



Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e
del Mare – Direzione Generale Valutazioni Ambientali

E.prot DVA-2013-0002606 del 31/01/2013

Dr. Mariano GRILLO
Commissione VIA
Ministero dell'Ambiente
Direzione generale per le valutazioni ambientali
Divisione II - Sistemi di valutazione ambientale
Via Cristoforo Colombo 44
00147 Roma

Roma, 28 gennaio 2013

Oggetto: aggiornamento della nota sull'impatto sanitario della conversione a carbone della centrale di Porto Tolle (Ro)

Gent. Direttore Grillo,

allego alla presente la nota (Briefing) dal titolo "Porto Tolle: impatto sanitario e criticità ambientali. Elementi per una comparazione con l'opzione a gas naturale" che rappresenta una versione integrata ed estesa della nota dal titolo "Porto Tolle: analisi dell'impatto sanitario. Studio di dettaglio" e già inviata lo scorso 22 novembre. I risultati della simulazione da noi condotta con il modello EcoSenseWeb dell'Università di Stoccarda sono esattamente gli stessi; le comunico che le prime bozze della ricerca commissionata a questa Università, che verranno pubblicate in un più ampio rapporto nel giro di qualche mese, sono in linea con le stime riportate nella nota.

Nella nota qui allegata si integrano le valutazioni relative alla natura della composizione del particolato fine secondario e si riporta una simulazione della diffusione atmosferica degli inquinanti e area di formazione del PM2.5 così come prodotta dal modello di dispersione atmosferica incluso in EcoSenseWeb.

Rispetto alla nota inviata lo scorso novembre si aggiungono in questa delle considerazioni in merito al SIA presentato da ENEL. Come citato nella nota qui allegata, si evidenzia nel SIA di ENEL non solo l'assenza di ogni considerazione di tipo sanitario ma anche l'assenza di una valutazione costi-benefici che è peraltro prevista dalla normativa. Si ricorda che sul primo tema - mortalità in eccesso associata alle emissioni di centrali a carbone - ENEL SpA ha presentato un ricorso al Giudice di Roma per la campagna promossa da questa associazione ritenuta diffamatoria. Il ricorso è stato respinto lo scorso luglio.

Infine, in assenza del documento nel quale specificare i profili del SIA che non presentano novità sostanziali, è risultata assai difficoltosa la consultazione della documentazione depositata, per cui ci si riserva di svolgere ulteriori considerazioni una volta che sarà depositato il documento integrativo.

Rimiamo a disposizione per ogni eventuale chiarimento.

Cordiali saluti,

Giuseppe Onufrio
Direttore Esecutivo
Greenpeace Italia



Porto Tolle: impatto sanitario e criticità ambientali Elementi per una comparazione con l'opzione a gas naturale

Risultati dell'analisi effettuata col modello EcoSenseWeb dell'Università di Stoccarda

Gennaio 2013

Premessa

A seguito della pubblicazione, nel novembre 2011, del rapporto¹ della Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA) sugli impatti sanitari, ambientali ed economici dell'inquinamento atmosferico dei principali impianti industriali europei, Greenpeace aveva commissionato a un istituto indipendente olandese, SOMO, una valutazione sul parco termoelettrico di Enel, con l'obiettivo di evidenziare la mortalità in eccesso legata all'inquinamento delle centrali².

La ricerca è stata pubblicata lo scorso aprile e in quest'ambito era stata effettuata una valutazione comparativa del progetto di conversione a carbone della centrale di Porto Tolle. Il modello adottato dall'EEA è un algoritmo basato sulle correlazioni concentrazione-risposta relative a due inquinanti secondari – il PM_{2.5} e l'ozono troposferico – prodotti dalle emissioni di composti acidi (SO_x e NO_x) e di particolato. Confrontando le emissioni previste per il progetto di conversione a carbone della centrale Porto Tolle (1.980 MW) e l'alternativa a gas naturale, risultava **un maggiore impatto sanitario dell'opzione a carbone di circa 5,5 volte in termini di mortalità prematura rispetto all'opzione a gas naturale** (vedi Appendice 1).

In questa nota si riporta l'analisi di maggior dettaglio sulla base del modello EcoSenseWeb³ elaborato dalla Università di Stoccarda e sottoposto a *peer review* scientifica. Il modello serve per valutare l'esposizione totale – e l'impatto sanitario associato – della popolazione al particolato fine e all'ozono risultanti come inquinanti secondari prodotti dalle emissioni della centrale di Porto Tolle, di cui si propone la conversione a carbone. Inoltre, a questa esposizione collettiva sono stati applicati i fattori di rischio per la mortalità prematura adottati dall'EEA, dato che il modello EcoSenseWeb include, di *default*, la funzione concentrazione-risposta espressa in anni di vita persi ma non in termini di numero di morti premature (sebbene i dati epidemiologici di base usati per la funzione di correlazione siano espressi in termini di numero di morti).

L'obiettivo della valutazione è quello di **effettuare un confronto tra l'opzione a carbone e quella a gas con un modello più specifico per gli impianti di produzione energetica**, e più raffinato dal punto di vista numerico. Si riportano qui i risultati dell'analisi su Porto Tolle elaborati da Greenpeace sulla base del modello EcoSenseWeb dell'Università di Stoccarda. Una ricerca più ampia basata sull'utilizzo di questo modello e

¹ EEA, *Revealing the Costs of Air Pollution from Industrial Facilities in Europe*, November 2011 - <http://www.eea.europa.eu/publications/cost-of-air-pollution>

² SOMO, *Enel today tomorrow*, April 2012 - <http://www.greenpeace.org/italy/Global/italy/report/2012/clima/Enel-Today-and-Tomorrow.pdf>

³ <http://ecosenseweb.ier.uni-stuttgart.de/>

applicata a tutti gli impianti a carbone - esistenti e in progetto - è stata affidata da Greenpeace all'Università di Stoccarda e verrà pubblicata nel corso del 2013.

1. Il modello EcoSenseWeb

EcoSenseWeb è un modello integrato di dispersione atmosferica e di valutazione degli impatti che utilizza il metodo Impact Pathway Approach (IPA) sviluppato nell'ambito del progetto europeo Externe⁴. E' un modello sorgente-recettore che è stato progettato per l'analisi delle singole sorgenti puntiformi di inquinamento (specifico per la produzione di elettricità e calore) in Europa, ma può anche essere utilizzato per l'analisi delle fonti di emissione multiple in alcune regioni.

EcoSenseWeb è stato sviluppato per supportare la valutazione degli impatti prioritari derivanti dalla esposizione a sostanze inquinanti disperse nell'aria, vale a dire l'impatto sulla salute umana, le colture, i materiali da costruzione e gli ecosistemi.

La versione corrente di EcoSenseWeb, riguarda l'emissione di inquinanti "classici" come la SO₂ (anidride solforosa), NO_x (ossidi di azoto), PM (particolato totale), COVNM (composti organici volatili non metanici), NH₃ (ammoniaca), così come alcuni dei metalli pesanti più

importanti. E comprende anche la valutazione dei danni a causa delle emissioni di gas serra.

Gli impatti degli inquinanti sono calcolati su differenti scale spaziali, vale a dire locale (un'area intorno alla fonte di emissione), regionale (a livello europeo) e a scala di emisfero nord.

L'IPA è un approccio che viene rappresentato in figura 1: si inizia con l'emissione di un inquinante nella posizione della sorgente; si adottano modelli per valutare la sua dispersione e trasformazione chimica nei diversi comparti ambientali; si identifica l'esposizione dei recettori e si calcolano i relativi impatti che poi vengono aggregati ai costi esterni.

Tra i modelli di dispersione utilizzati, quello ufficiale del programma EMEP (EMEP/MSC-W).

