

**PROGETTO DI SORVEGLIANZA DEGLI EFFETTI SANITARI DIRETTI E
INDIRETTI DELL'IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI (PAIP) DI
PARMA — SORVEGLIANZA SANITARIA (PSS-PAIP)**

**Osservazioni del Comitato Scientifico
12 Settembre 2016**

Osservazioni di Ennio Cadum (26 Agosto 2016)
Membro del Comitato Scientifico

Piano operativo per la sorveglianza sui soggetti asmatici — Rapporto sui risultati della fase *ante operam* (Marzo 2016)

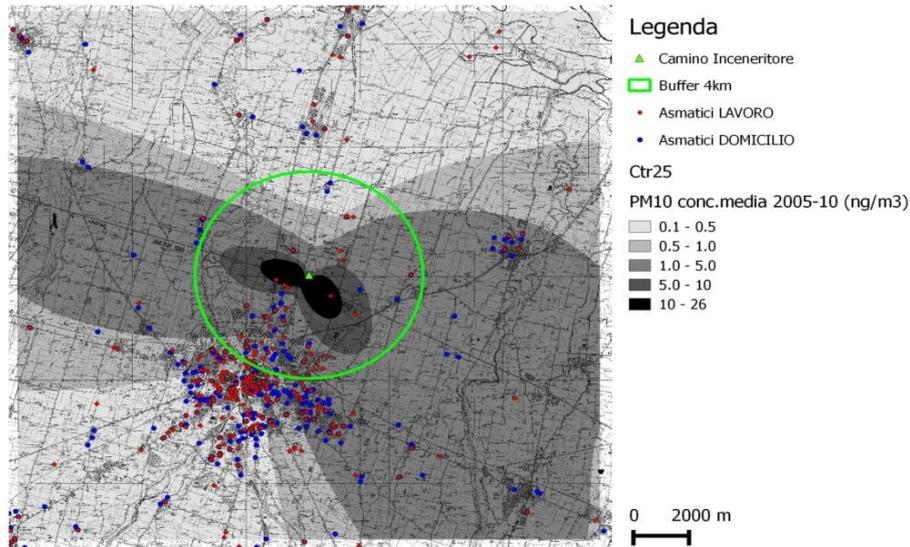
Valutazione dell'esposizione alle ricadute dell'inceneritore

Per valutare il livello di esposizione individuale all'inquinamento atmosferico generato dall'inceneritore di rifiuti è stato utilizzato un modello gaussiano stazionario ADMS-Urban, sulla base delle caratteristiche orografiche e meteorologiche del territorio.

I modelli gaussiani stazionari sono i più semplici tra quelli disponibili e sono adatti a modellizzare concentrazioni sul lungo periodo (medie annuali) in zone di pianura caratterizzate per lo più da calme di vento o con venti costanti e per effluenti preferenzialmente gassosi. Su queste basi la scelta può essere condivisa, ma con alcune limitazioni:

1. La modellizzazione gaussiana del PM è valida soprattutto per le frazioni più fini, assimilabili per comportamento a quelle gassose (PM 0.1–2.5), purchè con comportamento inerte (cioè con scarsa reattività con altre componenti); il modello gaussiano stazionario ipotizza inoltre per la componente della velocità del vento una distribuzione gaussiana. Tale assunto andrebbe documentato.
2. Il modello presentato presuppone l'assenza di ostacoli al suolo. Non è adatto, quindi, se s'intende lavorare a livello di microscala (usando le coordinate residenziali o lavorative per la determinazione dell'esposizione) a zone urbane con edifici. In questo caso vi è un margine di errore rilevante, soprattutto per i civici residenziali sottovento in direzione opposta alla direzione del cono di emissione.
3. Il modello ipotizza una riflessione totale del *plume* al suolo e alla quota di rimescolamento. Non prende in considerazione altri possibili fattori d'interferenza (altre sorgenti, puntiformi o lineari o altri fattori interferenti).
4. La forma del modello di deposizione, con due zone speculari di massimi, documentata, in analogia con situazioni simili, la presenza di condizioni climatiche che variano su base stagionale con due direzioni del vento opposte.

Per tali motivi il modello gaussiano stazionario necessita, per essere adottato, di essere validato con misure di concentrazione in vari punti e confronto con le misure predette. Per quanto la procedura di validazione non sia documentata per il caso di Parma, la ritengo necessaria. Andrebbe bene anche una procedura condotta in altre città emiliane, se con le stesse caratteristiche orografiche e meteo di Parma.



