



Documenti dell'Agenzia Regionale di Sanità della Toscana



Servizio
Sanitario
della
Toscana



ISTITUTO DI FISILOGIA CLINICA



D•E

Dipartimento di Energetica
"Steno Stecco"

Localizzazione e caratterizzazione dell'area e della popolazione

Motivazioni per la valutazione

Prima descrizione di possibili soluzioni progettuali

Prime ed orientative previsioni rispetto alle emissioni

Revisione della letteratura

Primi orientamenti dello stato di salute al baseline

Definizione della popolazione potenzialmente interessata e prospettive di approfondimento ambientale ed epidemiologico

Osservatorio di Epidemiologia

Valutazione di Impatto Sanitario del Piano provinciale di gestione dei rifiuti urbani e assimilati ATO N. 6

Fase di *screening* - I

Valutazione di Impatto Sanitario del Piano provinciale di gestione dei rifiuti urbani e assimilati ATO N. 6 – ‘Area metropolitana Fiorentina’, con riferimento alla subarea circostante la prevista collocazione di un impianto di termovalorizzazione nel comune di Sesto Fiorentino (Osmannoro 2000)

Fase di *screening* - I

A cura del gruppo di lavoro interdisciplinare coordinato da:

- **Eva Buiatti, Osservatorio di Epidemiologia, Agenzia Regionale di Sanità della Toscana**
- **Andrea Corti, Dipartimento di Energetica ‘Sergio Stecco’, Università degli Studi di Firenze**
- **Fabrizio Bianchi, Sezione di Epidemiologia e Ricerca sui Servizi Sanitari, CREAS-IFC-CNR**

Hanno partecipato all’elaborazione del documento:

- Alessarndo Barchielli, Unità Operativa di Epidemiologia, Ausl 10, Firenze
- Daniela Balzi “ “ “ “
- Stefania Arniani, Osservatorio di Epidemiologia, Agenzia Regionale di Sanità della Toscana, Firenze
- Simone Bartolacci “ “ “ “
- Roberto Berni “ “ “ “
- Lidia Lombardi, Dipartimento di Energetica “Sergio Stecco”, Università degli Studi di Firenze
- Michela Franchini, Sezione di Epidemiologia e Ricerca sui Servizi Sanitari, CREAS-IFC-CNR, Pisa
- Nunzia Linzalone “ “ “ “
- Anna Pierini “ “ “ “
- Sonia Catalano “ “ “ “

Ha inoltre fornito la propria collaborazione in merito al Piano ATO N. 6:

- Marco Pellegrini, ARPAT, Dipartimento Provinciale di Lucca

La revisione editoriale del documento è stata curata da:

- Elena Marchini, Agenzia Regionale di Sanità della Toscana, Firenze

La ricerca bibliografica (*Medline e Internet*) è stata curata da:

- Maria Rita Maffei, Agenzia Regionale di Sanità della Toscana, Firenze

Il presente lavoro è stato parzialmente finanziato dall’Amministrazione Provinciale di Firenze.

INDICE

Premessa	III
1. Localizzazione e caratterizzazione dell'area e della popolazione oggetto della valutazione	1
2. Motivazioni per la valutazione del bilancio sanitario del Piano di gestione dei rifiuti	6
3. Prima descrizione di possibili soluzioni progettuali, delle relative caratteristiche tecnologiche generali e delle previsioni progettuali rispetto all'impianto di termovalorizzazione previsto, nonché sua collocazione nel contesto ambientale	8
Piano dei rischi di incidente industriale	15
4. Prime ed orientative previsioni rispetto alle emissioni dai sistemi connessi al Piano provinciale di gestione dei rifiuti e loro rapporto con le emissioni da altre sorgenti presenti nell'area interessata	18
Termovalorizzatore	21
Discarica	23
Selezione	26
Compostaggio	27
Aree di stoccaggio-trasferimento	27
Raccolta e trasporto di Rifiuti Solidi Urbani (RSU) e Raccolte Differenziate (RD)	28
Sistemi esterni al Piano provinciale di gestione dei rifiuti	29
Gestione biomasse	31
Risultati del bilancio per gli inquinanti di interesse	32
5. Revisione della letteratura sulla relazione fra inceneritori-termovalorizzatori e parametri di salute	61
Considerazioni di metodo	61
Sintesi dei risultati della rassegna	63
Alcune conclusioni preliminari	64

6. Primi orientamenti dello stato di salute al <i>baseline</i> della popolazione residente, con particolare riferimento alle patologie possibilmente correlate con le emissioni ipotizzate	76
Metodi utilizzati	76
Mortalità: risultati	77
Ricoveri ospedalieri: risultati	81
Incidenza dei tumori: risultati	86
Natimortalità, frequenza dei nati sottopeso e dei parti gemellari: risultati	89
Malformazioni congenite: risultati	90
Approfondimento descrittivo: i tumori del polmone nei maschi a Campi	94
7. Definizione della popolazione potenzialmente interessata e prospettive di approfondimento ambientale ed epidemiologico	96
Definizione della popolazione e prospettive di approfondimento ambientale	96
Prospettive di approfondimento epidemiologico	99
8. Conclusioni	101
Bibliografia	107

PREMESSA

In termini generali, per Valutazione di Impatto Sanitario (VIS) si intende uno studio finalizzato a comprendere i potenziali rischi e benefici di qualsiasi progetto che abbia un interesse per una comunità. La valutazione deve essere attuata attraverso un uso integrato delle conoscenze ambientali ed epidemiologiche attinenti al progetto stesso.¹⁾

La metodologia di valutazione comporta il passaggio attraverso più fasi d'indagine, discussione e condivisione dei risultati. La prima delle fasi previste rappresenta uno *screening* della situazione oggetto di valutazione, consistente in un processo di prevalutazione durante il quale il progetto viene celermente esaminato. La conclusione della fase di *screening* può essere:

- progetto chiaramente da rigettare per bilancio di salute evidentemente e indiscutibilmente negativo; non si procede ulteriormente con il progetto;
- progetto chiaramente da approvare per bilancio di salute evidentemente e indiscutibilmente positivo; si procede con il progetto, salvo verificare l'attendibilità delle previsioni;
- progetto per il quale occorre procedere ulteriormente nello studio, acquisendo nuove informazioni e approfondendo l'analisi con metodi più complessi.

Questo documento presenta i risultati della fase di *screening* relativa alla VIS del Piano provinciale di gestione dei rifiuti urbani e assimilati ATO N. 6 – 'Area metropolitana Fiorentina', con riferimento alla subarea circostante la prevista collocazione di un impianto di termovalorizzazione nel comune di Sesto Fiorentino (Osmannoro 2000).²⁾

In questo documento sono esposti gli elementi conoscitivi disponibili nella fase attuale rispetto ai seguenti punti:

1. localizzazione e caratterizzazione dell'area e della popolazione oggetto della valutazione in fase preliminare e orientativa;
2. motivazioni per una valutazione del bilancio sanitario del Piano di gestione dei rifiuti;
3. elementi conoscitivi preliminari rispetto alla natura dell'impianto di termovalorizzazione previsto, nonché sua collocazione nel contesto ambientale dell'area;
4. prime ed orientative previsioni rispetto alle conseguenze sull'ambiente in condizioni di ordinaria gestione e manutenzione e loro inserimento nel contesto ambientale dell'area; valutazione generale dei rischi di incidente industriale;
5. revisione della letteratura sulla relazione fra inceneritori-termovalorizzatori e parametri di salute;

6. primi orientamenti sullo stato di salute al *baseline* della popolazione residente, con particolare riferimento alle patologie possibilmente correlate con le condizioni ambientali;
7. prospettive di approfondimento ambientale ed epidemiologico;
8. conclusioni.

In questo documento le modalità di trattamento dei punti sopra elencati sono caratteristiche della prima fase della valutazione (*screening*), durante la quale gli elementi di conoscenza a disposizione hanno carattere preliminare. Qualora si attivassero le successive fasi della valutazione, quando saranno disponibili alcuni elementi di progettazione e sarà stato possibile procedere ad un miglior dettaglio epidemiologico, molti dei punti qui trattati dovranno essere ripresi per un maggiore approfondimento.

1. LOCALIZZAZIONE E CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA E DELLA POPOLAZIONE OGGETTO DELLA VALUTAZIONE

Questo lavoro si propone di valutare l'effetto atteso sulla salute della popolazione residente e dei lavoratori che saranno impegnati nello smaltimento dei rifiuti solidi urbani, a seguito dell'attuazione del Piano provinciale di gestione dei rifiuti urbani e assimilati ATO N. 6 – 'Area metropolitana Fiorentina'; tale valutazione, tuttavia, si concentra in questa fase sull'esame dell'impatto sanitario del Piano su una zona circoscritta e definita in base alla collocazione, prospettata nel Piano stesso, di un impianto di termovalorizzazione nel comune di Sesto Fiorentino (localizzazione denominata 'Osmannoro 2000'). Tale collocazione è definita come 'sita in comune di Sesto Fiorentino, fra la strada provinciale N.5 Lucchese per Prato e il canale Macinante, adiacente all'area denominata Ponte di Maccione'²⁾.

Allo scopo di definire l'area e la popolazione residente di cui si intende trattare, devono essere tenuti presenti i seguenti elementi:

- la VIS non riguarda solo l'effetto del termovalorizzatore, ma il bilancio dell'intero Piano, sempre relativamente all'area in esame;
- trattandosi di un bilancio, esso viene stimato inserendolo nel contesto dell'area sia in termini di salute, sia di condizioni dell'ambiente; di tale contesto fanno parte da un lato le condizioni di salute attuali della popolazione, dall'altro le fonti inquinanti già presenti;
- poiché si tratta essenzialmente di un bilancio di previsione, devono essere considerate, per quanto possibile, anche le eventuali modifiche con rilevanza ambientale, benché esterne al Piano, prevedibili nel prossimo futuro;
- la definizione dell'area potenzialmente interessata dalle emissioni di inquinanti è necessaria per stabilire la popolazione a rischio, che è la popolazione residente in tale area, nonché i lavoratori impegnati nelle varie fasi di smaltimento dei rifiuti nella stessa area;
- l'area geografica di cui sopra non coincide necessariamente per tutti gli inquinanti, in quanto si disegna sulla base delle modalità di diffusione, dispersione, accumulo e diluizione di ciascuno di essi;
- nella fase di *screening* non sono disponibili le informazioni necessarie per definire l'area in modo articolato: è quindi necessario procedere con ragionevoli approssimazioni, che potranno esser meglio specificate se si passerà alla fase II della VIS;
- peraltro, neanche i dati di salute nelle condizioni attuali permettono una disaggregazione territoriale di dettaglio; anche le informazioni epidemiologiche dovranno perciò essere approfondite successivamente.

Definiamo quindi provvisoriamente l'area dal punto di vista ambientale e dal punto di vista sanitario.

- Da un punto di vista ambientale, si ritiene in questa fase che l'area di interesse sia rappresentata da un cerchio con al centro il sito in cui è previsto il termovalorizzatore, interessa i comuni di Firenze (prevalentemente la frazione di Brozzi), di Campi e di Sesto Fiorentino, con un diametro di circa 5 Km.
- Da un punto di vista degli indicatori di salute, si ritiene provvisoriamente che la popolazione di interesse sia quella dei residenti nei comuni di Sesto, di Campi e dell'ex quartiere 6 (Novoli). Quest'ultimo comprende Brozzi e conta circa 40.000 abitanti.

In termini di elementi da prendere in considerazione, in quanto caratterizzati da un possibile effetto importante sulla **qualità ambientale**, questi sono definiti in Tabella 1.1.

Tabella 1.1
Elementi giudicati rilevanti per la qualità ambientale della zona in esame

Preesistenti	Previsti nel Piano provinciale	Previsti da parte di altri soggetti	Proponibili a fini di mitigazione
Sistema dei trasporti dei RSU	Sistema dei trasporti di Rifiuti Solidi Urbani (RSU) (incremento Raccolte Differenziate - RD)		Variazioni combustibili
Stoccaggio e trasferimento dei rifiuti			
	Trattamento termico (termovalorizzatore)		
Selezione e compostaggio dei rifiuti	Pretrattamento rifiuti e compostaggio rifiuti differenziati		
Discarica Case Passerini	Discarica Case Passerini		Modalità di gestione postchiusura
Riscaldamento convenzionale urbano aree di 'prossimità'	Riscaldamento con teleriscaldamento urbano aree di 'prossimità'		
Emissioni caldaie industriali area di 'prossimità'	Sostituzione caldaie industriali area di 'prossimità'		
			Aree naturali (Gestione biomasse)
			Gestione controllata Amianto
			Raccolta differenziata dei Rifiuti Urbani Pericolosi (RUP)
Riscaldamento urbano	Riscaldamento urbano		
Emissioni industriali diffuse			
Emissioni industriali rilevanti			
Aeroporto		Aeroporto (aggiunta pista di rullaggio)	
Trasporti autostradali		Trasporti autostradali (terza corsia)	
Trasporti stradali		Modifiche mobilità Metropolitana	

Obiettivo della descrizione epidemiologica è quello di caratterizzare la popolazione dell'area rispetto allo stato di salute attuale, al fine di collocare in un concreto contesto di salute le eventuali scelte del Piano con possibili effetti sull'ambiente. Le analisi qui di seguito riportate non si pongono invece l'obiettivo di spiegare le cause di eventuali eccessi di rischio che vengano individuati nella popolazione attualmente residente nella zona in esame.

Infatti, questa seconda finalità non può essere affrontata correttamente con i dati e con le metodiche epidemiologiche qui utilizzate.

In termini di **indicatori di salute attuale** si considerano le seguenti fonti informative, relativamente alla popolazione di tutte le età e di ambo i sessi residente in Sesto Fiorentino, Campi Bisenzio e nell'ex quartiere 6 (di seguito denominato 'Novoli') negli anni in esame:

- Schede di morte ISTAT. Fonte: Registro di Mortalità Regionale, anni 1996-'99. Cause di morte esaminate: generalae e per cause. Aree prese in esame: tutte.
- Schede di Dimissione Ospedaliera (SDO). Fonte: Regione Toscana, anni 1996-'99. Cause di ospedalizzazione: cause principali e cause correlate a determinanti ambientali su base bibliografica. Aree prese in esame: comuni di Sesto e di Campi Bisenzio (per mancanza di dettaglio su Novoli nel sistema informativo, v. paragrafo successivo).
- Incidenza dei tumori. Fonte: Registro Tumori Toscano, anni 1985-'97. Neoplasie considerate: tutti i tumori e tumori correlati a determinanti ambientali, definiti su base bibliografica. Aree prese in esame: comuni di Sesto e di Campi (per mancanza del dettaglio su Novoli nel sistema informativo, v. paragrafo successivo).
- Certificato di Assistenza al Parto (CAP). Fonte: Regione Toscana, anni 1996-'99. Fenomeni in esame: nati sottopeso, mortalità infantile e parti gemellari. Aree prese in esame: comuni di Sesto e di Campi Bisenzio (per mancanza del dettaglio su Novoli nel sistema informativo, v. paragrafo successivo).
- Schede di rilevazione malformazioni congenite. Fonte: Registro Malformazioni, anni 1992-'99. Malformazioni prese in esame: tutte. Aree prese in esame: tutte.

La scelta delle fonti informative si basa su criteri di accessibilità, disponibilità e contenuto informativo rispetto all'obiettivo di un primo *screening* sulle condizioni di salute al *baseline* della popolazione residente nell'area grossolanamente definita come sopra specificato.

Nella scelta delle fonti si è tenuto conto dell'importanza informativa di dati:

- sulla *mortalità* generale e per causa, soprattutto per quanto riguarda cause di morte per le quali la letteratura segnala un'associazione con rischi ambientali attinenti;

- sull'*incidenza* di alcune neoplasie, anch'esse legate a fattori di rischio ambientali, per le quali il dato di mortalità è solo parzialmente informativo in quanto caratterizzate da buona prognosi;
- sul *ricovero* per causa in quanto, per patologie legate a fattori ambientali che non sono rilevate da appositi Registri, ma che sono abbastanza gravi da dare adito frequentemente a ricovero in ospedale, il tasso di ricovero rappresenta la migliore informazione disponibile in questa fase per quantificare il fenomeno a livello di popolazione;
- su *parametri di salute* legati alla riproduzione (natimortalità, parti gemellari, malformazioni infantili, nati sottopeso) in quanto in letteratura sono descritte alcune associazioni di fattori di rischio ambientali attinenti con tali fenomeni riproduttivi.

Nel concludere la descrizione delle fonti informative epidemiologiche si fa presente ancora una volta che questo documento si riferisce alla fase di *screening*, che rappresenta la prima fase della VIS. In tale fase le metodiche epidemiologiche e le fonti informative sono, per definizione, quelle disponibili e preesistenti. Nelle fasi successive sarà necessario attivare alcuni approfondimenti, le cui caratteristiche sono anticipate in un successivo capitolo.

2. MOTIVAZIONI PER LA VALUTAZIONE DEL BILANCIO SANITARIO DEL PIANO DI GESTIONE RIFIUTI

Il Piano di gestione dei rifiuti dell'ATO n. 6 dà attuazione alle priorità indicate dalla normativa comunitaria, nazionale e regionale e vuole quindi conseguire i seguenti obiettivi²⁾:

- la riduzione della produzione di rifiuto o quantomeno la minimizzazione dell'incremento nella produzione di rifiuto;
- il reimpiego, il riciclaggio e la massimizzazione delle varie forme di recupero di materia dai rifiuti;
- la massimizzazione del recupero energetico dalle frazioni combustibili derivanti dai rifiuti urbani e assimilati che non risultino in altro modo vantaggiosamente recuperabili;
- il conferimento a discarica di quantità di rifiuti sempre minori;
- la minimizzazione di ogni forma di impatto sull'ambiente derivante dalla gestione dei rifiuti urbani e assimilati.

Per conseguire tali obiettivi il Piano prevede di:

- adottare iniziative tendenti a favorire la riduzione della produzione di rifiuto;
- incrementare la raccolta differenziata oltre gli obiettivi minimi fissati dalla normativa vigente;
- organizzare un sistema di raccolta che sia funzionale sia al sistema delle raccolte differenziate, sia alla raccolta dei rifiuti indifferenziati;
- realizzare strutture e impianti al servizio del sistema delle raccolte differenziate, che permettano la gestione dei rifiuti indifferenziati nell'ambito di un ciclo integrato che massimizzi le forme di recupero di materia prima o di energia e riduca i conferimenti a discarica.

L'attuazione del Piano comporta pertanto una complessiva riorganizzazione dei sistemi di gestione dei rifiuti per quanto attiene sia alla raccolta, sia al recupero e allo smaltimento. Tali interventi interesserebbero l'intero territorio dell'ATO n. 6. Alcune aree, sulla base di criteri indicati dal Piano stesso, sarebbero interessate dalla realizzazione di impianti e verrebbero a costituire dei 'nodi' nel complessivo sistema di gestione dei rifiuti dell'ATO n. 6.

Stante la distribuzione della popolazione e delle aree urbanizzate e l'importanza di collocare gli impianti primari in una posizione per quanto possibile baricentrica rispetto all'area di maggiore produzione dei rifiuti, il Piano prevede la collocazione di un impianto di termovalorizzazione nell'area della Piana di Sesto, nella posizione indicata come sopra con la denominazione 'Osmannoro 2000'. L'impianto previsto avrebbe funzioni di selezione e termoutilizzazione dei rifiuti urbani indifferenziati, di fanghi di depurazione e di limitate frazioni di rifiuti speciali.

Tale collocazione, che risulta funzionalmente collegata con l'esistente polo di smaltimento di Case Passerini, è all'interno di una vasta area con parti a destinazione commerciale, industriale o di servizio, ma anche agricole e/o di pregio ambientale. Nell'ambito di tale area sono fra l'altro situati i principali assi viari, fra cui le autostrade, e l'aeroporto.

Rispetto ai centri abitati, essa è collocata in prossimità di Campi Bisenzio e Sesto Fiorentino e di varie frazioni dei due comuni, nonché di alcune frazioni del comune di Firenze, con particolare riferimento alla periferia ovest, che hanno carattere residenziale.

Nella zona, l'attuazione del Piano si tradurrebbe, a livello impiantistico, oltre che nella realizzazione dell'impianto di termovalorizzazione 'Osmannoro 2000', in una diversa strutturazione del polo impiantistico di Case Passerini. A livello funzionale, lo stesso territorio sarebbe interessato da altri aspetti introdotti dal Piano, il cui potenziale effetto sulla qualità ambientale e sanitaria deve quindi essere visto in termini integrati.

In tale zona sono inoltre previsti altri interventi di interesse per la qualità ambientale, fra i quali una nuova bretella autostradale e la tramvia Prato-Firenze.

L'attuazione del Piano di gestione dei rifiuti comporterebbe quindi in questa area un complesso di interventi che possono influenzare l'ambiente di vita e di lavoro di una consistente popolazione e si inserirebbe in una situazione ambientale complessa e in movimento, anche in relazione con ulteriori possibili interventi. Le caratteristiche dell'area e dell'intervento in esame risultano dunque tali da motivare la realizzazione di un bilancio del Piano rispetto alla salute della popolazione residente nell'area.

3. PRIMA DESCRIZIONE DI POSSIBILI SOLUZIONI PROGETTUALI, DELLE RELATIVE CARATTERISTICHE TECNOLOGICHE GENERALI E DELLE PREVISIONI PROGETTUALI RISPETTO ALL'IMPIANTO DI TERMOVALORIZZAZIONE PREVISTO, NONCHÉ SUA COLLOCAZIONE NEL CONTESTO AMBIENTALE

Il Piano di gestione dei rifiuti urbani della Provincia di Firenze indica la localizzazione di tre impianti di termovalorizzazione facenti riferimento a tre diverse aree di raccolta.

L'impianto di termovalorizzazione della Piana, in modo particolare, si riferisce all'area di raccolta dei comuni della Piana fiorentina (comuni di Calenzano, Campi Bisenzio, Firenze, Sesto Fiorentino e Signa).

Complessivamente, l'area di raccolta dei 5 comuni della Piana dovrebbe, secondo le stime del Piano, avere una capacità di produzione pari al 65,5% della produzione complessiva dell'ATO N. 6 al 2007.

La quantità di rifiuti da avviare a trattamento dovrebbe essere pari (sempre facendo riferimento all'anno 2007) a circa 167.000 t/a di rifiuti indifferenziati da raccolta di RSU, di cui circa 121.000 t/a avviate agli impianti previsti nelle aree tecniche di Osmannoro e di Case Passerini.

Sulla base delle indicazioni del Piano regionale (CDR 88/98), il Piano provinciale dei rifiuti solidi urbani fa propria la logica della selezione dei rifiuti indifferenziati finalizzata all'allontanamento delle frazioni indesiderate rispetto alla fase di termovalorizzazione. In modo particolare sia la frazione organica, avente alti contenuti di umidità, sia la frazione fine, avente alti contenuti di inerti, risultano essere non propriamente indicate alla combustione, a prescindere dalla tecnologia scelta.

Per questa ragione, a monte della sezione di termovalorizzazione è previsto un processo di separazione meccanica, finalizzato all'ottenimento di un combustibile il più compatibile possibile con i processi combustivi seguenti.

I sistemi di trattamento termico dei rifiuti possono essere divisi in processi di combustione, gassificazione e pirolisi.

Uno dei problemi del trattamento termico di rifiuti solidi, pur se adeguatamente trattati e omogeneizzati, risiede nella variabilità delle condizioni fisiche della massa sottoposta a trattamento.

Infatti, la variazione delle caratteristiche fisiche (ad esempio, tra tutti i diversi parametri, il tenore di umidità e il potere calorifico medio), al variare della stagione e delle aree di raccolta, obbliga alla scelta di tecnologie di trattamento termico flessibili rispetto agli ampi *range* di variazione possibili.

I sistemi di gassificazione e di pirolisi poco si adattano a tali condizioni e risultano eventualmente giustificati in una logica di ritorno degli investimenti solo se accoppiati con processi caratterizzati da alti consumi energetici specifici, che possano utilizzare i prodotti di processo (solidi o gassosi) ottenuti.

I sistemi che ad oggi sono di uso predominante sono pertanto i sistemi di combustione nei quali il rifiuto viene sottoposto a degradazione termica a temperature variabili entro i 900-1200°C con forti eccessi di aria comburente, in modo tale da limitare al minimo la produzione di frazioni incombuste.

Le tecnologie utilizzate per i processi di combustione sono sostanzialmente le seguenti:

- letti a tamburo rotante
- letti a griglia mobile
- letti fluidi circolanti
- letti fluidi bollenti

La tecnologia dei forni a tamburo rotante è particolarmente indicata per combustione di residui aventi un'ampia variabilità di stato fisico, potendo adattarsi a residui sia solidi che liquidi. Questa tecnologia non si adatta ai casi di portate particolarmente elevate di rifiuto da trattare.

La tecnologia della griglia mobile è quella maggiormente impiegata nella termodistruzione sia di rifiuti tal quali, sia di rifiuti trattati. I sistemi a griglia mobile garantiscono elevate rese di combustione (superiori rispetto ai sistemi a tamburo rotante) per materiali solidi. La presenza di organi meccanici di movimentazione del rifiuto all'interno della zona di combustione può comportare necessità di frequente manutenzione nel caso di rifiuti aventi elevato potere calorifico inferiore, anche se in questo caso è possibile applicare tecnologie di raffreddamento ad acqua degli organi mobili (barrotti).

I sistemi a letto fluido sono quelli maggiormente adatti a condizioni di combustione di materiali ad elevato potere calorifico inferiore e sono in grado di garantire le maggiori rese di combustione teoriche (specialmente i sistemi a letto fluido ricircolato).

Di contro, essi necessitano di un attento controllo delle dimensioni e delle densità dei materiali alimentati all'impianto, onde non incorrere in condizioni di elevato trasporto fuori del letto (per le frazioni leggere) o di collasso del letto per assenza di sostentamento aerodinamico (per le frazioni pesanti).

I sistemi a letto fluido, che hanno ampie e interessanti applicazioni per combustibili solidi quali carbone e cippato di legno, nel caso dei rifiuti trovano applicazione soprattutto per l'impiego di rifiuti selezionati, trattati e addensati (CDR). L'impiego di CDR comporta comunque la presenza di linee di trattamento del rifiuto aventi alti costi di gestione e alti consumi energetici specifici.

La scelta della tecnologia di combustione ha una notevole importanza per quanto riguarda gli aspetti gestionali e quindi i costi, non solo di investimento, ma anche di gestione del processo di termovalorizzazione. Di contro, la scelta tecnologica in merito al tipo di sistema di combustione riveste un ruolo non determinante ai fini della definizione preliminare dell'impatto ambientale delle soluzioni complessive di termovalorizzatore.

I parametri che possono infatti variare tra una tecnologia e l'altra, a parità di combustibile alimentato, sono le condizioni di marcia (eccesso d'aria necessario per il raggiungimento delle temperature ottimali), le condizioni di manutenzione e i costi di investimento e di processo.

Tutte le tecnologie di combustione, se utilizzate entro i *range* di funzionalità ottimale garantita dai processi stessi, sono in grado di assicurare alte rese di combustione e quindi alta capacità di produrre, a partire da sostanze allo stato solido, sostanze allo stato gassoso (fumi di combustione) e scorie solide.

Tutte le tecnologie di termodistruzione hanno però il problema di produrre grandi varietà di inquinanti, alcuni dei quali in quantità molto esuberanti rispetto alla compatibilità di questi composti chimici con gli ecosistemi. Tale problematica dipende unicamente dalle tipologie di flussi alimentati al processo e non dalla tecnologia di combustione impiegata.

Quindi, un sistema di termodistruzione operante con RSU produce solitamente, come effetto della combustione, specie inquinanti quali:

- gas acidi (HCl, HF, HBr, SO_x)
- ossidi di azoto (NO_x)
- polveri volanti (PTS)
- sostanze organiche volatili (VOC)
- monossido di carbonio (CO)
- microinquinanti organici
- microinquinanti inorganici, metalli pesanti

Riguardo a tali specie inquinanti, alcune delle quali, come HCl e PTS, sono prodotte in gran quantità, i sistemi di trattamento fumi sono oggi in grado di dare ampi margini di garanzia per la limitazione a livelli pressoché trascurabili degli impatti ambientali.