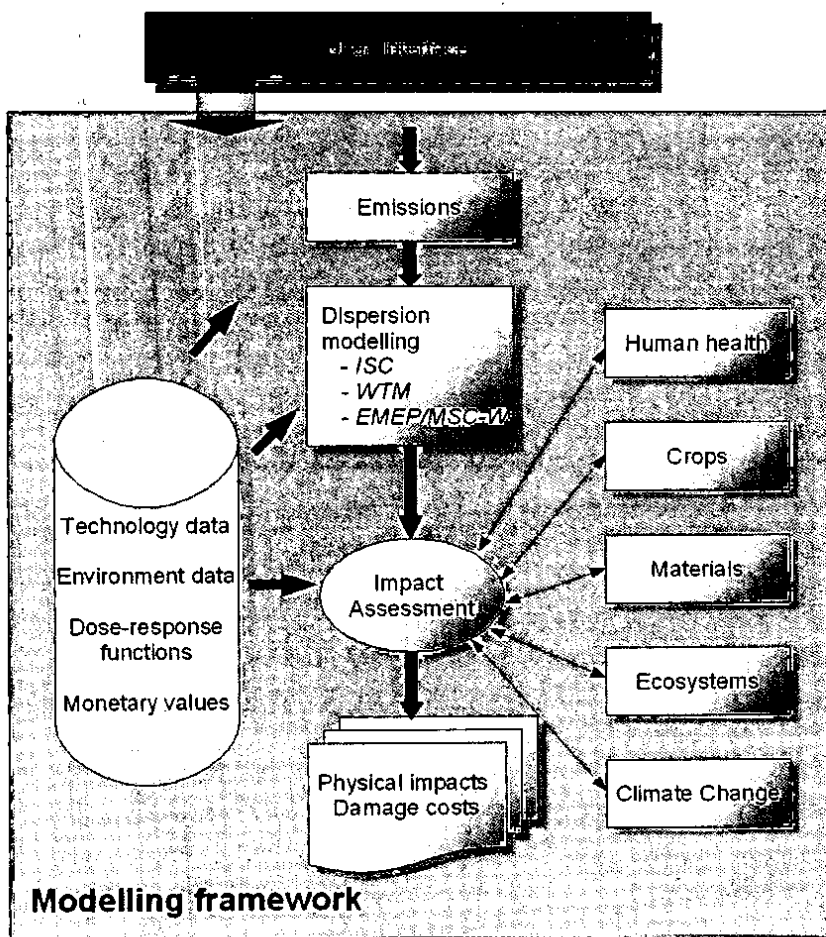


Figura 1. Struttura del modello EcoSenseWeb (fig. dal sito web)
Fonte: vedi nota 3

⁴ http://www.externe.info/externe_d7/?q=node/6

2. Dati di input nel modello

Per valutare la sorgente di emissione che si avrebbe con la conversione a carbone della centrale di Porto Tolle, da confrontare con la sua alternativa a gas, si sono assunte le ipotesi rappresentate nelle tabelle 1 e 2.

Va notato che per quanto riguarda le efficienze di conversione si è scelta un'ipotesi ampiamente favorevole all'opzione carbone (45%) - efficienza netta certamente superiore a quella registrata nella centrale di Civitavecchia che costituisce il modello di riferimento anche per Porto Tolle - mentre per l'alternativa a gas a ciclo combinato si è adottata un'efficienza del 56%, certamente prudenziale.

Per il gas si è assunto - come nella valutazione effettuata con l'algoritmo dell'EEA - lo stato dell'arte per il controllo delle emissioni di NOx, unico inquinante classico emesso nel caso del gas. **L'ipotesi di base è un funzionamento per circa 6.500 ore all'anno per una produzione di 12,9 TWh/a.** Se, invece, si prevede un funzionamento di 7.500 ore/anno come sembra voler intendere il SIA di ENEL (da pag. 383 relativamente al confronto con uso di OCD), **le emissioni qui calcolate vanno proporzionalmente aumentate così come gli impatti risultanti.**

Tabella 1 - Ipotesi per la valutazione comparativa delle alternative a Porto Tolle

	Potenza MW	Fattore di carico %	Efficienza	Conc. al camino mg/Nm3		Volumi gas
				SO2	NOx	m3/GJ
Carbone	1980	74,20%	45,0%	80	80	337,1
CCGT	1980	74,20%	56,0%		20	299,9

Le emissioni annuali, espresse in termini di tonnellate di inquinanti all'anno, sono riportate in tabella 2. Si tratta, per l'opzione a carbone, delle emissioni che sarebbero consentite sulla base della procedura VIA in corso.

Tabella 2 - Emissioni annuali (t/a) risultanti per le alternative a Porto Tolle

	SO2	NOx	PM tot	PM10	PM2.5	CO2
Carbone	2777	2777	243	243	121	9.740.016
CCGT	0	496	0	0	0	4.633.200

3. Risultati della simulazione

I risultati della simulazione basata sul modello dell'Università di Stoccarda effettuata per le due alternative, i cui risultato è riportato in appendice 2, misurano, analogamente all'algoritmo utilizzato dall'EEA elaborato sulla base della metodologia CAFE (Clean Air For Europe) - l'impatto sia in termini di danno economico complessivo che in termini di anni di vita persi, ricoveri ospedalieri e giornate lavorative perse. I risultati sono sintetizzati nelle tabelle 3 e 4 rispettivamente per l'opzione a carbone e a gas a ciclo combinato.

Tabella 3 . Porto Tolle: risultati opzione carbone
Impatti per anno di funzionamento

Anni di vita persi	899
Giornate lavorative perse	19.195
Giorni di malattie respiratorie	55.352
Attacchi d'asma (con necessità cure)	6.828
Emissioni di CO2 (Mt)	9,7
Costi esterni MEUR	238,04

Tabella 4. Porto Tolle: impatti opzione a gas
Impatti per anno di funzionamento

Anni di vita persi	131
Giornate lavorative perse	2.802
Giorni di malattie respiratorie	8.955
Attacchi d'asma (con necessità cure)	1.156
Emissioni di CO2 (Mt)	4,6
Costi esterni MEUR	95,86

Commento ai risultati

Facendo un confronto dei risultati per le due opzioni emerge come i costi esterni della produzione a carbone siano **quasi 2,5 volte superiori** rispetto all'opzione equivalente a gas naturale, **che è lo stesso risultato che si ottiene applicando la metodologia EEA come riportato nel rapporto SOMO**. Va notato che in comune i due modelli hanno la valutazione dei costi esterni delle emissioni di CO2, che è ovviamente la stessa. Per quanto riguarda invece **i costi sanitari espressi in termini di "anni di vita persi"**, si nota come il rapporto relativo tra carbone e gas è **6,9 volte peggiore per il carbone**.

Applicando un modello più specifico per le sorgenti puntuali di tipo energetico emerge dunque un peggioramento relativo rispetto all'analisi effettuata con l'algoritmo più semplice dell'EEA che era di 5,5 volte a sfavore del carbone. Lo stesso rapporto - 6,9 volte peggiore del carbone rispetto al gas - si riscontra per le giornate lavorative perse, mentre il rapporto scende rispettivamente a 6,2 per i giorni di malattie respiratorie che richiedono cure e a 5,9 per gli attacchi d'asma.

Le funzioni di concentrazione-risposta utilizzate nei due approcci per la mortalità prematura sono esattamente le stesse. Le differenze nei risultati dipendono dal fatto che il modello EcoSense utilizza un modello di diffusione atmosferica Gaussiano a pennacchio ad alta risoluzione (ICS) per calcolare gli impatti locali entro un quadrato di 100 km di lato attorno alla centrale e una matrice Sorgente-Recettore (S-R) a livello nazionale per calcolare gli impatti su larga scala. Le matrici S-R sono state specificamente elaborate per il settore elettrico e sono quindi più precise per l'applicazione al caso di Porto Tolle rispetto

all'approccio dell'EEA, che usa matrici S-R uniformi e fattori di correzione per tener conto delle differenze nell'esposizione della popolazione che risulta dall'esposizione a una certa quantità di emissioni dai diversi settori.

