor	CENVS1	87	37.9	66
Cagliari	CAGAVE	69	20.3	24
Cagliari	CAGTUV	82	32.2	24
Cagliari	CAGREP	86	23.0	31
Cagliari	CAGCIU	68	30.1	47
Cagliari	CAGDIA	84	39.5	53
Cagliari	CAGITA	85	34.8	34

Tabella 44 – Principali indicatori per il PM10 – anno 2003

Zona	Stazione	Percentuale di dati validi	Media annua ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numero superamenti della media giornaliera
Macchiareddu	CENAS8	97	31.9	31
Portoscuso	CENPS2	93	32.0	45
Portoscuso	CENPS6	99	17.2	3
Portoscuso	CENPS7	87	21.3	0

Zona	Stazione	Percentuale di dati validi	Media annua ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numero superamenti della media giornaliera
S.Antioco	CENST2	86	28.7	0
Carbonia	CENCB1	84	23.1	0
Sarroch	CENSA2	96	29.0	28
Nuraminis	CENNM1	95	32.7	62
San Gavino	CENSG1	93	31.9	21
Villasor	CENVS1	95	37.3	67
Cagliari	CAGAVE	99	38.1	74
Cagliari	CAGTUV	64	28.1	13
Cagliari	CAGREP	45	19.1	5
Cagliari	CAGCIU	78	41.0	60
Cagliari	CAGDIA	97	38.6	49
Cagliari	CAGITA	65	33.6	26

Tabella 45 – Principali indicatori per il PM10 – anno 2004

La figura seguente riporta le medie annue di PM10 per le varie stazioni di monitoraggio e per i tre anni considerati 2002, 2003 e 2004. La figura successiva riporta il numero di superamenti della media giornaliera di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per le varie stazioni di monitoraggio e per i tre anni considerati 2002, 2003 e 2004, normalizzato rispetto alla quantità di dati disponibili (il numero di superamenti è stato moltiplicato per 100 e diviso per la percentuale di dati disponibili).

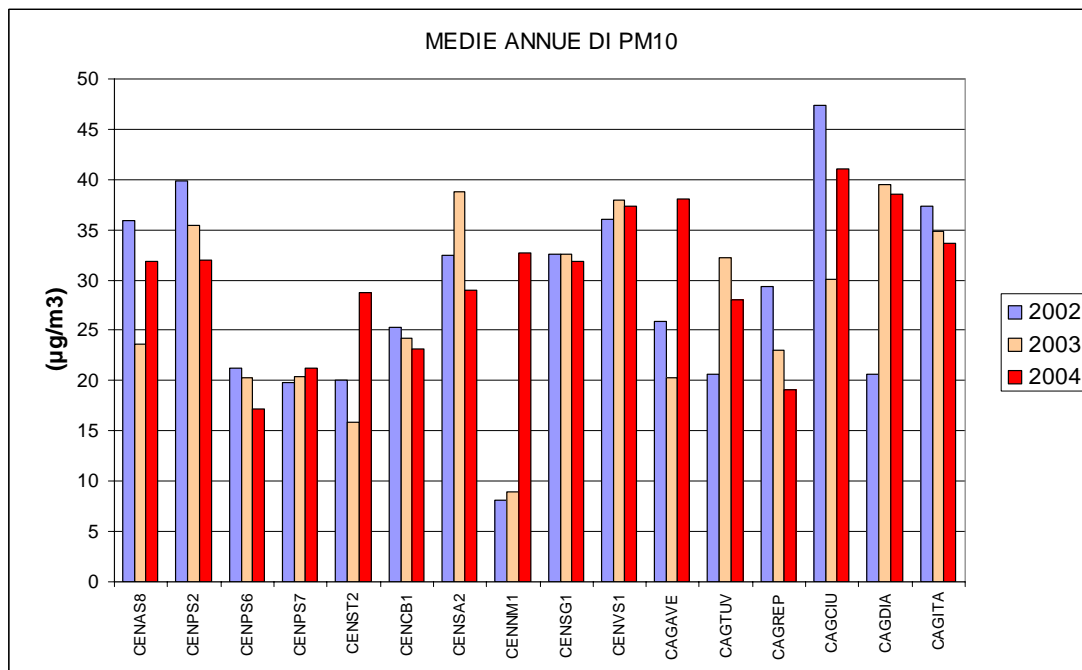


Figura 77 – Medie annue di PM10 per gli anni 2002-2003-2004

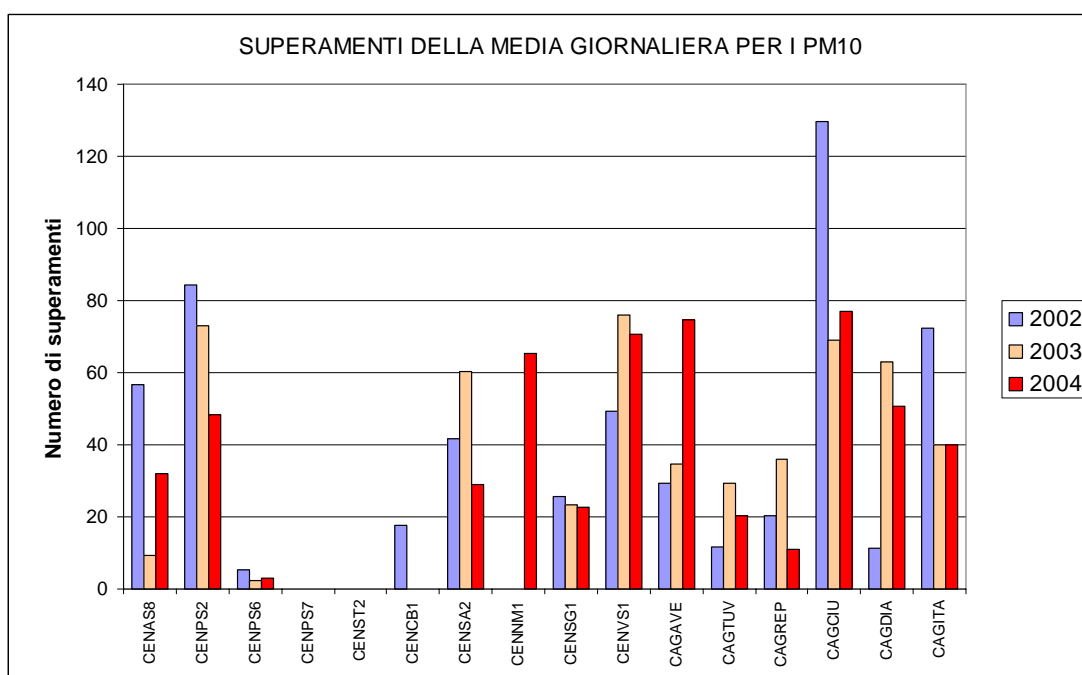


Figura 78 – Numero di superamenti (normalizzato) della media giornaliera di PM10 per gli anni 2002-2003-2004

Come si può vedere gli andamenti si mantengono abbastanza simili nei vari anni, con l’eccezione della stazione di Carbonia (relativamente al 2002 per il numero di superamenti) e della stazione di Nuraminis (relativamente al 2004 per il numero di superamenti e per la media annua).

Si può pertanto concludere quanto segue:

- a Sarroch la stazione CENSA2, sita alla periferia del centro abitato e quindi sufficientemente rappresentativa dell’esposizione della popolazione, riporta la violazione dei limiti di fase 1 sia per il 2002, sia per il 2003, mentre per il 2004 ne riporta un numero inferiore ma vicino;
- a Portoscuso i dati di monitoraggio forniscono un quadro abbastanza tranquillizzante per l’esposizione ai PM10 della popolazione nel centro abitato principale e (con qualche cautela) nella frazione di Paringianu, mentre sono del tutto fuori norma nella stazione di hot spot CENPS2;
- a Cagliari la situazione nei punti monitorati, per quanto poco rappresentativi, appare abbastanza critica: in tre stazioni su cinque si superano i limiti di fase 1 almeno per un anno su tre e nelle altre quelli di fase 2;
- a Carbonia la stazione posta alla periferia del centro abitato registra il superamento dei limiti di fase 2 (che entreranno in vigore nel 2010), ma non di fase 1 e per il solo anno 2002;
- per quanto riguarda le altre zone monitorate (Nuraminis e San Gavino, essendo Villasor non rappresentativa per i motivi già detti), in un caso (San Gavino) non vengono mai superati i limiti di fase 1 (anno 2005) e, nell’altro, i superamenti riguardano un anno su tre e la stazione è posta su un hot spot (sottovento rispetto all’area industriale) ben fuori dal centro abitato.

Per avere qualche informazione su altre aree di rilievo sono stati estrapolati i dati di PM10 dalle concentrazioni di polveri totali, utilizzando un fattore di conversione (abbastanza conservativo) pari a 1.25; i dati così estrapolati, da considerare solamente indicativi, hanno fornito i seguenti risultati:

- le stazioni dell’area industriale di Porto Torres (CENS15 e CENSS4, rispettivamente con percentuali di dati utili del 67% e del 91%) riportano un basso numero di superamenti della media giornaliera di 50 µg/m³ (5 e 0), che rientrano entro i limiti di fase 1;
- le stazioni dell’area industriale di Ottana (CENOT2 e CENOT3, entrambe con percentuali di dati utili del 95%) riportano un basso numero di superamenti della media giornaliera di 50 µg/m³ (4 e 4), che rientrano entro i limiti di fase 1;
- le stazioni di Olbia (CENS09 e CENS10, rispettivamente con percentuali di dati utili del 50% e 75%) riportano un basso numero di superamenti della media giornaliera di 50 µg/m³ (0 e 6) che rientrano nei limiti di fase 1;
- le stazioni di Nuoro (CENNU1 e CENNU2, rispettivamente con percentuali di dati utili del 71% e 73%) riportano un basso numero di superamenti della media giornaliera di 50 µg/m³ (6 e 5), che rientrano entro i limiti di fase 1;
- le stazioni di Sassari (CENS13 e CENS14, rispettivamente con percentuali di dati utili del 70% e 75%) riportano un numero di superamenti della media giornaliera di 50 µg/m³ (6 e 95), che rientrano entro i limiti di fase 1 nel primo caso, ma non nel secondo;
- la stazione di Siniscola, che non raggiunge il 50% di dati utili nel 2002, non riporta superamenti per il 2003 e il 2004.

Con dati così incompleti e, in alcuni casi, incerti, non proponendo misure di risanamento si rischia di perpetuare una (eventuale) situazione di rischio per la salute pubblica, mentre proponendo misure (eventualmente) non necessarie si rischia di impegnare inutilmente ingenti risorse economiche e/o di imporre notevoli disagi alla popolazione con provvedimenti come, a titolo di esempio, la limitazione o il blocco del traffico in città.

Fatte queste considerazioni e utilizzando anche i risultati della modellistica che, quanto meno, indicano in termini qualitativi le zone in cui il fenomeno è più marcato, si propone per la protezione della salute umana relativamente ai PM10 quanto segue:

- Sarroch: misure di risanamento poiché vengono violati nel centro urbano i limiti di fase 1;

- Cagliari e hinterland: misure di risanamento **a titolo cautelare** perché:
 - le stazioni di misura, per quanto poco rappresentative per posizionamento, riportano tutte la violazione dei limiti di fase 2 e, in vari casi, anche quelli meno restrittivi di fase 1;
 - perché si tratta di una zona individuata come critica in fase 2 (*), soprattutto a causa delle pressioni dovute al traffico (autoveicolare, portuale, ferroviario) e alla vulnerabilità dovuta alla presenza di una parte importante della popolazione regionale;
- Sassari: misure di risanamento **a titolo cautelare** perché:
 - le stazioni di misura, per quanto poco rappresentative per posizionamento e dotate di soli misuratori di polveri totali, riportano (per i dati di PM10 estrapolati) la violazione dei limiti di fase 2 e, in un caso, anche quelli meno restrittivi di fase 1;
 - perché si tratta di una zona individuata come critica in fase 2 (*), soprattutto a causa delle pressioni dovute al traffico autoeicolare e alla vulnerabilità dovuta all’elevato numero di abitanti;

(*) Zona critica, cioè una zona dove l’analisi congiunta (svolta durante la fase 2 di progetto) delle pressioni ambientali, dello stato della qualità dell’aria e delle vulnerabilità aveva indicato, attraverso l’applicazione di una metodologia di valutazione obiettiva di cui al D.Lgs. 351 del 4 agosto 1999, un elevato rischio di superamento dei limiti di legge. Per la descrizione di tali metodologie si rimanda alle seguenti due pubblicazioni tecniche della Commissione Europea:

- Air Quality Steering Group “Guidance on assessment under EU air quality directives. Final Draft.”.
- EEA Technical Report n. 11 (1998) “Guidance report on preliminary assessment under EC air quality directives.”.

Entrambe sono disponibili all’indirizzo <http://europa.eu.int/comm/environment/air/ambient.htm>.

In tutte le altre zone esaminate non vengono proposte misure di risanamento per il PM10, o perché non erano state classificate come critiche per la salute umana durante la fase 2 del progetto o perché non si verifica la presenza di superamenti dei limiti di fase 1 in area urbana. Tutto ciò anche alla luce del fatto che le emissioni diffuse, cioè quelle che principalmente interessano i centri urbani, dovrebbero ridursi, secondo le stime, di circa il 21% nel passare dall’anno 2001 all’anno 2010, comportando una diminuzione delle concentrazioni nelle città anche in assenza di misure specifiche di risanamento.

Al di là delle misure di risanamento, si ritiene necessario un monitoraggio rappresentativo per i PM10, con diverse priorità, per le zone:

- individuate come zone da risanare (priorità A);
- non individuate come zone da risanare, ma nelle quali si verifica qualche superamento sulla media giornaliera, benché non dei limiti di fase 1 (priorità B);
- non individuate come zone da risanare e non individuate nella fase 2 di progetto come critiche, ma di rilevante importanza per numero di abitanti o per presenza di siti industriali (priorità C).

Nelle zone con maggiore criticità di cui ai punti A e B sarebbe necessario o almeno preferibile il monitoraggio automatico e continuo eseguito in siti rappresentativi; nelle altre si potrebbe, ad esempio, far ruotare una o più stazioni mobili in modo da garantire una sufficiente copertura temporale; si potrebbero, in aggiunta, adottare tecniche di monitoraggio alternative che prevedono la raccolta di campioni nei siti e la successiva analisi in laboratorio.

7.8 SO₂

I modelli indicano che il biossido di zolfo (scenario 2005) risulta problematico per alcune zone industriali della Sardegna, le più rilevanti; la zona più interessata da questo tipo di inquinamento è quella di Portoscuso (cfr. Figura 60 e Figura 63), seguita da quella di Sarroch (cfr. Figura 61 e Figura 64) e di Porto Torres-Sassari (cfr. Figura 59 e Figura 62).

Nel caso di Portoscuso e di Sarroch i modelli indicano il maggior numero di superamenti nelle vicinanze dei centri abitati, mentre nel caso di Porto Torres e Sassari questi vengono stimati lontano da essi, in due zone ai confini tra il territorio di Porto Torres e di Sassari e di Porto Torres e Stintino

L’inquinamento da biossido di zolfo ha un’origine prevalentemente industriale, mentre il contenuto di zolfo nei carburanti ha iniziato a diminuire nel 2004 ed è destinato a continuare lungo questa strada. Anche il rapporto tra le emissioni puntuali (cioè industriali) e diffuse (cioè dovute a traffico, riscaldamento ed altre sorgenti) di SO₂ nello scenario 2005, che vale circa 5, indica il maggiore peso delle prime rispetto alle seconde.

In tutte le altre zone una riduzione delle emissioni di SO₂ comporterebbe comunque un beneficio per gli ecosistemi poiché questa specie in aria si ossida in H₂SO₄ reagendo con altre specie, e quindi ha un forte potere acidificante, dannoso soprattutto per la vegetazione.

I risultati dei modelli vengono confermati dal monitoraggio con rete fissa a Sarroch e a Portoscuso, ma non a Porto Torres e Sassari; la causa della discrepanza può essere dovuta a cattivo funzionamento della rete della provincia di Sassari nel periodo esaminato..

Le zone da sottoporre a risanamento risultano pertanto:

- **per la protezione della salute umana: Portoscuso e Sarroch e, a titolo cautelativo (fino a ulteriori accertamenti), Porto Torres e Sassari;**
- **per la protezione della vegetazione: Portoscuso, Sarroch, Porto Torres e Sassari.**

7.9 CONCLUSIONI E ZONIZZAZIONE DEFINITIVA

Le conclusioni rese possibili mediante l’utilizzo dei modelli sono, almeno in termini generali, confermate dai dati di monitoraggio, purché analizzati criticamente in funzione, soprattutto, della non ottimale dislocazione delle stazioni di misura. Costituiscono una eccezione le polveri sottili, per le quali risultano importanti fenomeni di formazione di PM10 secondario di cui i modelli non riescono a tenere conto. I risultati ottenuti indicano:

- una situazione di compromissione per l’SO₂ nelle zone di Portoscuso (area urbana e extraurbana) e Sarroch (area urbana e extraurbana) stimata dalla modellistica e confermata dai rilevamenti;
- una situazione di compromissione per l’SO₂ nella zona di Porto Torres e Sassari (solo in area extraurbana, lontano dai centri abitati, con una forte incidenza soprattutto su aree di confine con il territorio di Sassari) stimata dalla modellistica ma non confermata dai rilevamenti;
- una situazione di compromissione per le polveri sottili a Sarroch (area urbana) evidenziata dai rilevamenti;
- una situazione per le polveri sottili che presenta rilevanti elementi di incertezza in ambito urbano e extraurbano non industriale, da approfondire con un monitoraggio più adeguato, ma che sembrano indicare una situazione di rischio nei maggior centri urbani (Cagliari, Sassari).
- livelli moderatamente elevati di O₃, soprattutto relativamente alla protezione della vegetazione, dovuti a fenomeni di formazione e trasporto che hanno origine principalmente fuori dalla Sardegna e sui quali è non possibile intervenire, se non in misura insufficiente e con costi molto elevati, nell’ambito del solo territorio regionale;
- valori di CO, benzene, NO₂ e NO_x generalmente nella norma;
- valori di Piombo, per i quali non si ha riscontro con il monitoraggio, che risultano tranquillizzanti in tutto il territorio regionale secondo le simulazioni modellistiche; le analisi dei metalli (e in particolare del piombo) nelle polveri depositate al suolo forniscono valori molto elevati nell’area di Portoscuso rispetto al resto del territorio regionale, anche se non è possibile correlarli con le concentrazioni in aria ambiente.

Alla luce di questi elementi risulta necessario sottoporre a verifica la individuazione delle aree potenzialmente critiche per la salute umana e per gli ecosistemi, effettuata nella seconda fase del progetto e riportata nel capitolo 1 del presente documento, al fine di definire una zonizzazione definitiva del territorio regionale.

Per quanto riguarda la salute umana i paragrafi precedenti hanno evidenziato criticità relative al biossido di zolfo e ai PM10 (e qualche volta sull’ozono, sul quale però è più difficile intervenire) indicando, complessivamente, come zone/agglomerati da risanare alcune delle zone potenzialmente critiche indicate durante la seconda fase di progetto.

Per quanto riguarda gli ecosistemi, i paragrafi precedenti hanno indicato una situazione di rischio moderato ma sufficientemente diffuso per l’ozono e situazioni di elevate concentrazioni di SO₂ nelle aree di Sarroch, Portoscuso, Porto Torres e Sassari, quest’ultima anche per l’influenza delle emissioni dell’area industriale di Porto Torres. Considerato che nell’agglomerato di Cagliari sono presenti importanti ecosistemi da preservare (stagni di Molentargius e Santa Gilla) si ritiene opportuno indicare per gli ecosistemi le stesse zone definite per la protezione della salute umana. In tal modo la zonizzazione per la protezione degli ecosistemi e per la protezione della salute umana vengono a coincidere e possono essere riassunte nella seguente figura.

I comuni in zona di risanamento risultano:

- Agglomerato di Cagliari: Cagliari, Monserrato, Selargius, Quartucciu, Quartu;
- Zona di Sassari: Sassari;
- Zona di Porto Torres: Porto Torres;
- Zona di Portoscuso: Portoscuso;
- Zona di Sarroch: Sarroch.

Gli elementi di incertezza che derivano sia dalle stime modellistiche, sia dai risultati del monitoraggio fanno ritenere prudente proporre, anche alla luce dei risultati della seconda fase del progetto, un elenco di zone da tenere sotto controllo con un adeguato monitoraggio, oltre naturalmente quelle da risanare. Queste zone comprendono i territori dei maggiori centri urbani e i comuni nelle cui vicinanze siano presenti attività industriali o comunque pressioni ambientali di rilievo, come porti e aeroporti; si tratta, in sostanza, delle zone già individuate come potenzialmente critiche durante la seconda fase del progetto e alcune altre zone per le quali i

livelli di polveri sottili, principalmente, meriterebbero un migliore controllo. Queste zone non dovrebbero necessariamente essere monitorate con stazioni automatiche fisse, né in maniera continua; ad esempio, un laboratorio mobile potrebbe validamente monitorare almeno una decina di queste zone all’anno con campagne di circa un mese per zona.