Le tecnologie di trattamento degli effluenti gassosi, grazie soprattutto al continuo modificarsi (in termini di maggiore rigidità) delle normative nazionali in fatto di impatto ambientale, hanno compiuto progressi notevoli negli ultimi decenni.

Gli impianti di abbattimento di inquinanti presenti in correnti gassose sono oggi in grado di garantire livelli di concentrazione degli effluenti fino anche ad ordini di grandezza inferiori rispetto ai valori limite più bassi previsti in normative tecniche, con rendimenti di abbattimento, per alcuni inquinanti, superiori al 99%.

Il quadro di riferimento normativo per l'impianto di termovalorizzazione previsto dal Piano di gestione dei rifiuti urbani della provincia di Firenze è costituito dalla direttiva 2000/76/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 4 dicembre 2000 relativa all'incenerimento dei rifiuti (GUCE del 28.12.2000). Stante infatti le fasi di programmazione e progettazione ancora necessarie alla definizione nel dettaglio degli impianti e delle tecnologie, oltre ai tempi necessari ad espletare le dovute gare d'appalto e alla costruzione e messa in marcia dell'impianto, questo si troverà sicuramente assoggettato a tale nuova normativa.

Di seguito sono riportati i dettagli dei valori limite di emissione previsti dalla direttiva 2000/76/CE, confrontati con i limiti previsti dall'attuale corpo normativo di settore DMA 503/98 (G.U. 23 del 29 gennaio 1998).

Tabella 3.1
Confronto tra riferimento normativo esistente e futuro in materia di emissioni limite al camino per incenerimento
dei rifiuti urbani

Inquinante	DMA 503/98 (G.U. 23 del 29 gennaio 1998)			Dir. 2000/76/CE 4.12.2000 (GUCE del 28 dicembre 2000)		
	Media giornaliera	Media su 8 ore	Media oraria	Media giornaliera	Media su 30 minuti	Media su 30 minuti
CO	50		100	50	100	
PTS	10		30	10	30	10 (97°perc.)
COT	10		20	10	20	10 (97°perc.)
HCl	20		40	10	60	10 (97°perc.)
HF	1		4	1	4	2 (97°perc.)
SO ₂	100		200	50	200	50 (97°perc.)
NO _x (come NO ₂)	200		400	200 (400 se esistente)	400	200 (97°perc.)
Cd+Ti			0,05		0,05	
Hg			0,05		0,05	
Sb+As+Cr+Cu+Co+Mn +Ni+V+Sn			0,5		0,05	
PCDD+PCDF			0,1 ng/Nm ³ TE		0,1 ng/Nm ³ TE	

L'adeguamento dei valori di emissione di un sistema di termovalorizzazione ai termini di legge (definiti in fase di autorizzazione) necessita l'applicazione di processi tecnologici in grado di ridurre i quantitativi di inquinanti presenti nei fumi di combustione, a prescindere dalla tecnologia di combustione scelta.

In linea di principio, le tecnologie di trattamento dei fumi impiegate non sono univoche, ma possono essere composte sulla base di considerazioni rispetto alle potenzialità dell'impianto e, quindi, ai costi di gestione che ne possono derivare.

Per quanto riguarda la limitazione delle emissioni di polveri e per avere l'intercettazione di composti microinquinanti, che sulle polveri più fini si trovano adsorbiti o condensati, risulta necessaria l'applicazione di sistemi di filtrazione a manica. L'impiego di soli sistemi quali filtri elettrostatici per la riduzione delle polveri non è sufficiente a garantire il rispetto delle condizioni limite attualmente imposte dalla normativa per le emissioni di polveri e soprattutto di microinquinanti.

L'abbattimento di gas acidi può invece essere effettuato, senza sostanziali distinzioni in termini di risultati di depurazione, con sistemi a secco, a semisecco o ad umido, mediante l'utilizzo di reagenti alcalini di diverse tipologie atti alla produzione di sali che costituiscono i sovralli di processo, allo stato solido o in soluzione, a seconda del processo.

La scelta di un sistema di abbattimento di gas acidi a doppio stadio si può ritenere opportuno rispetto ai valori limite estremamente ridotti contemplati dalla direttiva 2000/76/CE.

La forte limitazione imposta alle emissioni di microinquinanti, sia organici, sia inorganici, rende necessaria l'applicazione di sistemi di adsorbimento di tipo a carbone attivo, che può essere impiegato sia in letti fissi, sia in sistemi a letto trascinato o, ancora, con semplice dosaggio all'interno della colonna di fumi e, successivamente, raccolto su sistemi di depolverazione di tipo a maniche.

I processi di combustione di rifiuti sono caratterizzati da limitate produzioni di ossidi di azoto, a causa degli alti eccessi d'aria impiegati e delle basse temperature di processo, oltre che della scarsa presenza di azoto come composto chimico elementare nei rifiuti urbani.

I valori limite imposti dalle nuove normative e lo stato di particolare sovraccarico di tali inquinanti nell'area fiorentina, rendono necessaria comunque l'applicazione di tecnologie di abbattimento specifiche, in grado di ridurre le concentrazioni al camino.

Allo stato attuale, il quadro di riferimento tecnologico non è definito né per quanto riguarda il sistema di combustione, né per quanto riguarda le tecnologie di trattamento e depurazione dei fumi. Tali aspetti di dettaglio tecnologico sono infatti oggetto della fase di Piano industriale e della successiva fase progettuale.

Sulla base, però, delle condizioni limite previste per le emissioni al camino, delle portate presunte di rifiuti alimentati alla sezione di termovalorizzazione e delle condizioni di concentrazioni di inquinanti garantite da sistemi di trattamento fumi

specifici per termovalorizzatori operanti in impianti aventi analoghe potenzialità e tipologia di alimentazione, è stato possibile mettere a punto un modello termodinamico e ambientale rappresentativo del futuro sistema di termovalorizzazione.

Di seguito sono riportate le specifiche tecniche prese a riferimento per il dimensionamento delle portate di fumi presunti.

La valutazione dell'impatto ambientale di un termovalorizzatore non può limitarsi al solo processo, ma necessita di valutare anche i possibili effetti benefici derivanti dal recupero di energia altrimenti prodotta da fonti fossili convenzionali.

Nel caso specifico si è ipotizzato un sistema di recupero energetico basato su una caldaia a recupero per la produzione di vapore surriscaldato, avente condizioni di targa standard (vapore prodotto a 40 bar e 400°C). Le condizioni ottimali di impiego del vapore risultano essere finalizzate alla produzione di energia elettrica con produzione di energia termica in cogenerazione, ottenuta dai flussi a bassa pressione a valle dell'espansione in turbina.

I quantitativi di energia termica prodotta, stimati in via revisionale, possono essere forniti eventualmente ad utenze civili o industriali mediante apposite reti di teleriscaldamento.

Un'ulteriore sinergia energetica dell'impianto di termovalorizzazione è ipotizzabile nel caso di utilizzo della rete di teleriscaldamento anche per la generazione di aria fredda per il raffrescamento estivo, mediante sistemi ad assorbimento.

Tabella 3.2

Condizioni di funzionamento nei due regimi di produzione di energia elettrica e di cogenerazione di energia elettrica e termica

Portata rifiuti in ingresso [t/g]		508	
PCI [kJ/kg]		11.030	
Temperatura al camino [°C]		160	
Funzionamento solo energia elettrica		Funzionamento in cogenerazione	
Potenza elettrica [kW]	14.465	Potenza elettrica [kW]	12.523
Rendimento [%]	22,3	Rendimento [%]	19,3
Pressione al condensatore [bar]	0.25	Pressione al condensatore [bar]	1.013
		Potenza termica [kW]	39.324
		Periodo generazione En.Termica	12 ore/giorno dal 01/11 al 15/04 – 166 gg – 1992 ore
		Risparmio di combustibile [t/anno]	7.475

Sulla base delle valutazioni di tipo termodinamico effettuate e sulla base delle condizioni medie garantite da processi di termovalorizzazione di nuova generazione è stato possibile mettere a punto un quadro dei livelli medi di emissione prodotti dal sistema.

Per la stima delle emissioni di benzene, toluene e xilene, di assoluto interesse ai fini della valutazione sanitaria, ma normalmente non monitorate al camino, si è assunto un valore medio sulla base dei fattori di emissione CORINAIR.

Tabella 3.3
Valori medi delle concentrazioni degli inquinanti al camino

CO	35	mg/Nm ³
PTS	8	mg/Nm ³
COT	10	mg/Nm ³
HCl	5	mg/Nm ³
HF	0,5	mg/Nm ³
SO₂	8	mg/Nm ³
Nox	150	mg/Nm ³
Cd	0,002	mg/Nm ³
Hg	0,002	mg/Nm ³
Pb	0,001	mg/Nm ³
Sb+As+Cr+Cu+Co+Mn+Ni+V+Sn	0,005	mg/Nm ³
PCDD+PCDF	0,05	ng/Nm ³
IPA	0,002	mg/Nm ³
Benzene	15	µg/Nm ³
Toluene	34	µg /Nm ³
Xilene	9,56	µg /Nm ³

PIANO DEI RISCHI DI INCIDENTE INDUSTRIALE

I sistemi di termodistruzione dei rifiuti rappresentano impianti a basso rischio di incidente, rispetto a similari tecnologie che si basino su trattamenti termici condotti invece in assenza o difetto di ossigeno (pirolisi o gassificazione).

D'altronde, il gran numero di impianti operanti a livello mondiale da un numero notevole di anni permette di valutare come estremamente limitato il rischio di incidente.

Gli eventi di incidente che si possono manifestare sono malfunzionamenti al sistema di combustione o ad uno o più dispositivi di abbattimento fumi e, comunque, hanno un effetto prevalente in termini di potenziale rilascio di inquinanti in atmosfera, esuberanti rispetto alle condizioni previste.

In entrambi i casi, la presenza di più sistemi di abbattimento degli inquinanti presenti nei fumi di combustione costituisce comunque un elemento di garanzia dell'assenza del rischio di emissione di fumi di combustione tal quali, ovvero caratterizzati dall'intero carico di inquinanti.

In caso di malfunzionamento del sistema di combustione, questo risulta essere limitato, rispetto ad eventuali incidenti, dall'esclusione dell'alimentazione di combustibile che riduce il carico energetico del processo stesso.

Una delle condizioni di garanzia del processo, prevista anche nella nuova normativa tecnica (2000/76/CE), è la presenza di tecnologie e procedure di gestione atte a garantire l'arresto completo del sistema entro un termine temporale definito, sulla base del rispetto di condizioni di minimo impatto esterno.

Nel caso di malfunzionamento di un processo di depurazione, il fatto che la gran parte dei sistemi di abbattimento fumi sia composta da più elementi in parallelo è una condizione ulteriore per garantire il non completo annullamento delle potenzialità di un singolo sistema.

La pericolosità dei sistemi di termodistruzione, come tutti i processi industriali in genere, non è relativa tanto alle condizioni di marcia a regime (condizioni previste dal processo stesso in fase di progettazione e messa a punto), quanto alle condizioni di marcia transitorie o comunque non previste (fuori progetto, *off-design*). Le fasi, ad esempio, di avviamento o spegnimento non previste, o le condizioni di continue fermate degli impianti, costituiscono eventi durante i quali si possono avere funzionamenti non a piena efficienza dell'intera filiera di processi che costituiscono il sistema, a partire dall'ingresso del rifiuto fino all'uscita dei fumi al camino.

Per questo, una delle condizioni in grado di dare ampia garanzia rispetto all'impatto ambientale è il rispetto del tempo di marcia in continuo. Oggi i sistemi di termodistruzione sono ampiamente in grado di fornire garanzie di funzionamento in continuo delle macchine fino a 8.000 ore, che equivale a dire marce in continuo, senza fermate per 333 giorni all'anno, con fermi per manutenzione ordinaria variabili tra i 15 e i 30 giorni circa.

Tali condizioni, affiancate da adeguati livelli di monitoraggio in continuo dei parametri di processo e dei parametri ambientali più importanti, permettono di garantire ampi livelli di sicurezza.

Di seguito sono riportati alcuni dei possibili incidenti ed i corrispondenti effetti (Tabella 3.4).

Tabella 3.4
Possibili incidenti ed effetti corrispondenti

Tipo di incidente	Effetto	Sicurezza	Pericolosità
Guasto al sistema di alimentazione rifiuti	Riduzione carico termico e temperatura al forno	Il processo tenderebbe a spengersi automaticamente per assenza di combustibile ed è sostenuto con combustori ausiliari	Molto bassa
Guasto al sistema di alimentazione aria comburente	Incremento delle temperature e aumento incombusti	Il sistema è dotato di alimentazione di sicurezza in parallelo	Nulla
Innalzamento delle temperature in combustione	Rischio di aumento NO _x – stress termico per l’impianto	Condizione di normale regolazione con incremento dell’aria comburente	Nulla
Riduzione delle temperature in combustione	Condizione di normale regolazione con accensione dei combustori di emergenza (a combustibili fossili)	Condizione di normale regolazione con accensione dei combustori di emergenza (a combustibili fossili)	Nulla
Malfunzionamento caldaia	I fumi escono di caldaia più caldi	Il sistema può prevedere un <i>quench</i> di raffreddamento dei gas con acqua o è già in grado di regolarsi mediante sistemi di abbattimento ad umido	bassa
Guasto al sistema di abbattimento polveri	Incremento emissioni polveri	I sistemi oggi impiegati di tipo a filtro a maniche, essendo composti da più elementi in parallelo ed eventualmente da più moduli accoppiati, sono in grado di fornire elevate rese di abbattimento anche nel caso di collasso di uno degli elementi	Bassa
Guasto al sistema di abbattimento gas acidi	Incremento emissioni gas acidi	I sistemi ad umido sono dotati di dosaggio acqua di emergenza, i sistemi a secco hanno una notevole inerzia garantita dalla presenza a valle di filtrazione a maniche, mentre i sistemi a semisecco sono solitamente seguiti da sistemi ad umido, che fungono, in questo caso, da emergenza	Bassa
Danneggiamento ad elementi di flusso fumi	Fuoriuscita dei fumi	Tale condizione è solitamente di danneggiamento parziale e non di collasso; il sistema deve essere arrestato	Bassa

4. PRIME E ORIENTATIVE PREVISIONI RISPETTO ALLE EMISSIONI DAI SISTEMI CONNESSI AL PIANO PROVINCIALE DI GESTIONE DEI RIFIUTI E LORO RAPPORTO CON LE EMISSIONI DA ALTRE SORGENTI PRESENTI NELL'AREA INTERESSATA

Lo scopo di questo studio è di effettuare un bilancio preliminare sulla produzione di inquinanti significativi, ai fini sanitari, nell'area interessata dall'ipotesi di implementazione del nuovo termovalorizzatore di rifiuti in località Osmannoro.

Rispetto allo *screening* di tipo sanitario, un bilancio ambientale territoriale deve fare riferimento ad un'area che non necessariamente deve coincidere con ambiti ben definiti di tipo amministrativo.

Pertanto, la scelta metodologica effettuata è stata quella di caratterizzare un'area territoriale (area di interesse) sulla base della prossimità agli elementi strutturali e impiantistici, definiti e localizzati dal Piano di gestione dei rifiuti. Rispetto a tale area territoriale si è poi proceduto alla caratterizzazione delle sorgenti antropiche complessivamente presenti.

I limiti dell'area territoriale di interesse sono stati individuati entro un raggio di 5 km rispetto all'ipotesi di localizzazione del nuovo impianto di termovalorizzazione, sulla base della definizione del raggio massimo di ricaduta significativa di inquinanti potenzialmente emessi.

Il bilancio è stato condotto considerando tre diversi scenari di riferimento:

- **scenario attuale**, corrispondente ai dati relativi all'anno 1999/2000, utilizzato come riferimento della situazione presente nell'area di Osmannoro;
- **scenario futuro**, riferito ai flussi di RSU previsti per l'anno 2007 dal Piano provinciale di gestione dei rifiuti;
- **scenario futuro mitigato**, riferito ancora ai flussi previsti per l'anno 2007, ma corredato di una serie di soluzioni mitigatorie degli effetti ambientali potenziali, facendo riferimento anche a processi che corrispondono alle migliori tecnologie disponibili (*Best Available Technology - BAT*), ai fini della riduzione delle emissioni specifiche.

Gli schemi dei flussi di RSU per gli scenari attuale e futuro sono riportati in Figura 1.

In Tabella 4.1 vengono riassunti i processi relativi alla gestione di RSU, considerati nel bilancio degli inquinanti presenti nello scenario attuale e previsti nello scenario futuro, come anche le possibili occasioni di miglioramento nello scenario di mitigazione.

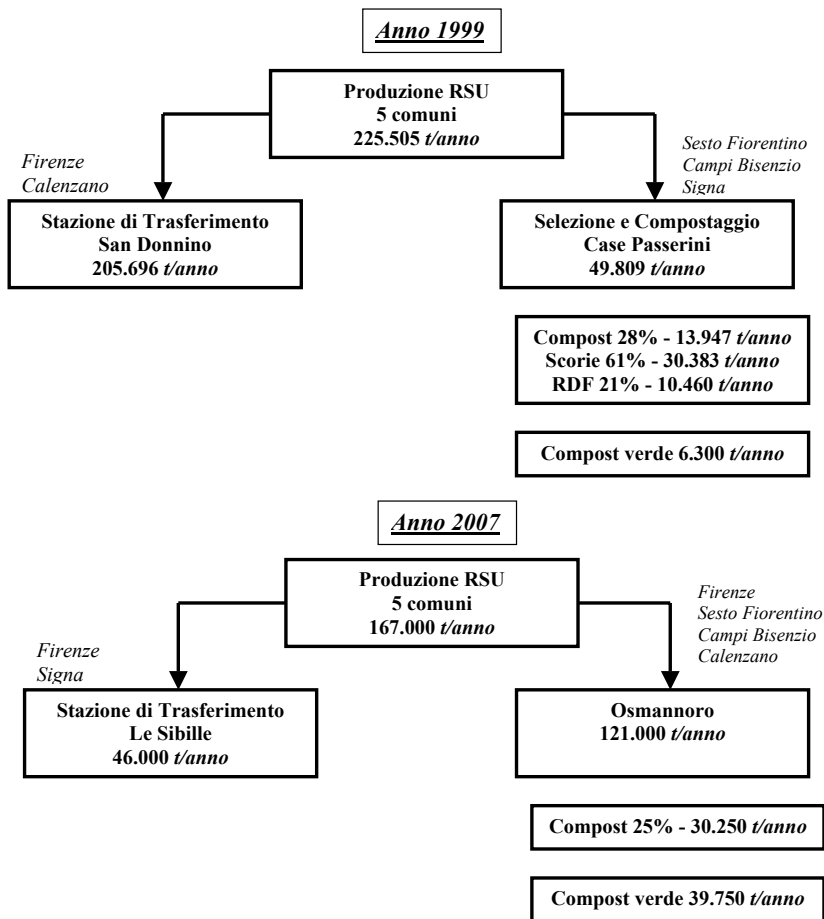
Tabella 4.1
Processi relativi al trattamento di RSU nei tre scenari considerati

SCENARI	ATTUALE	FUTURO	FUTURO MITIGATO
Trattamento termico	N.p.	X	X Cogenerazione di calore
Discarica	Aperta	Chiusa	Impermeabilizzata + utilizzo biogas MCI
Selezione	X	N.p.**	N.p.**
Compostaggio	X	X	X
Aree di stoccaggio-trasferimento	X	N.p.	N.p.
Trasporti RSU	X	X	X Sostituzione parziale combustibili ecologici
Raccolta RUP	Non significativa	Non significativa	Incremento % raccolta
Amianto	Non significativa	Non significativa	Incremento % smaltita

N.p. = processo non previsto

** la sezione di selezione nello scenario futuro è presente non come unità funzionale a se stante, ma integrata nell'impianto di termovalorizzazione e pertanto è valutata internamente a questo contesto.

Figura 4.1
Schemi dei flussi di RSU indifferenziati nello scenario attuale e in quello futuro



Le sostanze inquinanti per le quali è stato effettuato il bilancio, su un periodo della durata di un anno e per i tre diversi scenari, sono quelle, fra i composti emessi da sistemi di smaltimento/trattamento rifiuti, per cui è stato riscontrato in letteratura un possibile effetto sulla salute umana. Esse sono riassunte in Tabella 4.2.

Tabella 4.2
Sostanze inquinanti su cui è stato effettuato il bilancio

Ossidi di Azoto (NO _x)
Ossidi di Zolfo (SO _x)
Cadmio (Cd)
Mercurio (Hg)
Piombo (Pb)
Polveri fini (PM ₁₀)
Benzene
Toluene
Xilene
Diossine (PCDD/PCDF)
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

Nel seguito verrà data una breve descrizione delle metodologie utilizzate per la stima delle emissioni di queste sostanze dai processi considerati nei diversi scenari.

Per ciò che riguarda l'effetto derivante dall'incremento dell'individuazione e smaltimento dell'amianto secondo procedure controllate, come anche dall'incremento della raccolta differenziata dei RUP, non è stato possibile effettuare una stima quantitativa di bilancio delle emissioni.

È comunque fuori dubbio che i provvedimenti di inserimento all'interno di un sistema controllato di raccolta e smaltimento di scarti contenenti amianto e di RUP abbiano un effetto ambientale qualitativamente benefico, evidente per quanto riguarda ad esempio la possibilità di evitare rilasci non controllati di microinquinanti sia organici (organoclorurati e solventi in genere), sia inorganici (metalli pesanti).

TERMOVALORIZZATORE

La stima delle emissioni dal processo di trattamento termico è stata effettuata considerando una portata in ingresso di RSU pari a 508 t/giorno, utilizzando un modello del processo di combustione e recupero termico sviluppato presso il Dipartimento di Energetica 'Sergio Stecco'. Ingressi e uscite del modello sono riassunti in Tabella 4.3.

Tabella 4.3
Condizioni di funzionamento assunte per il termovalorizzatore

RSU	508	t/d
PCI	11.030	kJ/kg
Potenza elettrica	14.465	kW
Rendimento Elettrico lordo	22,3	%
Portata fumi	118.653	Nm ³ /h
Vapore prodotto	19,93	kg/s
Pressione vapore	40	bar
Temperatura vapore	400	°C
Pressione spillamento vapore	3,5	bar
Portata spillamento vapore	2,5	kg/s

I valori totali per lo scenario futuro delle emissioni di interesse per questo sistema sono riportati in Tabella 4.4 e sono stati calcolati in base ai fattori di emissioni medi annuali della Tabella 3.3 (cap. 3).

Tabella 4.4
Emissioni annue delle sostanze d'interesse sanitario dal termovalorizzatore

	Produzione inquinanti/anno	
NO_x	136.688	kg/anno
SO₂	7.290	kg/anno
Cd	1,82	kg/anno
Hg	1,82	kg/anno
Pb	0,91	kg/anno
Benzene	14	kg/anno
Toluene	31	kg/anno
Xilene	9	kg/anno
Polveri	7.290	kg/anno
PCDD/PCDF	4,56E-05	kg/anno
IPA	1,82	kg/anno

Lo scenario futuro di mitigazione prevede la possibilità di fornire calore cogenerato per mezzo di una rete di teleriscaldamento civile e/o industriale, per le ore/anno previste dalla legislazione vigente (DPR 412/93), pari a 1.992 ore/anno.

Il calore per la cogenerazione si ottiene operando in contropressione all'uscita della turbina a vapore (1,013 bar). In tal modo le condizioni operative del termovalorizzatore si modificano secondo quanto riportato in Tabella 4.5.

Tabella 4.5
Condizioni operative in modalità di funzionamento cogenerazione

Potenza elettrica	12.523	kW
Rendimento elettrico lordo	19,31	%
Potenza termica	39.324	kW

Considerando un rendimento della rete pari al 95%, la potenza termica disponibile all'utenza diventa 37.358 kW.

Per ottenere la stessa potenza con caldaie convenzionali (rendimento di conversione pari all'80%) è necessaria una potenza introdotta col combustibile pari a 46.697 kW

Considerando l'alimentazione a gas naturale (PCI = 44.800 kJ/kg), tale potenza è ottenuta con un consumo pari a 1,04 kg/s di combustibile.

Quindi, sostituendo l'uso della caldaia per 1.992 ore/anno si ha un risparmio totale di combustibile pari a 7.474.896 kg/anno.

In termini di emissioni di inquinanti in atmosfera evitate, si ha (CORINAIR, 1999; US-EPA, 1995) la stima riportata in Tabella 4.6.

Tabella 4.6
Emissioni di inquinanti evitate per mezzo della cogenerazione di calore dal termovalorizzatore

NOx	CO	NM VOC	CH4	N₂O	CO₂	Hg
Kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno
41.859	3.215	1.674	469	335	787	0,0335
Cd	Pb	SO₂	PM	Benzene	Toluene	Benzo(a)pyrene
Kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno
1,71E-01	7,77E-02	9,32E+01	1,18E+03	3,26E-01	5,28E-01	1,86E-04

DISCARICA

Relativamente alla discarica di Case Passerini, sono stati considerati i valori di conferimento di RSU riportati in Tabella 4.7, in cui si è considerata l'apertura di un nuovo lotto della discarica stessa (la cui capacità è stata assunta pari a quella del Lotto 4, operante sullo stesso numero di anni), necessario alla gestione di RSU fino alla messa in funzione del termovalorizzatore.

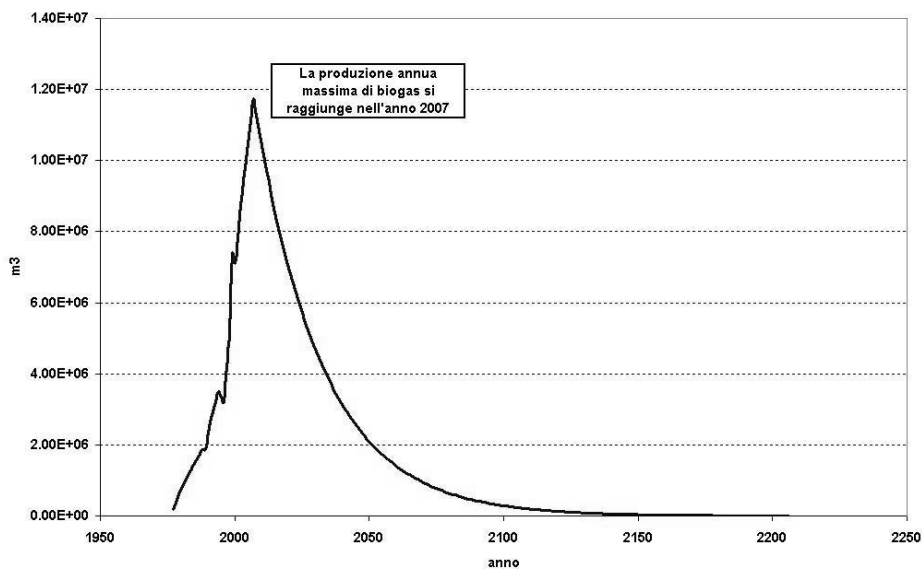
Tabella 4.7
Quantitativi conferiti in discarica

	<i>Apertura</i>	<i>Chiusura</i>	<i>t</i>
Lotto 0	<1976	1988	286.200
Lotto 1	fine 1988	1989	78.000
Lotto 2	1990	1993	199.000
Lotto 3	05/10/1995	17/12/1998	418.100
Lotto 4	18/12/1998	31/12/2002	529.400
Lotto 5	01/01/03	31/12/2006	529.400

Emissioni in atmosfera

Per mezzo dell'utilizzo del modello US-EPA '*Landfill Gas Emissions Model*' Version 2.01 (US-EPA, 1998) è stata stimata la produzione di biogas negli anni. Il picco di produzione è previsto per l'anno 2007, come mostrato in Figura 4.2.