Esprimendo dunque i danni sanitari in "morti premature", il risultato di questa simulazione è di quasi 900 anni di vita persi che corrispondono a **85 casi di morte prematura all'anno** per anno di funzionamento. Sull'intera vita dell'impianto (40 anni) di cui si propone la conversione a carbone, la scelta a gas a ciclo combinato di ultima generazione risparmierebbe oltre 2.900 morti premature, mentre sarebbero 3.400 le morti premature evitate scegliendo di produrre da fonti rinnovabili come il solare e l'eolico.

Tenendo conto che il risultato del rapporto SOMO di 62 casi di morte prematura all'anno era riferito a un funzionamento di 7.500 ore l'anno, il che corrisponde a circa 54 casi/anno se riferito a 6.500 ore di funzionamento, l'impatto calcolato con EcoSenseWeb sarebbe di **circa il 57% in più** rispetto a quanto prevede il modello di valutazione dei costi esterni adottato dal rapporto EEA come elaborato dal rapporto di SOMO.

In conclusione, adottando un modello più raffinato e adeguato a valutare gli impatti di una centrale termoelettrica, gli impatti sanitari della conversione a carbone della centrale di Porto Tolle **risultano peggiori rispetto all'approccio semplificato** impiegato dal rapporto EEA.

Va inoltre ribadito come **gran parte dell'effetto sanitario associato alle emissioni dall'impianto a carbone siano associate all'esposizione** di PM_{2.5} e che i livelli di tale inquinante (in buona parte secondario) sono già critici in molte aree del Paese e, in particolare, della Pianura Padana, come risulta dal recente Rapporto ISPRA⁵ sulle aree urbane come vedremo in maggiore dettaglio nel paragrafo 5. Va prima fatta una considerazione sulla quota di PM_{2.5} secondario, come trasformazione chimica di composti solfati e nitrati.

4. Composizione chimica del PM_{2.5} e sua quota di origine secondaria

Come già evidenziato dal rapporto dell'EEA, gran parte della mortalità in eccesso è legata all'esposizione di PM_{2.5} che può essere emesso sia come inquinante primario, cioè come tale al camino, che come inquinante secondario, attraverso la trasformazione chimica in atmosfera degli ossidi di azoto e di zolfo in particolato fine secondario. La trasformazione di parte degli NOx e SOx in particolato secondario avviene nel corso del tempo e, dunque, dello spazio, durante il processo di diffusione atmosferica. Si tratta dunque di particolato la cui origine è in buona parte da sorgenti remote, come quelle rappresentate dalle centrali termoelettriche.

Va qui ricordato che nelle analisi chimico-fisiche del particolato, la quota di PM_{2.5} che risulta composta da solforati e nitrati è significativa così come quella relativa al PM₁₀. Nelle analisi di Putaud⁶ et al. si riporta tra le altre la composizione del particolato analizzato in varie città europee tra cui Bologna (vedi in Appendice 3).

Nel lavoro di Putaud et al., si stimano le composizioni medie ottenute dalle analisi chimiche effettuate sul particolato di tutte le 16 città europee analizzate. Emerge il quadro rappresentato dalla tabella in figura 2 che riporta il valore medio della composizione del particolato rilevato nelle città oggetto della ricerca.

⁵ ISPRA, *Qualità dell'ambiente urbano*, VIII Rapporto, 2012.

⁶ Putaud et al., *A European Aerosol Phenomenology*, Joint Research Centre, European Communities, 2003

	PM10			PM2.5			PM10-PM2.5		
	Natural & Rural Background	Near-city & Urban Background	Kerbside	Natural & Rural Background	Near-City & Urban Background	Kerbside	Natural & Rural Background	Near-City & Urban Background	Kerbside
Black Carbon	6	5	13	8	8	17	4	3	7
Organic Matter	16	20	22	23	22	29	4	8	10
Nitrate	7	15	10	5	17	11	8	7	8
Ammonium	6	7	4	8	10	7	1	1	0
Sulfate	19	13	10	29	17	13	3	5	5
Sea salt	8	4	3	3	3	1	20	9	6
Mineral dust	10	9	19	5	7	8	21	22	37
Unknown (*)	28	27	19	20	17	15	40	46	28

(*) calculated only when all the main aerosol components were measured.

Figura 2. Composizione media del PM10, del PM2.5 (e del PM >2.5 e >10).
Fonte: Putaud et al., 2003

Focalizzando la nostra attenzione sulla composizione chimica del PM_{2.5} si evidenzia come questa sia determinata per il 34% dalla somma di composti nitrati e solfati sia in area rurale che urbana (con diversa composizione delle due specie chimiche) e del 24% nelle stazioni ai bordi delle strade.

Che i composti solfati e nitrati costituiscano una quota rilevante del PM_{2.5} lo si rileva anche da un lavoro effettuato su Milano⁷ nel quale emerge come il contributo alla concentrazione di PM_{2.5} di tali composti nella media annuale sia del 33,5% - in ottimo accordo con la media su 16 città europee del lavoro sopra citato. Il lavoro evidenzia anche le differenze tra stagione calda - nella quale la componente di nitrati è del 13,0% e quella di solfati è del 17,2% - e stagione fredda - nella quale la componente di nitrati sale al 26,1% e quella di solfati scende al 9,1%. Complessivamente il contributo delle due specie alle concentrazioni di PM_{2.5} a Milano oscilla nelle due stagioni tra il 30,2 e il 35,2%.

Ben maggiore risulta invece la quota di particolato fine secondario secondo il Progetto PUMI dell'Arpa Lombardia⁸, citato dallo stesso SIA di ENEL SpA, per il quale la frazione secondaria del PM_{2.5} misurata nell'area di Milano è l'82%, mentre è il 68% del PM₁₀.

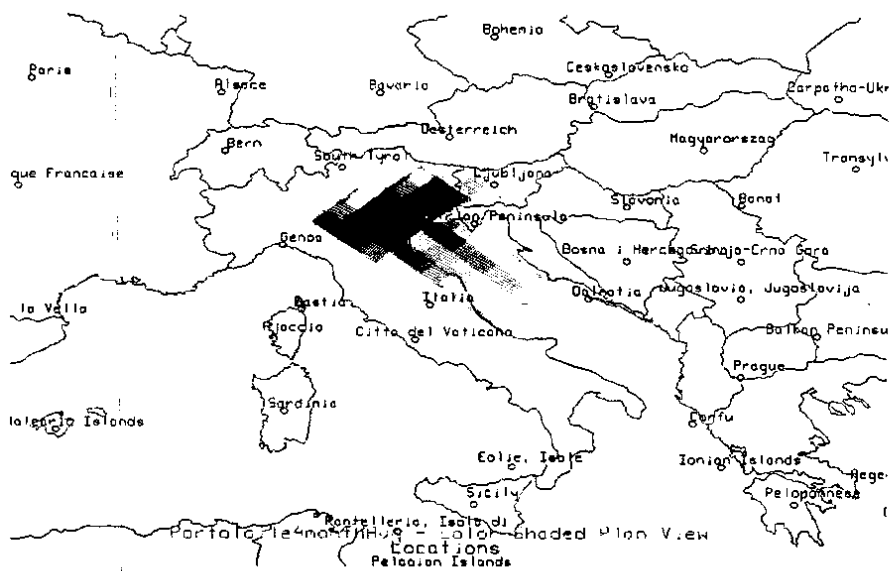
Con tutte le differenze tra i vari studi, dalla letteratura scientifica risulta evidente che una quota significativa (almeno un terzo) del PM_{2.5} sia composta **da particolato secondario costituito da composti solfati e nitrati, composti associati rispettivamente alle emissioni di ossidi di zolfo e azoto**. Poiché tali inquinanti primari presentano un rateo di trasformazione in particolato secondario dell'ordine di alcuni punti percentuali all'ora, questa componente misurata localmente è certamente influenzata da sorgenti distanti di SO_x e NO_x quali per l'appunto impianti termoelettrici.