È inoltre opportuno sottoporre a monitoraggio anche la zona di mantenimento allo scopo di determinare il fondo di inquinamento nel territorio regionale, in particolare per l’ozono.

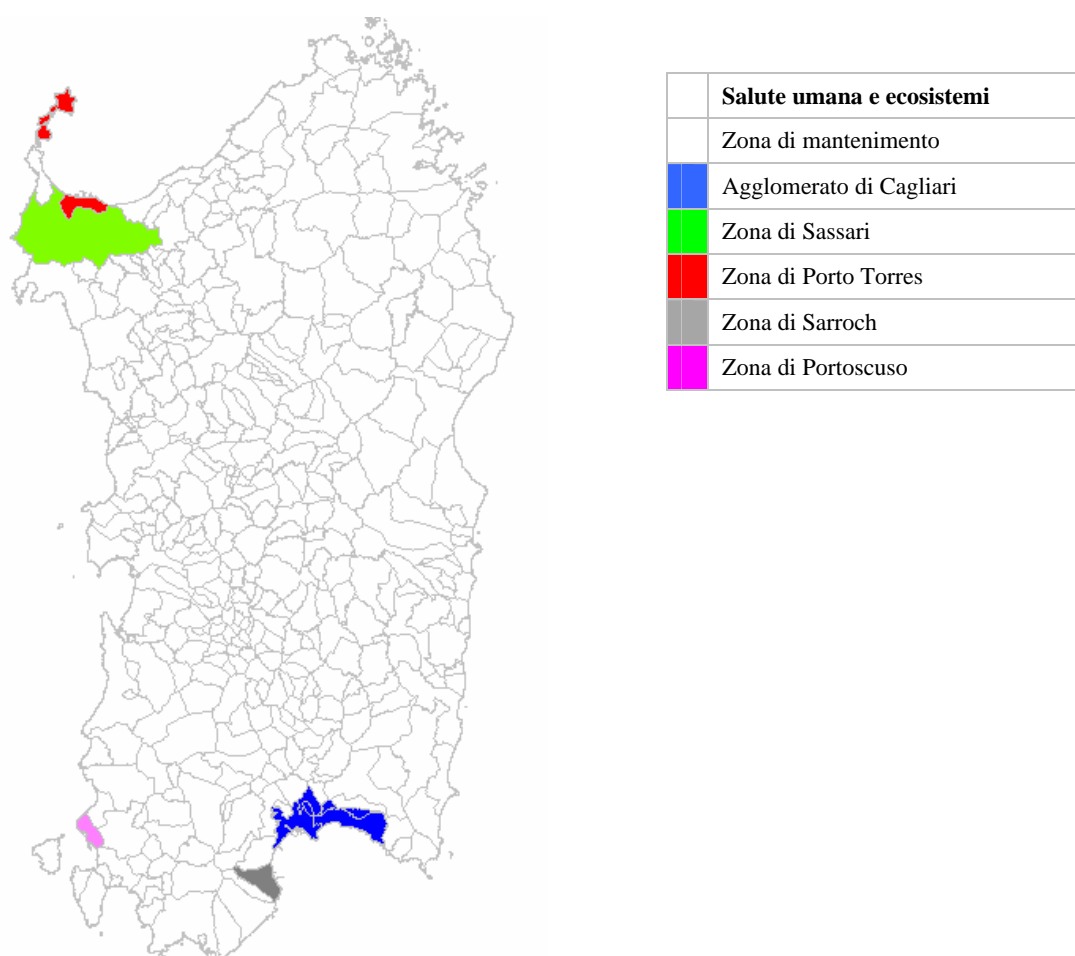


Figura 79 – Agglomerati e zone per la protezione della salute umana e degli ecosistemi

Le zone da sottoporre cautelativamente a qualche forma di controllo, oltre alle zone da risanare, sono elencate di seguito; quelle già sottoposte a monitoraggio tramite stazioni automatiche, seppure con riserve sulla rappresentatività e completezza delle misure, sono indicate con un asterisco. In ogni caso l’elenco non si deve intendere come esaustivo; le zone con maggiore priorità sono evidenziate in grassetto.

- Stintino, per la vicinanza all’area industriale di Porto Torres e della centrale elettrica di Fiumesanto;
- **Alghero**, per l’entità della popolazione, la presenza dell’aeroporto e l’elevata valenza turistica del territorio;
- **Olbia** (*), per l’entità della popolazione, la presenza dell’aeroporto e dei porti di Olbia e Golfo Aranci, l’elevata valenza turistica del territorio;
- Siniscola (*), per la presenza di attività industriali di rilievo;
- Nuoro (*), per l’entità della popolazione;
- **Ottana** (*), per la presenza di attività industriali di rilievo;
- Macomer, per la presenza di attività industriali di rilievo;
- Oristano (*), per l’entità della popolazione;
- **Nuraminis** e **Samatzai** (*), per la presenza di attività industriali di rilievo;
- **San Gavino** e Villacidro (*), per la presenza di attività industriali di rilievo e per l’entità della popolazione;
- Villasor (*), per la presenza di attività industriali di rilievo;
- Iglesias, per l’entità della popolazione;
- **Carbonia** (*), per l’entità della popolazione e la vicinanza del polo industriale di Portoscuso;
- **Gonnesa**, per la vicinanza del polo industriale di Portoscuso;
- Sant’Antioco (*), per la vicinanza del polo industriale di Portoscuso;
- **San Giovanni Suergiu**, per la vicinanza del polo industriale di Portoscuso;
- **Villa San Pietro** e Pula, per la vicinanza del polo industriale di Sarroch;
- **Capoterra**, per la vicinanza del polo industriale di Sarroch e del polo industriale di Macchiareddu;
- **Assemini** (*), per l’entità della popolazione e la vicinanza del polo industriale di Macchiareddu;

- **Elmas**, per la vicinanza dell’aeroporto e del polo industriale di Macchiareddu.

Le zone da sottoporre cautelativamente a controllo sono rappresentati in giallo nella seguente figura, che riporta anche le zone di risanamento.

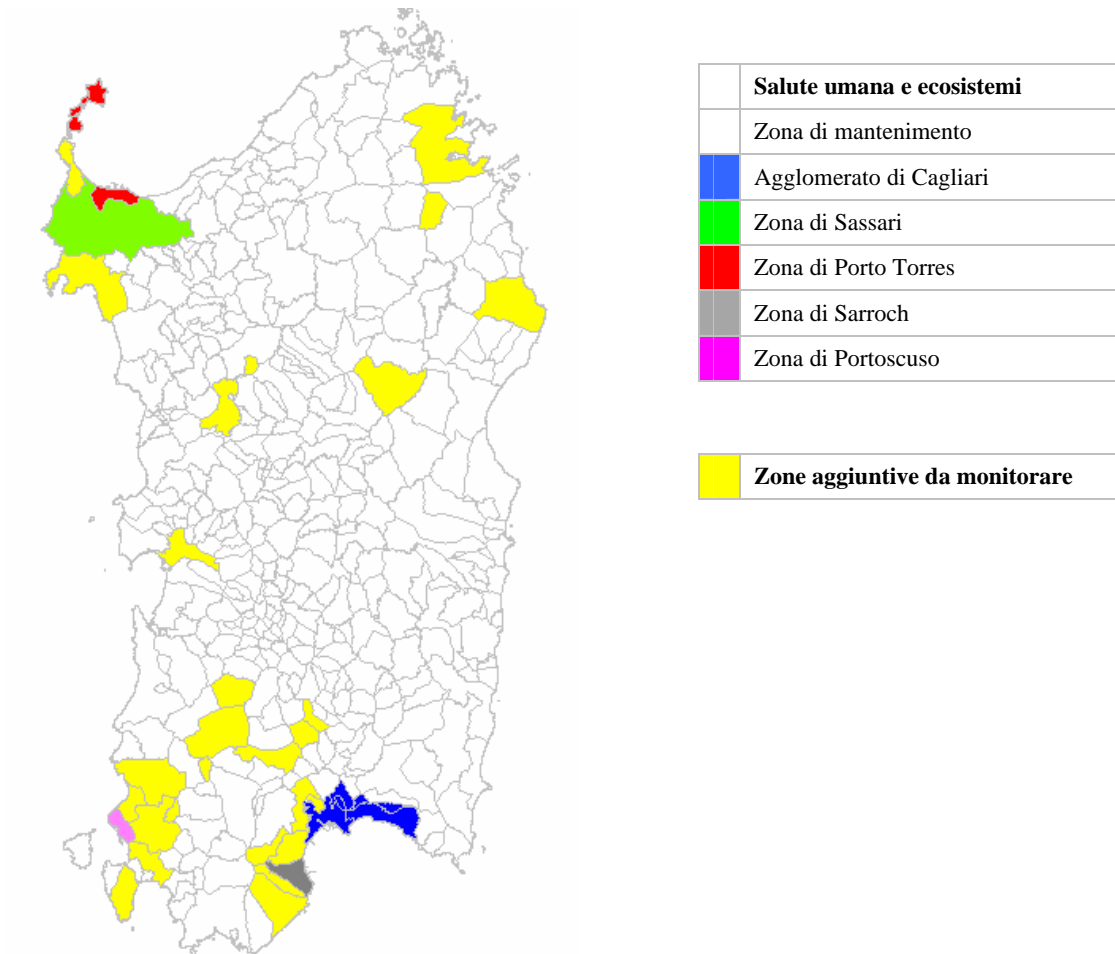


Figura 80 – Agglomerati e zone per la protezione della salute umana e degli ecosistemi e zone aggiuntive da monitorare

8 MISURE DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI IN AMBITO INDUSTRIALE

Le simulazioni di dispersione atmosferica degli inquinanti e i dati della rete di monitoraggio hanno dimostrato che in Sardegna esistono delle criticità nelle aree industriali per SO₂ e PM₁₀ e nelle aree urbane per i PM₁₀; la situazione più controversa è quella delle polveri sottili, a causa delle deficienze insite nei modelli utilizzati e nella scarsa copertura offerta per questo inquinante dalle reti di monitoraggio.

Verranno ora analizzate le emissioni all’interno dei domini di simulazione comprendenti le tre zone industriali da risanare, allo scopo di individuare obiettivi di riduzione delle emissioni di SO₂ che portino al rispetto dei valori limite. Le misure di riduzione applicate all’S₂ (che potranno incidere anche sugli NO_x e sul PM₁₀ primario) contribuiranno a ridurre nei limiti anche l’inquinamento da PM₁₀ secondario, secondo la già citata formula di de Leeuw.

Tutte le misure in ambito industriale dovranno necessariamente essere adottate dalle aziende e dovranno essere imposte dalla regione Sardegna o dallo Stato (a seconda della tipologia di azienda) con una revisione delle autorizzazioni alle emissioni di cui al DPR 203/88.

I costi delle misure ricadranno sulle aziende, a meno che lo Stato, la Regione o altri soggetti pubblici non decidano di incentivarle e/o di finanziarle in tutto o in parte sulla base di considerazioni che esulano dagli scopi del presente studio (ad esempio, per mantenere inalterati i tassi di occupazione).

Non è rilevante, ai fini del rispetto dei limiti imposti dalla normativa, se le misure adottate dalle aziende riguarderanno una diminuzione delle concentrazioni inquinanti nei fumi (ad esempio tramite l’adozione delle miglior tecnologie disponibili nel ciclo produttivo, tramite l’utilizzo di materie prime o combustibili più “puliti” o tramite il miglioramento dei sistemi di abbattimento), una riduzione dell’attività produttiva o altro. È tuttavia importante che le misure adottate non implicino un peggioramento del quadro ambientale in altri comparti (acqua, suolo, ecc.).

Come già evidenziato in precedenza le zone industriali da risanare sono Sarroch, Portoscuso e Porto Torres; le riduzioni vengono calcolate sulla base dei risultati dei modelli, che forniscono indicazioni relativamente alla normale marcia degli impianti. La normale marcia non può però giustificare, come detto in precedenza, alcuni episodi dovuti, con tutta probabilità, a emissioni

abnormi per ratei e/o geometrie; per questi episodi si proporranno delle misure di prevenzione che verranno illustrate in un paragrafo del presente capitolo.

8.1 DOMINIO 0 (SARROCH)

Nel dominio 0, comprendente la zona industriale di Sarroch, il valore di concentrazione corrispondente al percentile 99.73 delle medie orarie di SO₂ previsto per il 2005 è pari a 493.03 µg/m³. Considerando le emissioni di biossido di zolfo al 2005, esclusivamente all’interno di questo dominio di simulazione, si ottiene un totale di 15338 t/anno di cui 14611 t/anno sono emesse da sorgenti puntuali e le rimanenti 727 t/anno, cioè il 4.7% del totale, sono emesse da sorgenti diffuse. La distribuzione delle emissioni dalle sorgenti puntuali tra i diversi stabilimenti è mostrata in Figura 81.

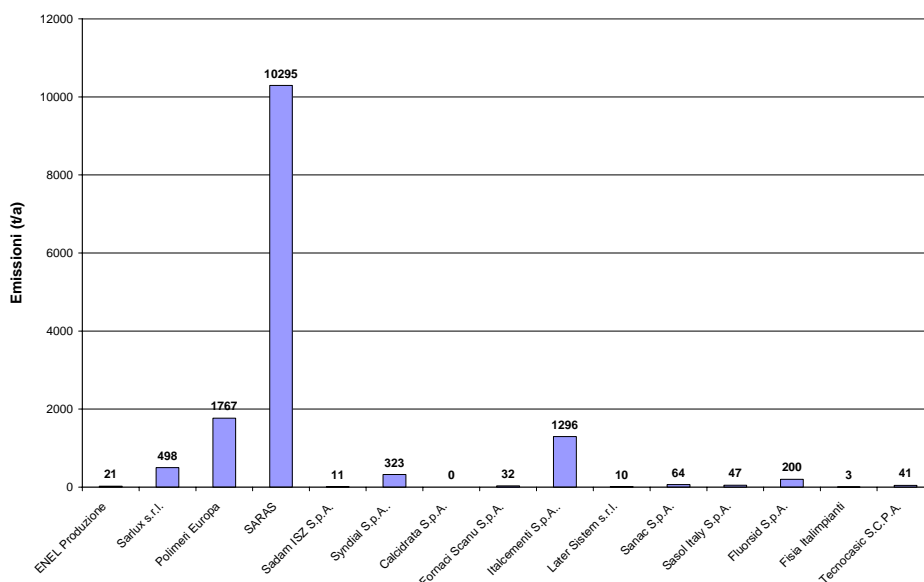


Figura 81 – Emissioni puntuali di SO₂ per stabilimento all’interno del Dominio 0 (contenente la zona industriale di Sarroch).

Allo scopo di determinare gli obiettivi di riduzione delle emissioni, le simulazioni sul dominio con risoluzione 1 km sono state effettuate considerando i contributi dei singoli stabilimenti e dell’insieme delle sorgenti diffuse. La Figura 82 mostra il valore di concentrazione corrispondente al percentile 99.73 delle medie orarie di SO₂ calcolato per ogni stabilimento, per l’insieme delle sorgenti diffuse e per tutte le sorgenti; il limite di legge è rappresentato dalla linea

rossa. Si fa osservare che trattandosi di percentili e di valori massimi raggiunti in periodi diversi dell’anno per ogni gruppo di sorgenti, i contributi non sono sommabili.

L’unico stabilimento che da solo provoca il superamento dei limiti di legge è la SARAS: anche in assenza di altre emissioni il limite di 24 superamenti della media oraria di $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di SO_2 non sarebbe rispettato. Al fine di rispettare i limiti di legge la SARAS dovrebbe diminuire le proprie emissioni di SO_2 come minimo del 21%, mentre la riduzione totale delle emissioni, cioè di tutte le sorgenti, dovrebbe essere pari come minimo al 29%. E’ prioritario diminuire le emissioni degli stabilimenti che hanno i maggiori impatti cioè, nell’ordine dopo SARAS, Polimeri Europa, Syndial e Fluorsid. In questa zona una diminuzione delle emissioni identica per tutti gli stabilimenti (cioè l’ipotesi dell’abbattimento di X% delle emissioni applicata a tutte le sorgenti) non sarebbe efficace, se inferiore al 21%, poiché SARAS continuerebbe a determinare il superamento del valore limite. E’ auspicabile che anche le emissioni di SO_2 dagli altri stabilimenti e dalle sorgenti diffuse vengano diminuite adottando le misure indicate nella sezione seguente.

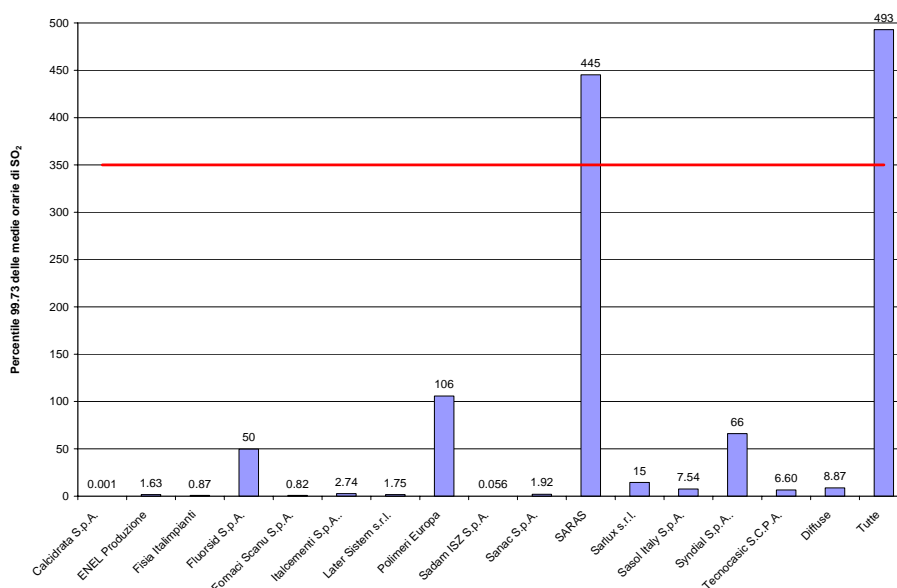


Figura 82 – Percentile 99.73 delle medie orarie di SO_2 per stabilimento all’interno del Dominio 0 (contenente la zona industriale di Sarroch).

Secondo la formula di de Leeuw una diminuzione delle emissioni totali di SO_2 del 29% (cioè di circa 4500 t), dovrebbe diminuire la quantità di PM_{10} secondario di circa 2400 t.

Bisogna comunque ricordare che le riduzioni calcolate sono relative alle emissioni dell’anno 2001, alla ripartizione delle stesse per i vari camini degli impianti, alle caratteristiche emissive dei camini. Al variare della quantità emesse o delle caratteristiche delle emissioni, le riduzioni necessarie per il raggiungimento degli obiettivi di risanamento dovrebbero essere ricalcolate.

Questa considerazione si applica, ovviamente, anche alle riduzioni proposte per le aree industriali nei paragrafi successivi.

8.2 DOMINIO 1 (PORTO TORRES)

Nel dominio 1, comprendente la zona industriale di Porto Torres, il valore di concentrazione corrispondente al percentile 99.73 delle medie orarie di SO₂ previsto per il 2005 è pari a 540.8 µg/m³. Considerando le emissioni di biossido di zolfo al 2005, esclusivamente all’interno di questo dominio di simulazione, si ottiene un totale di 18644 t/anno di cui 17741 t/anno sono emesse da sorgenti puntuali e le rimanenti 903 t/anno, cioè il 4.8% del totale, sono emesse da sorgenti diffuse. La distribuzione delle emissioni dalle sorgenti puntuali tra i diversi stabilimenti è mostrata in Figura 83.

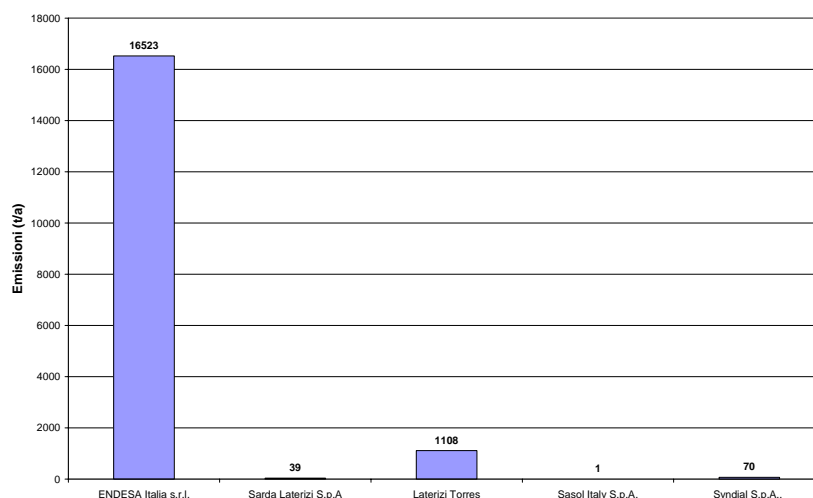


Figura 83 – Emissioni puntuali di SO₂ per stabilimento all’interno del Dominio 1 (contenente la zona industriale di Porto Torres).