Figura 4.2
Produzione di biogas dalla discarica di Case Passerini



Le ipotesi fatte per il calcolo delle emissioni delle sostanze inquinanti sono le seguenti:

- **scenario attuale:** il 60% del biogas prodotto dai lotti chiusi (0, 1, 2 e 3) viene captato e bruciato in torcia, mentre il restante 40% e quello prodotto dal lotto 4, ancora aperto, viene emesso in atmosfera;
- **scenario futuro:** il 60% del biogas prodotto da tutti i lotti viene captato e bruciato in torcia;
- **scenario futuro mitigato:** dai lotti 0, 1, 2 e 3 viene captato ancora il 60% del biogas prodotto, ma viene utilizzato in un motore a combustione interna per la produzione combinata di energia elettrica e termica, insieme al 90% del biogas prodotto dai lotti 4 e 5, per i quali, prevedendo un'impermeabilizzazione quasi completa, è possibile raggiungere elevati valori di captazione. In tale scenario si prende anche a riferimento un ricircolo parziale dei percolati.

Relativamente al biogas prodotto dalla discarica e rilasciato in atmosfera, le emissioni di sostanze di interesse sono riportate in Tabella 4.8, per i tre scenari descritti.

Tabella 4.8
Emissioni da biogas in atmosfera nei tre scenari

Scenario	ATTUALE	FUTURO	FUTURO MITIGATO
Biogas in atmosfera [m ³ /anno]	3.740.760	4.699.280	2.497.280
	kg/anno	kg/anno	kg/anno
Benzene	25	31	17
Toluene	604	759	403
Xilene	214	269	143

Relativamente alle emissioni dovute alla combustione in torcia (US-EPA) o nel motore a combustione interna, la produzione annua di inquinanti è quella riportata in Tabella 4.9, per i tre scenari.

Tabella 4.9
Emissioni annue di inquinanti dalla combustione di parte del biogas in torcia o in motore a combustione interna

	ATTUALE	FUTURO	FUTURO MITIGATO
	kg/anno	kg/anno	kg/anno
NO_x	2,25E+03	4,34E+03	7,61E+02
SO_x	8,42E+02	1,63E+03	2,54E+02
Polveri	5,61E+02	1,09E+03	2,18E+01
Diossine	8,02E-07	1,55E-06	5,07E-07

Produzione di percolato

Sulla base dei quantitativi di RSU presenti in discarica è stata stimata la produzione di percolato e la composizione relativa ai tre scenari (Meoni, 2001). L'intervento di mitigazione previsto è quello del ricircolo del percolato stesso, che porta ad una riduzione del 10% del percolato prodotto (Tabella 4.10).

Tabella 4.10

Produzione annua delle sostanze inquinanti di interesse nel percolato da discarica

	ATTUALE	FUTURO	FUTURO MITIGATO
	<i>g/anno</i>	<i>g/anno</i>	<i>g/anno</i>
Benzene	573	1.020	918
Toluene	2.291	4.080	3.672
PCDD/PCDF	1,72E-03	3,06E-03	2,75E-03
Piombo	6.385	11.374	10.236
Cadmio	583	1.038	934

SELEZIONE

Il processo di preparazione della frazione combustibile di RSU risulta notevolmente semplificato nello scenario del 2007. Per questo motivo è possibile considerare non più esistenti i consumi di combustibile per l'essiccazione del *fluff*. Tali consumi, per la produzione di 10.460 t/anno di RDF nel 1999, vengono stimati in 87.035 GJ/anno che, prodotti con gas naturale, generano le emissioni riportate in Tabella 4.11 (CORINAIR, 1999; US-EPA, 1995).

Tabella 4.11

Emissioni dovute al processo di essiccazione del *fluff* nello scenario attuale

NOx	CO	NM VOC	CH4	N2O	CO2	Hg
kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno
10.879	836	435	122	87	205	8,70E-03
Cd	Pb	SO2	PM	Benzene	Toluene	Benzo(a)pyrene
kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno
4,44E-02	2,02E-02	2,42E+01	4,538	8,48E-02	1,37E-01	4,84E-05

COMPOSTAGGIO

Il processo di compostaggio è presente nei tre scenari, trattando quantitativi di materiale diversi.

È importante sottolineare che, negli impianti di compostaggio, la principale emissione in atmosfera è costituita da sostanze che provocano problemi di molestie olfattive (H_2S , NH_3 , ammine, mercaptani), ma anche possibili effetti di tipo sanitario. Le molestie olfattive più sgradevoli possono essere causate anche da minime concentrazioni di sostanze che generano l'effetto olfattivo. Soprattutto nel caso degli impianti di compostaggio di biomasse da raccolta differenziata, che sono costituite da materiali di origine naturale (quali scarti di cibo, risulite di potatura, ecc.) le emissioni odorose sono caratterizzate da intermedi volatili della degradazione microbica di questi substrati, ovvero molecole presenti in natura, con scarso impatto sulla salute umana (Favoio, 2000). Effetti di produzione di molecole tossiche possono altresì manifestarsi, ma queste sono sicuramente da collegarsi non tanto ai processi, quanto a contaminazioni preesistenti delle matrici alimentate al trattamento.

Altri problemi di emissioni in atmosfera ascrivibili al processo di compostaggio, e di interesse in questa sede, sono individuabili nella produzione di polveri, alle quali possono anche connettersi eventuali effetti di trasporto di molecole microinquinanti, sia organiche sia inorganiche, trasferite al sistema come composti ubiquitari.

Alcune ricerche bibliografiche effettuano una caratterizzazione delle possibili contaminazioni in termini di microinquinanti, ma tali dati appaiono essere non generalizzabili rispetto ai processi di riferimento, in quanto legati fortemente alle specificità gestionali complessive dei sistemi sui quali tali valutazioni sono state effettuate.

Avendo l'obiettivo di dare un quadro di riferimento scientifico omogeneo, si è deciso, tra l'altro, di considerare come base di calcolo, anche per questa tipologia di impianti, le basi dati di stima degli impatti prese a riferimento per gli altri sistemi antropici.

AREE DI STOCCAGGIO-TRASFERIMENTO

L'area di stoccaggio-trasferimento di San Donnino, presente nello scenario attuale, non sarà più in funzione nello scenario futuro. Non ci saranno più, quindi, i consumi di combustibile e le relative emissioni, dovute al processo di movimentazione dei mezzi interni all'area.

Il consumo di combustibile è stato stimato pari a 23 t/anno di gasolio, con le conseguenti emissioni in atmosfera riassunte in Tabella 4.12.

Tabella 4.12**Emissioni annue dovute all'area di trasferimento e stoccaggio**

NOx	221	kg/anno
Cadmio	2,30E-04	kg/anno
SOx	460	kg/anno
Benzene	19.96	kg/anno
Toluene	14.97	kg/anno
Xilene	19.96	kg/anno
PCDD/PCDF	1.93E-09	kg/anno
Polveri	300	kg/anno

RACCOLTA E TRASPORTO DI RIFIUTI SOLIDI URBANI (RSU) E RACCOLTE DIFFERENZIATE (RD)

Le emissioni di inquinanti dovute al sistema di raccolta di RSU e dei materiali differenziati sono state stimate per mezzo di un modello, basato su dati CORINAIR, sviluppato presso il Dipartimento di Energetica 'Sergio Stecco' (Meoni, 2001).

Per la stima dei percorsi degli automezzi addetti alla raccolta, si assume che, nello scenario attuale, i comuni di Calenzano e Firenze conferiscano i propri RSU presso la stazione di trasferimento di San Donnino, mentre Sesto Fiorentino, Campi Bisenzio e Signa presso Case Passerini. Per lo scenario futuro, invece, si assume che gli RSU di Signa e di parte di Firenze vengano portati al Le Sibille, mentre gli RSU di Sesto Fiorentino, Calenzano e Campi Bisenzio vengano conferiti a Osmannoro.

In entrambi gli scenari, attuale e futuro, la raccolta differenziata secca viene convogliata verso lo stabilimento REVET di Empoli, mentre la raccolta differenziata di organico viene conferita a Case Passerini.

I percorsi su cui sono state calcolate le emissioni sono limitati all'area di interesse individuata.

Le emissioni corrispondenti agli scenari attuale e futuro sono riportate in Tabella 4.13.

Tabella 4.13**Produzione annua di inquinanti dovuta alla raccolta e al trasporto di RSU e RD**

	ATTUALE	FUTURO	
NOx	31.340	32.662	kg/anno
Polveri	455	1.404	kg/anno
SOx	3.125	3.460	kg/anno
Cadmio	7,81E-03	8,65E-03	kg/anno
Benzene	128	135	kg/anno
Toluene	96	101	kg/anno
Xilene	128	135	kg/anno
PCDD/PCDF	1,7E-12	1,842E-12	kg/anno
IPA	5,17E-02	5,42E-02	kg/anno

SISTEMI ESTERNI AL PIANO PROVINCIALE DI GESTIONE DEI RIFIUTI

L'area interessata dall'intervento di costruzione di un nuovo termovalorizzatore di rifiuti risulta essere interessata, oltre che dalle emissioni ambientali dovute ai sistemi sopra descritti e interni al sistema di gestione dei rifiuti, anche da altri sistemi generatori o sottrattori di emissioni, quali:

- trasporti stradali
- trasporti autostradali
- emissioni diffuse (riscaldamento civile, industriale e processi industriali in genere)
- aeroporto
- aree naturali (con particolare riferimento alle problematiche di gestione controllata delle biomasse)

Per quanto riguarda le emissioni da trasporti, stradali e autostradali, è possibile effettuare una stima dei principali inquinanti sulla base dei flussi di veicoli e sulla composizione media del parco macchine (CORINAIR, 1999).

Trasporti stradali

Relativamente ai principali inquinanti di interesse, le emissioni annue sono riassunte in Tabella 4.14.

Tabella 4.14**Emissioni annue dovute al trasporto stradale nell'area di interesse**

NOx	SOx	Cd	Hg	Pb	Benzene	Toluene	Xilene	Polveri	Diossine	IPA
kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno
2,16E+06	3,15E+05	8,46E-01	4,62E-01	1,29E+00	6,45E+04	1,27E+05	1,01E+05	1,06E+05	3,70E-06	6,96E+00

Considerando gli interventi di miglioramento della mobilità previsti negli anni futuri nella zona di interesse, consistenti nella costruzione di una metropolitana di superficie che collegherà Campi Bisenzio-Osmannoro-Peretola e nella trasformazione della linea Firenze-Prato-Pistoia in un collegamento di tipo metropolitano con elevate frequenze dei treni, è possibile stimare una riduzione dei flussi sulle direttrici interessate. Allo stato attuale non sono stati condotti studi specifici in questo settore, per cui è stato ipotizzato un *range* realistico di riduzione dei flussi compreso fra il 5 e il 15%. Le previsioni sono riportate in Tabella 4.15.

Tabella 4.15**Emissioni annue dovute al trasporto stradale**

	NOx	SOx	Cd	Hg	Pb	Benzene	Toluene	Xilene	Polveri	Diossine	IPA
	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno
Riduzione	2,05E+06	3,00E+05	8,05E-01	4,40E-01	1,23E+00	6,14E+04	1,21E+05	9,65E+04	1,01E+05	3,52E-06	6,62E+00
- 5%	2,05E+06	3,00E+05	8,05E-01	4,40E-01	1,23E+00	6,14E+04	1,21E+05	9,65E+04	1,01E+05	3,52E-06	6,62E+00
- 15%	1,84E+06	2,69E+05	7,24E-01	3,96E-01	1,11E+00	5,51E+04	1,09E+05	9,65E+04	9,08E+04	3,16E-06	5,95E+00

Trasporti autostradali

Le emissioni da traffico veicolare in transito sui tratti autostradali che interessano l'area di studio sono state stimate a partire dai dati di flusso sui tratti: Firenze Peretola – Innesto A1 – Prato Est e Calenzano – Innesto A1 – Signa, utilizzando i dati medi di composizione del parco macchine a livello provinciale e i fattori di emissione CORINAIR.

Tabella 4.16**Emissioni annue dovute al trasporto autostradale nell'area di interesse**

NOx	SOx	Cd	Hg	Pb	Benzene	Toluene	Xilene	Polveri	Diossine	IPA
kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno
8,83E+05	1,11E+05	2,48E-01	1,35E-01	2,51E-01	5,36E+03	1,05E+04	8,42E+03	3,63E+04	3,25E-09	6,26E-03

Emissioni diffuse e Aeroporto

Relativamente alle emissioni dovute ai sistemi di riscaldamento civili, ai processi industriali e all'aeroporto, i dati sui quantitativi prodotti nell'anno sono stati forniti da TECHNE. I dati sono organizzati in una sezione di emissioni da sorgenti diffuse e una sezione di emissioni da sorgenti puntuali, identificabili unicamente nell'aeroporto, in quanto nella zona non sono presenti impianti di dimensioni tali da ricadere in questa categoria.

Aree naturali

La stima degli effetti delle aree verdi nell'area di studio è piuttosto difficoltosa dal punto di vista quantitativo.

È però importante sottolineare che nell'area di interesse è previsto un forte incremento delle aree verdi. Tale misura può essere valutata in termini decisamente positivi come effetto di mitigazione su alcune sostanze inquinanti e, in termini puramente qualitativi, sul miglioramento della qualità della vita con effetti marcati sulle aree limitrofe.

In particolare, la presenza di aree naturali permette di intercettare, tramite la vegetazione, un quantitativo elevato di alcune sostanze (metalli pesanti e diossine) che, con un'opportuna gestione controllata degli scarti vegetali, è possibile sottrarre al ciclo di reimmissione nell'ecosistema, migliorando il bilancio di tali sostanze nell'area.

GESTIONE BIOMASSE

Un altro intervento che può generare effetti benefici in termini di riduzione di emissioni di alcuni inquinanti è la possibilità di limitare la combustione incontrollata delle biomasse di origine agricola e di aree non coltivate. Tale possibilità viene presa in esame considerando l'ipotesi di recupero di biomassa da un'area interna alla zona di interesse, corrispondente a 250, 500 e 1.000 ettari di terreno.

La combustione della biomassa proveniente da tale area - considerando una produzione pari a 4,5 t/ettaro - produce negli scenari non mitigati del 1999 e 2007 le emissioni riportate in Tabella 4.17 (US-EPA, 1995).

Nello scenario futuro mitigato si suppone che la biomassa prodotta venga raccolta e avviata a compostaggio, anziché bruciata in maniera incontrollata.

Tabella 4.17**Produzione di inquinanti dalla combustione non controllata di biomassa agricola**

Ettari	Biomassa	Polveri	CO	MVOC	NMVO	Diossine	IPA	Cd	Hg	Pb
	<i>ton/anno</i>	<i>kg/anno</i>	<i>kg/anno</i>	<i>kg/anno</i>	<i>kg/anno</i>	<i>kg/anno</i>	<i>kg/anno</i>	<i>kg/ann</i> <i>o</i>	<i>kg/ann</i> <i>o</i>	<i>kg/ann</i> <i>o</i>
250	1.125	12.375	65.250	3.038	10.125	3,30E-04	1.86E+01	0.79	0.56	2.40
500	2.250	24.750	130.500	6.075	20.250	6,59E-04	3.73E+01	1.58	1.13	4.80
1000	4.500	49.500	261.000	12.150	40.500	1,32E-03	7.45E+01	3.15	2.25	9.60

RISULTATI DEL BILANCIO PER GLI INQUINANTI DI INTERESSE

Nel seguito vengono riportate le schede relative al bilancio per ciascuna sostanza di interesse.

Le schede sono così composte:

- **Bilancio quantitativo sistema gestione rifiuti** - tabella riassuntiva delle quantità emesse annualmente per lo scenario attuale, quello futuro e quello futuro mitigato, con riferimento esclusivo ai processi interni al Piano provinciale di gestione dei rifiuti e sommatoria delle emissioni per ciascun scenario.
- **Bilancio quantitativo dei sistemi ulteriori presenti sull'area** - tabella con i quantitativi della sostanza in esame emessi da altri sistemi antropici insistenti sull'area di interesse e consistenti in traffico di veicoli su strada e autostrada, emissioni diffuse da settore industriale e civile, emissioni puntuali dell'aeroporto di Peretola.
- Tali valori sono riportati per mostrare il peso relativo delle emissioni dovute ai processi interni al sistema del Piano provinciale di gestione dei rifiuti.
- **Bilancio qualitativo rispetto a modifiche strutturali del territorio non contemplate dal Piano dei rifiuti** - tabella in cui compaiono gli interventi di modifica previsti sui sistemi esterni al Piano e insistenti sull'area di interesse, riassumibili in:
 - o **III^a corsia** - costruzione della III^a corsia autostradale;
 - o **Aeroporto** - ampliamento dell'aeroporto di Firenze-Peretola con costruzione della pista di rullaggio;
 - o **collegamento Campi-Firenze** - costruzione della linea di ferrovia leggera Campi Bisenzio-Osmannoro-Peretola-Firenze;
 - o **ferrovia metropolitana FI-PO** - incremento del collegamento ferroviario Pistoia-Prato-Firenze;
 - o **biomasse** - sottrazione alla combustione incontrollata di biomasse di origine agricola nella zona di interesse, con processo sostitutivo di compostaggio;

- o **aree naturali** - realizzazione di aree verdi, parchi, aree protette, etc.;
- o **incremento raccolta separata di RUP;**
- o **raccolta e smaltimento controllato di AMIANTO.**

La Tabella indica qualitativamente gli effetti che tali interventi possono comportare sulla immissione della sostanza in esame, secondo la seguente convenzione:

+ aumento della produzione

++ forte aumento della produzione

= intervento non significativo

- diminuzione della produzione

-- forte diminuzione della produzione

- **Quantificazione degli effetti di mitigazione della sottrazione alla combustione incontrollata di biomasse di origine agricola** - solo per le sostanze per le quali l'intervento è significativo, si riporta una stima quantitativa della possibile diminuzione della produzione dovuta all'intercettazione della biomassa di origine agricola proveniente da un'area interna a quella di interesse pari a 250 ettari.

Ossidi di Azoto

Bilancio quantitativo sistema gestione rifiuti

NOx [kg/anno]	ATTUALE	FUTURO	FUTURO MITIGATO
Termovalorizzatore	0.00E+00	1.37E+05	1.37E+05
Cogenerazione	0.00E+00	0.00E+00	-4.19E+04
Discarica	2.25E+03	4.34E+03	7.61E+02
Selezione	1.09E+04	0.00E+00	0.00E+00
Compostaggio	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Area trasferimento	2.21E+02	0.00E+00	0.00E+00
Trasporti	3.13E+04	3.27E+04	3.27E+04
Totale	4.47E+04	1.74E+05	1.28E+05

All'interno del sistema di gestione dei rifiuti, il termovalorizzatore di rifiuti rappresenta, in uno scenario futuro, l'elemento prevalente di impatto. L'introduzione di sistemi di teleriscaldamento alimentati con il calore residuo del termovalorizzatore apporta elementi di mitigazione significativi.

Bilancio quantitativo dei sistemi ulteriori presenti nell'area

NOx [kg/anno]	ATTUALE	Riduzione 5%	Riduzione 15%
Traffico	2.16E+06	2.05E+06	1.84E+06
Traffico autostradale	8.83E+05		
Emissioni diffuse	4.35E+05		
Aeroporto	3.14E+04		

In un quadro di riferimento complessivo su scala territoriale, facendo riferimento all'area di interesse identificata come base di valutazione e bilancio, il sistema di gestione dei rifiuti assume un valore relativo di scarso rilievo rispetto ad altre sorgenti antropiche aventi maggiore peso ambientale (traffico veicolare, emissioni diffuse).

Bilancio qualitativo rispetto a modifiche strutturali del territorio non contemplate dal Piano di gestione dei rifiuti

Opere	Valutazione qualitativa	
3 corsie	+	La costruzione della terza corsia prevede una velocizzazione del traffico con conseguente aumento delle emissioni di NO _x
Aeroporto	+	Eventuali potenziamenti del traffico hanno effetti negativi, mentre modifiche gestionali delle aree tecniche (pista di rullaggio) non necessariamente introducono effetti d'incremento sostanziali
Collegamento Campi-Firenze	-	La sottrazione di volumi di traffico veicolare ha un effetto sostanziale (anche se locale) sulla riduzione delle emissioni di NO _x
Ferrovia metropolitana FI-PO	--	La sottrazione di volumi di traffico veicolare a livello di area metropolitana ha un effetto potenziale notevole per la riduzione delle emissioni di NO _x
Aree naturali	=	L'introduzione di aree naturali protette non introduce modificazioni ambientali per quanto riguarda il bilancio degli NO _x
Raccolta RUP	=	La raccolta separata di RUP non influisce sul bilancio degli NO _x
Smaltimento controllato di amianto	=	Raccolta e smaltimento controllati di amianto non influiscono sul bilancio degli NO _x

Commento: l'aggiunta di un processo di combustione quale la termovalorizzazione incrementa il bilancio di produzione sull'area degli ossidi di azoto in maniera maggiore rispetto agli altri elementi del Piano dei rifiuti. È comunque importante notare che tale contributo, rispetto all'ammontare complessivo di ossidi di azoto prodotti da sistemi antropici già presenti (traffico stradale e autostradale su tutti), risulta in una percentuale pari al 3-4%.

Qualitativamente, è possibile individuare nella sottrazione di traffico veicolare dalla zona di interesse, grazie alla futura disponibilità di diverse strutture di trasporto a servizio della mobilità metropolitana (metropolitana leggera e ferrovia metropolitana), un elemento di notevole beneficio per la riduzione della pressione ambientale per emissioni di ossidi di azoto.

Ossidi di zolfo

Bilancio quantitativo sistema gestione rifiuti

SOx [kg/anno]	ATTUALE	FUTURO	FUTURO MITIGATO
Termovalorizzatore	0.00E+00	7.29E+03	7.29E+03
Cogenerazione	0.00E+00	0.00E+00	-9.32E+01
Discarica	8.42E+02	1.63E+03	2.54E+02
Selezione	2.42E+01	0.00E+00	0.00E+00
Compostaggio	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Area trasferimento	4.60E+02	0.00E+00	0.00E+00
Trasporti	3.12E+03	3.46E+03	3.46E+03
Totale	4.45E+03	1.24E+04	1.09E+04

All'interno del sistema di gestione dei rifiuti, il termovalorizzatore di rifiuti rappresenta, in uno scenario futuro, l'elemento prevalente di impatto. L'introduzione di sistemi di teleriscaldamento alimentati con il calore residuo del termovalorizzatore apporta elementi di mitigazione modesti.

Bilancio quantitativo dei sistemi ulteriori presenti nell'area

SOx [kg/anno]	ATTUALE	Riduzione 5%	Riduzione 15%
Traffico	3.15E+05	3.00E+05	2.69E+05
Traffico autostradale	1.11E+05		
Emissioni diffuse	9.97E+04		
Aeroporto	4.21E+03		

In un quadro di riferimento complessivo su scala territoriale, facendo riferimento all'area di interesse identificata come base di valutazione e bilancio, il sistema di gestione dei rifiuti assume un valore relativo di scarsissimo rilievo rispetto ad altre sorgenti antropiche aventi maggiore peso ambientale (traffico veicolare, emissioni diffuse e aeroporto).

Bilancio qualitativo rispetto a modifiche strutturali del territorio non contemplate dal Piano di gestione dei rifiuti

Opere	Valutazione qualitativa	
III^a corsia	-	La costruzione della terza corsia prevede una velocizzazione del traffico con conseguente diminuzione delle emissioni di SO _x
Aeroporto	=	Eventuali potenziamenti del traffico hanno effetti negativi, mentre modifiche gestionali delle aree tecniche (pista di rullaggio) non necessariamente introducono effetti di incremento sostanziali
Collegamento Campi-Firenze	-	La sottrazione di volumi di traffico veicolare ha un effetto sostanziale (anche se locale) sulla riduzione delle emissioni di SO _x
Ferrovia metropolitana FI-PO	-	La sottrazione di volumi di traffico veicolare a livello di area metropolitana ha un effetto potenziale notevole per la riduzione delle emissioni di SO _x
Aree naturali	=	L'introduzione di aree naturali protette non introduce modificazioni ambientali per quanto riguarda il bilancio degli SO _x
Raccolta RUP	=	La raccolta separata di RUP non influisce sul bilancio degli SO _x
Smaltimento controllato di amianto	=	Raccolta e smaltimento controllati di amianto non influiscono sul bilancio degli SO _x

Commento: l'aggiunta di un processo di combustione quale la termovalorizzazione incrementa il bilancio di produzione sull'area degli ossidi di zolfo in maniera maggiore rispetto agli altri elementi del Piano di gestione dei rifiuti. È comunque importante notare che tale contributo, rispetto all'ammontare complessivo di ossidi di zolfo prodotti da sistemi antropici già presenti (traffico stradale e autostradale su tutti), risulta essere inferiore al 2%.

Qualitativamente, è possibile individuare nella sottrazione di traffico veicolare dalla zona di interesse, grazie alla futura disponibilità di diverse strutture di trasporto a servizio della mobilità metropolitana (metropolitana leggera e ferrovia metropolitana), un elemento di notevole beneficio per la riduzione della pressione ambientale per emissioni di ossidi di zolfo.

Metalli pesanti (Cd)

Bilancio quantitativo sistema gestione rifiuti

Cd [kg/anno]	ATTUALE	FUTURO	FUTURO MITIGATO
Termovalorizzatore	0.00E+00	1.82E+00	1.82E+00
Cogenerazione	0.00E+00	0.00E+00	-1.71E-01
Discarica	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Selezione	4.44E-02	0.00E+00	0.00E+00
Compostaggio	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Area trasferimento	2.30E-04	0.00E+00	0.00E+00
Trasporti	7.81E-03	8.65E-03	8.65E-03
Totale	5.24E-02	1.83E+00	1.66E+00

Relativamente alla produzione di cadmio, all'interno del sistema di gestione dei rifiuti, il termovalorizzatore di rifiuti rappresenta, in uno scenario futuro, l'elemento prevalente di impatto.

L'introduzione di sistemi di teleriscaldamento alimentati con il calore residuo del termovalorizzatore apporta elementi di mitigazione parziali nel bilancio.

Bilancio quantitativo dei sistemi ulteriori presenti nell'area

Cd [kg/anno]	ATTUALE	Riduzione 5%	Riduzione 15%
Traffico	8.46E-01	8.05E-01	7.24E-01
Traffico autostradale	2.48E-01		
Emissioni diffuse	1.26E+01		
Aeroporto	00E+00		

In un quadro di riferimento complessivo su scala territoriale, facendo riferimento all'area di interesse identificata come base di valutazione e bilancio, il sistema di gestione dei rifiuti assume un valore comunque significativo rispetto alla totalità delle altre sorgenti antropiche.

La riduzione del traffico, pur introducendo elementi di mitigazione, non sembra sufficiente all'annullamento totale degli effetti.

Bilancio qualitativo rispetto a modifiche strutturali del territorio non contemplate dal Piano di gestione dei rifiuti

Opere	Valutazione qualitativa	
III^a corsia	=	La costruzione della terza corsia prevede una velocizzazione del traffico con nessuna conseguenza sulle emissioni di Cd
Aeroporto	+	Eventuali potenziamenti del traffico hanno effetti negativi, mentre modifiche gestionali delle aree tecniche (pista di rullaggio) non necessariamente introducono effetti di incremento sostanziali
Collegamento Campi-Firenze	-	La sottrazione di volumi di traffico veicolare ha un effetto sensibile sulla riduzione delle emissioni di Cd
Ferrovia metropolitana FI-PO	-	La sottrazione di volumi di traffico veicolare a livello di area metropolitana ha un effetto sensibile sulla riduzione delle emissioni di Cd
Aree naturali	=	L'introduzione di aree naturali protette non introduce modificazioni ambientali per quanto riguarda il bilancio di Cd
Raccolta RUP	--	La raccolta separata di RUP ha un effetto sostanziale sulla riduzione delle emissioni di Cd
Smaltimento controllato di amianto	=	Raccolta e smaltimento controllati di amianto non influiscono sul bilancio di Cd

Commento: l'aggiunta di un processo di combustione quale la termovalorizzazione incrementa il bilancio di produzione sull'area di cadmio in maniera maggiore rispetto agli altri elementi del Piano di gestione dei rifiuti. È comunque da considerare la possibilità di una forte riduzione di questo aumento con la gestione controllata della biomassa, o addirittura di annullamento dell'aumento per controllo di appropriate estensioni di aree agricole.