PM — Notazione stilistica

La classe dimensionale del PM non andrebbe riportata in pedice, in quanto non si tratta di numero di atomi della molecola come nel caso di NO_2 o O_3 ; scrivere 10 in pedice come fossero 10 atomi è errato dal punto di vista chimico. Meglio PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$ e non PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$.

Popolazione in studio, arruolamento dei soggetti e appaiamento Dimensione del campione

La procedura di arruolamento del campione dall'universo della popolazione è condivisibile e corretta. Quello che non è riportato è il criterio per cui dall'universo di 518 soggetti sono state selezionate 46 coppie, per un totale di 92 soggetti e non un altro numero (30 coppie o 40 o 50 o 60, etc).

In genere ci si aspetta un numero derivato da una stima di potenza che, sulla base dei rischi minimi che si intendono valutare, definisce il numero minimo di soggetti necessari a ottenere valori di rischio esposti/non esposti statisticamente significativi. Forse i 46 soggetti esposti corrispondono a tutti gli asmatici residenti nell'area di esposizione? Questo ovviamente giustifica la scelta. Ma se è così, allora è meglio chiarire bene questo punto, che non è specificato.

In ogni caso, la potenzialità con questa numerosità andrebbe documentata: per esempio, inserendo una frase del tipo: *"con le 46 coppie disponibili sarà possibile stimare un rischio di sviluppare attacchi d'asma tra gli esposti, dovuti alla presenza dell'inceneritore, maggiore del (ad es.) 30% rispetto ai non esposti, corrispondenti a un Odds Ratio di 1.3; rischi minori del 30% non potranno essere stimati."* Questa precisazione previene potenziali polemiche successive (come capitato in altre situazioni) e accuse (come capitato altrove) di aver appositamente scelto un numero insufficiente di casi per evitare di documentare effetti significativi.

Overmatching

Va commentato il rischio di *overmatching*. Se l'appaiamento avviene per il fattore di rischio sotto osservazione o mediante l'utilizzo di variabili di appaiamento non necessarie o in modo troppo

elaborato viene vanificata la ricerca di un fattore di rischio di esposizione differenziale tra i due gruppi.

L'appaiamento in generale dovrebbe essere fatto per le variabili conosciute a priori come confondenti e non legate all'esposizione (ad es. sesso, età, abitudine al fumo, terapie in corso, BMI, ACT) evitando troppe variabili di appaiamento.

In questo senso avere appaiato per PM10 di esposizione a mio avviso aumenta gravemente le possibilità di incorrere nell'*overmatching* e di ciò andrebbe tenuto conto nei commenti ai risultati futuri. Se si intendeva invece dire che si sono appaiati soggetti sulla base della residenza con valori $>1 \text{ ng/m}^3$ di PM10 e $<1 \text{ ng/m}^3$ di PM10 allora non è un criterio di appaiamento ma la base della selezione tra esposti e non esposti e non va inserita tra i criteri.

Variabili e trattamento dati

La scelta delle variabili di esito per l'effettuazione delle analisi dovrebbe essere completata a priori, per non incorrere nel rischio di andare a commentare successivamente solo associazioni statisticamente significative. Mi riferisco alla metodologia dello studio SENTIERI, che ha fatto scuola, e che prende in considerazione a posteriori, e con precedenza, rischi ben documentati nella letteratura scientifica. Ulteriori eccessi possono essere presi in considerazione, anche a posteriori, ma occorre una solida plausibilità biologica.

Andrebbe aggiunto un paragrafo per chiarire meglio qual è l'obiettivo dell'analisi (stima dei rischi di riacutizzazione di attacchi d'asma, peggioramento degli indici di funzionalità respiratoria, etc.). Io chiarirei meglio che le variabili descritte come dipendenti o di esito sono quelle che saranno investigate come effetti potenziali dell'esposizione e in questo senso ristrutturerei il capitolo secondo l'impostazione tipica d'un articolo chiarendo:

- obiettivi (ricerca di potenziali modificazione delle variabili di esito elencate nelle note sulle variabili cliniche);
- metodi (definizione esposizione, arruolamento coorte e criteri di scelta dei casi e controlli);
- descrizione del campione (frequenze percentuali e differenze percentuali);
- risultati analisi differenziale tra esposti e non esposti al T₀ al fine d'individuare differenze di base non imputabili all'esposizione;
- commento.

A queste variabili aggiungerei i dati del biomonitoraggio urinario sui metalli se e quando disponibili.