⁷ G. Lonati et al., *Primary and secondary components of PM2.5 in Milan (Italy)*, Environment International 34 (2008)

⁸ http://ita.arpalombardia.it/ita/qaria/pdf/ALTRE_CAMPAGNE/Milano/Relazione%20finale%20progetto%20PUMI.PDF

5. Impatto sulle concentrazioni di $PM_{2.5}$ delle emissioni di Porto Tolle

Nella precedente nota dello scorso novembre in appendice si riportavano esempi di concentrazione di $PM_{2.5}$ delle emissioni di SO_x e NO_x dalla centrale di Porto Tolle, come risultato delle medie di 48 ore in diverse stagioni dell'anno.



Qui si riporta invece la mappa delle concentrazioni medie di $PM_{2.5}$ sulla base dei dati meteorologici del 2008 (mediati sui mesi di gennaio, aprile, luglio e ottobre). Dalla simulazione effettuata con il modello EMEP/MSC-W sulla base dei dati di emissione degli inquinanti come riportati nel paragrafo 2, si evidenzia come i picchi di concentrazioni di $PM_{2.5}$ siano localizzati in questa simulazione per lo più tra Veneto e Friuli, Emilia-Romagna e Lombardia.

Figura 4. Risultati della simulazione dell'impatto sulle concentrazioni di $PM_{2.5}$ della centrale di Porto Tolle effettuate con il modello EMEP-MSW

Il valore limite per la media annuale del $PM_{2.5}$ è di $25 \mu g/m^3$ in vigore dal 1 gennaio 2015, secondo la Direttiva 2008/50/CE. Vale la pena qui riportare la situazione attuale delle concentrazioni di $PM_{2.5}$ come riportate dal rapporto Ispra citato in nota 5.

I valori del $PM_{2.5}$ per il 2011 (ISPRA, 2012) che risultano già oltre il limite per la media annuale sono registrati nelle città: dei dati riportati da Ispra tutti quelli rilevati nella regione Veneto (Verona, Vicenza, Venezia, Padova), così come tutti quelli nella regione Lombardia (Milano-Monza, Bergamo, Brescia) sono ben oltre il limite di concentrazione massima di $25 \mu g/m^3$. In Emilia-Romagna risulta oltre il limite il valore riportato per Piacenza, Modena e Rimini sono già prossime al limite massimo mentre Parma, Bologna e Ravenna risultano poco al di sotto.

Dunque le città delle regioni maggiormente interessate all'impatto della centrale di Porto Tolle **risultano tutte già oltre i limiti previsti per il $PM_{2.5}$ o poco al di sotto di tali limiti**. Il confronto delle emissioni tra le due opzioni - centrale a carbone e centrale a gas allo stato dell'arte - **mostra una differenza di un ordine di grandezza considerando le emissioni totali di $PM_{2.5}$ primario e di precursori del $PM_{2.5}$ (NO_x e SO_x).**

Alla luce della precaria situazione ambientale dell'area vasta interessata dal progetto, non c'è alcun dubbio che l'opzione a gas rappresenterebbe già essa stessa una opzione discutibile, nonostante presenti emissioni 10 volte inferiori degli inquinanti responsabili delle concentrazioni di $PM_{2.5}$. A maggior ragione è da escludersi il progetto di conversione a carbone della centrale in un'area in cui le concentrazioni di $PM_{2.5}$ risultano fortemente critiche già sulla base dei dati del 2011.

Si ricorda come lo scorso dicembre la Corte di Giustizia Europea abbia condannato l'Italia accogliendo il ricorso della Commissione Europea avendo omesso di provvedere, per gli anni 2006 - 2007, affinché le concentrazioni di PM10 nell'aria ambiente non superassero, nelle 55 zone e agglomerati italiani considerati nella diffida della Commissione europea del 2 febbraio 2009, i valori limite fissati all'art.5, par. 1, della direttiva 1999/30CE ...(*omissis*)..., è venuta meno agli obblighi ad essa incombenti in forza di tale disposizione.”.

Tale situazione di grave inadempienza rischia di riprodursi non solo per il PM₁₀ ma anche per il PM_{2.5}, ragion per cui tale aspetto ambientale andrebbe preso seriamente in considerazione nelle valutazioni di merito sul progetto di cui si discute in questa nota - e delle necessarie alternative, inclusa l'opzione zero.

6. Considerazioni sulle stime presentate

Ricapitolando i risultati delle analisi e dei dati riportati in questa nota, si riepiloga la linea logica che si è seguita. Le stime dell'impatto sanitario delle emissioni delle centrali a carbone sulla mortalità, sia se rappresentate in termini di casi in eccesso che di anni di vita persi, come calcolate dall'European Environment Agency sono legate per la gran parte all'esposizione cronica di PM_{2.5} e per parte minore all'esposizione acuta a Ozono troposferico.

Il PM_{2.5} com'è noto può essere emesso come tale (particolato primario) o prodotto dalle trasformazioni chimiche in atmosfera da inquinanti precursori come gli NOx e gli SOx. In letteratura risulta che una componente significativa del PM_{2.5} è in effetti di origine secondaria ed è composta da nitrati e solfati, originati da emissioni di SOx e NOx. Le concentrazioni medie annuali di PM_{2.5} registrate nel 2011 sono già oltre i limiti che entrano in vigore dal gennaio 2015 nella gran parte delle città della pianura padana e, in particolare delle regioni Veneto e Lombardia, mentre per l'Emilia Romagna si registrano valori più bassi ma comunque prossimi ai limiti (e in 2 città già al limite).

Per quanto il contributo della centrale alle concentrazioni medie annuali locali di PM_{2.5} sia comunque limitato a frazioni di microgrammo/m³, l'area interessata è già in buona parte oltre i limiti previsti e, comunque, **tali concentrazioni addizionali produrranno comunque un impatto sanitario significativo.**

Riepilogando, abbiamo qui confrontato due approcci:

- 1) quello adottato dall'European Environment Agency (EEA) basato sulla metodologia Clean Air for Europe (CAFE) e utilizzato dall'Istituto SOMO nella ricerca commissionata da questa associazione nel rapporto citato in nota 2;
- 2) quello del modello EcoSenseWeb dell'Università di Stoccarda, scientificamente validato, più specifico sia per il tipo di impianti che per la descrizione dei parametri di diffusione e di densità della popolazione.

Il modello dell'EEA è basato su una procedura di calcolo che include parametri medi nazionali, mentre il modello dell'Università di Stoccarda discrimina l'area della pianura padana rispetto a quella della parte subappenninica dell'Italia. I risultati tra i due modelli mostrano che l'impatto delle emissioni della centrale di Porto Tolle come calcolati dal modello EcoSenseWeb risultano più elevati rispetto all'utilizzo dei parametri medi utilizzati dall'EEA. In sostanza, l'impatto di una centrale nell'area padana risulta maggiore quando si introducono parametri più dettagliati di dispersione atmosferica e di densità di popolazione.

Ad ogni modo, per entrambi i modelli i parametri ambientali maggiormente rilevanti per l'impatto sanitario (inclusa la mortalità in eccesso) sono comunque relativi al PM_{2.5} e, in misura minore, ai picchi di Ozono troposferico.