Allo scopo di determinare gli obiettivi di riduzione delle emissioni, le simulazioni sul dominio con risoluzione 1 km sono state effettuate considerando i contributi dei singoli stabilimenti e dell’insieme delle sorgenti diffuse. La Figura 84 mostra il valore di concentrazione corrispondente al percentile 99.73 delle medie orarie di SO₂ calcolato per ogni stabilimento, per

l’insieme delle sorgenti diffuse e per tutte le sorgenti; la linea rossa rappresenta il limite di legge. Si fa osservare che trattandosi di percentili e di valori massimi raggiunti in periodi diversi dell’anno per ogni gruppo di sorgenti, i contributi non sono sommabili. Pertanto:

- Endesa Italia srl e Laterizi Torres, anche prese singolarmente, provocano il superamento del valore limite per la media oraria di SO₂;
- Endesa Italia srl contribuisce per il 100% al raggiungimento del valore massimo del percentile 99.73.

In questa zona una diminuzione delle emissioni identica per tutti gli stabilimenti (cioè l’ipotesi dell’abbattimento di X% delle emissioni applicata a tutte le sorgenti) non sarebbe efficace poiché i due stabilimenti sopra citati potrebbero continuare a determinare il superamento del valore limite. Al fine di garantire il rispetto dei limiti di legge Endesa Italia srl deve diminuire le proprie emissioni di almeno il 35%, mentre Laterizi Torres deve diminuirle di almeno l’11%; è auspicabile che anche le emissioni di SO₂ dagli altri stabilimenti e dalle sorgenti diffuse vengano diminuite adottando le misure indicate nella sezione seguente.

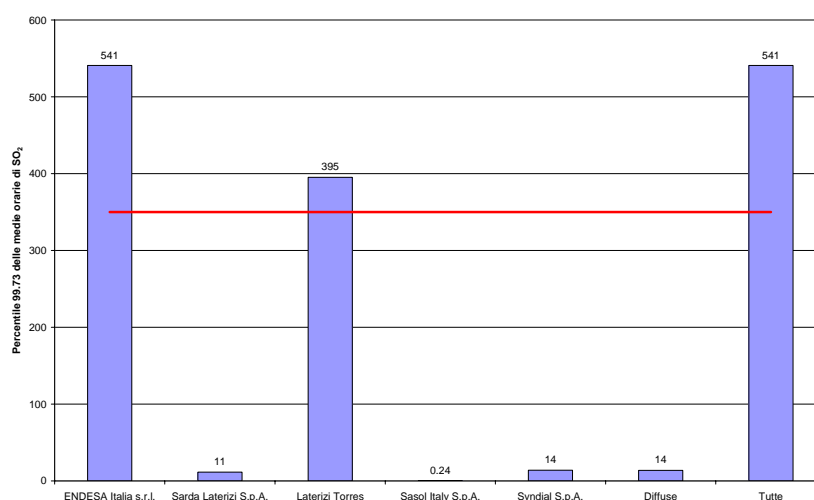


Figura 84 – Percentile 99.73 delle medie orarie di SO₂ per stabilimento all’interno del Dominio 1 (contenente la zona industriale di Porto Torres).

Secondo la formula di de Leeuw la diminuzione indicata delle emissioni totali di SO₂ (cioè di circa 6000 t), dovrebbe diminuire la quantità di PM₁₀ secondario di circa 3200 t.

8.3 DOMINIO 3 (PORTOSCUSO)

Nel dominio 3, comprendente la zona industriale di Portoscuso, il valore di concentrazione corrispondente al percentile 99.73 delle medie orarie di SO₂ previsto per il 2005 è pari a 454.06 µg/m³. Considerando le emissioni di biossido di zolfo al 2005, esclusivamente all’interno di questo dominio di simulazione, si ottiene un totale di 13428 t/anno di cui 12759 t/anno sono emesse da sorgenti puntuali e le rimanenti 669 t/anno, cioè il 5.0% del totale, sono emesse da sorgenti diffuse. La distribuzione delle emissioni dalle sorgenti puntuali tra i diversi stabilimenti è mostrata in Figura 85.

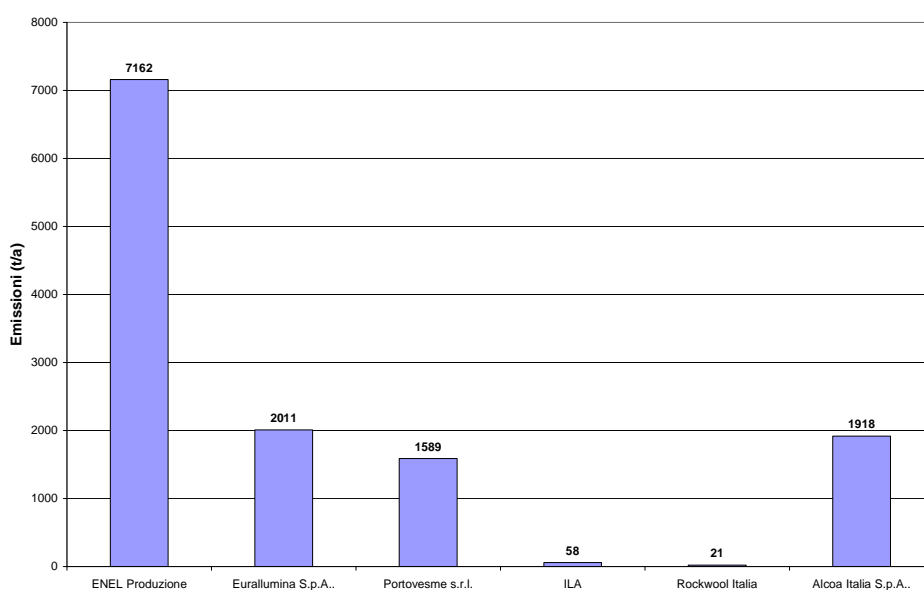


Figura 85 – Emissioni puntuali di SO₂ per stabilimento all’interno del Dominio 3 (contenente la zona industriale di Portoscuso).

Allo scopo di determinare gli obiettivi di riduzione delle emissioni, le simulazioni sul dominio con risoluzione 1 km sono state effettuate considerando i contributi dei singoli stabilimenti e dell’insieme delle sorgenti diffuse. La Figura 86 mostra il valore di concentrazione corrispondente al percentile 99.73 delle medie orarie di SO₂ calcolato per ogni stabilimento, per l’insieme delle sorgenti diffuse e per tutte le sorgenti; la linea rossa rappresenta il limite di legge. Si osserva che trattandosi di percentili e di valori massimi raggiunti ad ore diverse dell’anno per ogni gruppo di sorgenti, i contributi non sono sommabili.

Si nota che nessuno stabilimento preso singolarmente provoca il superamento del valore limite, mentre l’insieme di tutti gli stabilimenti e delle sorgenti diffuse provoca il superamento. Per

questo motivo la costruzione di nuovi impianti o la modifica di impianti esistenti dovrà essere sottoposta ad una procedura di impatto d’area, come proposto nella sezione seguente. Non è sufficiente infatti verificare che il singolo impianto o il singolo stabilimenti rispettino i limiti di legge, ma è necessario calare l’impianto o lo stabilimento nella realtà del sito in cui essi andranno ad operare.

Al fine di garantire il rispetto dei limiti di legge le emissioni di SO₂ devono essere ridotte come minimo del 23%; questa diminuzione deve riguardare principalmente ENEL Produzione, Portovesme srl e Eurallumina S.p.A. E’ auspicabile che anche le emissioni di SO₂ dagli altri stabilimenti e dalle sorgenti diffuse vengano diminuite adottando le misure indicate nella sezione seguente.

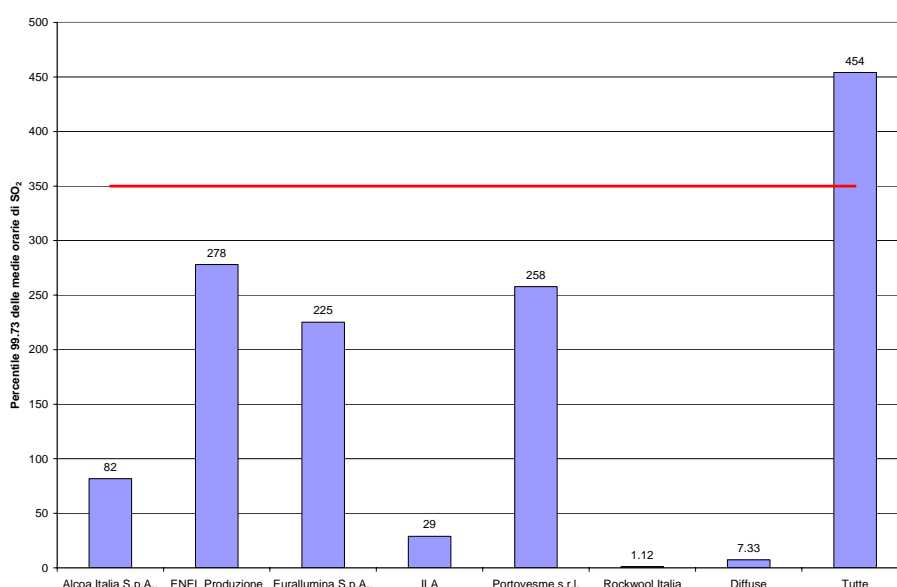


Figura 86 – Percentile 99.73 delle medie orarie di SO₂ per stabilimento all’interno del Dominio 3 (contenente la zona industriale di Portoscuso).

Secondo la formula di de Leeuw la diminuzione indicata delle emissioni totali di SO₂ (cioè di circa 3090 t), dovrebbe diminuire la quantità di PM₁₀ secondario di circa 1670 t.

8.4 MISURE PIÙ EFFICACI PER REALIZZARE GLI OBIETTIVI DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI IN AMBITO INDUSTRIALE

In questo paragrafo vengono brevemente indicate alcune delle misure tecnologicamente più efficaci per la riduzione delle emissioni in ambito industriale a cui si potrebbe ricorrere

8.4.1 ADOZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE DISPONIBILI

Una indicazione di carattere generale per le sorgenti puntuali è l’applicazione della miglior tecnologia disponibile in un’ottica di tutela complessiva dell’ambiente secondo quanto indicato dalla Direttiva 99/61/CE sulla prevenzione e riduzione integrata dell’inquinamento, recepita dal D.Lgs. n. 372 del 4 agosto 1999. Da questo punto di vista le migliori tecnologie disponibili per ogni settore industriale sono indicate, ad esempio, dallo *European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau* (<http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>) nei documenti BREF (*Best Available Techniques Reference documents*) reperibili in internet.

Ad esempio, nel documento BREF emesso nel febbraio 2003 (*Reference document on best available techniques for mineral oil and gas refineries*) vengono indicate le migliori tecnologie per l’abbattimento delle emissioni dalle raffinerie. Per il caso specifico del biossido di zolfo vengono indicate le seguenti tecnologie:

- DeSOx catalyst additive (abbattimenti delle emissioni dal 20% al 60%);
- Wet scrubbing (abbattimenti delle emissioni dal 95% al 99.9%);
- Venturi scrubbing (abbattimenti delle emissioni fino al 93%);
- Dry scrubbing (abbattimenti delle emissioni fino al 50%);
- Semi-Dry scrubbing (abbattimenti delle emissioni fino al 90%);
- Sea water scrubbing (abbattimenti delle emissioni fino al 99%);
- Wet gas sulphuric acid process (abbattimenti delle emissioni fino al 99%).

Alcune delle tecnologie indicate hanno effetti positivi anche sulle emissioni di altri inquinanti, come le polveri fini e gli ossidi di azoto. I documenti BREF forniscono anche indicazioni sui costi delle tecnologie proposte; ad esempio un impianto per dry scrubbing richiede un

investimento iniziale di circa 15-20 milioni di Euro ed ha un costo annuo di gestione di circa 2-3 milioni di Euro.

Nel dicembre 2001 è stato reso disponibile anche un documento inerente le migliori tecnologie disponibili per le industrie che lavorano metalli non ferrosi (*Reference document on best available techniques in the non ferrous metals industries*), contenente utili indicazioni in merito a come diminuire le emissioni in aree compromesse come quella di Portoscuso.

Un altro documento BREF reso disponibile del dicembre 2001 riguarda i cementifici (*Reference document on best available techniques in the cement and lime manufacturing industries*).

8.4.2 ALIMENTAZIONE DEGLI IMPIANTI CON COMBUSTIBILI MENO INQUINANTI

Un metodo possibile per ridurre le emissioni è quello di passare all’uso di combustibili meno inquinanti negli impianti industriali; il passaggio da combustibili ad alto tenore di zolfo (ATZ, tenore circa 3.5%) a combustibili a basso tenore di zolfo (BTZ, tenore circa 1%) permette di abbattere drasticamente le emissioni di SO₂.

Il passaggio all’alimentazione a gas metano degli impianti industriali attualmente alimentati con olio combustibile o altri combustibili pesanti è potenzialmente importante per la diminuzione delle emissioni in atmosfera di biossido di zolfo, ossidi di azoto, anidride carbonica e polveri fini. In particolare la combustione del gas metano assicura emissioni praticamente nulle di biossido di zolfo. Questo passaggio potrebbe essere intrapreso appena la metanizzazione della regione Sardegna sarà effettuata, possibilmente con priorità per la zona di Portoscuso e, a seguire, di Sarroch e Porto Torres.

8.5 REGOLAMENTAZIONE DELLE SITUAZIONI DI EMERGENZA

Oltre alla riduzione delle emissioni indicate nei paragrafi precedenti, che riguardano solamente la normale marcia degli impianti, è fondamentale regolamentare le situazioni di emergenza nelle industrie principali. Come mostrato nel presente lavoro e nello studio riportato nell’allegato B, le simulazioni modellistiche non riproducono i massimi valori di concentrazione misurati dalle stazioni di monitoraggio; gli episodi acuti sono dovuti in larga parte a emissioni anomale rispetto a quelle autorizzate e derivano, in primo luogo, dai fermi di emergenza (e conseguenti riavvii) degli impianti industriali, situazioni in cui i limiti di concentrazione nei fumi degli inquinanti non

vengono rispettati e/o la fuoriuscita dei fumi presumibilmente non avviene del tutto attraverso le normali bocche emissive, ma anche da sfiati e bypass. Queste situazioni di emergenza devono essere regolamentate sia in termini numerici che in termini di massima concentrazione nei fumi, così come avviene per la marcia normale.

Le aziende più rilevanti delle due aree industriali di Portoscuso e Sarroch, e cautelativamente anche quelle di Porto Torres, dovrebbero pertanto fornire all’ente autorizzatore (Stato o Regione) un quadro completo delle varie situazioni emissive, sia in caso di regime normale di funzionamento degli impianti, sia nei vari casi di emergenza, indicando tutte le informazioni utili a stimarne l’impatto sul territorio mediante simulazioni modellistiche, in particolare:

- le caratteristiche geometriche delle bocche emissive (coordinate, altezza, quota della base, diametro o sezione);
- la temperatura dei fumi, la portata, la velocità dei fumi, le concentrazioni dei vari inquinanti.

Per le varie situazioni di emergenza le aziende dovranno dichiarare la causa, il numero stimato per anno e la durata. Sulla base di questi dati la Regione o lo Stato, a seconda della tipologia di industria, potranno provvedere alla revisione delle autorizzazioni alle emissioni secondo il D.P.R. 203/88.

Si potrebbe anche subordinare l’autorizzazione o la sua revisione a un accurato studio modellistico prodotto a cura dalle aziende che stimi gli impatti di ciascuna delle situazioni emissive.

Ai fini di una migliore conoscenza delle cause che determinano le situazioni acute di inquinamento atmosferico le aziende dovrebbero essere obbligate a tenere un registro informatizzato delle emissioni (possibilmente quantità emesse giornalmente dei vari inquinanti per bocca emissiva) i cui dati dovrebbero essere comunicati in formato digitale, mensilmente o su richiesta, all’Assessorato della Difesa dell’Ambiente tramite un protocollo da stabilire di comune accordo.

9 MISURE DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI IN AMBITO URBANO

In questo capitolo vengono proposte le misure più efficaci per realizzare gli obiettivi di riduzione delle emissioni in ambito urbano; tali misure riguardano l’inquinamento da PM10 nell’agglomerato di Cagliari, nella zona mista di Assemini, Capoterra e Elmas e nelle città di Sassari e Olbia.

Per vari motivi in ambito urbano la stima delle riduzioni non può raggiungere lo stesso grado di precisione ottenuto in ambito industriale.

Il primo motivo è che per le aree industriali sussiste una conoscenza sufficientemente dettagliata e completa delle fonti emissive, che sono in numero limitato e puntuali, mentre per le aree urbane sono estremamente numerose e diffuse (traffico, riscaldamento degli edifici, ecc.). Un livello di dettaglio paragonabile si potrebbe raggiungere solo con un accurato censimento comunale delle fonti fisse e con informazioni di dettaglio sul traffico.

Il secondo motivo è che i modelli di simulazione dell’inquinamento atmosferico sono intrinsecamente meno precisi e affidabili quando vengono applicati alle polveri fini (PM10) piuttosto che a inquinanti come l’S₀2, come è avvenuto per le aree industriali per quantificare le riduzioni delle emissioni.

Il terzo motivo è che anche la rete di monitoraggio, laddove esistente, non fornisce attualmente un quadro sufficientemente chiaro e affidabile della situazione.

Piuttosto che tentare una problematica stima delle riduzioni da apportare alle emissioni é quindi preferibile proporre una serie di misure che possono incidere positivamente sui livelli di PM10, da adottare, eventualmente anche in maniera flessibile, sulla base dei riscontri effettuati con il monitoraggio. Le misure potrebbero essere adottate contemporaneamente o in alternativa tra loro e in maniera differenziata a seconda delle zone e delle circostanze, anche in base ai costi sociali che possono comportare.

Alcune misure potrebbero essere attivate solo in caso di necessità, quando si supera o si rischia di superare i limiti di legge: è il caso, ad esempio, della circolazione a targhe alterne o del blocco totale del traffico che vengono attuate frequentemente nelle città italiane più inquinate.

È però indispensabile, per modulare gli interventi, attivare nelle zone individuate una rete di monitoraggio dell’inquinamento atmosferico che sia rappresentativa della qualità dell’aria ai sensi della vigente normativa. L’attivazione di una tale rete è indispensabile anche alla luce del DM 27 marzo 1998 (Mobilità sostenibile nelle aree urbane) che obbliga i sindaci di tutti i comuni compresi nelle zone a rischio di inquinamento atmosferico individuate dalle regioni ad adottare misure adeguate per la prevenzione e la riduzione delle emissioni inquinanti qualora sia accertato o prevedibile il superamento dei valori limite. È ovvio come solo misurazioni affidabili e rappresentative possano permettere di accertare o prevedere il superamento dei valori limite.

Le misure di seguito proposte sono relative a:

- diminuire le emissioni migliorando la manutenzione dei veicoli;
- diminuire le emissioni mediante l’utilizzo di carburanti meno inquinanti;
- diminuire le emissioni vietando la circolazione ai veicoli più inquinanti o diminuendo il numero dei veicoli circolanti;
- diminuire le emissioni fluidificando il traffico;
- incentivare l’uso dei mezzi di trasporto collettivi per i lavoratori di aziende medio-grandi.

Le misure proposte come le più incisive sono tutte misure rivolte al traffico, perché in Sardegna l’incidenza delle altre emissioni, soprattutto a causa del clima mite che minimizza il ricorso al riscaldamento, è relativamente limitato; il seguente grafico riporta, a titolo di esempio, il contributo alle emissioni di PM10 e alla formazione del PM10 secondario, stimato con la formula di de Leeuw (che, si ricorda, attende una seria validazione), nella città di Cagliari. In particolare, l’incidenza delle emissioni di PM10 primario del macrosettore 2 (che comprende il riscaldamento degli edifici) è dell’ordine del 9%, contro il 50% circa del macrosettore 7 (traffico veicolare) e il 38% del macrosettore 8 (altre sorgenti mobili, che comprende il traffico marittimo). Per quanto riguarda il PM10 secondario le percentuali sono rispettivamente del 3%, 87% e 9%; inoltre il PM10 secondario è stimato in circa 20 volte quello primario. In definitiva, agendo sul traffico si agisce sulla fonte, diretta o indiretta, dell’85% del PM10 totale; inoltre le

emissioni delle navi avvengono a una certa distanza dal centro abitato e questo ne diminuisce l’impatto sulla popolazione. In una città non sul mare come Sassari le proporzioni risultano ancora più sbilanciate verso il macrosettore 7, vista la scarsa incidenza del macrosettore 8.