Qualitativamente, è possibile individuare nell'incremento della raccolta differenziata dei RUP un elemento di sostanziale riduzione nel bilancio del cadmio a livello locale, anche se difficilmente valutabile rispetto alla metodologia di stima applicata.

Anche l'introduzione di nuove aree verdi presenta elementi di mitigazione limitati sul bilancio di questo inquinante, in quanto la vegetazione può contribuire ad intercettare questa sostanza e un'appropriata gestione degli scarti può permettere di interrompere il ciclo nell'ecosistema.

Quantificazione degli effetti di mitigazione della sottrazione alla combustione incontrollata di biomasse di origine agricola su un'area di 250 ettari

Cd [kg/anno]	FUTURO MITIGATO
Sistema Piano	1.66E+00
Effetto controllo biomasse	-7.88E-01

Interventi sul trattamento controllato di biomasse permettono una sensibile mitigazione dei livelli di Cd introdotti dai sistemi impiantistici del Piano.

Metalli pesanti (Hg)

Bilancio quantitativo sistema gestione rifiuti

Hg [kg/anno]	ATTUALE	FUTURO	FUTURO MITIGATO
Termovalorizzatore	0.00E+00	1.82E+00	1.82E+00
Cogenerazione	0.00E+00	0.00E+00	-3.35E-02
Discarica	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Selezione	8.70E-03	0.00E+00	0.00E+00
Compostaggio	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Area trasferimento	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Trasporti	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Totale	8.70E-03	1.82E+00	1.79E+00

Relativamente alla produzione di mercurio, il termovalorizzatore di rifiuti rappresenta, in uno scenario futuro, l'elemento prevalente di impatto all'interno del sistema di gestione dei rifiuti.

L'introduzione di sistemi di teleriscaldamento alimentati con il calore residuo del termovalorizzatore permettono di introdurre elementi di mitigazione molto parziale.

Bilancio quantitativo dei sistemi ulteriori presenti nell'area

Hg [kg/anno]	ATTUALE	Riduzione 5%	Riduzione 15%
Traffico	4.62E-01	4.40E-01	3.96E-01
Traffico autostradale	1.35E-01		
Emissioni diffuse	3.24E+00		
Aeroporto	00E+00		

In un quadro di riferimento complessivo su scala territoriale, facendo riferimento all'area di interesse identificata come base di valutazione e bilancio, il sistema di gestione dei rifiuti assume un valore relativo di rilievo rispetto alle altre sorgenti antropiche.

Anche gli effetti di riduzione del traffico, pur introducendo elementi di mitigazione, non sembrano sufficienti all'annullamento totale degli effetti.

Bilancio qualitativo rispetto a modifiche strutturali del territorio non contemplate dal Piano dei rifiuti

Opere	Valutazione qualitativa	
III^a corsia	=	La costruzione della terza corsia prevede una velocizzazione del traffico con nessuna conseguenza sulle emissioni di Hg
Aeroporto	+	Eventuali potenziamenti del traffico hanno effetti negativi, mentre modifiche gestionali delle aree tecniche (pista di rullaggio) non necessariamente introducono effetti di incremento sostanziali
Collegamento Campi-Firenze	-	La sottrazione di volumi di traffico veicolare ha un effetto sensibile sulla riduzione delle emissioni di Hg
Ferrovia metropolitana FI-PO	-	La sottrazione di volumi di traffico veicolare a livello di area metropolitana ha un effetto sensibile per la riduzione delle emissioni di Hg
Aree naturali	=	L'introduzione di aree naturali protette non introduce modificazioni ambientali per quanto riguarda il bilancio di Hg
Raccolta RUP	--	La raccolta separata di RUP ha un effetto sostanziale sulla riduzione delle emissioni di Hg
Smaltimento controllato di amianto	=	Raccolta e smaltimento controllati di amianto non influiscono sul bilancio di Hg

Commento: l'aggiunta di un processo di combustione quale la termovalorizzazione incrementa il bilancio di produzione sull'area di mercurio in maniera maggiore rispetto agli altri elementi del Piano di gestione dei rifiuti. È comunque da considerare la possibilità di una forte riduzione di questo aumento grazie alla gestione controllata della biomassa, con annullamento dell'aumento nel caso di controllo di vaste estensioni di territorio.

Qualitativamente, è possibile individuare nell'incremento della raccolta differenziata dei RUP un elemento di sostanziale riduzione nel bilancio del mercurio a livello locale.

Anche l'introduzione di nuove aree verdi presenta elementi di mitigazione limitati sul bilancio di questo inquinante, in quanto la vegetazione può contribuire ad intercettare questa sostanza e un'appropriata gestione degli scarti può quindi permettere di interromperne il ciclo nell'ecosistema.

Quantificazione degli effetti di mitigazione della sottrazione alla combustione incontrollata di biomasse di origine agricola su un'area di 250 ettari

Hg [kg/anno]	FUTURO MITIGATO
Sistema Piano	1.79E+00
Effetto controllo biomasse	-5.63E-01

Interventi sul trattamento controllato di biomasse permettono una sensibile mitigazione dei livelli di Hg introdotti dai sistemi impiantistici del Piano.

Metalli pesanti (Pb)

Bilancio quantitativo sistema gestione rifiuti

Pb [kg/anno]	ATTUALE	FUTURO	FUTURO MITIGATO
Termovalorizzatore	0.00E+00	9.11E-01	9.11E-01
Cogenerazione	0.00E+00	0.00E+00	-7.77E-02
Discarica	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Selezione	2.02E-02	0.00E+00	0.00E+00
Compostaggio	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Area trasferimento	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Trasporti	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Totale	2.02E-02	9.11E-01	8.34E-01

Relativamente alla produzione di piombo all'interno del sistema di gestione dei rifiuti, il termovalorizzatore di rifiuti rappresenta, in uno scenario futuro, l'elemento prevalente di impatto.

L'introduzione di sistemi di teleriscaldamento alimentati con il calore residuo del termovalorizzatore apporta elementi di mitigazione modesta.

Bilancio quantitativo dei sistemi ulteriori presenti nell'area

Pb [kg/anno]	ATTUALE	Riduzione 5%	Riduzione 15%
Traffico	1.29E+00	1.23E+00	1.11E+00
Traffico autostradale	2.51E-01		
Emissioni diffuse	3.71E+01		
Aeroporto	00E+00		

In un quadro di riferimento complessivo su scala territoriale, facendo riferimento all'area di interesse identificata come base di valutazione e bilancio, il sistema di gestione dei rifiuti assume un valore relativo di rilievo molto inferiore rispetto agli altri metalli pesanti considerati (Cd e Hg) e alle altre sorgenti antropiche aventi maggiore peso ambientale. In modo particolare le sorgenti diffuse sull'area sono stimate come sorgenti prevalenti di tale inquinante.

Bilancio qualitativo rispetto a modifiche strutturali del territorio non contemplate dal Piano di gestione dei rifiuti

Opere	Valutazione qualitativa	
III^a corsia	=	La costruzione della terza corsia prevede una velocizzazione del traffico con nessuna conseguenza sulle emissioni di Pb
Aeroporto	+	Eventuali potenziamenti del traffico hanno effetti negativi, mentre modifiche gestionali delle aree tecniche (pista di rullaggio) non necessariamente introducono effetti di incremento sostanziali
Collegamento Campi-Firenze	-	La sottrazione di volumi di traffico veicolare ha effetto sulla riduzione delle emissioni di Pb in misura maggiore rispetto ad altri metalli pesanti
Ferrovia metropolitana FI-PO	-	La sottrazione di volumi di traffico veicolare a livello di area metropolitana ha effetto per la riduzione delle emissioni di Pb in misura maggiore rispetto ad altri metalli pesanti
Aree naturali	=	L'introduzione di aree naturali protette non introduce modificazioni ambientali per quanto riguarda il bilancio di Pb
Raccolta RUP	- -	La raccolta separata di RUP ha un effetto sostanziale sulla riduzione delle emissioni di Pb
Smaltimento controllato di amianto	=	Raccolta e smaltimento controllati di amianto non influiscono sul bilancio di Pb

Commento: l'aggiunta di un processo di combustione quale la termovalorizzazione incrementa il bilancio di produzione di piombo sull'area in maniera maggiore rispetto agli altri elementi del Piano di gestione dei rifiuti. È comunque da considerare la possibilità di una forte riduzione di questo aumento con la gestione controllata della biomassa, addirittura l'annullamento dell'aumento per controllo di estensioni di aree agricole e aree non coltivate, anche non particolarmente estese.

Qualitativamente, è possibile individuare nell'incremento della raccolta differenziata dei RUP un elemento di sostanziale riduzione nel bilancio del piombo a livello locale.

Anche l'introduzione di nuove aree verdi presenta elementi di mitigazione limitate sul bilancio di questo inquinante, in quanto la vegetazione può contribuire ad intercettare questa sostanza e un'appropriata gestione degli scarti può quindi permettere di interromperne il ciclo nell'ecosistema.

Quantificazione degli effetti di mitigazione della sottrazione alla combustione incontrollata di biomasse di origine agricola su un'area di 250 ettari

Pb [kg/anno]	FUTURO MITIGATO
Sistema Piano	8.34E-01
Effetto controllo biomasse	-2.40E+00

Interventi sul trattamento controllato di biomasse permettono una mitigazione interessante dei livelli di Pb introdotti dai sistemi impiantistici del Piano, con un annullamento degli effetti già nel caso in cui si considerano 250 ettari di aree equivalenti controllate.

Benzene

Bilancio quantitativo sistema gestione rifiuti

Benzene [kg/anno]	ATTUALE	FUTURO	FUTURO MITIGATO
Termovalorizzatore	0.00E+00	1.37E+01	1.37E+01
Cogenerazione	0.00E+00	0.00E+00	-3.26E-01
Discarica	2.49E+01	3.13E+01	1.66E+01
Selezione	8.48E-02	0.00E+00	0.00E+00
Compostaggio	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Area trasferimento	2.00E+01	0.00E+00	0.00E+00
Trasporti	1.28E+02	1.35E+02	1.35E+02
Totale	1.73E+02	1.80E+02	1.65E+02

All'interno del sistema di gestione dei rifiuti, la produzione di benzene non cambia in maniera sostanziale ed è ascrivibile nello stesso ordine di grandezza al sistema di termodistruzione e a quello di discarica. Importante l'eliminazione del contributo dovuto alla non più presente area di trasferimento. L'introduzione di sistemi di teleriscaldamento alimentati con il calore residuo del termovalorizzatore rappresenta un elemento di mitigazione modesto, ma il bilancio nello scenario futuro mitigato risulta comunque in un valore leggermente inferiore a quello dello scenario attuale, grazie all'introduzione di una migliore gestione della discarica.

Bilancio quantitativo dei sistemi ulteriori presenti nell'area

Benzene [kg/anno]	ATTUALE	Riduzione 5%	Riduzione 15%
Traffico	6.45E+04	6.14E+04	5.51E+04
Traffico autostradale	5.36E+03		
Emissioni diffuse	2.42E+02		
Aeroporto	00E+00		

In un quadro di riferimento complessivo su scala territoriale, facendo riferimento all'area di interesse identificata come base di valutazione e bilancio, il sistema di gestione dei rifiuti assume un valore relativo di scarsissimo rilievo rispetto alle altre sorgenti antropiche aventi maggiore peso ambientale (traffico, sorgenti diffuse, aeroporto).

Bilancio qualitativo rispetto a modifiche strutturali del territorio non contemplate dal Piano di gestione dei rifiuti

Opere	Valutazione qualitativa	
III^a corsia	--	La costruzione della terza corsia prevede una velocizzazione del traffico con conseguente diminuzione delle emissioni di benzene
Aeroporto	+	Eventuali potenziamenti del traffico hanno effetti negativi, mentre modifiche gestionali delle aree tecniche (pista di rullaggio) non necessariamente introducono effetti di incremento sostanziali
Collegamento Campi-Firenze	--	La sottrazione di volumi di traffico veicolare ha effetto sostanziale sulla riduzione delle emissioni di benzene
Ferrovia metropolitana FI-PO	--	La sottrazione di volumi di traffico veicolare a livello di area metropolitana ha effetto sostanziale per la riduzione delle emissioni di benzene
Aree naturali	=	L'introduzione di aree naturali protette non introduce modificazioni ambientali per quanto riguarda il bilancio di benzene
Raccolta RUP	-	La raccolta separata di RUP può avere effetto sulla riduzione delle emissioni di benzene
Smaltimento controllato di amianto	=	Raccolta e smaltimento controllati di amianto non influiscono sul bilancio di benzene

Commento: l'emissione di benzene aumenta di una percentuale trascurabile nello scenario futuro, mentre si assiste ad una diminuzione nello scenario futuro mitigato. Ciò significa che, già a livello di sistemi interni al Piano, è possibile mitigare il lieve aumento previsto.

Notevoli sono gli effetti di riduzione degli impatti complessivi sull'area derivanti da misure di modificazione del sistema dei trasporti.

La possibilità di limitare la produzione di Benzene, Toluene e Xilene (BTX) raccogliendo ed inviando a compostaggio la biomassa di origine agricola, che sarebbe altrimenti bruciata in condizioni non controllate, risulta deducibile qualitativamente dall'elevato fattore di emissione dei VOC (2kg/ton) totali dalla combustione di biomassa. La produzione totale di VOC verrebbe annullata da questa misura di mitigazione e con essa la produzione dei composti BTX. Il valore quantitativo di diminuzione della produzione non è stato stimato in quanto non è disponibile la percentuale dei composti di interesse rispetto al totale dei VOC per le emissioni da combustione di biomassa.

Toluene

Bilancio quantitativo sistema gestione rifiuti

Toluene [kg/anno]	ATTUALE	FUTURO	FUTURO MITIGATO
Termovalorizzatore	0.00E+00	3.10E+01	3.10E+01
Cogenerazione	0.00E+00	0.00E+00	-5.28E-01
Discarica	6.04E+02	7.59E+02	4.03E+02
Selezione	1.37E-01	0.00E+00	0.00E+00
Compostaggio	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Area trasferimento	1.50E+01	0.00E+00	0.00E+00
Trasporti	9.62E+01	1.01E+02	0.00E+00
Totale	7.16E+02	8.91E+02	4.34E+02

All'interno del sistema di gestione dei rifiuti, la produzione di toluene non cambia in maniera sostanziale ed è ascrivibile fondamentalmente al sistema di discarica. Importante l'eliminazione del contributo dovuto alla non più presente area di trasferimento. Il contributo dovuto all'introduzione di sistemi di teleriscaldamento alimentati con il calore residuo del termovalorizzatore rappresenta un elemento di mitigazione modesto, ma il bilancio nello scenario futuro mitigato risulta comunque in un valore inferiore a quello dello scenario attuale, grazie all'introduzione di una migliore gestione della discarica.

Bilancio quantitativo dei sistemi ulteriori presenti nell'area

Toluene [kg/anno]	ATTUALE	Riduzione 5%	Riduzione 15%
Traffico	1.27E+05	1.21E+05	1.09E+05
Traffico autostradale	1.05E+04		
Emissioni diffuse	0.00E+00		
Aeroporto	00E+00		

In un quadro di riferimento complessivo su scala territoriale, facendo riferimento all'area di interesse identificata come base di valutazione e bilancio, il sistema di gestione dei rifiuti assume un valore relativo di scarsissimo rilievo rispetto alle altre sorgenti antropiche aventi maggiore peso ambientale (traffico).

Bilancio qualitativo rispetto a modifiche strutturali del territorio non contemplate dal Piano dei rifiuti

Opere	Valutazione qualitativa	
III^a corsia	--	La costruzione della terza corsia prevede una velocizzazione del traffico con conseguente diminuzione delle emissioni di toluene
Aeroporto	+	Eventuali potenziamenti del traffico hanno effetti negativi, mentre modifiche gestionali delle aree tecniche (pista di rullaggio) non necessariamente introducono effetti di incremento sostanziali
Collegamento Campi-Firenze	--	La sottrazione di volumi di traffico veicolare ha effetto sostanziale sulla riduzione delle emissioni di toluene
Ferrovia metropolitana FI-PO	--	La sottrazione di volumi di traffico veicolare a livello di area metropolitana ha effetto sostanziale per la riduzione delle emissioni di toluene
Aree naturali	=	L'introduzione di aree naturali protette non introduce modificazioni ambientali per quanto riguarda il bilancio di toluene
Raccolta RUP	-	La raccolta separata di RUP può avere effetto sulla riduzione delle emissioni di toluene
Smaltimento controllato di amianto	=	Raccolta e smaltimento controllati di amianto non influiscono sul bilancio di toluene

Commento: l'emissione di toluene aumenta di una percentuale trascurabile nello scenario futuro, mentre si assiste ad una diminuzione nello scenario futuro mitigato. Ciò significa che, già a livello di sistemi interni al Piano, è possibile mitigare il lieve aumento previsto.

Notevoli sono gli effetti di riduzione degli impatti complessivi sull'area derivanti da misure di modificazione del sistema dei trasporti.

Xilene

Bilancio quantitativo sistema gestione rifiuti

Xilene [kg/anno]	ATTUALE	FUTURO	FUTURO MITIGATO
Termovalorizzatore	0.00E+00	8.71E+00	8.71E+00
Cogenerazione	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Discarica	2.14E+02	2.69E+02	1.43E+02
Selezione	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Compostaggio	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Area trasferimento	2.00E+01	0.00E+00	0.00E+00
Trasporti	1.28E+02	1.35E+02	1.35E+02
Totale	3.63E+02	4.13E+02	2.86E+02

All'interno del sistema di gestione dei rifiuti, la produzione di xilene non cambia in maniera sostanziale ed è ascrivibile nello stesso ordine di grandezza al sistema di termodistruzione e a quello di discarica. Importante l'eliminazione del contributo dovuto alla non più presente area di trasferimento. Il contributo dovuto all'introduzione di sistemi di teleriscaldamento alimentati con il calore residuo del termovalorizzatore rappresenta un elemento di mitigazione modesto, ma il bilancio nello scenario futuro mitigato risulta comunque in un valore inferiore a quello dello scenario attuale, grazie all'introduzione di una migliore gestione della discarica.

Bilancio quantitativo dei sistemi ulteriori presenti nell'area

Xilene [kg/anno]	ATTUALE	Riduzione 5%	Riduzione 15%
Traffico	1.01E+05	9.65E+04	9.65E+04
Traffico autostradale	8.42E+03		
Emissioni diffuse	0.00E+00		
Aeroporto	00E+00		

In un quadro di riferimento complessivo su scala territoriale, facendo riferimento all'area di interesse identificata come base di valutazione e bilancio, il sistema di gestione dei rifiuti assume un valore relativo di scarsissimo rilievo rispetto alle altre sorgenti antropiche aventi maggiore peso ambientale (traffico).

Bilancio qualitativo rispetto a modifiche strutturali del territorio non contemplate dal Piano dei rifiuti

Opere	Valutazione qualitativa	
III^a corsia	--	La costruzione della terza corsia prevede una velocizzazione del traffico con conseguente diminuzione delle emissioni di xilene
Aeroporto	+	Eventuali potenziamenti del traffico hanno effetti negativi, mentre modifiche gestionali delle aree tecniche (pista di rullaggio) non necessariamente introducono effetti di incremento sostanziali
Collegamento Campi-Firenze	--	La sottrazione di volumi di traffico veicolare ha effetto sostanziale sulla riduzione delle emissioni di xilene
Ferrovia metropolitana FI-PO	--	La sottrazione di volumi di traffico veicolare a livello di area metropolitana ha effetto sostanziale per la riduzione delle emissioni di xilene
Aree naturali	=	L'introduzione di aree naturali protette non introduce modificazioni ambientali per quanto riguarda il bilancio di xilene
Raccolta RUP	-	La raccolta separata di RUP può avere effetto sulla riduzione delle emissioni di xilene
Smaltimento controllato di amianto	=	Raccolta e smaltimento controllati di amianto non influiscono sul bilancio di xilene

Commento: l'emissione di xilene aumenta di una percentuale trascurabile nello scenario futuro, mentre si assiste ad una diminuzione nello scenario futuro mitigato. Ciò significa che, già a livello di sistemi interni al Piano, è possibile mitigare il lieve aumento previsto.

Notevoli sono gli effetti di riduzione degli impatti complessivi sull'area derivanti da misure di modificazione del sistema dei trasporti.

Polveri

Bilancio quantitativo sistema gestione rifiuti

Polveri [kg/anno]	ATTUALE	FUTURO	FUTURO MITIGATO
Termovalorizzatore	0.00E+00	7.29E+03	7.29E+03
Cogenerazione	0.00E+00	0.00E+00	-1.18E+03
Discarica	5.61E+02	1.09E+03	2.18E+01
Selezione	3.07E+02	0.00E+00	0.00E+00
Compostaggio	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Area trasferimento	3.00E+02	0.00E+00	0.00E+00
Trasporti	4.55E+02	1.40E+03	1.40E+03
Totale	1.62E+03	9.78E+03	7.54E+03

All'interno del sistema di gestione dei rifiuti, la produzione di polveri non cambia in maniera sostanziale fra lo scenario attuale e quello futuro. Importante l'eliminazione del contributo dovuto alla non più presente area di trasferimento. L'introduzione di sistemi di teleriscaldamento alimentati con il calore residuo del termovalorizzatore permette di introdurre elementi di mitigazione consistenti, che portano un contributo importante di riduzione.

Bilancio quantitativo dei sistemi ulteriori presenti sull'area

Polveri [kg/anno]	ATTUALE	Riduzione 5%	Riduzione 15%
Traffico	1.06E+05	1.01E+05	9.08E+04
Traffico autostradale	3.63E+04		
Emissioni diffuse	1.43E+05		
Aeroporto	00E+00		

In un quadro di riferimento complessivo su scala territoriale, facendo riferimento all'area di interesse identificata come base di valutazione e bilancio, il sistema di gestione dei rifiuti assume un valore relativo di scarso rilievo rispetto alle altre sorgenti antropiche aventi maggiore peso ambientale (traffico non autostradale e sorgenti diffuse).

Bilancio qualitativo rispetto a modifiche strutturali del territorio non contemplate dal Piano dei rifiuti

Opere	Valutazione qualitativa	
III^a corsia	-	La costruzione della terza corsia prevede una velocizzazione del traffico con conseguente diminuzione delle emissioni di polveri
Aeroporto	+	Eventuali potenziamenti del traffico hanno effetti negativi, mentre modifiche gestionali delle aree tecniche (pista di rullaggio) non necessariamente introducono effetti di incremento sostanziali
Collegamento Campi-Firenze	-	La sottrazione di volumi di traffico veicolare ha un effetto importante sulla riduzione delle emissioni di polveri
Ferrovia metropolitana FI-PO	-	La sottrazione di volumi di traffico veicolare a livello di area metropolitana ha effetto importante per la riduzione delle emissioni di polveri
Aree naturali	-	L'introduzione di aree naturali protette introduce modificazioni ambientali significative per quanto riguarda il bilancio delle polveri
Raccolta RUP	=	La raccolta separata di RUP non ha effetto sulla riduzione delle emissioni di polveri
Smaltimento controllato di amianto	=	Raccolta e smaltimento controllati di amianto non influiscono sul bilancio di polveri

Commento: l'emissione di polveri aumenta in parte nello scenario futuro mitigato.

L'introduzione di una gestione diffusa di aree naturali permette qualitativamente di prefigurare una riduzione delle polveri sospese e sottoposte a risospensione aerea.

Le modificazioni al sistema della mobilità metropolitana introducono elementi di forte riduzione delle emissioni di polveri, in misura anche superiore a quanto determinato dal sistema degli impianti di Piano a regime.

La possibilità di intervenire con la gestione controllata delle biomasse di origine agricola permette una sostanziale ulteriore riduzione e, addirittura, un valore negativo rispetto a quello dello scenario attuale, anche con la gestione di aree limitate.

Quantificazione degli effetti di mitigazione della sottrazione alla combustione incontrollata di biomasse di origine agricola su un'area di 250 ettari

Polveri [kg/anno]	FUTURO MITIGATO
Sistema Piano	7.54E+03
Effetto controllo biomasse	-1.24E+04

Interventi sul trattamento controllato di biomasse permettono una mitigazione notevole dei livelli di polveri introdotti dai sistemi impiantistici del Piano, con un annullamento degli effetti già nel caso in cui si considerino 250 ettari di aree equivalenti controllate.

Diossine

Bilancio quantitativo sistema gestione rifiuti

Diossine [kg/anno]	ATTUALE	FUTURO	FUTURO MITIGATO
Termovalorizzatore	0.00E+00	4.56E-05	4.56E-05
Cogenerazione	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Discarica	8.02E-07	1.55E-06	5.07E-07
Selezione	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Compostaggio	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Area trasferimento	1.93E-09	0.00E+00	0.00E+00
Trasporti	1.70E-12	1.84E-12	1.84E-12
Totale	8.03E-07	4.71E-05	4.61E-05

All'interno del sistema di gestione dei rifiuti, la produzione di diossine aumenta notevolmente, principalmente a causa dell'introduzione del termovalorizzatore di rifiuti, che in uno scenario futuro rappresenta l'elemento prevalente di impatto.

Bilancio quantitativo dei sistemi ulteriori presenti nell'area

Diossine [kg/anno]	ATTUALE	Riduzione 5%	Riduzione 15%
Traffico	3.70E-06	3.52E-06	3.16E-06
Traffico autostradale	3.25E-09		
Emissioni diffuse	0.00E+00		
Aeroporto	00E+00		

In un quadro di riferimento complessivo su scala territoriale, facendo riferimento all'area di interesse identificata come base di valutazione e bilancio, il sistema di gestione dei rifiuti assume un valore relativo importante rispetto alle altre sorgenti antropiche.

Anche interventi di riduzione della mobilità urbana risultano avere effetti di riduzione degli impatti scarsamente significativi rispetto ai valori di nuova introduzione dovuti al Piano di gestione.

Bilancio qualitativo rispetto a modifiche strutturali del territorio non contemplate dal Piano di gestione dei rifiuti

Opere	Valutazione qualitativa	
III^a corsia	-	La costruzione della terza corsia prevede una velocizzazione del traffico con conseguente diminuzione delle emissioni di diossine
Aeroporto	=	Eventuali potenziamenti del traffico hanno effetti negativi, mentre modifiche gestionali delle aree tecniche (pista di rullaggio) non necessariamente introducono effetti di incremento sostanziali
Collegamento Campi-Firenze	-	La sottrazione di volumi di traffico veicolare ha effetto limitato di riduzione delle emissioni di diossine
Ferrovia metropolitana FI-PO	-	La sottrazione di volumi di traffico veicolare a livello di area metropolitana ha effetto di riduzione limitato delle emissioni di diossine
Aree naturali	=	L'introduzione di aree naturali protette non introduce modificazioni ambientali sostanziali per quanto riguarda il bilancio di diossine
Raccolta RUP	-	La raccolta separata di RUP potrebbe avere un effetto sulla riduzione delle emissioni di diossine (intervento sui precursori)
Smaltimento controllato di amianto	=	Raccolta e smaltimento controllati di amianto non influiscono sul bilancio di diossine

Commento: l'emissione di diossine aumenta notevolmente negli scenari futuri, in ragione dell'inserimento del termodistruttore. È comunque da considerare la possibilità di una forte riduzione di questo aumento con la gestione controllata della biomassa, addirittura di annullamento dell'aumento per controllo di appropriate estensioni di aree agricole.

Infatti, date le notevoli emissioni specifiche dovute alle combustioni non controllate di matrice vegetale, è possibile ottenere valori di riduzione superiori al bilancio di diossine introdotte dagli impianti del Piano a regime.

Misure di raccolta selezionata di RUP possono avere effetti di mitigazione rispetto non tanto alle emissioni dirette, quanto all'intercettazione di precursori della formazione di diossine.

Anche l'introduzione di nuove aree verdi può presentare elementi di mitigazione sul bilancio di questo inquinante in termini di interruzione del suo ciclo di vita.

Quantificazione degli effetti di mitigazione della sottrazione alla combustione incontrollata di biomasse di origine agricola su un'area di 250 ettari

diossine [kg/anno]	FUTURO MITIGATO
Sistema Piano	4.61E-05
Effetto controllo biomasse	-3.30E-04

Interventi sul trattamento controllato di biomasse permettono di avere effetti sostanziali nell'annullamento degli incrementi dovuti alle emissioni da impianti di trattamenti rifiuti, fondamentalmente determinati dal termodistruttore.