Risultati

I risultati riportati sono piuttosto sorprendenti e difficili da interpretare secondo le categorie di rischio conosciute. Andrebbe verificato nuovamente il campionamento per escludere eventuali sviste. I non esposti sembrano di classe sociale leggermente migliore e gli esposti mostrano maggiori esposizioni aggiuntive al traffico.

Il tutto farebbe supporre *performance* cliniche peggiori tra gli esposti mentre si osserva il contrario. Solo la prevalenza di uso di farmaci è peggiore tra i non esposti, ma mi sembra difficile credere che possa spiegare le differenze osservate.

Controllo della filiera agro-alimentare — Risultati del primo e secondo campionamento *post operam* — Confronti con campionamenti *ante operam* (Dicembre 2015)

Disegno dello studio

Nulla da osservare.

Modello di dispersione

Il modello utilizzato fornisce una stima delle deposizioni in termini di superficie e tempo in $\text{ng}/\text{m}^2/\text{h}$. Il valore così calcolato è ovviamente molto basso e la maggior parte dei critici richiedono di trasformarlo in dose cumulativa per periodi più lunghi: ad esempio, la dose oraria, moltiplicata per 1 anno di funzionamento, quale valore di deposizione in ng (o g) fornisce? Cioè, qual è la deposizione di polveri cumulata al suolo in un anno solare di funzionamento?

Metodi statistici

Nulla da osservare.

Risultati

La modalità adottata di presentazione va bene, anche se ben comprensibile per lo più a esperti in campo statistico e di trattamento dati e meno al pubblico.

Possibili fattori di confondimento — Analisi supplementari — Riassunto e considerazioni

Una spiegazione convincente al calo generalizzato non è fornita; qualche ipotesi di spiegazione potrebbe essere aggiunta.

Data l'esperienza simile verificatasi a Torino, nello studio in corso nei pressi del nuovo inceneritore, con calo di valori di metalli e IPA tra *ante* (2013) e *post* (2014) *operam*, fortemente correlato con la riduzione sia delle concentrazioni medie annue di particolato (PM10 e PM2.5) nonché di tali sostanze nel particolato (dopo analisi chimica del PM stesso), mi verrebbe da ipotizzare, anche perché i valori medi annui della pianura padana sono molto simili tra regioni adiacenti, che il calo sia legato alla riduzione delle medie annue di PM tra 2013 e 2014 e probabilmente, se si dispone di analisi del PM, anche delle relative concentrazioni sul PM.

In particolare, il cromo a Torino era l'unico metallo risultato in aumento (nel biomonitoraggio e nei campioni di PM tra 2013 e 2014) e non è sorprendente che lo sia anche a Parma, se l'origine è la deposizione atmosferica di PM di varia origine, come corroborato dalle analisi condotte a Torino. La maggiore piovosità del 2014 rispetto agli anni precedenti è una delle cause della riduzione media annua osservata tra 2013 e 2014 del PM (e delle sostanze in esso veicolate).

La misura in cui le emissioni di PM dell'inceneritore possano contribuire al PM medio annuo della zona in studio andrebbe sottolineata meglio.

Osservazioni di Alessandro di Domenico (4 Luglio 2016)
Membro del Comitato Scientifico

Introduzione

I commenti che seguono riguardano i due rapporti tecnici sotto identificati, prodotti nell'ambito degli studi previsti per la sorveglianza su soggetti asmatici e per il controllo della filiera agro-alimentare nell'area presunta sotto impatto dell'impianto di trattamento rifiuti di Parma. I rapporti tecnici sono stati sottoposti all'attenzione dello scrivente, quale membro del Comitato Scientifico, per eventuali osservazioni sugli aspetti chimici, chimico-fisici, e ambientali.

Fermo restando che le attività svolte e descritte nei rapporti menzionati appaiono riflettere gli obiettivi d'un piano di studi fortemente articolato, le osservazioni espresse dallo scrivente, quando non orientate a suggerire possibili correzioni, hanno soprattutto lo scopo di fornire spunti di riflessione per la definizione di eventuali azioni integrative.

Piano operativo per la sorveglianza sui soggetti asmatici — Rapporto sui risultati della fase *ante operam* (Marzo 2016)

Come sintetizzato nel Compendio, sulla base d'un modello di dispersione delle emissioni dell'impianto di trattamento rifiuti è stato identificato un gruppo di circa 120 soggetti asmatici — distinti in esposti e non esposti in base alla soglia di 1 ng/m^3 di PM10 — accoppiati sulla base di variabili personali, cliniche, e ambientali/territoriali. Il luogo di residenza e di lavoro dei soggetti arruolati è stato georeferenziato ed è stato utilizzato un algoritmo di variabili ambientali/territoriali per generare l'accoppiamento esposto/non esposto.