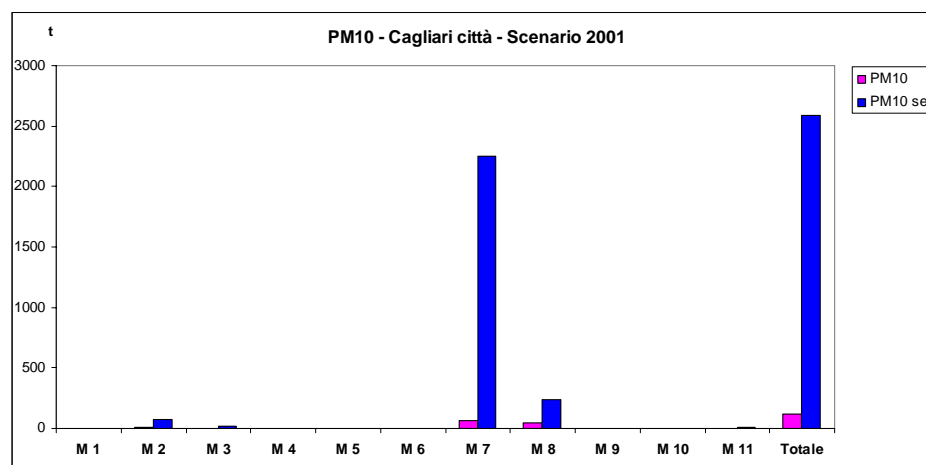


Figura 87 –PM10 per macrosettore a Cagliari

In ogni caso dovrebbe essere prossimo un impulso decisivo per la riduzione delle emissioni nel macrosettore 2 a causa della realizzazione del metanodotto Algeria-Italia via Sardegna, progetto di cui si sta occupando la “Società di Studio e Promozione del gasdotto Algeria-Italia via Sardegna SpA”, in breve GALSI SpA, costituita dalla Sonatrach (Società Nazionale Idrocarburi – Algeria), Edison Gas, Enel Produzione, Wintershall AG, Eos Energia, SFIRS e Progemisa. Entro l’estate del 2005 si dovrebbe passare alla definizione del progetto esecutivo, mentre il completamento delle opere e la messa in produzione è prevista per il 2008-2009. Il metanodotto, che avrà il suo punto di ingresso nella Sardegna sud-occidentale, dovrebbe raggiungere abbastanza velocemente almeno la città di Cagliari e i comuni dell’hinterland.

9.1 PROCEDURE DI CONTROLLO PERIODICO DEGLI AUTOVEICOLI (BOLLINO BLU)

La Direttiva Ministeriale del 7 luglio 1998 (Direttiva sul controllo dei gas di scarico dei veicoli bollino blu ai sensi dell’art. 7 del Nuovo Codice della Strada) fornisce la possibilità ai sindaci dei comuni inseriti nelle zone a rischio di episodi acuti di inquinamento individuate dalle regioni di vietare la circolazione, entro i centri abitati, agli autoveicoli che non sono in grado di attestare il contenimento delle emissioni inquinanti entro i limiti previsti dal decreto interministeriale emanato in data 5 febbraio 1996 da parte del Ministro dei trasporti e della navigazione di

concerto con i Ministri dell'ambiente e della sanità in applicazione della direttiva comunitaria 92/55. L'attestazione del rispetto dei limiti delle emissioni inquinanti degli autoveicoli ai fini del divieto della circolazione degli stessi deve essere effettuata mediante l'esibizione di un bollino autoadesivo di colore blu, valido su tutto il territorio nazionale, da applicare sul parabrezza dell'autoveicolo interessato. Tale bollino è rilasciato dall'ufficio provinciale della M.C.T.C., ovvero dalle imprese o consorzi o società consortili previsti dall'art. 80, comma 8, del Nuovo codice della strada, ovvero dalle imprese di autoriparazione individuate dal decreto del Ministro dei trasporti e della navigazione 28 febbraio 1994. La documentazione che attesta il rispetto dei limiti delle emissioni inquinanti ha validità per non più di dodici mesi decorrenti dalla data di rilascio della stessa per tutti gli autoveicoli immatricolati dopo il 1 gennaio 1988. Per gli autoveicoli immatricolati prima di questa data la documentazione di cui sopra ha validità semestrale. L'art 3 della Direttiva stabilisce che i provvedimenti di divieto si applicano a tutti gli autoveicoli che circolano entro il centro abitato per il quale e' stato adottato il provvedimento, quindi esso interessa anche gli autoveicoli che, provenendo da altri comuni, entrano nel comune che ha adottato il Bollino Blu. La riduzione delle emissioni inquinanti degli autoveicoli è garantita dalla periodica manutenzione dei dispositivi di alimentazione e di combustione. Sarà compito dei sindaci dei comuni inseriti nelle zone a rischio attuare la misura del Bollino Blu. Province e Comuni dovranno promuovere campagne di controllo dei gas di scarico da effettuarsi in diversi punti del territorio.

L'analisi statistica delle variazioni di emissioni all'interno di città dove è applicato il Bollino Blu indica diminuzioni delle emissioni di CO fino al 7% (si veda ad esempio il caso di Palermo). E' logico attendersi diminuzioni dello stesso ordine di grandezza anche per il PM10 e per altri inquinanti.

9.2 UTILIZZO DI CARBURANTI MENO INQUINANTI

E' stato recentemente approvato dal Consiglio dei Ministri, in via definitiva, il decreto legislativo che recepisce la direttiva 2003/17/CE che riduce il tenore di zolfo nella benzina e nel combustibile diesel (D.Lgs 66 del 21 marzo 2005).

Il provvedimento pone due scadenze: la prima dalla data di entrata in vigore del provvedimento e l'altra il primo gennaio 2009. Entro la prima scadenza dovranno cominciare ad essere distribuiti carburanti a basso tenore di zolfo (10 mg/kg). A tal fine i titolari degli impianti di distribuzione

dovranno predisporre e trasmettere al Ministero dell'Ambiente appositi piani in cui sono individuati gli impianti di distribuzione dei carburanti meno inquinanti. I piani dovranno garantire il raggiungimento di una percentuale minima di distribuzione dei nuovi carburanti su strade e autostrade e una uniforme distribuzione su base provinciale. A decorrere dal primo gennaio 2009, poi, tutta la benzina e il diesel commercializzato dovranno avere un tenore di zolfo di 10 mg/kg. I carburanti con contenuto di zolfo inferiore a 50 mg/kg vengono detti “a basso tenore di zolfo”, mentre quelli con contenuto di zolfo inferiore a 10 mg/kg vengono detti “senza zolfo”. Il provvedimento prevede anche la possibilità di fissare specifiche più severe da quelle stabilite dal decreto per tutelare la salute della popolazione presso determinati agglomerati urbani o l'ambiente presso determinate aree critiche sotto il profilo ecologico. Il provvedimento prevede anche che sia possibile fissare specifiche meno severe nel caso si verifichi una modifica improvvisa negli approvvigionamenti degli oli greggi o dei prodotti petroliferi dovuta ad eventi eccezionali.

Secondo una relazione della Commissione Europea, COM(2005) 69, del marzo 2005 (Qualità della benzina e del combustibile diesel utilizzati per il trasporto stradale nell'Unione europea: Seconda relazione annuale. Anno di riferimento 2003), il contenuto medio di zolfo nei carburanti venduti in Italia è circa 60 mg/kg per la benzina e 230 mg/kg per il diesel.

Ipotizzando, solo a scopo esemplificativo per stimare la riduzione delle emissioni di SO₂ dal traffico veicolare, che la quantità di combustibile venduto in Regione non cambi negli anni, si ottiene per il 2003 una emissione di SO₂ pari a 285 t, mentre per il 2009, a seguito dell’entrata in vigore del D.Lgs 66/2005 la stima delle emissioni scende drasticamente a 19 t. Si ricorda che, in fase di inventario, erano state stimate emissioni di SO₂ per l’anno 2001 pari a 460 t.

Infine, applicando la formula di de Leeuw per la formazione del PM₁₀ secondario, tenendo comunque sempre presenti i limiti di tale formula, si stima che la formazione di polveri fini secondarie attribuibile alle emissioni di biossido di zolfo passa da 154 t a poco più di 10 t, con una riduzione percentuale relativa superiore al 90%.

La Regione potrebbe attivarsi per cercare intese volontarie con le compagnie petrolifere e con le associazioni di categoria dei distributori affinché la commercializzazione di benzina e gasolio meno inquinanti, obbligatoria a partire dal primo gennaio 2009, venga anticipata almeno nei principali centri urbani.

9.3 CAMBIO DI ALIMENTAZIONE DEI VEICOLI A BENZINA

La Regione potrebbe incentivare il passaggio dell’alimentazione delle vetture da benzina a GPL o metano (quando quest’ultimo sarà presente sull’isola); l’incentivazione potrebbe avvenire restituendo all’utente che aderisce una parte del costo di trasformazione dell’alimentazione dietro presentazione della relativa fattura. Ad esempio, la Provincia di Milano, tramite l’iniziativa “GASati!”, restituisce agli utenti che effettuano la trasformazione il 25% del costo sostenuto http://www.provincia.milano.it/mobility/modules.php?name=News&file=articolo&new_topic=68). Questa misura si rivela utile alla comunità perché i due carburanti di cui si parla sono notevolmente meno inquinanti della benzina. La misura si rivela utile per l’utente che, grazie all’incentivo e al minor costo del GPL e del metano rispetto alla benzina, ammortizza in breve tempo il costo dell’operazione, sempre che non vi siano ulteriori agevolazioni (la regione Piemonte e la regione Lombardia, ad esempio, hanno eliminato la tassa regionale sui veicoli a metano). Per di più i veicoli alimentati a metano o GPL possono generalmente circolare anche durante le giornate di blocco del traffico, date le emissioni contenute.

I nuovi impianti a GPL sono inoltre molto sicuri, essendo dotati di doppia camera, e permettono anche il parcheggio del veicolo in parcheggi sotterranei.

9.4 LIMITAZIONE SELETTIVA DEL TRAFFICO

La limitazione selettiva del traffico consiste nel divieto di circolazione all’interno dell’area urbana ai veicoli più vecchi; essa è giustificata tecnicamente dal fatto che normalmente, a parità di manutenzione e di condizioni dei veicoli, questi inquinano maggiormente rispetto ai nuovi. Si tratta ovviamente di una misura alternativa a quella del paragrafo precedente, che avrebbe il vantaggio di non costringere i proprietari a affrontare gli oneri della certificazione dei propri veicoli. Questa misura potrebbe essere decisa dai sindaci solo in caso di necessità, cioè qualora sia accertato o prevedibile il superamento dei valori limite. Per definire la soglia relativa alla normativa di riferimento degli autoveicoli la cui circolazione dovrebbe essere vietata, o limitata, sono utili grafici come quelli riportati a titolo di esempio nel seguito. Essi si riferiscono rispettivamente:

- alle emissioni di CO in ambiente urbano da autovetture Euro I, Euro II, Euro III e Euro IV alimentate a benzina e con cilindrata compresa tra 1400 e 2000 cm³ (Figura 88);

- alle emissioni di Polveri in ambiente urbano da autovetture Euro I, Euro II, Euro III e Euro IV alimentate a gasolio e con cilindrata minore di 2000 cm³ (Figura 89).

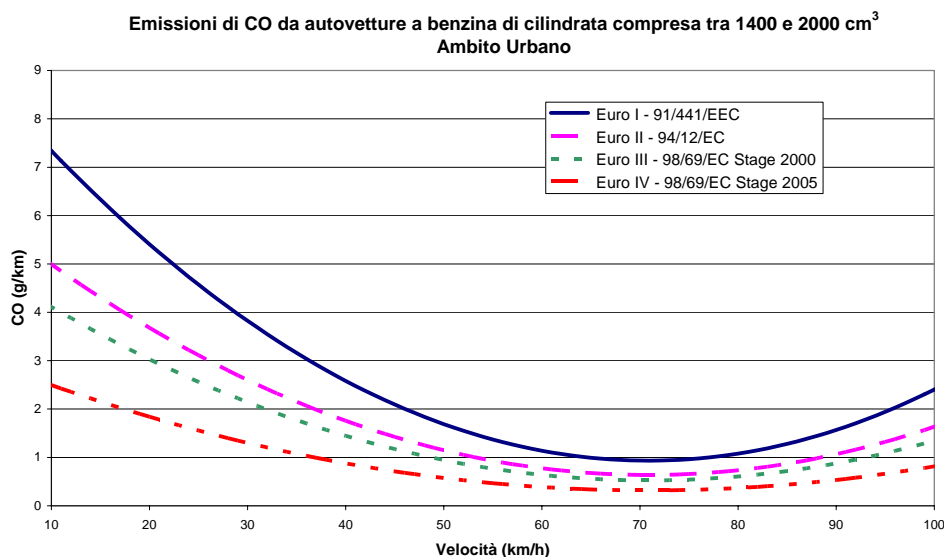


Figura 88 – Emissioni di monossido di carbonio da autovetture alimentate a benzina, di cilindrata compresa tra 1400 e 2000 cm³ e in ambito urbano.

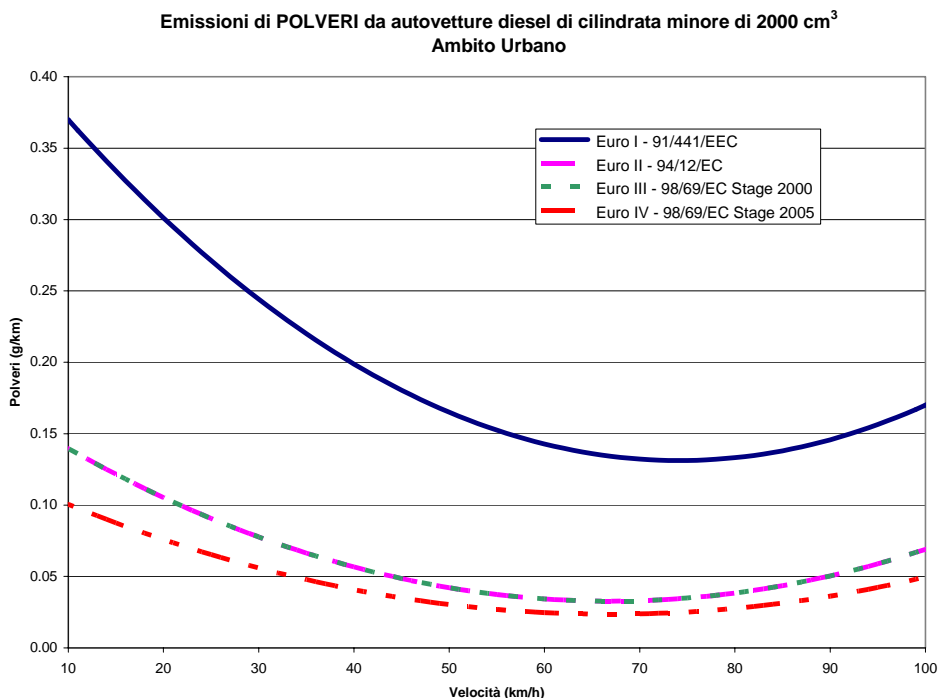


Figura 89 – Emissioni di polveri da autovetture alimentate a gasolio, di cilindrata inferiore a 2000 cm³ e in ambito urbano.

In entrambi i casi è possibile notare che implementando le tecnologie previste dalle successive categorie Euro, le emissioni diminuiscono. Ad esempio, considerando una velocità media di 30 km/h, tipica delle aree urbane, le emissioni di monossido di carbonio diminuiscono di circa 3.5 g/km passando da un’autovettura Euro I ad un’autovettura Euro IV. E’ necessario notare che sono ancora numerosi i veicoli (autoveicoli, motoveicoli e ciclomotori) pre Euro I in circolazione ed essi hanno emissioni superiori rispetto a quelle rappresentate nei grafici.

Si potrebbe utilizzare, ad esempio, la normativa Euro I come soglia per i veicoli a benzina e la Euro II come soglia per i veicoli diesel (cioè di limitare il traffico ai veicoli a benzina immatricolati prima del 1 gennaio 1993 e ai veicoli diesel immatricolati prima del 1 gennaio 1997).

9.5 FLUIDIFICAZIONE DEL TRAFFICO CITTADINO

La Figura 88 e la Figura 89 mostrano anche l’andamento delle emissioni in funzione della velocità media di marcia. Si nota che sino a circa 60/70 km/h le emissioni dei due inquinanti considerati diminuiscono all’aumentare della velocità. In ambiente urbano risulta di conseguenza importante fluidificare il traffico in maniera tale che le velocità medie risultino relativamente elevate (nel rispetto dei limiti del Codice della Strada), evitando continue accelerazioni e decelerazioni. Uno dei metodi per fluidificare il traffico è quello di eliminare gli incroci semaforizzati in favore di sottopassaggi, sovrappassaggi o rotonde. Un altro metodo consiste nella corretta manutenzione stradale, con particolare attenzione alla segnaletica orizzontale (delimitazione delle corsie, dei parcheggi, ecc.). Dovrebbero inoltre essere evitati tutti i comportamenti di guida che comportano un rallentamento del flusso medio dei veicoli, ad esempio incrementando i controlli sui parcheggi in doppia fila.

Per dare un’idea della riduzione delle emissioni legata a questa misura, sono state calcolate le emissioni di PM10 di una città come Cagliari (circa 140000 veicoli) utilizzando il parco veicolare della Regione Sardegna (fonte ACI) e per velocità medie di marcia in ambiente urbano comprese tra 20 km/h e 40 km/h. Il risultato viene mostrato in Figura 90. Si osserva che l’incremento di soli 5 km/h, da 20 km/h a 25 km/h della velocità media, provoca una diminuzione delle emissioni di PM10 di oltre 300 t/a, cioè di circa l’11%. Il decremento delle emissioni all’aumentare della velocità media non è lineare, infatti la diminuzione a 30 km/h rispetto a 20 km/h è pari a 19%, a 35 km/h è pari a 26% e a 40 km/h è pari a 31%. Il guadagno

maggiore in termini di riduzione delle emissioni si ha quindi evitando le velocità più basse, cioè situazioni di congestione del traffico.

E’ evidente che questa misura non comporta effetti benefici solo per il PM10, ma anche per gli altri inquinanti emessi dal traffico autoveicolare; la Figura 91 riporta la variazione delle emissioni di CO all’aumentare della velocità media di percorrenza in ambito urbano. È però importante sottolineare che le misure di fluidificazione del traffico risultano realmente efficaci ai fini della riduzione dell’inquinamento atmosferico solo se attuate a seguito di uno studio che coinvolga possibilmente tutta la rete viaria urbana. Il traffico, infatti, si riconfigura in maniera sensibile in funzione dei tempi di percorrenza e la velocizzazione di un tratto stradale potrebbe comportare problemi in un altro tratto. Ad esempio, a Catania l’istituzione di una rotatoria in una piazza ha determinato localmente un innalzamento dei valori di inquinamento a causa della congestione che si verifica nelle ore serali nel punto di restringimento della carreggiata lungo una direttrice di traffico (Comune di Catania, Rapporto annuale 2000 sulla qualità dell’aria, http://www.comune.catania.it/portale/comct/direzioni/ambiente_online/arch/RapportoQualitaAria2000/).

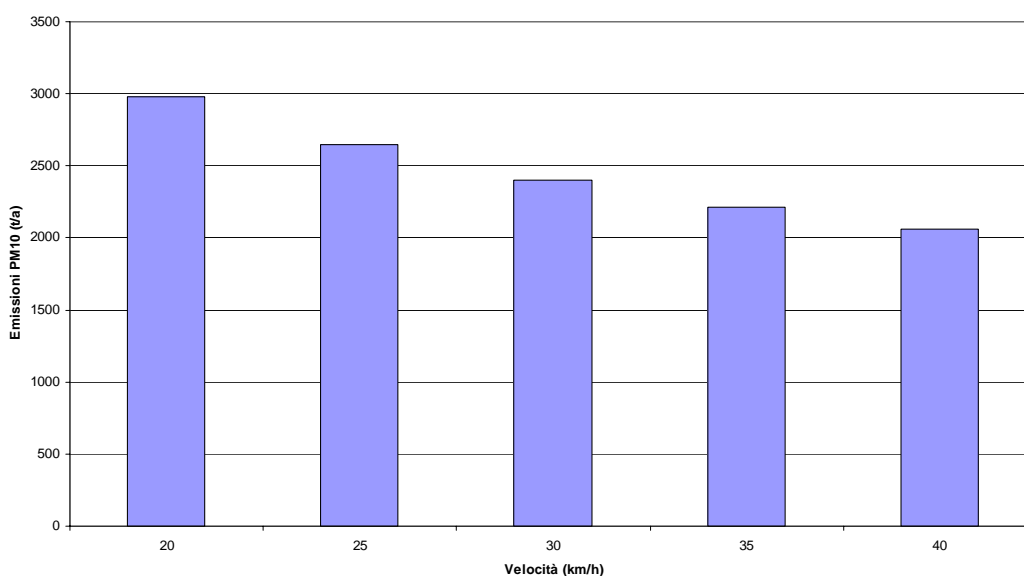


Figura 90 – Emissioni (t/a) di PM10 all’interno di una città con 140000 veicoli distribuiti secondo il parco veicolare della Regione Sardegna e per diverse velocità medie di marcia.