La misura di 250 ettari di aree equivalenti controllate pare già sufficientemente esuberante rispetto a tale obiettivo.

Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

Bilancio quantitativo sistema gestione rifiuti

IPA [kg/anno]	ATTUALE	FUTURO	FUTURO MITIGATO
Termovalorizzatore	0.00E+00	1.82E+00	1.82E+00
Cogenerazione	0.00E+00	0.00E+00	-1.86E-04
Discarica	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Selezione	4.84E-05	0.00E+00	0.00E+00
Compostaggio	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Area trasferimento	4.52E-02	0.00E+00	0.00E+00
Trasporti	5.17E-02	5.42E-02	5.42E-02
Totale	9.69E-02	1.88E+00	1.88E+00

All'interno del sistema di gestione dei rifiuti, la produzione di IPA subisce un aumento principalmente a causa dell'introduzione del termovalorizzatore di rifiuti, che in uno scenario futuro rappresenta l'elemento prevalente di impatto.

Bilancio quantitativo dei sistemi ulteriori presenti nell'area

IPA [kg/anno]	ATTUALE	Riduzione 5%	Riduzione 15%
Traffico	6.96E+00	6.62E+00	5.95E+00
Traffico autostradale	6.26E-03		
Emissioni diffuse	9.76E+00		
Aeroporto	00E+00		

In un quadro di riferimento complessivo su scala territoriale, facendo riferimento all'area di interesse identificata come base di valutazione e bilancio, il sistema di gestione dei rifiuti assume un valore relativo ridotto rispetto alle altre sorgenti antropiche (traffico e sorgenti diffuse).

Bilancio qualitativo rispetto a modifiche strutturali del territorio non contemplate dal Piano dei rifiuti

Opere	Valutazione qualitativa	
III^a corsia	-	La costruzione della terza corsia prevede una velocizzazione del traffico con conseguente diminuzione delle emissioni di IPA
Aeroporto	=	Eventuali potenziamenti del traffico hanno effetti negativi, mentre modifiche gestionali delle aree tecniche (pista di rullaggio) non necessariamente introducono effetti di incremento sostanziali
Collegamento Campi-Firenze	-	La sottrazione di volumi di traffico veicolare ha effetto di riduzione delle emissioni di IPA
Ferrovia metropolitana FI-PO	-	La sottrazione di volumi di traffico veicolare a livello di area metropolitana ha effetto di riduzione delle emissioni di IPA
Aree naturali	=	L'introduzione di aree naturali protette non introduce modificazioni ambientali sostanziali per quanto riguarda il bilancio di IPA
Raccolta RUP	=	Gli effetti dovuti a raccolta separata di RUP non sono quantificabili
Smaltimento controllato di amianto	=	Raccolta e smaltimento controllati di amianto non influiscono sul bilancio di IPA

Commento: l'emissione di idrocarburi policiclici aromatici subisce un incremento non trascurabile negli scenari futuri, in ragione dell'implementazione del termovalorizzatore.

La riduzione dei volumi di traffico, stimabili a seguito di interventi strutturali sulla mobilità, può fornire elementi di mitigazione sostanziali rispetto allo scenario attuale, ma non sufficienti a ridurre i quantitativi in esubero causati dal Piano.

La gestione controllata di un'appropriate area di produzione di biomassa agricola e di aree non coltivate permette di ottenere il bilanciamento delle emissioni di IPA determinate dal sistema di impianti di trattamento RSU.

Quantificazione degli effetti di mitigazione della sottrazione alla combustione incontrollata di biomasse di origine agricola

IPA [kg/anno]	FUTURO MITIGATO
Sistema Piano	1.88E+00
Effetto controllo biomasse	-1.86E+01

Interventi sul trattamento controllato di biomasse permettono di avere effetti sostanziali nell'annullamento degli incrementi dovuti alle emissioni da impianti di trattamenti rifiuti, fondamentalmente determinate dal termodistruttore.

La misura di 250 ettari di aree equivalenti controllate pare già sufficientemente esuberante rispetto a tale obiettivo.

In conclusione, con riferimento ai bilanci sui singoli inquinanti sopra esposti, è possibile riassumere la situazione come segue:

- **ossidi di azoto e di zolfo** aumentano nello scenario futuro mitigato a causa della presenza della combustione di RSU nel nuovo impianto di termovalorizzazione, ma il loro peso percentuale sul totale delle emissioni nell'area è trascurabile; peraltro la limitazione di tali incrementi, in un bilancio complessivo di area, è ottenibile con interventi sulla mobilità;
- **benzene, toluene e xilene** (rappresentativi della classe dei solventi) subiscono una riduzione di produzione nello scenario futuro mitigato rispetto a quello attuale (v. Tabella 4.18).

Tabella 4.18

Riduzione nelle quantità annuali e percentuale per benzene, toluene e xilene

	Benzene	Toluene	Xilene
kg/anno di riduzione	- 9	- 282	-76
% di riduzione rispetto ai sistemi interni al Piano	-5%	-39%	-21%

- per **cadmio, mercurio, piombo, polveri, diossine e IPA** esiste un'eccedenza positiva nel bilancio futuro con diverso peso relativo sul bilancio generale dell'area. Per questi inquinanti, comunque, è possibile effettuare una sostanziale riduzione intervenendo sulla gestione controllata della biomassa di origine agricola. In particolare, è possibile stimare il quantitativo di biomassa che sarebbe necessario intercettare e sottrarre alla combustione incontrollata per annullare l'effetto di incremento di questi inquinanti, seppure con efficacia diversa a seconda del tipo di inquinante.

In Tabella 4.19 sono riportati tali quantitativi e la stima delle superfici agricole da sottoporre a controllo.

Tabella 4.19**Stima delle superfici agricole da cui intercettare la biomassa da sottrarre alla combustione incontrollata per annullare il surplus di alcuni inquinanti**

	Cd	Hg	Polveri	Diossina	Piombo	IPA
Surplus [kg/anno]	2	2	6,458	4.57E-05	1	2
Biomassa [t/anno]	1,608	3,561	587	156	305	107
Superficie [ha]	357	791	130	35	68	24

Per annullare l'effetto di incremento su tutte le specie in Tabella 4.19, è necessario intercettare e sottrarre alla combustione incontrollata la biomassa agricola (e di aree non coltivate) proveniente da una superficie di circa 800 ha. Tale intervento si presta ad essere attuato nell'area in esame, essendo questa per larga parte adibita a terreno agricolo privato e prevedendo la realizzazione di numerose aree verdi pubbliche, i cui sfalci possono essere avviati agli impianti già previsti dal sistema gestione rifiuti.

5. REVISIONE DELLA LETTERATURA SULLA RELAZIONE FRA INCENERITORI-TERMOVALORIZZATORI E PARAMETRI DI SALUTE

La presente rassegna bibliografica è finalizzata a fornire alcuni spunti su cui riflettere quando si vogliono pianificare indagini volte alla valutazione di effetti sanitari prodotti da impianti di incenerimento di rifiuti. Essa si propone, in questa prima fase di *screening*, i seguenti scopi:

- fornire una prima valutazione sulle evidenze di un effetto sulla salute derivante dall'incenerimento di RSU, analizzando gli elementi di forza e di debolezza degli studi già condotti e la loro confrontabilità con la situazione oggetto della presente VIS;
- scegliere gli inquinanti e gli indicatori di salute che risultano rilevanti su base bibliografica, al fine di orientare i contenuti del presente documento in fase di *screening*;
- orientare i successivi eventuali approfondimenti epidemiologici sia sul piano degli obiettivi, sia su quello dei metodi utilizzati, partendo dalle esperienze e dai risultati della letteratura internazionale.

Di seguito sono espone alcune considerazioni metodologiche, le tabelle sintetiche dei risultati e un breve commento finale.

CONSIDERAZIONI DI METODO

La revisione dei lavori scientifici effettuata nella presente rassegna conferma la difficoltà che si riscontra sistematicamente negli studi sulla contaminazione ambientale a definire univocamente, in primo luogo, i livelli di esposizione cui un individuo è sottoposto.

Inoltre, la confrontabilità fra studi, e quindi fra situazioni oggetto dei singoli studi, è resa complessa da diversi fattori, legati in parte alla peculiarità di ciascun caso studiato, in parte ai diversi gradi di imprecisione, spesso non ben valutabili, nella definizione dell'*outcome* (patologia o problema), dell'esposizione e delle variabili correlate. Elenchiamo qui di seguito alcuni di questi punti problematici.

1. I risultati di analisi su campioni biologici, essendo influenzati da una risposta individuale nella capacità di concentrare o eliminare sostanze tossiche (dipendente anche da abitudini alimentari e stili di vita differenti), evidenziano un'elevata eterogeneità nei *range* delle concentrazioni. Questa considerazione pone considerevoli limitazioni nella definizione di indicatori di esposizione pertinenti alla natura e ai livelli della contaminazione.

2. La residenza in un'area più o meno ben definita intorno alla sorgente di inquinamento è l'informazione utilizzata più comunemente come *proxy* dell'esposizione. È chiaro che questa scelta può in molti casi introdurre evidenti problemi di misclassificazione, soprattutto se non accompagnata da opportune misurazioni ambientali. In ogni caso la residenza, intesa sia come appartenenza ad un luogo, sia come distanza da una fonte puntuale d'inquinamento, introduce un problema di non confrontabilità fra studi, in quanto può essere valutata soltanto all'interno di ogni specifica indagine, in base all'orografia del territorio, alla direzione dei venti prevalenti, alle caratteristiche tecniche della sorgente di emissione (altezza e diametro del camino), alla mappa di ricaduta delle emissioni.
3. In generale, utilizzare surrogati dell'esposizione può determinare un fenomeno di diluizione degli *outcome* sanitari, nel caso in cui l'indicatore di esposizione risulti troppo generico, o può non rilevare gli eventuali effetti sanitari dovuti a sinergie fra le sostanze indagate, nel caso in cui i risultati troppo ristretto.
4. Le misure di esposizione utilizzate nelle indagini epidemiologiche sono relative alle emissioni prodotte dalle fonti d'inquinamento in esame e, quindi, ben differenti dalle dosi di esposizione o assunzione di tali sostanze tossiche a livello individuale.
5. L'elevata variabilità fra i risultati degli studi ambientali è anche legata alla scarsa confrontabilità fra gli *outcome* sanitari presi in esame, essendo questi molto spesso aspecifici e raggruppati in categorie con eziopatogenesi diversa.
6. Un'ulteriore limitazione degli studi a carattere ecologico è legata alla tipologia delle fonti di esposizione, soprattutto nel caso di attività di smaltimento dei rifiuti. L'età degli impianti di incenerimento rappresenta una variabile da tenere in considerazione, poiché gli impianti di vecchia generazione sono caratterizzati da un maggior carico inquinante. Spesso tale età non è tuttavia definita nello studio, né tanto meno sono ben precisate le caratteristiche tecniche dell'impianto stesso. In generale, poiché la maggior parte degli studi fa riferimento ad *outcome* cronico-degenerativi (tumori, malattie dell'apparato respiratorio), anche gli studi più recenti fanno riferimento ad impianti vecchi e qualche volta obsoleti, per permettere la necessaria latenza fra l'esposizione e la misura dell'*outcome*.
7. Generalmente, gli inceneritori, o comunque gli impianti di smaltimento, sono collocati all'interno di aree industriali, in vicinanza di impianti di altro genere e, molto spesso, accanto a discariche utilizzate sia per raccogliere le scorie prodotte, sia per l'attività di smaltimento di rifiuti condotta in parallelo. In questi casi, la discriminazione fra la quota di esposizione dovuta all'inceneritore e quella determinata dalle altre fonti non è facile e, talvolta, neppure possibile.

SINTESI DEI RISULTATI DELLA RASSEGNA

Le indagini su popolazione, riportate nella presente revisione, pur nella estrema variabilità dei risultati, consentono di formulare alcune considerazioni almeno di carattere generale.

In Tabella 5.1 sono descritti in ordine cronologico i 45 lavori censiti, il tipo di *outcome* considerato, la significatività o meno del risultato, la modalità di definizione dell'esposizione e il tipo di studio. I 45 lavori fanno riferimento sia a studi, sia ambientali sia occupazionali, sui lavoratori occupati nelle operazioni di incenerimento/smaltimento dei rifiuti. Come già segnalato, gli indicatori di salute più valutati sono alcuni tipi di neoplasia, alcuni *outcome* riproduttivi, alcune malattie croniche, come le malattie respiratorie e le malattie ischemiche di cuore, alcuni disordini endocrini, diversi tipi di malformazioni infantili. Inoltre, vi è un'intera categoria di studi che prendono in considerazione parametri di dose interna di inquinanti e microinquinanti, o indicatori precoci di danno, come ad esempio le mutazioni.

In Tabella 5.2a è presentato il numero di studi significativi per un eccesso di rischio, significativi per un difetto di rischio, non significativi e totali, per ciascuno degli *outcome* rilevati nei diversi studi, sia ambientali, sia occupazionali. Si riscontrano significatività per un eccesso di rischio per la presenza di biomarcatori di esposizione interna in 13 studi (relativamente ai seguenti marcatori: PCDD/PCDF, PCB, metalli pesanti, TSH, fitoemoagglutinine, cellule *natural killer*, mutageni e pre-mutageni), a fronte di 3 studi con un rischio inferiore all'atteso e 21 studi con risultati non significativi; per la mortalità per neoplasie di alcuni tipi vi è un eccesso significativo in 14 studi (tumori del polmone, esofago, stomaco, laringe, sistema ematopoietico, tumori infantili), a fronte di 9 studi con risultato non significativo; uno studio riporta un eccesso di mortalità per tutte le cause, a fronte di 4 che riportano un difetto di mortalità per tutte le cause; uno studio riporta un eccesso di mortalità per malattie ischemiche cardiache, mentre in un altro il dato non è significativo; 10 studi presentano risultati significativi per un eccesso di incidenza di tumori di diverse sedi (sarcomi dei tessuti molli, tumori di stomaco, linfoma non Hodkin, tumori del polmone, del colon-retto, del fegato, della vescica, del sistema ematopoietico), a fronte di 5 studi con risultati non significativi; 3 studi riportano un eccesso di rischio per patologie respiratorie, a fronte di 4 con risultati non significativi; 5 studi mostrano un eccesso di malformazioni congenite, a fronte di 3 con risultati non significativi.

In Tabella 5.2b tale sintesi è riferita esclusivamente agli studi a carattere ambientale.

In Tabella 5.3 gli studi sono distinti a seconda della significatività dei risultati e della metodologia epidemiologica utilizzata per lo studio stesso. Fra i disegni di studio utilizzati, prevalgono quelli di biomonitoraggio e di coorte, fra i quali sono compresi anche la maggior parte degli studi significativi. Tuttavia, è da notare che complessivamente scarseggiano i risultati coerenti fra studi, mentre prevalgono

risultati scarsamente coerenti. Questo aspetto può essere realisticamente spiegato con i limiti e le caratteristiche di questa tipologia di studio che, come già accennato, li rende scarsamente confrontabili e quindi predispone all'incoerenza dei risultati.

ALCUNE CONCLUSIONI PRELIMINARI

Dati questi limiti, in un'ipotetica matrice di associazione fra *outcome* sanitari rilevati attraverso indagini epidemiologiche ed esposizioni ambientali a sostanze prodotte dagli impianti di incenerimento, l'area a maggior intensità di informazioni risulta essere quella in cui si valutano gli effetti cancerogeni, sia in termini di incidenza o prevalenza, sia di mortalità, dell'esposizione a No_x , So_x , CO, O_3 e diossine.

L'analisi per causa specifica, nonostante l'esiguo numero di evidenze per ogni patologia, ha evidenziato una prevalenza di evidenze significative per il tumore al polmone, il linfoma non Hodgkin e le neoplasie nei bambini.

Il tumore della laringe e del fegato hanno mostrato risultati non coerenti.

Fra le patologie non neoplastiche emerge l'incoerenza delle evidenze relative alle patologie respiratorie acute e croniche e la significatività di quelle relative alle malformazioni congenite, ma con i limiti evidenziati in precedenza.

I risultati del monitoraggio dei biomarcatori di esposizione interna sembrerebbero confermare l'effettivo accumulo delle sostanze indagate nei tessuti biologici e quindi ammettere un'azione per lo meno iniziatrice del processo neoplastico o comunque tossico.

Tabella 5.1

Bibliografia in ordine cronologico con indicazione del tipo di studio, di associazione rilevata, di outcome riportato e di esposizione (esposizioni ambientali e occupazionali)

Referenza	Risultato	Outcome	Esposizione	Tipo di studio
1 Zmirou D. et al, 1984 popolazione	+S	Consumo di farmaci per patologie respiratorie	Residenza	Trasversale
2 Smith A. H., 1987 popolazione	-	Concentrazioni di PCDD e PCDF nel latte materno	Residenza	Metodologico Tossicologico
3 Lloyd O. et al, 1988 popolazione	+S (autocorrelazione spaziale)	Parti gemellari in capi di bestiame e uomini	Residenza	Coorte Osservazionale ripetuto
4 Gustavsson. P., 1989 occupazionale	Tasso di rif.: nazionale NS NS +S NS Tasso di rif.: locale NS NS NS NS +S	Tutte le cause Tutte le neoplasie K polmone Mal. ischemiche cardiache Tutte le cause Tutte le neoplasie K polmone Mal. ischemiche cardiache	Impiego (>1 anno)	Coorte Retrospettivo Mortalità
5 Hattamer - Fray H. A. et al, 1989 popolazione	-	Assunzione di TCDD attraverso la catena alimentare	Residenza	Metodologico Tossicologico
6 Scarlett J. M. et al, 1990 occupazionale	+S	Mutageni e promutageni urinari	Occupazione	Biomonitoraggio
7 Bresnitz E. A. et al, 1992 occupazionale	NS NS NS	Concentrazione ematica di metalli pesanti Proteinuria Ipertensione	Mansione lavorativa	Biomonitoraggio
8 Elliot P. et al, 1992 popolazione	NS NS	k laringe k polmone	Residenza	Coorte Analisi spaziale Incidenza
9 Ma X. F. et al, 1992 occupazionale	inconsistente	Mutageni in urine	Occupazione nell'impianto	Biomonitoraggio

Referenza	Risultato	Outcome	Esposizione	Tipo di studio
10 Malkin R. et al, 1992 occupazionale	+S -S	Piombo nel sangue protoporfirine eritrocitarie	Mansione/comportamenti protettivi	Biomonitoraggio
11 Williams F. L. et al, 1992 popolazione	+S (eccesso di femmine)	Rapporto tra sessi	Residenza	Coorte Retrospettivo
12 Gustavsson P. et al, 1993 occupazionale	+S	K esofageo	Occupazione	Report di studi di mortalità
13 Gray E. J. et al, 1994 popolazione	NS	Asma e allergia nei bambini	Residenza	Trasversale
14 Barbone F. et al, 1995 popolazione	+S	K polmone	Residenza	Metodologico Analisi spaziale Mortalità
15 Eitzer B. D., 1995 popolazione	NS	Livelli di PCDD/PCDF in latte bovino	Residenza	Confronto prima-dopo
16 Schetcter A. et al, 1995 occupazionale	+S NS	Livelli di PCDD/PCDF ematico in relazione all'andamento della produzione di scorie-ceneri	Occupazione in vecchio impianto Occupazione in nuovo impianto	Biomonitoraggio
17 Shy C. M. et al, 1995 popolazione	NS	Patologie e sintomi respiratori (acuti e cronici)	Residenza	Trasversale Prevalenza
18 Biggeri A. et al, 1996 popolazione	+S	K polmone	Residenza	Caso-controllo Mortalità
19 Deml E. et al, 1996 popolazione	NS NS	Livelli di PCDD/PCDF ematico livelli di PCDD/PCDF in latte umano	Residenza	Biomonitoraggio

Referenza	Risultato	Outcome	Esposizione	Tipo di studio
20 Elliot P. et al, 1996 popolazione	+S NS NS	Tutti i tumori, K stomaco, K colon retto, K epatico, K polmone, K vescica, K sangue e linfoma non Hodgkin. K sistema ematopoietico e linfatico K connettivo, K sangue	Residenza	Coorte Osservazionale ripetuto Incidenza
21 Rapiti E. et al, 1997 occupazionale	-S +S +S NS	Tutte le cause Tutte le cause (classe di esposizione > 10 anni) K gastrico (classe di esposizione > 10 anni) Tutte le neoplasie	Impiego; classi di esposizione in base agli anni di lavoro	Coorte retrospettivo Mortalità
22 Dolk H. et al, 1998 popolazione	+S +S +NS	Anomalie congenite (declino con la distanza) Difetti tubo neurale/ difetti setti cardiaci/ grandi arterie e vene (distanza tra 0 e 3 Km) Anomalie tracheo-esofagee/ ipospadie/ gastroschisi (distanza tra 0 e 3 Km)	Residenza della madre	Caso-controllo
23 Hodke B. et al, 1998 popolazione	+S	Concentrazione di PCB in campioni ematici	Residenza	Biomonitoraggio
24 Knox E. G. et al , 1998 popolazione	-	Distanza luogo nascita/ luogo morte vicinanza residenza a fonti di inquinamento	residenza	Metodologico Mortalità
25 Kurtzio P. et al, 1998 misto	Incremento di rischio inversamente proporzionale alla distanza ma i livelli di Hg sono ritenuti NS	Concentrazione di Hg nei capelli	Residenza Impiego	Biomonitoraggio ripetuto

Referenza	Risultato	Outcome	Esposizione	Tipo di studio
26 Michelozzi P. et al, 1998 popolazione	NS +S	K epatico/ k polmone/ k rene/ neoplasie del sistema ematopoietico e linfatico/ k laringe K laringe negli uomini	Residenza	Coorte retrospettivo Mortalità
27 Osius N. et al, 1998 popolazione	NS, -S, +S NS NS -S, NS, NS NS, NS, +S	Stato ormonale in adolescenti in relazione a particolari inquinanti T3,T4, TSH cadmio > piombo T3,T4, TSH mercurio > PCBs T3,T4, TSH PCB118 > T3,T4, TSH > T3,T4, TSH >	Residenza	Biomonitoraggio
28 Rydhstroem H., 1998 popolazione	NS cluster spaziale	Parti gemellari	Residenza	Coorte Analisi spaziale
29 Ardevol E. et al, 1999 popolazione	NS	Concentrazione di tiotere nelle urine	Residenza	Biomonitoraggio
30 Boudet C. et al, 1999 popolazione	NC	Rischio cancerogeno	Media delle concentrazioni ambientali, pesata in base al tempo	<i>Risk assessment</i>
31 Lee J. T. et al , 1999 popolazione	NS	Rilevazione della funzione respiratoria giornaliera	Residenza	Trasversale
32 Elliot P. et al, 2000 popolazione	NC	K epatico	Residenza	Revisione e validazione dei risultati di uno studio precedente Mortalità

Referenza	Risultato	Outcome	Esposizione	Tipo di studio
33 Evans R. G. et al, 2000 popolazione	NS	Marcatore ematici per TCDD	Residenza	Confronto prima-dopo
34 Fontana V. et al, 2000 popolazione	NS +S +S NS +S	Prevalenza di sintomi e stati morbosi autoriferiti: pelle e mucose anemia Incidenza di varie patologie autoriferite/ effetti riproduttivi/ incidenza causa-specifica/ mortalità causa-specifica Incidenza di anemia	Residenza (sia in termini di distanza dalle fonti di esposizione sia di durata) Percezione di odori sgradevoli	Trasversale/ /Longitudinale
35 Gonzales C. A. et al, 2000 misto	Differenze fra i risultati delle due fasi: NS +S	Livelli di PCDD/PCDF, PCB ematico, Piombo	Residenza Impiego	Confronto prima-dopo
36 Knox E. G., 2000 popolazione	+S	Migrazioni lontano/vicino per: K linfatico/ K mieloide/ K monocitico/ Leucemie n.a.c./ Linfomi / Neuroblastomi/ K osseo/ Tumori benigni fatali	Residenza	Metodologico Analisi spaziale mortalità
37 Ohta S. et al, 2000	NS	Neoplasie	Presenza di un inceneritore	Chimico
38 Tusscher GW et al, 2000 popolazione	+S	Schisi orofacciale non sindromica nei nati	Clinica di nascita	Coorte retrospettivo Incidenza

Referenza	Risultato	Outcome	Esposizione	Tipo di studio
39 Viel J. F. et al., 2000 popolazione	+S +S	Sarcoma dei tessuti molli Linfoma non Hodgking	Residenza	Coorte retrospettivo Incidenza
40 Kumagai S. et al, 2000 occupazionale	NS	Concentrazione PCDD e PCDF in campioni ematici	Occupazione in uno dei tre impianti considerati	Biomonitoraggio
41 Kitamura K. et al, 2000 occupazionale	NS +S	Livelli ematici di PCDD e PCDF <i>natural killer</i> e fitoemoagglutinina	Storia lavorativa	Studio non comparativo
42 Hu S.-W. et al, 2001 popolazione	NS tutti gli inceneritori +S inceneritore rifiuti speciali / FVC +S inceneritore rifiuti urbani / FVC	Risultati della spirometria	Residenza Indice di esposizione (distanza/direzione della residenza)	Biomonitoraggio
43 Kumagai S. et al, 2000 occupazionale	NS	Concentrazione PCDD e PCDF in campioni ematici	Occupazione in uno dei tre impianti considerati	Biomonitoraggio
44 Shuhmacher M. et al, 2001 popolazione	NS NS	Assunzione giornaliera di PCDD/PCDF diretta indiretta	Residenza dieta giornaliera	Metodologico Tossicologico
45 Staessen J. A. et al, 2001 popolazione	+S	Biomarcatori (Pb, Cd, PCB, diossine) in sangue e urine funzionalità renale misure citogenetiche sviluppo sessuale	Residenza	Biomonitoraggio
46 Wrbitzky R., 2001 occupazionale	+ S/controllo + NS/popolazione generale	Livelli di PCDD/PCDF ematico	Impiego	Biomonitoraggio

Legenda:

+ S : associazione positiva significativa

- S : associazione negativa significativa

NS : associazione non significativa

NC : associazione non conosciuta

Tabella 5.2a

Significatività dell'associazione per i diversi *outcome* individuati (studi ambientali e occupazionali)

	+S	NS	NC	-S	TOT
Biomarcatori di esposizione interna					
- <i>Livello ematico di:</i>					
PCDD/PCDF	3	7			10
PCB	2	1			3
Metalli pesanti	3	1			4
Ormoni					
•T ₃		4		1	5
•T ₄		2		1	3
•TSH	2	1			3
fitoemoagglutinine	1				1
cellule <i>natural killer</i>	1				1
protoporfirine eritrocitarie				1	1
- Concentrazione di Hg nei capelli		1			1
- Concentrazioni di PCDD e PCDF nel latte:					
materno		1			1
bovino		1			1
- Concentrazione urinaria di:					
Tioetere		1			1
Mutageni / promutageni	1				1
- Proteinuria		1			1
Totale	13	21		3	37
<u>Mortalità per tutte le cause</u>	1	4		1	6
<u>Mortalità per patologie neoplastiche</u>					
Tutte le neoplasie		3			3
K polmone	3	2			5
K esofago	1				1
K gastrico	1				1
K epatico		1	1		2
K laringe	1	1			2
K rene		1			1
Leucemia linfatica	1				1
Leucemia mieloide (nei bambini)	1				1
Leucemia monocitica (nei bambini)	1				1
Leucemie (nei bambini)	1				1
Linfomi (nei bambini)	1				1
Sistema ematopoietico e linfatico		1			1
Neuroblastomi (nei bambini)	1				1
Tumore osseo (nei bambini)	1				1
Tumori benigni fatali (nei bambini)	1				1
Totale	14	9	1		24
<u>Mortalità per malattie ischemiche cardiache</u>	1	1			2