Dunque il parametro ambientale più rilevante per determinare l'impatto principale sulla salute delle emissioni di questo tipo di impianti, sulla base delle conoscenze oggi disponibili, è anche un parametro estremamente critico rispetto alla normativa ambientale che sta per entrare in vigore nelle regioni maggiormente interessate alle ricadute del progetto di conversione a carbone della centrale di Porto Tolle.

Se questo argomento già di per sé basterebbe a determinare un'evidente scelta nel confronto tra opzioni industriali diverse, come quelle della trasformazione a carbone rispetto a un'equivalente trasformazione a gas a ciclo combinato - cui si dovrebbe aggiungere anche una "opzione zero" data l'estrema criticità delle concentrazioni di PM_{2.5} nelle regioni interessate - va aggiunta una ulteriore considerazione.

Per quanto il modello dell'EEA sia finalizzato a determinare i costi esterni dell'inquinamento - e dunque per valutare l'ordine di grandezza delle esternalità inclusi i costi sanitari - va ribadito che questo modello è particolarmente indicato per effettuare confronti sulle esternalità tra emissioni prodotte da impianti diversi e che, comunque, rappresenta un riferimento europeo per la valutazione dei costi esterni prodotti dall'inquinamento atmosferico.

A tal proposito va qui ricordato un passaggio importante del rapporto dell'EEA che ribadisce che, "mentre i metodi qui utilizzati sono suscettibili di modifiche, non ci si aspetta che i risultati cambieranno sostanzialmente in termini della importanza relativa di specifici settori e specifici inquinanti" (European Environment Agency, *Revealing the costs of air pollution from industrial facilities in Europe*, November 2011).

Il SIA presentato da ENEL SpA **ritiene come non esistente un problema di impatto sulla salute del progetto**, e non propone né una analisi costi-benefici tra opzioni diverse che invece, come si dimostra in questa nota, avrebbe consentito di valutare impatti assai diversi tra l'opzione a carbone e quella a gas.

In termini di costi esterni ambientali e sanitari, sulla base del modello qui adottato, l'opzione a carbone presenta un costo esterno di 238 milioni di euro all'anno contro un costo dell'opzione a gas inferiore ai 96 milioni di euro. La differenza tra le due opzioni è dunque oltre i 142 milioni di euro all'anno che, **per i 40 anni della vita utile di un impianto a carbone sono pari a 5,68 miliardi di euro di maggiori costi ambientali e sanitari**. I costi esterni sono più che doppi rispetto all'investimento per la trasformazione a carbone della centrale di Porto Tolle; se invece degli anni di vita persi (Years Of Life Lost) si utilizzasse il valore delle vite perse (Value of Statistical Life), la differenza sarebbe ancora maggiore (EEA, 2011).

Ma, come associazione ambientalista, ciò che ci preme sottolineare non è il semplice valore economico della salute e della "perdita di vite" o "anni di vita persi", ma il loro numero che risulta assai significativo: il progetto a carbone implicherebbe, secondo l'analisi qui riportata 3.400 morti premature in 40 anni o, se si preferisce, 35.960 "anni di vita persi". Questo aspetto così rilevante - e sottolineato da autorevoli studi tra cui quello

dell'EEA - non può essere liquidato come inesistente, come sembra fare ENEL (e come ha fatto esplicitamente rispondendo alle nostre osservazioni nel 2012⁹).

Se poi si conducesse una analisi costi-benefici andrebbe posta una domanda: quali sono i benefici economici dell'opzione carbone e a chi vanno tali benefici? A parte ogni considerazione sull'evoluzione del mercato internazionale del gas naturale, che tende a un declino dei prezzi legati alle crescenti produzioni di gas non convenzionale (*shale gas*), va qui sottolineato un dato essenziale: **anche gli eventuali benefici in termini economici dell'opzione a carbone sono tutti incorporati dall'azienda, dato l'attuale meccanismo di formazione dei prezzi alla borsa elettrica italiana.**

Pertanto, in una coerente analisi dei costi e dei benefici del progetto, peraltro prevista dalla normativa vigente, avremmo che **i costi esterni associati alle emissioni dell'impianto sono tutti a carico della società, mentre gli eventuali benefici economici dell'opzione carbone sono essenzialmente incamerati dall'azienda come margine di profitto.** Il valore economico di tali costi e benefici è rilevante ed è, nel caso della centrale ENEL di Brindisi Sud, dello stesso ordine di grandezza¹⁰. In sostanza, si socializzano le perdite (costi esterni) e, col meccanismo di determinazione del prezzo alla borsa elettrica, si privatizzano i benefici della scelta carbone.

Ciò che sorprende è proprio che **nel SIA non è stata effettuata alcuna analisi costi benefici fra le diverse alternative** (compresa l'opzione zero) che quantifichi adeguatamente i costi e i benefici ambientali, **così come richiesto dalla normativa.** Si ritiene infine che la metodologia per la valutazione dei costi esterni delle emissioni inquinanti proposta dall'EEA **sia un riferimento ineludibile in questo tipo di valutazioni.**

7. Alcuni commenti al SIA presentato da ENEL SpA

Rispetto all'impatto sulla salute delle emissioni della centrale di Porto Tolle, l'aggiornamento del SIA riporta a pag. 718 il seguente brevissimo paragrafo:

4.3.5 Salute pubblica

Le simulazioni modellistiche condotte nel presente aggiornamento del SIA per identificare il pattern di dispersione delle emissioni atmosferiche della centrale futura allo scopo di confrontarlo con quello attuale indicano, inoltre, che l'esercizio nel nuovo assetto consentirà, oltre che il pieno rispetto dei requisiti di legge vigenti in materia di salvaguardia della salute umana, un miglioramento dei parametri indicatori di qualità dell'aria collegabili con la produzione termoelettrica.

Sulla base di queste considerazioni e degli elementi conoscitivi acquisiti a loro supporto quindi si può concludere che alla trasformazione dell'impianto secondo il progetto proposto non si possono associare motivi di preoccupazione dal punto di vista della tutela dello stato sanitario della popolazione.

Tale paragrafo non esplicita né i modelli utilizzati né dice alcunché sull'impatto in termini di particolato fine nell'area interessata dalle emissioni della centrale. Ciò perché nel precedente paragrafo 4.2.1.2.4 a pag. 412 e seguenti, si esclude che questo effetto sia prodotto dalla centrale - se non a grande distanza dalla centrale - citando il modello FARM pubblicato da Nomisma Energia.

⁹ Prima della pubblicazione del rapporto di SOMO, le bozze sono state presentate a ENEL che ha taciuto di falsità ogni riferimento alla mortalità in eccesso. Tale scambio è stato presentato al Giudice Civile di Roma come materiale a sostegno delle tesi, poi ritenute valide dal Giudice, di Greenpeace.

¹⁰ In una nota elaborata da Greenpeace Italia relativa al caso della centrale di Brindisi, si mostra come l'ordine di grandezza dei costi esterni delle emissioni sia lo stesso dei vantaggi economici dell'azienda elettrica, dati del 2009:
http://www.greenpeace.org/italy/Global/italy/report/2012/clima/ENEL_i_veri_costi_del_carbone.pdf

A parte l'assurdità dell'affermazione che il progetto "consentirà un miglioramento dei parametri indicatori di qualità dell'aria collegabili con la produzione termoelettrica", l'affermazione che non si possano associare "motivi di preoccupazione dal punto di vista della tutela della salute" è contraddetta dalla metodologia CAFE, che è il riferimento dell'EEA, e ancor più dalle simulazioni effettuate con il modello EcoSenseWeb che include il modello EMEP/MS-CW e qui riportate.