Il piano di studi prevede visite a periodicità semestrale con controlli aggiuntivi in caso di episodi asmatici di riacutizzazione. Il rapporto in oggetto descrive caratteristiche e risultati delle visite al tempo T_0 , tra l'inizio del 2012 e l'aprile 2013 (*ante operam*), effettuate prima dell'accensione dell'impianto di trattamento rifiuti, con i seguenti obiettivi: (a) descrizione delle variabili d'appaiamento, d'esposizione, e d'esito; (b) descrizione delle variabili del questionario; (c) valutazione preliminare della relazione tra variabili d'esito da un lato e dall'altro quelle da questionario e quelle riguardanti la qualità dell'aria urbana e la temperatura.

Osservazioni

(1) I soggetti sensibili (asmatici) — distinti in esposti e non esposti, arruolati nel programma di sorveglianza epidemiologica — sono stati apparentemente selezionati sulla base di distretti territoriali identificati mediante impiego d'un modello gaussiano di dispersione applicato al punto-sorgente (l'impianto di trattamento rifiuti) con caratteristiche emissive (a regime) distintamente definite. Al riguardo, s'osserva quanto segue:

- non è chiaro dal rapporto se i risultati dell'applicazione del modello di dispersione abbiano tenuto conto della presenza localizzata di (a) sorgenti termiche sostanzialmente costanti o caratterizzate da andamento periodico o occasionale, (b) barriere costituite da insediamenti abitativi e/o produttivi, (c) barriere o alterazioni territoriali naturali, se

presenti, etc., che possano perturbare la risposta del modello stesso, così determinando scenari espositivi locali diversi da quelli stimati e utilizzati;

- similmente non è chiaro se l'influenza delle condizioni meteorologiche e della loro variabilità sia stata considerata nella definizione degli scenari espositivi;
- per quanto si possa riconoscere la validità generica dell'impiego dei modelli di dispersione per gli scopi predetti, sarebbe utile disporre almeno di alcune misure sperimentali del particolato sospeso (in particolare il PM10 e il PM2.5) — con caratterizzazione dei contaminanti tossici da esso veicolati — se non altro per verificarne la compatibilità con le indicazioni ottenute mediante modellizzazione; il particolato in oggetto potrebbe essere campionato in postazioni ritenute rilevanti per la loro potenziale rappresentatività, tenendo altresì conto delle variazioni stagionali;
- non è chiaro il motivo per cui il modello di dispersione applicato alle emissioni dell'impianto di trattamento rifiuti abbia una soglia per il PM10 molto bassa, pari a 1 ng/m³: tale valore è di oltre tre ordini di grandezza al di sotto dei valori ambientali generalmente misurati, raramente inferiori a 10 µg/m³ nelle aree antropizzate;
- per concentrazioni di PM10 approssimativamente inferiori a 0.1 µg/m³ (100 ng/m³), il particolato sospeso — nello specifico, quello originato dall'impianto di trattamento rifiuti — può ritenersi così disperso nei particolati sospesi dei *background* ambientali locali, risentendone contestualmente delle eventuali caratteristiche tossicologiche, da rendere improbabile la possibilità d'attribuire alla sua presenza eventuali riacutizzazioni nei soggetti asmatici con un sufficiente grado di fiducia;
- si nota come nella Figura 3 i livelli di PM10 rappresentati coprono l'intervallo tra 0.1 (!) e 26 ng/m³;
- infine, non è chiaro se le modellizzazioni effettuate con particolato caratterizzato da mode dimensionali pari a 0.2 e 1.9 µm possano descrivere adeguatamente la dispersione di particolato nominalmente di dimensioni alquanto maggiori (il PM10).

(2) Le Tabelle 17 e 18 descrivono gli andamenti delle polveri fini (PM10) e degli ossidi d'azoto (NO₂) misurati nelle stazioni di rilevamento ARPAE in certi periodi temporali. Tuttavia, i dati riportati mancano delle unità di misura.

(3) Nel Questionario, utilizzato per caratterizzare l'esposizione dei soggetti arruolati, alla Voce 7 "Alimentazione" non risulta considerato il consumo di alimenti d'origine locale, sia prodotti in proprio sia a carattere commerciale.