Incidenza/prevalenza di patologie neoplastiche				
Tutte le neoplasie	1			1
Sarcoma dei tessuti molli	1			1
K stomaco	1			1
Linfoma non Hodgkin	2			2
K laringe		1		1
K polmone	1	1		2
K colon-retto	1			1
K epatico	1			1
K vescica	1			1
K sangue	1	1		2
Tumori del connettivo		1		1
Tumori del sistema ematopoietico e linfatico		1		1
Totale	10	5		15
Incidenza/prevalenza di patologie respiratorie e sintomatologia correlata: effetti cronici e acuti				
Asma e allergie nei bambini		1		1
Consumo di farmaci come <i>proxy</i> della prevalenza di patologia	1			1
Test sulla funzionalità polmonare (FEV, PEFr)	2	2		4
Patologie e sintomi respiratori cronici o acuti		1		1
Totale	3	4		7
Anomalie congenite				
Difetti del tubo neurale	1			1
Difetti setti cardiaci	1			1
Difetti grandi arterie e vene	1			1
Anomalie tracheo - esofagee		1		1
Ipospadie		1		1
Gastroschisi		1		1
Schisi orofacciale	1			1
Totale	5	3		8
Altre patologie o sintomatologie				
Sintomatologia e patologie autoriferite		1		1
pelle e mucose (dato di prevalenza)	1			1
anemia (dato di prevalenza e incidenza)	1			1
Iperensione	1	1		2
Totale	3	2		5
Altri indicatori				
Assunzione giornaliera di PCDD/F				
diretta (emissioni da inceneritore)		1		1
indiretta (dieta)		1		1
Funzionalità renale	1			1
Misure citogenetiche	1			1
Sviluppo sessuale	1			1
Sex ratio	1			1
Parti gemellari	1	1		2
Rischio cancerogeno			1	1
Effetti sulla riproduzione		1		1
Totale	5	4	1	10

Legenda:

+ S: associazione positiva significativa

- S: associazione negativa significativa

NS: associazione non significativa

NC: associazione non conosciuta

Tabella 5.2b

Significatività dell'associazione per i diversi *outcome* individuati (solo studi ambientali)

	+S	NS	NC	-S	TOT
Biomarcatori di esposizione interna					
- <i>Livello ematico di:</i>					
▪ PCDD/PCDF	1	3			4
▪ PCB	2				2
▪ metalli pesanti	2				2
▪ Ormoni					
▪ T ₃		4		1	5
▪ T ₄		2		1	3
▪ TSH	2	1			3
▪ fitoemoagglutinine					
▪ cellule <i>natural killer</i>					
▪ protoporfirine eritrocitarie					
- Concentrazione di Hg nei capelli		1			1
- Concentrazioni di PCDD e PCDF nel latte:					
▪ materno		1			1
▪ bovino		1			1
- Concentrazione urinaria di:					
▪ Tioetere		1			1
▪ Mutageni / promutageni					
- Proteinuria					
Totale	7	14		2	23
<i>Mortalità per tutte le cause</i>		2			2
<i>Mortalità per patologie neoplastiche</i>					
Tutte le neoplasie					
K polmone	2	1			3
K esofago					
K gastrico					
K epatico		1	1		2
K laringe	1	1			2
K rene		1			1
Leucemia linfatica	1				1
Leucemia mieloide (nei bambini)	1				1
Leucemia monocitica (nei bambini)	1				1
Leucemie (nei bambini)	1				1
Linfomi (nei bambini)	1				1
Sistema ematopoietico e linfatico		1			1
Neuroblastomi (nei bambini)	1				1
Tumore osseo (nei bambini)	1				1
Tumori benigni fatali (nei bambini)	1				1
Totale	11	5	1		17
<i>Mortalità per malattie ischemiche cardiache</i>	-	-	-	-	-

<i>Incidenza/prevalenza di patologie neoplastiche</i>				
Tutte le neoplasie	1			1
Sarcoma dei tessuti molli	1			1
K stomaco	1			1
Linfoma non Hodgkin	2			2
K laringe		1		1
K polmone	1	1		2
K colon-retto	1			1
K epatico	1			1
K vescica	1			1
K sangue	1	1		2
Tumori del connettivo		1		1
Tumori del sistema ematopoietico e linfatico		1		1
Totale	10	5		15
<i>Incidenza/prevalenza di patologie respiratorie e sintomatologia correlata: effetti cronici e acuti</i>				
Asma e allergie nei bambini		1		1
Consumo di farmaci come <i>proxy</i> della prevalenza di patologia	1			1
Test sulla funzionalità polmonare (FEV, PEFr)	2	2		4
Patologie e sintomi respiratori cronici o acuti		1		1
Totale	3	4		7
<i>Anomalie congenite</i>				
Difetti del tubo neurale	1			1
Difetti setti cardiaci	1			1
Difetti grandi arterie e vene	1			1
Anomalie tracheo - esofagee		1		1
Ipospadie		1		1
Gastroschisi		1		1
Schisi orofacciale	1			1
Totale	5	3		8
<i>Altre patologie o sintomatologie</i>				
Sintomatologia e patologie autoriferite		1		1
• pelle e mucose (dato di prevalenza)	1			1
• anemia (dato di prevalenza e incidenza)	1			1
Iperensione	1			1
Totale	3	1		4
<i>Altri indicatori</i>				
Assunzione giornaliera di PCDD/F				
• diretta (emissioni da inceneritore)		1		1
• indiretta (dieta)		1		1
Funzionalità renale	1			1
Misure citogenetiche	1			1
Sviluppo sessuale	1			1
Sex ratio	1			1
Parti gemellari	1	1		2
Rischio cancerogeno			1	1
Effetti sulla riproduzione		1		1
Totale	5	4	1	10

Legenda:

+ S: associazione positiva significativa

- S: associazione negativa significativa

NS: associazione non significativa

NC : associazione non conosciuta

Tabella 5.3
Numero di studi per tipo di studio e di associazione

	Non comparativi	Confronto prima-dopo	Trasversale	Coorte	Caso - controllo	Biomonitoraggio	Metodologico	
							Tossicologico	Analisi spaziale
+S	(41)	(35)	(1), (34)	(3), (4), (11), (20), (21), (26), (34), (38), (39)	(18), (22)	(6), (10), (16), (23), (27), (42), (44), (45)		(14), (36)
-S				(21)		(27)		
NS	(41)	(15), (33), (35)	(13), (17), (31), (34)	(4), (8), (20), (26), (28), (34)	(22)	(7), (10), (16), (19), (25), (27), (29), (40), (42), (45)	(43)	
NC								

Legenda:

+ S: associazione positiva significativa

- S: associazione negativa significativa

NS: associazione non significativa

NC: associazione non conosciuta

6. PRIMI ORIENTAMENTI SULLO STATO DI SALUTE AL *BASELINE* DELLA POPOLAZIONE RESIDENTE, CON PARTICOLARE RIFERIMENTO ALLE PATOLOGIE POSSIBILMENTE CORRELATE CON LE EMISSIONI IPOTIZZATE

METODI UTILIZZATI

L'analisi descrittiva volta a valutare lo stato di salute nei comuni di Sesto Fiorentino (048043) e Campi Bisenzio (048006) e nell'ex quartiere 6 (Novoli - Firenze) è stata condotta a partire dai flussi informativi correnti attualmente già disponibili che raccolgono informazioni inerenti alla salute; in particolare i flussi informativi che sono stati utilizzati in questa fase sono i seguenti:

- Schede di Morte ISTAT. Fonte: Registro di Mortalità Regionale, anni 1996-'99;
- Schede di Dimissione Ospedaliera (SDO). Fonte: Regione Toscana, anni 1996-'99;
- Incidenza tumori. Fonte: Registro Tumori Toscano, anni 1985-'97;
- Certificato di Assistenza al Parto (CAP). Fonte: Regione Toscana, anni 1996-'99.
- Schede di rilevazione malformazioni congenite. Fonte: Registro Malformazioni, anni 1992-'99.

I dati sono stati analizzati nell'ottica di evidenziare eventuali eccessi di mortalità o morbilità nei due comuni e nella subarea comunale considerata, sia separatamente, sia nel loro insieme. A tale scopo, occorre confrontare i risultati rilevati con un'area di riferimento. Sono state prese in considerazione due possibili aree di riferimento: la provincia di Firenze o la regione Toscana. Nell'analisi qui di seguito riportata si è scelto di utilizzare la provincia di Firenze piuttosto che la regione Toscana sulla base di due criteri:

1. utilizzare come riferimento la provincia di Firenze significa confrontare aree più omogenee tra loro dal punto di vista epidemiologico e in termini di pratiche di notifica dei casi (elemento, questo, che assume particolare rilevanza nella notifica delle malformazioni congenite che, in alcune aree della Toscana, potrebbero esser caratterizzate da maggiore sottonotifica);
2. in generale, e in particolare per le patologie correlate a componenti ambientali, confrontare le aree di interesse con la provincia di Firenze comporta una più alta sensibilità nell'evidenziare eventuali condizioni di eccesso di rischio, perché la provincia di Firenze, per molte fra tali patologie, fa registrare in generale tassi più bassi rispetto ai valori medi regionali.

Dato l'ambito territoriale considerato, al fine di garantire un significato statistico ai confronti, abbiamo aggregato i dati analizzando un periodo di quattro anni per la

mortalità, la morbilità, la natimortalità e la quota di nati sottopeso e di parti gemellari; invece, sono stati utilizzati periodi ancora più ampi per valutare l'incidenza di particolari tumori poco frequenti (ma indicati in letteratura come possibili *target* di fattori di rischio specifici) e delle malformazioni congenite, anch'esse poco frequenti anche a causa della bassa natalità dell'area.

Nonostante questi accorgimenti, i confronti che emergono nei paragrafi che seguono sono da interpretarsi con cautela, poiché basati spesso su un numero molto esiguo di casi osservati, cosicché su tali confronti anche poche unità possono evidenziare eccessi o difetti sui quali finiscono per assumere un'importanza non trascurabile le fluttuazioni casuali cui sono soggetti. In considerazione di questo, in una fase di approfondimento è da prevedere l'utilizzo di metodologie statistiche più adatte a trattare fenomeni rari e piccole aree. **Inoltre, sono stati esclusi dalle tabelle tutti i confronti basati su un solo caso osservato.**

Nei paragrafi seguenti sono riportati i risultati dell'analisi fin qui condotta, suddivisi per flusso informativo e per *outcome*. Nel successivo capitolo vengono inoltre dettagliati alcuni aspetti di possibili approfondimenti epidemiologici, da realizzarsi nelle successive fasi della VIS.

MORTALITÀ: RISULTATI

La mortalità generale nel periodo considerato nei due comuni oggetto di analisi e nell'area subcomunale (siano essi considerati singolarmente o come area) non mostra eccessi rispetto alla provincia di Firenze.

Sono state inoltre analizzate, separatamente per maschi e femmine, tutte le cause di morte sulla base della terza cifra dell'ICD9 (classificazione utilizzata negli anni considerati sia per la mortalità, sia per la morbosità), e sulla seconda cifra dell'ICD9.

I confronti tra le aree in esame, considerate sia singolarmente, sia nel loro insieme, e la provincia di Firenze, sono stati valutati a partire dai rapporti standardizzati indiretti di mortalità (*Standardized Mortality Ratio - SMR*) moltiplicati per 100. Tali tassi sono ottenuti rapportando il numero di decessi che si osservano nell'area considerata al numero di decessi che sarebbero attesi nella stessa area se in questa si fosse sperimentata la stessa mortalità della popolazione presa come riferimento, in questo caso quella della provincia di Firenze. Tassi superiori a 100 indicano un eccesso di mortalità nelle aree considerate (comuni di Sesto Fiorentino e Campi Bisenzio, area 'Novoli') rispetto alla provincia di Firenze, mentre valori inferiori a 100 indicano una mortalità più bassa rispetto alla stessa popolazione di riferimento. La significatività statistica di tali valori ($p < 0,05$) è stata valutata utilizzando il test χ^2 .

Nelle Tabelle 6.1, 6.2, 6.3 e 6.4 sono riportate le cause di morte per le quali, rispettivamente a livello di area complessiva e per le tre subaree considerate singolarmente, si registrano tassi significativamente più elevati o più bassi ($p < 0,05$)

rispetto a quelli della provincia di Firenze. Nelle tabelle per ogni causa di morte (identificata dal codice ICD9 e descritta per esteso) è riportato, per il periodo considerato (1996-1999), il numero assoluto di decessi, quello dei decessi attesi (sulla base dei dati provinciali) e il valore dello *SMR*.

Tra le cause di morte riportate nelle tabelle, in quanto presentano differenze significative (in eccesso o in difetto) rispetto al dato provinciale, quelle che possono essere messe in relazione con problematiche di tipo ambientale sono:

- ‘altre pneumoconiosi da silice e silicati’, per le quali si registra un eccesso di mortalità sia nei maschi, sia nelle femmine nel comune di Sesto Fiorentino; i decessi per questa causa possono essere messi in relazione con esposizioni professionali/ambientali presenti nella zona soprattutto in passato;
- ‘tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni’, per i quali nel comune di Campi Bisenzio si registra un significativo eccesso di mortalità per i maschi (concentrato soprattutto negli ultimi due anni del periodo in osservazione, v. paragrafo successivo) e un altrettanto significativo difetto di mortalità per le femmine.

Tabella 6.1

Cause di morte significativamente^(a) al di sopra e al di sotto del valore medio provinciale, numero di decessi osservati, decessi attesi e *SMR* per sesso. Area che comprende i comuni di Sesto Fiorentino, Campi Bisenzio e l'ex quartiere 6 di Firenze (Novoli). Popolazione standard - provincia di Firenze, anni 1996-'99

ICD9	Descrizione	Cause di morte		<i>SMR</i>
		Decessi osservati	Decessi attesi	
Cause significativamente al di sopra del valore medio provinciale - MASCHI				
145	tumori maligni di altre e non specificate parti della bocca	6	1,882	318,9 (p<0,01)
820	Frattura del collo del femore	13	6,642	195,7 (p<0,05)
851	Lacerazione e contusione cerebrali	6	2,178	275,5 (p<0,05)
502	Altre pneumoconiosi da silice e silicati	9	4,125	218,2 (p<0,05)
Cause significativamente al di sopra del valore medio provinciale - FEMMINE				
502	Altre pneumoconiosi da silice e silicati	4	0,798	501,3 (p<0,01)
482	Altre polmoniti batteriche	3	0,460	652,7 (p<0,01)
114	Coccidioidomicosi	2	0,218	916,8 (p<0,01)
531	Ulcera gastrica	9	3,509	256,5 (p<0,01)
320	Meningite batterica	3	0,573	523,4 (p<0,05)
573	Altri disturbi del fegato	5	1,451	344,6 (p<0,05)
401-405	Ipertensione	92	69,943	131,5 (p<0,01)
585	Insufficienza renale cronica	21	13,075	160,6 (p<0,05)
Cause significativamente al di sotto del valore medio provinciale - MASCHI				
429	Forme e complicazioni mal definite di cardiopatie	44	80,450	54,7 (p<0,01)
Cause significativamente al di sotto del valore medio provinciale - FEMMINE				
429	Forme e complicazioni mal definite di cardiopatie	87	135,838	64,0 (p<0,01)

(a) La significatività è stata valutata sulla base del test χ^2 . In tabella sono riportati i valori significativi (p<0,05) e quelli altamente significativi (p<0,01)

Tabella 6.2

Cause di morte significativamente^(a) al di sopra e al di sotto del valore medio provinciale, numero di decessi osservati, decessi attesi e SMR per sesso. Comune di Sesto Fiorentino. Popolazione standard - provincia di Firenze, anni 1996-99

Cause di morte		Decessi	Decessi	SMR
ICD9	Descrizione	osservati	attesi	
Cause significativamente al di sopra del valore medio provinciale - MASCHI				
502	Altre pneumoconiosi da silice e silicati	7	1,686	415,3 (p<0.01)
851	Lacerazione e contusione cerebrali	4	0,869	460,5 (p<0.01)
145	Tumori maligni di altre e non specificate parti della bocca	3	0,761	394,4 (p<0.05)
Cause significativamente al di sopra del valore medio provinciale - FEMMINE				
502	Altre pneumoconiosi da silice e silicati	4	0,318	1258,6 (p<0.01)
114	Coccidioidomicosi	2	0,089	2253,3 (p<0.01)
401-405	Iperensione	47	28,310	166,3 (p<0.01)
805	Frattura della colonna vertebrale senza lesione del midollo spinale	3	0,413	727,3 (p<0.01)
Cause significativamente al di sotto del valore medio provinciale - MASCHI				
185	Tumori maligni della prostata	15	27,164	55,2 (p<0.05)
429	Forme e complicazioni mal definite di cardiopatie	21	32,78	64,1 (p<0.05)
Cause significativamente al di sotto del valore medio provinciale - FEMMINE				
429	Forme e complicazioni mal definite di cardiopatie	38	55,417	64,1 (p<0.05)

(a) La significatività è stata valutata sulla base del test χ^2 . In tabella sono riportati i valori significativi (p<0,05) e quelli altamente significativi (p<0,01)

Tabella 6.3

Cause di morte significativamente^(a) al di sopra e al di sotto del valore medio provinciale, numero di decessi osservati, decessi attesi e SMR per sesso. Comune di Campi Bisenzio. Popolazione standard - provincia di Firenze, anni 1996-'99

Cause di morte		Decessi osservati	Decessi attesi	SMR
ICD9	Descrizione			
Cause significativamente al di sopra del valore medio provinciale - MASCHI				
186	Tumori maligni del testicolo	2	0,24	834,6 (p<0.01)
162	Tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni	79	61,683	128,1 (p<0.05)
Cause significativamente al di sopra del valore medio provinciale - FEMMINE				
320	Meningite batterica	2	0,138	1450,4 (p<0.01)
573	Altri disturbi del fegato	3	0,371	809,6 (p<0.01)
531	Ulcera gastrica	4	0,890	449,3 (p<0.01)
532	Ulcera duodenale	4	1,006	397,7 (p<0.05)
428	Insufficienza cardiaca (scompenso cardiaco)	22	13,433	163,8 (p<0.05)
Cause significativamente al di sotto del valore medio provinciale - MASCHI				
Cause significativamente al di sotto del valore medio provinciale - FEMMINE				
427	Aritmie cardiache	9	19,233	46,8 (p<0.01)
429	Forme e complicazioni mal definite di cardiopatie	14	33,76	41,5 (p<0.05)
162	Tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni	6	14,092	42,6 (p<0.05)

(a) La significatività è stata valutata sulla base del test χ^2 . In tabella sono riportati i valori significativi (p<0,05) e quelli altamente significativi (p<0,01)

Tabella 6.4

Cause di morte significativamente^(a) al di sopra e al di sotto del valore medio provinciale, numero di decessi osservati, decessi attesi e SMR per sesso. Ex Quartiere 6 (Novoli). Popolazione standard - provincia di Firenze. Anni 1996-99

Cause di morte		Decessi osservati	Decessi attesi	SMR
ICD9	Descrizione	Osservati	Attesi	
Cause significativamente al di sopra del valore medio provinciale - MASCHI				
Cause significativamente al di sopra del valore medio provinciale - FEMMINE				
482	Altre polmoniti batteriche	2	0,159	1255,5 (p<0,01)
585	Insufficienza renale cronica	11	4,569	240,8 (p<0,01)
173	Altri tumori maligni della cute	3	0,560	536,1 (p<0,01)
Cause significativamente al di sotto del valore medio provinciale - MASCHI				
429	Forme e complicazioni mal definite di cardiopatie	10	27,429	36,5 (p<0,01)
Cause significativamente al di sotto del valore medio provinciale - FEMMINE				
436	Vasculopatie cerebrali acute, mal definite	34	48,618	69,9 (p<0,05)

(a) La significatività è stata valutata sulla base del test χ^2 . In tabella sono riportati i valori significativi (p<0,05) e quelli altamente significativi (p<0,01)

RICOVERI OSPEDALIERI: RISULTATI

I ricoveri ospedalieri sono stati valutati limitatamente ai due comuni di Sesto e Campi nell'insieme e separatamente, mentre non è stato possibile in questa fase disaggregare i dati sui ricoveri per la subarea dell'ex quartiere di Novoli. Per quanto riguarda i ricoveri ospedalieri, è stata esaminata la principale causa di dimissione ospedaliera considerata sulla base della terza cifra della classificazione ICD9. Il tipo di analisi condotta è simile a quella descritta per la mortalità. I tassi di ricovero delle due aree separate e insieme, distintamente per maschi e femmine, sono stati confrontati con i tassi provinciali ma, in considerazione della più elevata numerosità dei ricoveri rispetto alla mortalità, la standardizzazione per età dei tassi è stata effettuata con metodo diretto. In questo caso, i tassi standardizzati sono stati quindi ottenuti come media ponderata di tassi specifici di ricovero pesati con la struttura per età di una popolazione fittizia adottata come standard, mentre la significatività dei confronti è stata valutata calcolando, per ogni singolo tasso, il suo intervallo di confidenza (intervallo entro il quale, con una probabilità del 95%, è compreso il valore del tasso, tenendo conto delle oscillazioni casuali che possono intervenire). Sono da considerarsi significativamente diversi fra loro quei tassi per i quali non si hanno sovrapposizioni fra i rispettivi intervalli di confidenza. A causa della standardizzazione per età dei tassi, i risultati ottenuti in termini di confronto con la provincia di Firenze sono al netto di differenze nella struttura per età delle due popolazioni.

Differenze nel tasso di ricovero non dipendono solo da differenze nella frequenza delle malattie. Altre cause possono essere: la maggiore o minore tendenza al ricovero dei medici delle diverse zone e la maggiore o minore presenza di ricoveri ripetuti. In particolare, in relazione con questo secondo aspetto, potrebbe essere rilevato in un'area un tasso di ricovero più elevato, con un numero di soggetti ricoverati uguale o minore. Nella presente fase non è stato possibile fare un'analisi per soggetti ricoverati oltre che per ricoveri, ma è stato possibile verificare che la frequenza dei ricoveri ripetuti non differisce fra le aree prese in esame e che quindi non rappresenta un elemento di confondimento importante dei risultati.

Come per la mortalità generale, anche per il tasso complessivo di ricovero non si registrano differenze tra quelli calcolati per i comuni di Sesto Fiorentino e Campi Bisenzio rispetto a quello calcolato per la provincia di Firenze.

Considerando le singole cause di dimissione in diagnosi principale, raggruppate in base alla terza cifra dell'ICD9, su 912 cause analizzate (escludendo i 'codici V' che non identificano propriamente delle patologie), se si considerano i ricoveri dei residenti nell'intera area in esame rispetto a quelli dei residenti nella provincia di Firenze nel periodo in analisi (1996-99), si registra un eccesso di ricoveri solo per 19 cause (2% del totale delle cause analizzate), mentre risultano significativamente inferiori al valore medio provinciale i ricoveri per 96 cause (11% del totale delle cause analizzate). Per le restanti cause non si registrano scostamenti significativi.

Andando più nel dettaglio, analogamente a quanto descritto nel paragrafo precedente per la mortalità, nelle Tabelle 6.5, 6.6, 6.7 sono riportate le cause di ricovero per le quali, rispettivamente a livello di area e per le due subaree considerate singolarmente, si registrano tassi di ricovero significativamente più elevati o significativamente più bassi rispetto a quelli della provincia di Firenze. Nelle tabelle per ogni causa di ricovero (identificata dal codice ICD9 e descritta per esteso) e per il periodo considerato (1996-1999) sono riportati il numero assoluto delle dimissioni nell'area considerata, i tassi standardizzati per l'area considerata e per la provincia di Firenze, e il rapporto tra i tassi dell'area e quelli della provincia moltiplicato per 100.

Al fine di commentare il dato in funzione di una descrizione dello stato di salute dei residenti nell'area considerata, tra le cause di ricovero riportate nelle tabelle emergono i seguenti elementi:

- un eccesso di ricoveri per alcune patologie dell'apparato respiratorio, prevalentemente neoplastiche, nei maschi a Campi (tumori della laringe e dei polmoni, altre malattie del polmone);
- un eccesso di ricoveri per alcuni tipi di malformazione soprattutto a Campi (anomalie congenite dell'occhio nei maschi, anomalie cromosomiche nelle femmine) e anche a Sesto (altre anomalie muscoloscheletriche congenite nelle femmine);
- altri eccessi difficilmente correlabili con fattori ambientali.

Nonostante che sia stata verificata l'omogeneità generale della frequenza dei ricoveri ripetuti nelle aree in esame rispetto all'area di riferimento, ciò non esclude che alcune differenze fra aree, soprattutto quando basate su piccoli numeri e su singole patologie, siano spiegate da pochi casi con un variabile numero di ricoveri, nel qual caso non avrebbero significato nel presente contesto. Al fine di poter contare su dati più affidabili occorre quindi procedere oltre la fase di *screening*, nelle ulteriori fasi della VIS, con strumenti epidemiologici più approfonditi.

Inoltre, ulteriori approfondimenti, soprattutto nell'ottica di evidenziare eventuali differenze di ricovero per patologie rare, potranno essere fatti nelle successive fasi della VIS, come specificato nel capitolo seguente.