Il fatto poi che l'impatto della formazione di PM_{2.5} avvenga a grande distanza non significa che non vi sia un impatto misurabile anche in termini di effetti sanitari. In sostanza, l'argomentazione fondamentale utilizzata dal SIA sulla formazione di PM_{2.5} è legata all'altezza dei camini e al conseguente maggior rateo di dispersione, argomento assolutamente discutibile (e assai datato): maggiore è l'area di dispersione, infatti, maggiore sarà la popolazione esposta al PM_{2.5} e ai picchi di ozono e, siccome le correlazioni statistiche tra aumento dell'esposizione e danno non presentano "soglie" ed hanno un andamento lineare, l'effetto combinato di dispersione e maggiore estensione dell'area interessata, e dunque della popolazione coinvolta, tende ad annullarsi.

Il danno sanitario, anche in termini di mortalità in eccesso, è dunque significativo e misurabile e andrebbe incorporato in una analisi costi-benefici e valutato alla luce di alternative di progetto.

Si ricorda qui, en passant, che sulla mortalità legata alle emissioni delle centrali a carbone di ENEL e sulle affermazioni prodotte dalla campagna di Greenpeace in proposito (cioè sul fatto che le emissioni delle centrali a carbone implicano una mortalità in eccesso), **il Giudice civile di Roma ha respinto nel luglio del 2012 un ricorso di ENEL SpA, valutando come fondate le analisi condotte da questa associazione¹¹.**

Su altri aspetti del SIA è opportuno rilevare che:

- per quanto riguarda il **rischio di inondazioni** si rileva che l'Analisi del rischio residuale per inondazioni del sito della Centrale di Porto Tolle riportata in appendice andrebbe riaggiornata poiché risale a quasi 10 anni fa (è del 2004), e andrebbe meglio definita la compatibilità dei nuovi interventi con la Pianificazione di settore (Pianificazione del bacino del Po: il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI), Piano di Tutela delle Acque -PTA ; Piano Regionale di Risanamento delle Acque (PRRA). **Va qui ricordato come il Delta del Po sia considerato tra i delta a maggiore rischio di inondazione del pianeta, come conseguenza sia delle attività umane che dei cambiamenti climatici¹².**
- Il SIA non specifica adeguatamente né **la quantità né la destinazione dei rifiuti prodotti**. La questione è molto delicata in assenza di un Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti Speciali approvato e visto che l'impianto sorge in un'area che secondo il Piano Regionale per la Bonifica delle Aree Inquinata è prioritaria per l'intervento di bonifica, poiché si è già in presenza di due discariche per RSU, per un volume inquinato stimato di circa 20.000 metri cubi, per i quali il Piano di bonifica propone già un intervento di rimozione (p. 99 SIA), senza indicare adeguatamente la destinazione dei rifiuti prodotti.

¹¹ In questa pagina web si trovano il ricorso di ENEL SpA contro la campagna "Enel, il carbone costa un morto al giorno", la controrelazione preparata da Greenpeace e la sentenza emessa dal Giudice Civile di Roma:

<http://www.greenpeace.org/italy/it/campagne/Salviamo-il-clima/Enel--carbone-un-legame-pericoloso/Il-tentativo-di-censura-a-Greenpeace/>

¹² Syvitski et al., *Sinking Deltas Due To Human Activities*, Nature Geoscience, September 20, 2009

8. Conclusioni

Sulla base di quanto esposto in questa nota, si ribadisce che:

1. non è possibile liquidare l'argomento del PM_{2.5} primario e secondario - che presenta una elevatissima criticità ambientale nell'area vasta interessata dal progetto - sulla base di un solo studio e di un solo modello e sostanzialmente fondato sull'altezza dei camini e sulla maggiore dispersione degli inquinanti. Sia nella metodologia dell'EEA che in quella dell'Università di Stoccarda **l'impatto sulla salute delle emissioni inquinanti degli impianti energetici è ampiamente legato al PM_{2.5} inclusa la sua componente secondaria associata alle emissioni di NOx e SOx;**
2. non è accettabile che non venga effettuata **una analisi dei costi-benefici del progetto e delle sue alternative (inclusa l'opzione zero), peraltro prevista dalla normativa.** Né che non vengano adottati modelli correnti per la stima dei costi esterni associati alle emissioni di inquinanti. L'adozione dei modelli qui presentati - di cui uno è adottato dall'EEA che è il riferimento europeo per le agenzie ambientali - mostra che **i costi esterni associati all'inquinamento prodotto dalla centrale progettata a Porto Tolle, anche in termini di mortalità in eccesso, sono significativi;**
3. non è accettabile che non vengano presentate alternative di progetto quali, ad esempio, una centrale equivalente a gas a ciclo combinato di ultima generazione. Tale confronto mostrerebbe come **l'impatto in termini di mortalità in eccesso dovuta all'opzione carbone si possa ridurre di oltre 5 volte** con l'alternativa a gas, sulla base del modello di valutazione dei costi esterni dell'inquinamento impiegato dall'EEA; **e come tale impatto si possa ridurre di quasi 7 volte, laddove si impieghi un modello più raffinato e specifico** per gli impianti energetici e con parametri specifici per l'area padana, come quello dell'Università di Stoccarda, modello scientificamente validato.

In conclusione va rilevato come:

- non risulta alcun adeguato approfondimento dei profili inerenti gli impatti sulla salute pubblica evidenziati e documentati nell'atto di diffida di WWF, Greenpeace e altri del 25.10.2011, nella nota Greenpeace del 18.5.2012, e nella documentazione allegata alle predette;
- non risulta alcuna verifica comparativa completa, anche sotto il profilo degli impatti sulla salute pubblica, con l'alternativa di alimentazione a metano.

Infine, in assenza del documento nel quale specificare i profili del SIA che non presentano novità sostanziali, è risultata assai difficoltosa la consultazione della documentazione depositata, **per cui ci si riserva di svolgere ulteriori considerazioni una volta che sarà depositato il documento integrativo.**

APPENDICE 1

Porto Tolle: confronto carbone vs gas naturale sulla base della metodologia EEA

La stessa metodologia EEA può essere impiegata in chiave comparativa al progetto di conversione a carbone dell'attuale impianto a olio combustibile di Porto Tolle, in relazione alle alternative tecnologiche di facile applicazione che si presentano in quel contesto. La centrale, infatti, è posizionata dinanzi al più grande terminal gasiero offshore del mondo (realizzato anche in virtù di un patto territoriale sottoscritto da Enel e proprio per servire una eventuale centrale a gas). Enel, pertanto, se intende tornare a sfruttare quell'impianto ha una evidente alternativa alla conversione a carbone.

La comparazione tra le emissioni e gli impatti, a parità di produzione, di due impianti (uno a carbone e uno gas) che potrebbero essere realizzati al posto dell'attuale centrale a olio combustibile è illustrata dalla tabella seguente (tratta dal rapporto SOMO, *Enel today tomorrow*, aprile 2012).

Tabella A1. Porto Tolle: comparazione alimentazione impianto a carbone vs gas

PORTO TOLLE: IPOTESI EMISSIONI MASSIME E CONFRONTO CON CENTRALE A GAS CC

	NOX t	SOX t	PM10 t	CO2 Mt	morti	danni inq mil €	danni CO2 mil €	danni tot mil €
CARBONE	3564	3564	346,5	9,8	62	144	329	473
GAS CC	1321			5,2	11	24	173	197

Per questa valutazione è possibile fare un esercizio previsionale sulle emissioni massime consentite per queste tipologie di impianti. Anche se le emissioni potrebbero eventualmente risultare contenute rispetto ai limiti previsti dall'autorizzazione ambientale, ai fini del confronto tra due ipotesi appare corretto riferirsi ai valori massimi consentiti dalla normativa.