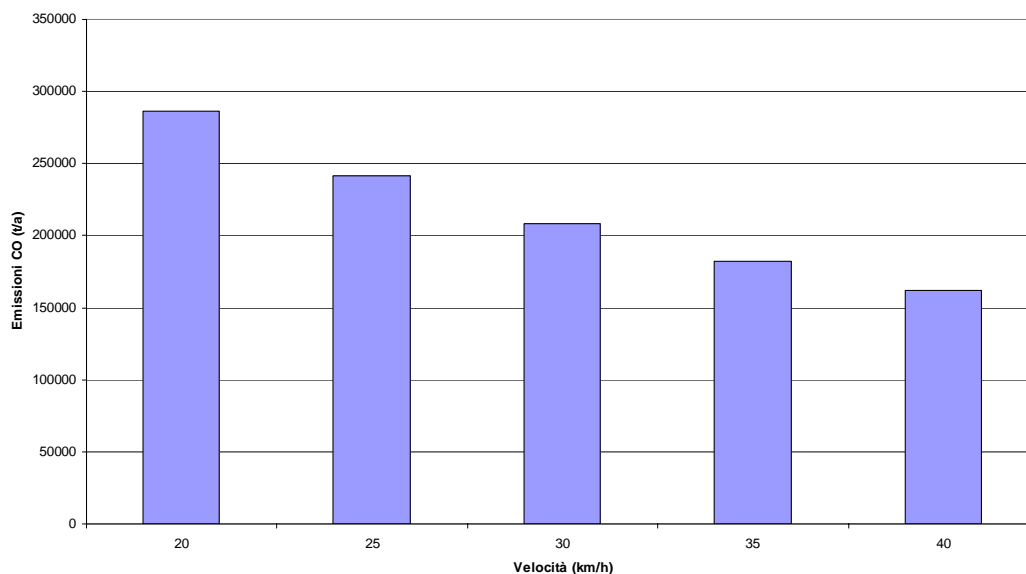


Figura 91 – Emissioni (t/a) di CO all’interno di una città con 140000 veicoli distribuiti secondo il parco veicolare della Regione Sardegna e per diverse velocità medie di marcia.

Gli eventuali provvedimenti di fluidificazione del traffico dovrebbero essere attuati dai Comuni, sia investendo i fondi necessari alla costruzione delle infrastrutture richieste, sia incaricando la Polizia Municipale di maggiori controlli, ad esempio per la dissuasione del fenomeno dei parcheggi in doppia fila.

9.6 MOBILITY MANAGER

La figura del *Mobility Manager* (MM) è stata introdotta dall’art. 3 del DM 27 marzo 1998, secondo cui, all’interno delle zone a rischio di inquinamento atmosferico individuate dalle regioni, aziende ed Enti pubblici con più di 300 dipendenti per unità locale, ed imprese con complessivamente oltre 800 dipendenti, devono individuare un responsabile della mobilità del personale. Il DM indica due tipi di MM: il *Mobility Manager* di azienda ed il *Mobility Manager* di area. Il primo ha l’incarico di ottimizzare gli spostamenti sistematici dei dipendenti, con l’obiettivo di ridurre l’uso dell’auto privata adottando il piano degli spostamenti casa-lavoro, teso a favorire soluzioni di trasporto alternativo a ridotto impatto ambientale, quali *Car Pooling* e *Car Sharing*, o il trasporto pubblico a chiamata, navette, ecc. Gli obiettivi da perseguire riguardano pertanto, la generale riduzione del traffico veicolare privato e delle sue nocive conseguenze quali consumo energetico, inquinamento atmosferico ed acustico, riduzione di emissioni di gas serra e di incidenti stradali, dando la priorità a strategie volte ad assicurare la mobilità delle persone e il

trasporto delle merci in modo efficiente. Il MM di area è una figura di supporto e coordinamento dei MM di azienda. Questa seconda figura è istituita presso l'Ufficio Tecnico del Traffico, ed è adibita a mantenere i collegamenti con le strutture comunali e le aziende di trasporto locale, a promuovere le iniziative di mobilità di area, a monitorare gli effetti delle misure adottate e coordinare i piani degli spostamenti casa-lavoro delle aziende.

ENEA (1999) ha proposto alcune linee guida per i *Mobility Manager*.

La normativa nazionale che promuove l’istituzione della figura del MM è molteplice: DM Ambiente 27 Marzo 1998 "Mobilità sostenibile nelle aree urbane"; DM Ambiente 20 Dicembre 2000 "Incentivazione dei programmi proposti dai MM aziendali"; DM Ambiente 20 Dicembre 2000 " Promozione del car sharing "; DM Ambiente 21 Dicembre 2000 " Programmi radicali per la mobilità sostenibile"; DMA 12 Novembre 2002 "Ammissione a cofinanziamento dei comuni ai sensi del DD 21/12/2000".

Allo scopo di promuovere questa misura i Comuni dovrebbero avviare campagne informative rivolte ai cittadini e alle aziende obbligate a termini di legge ad istituire un MM. Essi dovrebbero inoltre sollecitare l’istituzione di un MM aziendale alle aziende aventi l’obbligo e non ottemperanti; i Comuni dovrebbero inoltre istituire un MM di area presso i loro Uffici Tecnici del Traffico.

9.7 MISURE PER LA GESTIONE DEGLI EPISODI ACUTI

Le misure descritte in precedenza riguardano la riduzione delle emissioni e, di conseguenza, la prevenzione degli episodi acuti ed hanno quindi lo scopo di evitare che questi si verifichino.

In alcuni casi potrebbe essere necessario, nonostante le misure di riduzione delle emissioni, gestire un episodio acuto, ad esempio quando le stazioni di monitoraggio hanno registrato dei superamenti dei valori di legge e le previsioni meteorologiche fanno prevedere che tali superamenti accadranno nuovamente nei giorni successivi. In queste situazioni devono essere prese decisioni importanti, quali quelle di bloccare le attività non essenziali responsabili dell’emissione degli inquinanti che non hanno rispettato i limiti di legge.

Tra queste decisioni vi sono ad esempio:

- Il blocco del traffico, che può iniziare come parziale (ad esempio circolazione a targhe alterne) e divenire totale nelle situazioni più gravi; anche la sua estensione territoriale può

variare nel tempo. Il blocco del traffico non riguarderà particolari categorie di veicoli, come quelli adibiti ad attività di soccorso o quelli ad emissione nulla o limitata (veicoli a propulsione elettrica o alimentati a GPL/metano).

- La riduzione dei periodi temporali di accensione del riscaldamento domestico, o la limitazione alla massima temperatura interna degli edifici (e analogamente per il condizionamento degli edifici).
- Nelle situazioni più gravi dovrà essere previsto anche il blocco di talune attività produttive che si possano fermare senza gravi ripercussioni economiche per le aziende e con un ragionevole guadagno in termini di abbattimento delle emissioni.

Queste azioni andranno eliminate appena le condizioni meteorologiche diverranno favorevoli alla dispersione degli inquinanti.

10 ULTERIORI INIZIATIVE RIGUARDANTI IL TRAFFICO

Nel precedente capitolo sono state presentate una serie di misure ritenute efficaci per la riduzione delle emissioni da traffico in ambito urbano e di attuazione relativamente semplice nell’ambito del territorio regionale; nel presente capitolo vengono elencate altre possibili iniziative.

10.1 INCENTIVAZIONE DEL CAR POOLING

Il D.M. 27/3/98 sulla mobilità sostenibile individua come attività da promuovere, da parte dei comuni situati all’interno di zone a rischio di inquinamento atmosferico individuate dalle regioni, l’uso collettivo ottimale delle autovetture (*Car Pooling*). Il *Car Pooling* è la condivisione di un mezzo di trasporto privato da parte di più persone che percorrono lo stesso tragitto. Esso permette, ad esempio, a lavoratori di aziende situate nella medesima zona, che compiono quotidianamente lo stesso itinerario, di utilizzare una sola autovettura con più persone a bordo. L’obiettivo del *Car Pooling* è diminuire il numero delle vetture circolanti e di conseguenza ottenere vantaggi ambientali notevoli, oltre che un sensibile taglio dei costi che vengono ripartiti fra i partecipanti all’iniziativa. *Car Pooling* significa in pratica aumentare il numero medio di occupanti di una vettura, attualmente pari o poco superiore ad 1; un obiettivo significativo sarebbe portare a 2 questo numero medio. Questa misura è volta a diminuire le emissioni provenienti da traffico autoveicolare, quindi di monossido di carbonio, polveri fini, ossidi di azoto, biossido di zolfo, composti organici volatili e anidride carbonica.

La legge 24 novembre 2000, n. 340 “Disposizioni per la delegificazione di norme e per la semplificazione di procedimenti amministrativi – Legge di semplificazione 1999” pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 275 del 24 novembre 2000 all’art. 22 ha istituito i cosiddetti PUM – Piani Urbani per la Mobilità – con compiti di progettazione di sistemi per la mobilità urbana al fine di ridurre l’uso individuale dell’auto.

Il *Car Pooling* presenta vantaggi per i Comuni che istituiscono la misura (riduzione dell’inquinamento atmosferico, riduzione della congestione stradale, benefici in termini di sicurezza, riduzione dei tempi di trasporto, migliore efficienza del trasporto pubblico), per le aziende o gli enti che se ne avvalgono (offrire un servizio utile ai propri dipendenti che garantisca anche la regolarità nell’arrivo, riduzione dei piazzali di sosta dedicati ai parcheggi per i dipendenti e possibilità di riutilizzo per altre funzioni aziendali, rafforzamento dell’immagine

aziendale) e per gli utenti che partecipano (minori costi di trasporto e diminuzione del rischio di incidenti, minor stress psicofisico da traffico, contribuire per migliorare la qualità dell’aria che respiriamo, socializzazione tra colleghi o nuovi compagni di viaggio).

Al fine di istituire questa misura è necessario che la Regione, le Province e i Comuni informino, attraverso opportune campagne, i cittadini e le aziende o gli enti sui vantaggi che essa offre. Dovranno inoltre essere effettuate indagini sulle matrici origine-destinazione dei viaggi in maniera tale da organizzare in maniera efficiente il servizio. E’ auspicabile la creazione di un sito internet al quale i cittadini possano accedere tramite login e password e indicare l’orario e l’itinerario dei propri spostamenti per lavoro. I dati raccolti verranno elaborati ed analizzati, e le persone che effettuano un itinerario comune e ad ore simili dovranno essere messe in contatto per istituire il *Car Pooling*. Così come accade negli Stati Uniti, si potrebbero avvantaggiare gli utenti che usufruiscono della misura attraverso la creazione di corsie preferenziali o di pedaggi agevolati.

10.2 INCENTIVAZIONE DEL CAR SHARING

Anche il *Car Sharing*, secondo il D.M. 27/3/98 sulla mobilità sostenibile, deve essere una attività da promuovere da parte dei comuni situati all’interno di zone a rischio di inquinamento atmosferico individuate dalle regioni,

Le autovetture non solo hanno un basso numero medio di occupanti, ma sono utilizzate anche per un periodo di tempo limitato durante il giorno. Ad esempio molto spesso sono utilizzate solo per recarsi al posto di lavoro, rimangono inutilizzate per diverse ore, e quindi sono riprese per tornare a casa. Allo scopo di aumentare il tempo di utilizzo di una singola vettura potrebbero svilupparsi iniziative di *Car Sharing*, già attive in diversi paesi europei e in alcune città italiane (Milano, Monza, Torino, ...). Il *Car Sharing* consiste nella condivisione di una stessa autovettura, messa a disposizione da un ente pubblico o da privati, da parte di più utenti. Gli utenti interessati si devono abbonare a un servizio e in base a questo hanno diritto ad utilizzare l'auto solo per il tempo di cui hanno bisogno (anche per tempi molto brevi, un'ora ad esempio). Dopo averla utilizzata la rimettono a disposizione di altri utenti nelle aree di parcheggio appositamente create pagando una tariffa proporzionata alla durata di utilizzo ed ai chilometri percorsi. Dal punto di vista ambientale una vettura in *Car Sharing* ne può sostituire fino a 10 di proprietari individuali, con un notevole impatto positivo sulle emissioni di inquinanti. Bisogna

inoltre considerare che queste autovetture vengono controllate con una frequenza temporale molto elevata, quindi le loro emissioni sono solitamente ridotte rispetto a quelle di vetture dello stesso tipo di proprietà di privati. Anche le case automobilistiche hanno dimostrato interesse verso questa iniziativa perché grazie a loro società possono gestire un piano di *Car Sharing* (sfruttando fondi eventualmente messi a disposizione dallo Stato per cofinanziare i costi di avvio dell'attività).

Il Ministero dell'Ambiente nel 2000 ha stanziato 18 miliardi (di lire) a sostegno dell'ICS (Iniziativa *Car Sharing*) convenzione nata per promuovere questo servizio a cui hanno aderito 15 città italiane.

Le misure che i Comuni devono attuare per il *Car Sharing* sono simili a quelle descritte per il *Car Pooling*. Occorrono campagne di informazione rivolte ai cittadini, la creazione di procedure per l'iscrizione all'iniziativa (prevedendo un costo annuale ma anche una cauzione in caso di danni all'autovettura), la creazione di un sito internet che indichi le autovetture disponibili, i parcheggi in cui esse si trovano e che permetta agli utenti la prenotazione di un'auto per un periodo di interesse. Un esempio può essere il sito <http://www.milanocarsharing.it>.

10.3 INCENTIVI PER IL RINNOVO DEL PARCO AUTOVEICOLARE PRIVATO

Il rinnovo del parco autoveicolare privato è una delle azioni che sono volte alla diminuzione delle emissioni (la Figura 88 e la Figura 89 ne sono una prova). Uno degli incentivi potrebbe essere ad esempio l'adozione di una tassa di circolazione dei veicoli differenziata per tipo, con costi maggiori all'aumentare della vetustà e/o delle emissioni del veicolo (la regione Piemonte e la regione Lombardia, ad esempio, hanno eliminato la tassa regionale sui veicoli a metano).

Si osserva infatti che l'età del veicolo non è l'unico fattore che influisce sulle emissioni; se si considera ad esempio l'emissione di polveri fini, accade che veicoli relativamente nuovi alimentati a gasolio possano emettere di più rispetto a veicoli più vecchi ma alimentati a benzina.

10.4 INCENTIVAZIONE DEI TRASPORTI PUBBLICI

Una misura importante in ambiente urbano è l'incentivazione dei trasporti pubblici, in maniera tale che i cittadini siano invogliati a lasciare a casa l'auto e a muoversi con i mezzi pubblici. Questa misura è favorita dall'introduzione di zone pedonali nei centri storici e di parcheggi,

ovviamente affiancati da un potenziamento del trasporto pubblico. Essa è strettamente legata al potenziamento dell’intermodalità dei trasporti, cioè all’utilizzo del mezzo di trasporto più adeguato dal punto di vista tecnico, economico e ambientale, per ogni tratto di un viaggio. In questo modo i cittadini potrebbero recarsi sino ad un parcheggio periferico utilizzando ad esempio la propria auto e da qui muoversi verso il centro città con il mezzo pubblico. E’ importante che i nuovi parcheggi che verrebbero creati siano al coperto o all’interno di aree alberate, in maniera tale che le emissioni evaporative dai serbatoi vengano ridotte al minimo.

10.5 ADOZIONE E/O AGGIORNAMENTO DEL PIANO URBANO DEL TRAFFICO (PUT)

I piani di traffico sono finalizzati ad ottenere il miglioramento delle condizioni di circolazione e della sicurezza stradale, la riduzione degli inquinamenti acustico ed atmosferico ed il risparmio energetico, in accordo con gli strumenti urbanistici vigenti e con i piani di trasporto e nel rispetto dei valori ambientali, stabilendo le priorità e i tempi di attuazione degli interventi. Il piano urbano del traffico prevede il ricorso ad adeguati sistemi tecnologici, su base informatica di regolamentazione e controllo del traffico, nonché di verifica del rallentamento della velocità e di dissuasione della sosta, al fine anche di consentire modifiche ai flussi della circolazione stradale che si rendano necessarie in relazione agli obiettivi da perseguire.

Il PUT è stato istituito dal decreto legislativo n. 285 del 30 aprile 1992 "Nuovo codice della strada" (art. 36). I comuni che a termini di legge hanno l’obbligo di istituire un piano urbano del traffico sono quelli con una popolazione residente superiore a 30000 abitanti e quelli con una popolazione inferiore a questo valore ma interessanti da particolari affluenze turistiche, da fenomeni di pendolarismo, o da problematiche di congestione stradale. Come minimo i comuni della regione che devono adottare un PUT sono i Cagliari, Sassari, Nuoro, Oristano, Alghero, Olbia, Carbonia e Quartu Sant’Elena.

La legge stabilisce inoltre che le province provvedono all’adozione di piani del traffico per la viabilità extraurbana d’intesa con gli altri enti proprietari delle strade interessate.

La Regione deve preoccuparsi che i Comuni inadempienti predispongano al più presto il PUT, eventualmente indicando le principali direttrici di intervento.

10.6 RIDUZIONE DELL’IMPATTO DEI MEZZI PUBBLICI O PER IL TRASPORTO PUBBLICO

Questa misura è volta a diminuire le emissioni atmosferiche dovute ai mezzi degli enti pubblici e per il trasporto pubblico. Essa può essere favorita, ad esempio, prevedendo nei bandi di concorso pubblico per l’acquisto dei mezzi di trasporto o per l’appalto del trasporto pubblico punteggi elevati per le società che propongono i veicoli con minore impatto ambientale. Gli enti pubblici potrebbero inoltre essere vincolati, dove possibile, all’acquisto di mezzi di trasporto con motore elettrico o ibrido, l’acquisto di mezzi di trasporto ad impatto nullo o trascurabile e l’adozione di filtri per il particolato.

Per quanto riguarda i filtri per il particolato, ad esempio, la regione Emilia-Romagna ha presentato di recente i risultati del progetti di ricerca “Progetto Blu”, nel quale è stato sperimentato un filtro capace di trattenere circa il 99.9% delle particelle ultrafini (0.1 µm) emesse dai motori diesel dei mezzi pubblici (di trasporto e di servizio) più vecchi e inquinanti. Il costo annuo per un autobus di vecchia generazione che percorra 50.000 km in un anno è valutato in circa 3000 euro (ulteriori notizie sono disponibili nel sito dell’ARPA Emilia-Romagna al link http://www.arpa.emr.it/pubblicazioni/notizie/notizie_139.asp?idarea=1&idsezione=15). Il filtro "Progetto Blu" è assoggettato alle medesime procedure per i filtri e i silenziatori già previste dal Ministero delle infrastrutture e dei trasporti.

Alcuni particolari veicoli pubblici (ad esempio i mezzi di soccorso) potrebbero essere esclusi da questa misura.

10.7 INFORMATIZZAZIONE DELL’AMMINISTRAZIONE PUBBLICA

Un’importante azione per ridurre il traffico veicolare è l’informatizzazione dell’Amministrazione Pubblica. Infatti se fosse possibile richiedere certificati di diversa natura via internet per poi riceverli via posta a casa, o se fosse possibile scaricare da internet modulistica di particolare interesse, i cittadini non sarebbero costretti a prendere l’auto per recarsi negli uffici dell’Amministrazione Pubblica, quasi sempre localizzati nelle zone centrali delle città.

Al fine di favorire l’accesso a questo servizio anche a chi non ha collegamenti ad internet, ad esempio gli anziani, dovrebbe essere predisposta dalla Regione la carta digitale dei servizi, che contenga i dati di ogni utente in un microchip, che funzioni ad esempio anche come tessera

sanitaria o di altro tipo, e che consenta ai cittadini di ottenere la documentazione desiderata recandosi presso “chioschi informatici” che dovrebbero essere predisposti dalla Regione e dai Comuni in punti strategici del territorio.

Questa misura vedrebbe coinvolti in maniera particolare la Regione e i Comuni, che dovrebbero dotarsi di siti internet, o aggiornare i siti esistenti, in maniera tale che siano in grado di erogare il servizio.

11 ULTERIORI MISURE RIGUARDANTI ALTRE TIPOLOGIE DI SORGENTI

11.1 INCENTIVAZIONE DEL RISPARMIO ENERGETICO NEI SETTORI INDUSTRIALE E TERZIARIO

Questa misura consiste nella incentivazione del risparmio energetico nei settori industriale e terziario attraverso la ristrutturazione degli edifici, il teleriscaldamento ed il passaggio a fonti energetiche a bassa emissione o a emissione nulla. La misura ha lo scopo di ridurre le emissioni atmosferiche di ossidi di zolfo, ossidi di azoto, anidride carbonica e polveri fini. Essa contribuisce quindi a diminuire le emissioni di inquinanti per cui non vengono rispettati i valori limite, ad esempio SO₂ a Portoscuso, di inquinanti responsabili dell’effetto serra (CO₂), e di altri inquinanti. Dal punto di vista pratico devono essere previsti dalla Regione incentivi per la ristrutturazione degli edifici allo scopo di ridurre la dispersione del calore (barriere isolanti sui muri perimetrali, doppi vetri, ecc.) o per l’introduzione di pannelli solari per riscaldamento e/o produzione di energia elettrica.

11.2 TELERISCALDAMENTO IN COGENERAZIONE E TRIGENERAZIONE

La misura consiste nell’incentivazione degli impianti di teleriscaldamento in cogenerazione alimentati da biomasse vegetali di diversa origine e rifiuti. La cogenerazione consiste nella simultanea produzione e sfruttamento di due tipi di energia, elettrica e termica, da un sistema che utilizza lo stesso tipo di combustibile. Essa viene applicata nelle industrie e negli edifici in cui vi è una domanda simultanea di calore ed elettricità.