Tabella 6.5

Eccessi significativi di ricovero nei residenti nell'area in esame (comuni di Campi Bisenzio e Sesto Fiorentino) rispetto ai residenti nella provincia di Firenze per causa di dimissione, numero di dimessi nell'area, tassi standardizzati diretti per 100.000 abitanti (popolazione standard: europea) nell'area e nella provincia e rapporto tra i tassi per 100, anni 1996-'99

Cause di dimissione		Sesto Fiorentino e Campi Bisenzio		Provincia di Firenze	Rapporto tra tassi per 100 per 100 <u>(a)</u> <u>(b)</u>
ICD9	Descrizione	Numero di dimessi	Tasso stand. per 100.000 <u>(a)</u>	Tasso stand. per 100.000 <u>(b)</u>	
MASCHI					
250	Diabete mellito	797	402,2	269,6	149,2
289	Altre malattie del sangue e degli organi ematopoietici	51	33,3	21,1	157,8
292	Psicosi indotte da droghe	190	106,7	58,8	181,5
305	Abuso di droghe senza dipendenza	119	68,0	47,6	142,9
343	Paralisi cerebrale infantile	39	37,4	18,8	198,9
412	Infarto miocardico pregresso	275	134,2	76,3	175,9
440	Aterosclerosi	201	87,5	70,4	124,3
518	Altre malattie del polmone	222	99,9	78,4	127,4
735	Deformazioni acquisite delle dita del piede	42	22,0	13,2	166,7
743	Anomalie congenite dell'occhio	23	24,1	10,3	234,0
850	Commozione cerebrale	244	154,5	81,5	189,6
FEMMINE					
11	Tubercolosi polmonare	30	13,8	6,2	222,6
203	Mieloma multiplo e neoplasie immunoproliferative	63	24,8	16,7	148,5
250	Diabete mellito	785	352,0	230,2	152,9
259	Altri disturbi endocrini	145	153,8	82,6	186,2
278	Obesità e altri stati di iperalimentazione	147	96,4	69,0	139,7
296	Psicosi affettive	306	161,8	124,3	130,2
301	Disturbi di personalità	99	60,2	33,5	179,7
305	Abuso di droghe senza dipendenza	64	37,5	24,9	150,6
333	Altre malattie extrapiramidali e altri dist.movimento	28	22,7	7,4	306,8
335	Malattie delle cellule delle corna anteriori	25	11,5	4,4	261,4
346	Emicrania	61	35,3	22,7	155,5
412	Infarto miocardico pregresso	77	26,0	15,9	163,5
455	Emorroidi	170	87,7	67,7	129,5
625	Dolore e altri sintomi associati agli organi genitali	104	63,0	41,5	151,8
713	Artropatia associata ad altri disturbi classific. altrove	16	8,5	3,3	257,6
756	Altre anomalie muscoloscheletriche congenite	32	28,6	10,7	267,3
760	Condizioni morbose del feto	66	76,6	50,7	151,1
763	Feto o neonato affetto da altre complic. travaglio	85	98,0	71,5	137,1
850	Commozione cerebrale	225	124,0	61,2	202,6

Tabella 6.6

Eccessi significativi di ricovero nei residenti nel comune di Sesto Fiorentino rispetto ai residenti nella provincia di Firenze per causa di dimissione, numero di dimessi residenti nel comune, tassi standardizzati diretti per 100.000 abitanti (popolazione standard: europea) nel comune e nella provincia e rapporto tra i tassi per 100, anni 1996-'99

Cause di dimissione		Sesto Fiorentino		Provincia di Firenze	Rapporto tra tassi
ICD9	Descrizione	Numero di dimessi	Tasso stand. per 100.000	Tasso stand. per 100.000	per 100
			(a)	(b)	(a) (b)
MASCHI					
147	Tumori maligni del rinofaringe	19	18,3	6,0	305,0
250	Diabete mellito	482	411,2	269,6	152,5
292	Psicosi indotte da droghe	96	104,2	58,8	177,2
336	Altre malattie del midollo spinale	12	18,3	6,2	295,2
388	Altri disturbi dell'orecchio	33	32,3	18,4	175,5
412	Infarto miocardico pregresso	205	170,3	76,3	223,2
440	Aterosclerosi	127	92,9	70,4	132,0
696	Psoriasi e affezioni similari	37	35,8	21,6	165,7
734	Piede Piatto	14	25,6	9,6	266,7
850	Commozione cerebrale	127	150,8	81,5	185,0
FEMMINE					
250	Diabete mellito	456	334,4	230,2	145,3
253	Malattie ipotalamo-ipofisarie	22	39,4	19,6	201,0
259	Altri disturbi endocrini	70	139,4	82,6	168,8
296	Psicosi affettive	231	212,4	124,3	170,9
301	Disturbi di personalità	75	84,8	33,5	253,1
305	Abuso di droghe senza dipendenza	46	47,5	24,9	190,8
332	Morbo di Parkinson	54	28,7	16,7	171,9
335	Malattie delle cellule delle corna anteriori	18	15,3	4,4	347,7
412	Infarto miocardico pregresso	48	26,7	15,9	167,9
455	Emorroidi	101	93,8	67,7	138,6
625	Dolore e altri sintomi associati agli organi genitali	57	64,6	41,5	155,7
756	Altre anomalie muscoloscheletriche congenite	19	33,0	10,7	308,4
806	Frattura colonna vertebrale con lesione del midollo	19	18,3	6,5	281,5
850	Commozione cerebrale	120	117,0	61,2	191,2

Tabella 6.7

Eccessi significativi di ricovero nei residenti nel comune di Campi Bisenzio rispetto ai residenti nella provincia di Firenze per causa di dimissione, numero di dimessi residenti nel comune, tassi standardizzati diretti per 100.000 abitanti (popolazione standard: europea) nel comune e nella provincia e rapporto tra i tassi per 100, anni 1996-'99

ICD9 Descrizione	Campi Bisenzio		Provincia di Firenze	Rapporto tra tassi per 100
	Numero di dimessi	Tasso stand. per 100.000 (a)	Tasso stand. per 100.000 (b)	
MASCHI				
161 Tumori maligni della laringe	41	47,6	29,9	159,2
162 Tumori maligni della trachea, di bronchi e dei polmoni	195	228,5	181,2	126,1
239 Tumori di natura non specificata	37	43,1	26,7	161,4
250 Diabete mellito	315	389,2	269,6	144,4
287 Porpora ed altre condizioni emorragiche	24	49,2	24,2	203,3
292 Psicosi indotte da droghe	94	109,2	58,8	185,7
305 Abuso di droghe senza dipendenza	61	75,2	47,6	158,0
343 Paralisi cerebrale infantile	31	63,4	18,8	337,2
518 Altre malattie del polmone	92	105,6	78,4	134,7
721 Spondilosi e disturbi associati	30	34,9	16,3	214,1
735 Deformazioni acquisite delle dita del piede	25	30,5	13,2	231,1
743 Anomalie congenite dell'occhio	18	40,3	10,3	391,3
850 Commozione cerebrale	117	159,6	81,5	195,8
920 Contusione della faccia, del cuoio capelluto, collo	51	72,3	44,9	161,0
FEMMINE				
150 Tumori maligni dell'esofago	11	9,2	2,9	317,2
203 Mieloma multiplo e neoplasie immunoproliferative	30	31,4	16,7	188,0
250 Diabete mellito	329	375,7	230,2	163,2
259 Altri disturbi endocrini	75	168,7	82,6	204,2
278 Obesità e altri stati di iperalimentazione	72	104,8	69,0	151,9
354 Mononeuriti dell'arto superiore e mononeuriti multiple	215	246,8	205,4	120,2
447 altri disturbi delle arterie e delle arteriole	27	31,7	13,7	231,4
512 Pneumotorace	12	17,2	5,1	337,3
592 Calcolosi renale ed ureterale	96	113,8	81,3	140,0
593 Altre patologie del rene e dell'uretere	33	54,1	30,3	178,5
658 Altri problemi collegati alla cavità amniotica e alle membr.	42	47,8	29,3	163,1
660 Travaglio ostacolato	41	49,0	29,8	164,4
719 Altre e non specificate patologie articolari	64	62,1	42,1	147,5
721 Spondilosi e disturbi associati	56	57,0	36,7	155,3
758 Anomalie cromosomiche	22	46,1	16,0	288,1
760 Condizioni morbose del feto	38	92,3	50,7	182,1
850 Commozione cerebrale	105	134,0	61,2	219,0

INCIDENZA DEI TUMORI: RISULTATI

Per quanto riguarda l'incidenza dei tumori non è possibile, in questa fase, calcolare il dato per territori diversi dai comuni o loro aggregazioni. Tale limite è dovuto al fatto che gli archivi dei dati correnti sui tumori (Registro Tumori Toscano, CSPO) non contengono, se non in modo incompleto e non validato, l'indirizzo dei soggetti portatori di neoplasia, né la specifica dell'ex quartiere di residenza (come invece nel Registro di Mortalità Regionale). Mentre quindi è stato possibile fornire i dati di incidenza dei tumori per Sesto e Campi (e per le due aree insieme), non sono disponibili gli stessi indicatori per quanto riguarda l'ex quartiere 6 di Firenze, in quanto si tratta di un'area subcomunale.

Nelle due aree per le quali l'analisi è possibile, analogamente a quanto descritto per la mortalità, sono stati calcolati rapporti standardizzati indiretti di incidenza (*Standardized Incidence Ratio - SIR*) per alcuni tipi di tumore, per i quali nella revisione bibliografica è stata evidenziata una possibile correlazione con problematiche ambientali, utilizzando come confronto il valore medio dell'incidenza nell'intera area del Registro Tumori Toscano (province di Firenze e Prato). Tenuto conto della rarità della maggior parte delle patologie considerate, sono stati analizzati i dati aggregati degli anni dal 1985 al 1997 (che rappresentano l'insieme dei dati disponibili), al fine di ridurre l'influenza di fluttuazioni casuali dei fenomeni studiati e rendere più stabili le stime.

Dalle Tabelle 6.8, 6.9, 6.10 emergono le seguenti differenze significative:

- coerentemente a quanto emerso anche per la mortalità e i ricoveri ospedalieri, il tumore del polmone nel comune di Campi Bisenzio rispetto all'area della provincia di Firenze e Prato, risulta significativamente superiore nei maschi e inferiore nelle femmine ($p < 0,05$);
- si rileva un eccesso di Linfomi non Hodgkin nelle femmine a Campi Bisenzio;
- i tumori nel loro complesso (dai quali sono stati esclusi quelli della cute) risultano significativamente più bassi nelle femmine di Campi Bisenzio.

L'incidenza dell'insieme dei tumori maligni presenta, in entrambi i sessi, valori simili ai valori medi dell'area di riferimento.

Tabella 6.8

Incidenza dei tumori di diverse sedi. Numero di casi osservati, numero di casi attesi, SIR, livello p di significatività per sesso. Area comprendente i comuni di Sesto Fiorentino e Campi Bisenzio. Popolazione di riferimento: province di Firenze e Prato, anni 1985-'97

Sedi tumorali /sesso	Casi osservati	Casi attesi	SIR	χ^2
MASCHI				
Linfomi non Hodgkin	96	82,7	116,0	1,20 n.s.
Fegato	80	73,2	109,3	0,54 n.s.
Esofago	20	27,5	72,8	2,31 n.s.
Laringe	105	106,4	98,7	0,03 n.s.
Leucemie acute	32	26,4	121,4	1,00 n.s.
Leucemie infantili	3	3,4	87,1	0,26 n.s.
Tessuti molli compreso il cuore	16	14,8	108,1	0,03 n.s.
Polmone	599	552,3	108,5	3,87 (p<0,05)
Cervello e altro sistema nervoso	48	46,9	102,4	0,01 n.s.
Tutte le sedi esclusa cute	2795	2833,8	98,6	0,55 n.s.
FEMMINE				
Linfomi non Hodgkin	105	95,0	110,5	0,95 n.s.
Fegato	67	70,2	95,4	0,20 n.s.
Esofago	16	24,0	66,6	3,02 n.s.
Laringe	69	71,0	97,2	0,09 n.s.
Leucemie acute	23	22,0	104,5	0,01 n.s.
Leucemie infantili	3	3,3	91,5	0,18 n.s.
Tessuti molli compreso il cuore	11	13,5	81,5	0,67 n.s.
Polmone	100	112,6	88,8	1,53 n.s.
Cervello e altro sistema nervoso	36	40,3	89,9	0,51 n.s.
Tutte le sedi esclusa cute	3.197	3.235,9	98,8	0,48 n.s.

Tabella 6.9

Incidenza dei tumori di diverse sedi. Numero di casi osservati, numero di casi attesi, SIR, livello p di significatività per sesso. Comune di Sesto Fiorentino. Popolazione di riferimento: province di Firenze e Prato, anni 1985-'97

Sedi tumorali /sesso	Casi osservati	Casi attesi	SIR	χ^2
MASCHI				
Linfomi non Hodgkin	57	50,0	114,1	0,86 n.s.
Fegato	42	45,4	92,5	0,34 n.s.
Esofago	11	17,0	64,8	2,47 n.s.
Laringe	64	64,8	98,7	0,03 n.s.
Leucemie acute	21	15,7	133,8	1,47 n.s.
Leucemie infantili	1	1,9	53,8	0,99 n.s.
Tessuti molli compreso il cuore	9	8,9	100,9	0,02 n.s.
Polmone	347	340,7	101,9	0,10 n.s.
Cervello e altro sistema nervoso	33	28,1	117,3	0,68 n.s.
Tutte le sedi esclusa cute	1692	1751,0	96,6	2,02 n.s.
FEMMINE				
Linfomi non Hodgkin	48	45,0	106,6	0,71 n.s.
Fegato	25	24,8	100,8	0,95 n.s.
Esofago	5	7,0	71,1	0,34 n.s.
Laringe	5	6,2	81,1	0,50 n.s.
Leucemie acute	16	13,2	121,2	0,40 n.s.
Leucemie infantili	3	1,8	167,7	0,28 n.s.
Tessuti molli compreso il cuore	6	8,1	74,0	0,84 n.s.
Polmone	72	69,9	103,1	0,04 n.s.
Cervello e altro sistema nervoso	27	24,3	111,2	0,20 n.s.
Tutte le sedi esclusa cute	1505	1484,9	101,4	0,61 n.s.

Tabella 6.10

Incidenza dei tumori di diverse sedi. Numero di casi osservati, numero di casi attesi, SIR, livello p di significatività per sesso. Comune di Campi Bisenzio. Popolazione di riferimento: province di Firenze e Prato, anni 1985-97

Sedi tumorali /sesso	Casi osservati	Casi attesi	SIR	χ^2
MASCHI				
Linfomi non Hodgkin	39	32,8	119,0	1,00 n.s.
Fegato	38	27,8	136,8	3,40 n.s.
Esofago	9	10,5	85,9	0,37 n.s.
Laringe	41	41,6	98,7	0,03 n.s.
Leucemie acute	11	10,676	103,03	0,00 n.s.
Leucemie infantili	2	1,586	126,12	0,00 n.s.
Tessuti molli compreso il cuore	7	5,883	119,00	0,06 n.s.
Polmone	252	211,575	119,11	7,53 (p<0,01)
Cervello e altro sistema nervoso	15	18,728	80,09	0,95 n.s.
Tutte le sedi esclusa cute	1.103	1.082,9	101,9	0,36 n.s.
FEMMINE				
Linfomi non Hodgkin	40	28,4	141,0	4,37 (p<0,05)
Fegato	14	14,6	96,0	0,08 n.s.
Esofago	5	4,1	122,4	0,04 n.s.
Laringe	1	3,9	25,7	2,96 n.s.
Leucemie acute	7	8,812	79,44	0,61 n.s.
Leucemie infantili	0	1,489	0,00	2,66 n.s.
Tessuti molli compreso il cuore	5	5,391	92,75	0,15 n.s.
Polmone	28	42,775	65,46	5,45 (p<0,05)
Cervello e altro sistema nervoso	9	15,763	57,10	3,35 n.s.
Tutte le sedi esclusa cute	855	923,1	92,6	5,09 (p<0,05)

NATIMORTALITÀ, FREQUENZA DEI NATI SOTTOPESO E DEI PARTI GEMELLARI: RISULTATI

Anche per quanto riguarda la natimortalità e i nati sottopeso, come per l'incidenza dei tumori, mancano in questa fase le informazioni necessarie per un'analisi su aree subcomunali. Quindi l'analisi dei corrispondenti indicatori è stata realizzata per le due aree comunali di Sesto e Campi separatamente e insieme.

I tre fenomeni della natimortalità, dei nati sottopeso e dei parti gemellari sono stati valutati a partire dai CAP, il cui flusso informativo in Toscana è informatizzato e disponibile a livello regionale.

Il limite dell'utilizzo di tale fonte proviene dal fatto che, soprattutto per gli anni passati, ci può essere stata una sottotifica dei certificati selezionata per punto nascita; inoltre, sono esclusi da questo flusso i parti di donne residenti in Toscana che

hanno effettuato il parto in strutture di altre regioni, anche se non abbiamo motivi per ritenere che questa quota, peraltro abbastanza esigua, sia selezionata per particolari valori di natimortalità, di nascite sottopeso o di frequenza dei parti gemellari.

Pure con i limiti sopra descritti, in questa fase esplorativa sono stati calcolati i tassi medi di natimortalità (numero dei nati morti diviso per il numero dei nati vivi, x 1000) nel periodo 1996-'99 per i nati da donne residenti nei comuni di Sesto Fiorentino, di Campi Bisenzio e nell'area complessiva dei due comuni. Tali tassi sono stati confrontati con quelli calcolati per lo stesso periodo per i nati da donne residenti nella provincia di Firenze. Dal confronto di tali dati emergono valori perfettamente sovrapponibili (3,8 nati morti ogni 1.000 nati vivi) e analoghi ai valori medi nazionali (4 nati morti ogni 1.000 nati vivi).

Per quanto riguarda la quota di nati sottopeso (peso inferiore a 2.500 gr.) rispetto al totale dei nati vivi (numero dei nati sottopeso diviso il numero dei nati vivi x 1000), questa, nei due comuni oggetto di analisi, è intorno al 5,6%, lievemente inferiore rispetto al 6,6% che si rileva nella provincia di Firenze. Infine, anche la proporzione di parti gemellari nei due comuni presi in esame risulta inferiore rispetto a quanto si osserva per la provincia di Firenze.

MALFORMAZIONI CONGENITE: RISULTATI

Per quanto riguarda le malformazioni congenite, la presenza in Toscana di un Registro Regionale dei Difetti Congeniti ha permesso di valutare, per un periodo piuttosto lungo (1992-'99), se le anomalie osservate nelle aree oggetto di indagine si discostassero da quelle attese sulla base dei valori medi provinciali. Il periodo è stato considerato nel suo insieme per ridurre le fluttuazioni casuali dell'indicatore in relazione con la bassa prevalenza del fenomeno in questione.

Poiché a livello di Registro è riportato per ciascun caso il comune di residenza, ma non la residenza in aree subcomunali, è stato necessario procedere con la georeferenziazione dei casi residenti a Firenze al fine di valutare le malformazioni congenite nell'area di Novoli. I risultati di tale operazione sono stati i seguenti:

MALFORMATI TOTALI REGISTRATI	337	
in corso di georeferenziazione	18	5,3%
georeferenziati	319	94,7%
<i>Malformazioni</i>	<i>Nati vivi</i>	274
"	<i>Nati morti</i>	2
"	<i>IVG</i>	43
- Casi residenti nell'ex-quartiere 6	39	12,2% (sul totale dei casi georeferenziati)
<i>Malformazioni</i>	<i>Nati vivi</i>	30
"	<i>Nati morti</i>	1
"	<i>IVG</i>	8
- N° nati vivi (*)	1830	

(*) stimati sulla base dei residenti > 1 anno. Fonte: anagrafe del Comune di Firenze.

Come si può notare dallo schema, in questa fase è stato possibile georeferenziare 319 casi su 337 (94,7%), mentre per 18 casi l'operazione non è ancora riuscita. Non si ritiene realistico che tali casi siano selettivamente appartenenti all'area di Novoli; inoltre, essi non presentano alcuna aggregazione per particolari patologie. Se quindi i 18 casi non georeferenziati fossero distribuiti come gli altri sul territorio comunale, all'area di Novoli si aggiungerebbero circa 2 casi, che non cambierebbero significativamente i risultati. Conseguentemente, si è proceduto al calcolo dei tassi per l'area di Novoli e al confronto di questi con la popolazione di riferimento. Poiché comunque la metodica utilizzata per questa subarea non è uguale a quella usata per i due comuni, i dati per Novoli sono presentati in una tabella separata (Tab. 6.14).

Nelle Tabelle 6.11, 6.12, 6.13 e 6.14 (riferite rispettivamente all'area dei comuni di Campi e Sesto insieme, ai comuni di Sesto e di Campi, e a Novoli) è riportato, per ciascuno degli organi interessati, il numero di anomalie congenite osservate suddivise per tipo di anomalia (isolata, associata o sindromica) e, ad esclusione dell'area di Novoli, per presenza o meno di familiarità. È riportato inoltre il numero di malformazioni attese (sulla base della prevalenza osservata nella provincia di Firenze) e il rapporto standardizzato di prevalenza x 100 con i relativi limiti di confidenza poissoniani approssimati.

Le anomalie per le quali si registra un eccesso statisticamente significativo sono quelle contraddistinte da un limite inferiore dell'intervallo di confidenza superiore a 100.

Osservando la Tabella 6.11 emerge un eccesso significativo sulla somma dei gruppi, dovuto ad un generale modesto eccesso osservabile su diversi gruppi, nessuno dei quali risulta significativo, con l'eccezione delle malformazioni dell'orecchio, (prevalentemente dovuto a difetti minori - appendici preauricolari).

Analizzando i due comuni separatamente, si osserva inoltre un eccesso di malformazioni urogenitali limitato a Sesto Fiorentino (Tabella 6.12). Delle 10 malformazioni urogenitali rilevate in nati di Sesto, 3 casi erano caratterizzati da familiarità positiva, 4 casi presentavano malformazioni associate e 1 caso aveva carattere sindromico. È inoltre da notare che le malformazioni in causa sono diverse tra loro (rene policistico, idronefrosi, altre renali), e non si rileva una specifica concentrazione su un unico tipo. Queste considerazioni associate rendono incerta e complessa l'interpretazione dell'eccesso rilevato. È infine da notare l'eccesso abbastanza elevato ma non significativo di malformazioni dell'occhio a Campi, coerente con quanto riscontrato nei ricoveri.

Non sono stati rilevati eccessi significativi per le malformazioni congenite a Novoli, né nel loro insieme, né per specifiche sedi.

Tabella 6.11

Anomalie congenite per tipo e familiarità (F+), totale anomalie osservate, anomalie attese, rapporto standardizzato per 100 e relativi limiti di confidenza. Area compresa dai comuni di Sesto Fiorentino e Campi Bisenzio, anni 1992-'99

Organi interessati	Tipo di anomalia						Totali	Anomalie F+ Osservate	Anomalie Attese standard.	Rapporto	Limiti di conf.					
	Isolate	Associate		Sindromiche		F+					F+	F+	F+	F+	Inf.	Sup.
	F+	F+	F+	F+	F+											
Sist. nervoso centrale	5	2	4	0	0	0	9	2	11	8,1	111,5	50,6	212,7			
Occhi	4	1	2	2	0	0	6	3	9	2,4	251,4	90,5	550,9			
Orecchi	8	1	3	0	0	0	11	1	12	4,4	248,2	123,2	445,6			
Cardiovascolare	45	5	7	1	3	0	55	6	61	51,8	106,1	79,9	138,2			
Respiratorio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,1	0,0	84,5	345,0			
Palato-labbro	3	0	1	0	1	0	5	0	5	4,9	102,3	32,3	240,7			
Digerente	7	2	3	0	1	0	11	2	13	7,7	142,4	70,7	255,6			
Genitali esterni	5	1	2	0	0	0	7	1	8	6,9	101,0	40,0	209,2			
Urogenitale	16	3	5	0	1	1	22	4	26	14,1	156,1	97,7	236,7			
Arti	23	5	4	1	2	1	29	7	36	19,9	145,8	97,6	209,7			
Muscoloscheletrico	5	1	2	1	2	1	9	3	12	7,3	123,7	56,1	235,9			
Tegumenti	9	2	3	0	0	0	12	2	14	8,3	144,7	74,4	253,5			
Cromosomi	0	0	0	0	12	0	12	0	12	14,7	81,9	42,1	143,4			
Metabolismo	2	0	0	0	0	0	2	0	2	1,8	110,0	10,4	404,5			
Totale gruppi	132	23	36	5	22	3	190	31	221	159,0	119,5	103,1	137,8			
Totale casi	134	23	15	2	13	1	162	26	188	131,3	123,4	105,2	144,0			

Tabella 6.12

Anomalie congenite per tipo e familiarità (F+), totale anomalie osservate, anomalie attese, rapporto standardizzato per 100 e relativi limiti di confidenza. Comune di Sesto Fiorentino, anni 1992-'99

Organi interessati	Tipo di anomalia						Totali	Anomalie F+ Osservate	Anomalie Attese standard.	Rapporto	Limiti di conf.					
	Isolate	Associate		Sindromiche		F+					F+	F+	F+	F+	Inf.	Sup.
	F+	F+	F+	F+	F+											
Sist. nervoso centrale	3	1	3	0	0	0	6	1	7	4,2	142,9	51,4	313,0			
Occhi	2	0	0	0	0	0	2	0	2	1,2	161,0	15,2	592,1			
Orecchi	4	0	2	0	0	0	6	0	6	2,3	260,1	93,6	569,8			
Cardiovascolare	23	5	5	0	2	0	30	5	35	27,0	111,2	75,0	158,9			
Respiratorio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0,0	0,0	662,7			
Palato-labbro	1	0	0	0	1	0	2	0	2	2,5	78,6	7,4	289,2			
Digerente	5	2	2	0	1	0	8	2	10	4,0	198,9	84,9	393,8			
Genitali esterni	1	0	1	0	0	0	2	0	2	3,6	55,4	5,2	203,8			
Urogenitale	10	2	4	0	1	1	15	3	18	7,3	204,5	114,1	338,1			
Arti	12	3	2	0	2	1	16	4	20	10,4	154,6	88,1	251,6			
Muscoloscheletrico	2	0	1	0	1	1	4	1	5	3,8	105,7	27,5	273,2			
Tegumenti	2	0	2	0	0	0	4	0	4	4,3	92,6	24,1	239,5			
Cromosomi	0	0	0	0	7	0	7	0	7	7,6	91,7	36,4	190,1			
Metabolismo	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0,9	105,7	0,0	605,6			
Totale gruppi	66	13	22	0	15	3	103	16	119	82,8	124,4	101,6	151,0			
Totale casi	66	13	11	0	8	1	85	14	99	68,3	124,4	99,4	153,9			

Tabella 6.13

Anomalie congenite per tipo e familiarità (F+), totale anomalie osservate, anomalie attese, rapporto standardizzato per 100 e relativi limiti di confidenza. Comune di Campi Bisenzio, anni 1992-'99

Organi interessati	Tipo di anomalia						Totali	Anomalie Osservate	Anomalie Attese	Rapporto standard.	Limiti di conf.				
	Isolate	Associate		Sindromiche		F+					F+	F+	F+	Inf.	Sup.
	F+	F+	F+	F+											
Sist. nervoso centrale	2	1	1	0	0	0	3	1	4	3,9	77,6	14,6	229,6		
Occhi	2	1	2	2	0	0	4	3	7	1,1	349,6	90,9	904,0		
Orecchi	4	1	1	0	0	0	5	1	6	2,1	235,3	74,3	553,5		
Cardiovascolare	22	0	2	1	1	0	25	1	26	24,8	100,6	65,0	148,8		
Respiratorio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,0	0,0	719,6		
Palato-labbro	2	0	1	0	0	0	3	0	3	2,3	128,1	24,1	379,1		
Digerente	2	0	1	0	0	0	3	0	3	3,7	81,0	15,3	239,7		
Genitali esterni	4	1	1	0	0	0	5	1	6	3,3	150,5	47,5	353,9		
Urogenitale	6	1	1	0	0	0	7	1	8	6,8	103,6	41,1	214,7		
Arti	11	2	2	1	0	0	13	3	16	9,5	136,4	72,3	233,8		
Muscoloscheletrico	3	1	1	1	1	0	5	2	7	3,5	143,4	45,2	337,3		
Tegumenti	7	2	1	0	0	0	8	2	10	4,0	201,2	85,9	398,3		
Cromosomi	0	0	0	0	5	0	5	0	5	7,0	71,1	22,4	167,4		
Metabolismo	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0,9	114,7	0,0	657,6		
Totale gruppi	66	10	14	5	7	0	87	15	102	76,2	114,1	91,4	140,8		
Totale casi	68	10	4	2	5	0	77	12	89	62,9	122,4	96,6	153,0		

Tabella 6.14

Anomalie congenite per tipo, totale anomalie osservate, anomalie attese, rapporto standardizzato per 100 e relativi limiti di confidenza. Subarea di Novoli, anni 1992-'99

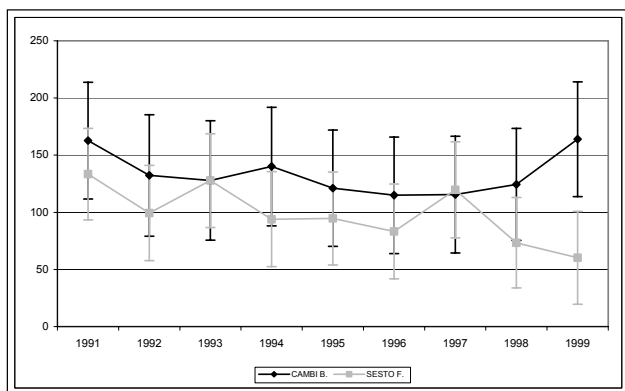
Organi interessati	Tipo di anomalia			Totale Osservate	Totale Anomalie Attese	Rapporto standard.	Limiti di confidenza	
	Isolate	Associate	Sindromiche				Inf.	Sup.
	Sist. nervoso centrale	2	0				0	2
Occhi	1	0	0	1	0,8	121,3	0,0	695,4
Orecchi	2	1	0	3	1,5	196,0	36,9	580,1
Cardiovascolare	8	1	2	11	17,9	61,5	30,5	110,3
Respiratorio	0	0	0	0	0,4	0,0	0,0	998,8
Palato-labbro	1	0	0	1	1,7	59,2	0,0	339,6
Digerente	1	1	0	2	2,7	74,9	7,1	275,6
Genitali esterni	2	1	0	3	2,4	125,3	23,6	370,9
Urogenitale	2	2	1	5	4,9	102,7	32,4	241,6
Arti	4	1	1	6	6,9	87,3	31,4	191,4
Muscoloscheletrico	0	2	2	4	2,5	159,2	41,4	411,7
Tegumenti	3	0	1	4	2,9	139,6	36,3	361,0
Cromosomi	0	0	6	6	5,1	118,5	42,6	259,6
Metabolismo	0	1	0	1	0,6	159,2	0,1	912,7
Totale gruppi	26	10	13	49	54,9	89,2	66,0	118,0
Totale casi	26	6	7	39	45,3	86,0	61,1	117,7

APPROFONDIMENTO DESCRITTIVO: I TUMORI DEL POLMONE NEI MASCHI A CAMPI

Al fine di comprendere meglio l'eccesso di mortalità per i tumori del polmone nei maschi a Campi, per questa causa di morte è stata eseguita un'analisi temporale e per classe di età, confrontando la mortalità di Campi con quella della provincia di Firenze. I risultati delle due analisi sono riportati in Figura 6.1 e in Figura 6.2.