Assumendo un funzionamento dell'impianto a pieno regime (7.500 ore) e confrontando emissioni e danni massimi di una centrale a carbone come quella che Enel realizzerebbe a Porto Tolle con quelli di una centrale a gas a ciclo combinato equivalente, si verifica che i costi esterni complessivi della centrale a carbone sono di 473 milioni di euro all'anno – per quasi il 70% dovuti alle emissioni di CO₂ – mentre quelli di una centrale a gas a ciclo combinato, che produca la stessa elettricità (in un anno), sono di 197 milioni di euro (anche qui per massima parte dovuti alla CO₂). I costi esterni qui attribuiti alla mortalità in eccesso sono relativi al Value of Statistical Life (VLS; si veda EEA, 2011).

Se, invece, si adottasse l'ipotesi di un funzionamento per 6.500 ore/anno – quale quello definito nella procedura di VIA – l'impatto in assoluto si ridurrebbe a 54 e 9.5 casi di morte prematura all'anno, proporzionalmente al minore inquinamento prodotto. **Ma il rapporto relativo tra opzione a carbone e opzione a gas rimane la stessa.**

L'impianto a carbone, dunque, a parità di energia prodotta presenterebbe un costo esterno superiore **a due volte e mezzo rispetto al gas**. Se guardiamo ai costi esterni imputabili alla sola CO₂, il carbone presenta valori circa doppi; se invece focalizziamo l'attenzione sui danni da inquinamento, **il carbone presenta un impatto di 5,5 volte superiore a quello del gas.**

APPENDICE 2 - Dettaglio risultati di EcoSenseWeb per l'opzione a carbone e a gas naturale

Risultati opzione a carbone

Impacts	Code	Clarification	PPM	SIA	SOMO35	Total	Unit	PPM	SIA	SOMO35	Total	Costs (MEUR/year)
Bronchodilator usage		adults, acute ashtma medication	248	4688	1285	6221	cases per year	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
chronic bronchitis		adults	1	27		28	cases per year	0,28	5,31			5,59
Lower resp. symptoms		adults	2476	46890	5986	55352	days per year	0,09	1,78	0,23		2,10
Bronchodilator usage		children, acute ashtma medication	30	577		608	cases per year	0,00	0,00			0,00
Lower resp. symptoms		children	1574	29870		31394	days per year	0,06	1,13			1,19
Cases_Infant_Mort			0	0		0	cases per year	0,02	0,29			0,31
Cardiac hosp.admissions		respiratory	0	6		7	cases per year	0,00	0,01			0,01
resp. hosp. admission			1	10	1	12	cases per year	0,00	0,02	0,00		0,02
Work loss days			795	18400		19195	days per year	0,23	5,43			5,66
Minor RAD		minor sickness days, working age population	2110	48850	3609	54569	days per year	0,08	1,86	0,14		2,07
YOIL		years of life lost	37	861	1	899	life-years per year	1,49	34,45	0,07		36,00
Total								2,25	50,29	0,43		52,98

Risultati opzione a gas naturale

Impacts	Code	Clarification	PPM	SIA	SOMO35	Total	Unit	PPM	SIA	SOMO35	Total	Costs (MEUR/year)
Bronchodilator usage		adults, acute ashtma medication	126	622	316	1064	cases per year	0,00	0,00	0,00		0,00
chronic bronchitis		adults	1	4		4	cases per year	0,14	0,70			0,85
Lower resp. symptoms		adults	1264	6220	1471	8955	days per year	0,05	0,24	0,06		0,34
Bronchodilator usage		children, acute ashtma medication	16	77		92	cases per year	0,00	0,00			0,00
Lower resp. symptoms		children	804	3955		4759	days per year	0,03	0,15			0,18
Cases_Infant_Mort			0	0		0	cases per year	0,01	0,04			0,05
Cardiac hosp.admissions		respiratory	0	1		1	cases per year	0,00	0,00			0,00
resp. hosp. admission			0	1	0	2	cases per year	0,00	0,00	0,00		0,00
Work loss days			406	2396		2802	days per year	0,12	0,71			0,83
Minor RAD		minor sickness days, working age population	1078	6361	887	8326	days per year	0,04	0,24	0,03		0,32
YOIL		years of life lost	19	112	0	131	life-years per year	0,76	4,49	0,02		5,26
Total								1,15	6,57	0,11		7,83

APPENDICE 3 – Composizione chimica del PM10 e del PM2.5 in alcune città europee. Fonte: Putaud et al., 2003

Fig 12a

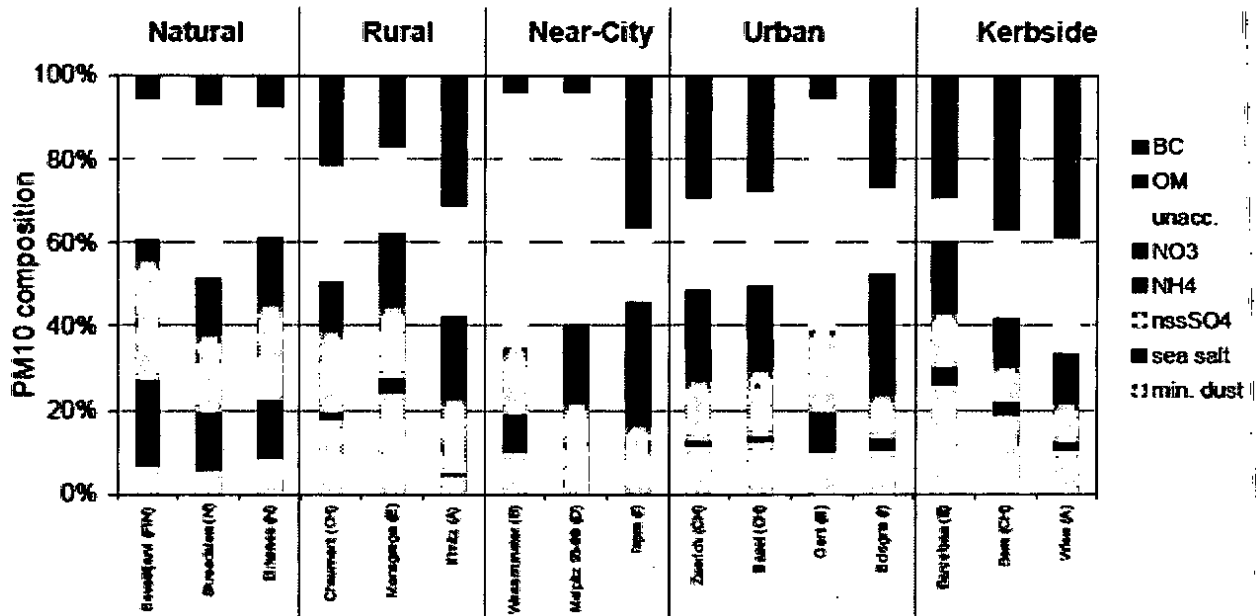
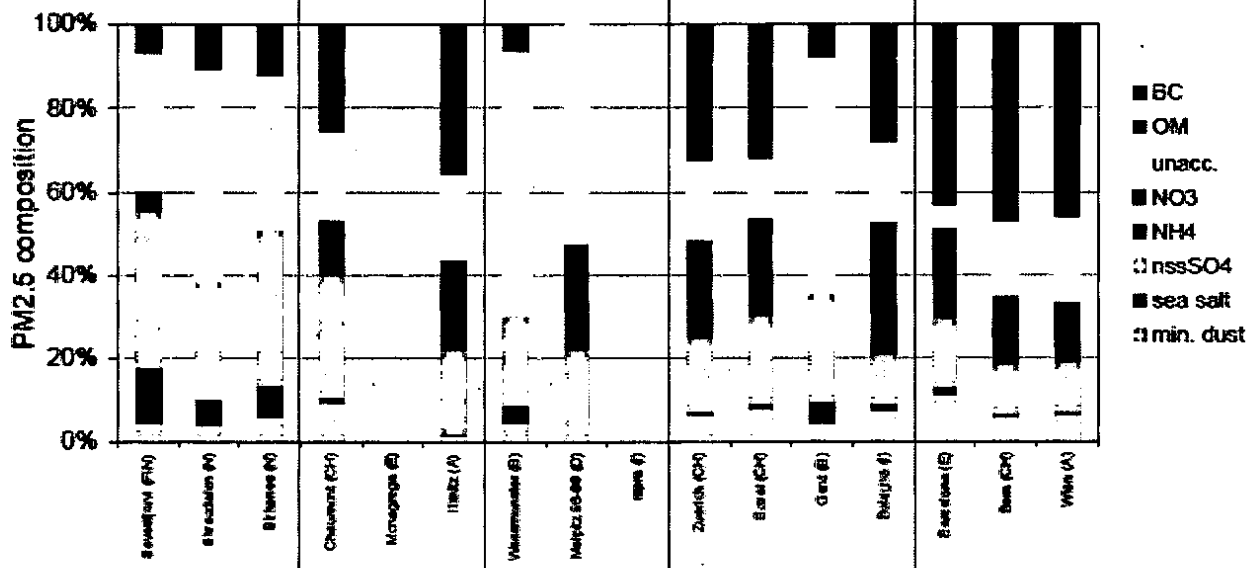