Nelle regioni calde, quali ad esempio la Sardegna, la domanda di calore è limitata a pochi mesi all’anno, mentre potrebbe esserci una elevata necessità di raffreddamento tramite aria condizionata durante i mesi estivi. Il calore proveniente da un impianto di cogenerazione è in questi casi utilizzato per produrre raffreddamento tramite processi di assorbimento; questo processo di cogenerazione di calore, raffreddamento ed elettricità è noto come trigenerazione. I vantaggi della trigenerazione sono descritti nel sito internet del progetto TriGeMed (<http://www.trigemed.com>) che vede il coinvolgimento di 4 Paesi dell’Europa meridionale:

Italia, Spagna, Portogallo, e Grecia, ed altri Paesi quali Tunisia, Marocco, ecc. Tra questi vantaggi vi è ad esempio una riduzione dei consumi di combustibile di circa il 25% rispetto alla normale produzione di elettricità, quindi anche le emissioni atmosferiche sono ridotte della stessa quantità. Se inoltre il combustibile utilizzato fosse gas naturale, le emissioni di biossido di zolfo verrebbero completamente eliminate. La trigenerazione viene utilizzata soprattutto negli edifici del terziario (aeroporti, edifici commerciali, ospedali, alberghi, ecc.).

11.3 TELERISCALDAMENTO

Il teleriscaldamento consiste nell'utilizzazione del calore di scarto degli impianti industriali, non più utilizzabile da questi, per la produzione di acqua calda, per il riscaldamento di edifici pubblici o di abitazioni private, per il riscaldamento nelle serre. In questo modo diminuirebbe il consumo di combustibili nelle aree circostanti gli impianti industriali e conseguentemente diminuirebbero le emissioni.

Il teleriscaldamento potrebbe essere validamente utilizzato nelle aree urbane o agricole utilizzando il calore di scarto delle vicine centrali termoelettriche (ad esempio ENEL di Portoscuso o ENDESA di Porto Torres) e/o degli impianti di termovalorizzazione dei rifiuti che non possono essere riciclati. La distanza tra sorgente e utilizzo non può però superare qualche km. Questa azione è volta alla diminuzione delle emissioni di ossidi di azoto, biossido di zolfo, monossido di carbonio, anidride carbonica e polveri fini.

11.4 POTENZIAMENTO DELLA LOTTA AGLI INCENDI BOSCHIVI

Questa misura, oltre a salvaguardare l'importante patrimonio boschivo della regione Sardegna, contribuisce alla diminuzione delle emissioni di monossido di carbonio, anidride carbonica e polveri fini. Si tratta in pratica di imporre più efficaci controlli per verificare la reale attuazione delle disposizioni vigenti in materia di incendi boschivi (eliminazione del materiale più infiammabile in vicinanza delle strade e delle ferrovie, ecc.).

Si riportano in Tabella 46 i fattori di emissione in t/ha dei principali inquinanti emessi dagli incendi. Si nota ad esempio che ogni ettaro di foresta mediterranea salvato dal fuoco implica una diminuzione delle emissioni di CO₂ di quasi 13 tonnellate, o una diminuzione delle emissioni CO di quasi 3 tonnellate.

Vegetazione	CO ₂	CO	CH ₄	NM VOC	NO _x	NH ₃	N ₂ O	SO _x
Foresta mediterranea	12.656	2.911	0.190	0.266	0.101	0.023	0.005	0.020
Sterpaglia	10.800	2.484	0.162	0.227	0.086	0.019	0.004	0.017
Prateria	1.620	0.373	0.024	0.034	0.013	0.003	0.001	0.003

Tabella 46 – Fattori di emissione (t/ha) relativi agli incendi (CORINAIR).

11.5 ADOZIONE DI ACCORDI VOLONTARI (EMAS, ISO 14000)

Le norme internazionali ISO 14000 sono uno strumento volontario per migliorare la gestione della variabile ambientale all'interno dell'impresa o di qualsiasi altra organizzazione. Le norme EN UNI ISO 14000 attualmente in vigore in Italia sono state create dal comitato tecnico dell'ISO (International Organisation for Standardisation) TC 207 *Environmental management*, successivamente approvate dal CEN (Comitato Europeo di Normazione), divenendo così anche norme europee (EN), ed infine hanno ottenuto lo status di norma nazionale mediante la pubblicazione della traduzione in lingua italiana curata dall'UNI (Ente Italiano di Unificazione).

Il Regolamento (CE) n. 761 del 2001 introduce il sistema comunitario di ecogestione ed audit (EMAS), che si propone l'obiettivo di favorire, su base volontaria, una razionalizzazione delle capacità gestionali dal punto di vista ambientale delle organizzazioni, basata non solo sul rispetto dei limiti imposti dalle leggi, che rimane comunque un obbligo dovuto, ma sul miglioramento continuo delle proprie prestazioni ambientali, sulla creazione di un rapporto nuovo e di fiducia con le istituzioni e con il pubblico e sulla partecipazione attiva dei dipendenti.

La Regione dovrebbe promuovere una campagna informativa rivolta alle principali imprese/organizzazioni e tesa ad illustrare i vantaggi dell'adozione di ISO 14000 e EMAS e, eventualmente, potrebbe finanziare, in tutto o in parte, la certificazione.

11.6 TERMINALI MARITTIMI

La misura consiste in interventi di riduzione delle emissioni dai terminali marittimi di combustibili liquidi in ambiente portuale.

Questa azione è volta alla diminuzione delle emissioni di composti organici volatili tra cui, ad esempio, il benzene che ha comprovati effetti nocivi sulla salute. I COV sono inoltre precursori

dell’ozono, quindi una diminuzione delle loro emissioni contribuirebbe anche alla diminuzione delle concentrazioni di questo inquinante. Questa misura può essere messa in atto tramite l’adozione di procedure EMAS o ISO 14000 descritte in un punto precedente.

11.7 INCENTIVAZIONE ALL’UTILIZZO DEL METANO PER IL RISCALDAMENTO DOMESTICO

Appena possibile dovrebbe essere incentivato il passaggio al metano in sostituzione al gasolio come combustibile per il riscaldamento domestico e per la produzione di acqua calda; questa azione ridurrebbe le emissioni in atmosfera di biossido di zolfo.

Per fare un esempio, il consumo di gasolio ai fini del riscaldamento domestico nel 2001 è stato pari a 4100558 GJ ed ha prodotto emissioni di SO₂ per 385 t; poiché il metano ha un’emissione nulla di biossido di zolfo, se si riducesse di X% il consumo di gasolio in favore del metano, si ridurrebbero della stessa percentuale anche le emissioni di SO₂.

11.8 RECUPERO BIOGAS

La misura consiste nella incentivazione delle iniziative di recupero del biogas derivante dall’interramento dei rifiuti.

Questa azione è volta a ridurre le emissioni di ammoniaca, metano e composti organici volatili, inquinanti che hanno un ruolo fondamentale rispettivamente nella formazione di particolato atmosferico secondario, nell’aumento dell’effetto serra e nella formazione di ozono.

11.9 DIRETTIVA SOLVENTI

La misura consiste in interventi di supporto per la riduzione delle emissioni di composti organici volatili in applicazione della direttiva sui solventi (1999/13/CE recepita dal DM 44/2004).

Devono essere effettuate verifiche relativamente all’applicazione di quanto previsto dalla Direttiva Solventi relativa alle emissioni di composti organici volatili da talune attività industriali (ad esempio, stampa, rotocalcografia, laminazione, laccatura, pulizia di superfici, rivestimento di autoveicoli, verniciatura in continuo, rivestimento delle superfici di legno, pulitura a secco, rivestimento di cuoio, fabbricazione di calzature, rivestimenti adesivi, fabbricazione di preparati per rivestimenti, vernici, inchiostri e adesivi, estrazione di olio vegetale e grasso animale e attività di raffinazione di olio vegetale, fabbricazione di prodotti farmaceutici).

11.10 INCENTIVAZIONE ALL’UTILIZZO DI ENERGIE PULITE.

In una regione con le condizioni meteorologiche della Sardegna è importante incentivare l’utilizzo di energie pulite quali l’eolico e il solare, che sono ad emissione nulla, il tutto compatibilmente con altri impatti ambientali che questi impianti possono avere, soprattutto l’impatto paesaggistico.

Negli ultimi anni sono state installati in Sardegna numerosi parchi eolici, altri sono in fase di realizzazione, mentre altri ancora sono stati progettati e avrebbero dovuto essere realizzati, facendo diventare la Sardegna la regione italiana con la maggiore potenza installata. La realizzazione di nuovi impianti è stata ora sospesa dalla Giunta regionale per l’impatto sul paesaggio che questi indubabilmente hanno, soprattutto perché i siti più favorevoli per lo sfruttamento dell’energia eolica si trovano sui punti più elevati del territorio (montagne, creste, altopiani) e, di conseguenza, più visibili.

Per quanto riguarda lo sfruttamento dell’energia solare, la via più facilmente perseguibile è quella dei piccoli impianti a uso abitativo o pubblico, sia per la produzione di energia elettrica, sia per la produzione di acqua calda.

Nel primo caso l’impianto è costituito, in estrema sintesi, da un generatore (composto da più pannelli di celle fotovoltaiche che trasformano la radiazione solare incidente in energia elettrica), da un sistema di batterie per l’accumulo dell’energia elettrica prodotta e da un alternatore per trasformare la corrente continua fornita dal generatore (o dalle batterie) in corrente alternata utilizzabile dagli apparati elettrici. I pannelli solari vengono generalmente installati sul tetto degli edifici e orientati a sud con una inclinazione che varia a seconda della latitudine, in modo da sfruttare al meglio l’energia incidente. A seconda del tipo di celle utilizzate, per una casa monofamiliare di dimensioni piccole o medie sono necessari dai 10 ai 20 m² di pannelli solari; questi sono sufficienti a produrre un’energia di picco di circa 1 kW. L’energia prodotta in eccesso, nei momenti di minore consumo, può essere immessa in rete ottenendo uno sconto sulle bollette (il cosiddetto “conto energia”); in tal caso non è necessario prevedere batterie per l’accumulo dell’energia prodotta in eccesso, diminuendo i costi di installazione dell’impianto.

Il Decreto Legislativo n. 387 del 29/12/2003 “Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno

dell’elettricità” prevede dei Decreti attuativi, ancora non emessi, con incentivazioni per impianti di questo tipo.

Nel caso di un impianto solare termico un liquido speciale, formato da acqua e antigelo, circola all’interno dei pannelli esposti alla radiazione solare riscaldandosi; il liquido, che circola all’interno di un circuito chiuso, cede calore all’acqua di un serbatoio che, a sua volta, viene immessa nell’impianto domestico. A seconda delle modalità di trasferimento del calore al serbatoio questi impianti si dividono in impianti a circolazione naturale o a circolazione forzata; i primi sono più semplici ed economici, mentre i secondi sono più efficienti e hanno il vantaggio di poter occultare il serbatoio che, altrimenti, deve essere posizionato sul tetto, più in alto dei pannelli.

In Italia sono già previste varie forme di incentivazione da parte del governo nazionale, di alcune regioni, province o comuni (ad esempio il comune di Roma) basate su finanziamenti agevolati, contributi e defiscalizzazione delle spese; ad esempio, la provincia di Bolzano concede finanziamenti che sono normalmente del 30%, ma possono arrivare fino all’80%, nel caso di realizzazione di impianti solari fotovoltaici per abitazioni isolate senza possibilità di allacciamento alla rete elettrica.

12 PARTECIPAZIONE E INFORMAZIONE DELLA POPOLAZIONE

Il coinvolgimento attraverso l’informazione della popolazione è molto importante e per questo indicato anche nell’art. 11 del D.Lgs 351/1999. La popolazione non deve essere informata solo di eventuali superamenti dei limiti di legge, ma anche di cosa si sta facendo affinché questi superamenti non si verifichino o il loro numero diminuisca, in maniera tale che eventuali sacrifici richiesti risultino più comprensibili e, per questo, maggiormente accettabili.

Alcune delle misure proposte nei capitoli precedenti possono essere effettuate grazie al coinvolgimento delle industrie o degli Enti Pubblici. Il successo di altre misure dipende invece in massima parte dalla partecipazione e dalla buona volontà della popolazione che deve rendersi conto che certi stili di vita e di consumo sono i maggiori responsabili della cattiva qualità dell’aria. Si pensi ad esempio all’adesione al *car pooling*, al *car sharing*, al maggiore utilizzo delle biciclette o dei mezzi pubblici, ecc. Un ulteriore ruolo non secondario della popolazione è quello di controllo delle azioni della classe politica e di stimolo affinché vengano rispettate o intraprese misure per la riduzione dei livelli di concentrazione degli inquinanti in atmosfera.

Per questi motivi si ritiene importante l’informazione della popolazione, in particolare in merito alle misure che la vedono direttamente coinvolta, cioè le limitazioni alla circolazione dei veicoli più vecchi nei centri urbani, il rinnovo del parco autoveicolare, l’incentivazione del trasporto pubblico, il *car pooling*, il *car sharing*, le misure di controllo degli autoveicoli, il potenziamento delle piste ciclabili e il risparmio energetico.

13 MISURE DI MANTENIMENTO

Le misure di mantenimento devono essere applicate sia nelle zone per le quali sono state proposte misure di risanamento, sia per la parte rimanente del territorio regionale (zona di mantenimento).

È chiaro che in area industriale gli obiettivi di riduzione delle emissioni proposti possono raggiungere il loro scopo solamente se non viene contemporaneamente alterato il quadro attuale, sul quale gli obiettivi sono stati definiti, ad esempio con la realizzazione di un nuovo stabilimento. La realizzazione di uno stabilimento industriale di un certo rilievo nella zona di mantenimento (soprattutto nelle vicinanze di un’area urbana) può invece alterare anche significativamente il quadro ambientale. In entrambi i casi, prima di concedere le necessarie autorizzazioni, è importante uno studio di impatto d’area, descritto nel successivo paragrafo.

In ambito urbano è invece molto difficile che possano intervenire alterazioni significative in negativo, considerata la consistente riduzione delle emissioni diffuse prevista dagli scenari di riferimento; gli interventi di metanizzazione previsti a breve-medio termine potranno ulteriormente migliorare la situazione nel periodo invernale, diminuendo le emissioni da impianti di riscaldamento. Solo modifiche drastiche alla viabilità principale potrebbero alterare la situazione della qualità dell’aria in un centro urbano, determinando probabilmente un incremento dell’inquinamento in alcuni quartieri e una diminuzione in altri. Pertanto, soprattutto nei centri medio-grandi, è importante che ogni rilevante modifica al piano del traffico sia valutata anche dal punto di vista dell’inquinamento atmosferico.

13.1 IMPATTO D’AREA

La misura consiste nell’introduzione, nelle procedure di autorizzazione di nuovi impianti o di modifiche a impianti esistenti, di valutazioni che tengano conto dell’impatto globale sull’area di ricaduta delle emissioni.

Queste procedure di impatto d’area permetteranno di considerare l’effetto delle emissioni di nuovi impianti all’interno di un contesto ambientale specifico e magari già al limite della compromissione. Quindi un impianto che preso singolarmente potrebbe non avere un impatto significativo, potrebbe invece risultare uno dei responsabili del superamento dei valori limite per uno o più inquinanti (si veda ad esempio il caso di Portoscuso).

Uno studio di impatto d’area dovrebbe essere caratterizzato almeno dai seguenti contenuti:

- analisi meteorologica del sito in esame;
- caratterizzazione dello stato di qualità dell’aria;
- caratterizzazione delle sorgenti emmissive;
- scelta ragionata del modello di simulazione;
- descrizione dei risultati.

L’analisi meteorologica dell’area di studio è utile almeno per tre motivi principali:

- verificare se i dati utilizzati per la preparazione dell’input meteorologico rappresentano effettivamente la climatologia;
- comprendere quali sono le situazioni meteorologiche prevalenti ed eventualmente effettuare le scelte opportune (ad esempio se vengono evidenziate numerose situazioni di calma di vento si dovrà scegliere un modello di dispersione opportuno, oppure si dovranno trattare tali situazioni in maniera opportuna);
- interpretare risultati delle simulazioni di dispersione, ad esempio tramite un semplice confronto visivo tra rosa dei venti su uno specifico periodo temporale (anno, stagione, mese) e mappe delle concentrazioni medie sullo stesso periodo.

La caratterizzazione climatologica può essere effettuata anche quando non viene eseguita nessuna simulazione di dispersione degli inquinanti. La preparazione del file di input meteorologico è invece un passo obbligato, ovviamente, ogni qual volta sia necessario effettuare delle simulazioni di dispersione atmosferica degli inquinanti.

L’analisi meteorologica dovrà contenere almeno le rose dei venti per il periodo di simulazione e se possibile anche le rose delle classi di stabilità atmosferica; questi grafici potranno essere prodotti anche per periodi particolari più brevi rispetto all’intera simulazione, quali i mesi o le stagioni. Dovranno essere prodotti anche grafici inerenti gli andamenti mensili di variabili quali la temperatura atmosferica e la precipitazione. Nel caso in cui non tutte le variabili meteorologiche richieste dai modelli di simulazione siano direttamente misurate dalle stazioni di monitoraggio, ma sia necessario derivarne alcune, tipicamente quelle legate alla turbolenza

atmosferica, le procedure utilizzate devono essere chiaramente descritte e opportunamente referenziate, evidenziandone gli eventuali limiti e le ipotesi di lavoro.

La caratterizzazione dello stato di qualità dell’aria viene effettuata per comprendere la pressione agente sul territorio oggetto dello studio. Essa permette di evidenziare situazioni di criticità specifiche per i diversi inquinanti e di stimare, anche in termini percentuali, l’impatto delle sorgenti emissive oggetto dello studio. Questa fase è quasi sempre preceduta da un’analisi della normativa vigente relativamente ai valori di concentrazione atmosferica degli inquinanti di interesse. I dati di qualità dell’aria infatti devono essere confrontati con i limiti di normativa. L’analisi dei dati di qualità dell’aria può essere effettuata a diversi livelli con diversi gradi di approfondimento in funzione del tipo e della quantità di dati disponibili. Il livello di analisi di minor dettaglio (nel senso che tutte le elaborazioni sono già fatte) consiste nel recuperare, se esistono, report annuali preparati dagli Enti preposti (e.g. ARPA, Regioni, Province, ...) e nell’effettuare una valutazione critica dei risultati riportati. Il livello di analisi di maggior dettaglio (nel senso che lascia la libertà di determinare tutti i parametri desiderati, che potrebbero essere meno, ma diversi, rispetto a quelli riportati in eventuali report) viene effettuato invece sulle misure di concentrazione a livello orario da una o più stazioni di misura, per uno o più inquinanti, per uno o più anni. In ogni caso è utile avere a disposizione una mappa georeferenziata delle posizioni di misura, sia di qualità dell’aria che di meteorologia, eventualmente riportante anche le sorgenti di interesse e l’area su cui si desidera valutare l’esposizione.

La caratterizzazione delle sorgenti emissive è volta principalmente a preparare i dati necessari in ingresso ai modelli di simulazione atmosferica. Ai fini modellistici le sorgenti si distinguono in puntuali, diffuse o areali e lineari. Le sorgenti di tipo industriale sono quasi sempre puntuali (cioè camini con elevati ratei di emissione) che vengono descritti tramite le loro coordinate geografiche, le caratteristiche geometriche (altezza e diametro) e di flusso (portata secca e umida, temperatura e concentrazione nei fumi); nel caso in cui il modello di dispersione atmosferica non sia in grado di utilizzare direttamente queste variabili, i dati devono essere opportunamente processati.

Il modello di dispersione atmosferica da utilizzare deve essere selezionato in base a diversi fattori quali, ad esempio (APAT, 2000): la scala spaziale di interesse, la scala temporale di interesse, la complessità dell’area di studio, la tipologia di inquinante, la tipologia delle sorgenti

di emissione, la tipologia di analisi e la disponibilità dei dati di input. Un altro fattore importante nella scelta del modello è la sua “autorevolezza”, che deriva dal fatto di appartenere ad una lista di modelli suggeriti da Enti di importanza nazionale o internazionale, ad esempio la US-EPA, e/o dal fatto di essere stati applicati con successo in diversi casi che risultano documentati su riviste scientifiche di settore. Una volta selezionato il modello, tutte le ipotesi di simulazione adottate o escluse devono essere indicate e motivate (ad esempio l’utilizzo o meno di algoritmi per lo *stack tip downwash*, o del *partial plume penetration*, ecc.).

I risultati dello studio devono infine essere commentati e rappresentati in maniera tabulare e grafica evidenziando l’eventuale superamento dei limiti di legge. Le tavole grafiche devono rappresentare tutti i parametri di legge di interesse per l’inquinante in esame (ad esempio per il biossido di zolfo dovranno essere rappresentate le medie annuali, i superamenti delle medie orarie e i superamenti delle medie giornaliere). Questa rappresentazione andrà effettuata tramite isolinee o celle di diverso colore in funzione del valore di concentrazione che saranno disegnate, se possibile, sopra una carta tecnica di scala opportuna riportante i confini dello stabilimento e le informazioni topografiche necessarie.