Figura 6.1

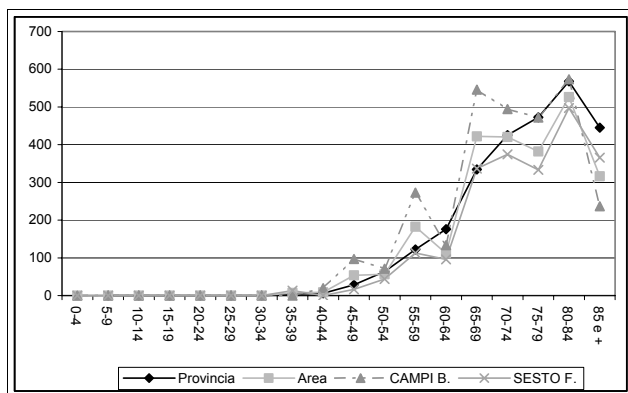
Rapporti standardizzati di mortalità per tumore del polmone (popolazione standard: provincia di Firenze). Maschi. Campi Bisenzio e Sesto Fiorentino, anni 1991-'99



Come si può notare dalla figura 6.1, la differenza di mortalità diventa significativa negli ultimi anni (in particolare nell'ultimo), in quanto a Campi non avviene la riduzione di mortalità per tumore del polmone che caratterizza in genere i maschi (provincia di Firenze e anche Toscana e Italia), solitamente attribuita ad una riduzione dell'abitudine al fumo.

Figura 6.2

Tassi specifici di mortalità per tumore del polmone. Maschi. Provincia di Firenze, Area che comprende Campi Bisenzio e Sesto Fiorentino, Campi Bisenzio, Sesto Fiorentino, anni 1991-1999



Dalla figura 6.2 si deduce che l'eccesso di mortalità per tumore del polmone di Campi appare prevalentemente legato ai maschi in età 60-75 anni. In conclusione il fenomeno pare legato ad un eccesso di rischio in una coorte di soggetti maschi di età 60-75 alla fine degli anni '90, per i quali non si è verificata l'attesa riduzione di mortalità, caratteristica dell'insieme dei maschi nel periodo.

7. DEFINIZIONE DELLA POPOLAZIONE POTENZIALMENTE INTERESSATA E PROSPETTIVE DI APPROFONDIMENTO AMBIENTALE ED EPIDEMIOLOGICO

DEFINIZIONE DELLA POPOLAZIONE E PROSPETTIVE DI APPROFONDIMENTO AMBIENTALE

La definizione dell'area di interesse è stata effettuata in base a calcoli preliminari di massima ricaduta al suolo di inquinanti emessi dal camino del termovalorizzatore.

In questo tipo di analisi si considerano emissioni di tipo gassoso, e quindi condizioni peggiorative rispetto al raggio di ricaduta che, nel caso di particelle solide, risulterà inferiore.

Inoltre, in questa fase, la ricaduta massima calcolata non è stata valutata in base alle condizioni meteorologiche della zona e non è quindi pesata sulla possibilità che si verifichino condizioni di vento prevalente che possano mitigare, o appesantire, il carico in direzioni preferenziali.

Relativamente alle emissioni dovute al termovalorizzatore sono stati costruiti i seguenti grafici – rispettivamente corrispondenti ad altezze ipotetiche del camino di 50, 60 e 80 metri – che mostrano i valori del fattore di diluizione minimo, massimo e medio, che interessano le aree abitate di ciascun comune di interesse.

Figura 7.1
Fattori di diluizione corrispondenti ai territori comunali di interesse.
Altezza camino 50 metri

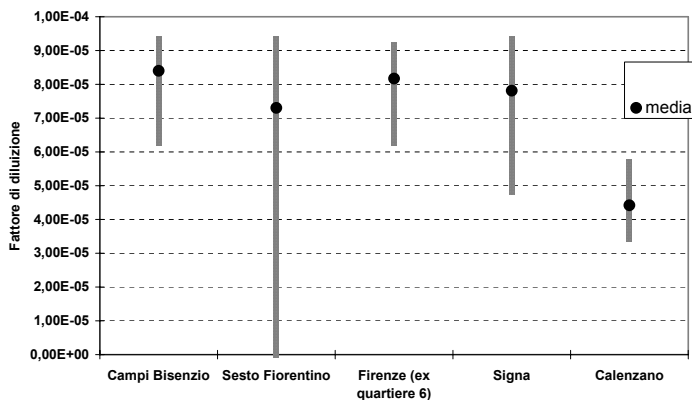


Figura 7.2
Fattori di diluizione corrispondenti ai territori comunali di interesse.
Altezza camino 60 metri

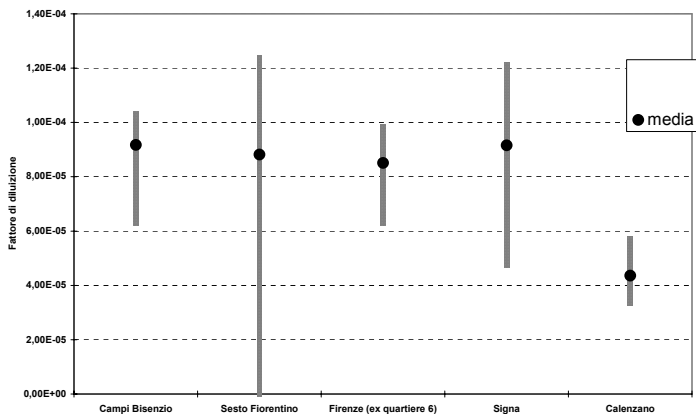
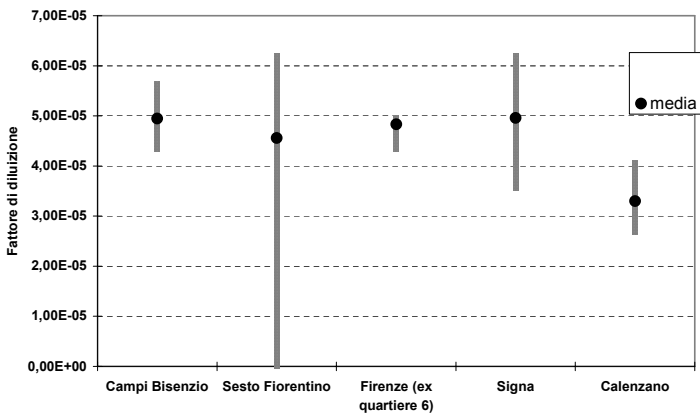


Figura 7.3
Fattori di diluizione corrispondenti ai territori comunali di interesse.
Altezza camino 80 metri



Grafici analoghi sono stati costruiti per la ricaduta massima delle emissioni aerei e da torcia dovute alla discarica e al flusso convogliato in camino dal processo di compostaggio, situati presso Case Passerini.

Figura 7.4
Fattori di diluizione corrispondenti ai territori comunali di interesse.
Discarica

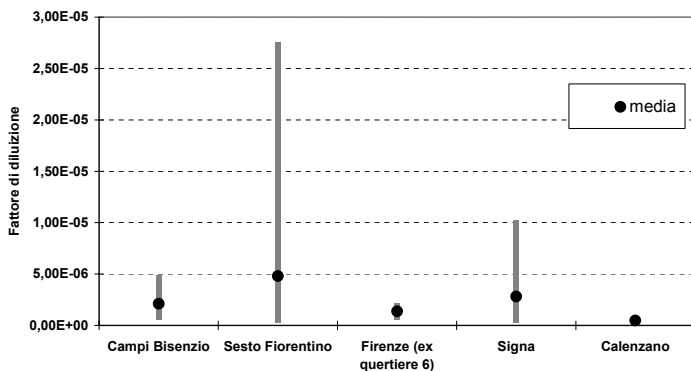
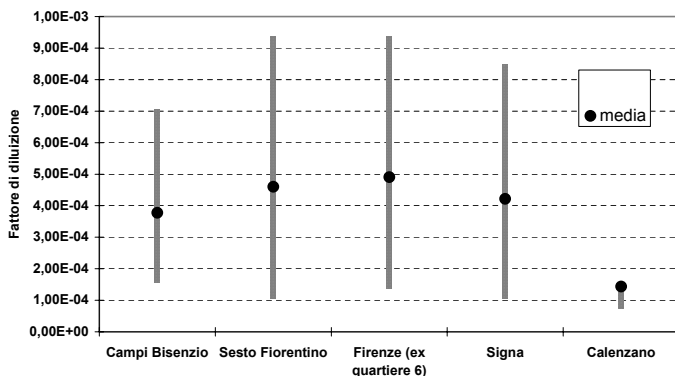


Figura 7.5
Fattori di diluizione corrispondenti ai territori comunali di interesse.
Flusso convogliato dal processo di compostaggio



PROSPETTIVE DI APPROFONDIMENTO EPIDEMIOLOGICO

Rispetto ai dati sulla salute al *baseline* riportati nei precedenti paragrafi, emergono alcune considerazioni di commento utili per tracciare le linee di sviluppo epidemiologico di un'eventuale seconda fase della VIS.

Per quanto si può dedurre dai dati del tutto preliminari della fase di *screening*, nell'area in esame non emerge complessivamente una situazione di salute di particolare preoccupazione, in quanto gli indicatori generali di mortalità, prevalenza e incidenza utilizzati risultano sempre migliori o uguali alla media provinciale utilizzata come riferimento.

Emergono tuttavia alcuni segnali che, seppure basati generalmente su piccoli numeri e su risultati non omogenei rispetto al territorio, alle classi di età e ai due sessi, non permettono di escludere che, relativamente ad alcune patologie, la situazione locale sia peggiore della media provinciale in una o più subaree e in uno dei due sessi, configurando quindi un *baseline* al quale occorre prestare particolare attenzione. Tali dati potrebbero risultare rilevanti rispetto ad un eventuale aggravamento della situazione ambientale e costituiscono quindi 'punti di attenzione'. Questi risultati si possono riassumere in:

- un eccesso di tumori del polmone nei maschi a Campi;
- un eccesso di malformazioni dell'orecchio nell'area e urogenitali a Sesto;
- un possibile eccesso (non significativo, basato su piccoli numeri) di malformazioni dell'occhio a Campi;
- un eccesso di linfomi non Hodkin nelle femmine a Campi;
- un eccesso di ricoveri per patologie dell'apparato respiratorio, prevalentemente neoplastiche;
- un eccesso di silicosi a Campi e a Sesto.

Come anticipato nel paragrafo precedente, obiettivo di questa descrizione epidemiologica è quello di caratterizzare la popolazione dell'area rispetto allo stato di salute attuale, al fine di collocare in un concreto contesto di salute le eventuali scelte del Piano con possibili effetti sull'ambiente. L'analisi non si pone invece l'obiettivo di spiegare *le cause* degli eccessi di rischio individuati nella popolazione attualmente residente nella zona in esame.

Infatti, questa seconda finalità non può essere affrontata correttamente con i dati e con le metodiche epidemiologiche qui utilizzate e non rientra negli obiettivi della VIS.

Rispetto all'obiettivo dichiarato, si ritiene necessario proporre gli sviluppi descritti qui di seguito, che potranno avere luogo nel corso delle successive fasi dello studio.

- **Descrizione al *baseline*:**

- migliore definizione dell'area, e quindi della popolazione interessata, sulla base dei dati derivanti dagli sviluppi dell'analisi ambientale di cui al paragrafo 7.1;
- analisi dei ricoveri ospedalieri sulla base dei soggetti ricoverati oltre che dei ricoveri;
- georeferenziazione dei casi di decesso, tumori incidenti, malformazioni, soggetti ricoverati per gli indicatori che sono stati individuati come 'punti di attenzione' nell'analisi epidemiologica in fase di *screening*, nonché di un set selezionato di indicatori che, sebbene non siano risultati significativi nell'analisi di *screening*, tuttavia sono segnalati in letteratura con sufficiente coerenza;
- uso di tecniche di analisi statistica per piccole aree, al fine di stimare eventuali eccessi di rischio nella popolazione così ridefinita.

- **Proiezioni degli indicatori:**

- stima delle dosi di esposizione nella popolazione per alcuni traccianti di inquinamento ambientale, nei diversi scenari ambientali (con o senza i diversi interventi di attenuazione);
- valutazione semiquantitativa dei possibili effetti delle dosi stimate sugli indicatori di salute considerati;
- bilancio di salute in relazione ai diversi scenari previsti dallo studio ambientale.

Tali sviluppi, che comportano tecniche epidemiologiche complesse, faranno parte di eventuali successive fasi della VIS e comporteranno il proseguimento della ricerca per circa un anno.

8. CONCLUSIONI

Questo studio presenta i risultati della prima fase della VIS per quanto riguarda gli effetti del Piano di gestione dei rifiuti urbani ed assimilati 'ATO N.6' sull'ambiente e sulla popolazione residente in un'area significativa centrata nel sito denominato 'Osmannoro2000' (dove è ipotizzata la costruzione di un termovalorizzatore).

Come più volte ribadito, si tratta di uno studio in fase di *screening*, che non si propone di dare risposte definitive, ma solo di prevalutare il Piano collocandolo all'interno di una delle tre categorie menzionate nella premessa del presente documento:

- chiaramente da rigettare;
- chiaramente da approvare;
- occorre procedere ulteriormente nello studio.

Al fine di realizzare il presente studio sono stati elaborati dati sui due versanti ambientale ed epidemiologico. Le elaborazioni rappresentano quanto era corretto e realistico realizzare in questa fase, tenuto conto del fatto che non sono state ancora definite le scelte progettuali e che, quindi, gli scenari non possono che essere generici, oltre al fatto che vi è stata una definizione solo preliminare della popolazione potenzialmente interessata allo studio. Gli approfondimenti sui due versanti ambientale ed epidemiologico, che sono previsti nelle eventuali fasi seguenti della VIS, sono sommariamente descritti nel capitolo 7.

Le conclusioni sul versante **ambientale** possono essere riassunte come segue.

- Il Piano gestione rifiuti, comprensivo dell'eventuale inserimento del termovalorizzatore nel contesto ambientale dell'area, comporta una presumibile emissione di inquinanti e microinquinanti. In particolare, una prima stima quantitativa delle emissioni è stata effettuata rispetto ai composti di maggiore interesse 'sanitario', sulla base di quanto riportato nella letteratura scientifica: NO_x, SO_x, Cd, Hg, Pb, Benzene, Toluene, Xilene, Polveri, PCDD/PCDF, IPA.

- Gli incrementi di tali emissioni, se visti in termini relativi (aumento percentuale rispetto alle stime di inquinanti dello stesso tipo attualmente presenti), risultano rilevanti prevalentemente per il mercurio e le diossine, con un valore non trascurabile di incremento anche per Cd e IPA. Gli incrementi di NO_x, SO_x, Polveri e Pb risultano essere compresi entro un valore massimo del 3% rispetto ai valori attuali, mentre del tutto irrilevanti sono stimati gli incrementi dei composti BTX (Benzene, Toluene, Xilene).

- È possibile prevedere una mitigazione degli impatti complessivi attraverso provvedimenti *interni* al Piano gestione rifiuti stesso. I possibili provvedimenti interni presi in esame sono la sostituzione di caldaie ad uso industriale e civile nelle aree di prossimità, mediante rete di teleriscaldamento alimentate dal termovalorizzatore (cogenerazione), e la gestione dell'impianto di discarica in condizioni di chiusura (massima efficienza di captazione biogas) con recupero energetico.

- Un elemento di notevole rilievo ambientale risulta il trattamento biologico (compostaggio) della biomassa attualmente prodotta sul territorio e bruciata in condizioni non controllate (*open fire burning*). Tale provvedimento, pur non essendo previsto dal Piano, risulta avere influenza su questo per le modalità di attuazione prese a riferimento (compostaggio controllato), per cui, pur essendo esterno al Piano, produce effetti gestionali sui sistemi interni ad esso.

- L'effetto di mitigazione dovuto alla produzione di calore per sostituzione di caldaie (cogenerazione) non è particolarmente significativo e comunque apprezzabile solo per le emissioni di polveri, NO_x, Cd e Pb.

- L'effetto di mitigazione dovuto alla gestione controllata delle biomasse (sfalci agricoli e aree non coltivate) porterebbe ad un effetto rimarchevole per quanto riguarda in generale le emissioni di microinquinanti e polveri. In modo particolare, l'effetto risulta di assoluto interesse al fine della riduzione degli impatti complessivi di diossine e IPA (con possibilità di produrre l'annullamento degli incrementi dovuti agli impianti del Piano), oltre a poter garantire comunque un effetto significativo per quanto riguarda tutte le specie di metalli pesanti considerate (Hg, Cd e Pb), in relazione all'ubiquitarietà di tali sostanze.

- Il bilancio ambientale risultante da provvedimenti di *sola mitigazione interna* rimarrebbe quindi indicativo, seppure debolmente, di un incremento dei carichi ambientali sull'area, sostanzialmente per quanto riguarda la diossine, Hg e Cd.

- È stato anche valutato il possibile effetto di provvedimenti di *mitigazione esterna*, oltre che interna, intendendo per mitigazione esterna una serie di possibili modificazioni sia strutturali del territorio (sistemi di trasporto), sia della qualità dei sistemi antropici (modificazione del parco veicolare) non compresi nell'ambito del Piano; complessivamente, gli effetti di mitigazione che si prevede di poter introdurre sono di notevole importanza in termini relativi - se confrontati con i livelli di impatto dei sistemi del Piano - per tutti i diversi inquinanti, fatta esclusione per IPA e, in misura molto maggiore, per diossine e metalli pesanti. Infatti, è possibile verificare come interventi mirati sul traffico permettano di annullare gli incrementi determinati dai sistemi del Piano per NO_x, SO_x, Polveri e BTX.

- È possibile ipotizzare che, combinando adeguati provvedimenti di mitigazione interna ed esterna, si verifichi una situazione di applicazione del Piano che può portare anche all'annullamento dei carichi ambientali aggiuntivi conseguenti ai sistemi del Piano. Tale ipotesi, tuttavia, deve essere verificata nel dettaglio, precisando le emissioni sulla base delle caratteristiche degli impianti (stante anche i livelli quantitativi minimi di alcuni impatti); allo stato attuale delle elaborazioni è stata solo verificata la possibilità teorica che tale scenario di riduzione sia raggiungibile per tutti gli inquinanti considerati.

- Anche laddove gli interventi di mitigazione fossero di livello inferiore rispetto ai carichi aggiuntivi dovuti ai sistemi del Piano, è possibile che i quantitativi esuberanti risultino poco significativi in termini sanitari. Tale valutazione deve necessariamente essere effettuata sulla base di una stima delle esposizioni reali (ricadute e dispersione degli impatti) e non delle sole esposizioni teoriche (bilancio delle quantità prodotte). Questo tipo di analisi è previsto come elemento di studio successivo mediante la predisposizione di adeguati modelli previsionali di impatto sanitario. Complessivamente è possibile affermare, sulla base del presente bilancio ambientale preliminare, che gli elementi per cui la mitigazione degli effetti aggiuntivi introdotti dal Piano appare più complessa sono il mercurio (Hg) e, in misura inferiore, il cadmio (Cd).

- Interventi di mitigazione ulteriore, di cui non è stato possibile quantificare gli effetti in questa prima fase, sono individuabili in una serie di altre politiche interne al Piano, mirate all'incremento di efficacia di raccolte specifiche per amianto e RUP. In particolare, con riferimento alla raccolta dei RUP, l'effetto di mitigazione ipotizzabile può essere riferito sia alla sottrazione di emissioni dirette di sostanze quali metalli pesanti e BTX, sia all'eliminazione delle emissioni di composti precursori della formazione di diossine e IPA.

In conclusione, è necessario sottolineare che le stime degli incrementi relativi di alcuni composti, conseguentemente all'introduzione dei sistemi del Piano, non possono essere valutate in maniera indipendente da un'analisi più approfondita delle condizioni di qualità ambientale di riferimento. Stante la genericità dei dati ambientali utilizzati e la mancanza di un quadro di monitoraggio ambientale, in questa prima fase di *screening* è stata valutata la modificazione dei bilanci ambientali sul territorio, dovuti ai sistemi presi a riferimento, e non la modificazione della qualità ambientale dello stesso territorio.

Le conclusioni sul versante **epidemiologico** possono essere riassunte come segue.

- Le evidenze su base bibliografica di effetti negativi sulla salute degli impianti di incenerimento sono contraddittorie e di difficile interpretazione.
- Tutti gli studi epidemiologici disponibili sono riferiti ad impianti di notevole o discreta anzianità, mentre non esistono dati su termovalorizzatori di nuova generazione, in quanto non è trascorso il tempo sufficiente per poter valutare l'effetto di questi ultimi sui residenti, soprattutto per quanto riguarda le patologie cronic-degenerative.
- Tuttavia non si può escludere, sulla base della letteratura scientifica, che gli inceneritori abbiano un possibile impatto negativo sulla salute della popolazione residente; anzi, si possono individuare alcune patologie che sono state associate con maggiore coerenza e frequenza alla residenza vicino ad un inceneritore.
- Non vi sono elementi sufficienti per escludere che un Piano gestione rifiuti, comprensivo di un termovalorizzatore di nuova generazione, possa avere tali effetti, qualora il bilancio ambientale di inquinanti portasse ad un aggravamento dello stato dell'ambiente dell'area.
- È ipotizzabile che tale effetto peggiorativo sullo stato di salute possa essere più o meno rilevante, a seconda delle condizioni *baseline* di salute della popolazione interessata, anche in considerazione del fatto che gli effetti ipotizzati sarebbero comunque (per quanto è possibile ricavare dalla letteratura) difficilmente misurabili.
- L'analisi epidemiologica della popolazione provvisoriamente definita come residente nei comuni di Sesto e Campi e nell'area di Novoli (Firenze), mostra una situazione di salute generalmente nella media o migliore della media. Si verificano tuttavia alcuni specifici aspetti che meritano attenzione.
- Gli indicatori che segnalano situazioni di attenzione sono in particolare: i tumori del polmone nei maschi a Campi, confermati dai dati sui ricoveri; i linfomi non Hodkin nelle femmine a Campi; le malformazioni congenite dell'orecchio nell'insieme dei comuni di Campi e Sesto (inclusi anche patologie minori) e urogenitali a Sesto (inclusi anche casi con familiarità); le malformazioni dell'occhio a Campi, per le quali emerge un eccesso non significativo, basato su pochi casi, di cui 3/7 con familiarità.
- Altri indicatori di salute, che in letteratura sono stati associati a problematiche ambientali attinenti (ad es. ricoveri per patologie dell'apparato respiratorio, abortività spontanea, frequenza dei parti gemellari, alcune malformazioni congenite maggiori e, nel campo dei tumori, leucemie acute, sarcomi dei tessuti molli, tumori del polmone con l'eccezione dei maschi di

- Campi), mostrano valori nella media o, in qualche caso, più bassi rispetto al confronto.
- Gli indicatori ‘che necessitano particolare attenzione’ trasmettono messaggi non coerenti fra le subaree e fra i sessi, lasciando il dubbio che i risultati ottenuti possano essere legati all’altissimo numero delle analisi e confronti eseguiti, situazione che, come è noto, casualmente può portare a risultati significativi. Tuttavia non si può escludere che successivi approfondimenti mirati con migliore tecnica epidemiologica (come previsto al capitolo 7) confermino tali eccessi di rischio, evidenziando alcuni aspetti selezionati della popolazione in esame che presentano una *situazione baseline* che necessita attenzione, soprattutto nel senso di protezione e salvaguardia delle condizioni ambientali dell’area.
- Gli indicatori qui riportati non permettono comunque una lettura in termini interpretativi degli eccessi e difetti di rischio riscontrati, in quanto, coerentemente con le finalità della VIS, l’approccio è puramente descrittivo del livello di salute al *baseline* della popolazione attualmente residente nell’area.

Una lettura congiunta dei dati ambientali ed epidemiologici porta ad affermare che la situazione ambientale attuale, la situazione epidemiologica di base, la genericità delle informazioni sulle caratteristiche tecniche del Piano disponibili al momento attuale, le stime di ricaduta ambientale del Piano comunque fatte, comportano la collocazione del Piano gestione rifiuti nella terza categoria fra quelle individuate a priori nella fase di *screening*: **progetto per il quale si suggerisce di procedere ulteriormente nello studio, acquisendo ulteriori informazioni e approfondendo l’analisi nella direzione di una valutazione previsionale di impatto futuro sulla salute.**

La ipotesi più probabile che emerge dai dati è che il Piano gestione rifiuti possa risultare in una situazione di bilancio ambientale, e quindi sanitario, in pareggio (o al limite addirittura migliorativa) rispetto alle attuali condizioni *se*, e *solo se*, al Piano stesso si accompagnano interventi di mitigazione che comportano scelte di gestione dell’intero territorio finalizzate al miglioramento della qualità ambientale, che si configurano come *interne* ed *esterne* al Piano stesso.

Tale ipotesi, per essere verificata, richiede comunque ulteriori approfondimenti conoscitivi.

Si fa presente a tale proposito che:

- l’approfondimento ambientale comporta la disponibilità di ulteriori informazioni, con un migliore dettaglio progettuale in merito agli impianti sui quali si intende orientarsi;
- l’approfondimento epidemiologico consegue in buona parte all’approfondimento ambientale;

- occorre verificare la disponibilità ad approfondire l'effetto di interventi di mitigazione interni ed esterni al Piano da parte dei soggetti istituzionali che ne sarebbero titolari;
- la metodologia della VIS comporta, oltre che la produzione di documenti tecnici (dei quali questo rappresenta la prima fase), anche l'identificazione di una strategia di comunicazione, condivisione, concertazione dei risultati e delle conclusioni operative che ne derivano ¹⁾. Tale strategia dovrebbe, a nostro parere, accompagnarsi ad un'eventuale scelta di procedere nelle successive fasi della VIS, collocando appropriatamente nell'intero processo le risultanze degli approfondimenti tecnici.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO DEL PIANO PROVINCIALE DEI RIFIUTI URBANI E ASSIMILATI ATO N. 6

BIBLIOGRAFIA

- 1) Health Canada's Office of Environmental Health Assessment (OEHA), *Canadian Handbook on Health Impact Assessment*, 1999.
- 2) Provincia di Firenze, *Piano provinciale di gestione dei rifiuti urbani ed assimilati ATO N. 6 – 'Area Metropolitana Fiorentina'*, 2000.
- 3) European Environment Agency, *EMEP – CORINAIR - Emission Inventory Guidebook*, 1999.
- 4) US Environmental Protection Agency, *Compilation of Air Pollutant Emission Factors, AP-42, Fifth Edition, Volume I: Stationary Point and Area Sources*, 1995.
- 5) US Environmental Protection Agency, *'Landfill Gas Emission Model' Version 2.01*, 1997.
- 6) R. Meoni, *Applicazione di metodologie di analisi di ciclo di vita (LCA) per la pianificazione dei sistemi di gestione dei rifiuti solidi urbani*, Tesi di Laurea in Ingegneria per l'ambiente e il territorio, Università degli Studi di Firenze, 2001. Relatori: P. Sirini, E. Carnevale, A. Corti, L. Lombardi, F. Cristo.
- 7) I-LCA – *Banca dati italiana a supporto della valutazione del ciclo di vita*, ANPA, versione 2 ottobre 2000.

Finito di stampare presso il
Centro Stampa DigitalPrint - 055.6505313
nel mese di maggio 2003



ARS

Agenzia Regionale di Sanità
della Toscana

Sede

Villa Fabbricotti
Via Vittorio Emanuele II, 64
50134 Firenze
tel.: 055 462431
fax: 055 4624330
e-mail:
arsanita.toscana@arsanita.toscana.it

Osservatori

Economia Sanitaria
linda.migliorisi@arsanita.toscana.it

Epidemiologia
elena.marchini@arsanita.toscana.it

Qualità
caterina.baldocchi@arsanita.toscana.it

Centro Documentazione

rita.maffei@arsanita.toscana.it
vania.sabatini@arsanita.toscana.it