Fig 12b



Appendice 3. Composizione del PM10 e del PM2.5 in 16 città europee. Fonte: Putaud et al., 2003

Nota: la quota relativa ai composti solforati associati a sorgenti distanti di emissione è rappresentata in giallo (nssSO₄²⁻ "non-sea-salt-sulfate") mentre quella composta da nitrati (NO₃) è in rosso.

Appendice 4 – Tabella con valori concentrazione media PM_{2.5} e altri inquinanti nel 2011 in varie città italiane. Fonte: ISPRA, 2012

Tabella 6.2.10 - PM_{2.5}, benzo(a)pirene (BaP), arsenico (As), cadmio (Cd) e nichel (Ni) (2011): valori medi annuali per città e singola stazione di monitoraggio.

2011	nome della stazione e tipo ^{MI}		PM _{2.5} ^{MI} (µg/m ³)	BaP ^{MI} (ng/m ³)	As ^{MI} (ng/m ³)	Cd ^{MI} (ng/m ³)	Ni ^{MI} (ng/m ³)
Aosta	PIAZZA PLOUVES	TU	15	0,8	-	0,1	10,9
Bolzano	AB1 BRENNERO A22	TS	16	-	-	-	-
	Ab2 Brennero A22	TS	17	-	-	-	-
	Bz4 Via C, Augusta	TU	17	-	-	-	-
	BZ5 Piazza Adriano	TU	15	1.0	0.5	0.2	6.0
	La1 Laces	FS	18	-	-	-	-
	Me1 Merano	TU	15	-	-	-	-
Milano - Monza	SENATO	TU	-	0.2	1.3	0.3	16.9
	PASCAL	FU	33	0.2	1.3	0.4	9.2
	MEDA	TU	-	1.2	1.1	0.5	2.5
	SARONNO	FU	33	-	-	-	-
	MERATE	TU	33	-	-	-	-
	MONZA	FU	38	-	-	-	-
Bergamo	MEUCCI	FU	31	-	-	-	-
	SERATE	FU	29	-	-	-	-
	DALMINE VIA VERDI	TU	29	-	-	-	-
Brescia	VILLAGGIO SERENO	FU	32	0.7	1.3	0.6	10.5
Trento	TRENTO PSC	FU	19	1.2	1.6	1.5	1.8
	TRENTO VBZ	TU	21	-	-	-	-
Verona	BORGIO MILANO	TU	-	0.7	0.7	0.2	2.3
	Cason	FS	28	0.8	0.7	0.2	2.2
Vicenza	QUARTIERE ITALIA	FU	31	1.0	0.8	0.4	7.8
Venezia	Parco BiSSuola	FU	31	1.0	2.2	1.7	3.1
	Via Tagliamento	TU	37	1.8	1.4	1.2	5.0
Padova	ARCELLA	TU	-	1.3	0.8	0.5	3.9
	Mandria	FU	34	1.5	0.7	0.5	4.2
Udine	VIA MANZONI	TU	-	-	0.6	0.3	5.6
	via Cairoli	FU	21	-	-	-	-
Trieste	PIZZA GARIBADI	TU	-	1.0	-	-	-
	p.zza libertà	TU	18	-	-	-	-
	VIA CAPPINETO	IU	-	-	0.6	0.3	2.8
Piacenza	PARCO MONTECUCCO	FU	27	-	-	-	-
Parma	CITTADELLA	FU	22	0.2	0.6	0.2	2.1
Reggio Emilia	S. LAZZARO	FU	24	-	-	-	-
Modena	PARCO FERRARI	FU	25	0.4	0.8	0.2	1.8
Bologna	GIARDINI MARGHERITA	FU	20	0.1	0.5	0.2	1.5
	PORTA SAN FELICE	TU	23	-	-	-	-
Ferrara	ISONZO	TU	-	-	1.1	0.5	2.8
	VILLA FULVIA	FU	23	0.3	-	-	-
Ravenna	PARCO BUCCI	FU	21	-	-	-	-

continua

segue Tabelle 6.2.10: PM_{2,5}, benzo(a)pirene (BaP), arsenico (As), cadmio (Cd) e nichel (Ni) (2011): valori medi annuali per città e singole stazione di monitoraggio.

2011	nome della stazione e tipo ^(am)		PM _{2,5} ^(an) (µg/m ³)	BaP ^(ao) (ng/m ³)	As ^(ao) (ng/m ³)	Cd ^(ao) (ng/m ³)	Ni ^(ao) (ng/m ³)
Forlì	PARCO RESISTENZA	FU	20	-	-	-	-
Rimini	MARECCHIA	FU	25	0.6	0.5	-	2.0
Firenze	BASSI	TU	16	-	-	-	-
	Gramsci	TU	21	-	-	-	-
	Pontassieve	FU	13	-	-	-	-
Prato	ROMA	TU	22	-	-	-	-
Livorno	MAUROGORDATO	FS	9	-	-	-	-
	Carducci	TU	16	-	-	-	-
Ancona	CITTADELLA	FU	21	-	-	-	-
Roma	ADA	FU	21	-	-	-	-
	Arenula	FU	20	-	-	-	-
	CAVALIERE	FS	19	-	-	-	-
	Cinecitta	FU	22	-	-	-	-
	Cipro	FU	21	-	-	-	-
	Francia	TU	26	-	-	-	-
	GUIDO	FR	17	-	-	-	-
	MALAGROTTA	IS	19	-	-	-	-
Sassari	VIA BUDAPEST ^(ap)	TU	-	0.1	0.4	0.1	2.5
Cagliari	TUVXEDDU ^(aq)	TS	11	-	-	-	-
	CAGGIU - VIALE CIUSA ^(aq)	TU	-	0.3	0.5	0.3	4.1
	CENMO1 ^(aq)	FU	-	1.0	0.7	0.5	3.2

(am) TU = Traffico Urbana; TS = Traffico Suburbana; FU = Fondo Urbana; FS = Fondo Suburbana; FR = Fondo Rurale.

(an) PM_{2,5}: valore limite annuale in vigore dal 1 gennaio 2015 (ex Direttiva 2008/50/CE): 25 µg/m³

(ao) Valori obiettivo da raggiungere entro il 31/12/2012 (ex D.Lgs 152/07): BaP: 1,0 ng/m³; As: 6,0 ng/m³; Cd: 5,0 ng/m³; Ni: 20 ng/m³

(ap) Copertura dei dati 78%

(aq) Misure indicative