Controllo della filiera agro-alimentare — Risultati del primo e secondo campionamento *post operam* — Confronti con campionamenti *ante operam* (Dicembre 2015)

Come sintetizzato nel Compendio, sono state identificate su base modellistica le aree soggette a maggior ricaduta e quelle dove la ricaduta delle emissioni può essere considerata trascurabile. Successivamente, sia nelle aree sottoposte a maggiore impatto che in quelle sotto impatto trascurabile sono state identificate delle aziende agro-zootecniche, nelle quali sono stati prelevati campioni di latte e foraggio e di alimenti destinati al consumo umano, considerati d'interesse per l'economia locale. La filiera zootecnica comprende fieno e latte di produzione locale mentre le matrici agronomiche consistono in campioni di cucurbitacee, pomodori, e frumento. Il rapporto riassume i risultati dei campionamenti eseguiti nella fase *ante operam* (prima dell'accensione dell'impianto di trattamento rifiuti) e nelle prime due campagne *post operam*.

In linea di massima, la maggior parte degli analiti risulta meno concentrata nel periodo *post operam*: riguardo agli inquinanti organici, nel latte vi è un calo di concentrazione delle "diossine" (PCDD e PCDF), mentre nelle matrici agronomiche (pomodori, cucurbitacee, e frumento) si osserva

una diminuzione degli organoclorurati nella loro totalità. Per quanto riguarda i metalli, nel periodo *post operam* si osservano minori concentrazioni di alluminio (pomodori), vanadio (latte, frumento), ferro (latte, cucurbitacee, frumento), rame (frumento), selenio (latte, fieno), antimonio (latte, cucurbitacee), piombo (latte), cromo (latte), e zinco (cucurbitacee, frumento). Il confronto fra aree sottoposte a maggior impatto e aree di controllo non ha mostrato sostanziali differenze né prima né dopo la messa in esercizio dell'impianto di trattamento rifiuti. Nel rapporto, viene evidenziato come i cambiamenti di concentrazione descritti siano risultati significativi da un punto di vista statistico ma comunque risultino estremamente modesti e di scarsa rilevanza nei prodotti della filiera agro-alimentare.

Osservazioni

(1) Alcune delle osservazioni riportate al Punto (1) per il "Piano operativo per la sorveglianza sui soggetti asmatici — Rapporto sui risultati della fase *ante operam* (Marzo 2016)" sono valide anche per il rapporto inerente il controllo della filiera agro-alimentare.

(2) È stato fatto ampio uso d'un modello di dispersione — basato su dati meteorologici, territoriali, e d'emissione previsti per l'impianto di trattamento rifiuti — per stimare sia le deposizioni medie al suolo di particolato sedimentabile (limitatamente al PM10, in ng/m² all'ora) sia le concentrazioni medie di particolato sospeso (µg/m³), calcolate presumibilmente ad altezza d'uomo. Anche in questo caso, malgrado si possa riconoscere la validità generica dell'impiego dei modelli di dispersione, sarebbe utile disporre di misure sperimentali del particolato sospeso (in particolare il PM10 e il PM2.5) e di quello sedimentabile (ed eventualmente dei contaminanti tossici da entrambi veicolati), se non altro per verificarne la compatibilità con le indicazioni ottenute mediante modellizzazione e per completezza d'informazione relativamente alla caratterizzazione chimica del particolato oggetto dello studio, se possibile, e dei *background* locali;

(3) Non è chiaro perché le deposizioni siano state studiate o riportate solo per il PM10 (Figure 1–5), e non per tutto il particolato sedimentabile: sembrerebbe opportuno qualificare meglio il ruolo del PM10 quale tracciante, anche in relazione ad altre componenti del particolato sedimentabile caratterizzato da diametri aerodinamici di maggiori dimensioni;

(4) I risultati inerenti i rilevamenti dei contaminanti nei prodotti vegetali sembrano fornire un panorama rassicurante in relazione ai confronti di campionamenti *ante operam* e *post operam*; i campioni raccolti e i risultati che li caratterizzano forniscono altresì significative indicazioni di qualità ambientale;

(5) Nelle tabelle sinottiche dei risultati analitici, la dicitura "mai sopra soglia" dovrebbe essere sostituita dallo specifico valore numerico analitico del rilevamento in oggetto, indicando se trattasi di limite di rilevamento (LOD), limite di quantificazione (LOQ), o altro.