13.2 MANUTENZIONE E CONTROLLO DEGLI IMPIANTI TERMICI

Il DPR 26 agosto 1994 n. 412 stabilisce le norme in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici ai fini del contenimento dei consumi energetici, ed individua nei Comuni e nelle Province i soggetti attivi per il rispetto delle norme indicate. Il D.Lgs. 31 marzo 1998, n. 112, affida invece alle Regioni funzioni di coordinamento dei compiti attribuiti agli enti locali per l’attuazione del DPR 412/1994. La legge 10/1991 stabilisce che i Comuni con più di 40000 abitanti, e le Province per il territorio rimanente, effettuino con cadenza almeno biennale ed a spese dell’utente i controlli necessari per accertare lo stato di manutenzione dell’impianto termico. Nello svolgimento di questa operazione Comuni e Province possono avvalersi di organismi esterni.

I risultati di queste ispezioni andranno raccolti ed inviati periodicamente alla Regione.

13.3 DIVIETO DI PEGGIORAMENTO DELLE EMISSIONI DEGLI IMPIANTI TERMICI ESISTENTI

La misura consiste nell’ introduzione del principio di divieto di peggioramento delle emissioni degli impianti termici esistenti non inseriti in cicli di lavorazione industriale, ai sensi dell’art. 7 DPCM 2 ottobre 1995. Il Decreto disciplina le caratteristiche merceologiche dei combustibili aventi rilevanza ai fini dell’inquinamento atmosferico nonché le caratteristiche tecnologiche degli impianti di combustione. All’articolo 7, tra gli impianti non inseriti in cicli di lavorazione industriale compaiono:

- riscaldamento e/o climatizzazione di ambienti;
- riscaldamento di acqua calda per utenze civili;
- cucine, lavaggio stoviglie, sterilizzazione e disinfezione mediche;
- lavaggio biancheria e simili;
- forni da pane;
- mense ed altri pubblici esercizi destinati ad attività di ristorazione.

Questo principio deve essere applicato sia nelle zone che necessitano di risanamento, sia nelle zone soggette ad un piano di mantenimento.

13.4 LIMITAZIONI NELL’UTILIZZO DI ALCUNE TIPOLOGIE DI COMBUSTIBILI

La misura consiste nell’introduzione di limitazioni nell’utilizzo di alcune tipologie di combustibili negli impianti termici esistenti non inseriti in cicli di lavorazione industriale, ai sensi dell’art. 8 DPCM 2 ottobre 1995 All’articolo 8, tra i combustibili utilizzabili negli impianti termici non inseriti in cicli di lavorazione industriale vi sono:

- gas naturale;
- gas di città;
- gas di petrolio liquefatto;
- gasolio, kerosene ed altri distillati di petrolio con contenuto di zolfo non superiore allo 0,2% in peso;

- residui di origine vegetale di cui all'art. 4, comma 1, alle condizioni previste dal decreto del Ministro dell'ambiente del 16 gennaio 1995;
- biodiesel avente le caratteristiche di cui all'allegato al decreto ministeriale del 31 dicembre 1993 pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 3 del 5 gennaio 1994;
- olio combustibile ed altri distillati pesanti di petrolio con contenuto di zolfo non superiore allo 0,3% in peso, con residuo carbonioso non superiore al 10% in peso e con contenuto di nichel e vanadio, come somma, non superiore a 230 ppm;
- legna tal quale e carbone di legna;
- agglomerati di lignite con contenuto di zolfo non superiore allo 0,5% in peso e di materie volatili non superiore al 40% in peso;
- coke metallurgico e da gas con contenuto di zolfo non superiore all'1% in peso e di materie volatili non superiore al 2% in peso;
- antracite, prodotti antracitosi e loro miscele con contenuto di zolfo non superiore all'1% in peso e di materie volatili non superiore al 13% in peso;
- carbone di vapore con contenuto di zolfo non superiore all'1% in peso e di materie volatili non superiore al 35%.

Queste limitazioni relative all'utilizzo di combustibili diversi da quelli elencati, dovranno essere applicate sia nelle zone che necessitano di risanamento, sia nelle zone soggette ad un piano di mantenimento; esse contribuiranno a ridurre le emissioni di ossidi di zolfo.

14 VERIFICA DELL’EFFICACIA DELLE MISURE

L’efficacia delle misure proposte dovrebbe essere verificata a distanza di uno o due anni e poi monitorata periodicamente; a tale scopo la Regione potrebbe istituire una commissione tecnica di cui dovrebbero fare parte rappresentanti della Regione stessa, della costituenda ARPA, delle Province, dei Comuni capoluogo e dei Comuni caratterizzati dalle condizioni più critiche della qualità dell’aria.

La verifica dell’efficacia delle misure comprende sia le attività ispettive volte ad accertare il rispetto dei limiti di emissione (soprattutto da parte delle maggiori industrie), sia le attività volte ad accertare il grado di penetrazione o attuazione di eventuali programmi/misure per la riduzione delle emissioni (ad esempio il car sharing, il ricorso all’energia solare), sia le attività per il controllo dello stato della qualità dell’aria.

Le prime sono in carico agli organismi a ciò deputati per legge (PMP, organi di polizia, ecc.); la verifica del rispetto di eventuali misure come il bollino blu potrebbe essere effettuata contestualmente ad altri accertamenti relativi al rispetto del codice stradale da parte delle polizie municipali e della polizia stradale.

Le seconde dovrebbero consistere in indagini statistiche presso gli enti/aziende coinvolti nelle misure o gli enti erogatori di contributi. Ad esempio, a fronte di un incentivo regionale per impianti fotovoltaici in conto energia sarebbe importante stabilire, per anno e almeno per provincia, il numero di domande accolte, la potenza totale installata, l’energia totale immessa nella rete. Le informazioni potrebbero essere raccolte direttamente presso gli organi regionali incaricati di istruire le pratiche e presso i gestori della rete elettrica.

Strumenti fondamentali per la valutazione della qualità dell’aria sono:

- la revisione dell’inventario delle emissioni;
- le misure della rete di monitoraggio, opportunamente adeguata;
- i risultati delle applicazioni modellistiche, principalmente, ma non esclusivamente, sul territorio non coperto da misure o per inquinanti non monitorati.

Per quanto riguarda la rete di monitoraggio della regione Sardegna, si osserva che essa non è conforme a quanto previsto dalla legge, essendo nata per due motivi principali: valutare l’impatto

di taluni poli industriali di notevoli dimensioni e valutare l’impatto del traffico autoveicolare. La dislocazione, il numero e la dotazione strumentale dei punti di misura della rete di monitoraggio deve essere rivista in base a quanto disposto dalle Direttive Europee e dalla legge italiana. Le principali indicazioni vengono riportate di seguito. Un documento di sintesi in proposito è stato pubblicato dall’APAT con il titolo “*Linee guida per la predisposizione delle reti di monitoraggio della qualità dell’aria in Italia*” ed è reperibile all’indirizzo internet http://www.sinanet.apat.it/site/contentfiles/00037000/37045_ACE4.pdf.

14.1 DM 60/2002

Il DM 60/2002, allegato VIII, fornisce indicazioni per l’ubicazione a macroscala delle stazioni di monitoraggio di SO₂, NO₂, NO_x, PM₁₀, Piombo, Benzene e CO.

Per quanto riguarda la protezione della salute umana, il DM stabilisce che i punti di campionamento dovrebbero essere ubicati in modo da:

- fornire dati sulle aree all’interno di zone ed agglomerati dove si raggiungano i più elevati livelli a cui è probabile che la popolazione sia esposta, direttamente o indirettamente, per un periodo significativo in relazione al periodo di mediazione del valore limite;
- fornire dati sui livelli nelle altre aree all’interno delle zone e degli agglomerati che sono rappresentativi dell’esposizione della popolazione in generale.

I punti di campionamento dovrebbero, in generale, essere ubicati in modo da evitare misurazioni di microambienti molto ridotti nelle loro immediate vicinanze. Orientativamente un punto di campionamento dovrebbe essere ubicato in modo tale da essere rappresentativo della qualità dell’aria in una zona circostante non inferiore a 200 m², in siti orientati al traffico, e non inferiore ad alcuni km², in siti di fondo urbano. I punti di campionamento dovrebbero, laddove possibile, essere anche rappresentativi di ubicazioni analoghe non nelle loro immediate vicinanze.

Per quanto riguarda i punti di campionamento destinati alla protezione degli ecosistemi e della vegetazione, essi dovrebbero essere ubicati a più di 20 km dagli agglomerati o a più di 5 km da aree edificate diverse dalle precedenti o da impianti industriali o autostrade. Orientativamente un punto di campionamento dovrebbe essere ubicato in modo tale da essere rappresentativo della qualità dell’aria ambiente in un area circostante di almeno 1000 km². Tenendo conto delle

condizioni geografiche si può prevedere che un punto di campionamento venga ubicato ad una distanza inferiore o sia rappresentativo della qualità dell’aria ambiente in un’area meno estesa.

Il numero minimo di punti di campionamento per la misurazione in siti fissi dei livelli di SO₂, NO₂, NO_x, PM10, Piombo, Benzene e CO emessi da fonti diffuse, ai fini della protezione della salute umana, è mostrato in Tabella 47 in funzione della popolazione dell’agglomerato (DM 60/2002, allegato IX), limitatamente alle possibili classi di popolazione per la Sardegna. Nel caso in cui si superi la soglia di valutazione superiore, il DM, per NO₂, benzene e PM10, indica di includere almeno un punto di campionamento di fondo urbano ed un punto di campionamento orientato al traffico (sempre che ciò non comporti un aumento dei punti di campionamento).

Popolazione dell’agglomerato o della zona	Se i livelli superano la soglia di valutazione superiore	Se i livelli massimi sono situati tra le soglie di valutazione superiore e inferiore	Solo per SO ₂ e per NO ₂ , negli agglomerati dove i livelli massimi sono al di sotto della soglia di valutazione inferiore
0-249.999	1	1	Non applicabile
250.000-499.999	2	1	1
500.000-749.999	2	1	1
750.000-999.999	3	1	1
1.000.000-1.499.999	4	2	1

Tabella 47 - Il numero minimo di punti di campionamento per la misurazione in siti fissi dei livelli di SO₂, NO₂, NO_x, PM10, Piombo, Benzene e CO emessi da fonti diffuse, ai fini della protezione della salute umana.

Il numero minimo di punti di campionamento nelle vicinanze di fonti puntuali deve essere calcolato tenendo conto della densità di emissioni, del probabile profilo di distribuzione dell’inquinamento dell’aria ambiente e della potenziale esposizione della popolazione.

Per quanto riguarda la protezione degli ecosistemi, il numero minimo di punti di campionamento per misurazioni in siti fissi è mostrato in Tabella 48 (DM 60/2002, allegato IX).

Se i livelli superano la soglia di valutazione superiore	Se i livelli massimi si situano tra le soglie di valutazione superiore e inferiore
1 punto di campionamento per 20.000 km ²	1 punto di campionamento per 40.000 km ²

Tabella 48 - Il numero minimo di punti di campionamento per la misurazione in siti fissi ai fini della protezione degli ecosistemi.

Si osserva che la legge stabilisce il numero minimo di stazioni di misura, ma non il numero massimo o il numero ottimale. Sono auspicabili procedure di valutazione in grado di determinare il numero ottimale di stazioni di misura, in maniera tale da ridurre i costi di acquisto delle stazioni e di gestione della rete di monitoraggio. Infatti, superato un certo numero, una ulteriore stazione di monitoraggio non fornisce più informazioni utili, cioè informazioni che non possano essere già ottenute dalle altre, quindi la sua aggiunta non è più economicamente conveniente.

14.2 DIRETTIVA 2002/3/CE

La Direttiva 2002/3/CE, allegato IV, fornisce indicazioni per l’ubicazione a macroscala delle stazioni di monitoraggio (siti fissi) di O₃. I punti di campionamento devono, nella misura del possibile, essere rappresentativi di zone analoghe non ubicate nelle immediate vicinanze. Le tipologie di stazioni di misura per l’ozono indicate dalla Direttiva sono riepilogate in Tabella 49.

Tipo di stazione	Finalità della misurazione	Rappresentatività	Criteri di ubicazione su macroscala
Urbana	Protezione della salute umana: determinare l'esposizione all'ozono della popolazione delle zone urbane, ovvero delle zone con densità di popolazione e concentrazioni di ozono relativamente alte e rappresentative dell'esposizione della popolazione generale.	Alcuni km ²	Lontano dall'influsso di emissioni locali come traffico, distributori di carburante, ecc. Zona sufficientemente areata da garantire un'adeguata miscela delle sostanze da misurare. Per esempio zone cittadine ad uso residenziale o commerciale, parchi (lontano dagli alberi), ampie strade o piazze con traffico minimo o nullo, zone aperte appartenenti a strutture scolastiche o a impianti ricreativi o sportivi.

Tipo di stazione	Finalità della misurazione	Rappresentatività	Criteri di ubicazione su macroscala
Suburbana	<p>Protezione della salute umana e della vegetazione:</p> <p>determinare l'esposizione della popolazione e della vegetazione alla periferia degli agglomerati, dove si riscontrano i massimi livelli di ozono, ai quali la popolazione e la vegetazione possono essere esposti direttamente o indirettamente</p>	Alcune decine di km ²	Non nelle immediate vicinanze dell'area di massima emissione, sottovento rispetto alla direzione o alle direzioni principali del vento, in condizioni favorevoli alla formazione di ozono. Aree in cui la popolazione, le colture sensibili o gli ecosistemi naturali situati ai margini estremi di un agglomerato sono esposti ad elevati livelli di ozono. Ove appropriato, anche qualche stazione suburbana situata sopravvento rispetto all'area di massima emissione, onde determinare i livelli regionali di inquinamento di fondo da ozono.
Rurale	<p>Protezione della salute umana e della vegetazione:</p> <p>determinare l'esposizione della popolazione, delle colture e degli ecosistemi naturali alle concentrazioni di ozono su scala subregionale</p>	Livelli subregionali (alcune centinaia di km ²)	Le stazioni possono essere situate in piccoli insediamenti e/o aree con ecosistemi naturali, foreste o a colture. Aree rappresentative dell'ozono purché distanti dall'influenza di emissioni locali immediate, come insediamenti industriali e strade. Aree aperte, ma non alla sommità di montagne.
Rurale di fondo	<p>Protezione della salute umana e della vegetazione:</p> <p>determinare l'esposizione della popolazione, delle colture e degli ecosistemi naturali alle concentrazioni di ozono su scala regionale</p>	Livelli regionali, nazionali, continentali (da 1000 a 10000 km ²)	Stazioni situate in aree a bassa densità di popolazione, ad esempio con ecosistemi naturali, foreste, a grande distanza da aree urbane ed industriali e distanti dall'influenza delle emissioni locali. Evitare zone soggette ad un locale aumento delle condizioni di inversione a livello del suolo, nonché la sommità delle montagne. Sconsigliate le zone costiere caratterizzate da evidenti cicli di vento diurni a carattere locale.

Tabella 49 – Tipologie di stazioni di misura per l’ozono.

Il numero minimo di punti di campionamento per la misurazione in siti fissi dei livelli di O₃ laddove la misurazione continua è la sola fonte di informazione è mostrato in Tabella 50 in funzione della popolazione dell’agglomerato (Direttiva 2002/3/CE, allegato V). Almeno una stazione di monitoraggio deve essere ubicata nelle zone suburbane, dove può verificarsi la maggiore esposizione della popolazione. Negli agglomerati almeno il 50% delle stazioni deve essere situato nelle zone suburbane. Nelle zone topograficamente complesse, al fine di misurare il valore rurale di fondo, viene raccomandata una stazione di monitoraggio ogni 25.000 km² (anziché 50.000 km²).

Le indicazioni riportate nella tabella seguente sul numero minimo dei punti di campionamento sono valide quando la misurazione continua è la sola fonte di informazione. Per le misurazioni fisse in zone ed agglomerati che raggiungono gli obiettivi a lungo termine invece, il numero di punti di campionamento per l'ozono, unito ad altri metodi di valutazione supplementare quali le tecniche di modellizzazione della qualità dell'aria e la misurazione contestuale di biossido di azoto, deve essere sufficiente per esaminare la tendenza dell'inquinamento da ozono e verificare la conformità agli obiettivi a lungo termine.

Popolazione	Agglomerati (urbano e suburbano)	Altre zone (suburbane e rurali)	Rurale di fondo
0-249.999	-	1	1 stazione/50.000 km ² come densità media di tutte le zone di un paese
250.000-499.999	1	2	
500.000-999.999	2	2	
1.000.000-1.499.999	3	3	
1.500.000-1.999.999	3	4	
2.000.000-2.749.999	4	5	
2.750.000-3.749.999	5	6	
> 3.750.000	1 stazione supplementare per 2 milioni di abitanti	1 stazione supplementare per 2 milioni di abitanti	

Tabella 50 - Numero minimo di punti di campionamento per la misurazione in siti fissi dei livelli di O₃ ai fini della protezione della salute umana.

Il numero di stazioni situate negli agglomerati e nelle altre zone può essere ridotto ad un terzo del numero specificato in tabella.

Qualora le informazioni raccolte da stazioni di misurazione fisse siano l'unica fonte di informazione, deve essere mantenuta almeno una stazione di sorveglianza. Se nelle zone in cui esistono altri metodi di valutazione a seguito di ciò una zona rimane priva di stazioni, deve essere istituito un coordinamento con un numero tale di stazioni nelle zone limitrofe da garantire una corretta valutazione delle concentrazioni di ozono rispetto agli obiettivi a lungo termine. Il numero delle stazioni rurali di fondo deve essere pari a 1 per ogni 100 000 km².

14.3 EUROAIRNET

Altre utili indicazioni sul posizionamento delle stazioni di monitoraggio e sul loro numero possono derivare da documenti tecnici della Commissione Europea, quale ad esempio Euroairnet. Secondo questo documento i criteri per la selezione del posizionamento devono riguardare:

- la distribuzione spaziale della popolazione, dei materiali e degli ecosistemi
- l’intervallo di esposizione, in spazio e tempo, dai livelli più bassi a quelli più alti.

La distribuzione spaziale dell’esposizione è diversa per ogni inquinante e per ogni target (popolazione, monumenti, ecosistemi).

Per quanto riguarda la protezione della popolazione, all’interno delle città gli inquinanti da monitorare sono quelli di origine primaria.

Nelle zone rurali (per EUROAIRNET zone fuori dalle città con popolazione maggiore di 50000 abitanti) gli inquinanti da monitorare sono quelli di natura secondaria, ozono, PM10 e polveri più fini. La selezione delle zone da monitorare deve favorire le zone rurali caratterizzate da maggiore densità di popolazione. Per la selezione sono quindi necessarie informazioni su:

- densità di popolazione nelle zone rurali,
- l’area di rappresentatività delle stazioni di monitoraggio, in funzione delle caratteristiche orografiche della zona e dell’inquinante.

Per quanto riguarda l’esposizione dei materiali, essa è legata all’attività umana ed è ben correlata alla distribuzione della popolazione. Le aree urbane ed industriali rappresentano perciò la maggior parte (e il costo più alto) dell’esposizione dei materiali. All’interno di una città il deterioramento dei materiali è legato ai livelli di concentrazione. Dovrebbero essere scelti tre punti di misura rappresentativi: il più alto valore di background (spesso in prossimità del centro città), il livello medio di background, un punto hot-spot di traffico.

Nelle aree industriali dovrebbero essere scelti due punti rappresentativi il livello più alto ed il livello medio di concentrazione.

Ai fini della protezione degli ecosistemi, gli inquinanti di maggiore interesse sono ozono, SO₂ e NO₂. Sono interessanti anche i flussi di deposizione dei composti contenenti zolfo e azoto.

Ogni stazione di monitoraggio fornisce informazioni che sono rappresentative per una certa area attorno ad essa. L’area di rappresentatività può essere definita come l’area in cui la concentrazione non differisce dalla concentrazione misurata nella stazione più di una determinata quantità. La determinazione, qualitativa e/o quantitativa, dell’area di rappresentatività, è importante sia per determinare l’esposizione, sia per validare i modelli di dispersione atmosferica.

La determinazione dell’area di rappresentatività, pur fondamentale, è difficoltosa e dipende da molte variabili quali la topografia, la meteorologia e la distribuzione delle emissioni. Valori indicativi per l’area di rappresentatività in funzione della classe di stazione sono forniti da EuroAirNet, che suggerisce di determinare l’area di rappresentatività come la zona in cui la concentrazione non varia oltre il +-20% rispetto a quella misurata nella stazione. Avendo a disposizione una mappa di concentrazione con diversi isolivelli (ottenuta ad esempio da simulazioni modellistiche), e sovrapponendo ad essa le posizioni delle stazioni di monitoraggio, si possono effettuare considerazioni sul loro posizionamento osservando ad esempio se le hot spot sono nei massimi, o quanto variano le concentrazioni attorno ai punti di misura.