Notazioni stilistiche

Particolato atmosferico

Se appropriato o richiesto dalle circostanze, la classe dimensionale del PM (*particulate matter*, definizione in genere tradotta come "particolato atmosferico") viene identificata aggiungendo l'indicazione del diametro aerodinamico considerato, eventualmente scritto in pedice: PM10 o PM₁₀, PM2.5 o PM_{2.5}, PM0.1 o PM_{0.1}, etc.. In questo rapporto si è optato per il primo dei due formati.

Campionamento delle polveri sedimentabili

Nelle misure deposimetriche è stata utilizzata l'unità di misura "ng/m²/h". Al riguardo, si fanno le considerazioni seguenti.

- La durata dei campionamenti dei deposimetri è certamente superiore a 1 ora: perché, dunque, non esprimere i risultati in riferimento all'intervallo temporale maggiormente congruente con la durata dei campionamenti (es.: settimana, mese, etc.)?
- L'espressione dimensionale applicabile ai dati deposimetrici è [m⁰ l⁻² t⁻¹]: l'unità di misura sopra menzionata non è coerente con tale espressione poiché formalmente riporta il tempo al numeratore (t⁰). Suggesto, pertanto, d'utilizzare una delle due formulazioni seguenti: "µg m⁻² mese⁻¹" o "µg/m² al mese" (nell'esempio, si è supposto l'impiego d'una finestra temporale di campionamento d'un mese). Naturalmente, non mi sfugge che il mondo scientifico assuma e accetti a volte posizioni molto pragmatiche anche se incorrette nel merito ...

Osservazioni di Francesco Forastiere (10 Settembre 2016)
Membro del Comitato Scientifico

Piano operativo per la sorveglianza sui soggetti asmatici — Rapporto sui risultati della fase *ante operam* (Marzo 2016)

Il progetto è molto ambizioso e si avvale di un *team* di ricerca composito e affidabile. È un progetto molto originale nella realtà Italiana e sono sicuro che avrà importanza non solo per la dimensione locale, e porterà a contributi scientifici importanti. La rilevanza del progetto necessita quindi di una attenzione estrema al disegno, alla raccolta dati, e alla successiva analisi. Mi rendo conto che gli autori hanno presentato in questo rapporto solo la descrizione generale dei dati che stanno raccogliendo e si stanno solo ora apprestando allo sviluppo della parte analitica; le mie richieste sembreranno dunque premature. Ferme restando le osservazioni dei colleghi Cadum e di Domenico, credo tuttavia sia utile fare chiarezza fin da ora su alcuni nodi importanti che sono di seguito elencati. Il tutto, ovviamente per migliorare la qualità e la credibilità dello studio.

Research question

Non è perfettamente chiaro da quanto esposto a quale domanda di ricerca il progetto voglia rispondere. Credo esistano diverse possibilità dato lo sviluppo dato al progetto. In particolare, non è chiaro se il progetto voglia affrontare gli effetti a lungo termine dell'inquinamento da inceneritore (e quali siano gli esiti sanitari rilevanti) ovvero gli effetti a breve termine. Credo che una riflessione su questi aspetti sia necessaria.

Study design

Manca un approfondimento sul disegno dello studio proprio rispetto alla *research question*. In altre parole, mentre per gli effetti cronici l'attribuzione dell'esposizione attraverso i modelli di dispersione può essere sufficiente, per gli effetti acuti questo non è vero. È opportuno chiarire come verranno utilizzati i dati delle visite ripetute, con quale modello di studio e con quale modello di analisi statistica. Non sarebbe male inoltre disporre di stime di potenza statistica attualmente non disponibili.

Accoppiamento

Malgrado si sia fatto uno sforzo grande per ottenere campioni di pazienti esposti e non esposti appaiati per molte delle variabili di potenziale interesse, l'appaiamento non è riuscito per molti aspetti e risulta che gli esposti tendono ad avere un livello di gravità della patologia minore. Questo è un problema per le analisi future. Occorre individuare dei metodi per tener conto di questo sbilanciamento sia attraverso modelli regressivi sia attraverso metodi alternativi, tipo *propensity matching* o *propensity score*.

Controllo della filiera agro-alimentare — Risultati del primo e secondo campionamento *post operam* — Confronti con campionamenti *ante operam* (Dicembre 2015)

Mi complimento per il disegno ma un elemento mancante e non descritto sono i controlli di qualità del laboratorio o dei laboratori che hanno eseguito le analisi. Alcune determinazioni mostrano dei valori estremamente più bassi nel *post operam*, fatto che non è giustificato se non da modalità diverse di determinazione analitica. Il laboratorio deve fornire assicurazioni e prove su questo aspetto altrimenti le determinazioni non sono credibili.