14.4 LA RETE DI MONITORAGGIO PER LA SARDEGNA

Alla luce delle conclusioni del Capitolo 7 e della zonizzazione proposta, considerate i criteri esposti nei paragrafi precedenti, in special modo la Tabella 47 e la Tabella 48, considerata la popolazione dei centri urbani interessati e facendo riferimento al documento APAT “*Linee guida per la predisposizione delle reti di monitoraggio della qualità dell’aria in Italia*”, la rete di

monitoraggio *minima* necessaria per la Sardegna, relativamente alla protezione della salute umana, potrebbe essere composta come segue.

Agglomerato/Zona	Inquinanti	Tipo stazione
Cagliari	SO ₂ , NO _x ⁽¹⁾ , PM10, O ₃ , benzene	Urbana di fondo
	NO ₂ , NO _x , PM10, BTEX ⁽²⁾ , CO, piombo	Traffico
Sassari	SO ₂ , NO _x , PM10, O ₃ , benzene	Urbana di fondo
Sarroch	SO ₂ , NO _x , PM10, O ₃ , BTEX	Urbana ⁽³⁾
Portoscuso	SO ₂ , NO _x , PM10, O ₃ , Piombo	Urbana ⁽³⁾
Porto Torres	SO ₂ , NO _x , PM10, BTEX, O ₃	Urbana di fondo
Mantenimento	NO _x , PM10, O ₃ , COV	Rurale di fondo

Tabella 51 – Rete di monitoraggio minima per la Sardegna

Note:

- 1. dove è indicato NO_x si intende la misura delle concentrazioni di NO e NO₂ e, di conseguenza, della loro somma (NO+NO₂);**
- 2. BTEX indica benzene, toluene, etilbenzene, xileni;**
- 3. si è indicato urbana e non urbana di fondo vista la piccola dimensione dei centri abitati.**

Gli strumenti indicati per ciascuna stazione sono stati scelti sulla base dell’inquinamento specifico della zona monitorata; ad esempio nei siti di tipo traffico è importante monitorare il CO, i BTEX, gli ossidi di azoto, i PM10, mentre può essere trascurata la misura dell’ozono. La misura del piombo risulta importante a Portoscuso, per la presenza di industrie del comparto minero-metallurgico, mentre la misura dei COV è importante per tenere sotto controllo le dinamiche di formazione dell’ozono; la misura del benzene e dei suoi omologhi è importante laddove sono presenti raffinerie o industrie petrolchimiche.

Per quanto riguarda la protezione degli ecosistemi è importante soprattutto la misura di SO₂, NO_x e Ozono; se gli ecosistemi ospitano anche popolazioni faunistiche di rilievo (ad esempio gli

stagni con la loro fauna avicola) potrebbe essere importante misurare anche le concentrazioni di PM10 e di metalli nelle polveri; i siti per l’installazione delle stazioni non possono naturalmente essere gli stessi previsti per la protezione della salute umana. Data la peculiarità di alcuni ecosistemi importanti ma circoscritti presenti nel territorio regionale, si potrebbero prevedere punti di misura anche superando i criteri di posizionamento indicati nei paragrafi precedenti, in particolar modo la distanza dagli agglomerati (è il caso dello stagno di Molentargius e delle saline nel territorio di Cagliari e di Quartu S. Elena) o dai poli industriali (stagno di Bau Cerbus a Portoscuso, stagno di Santa Gilla nei territori di Cagliari, Assemini e Capoterra e stagno di Pilo in territorio di Sassari). Poiché le zone individuate ai fini della protezione degli ecosistemi vengono a coincidere con quelle per la protezione della salute umana, il numero di stazioni dovrebbe coincidere; la stazione posta nella zona di mantenimento potrebbe assolvere entrambe le funzioni, cioè monitorare la qualità dell’aria in relazione alle due diverse tipologie di protezione ma, data le dimensioni del territorio regionale sarebbe preferibile disporre di due stazioni.

Le diverse stazioni dovrebbero essere dotate dei principali strumenti meteorologici (misuratori di temperatura, radiazione solare, pressione atmosferica, umidità relativa, pioggia, direzione e velocità del vento a dieci metri di quota).

Tutta la strumentazione installata nelle stazioni deve essere conforme agli standard previsti dalla normativa, per la maggior parte riportati nel DM 60/2002.

Naturalmente la dotazione minima non è necessariamente la dotazione ottimale per una rete di monitoraggio; ad esempio, data la particolare conformazione dell’agglomerato di Cagliari, disposto praticamente a semicerchio attorno allo stagno di Molentargius (diametro massimo di circa 3.5 km) sarebbe consigliabile almeno un’altra stazione di fondo urbano a Quartu S’Elena, terza città della Sardegna per abitanti. A Sassari, seconda città della Sardegna per numero di abitanti, sarebbe consigliabile installare anche una stazione di tipo traffico; una stazione di tipo background urbano sarebbe consigliabile in tutti gli altri centri di maggiori dimensioni (Olbia, Alghero, Nuoro, Oristano, Iglesias) e dove le aree industriali o altri importanti fattori di pressione sono vicini o adiacenti ai centri abitati (Ottana, Siniscola, Assemini-Elmas, Capoterra, Nuraminis, Samatzai, San Gavino, Villasor, ...). In molti di questi siti si potrebbe però supplire anche con campagne di misura ad hoc, realizzate con uno o più laboratori mobili (che

dovrebbero fare parte integrante della rete di monitoraggio) per un periodo di tempo adeguato a fornire un quadro sufficientemente esauriente della situazione.

Oltre alle stazioni fisse e ai laboratori mobili potrebbero essere validamente impiegati sistemi di campionamento che consentano successive analisi di laboratorio, come i campionatori sequenziali a largo volume per le polveri, i deposimetri wet & dry (per le deposizioni secche e umide), i canister per i prelievi di campioni d’aria.

In base alla normativa vigente (DM 60/02) l’intero sistema di monitoraggio deve essere strutturato secondo criteri di Assicurazione Qualità e Controllo Qualità; per questo motivo si ritiene che la rete di monitoraggio debba essere integrata da un laboratorio di riferimento atto a svolgere le più rilevanti attività connesse, quali intercalibrazioni e intercomparazioni tra stazioni.

La corretta progettazione del sistema di monitoraggio in termini di numero e posizione dei punti di misura/prelievo, parametri da monitorare, metodologie di prelievo e analisi, ecc. dovrebbe essere oggetto di uno studio ad hoc.

Il sistema di monitoraggio da solo non può comunque fornire una visione complessiva del fenomeno dell’inquinamento atmosferico (cause, dinamiche, studio del contributo di singole sorgenti isolate dal contesto, copertura dell’intero territorio, proiezioni, ...); per ottenere questo risultato sono necessarie altri due strumenti: un inventario delle emissioni costantemente aggiornato e la modellistica. La gestione di questi strumenti, soprattutto degli strumenti modellistici, dovrebbe essere affidato ad un gruppo di specialisti individuato all’interno dell’Amministrazione regionale o anche degli Enti o delle Agenzie regionali o, in mancanza, appositamente formato; per le attività più complesse si potrebbe anche ricorrere a consulenze esterne (università, centri di ricerca, società specializzate).

Per l’aggiornamento dell’inventario sarebbe importante prescrivere ai titolari delle attività industriali e artigianali più rilevanti la compilazione anno per anno di un questionario simile a quello inviato per il presente progetto; un questionario specifico potrebbe essere esteso anche ad altri soggetti di interesse, come le società di gestione degli aeroporti. Per tutte le altre attività inquinanti di dovrebbe procedere, come al solito, con il reperimento degli indicatori necessari alla stima delle emissioni.

Ai fini di un corretto utilizzo della modellistica è indispensabile avere a disposizione, tra le altre cose, anche dati meteorologici completi, aggiornati, affidabili e rappresentativi. I dati rilevati

dalla strumentazione meteorologica presente nelle stazioni di misura dell’inquinamento atmosferico non sono sempre sufficienti per la modellistica perché mancano di alcune informazioni necessarie ad una più corretta caratterizzazione della porzione di atmosfera coinvolta nella propagazione degli inquinanti (il cosiddetto strato limite); queste informazioni non sono ricavabili attraverso la strumentazione tradizionale, ma con strumenti di tipo diverso, capaci ad esempio di determinare la temperatura dell’aria, la turbolenza, la velocità e la direzione del vento in funzione dell’altezza. I dati meteorologici dovrebbero essere misurati in siti rappresentativi dell’area studiata, siti che non coincidono necessariamente con quelli rappresentativi per l’inquinamento atmosferico. Volendo studiare particolari fenomeni, ad esempio quelli connessi con le emissioni di idrocarburi o le emissioni/assorbimenti di CO₂ da parte della vegetazione, sarebbero necessarie altre tipologie di strumentazioni, come i misuratori di radiazione fotosinteticamente attiva. In sostanza, anche la rete meteorologica dovrebbe essere progettata e realizzata ad hoc, in funzione dello studio dell’inquinamento atmosferico ed, eventualmente, anche dei gas serra. Sarebbe opportuno che questa rete fosse integrata con altre reti meteorologiche, in particolare la rete del Consorzio SAR (Servizio Agrometeorologico Regionale), in modo da poter disporre di dati di maggior dettaglio e con copertura regionale. Poiché l’elaborazione dei dati meteorologici richiede un know-how specifico, software modellistici avanzati e grande potenza di calcolo, si potrebbe ipotizzare il ricorso allo stesso Consorzio SAR o enti simili per la validazione ed elaborazione dei dati meteorologici di interesse per le problematiche legate all’inquinamento atmosferico, dati da restituire già pronti per le relative elaborazioni modellistiche.

In definitiva, una corretta gestione dell’argomento, compresa la verifica dell’efficacia delle misure, richiede l’esistenza di un gruppo di lavoro multidisciplinare appositamente formato, una rete di monitoraggio affidabile e rappresentativa, un inventario delle emissioni costantemente aggiornato, strumenti modellistici da applicare nel campo della meteorologia e dell’inquinamento atmosferico.

15 GAS SERRA

Benché non rilevante ai fini dei piani di risanamento, può essere interessante proporre sinteticamente i risultati ottenuti nel corso delle attività di progetto sui composti gassosi che provocano l’effetto serra.

L’effetto serra consiste nel riscaldamento della Terra a causa della presenza in atmosfera di composti gassosi (anidride carbonica, metano, vapore acqueo, ecc) che impediscono alle radiazioni infrarosse, dette anche ad onda lunga, di uscire dall’atmosfera. Un effetto serra naturale, cioè imputabile alle concentrazioni in atmosfera dei gas citati senza l’apporto delle emissioni antropiche, è fortunatamente presente da sempre e ha consentito la vita sul pianeta, infatti senza di esso la temperatura terrestre sarebbe inferiore di circa 30 °C. Purtroppo negli ultimi secoli l’uomo ha aumentato enormemente le emissioni in atmosfera di composti responsabili dell’effetto serra, detti appunto gas serra o gas climalteranti, con il risultato che la temperatura terrestre sta pian piano aumentando in maniera incontrollabile provocando profonde alterazioni nel clima.

Secondo i dati dell’Agenzia Internazionale dell’Energia, le emissioni di CO₂ originate dai processi di combustione in Italia rappresentavano l’1,94% del totale delle emissioni mondiali nel 1990 e l’1,80% nel 2001.

L’obbligo di elaborare gli inventari delle emissioni di gas serra ha assunto un ruolo importante con l’entrata in vigore del Protocollo di Kyoto, dal momento che gli inventari costituiscono lo strumento utilizzato per valutare se le Nazioni stanno osservando gli impegni di riduzione.

In Italia l’APAT predispone e trasmette annualmente al Segretariato della Convenzione e alla Commissione Europea l’inventario delle emissioni e degli assorbimenti di tutti i gas serra considerati dal Protocollo (CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆). Questi dati mettono in evidenza che in Italia:

- le emissioni di tutti i gas serra considerati dal Protocollo di Kyoto nel 2002 sono risultate superiori del 9,0% a quelle del 1990 (a fronte di un impegno nazionale di riduzione delle emissioni nell’ambito del Protocollo pari al 6.5% nel periodo 2008-2012 rispetto ai livelli del 1990);

- in particolare le emissioni di CO₂ nel 2002 sono risultate superiori dell’8,8% a quelle del 1990 (esiste un impegno europeo di stabilizzazione delle emissioni di CO₂ dell’intera Unione europea nel 2000 rispetto ai livelli del 1990).

Nell’ambito dell’inventario sono state calcolate le emissioni dei principali gas serra, cioè CO₂, CH₄ e N₂O, con l’avvertenza che le stime sono in parte inficiate dal fatto che la maggior parte delle industrie non hanno fornito informazioni sulle loro emissioni di questi composti. Le stime ottenute sono tuttavia almeno indicative dei trend di emissione; in ogni caso le emissioni di gas serra da parte delle industrie sono più difficilmente proiettabili perché dipendono fortemente da fattori non preventivabili, quali l’apertura di nuovi stabilimenti, la chiusura di stabilimenti ora in attività, le variazioni di produzione dovute alle diverse richieste del mercato, ecc..

Tutto ciò premesso, le stime delle emissioni di metano per l’anno 2001 ottenute nel presente studio sono pressoché identiche a quelle ottenute da APAT relativamente all’anno 2000, mentre si discostano maggiormente per anidride carbonica e protossido di azoto, essendo inferiori di circa il 50% per il primo composto e superiori di circa il doppio nel caso del secondo. La prima differenza può essere spiegata appunto con la mancata dichiarazione di larga parte delle industrie interpellate e la seconda con la maggiore accuratezza delle stime di questo progetto rispetto a quelle APAT, in quanto i macrosettori più importanti per l’N₂O sono stati analizzati con dettaglio comunale.

Le emissioni di gas serra stimate per l’anno 2001 sono state proiettate agli anni 2005 e 2010 utilizzando lo stesso metodo adottato per gli inquinanti convenzionali, quindi basandosi principalmente sui risultati del progetto Auto Oil 2 e sui contenuti della Terza Comunicazione Nazionale sui Cambiamenti Climatici. A dispetto di quanto previsto dal Protocollo di Kyoto, le emissioni di gas serra rimangono pressoché costanti o sono in leggero aumento. In particolare

- le emissioni di CO₂ dovrebbero aumentare rispetto al 2001 di circa il 2.7% nel 2005 e di circa il 3.7% nel 2010;
- le emissioni di CH₄ dovrebbero diminuire rispetto al 2001 dello 0.1% nel 2005 e dello 0.2% nel 2010;

- le emissioni di N₂O dovrebbero diminuire rispetto al 2001 dello 0.4% nel 2005 e dello 0.7% nel 2010 (per il traffico si è ipotizzato che le emissioni di N₂O varino come le emissioni di NO_x).

Allo scopo di confrontare la differente rilevanza dei diversi gas nel contribuire all’effetto serra, l’IPCC ha introdotto il concetto di *Global Warming Potential (GWP)*. Il GWP è un numero che rappresenta l’effetto di riscaldamento integrato nel tempo, ad esempio su 100 anni, dovuto all’emissione istantanea nell’atmosfera attuale di una massa unitaria (1 kg) di un dato gas rispetto a quello prodotto dalla CO₂. Per mezzo del GWP le emissioni dei diversi gas serra possono essere espresse in termini di biossido di carbonio equivalente (CO₂ eq) e quindi possono essere sommate al fine di ottenere la pressione ambientale totale. Il coefficiente GWP per la CO₂ è ovviamente 1, mentre per CH₄ e N₂O vale rispettivamente 21 e 310. L’andamento delle emissioni di CO₂eq in Sardegna negli anni 2001, 2005 e 2010 viene mostrato in Figura 92; si nota che tali emissioni sono in leggero aumento rispetto al 2001, di 1.6% nel 2005 e di 2.1% nel 2010.

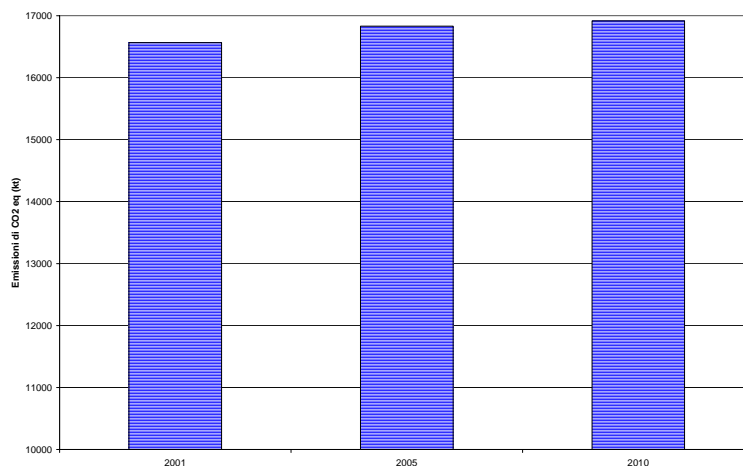


Figura 92 – Emissioni di CO₂eq in Sardegna negli anni 2001, 2005 e 2010.

È allora auspicabile l’adozione di misure che riducano le emissioni di gas serra più di quanto previsto nell’ipotesi sopra descritta (ipotesi senza adozione di misure). Tali misure devono

riguardare in particolare i grandi impianti di combustione, il traffico, il settore dei rifiuti e l’agricoltura.

16 PRINCIPALI RIFERIMENTI

- Air Quality Steering Group. Guidance on assessment under EU air quality directives. Final Draft.
- Auto Oil II Cost effectiveness study. Part III: The transport base case. (<http://europa.eu.int/comm/environment/enveco/auto-oil/>).
- Bellasio R., G.Maffeis, J.Scire, M.G.Longoni, R.Bianconi and N.Quaranta (2005) Algorithms to account for topographic shading effects and surface temperature dependence on terrain elevation in diagnostic meteorological models. *Boundary-Layer Meteorology*, 114: 595-614.
- Decreto Legislativo 4 agosto 1999, n. 351
- Decreto Ministeriale aprile 2002, n. 60
- Decreto Ministeriale 261/2002 (Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione del piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351).
- Decreto Legislativo 21 maggio 2004, n. 183, Attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria.
- Direttiva 2002/3/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22 febbraio 2002 relativa all'ozono nell'aria.
- de Leeuw F.A.A.M. (2002) A set of emission indicators for long-range transboundary air pollution. *Environmental Science & Policy*, Volume 5, Issue 2 , Pages 135-145.
- EEA Technical Report n. 11 (1998) Guidance report on preliminary assessment under EC air quality directives.
- Holtslag, A.A.M. and A.P. Van Ulden, 1983: A simple scheme for daytime estimates of the surface fluxes from routine weather data. *J. Clim. And Appl. Meteor.*, **22**, 517-529.
- Holtslag, A.A.M. and A.P. Van Ulden, 1982: Simple estimates of nighttime surface fluxes from routine weather data. KNMI Scientific Report, W.R. 82-4, 11p.

- Jacobson M.Z., Lu R., Turco R.P. and Toon O.B. (1996) Development and application of a new air pollution modeling system-Part I: Gas-phase simulations. Atmospheric Environment, Vol. 30, N. 12, 1939-1963
- Jacobson M.Z. (1997) Development and application of a new air pollution modeling system-Part III: Aerosol phase simulation. Atmospheric Environment, Vol. 31, N. 4, 587-608
- Ministero dell’Ambiente e Tutela del Territorio; Ministero dell’Economia e Finanze. Piano nazionale per la riduzione delle emissioni di gas responsabili dell’effetto serra: 2003-1010. Dicembre 2002.
- Monforti F., R.Bellasio, R.Bianconi, G.Clai and G. Zanini (2004) An evaluation of particle deposition fluxes to cultural heritage sites in Florence, Italy. Science of the Total Environment, 334, 61-72.
- Monforti F., Zanini G., Bellasio R., Bianconi R. (2001) Aerosol atmosferico: rassegna critica delle tecniche di modellazione. Ingegneria Ambientale, Anno XXX, N. 6, 325-339.
- Regione Autonoma della Sardegna – Carta dell’uso del suolo, Note illustrative. Edizione 2002.
- Scenari di riduzione delle emissioni in atmosfera dei ciclomotori. RTI AMB-EMISS 1/2000. APAT
- Scenari energetici per l’Italia da un modello di equilibrio generale (Markal-Macro). ISSN 0393-3016. ENEA/RT/2003/7/UDA.
- Scire, J.S., D.G. Strimaitis and R.J. Yamartino, 1995: Model formulation and user’s guide for the CALPUFF dispersion model. Earth Tech. Inc., Concord, MA.
- Scire, J.S., E.M. Insley and R.J. Yamartino, 2000: Model formulation and user’s guide for the CALMET meteorological model. Earth Tech. Inc., Concord, MA.
- Yamartino, R.J., J.S. Scire, S. R. Hanna, G.R. Carmichael and Y.S. Chang, 1989: CALGRID: A Mesoscale Photochemical Grid Model. Volume I: Model Formulation Document. California Air Resources Board, Sacramento, CA.

- Yamartino, R.J., J.S. Scire , S. R. Hanna, G.R. Carmichael and Y.S. Chang, 1992: CALGRID mesoscale photochemical grid model. I – Model formulation, *Atmospheric Environ.*, **26A**, 1493-1512.