

## Allegato 2

# PROTOCOLLO DI MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI SULLA SALUTE DEL COSTRUIENDO TERMOVALORIZZATORE DI CASA PASSERINI TRAMITE IL BIOMONITORAGGIO DELLE POPOLAZIONI ANIMALI E DELLA CATENA ALIMENTARE

A cura del:  
Dipartimento di Prevenzione della Azienda Sanitaria di Firenze  
UF SPVSA

<b>INDICE</b>	<b>pagina</b>
<b>PREMESSA</b>	2
<b>INTRODUZIONE</b>	3
<b>EVIDENZE DI LETTERATURA</b>	5
<b>MATERIALI E METODI</b>	9
<b>1. Periodo in studio</b>	9
<b>2. Area e popolazione in studio</b>	9
2.1 <i>Selezione delle aziende oggetto di studio</i>	10
2.2 <i>Matrici da campionare e indicatori esposizione/ effetto da ricercare</i>	11
2.3 <i>Attività di campionamento, frequenza dei controlli e criteri per il campionamento</i>	13
<b>3. Definizione esposizione e variabili di confondimento</b>	14
3.1 <i>Prevenzione dei fattori di confondimento</i>	15
<b>4. Risultati attesi</b>	16
4.1 <i>Azioni conseguenti a non conformità</i>	16
<b>5. Enti coinvolti</b>	16
<b>6. Stima costi</b>	17
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	18

## PREMESSA

Il presente progetto rappresenta la sezione del progetto di monitoraggio, che si occupa della sorveglianza epidemiologia delle popolazioni animali e della catena alimentare nelle aree circostanti il nuovo impianto.

Tale progetto monitoraggio è stato definito a seguito dell'atto di autorizzazione della Provincia di Firenze, di cui alla delibera n° 62 del 17/04/2014 punto V delle prescrizioni, che prevede: "Relativamente al piano di sorveglianza sanitaria, si precisa che i contenuti, le modalità ed i tempi di svolgimento di detto piano di sorveglianza, dovranno essere oggetto di una convenzione specifica tra il proponente, ARPAT, ASL e Provincia i cui costi complessivi saranno sostenuti in toto dal proponente. La convenzione dovrà essere sottoscritta prima dell'inizio dei lavori."

I contenuti del piano di sorveglianza sanitaria sono stati, poi, meglio dettagliati nel verbale della seconda riunione della conferenza dei servizi del 28/02/2014, che riportava il parere del Dipartimento di Prevenzione della ASL 10 che prevede la definizione, al punto 2) delle prescrizioni, di un " progetto di controllo della contaminazione della catena alimentare da IPA, diossine e PCB, metalli pesanti attraverso indagini presso le attività di coltivazione e di allevamento presenti nell'area di potenziale ricaduta delle emissioni dell'impianto e monitoraggio delle popolazioni animali; il piano dovrà valutare la presenza di produzioni di alimenti per autoconsumo e, se rilevanti inserirli nel piano di monitoraggio".

**Nel buffer di 10 Km** dal sito del termovalorizzatore, sono presenti numerosi insediamenti agricoli e zootecnici per lo più riconducibili ad aziende agricole e/o allevamenti i cui prodotti sono destinati all'autoconsumo, alla vendita attraverso i canali commerciali locali. Le aziende zootecniche censite sono n. **624** per un totale di **1.397** allevamenti. Di questi n. 32 sono allevamenti bovini, n. 118 allevamenti ovicaprini, mentre sono presenti n. 484 allevamenti avicoli.

**Nel buffer di 5 Km** sono censite **283 aziende** dove sono presenti n. **420 allevamenti**. Di questi n.182 sono allevamenti avicoli, n. 16 caprini, n. 10 ovini, n. 9 bovini, n. 18 suini, n. 95 cunicoli, n. 60 equini, n. 1 selvaggina e 28 apiari. Le aziende agricole che producono ortaggi censite sono 23.

I Comuni coinvolti in questo buffer sono Calenzano, Campi Bisenzio, Firenze, Scandicci, Sesto Fiorentino, Signa e Vaglia.

**Nel buffer di 3 km**, sono censite n. **71** aziende per un totale di n. **107** allevamenti.

Di questi n. 42 sono allevamenti avicoli, n. 3 ovini e n.2 bovini, n. 25 cunicoli, n. 3 suinicoli. Sono inoltre presenti n. 6 apiari.

E' presente una area umida protetta dove risiede una fauna ittica, una avifauna stanziale e migratoria.

E' presente una vasta area commerciale /industriale denominata "Osmannoro" per la cui descrizione assieme alla popolazione residente e le aree residenziali si fa riferimento alla sezione del progetto "sorveglianza popolazione residente".

I Comuni coinvolti sono Firenze, Campi Bisenzio, Sesto Fiorentino.

## INTRODUZIONE

Gli oramai noti episodi legati alla contaminazione ambientale verificatosi in alcune aree del territorio italiano, hanno confermato la necessità di definire interventi a salvaguardia della salute umana, affrontando il tema della sicurezza alimentare derivante dagli alimenti prodotti in aree con criticità ambientale.

Al pari di molti inquinanti ambientali, le diossine sono contaminanti ambientali persistenti nell'ambiente e danno luogo a fenomeni di biomagnificazione nelle catene trofiche e di bioaccumulo negli animali e nell'uomo, fenomeno che negli organi e tessuti ricchi di lipidi determina il raggiungimento di concentrazioni tossiche per l'organismo.<sup>1</sup>

L'assorbimento per ingestione rappresenta la via di ingresso principale per l'uomo. Le diossine, in particolare, si depositano e si accumulano nel suolo, passano nei vegetali e da qui negli animali da reddito e nelle produzioni derivate (carni, latte, uova); anche le acque marine ed interne rappresentano una importante fonte di esposizione per l'uomo legata al consumo di prodotti ittici.<sup>2</sup>

La strategia comunitaria adottata al fine di limitare o eliminare la emissione nell'ambiente degli inquinanti ambientali, ha prodotto una serie di normative che hanno definito i tenori massimi di taluni contaminanti negli alimenti e nei mangimi, hanno introdotto i "livelli di azione", ovvero concentrazioni inferiori ai tenori massimi, superati i quali è necessario avviare indagini per individuare le fonti di contaminazione ambientale e prendere opportuni provvedimenti per la riduzione o eliminazione della sorgente.<sup>3</sup>

In questa ottica, l'utilizzo del biomonitoraggio animale risponde alla necessità di rilevare precocemente sostanze inquinanti già a concentrazioni basse, di limitare i costi e di ottimizzare le risorse.

Tra i considerevoli vantaggi ricordiamo:

- la possibilità di ottenere un dato rilevato in maniera praticamente continua nello spazio e nel tempo sia per la loro diffusione sia per la facilità dei controlli;
- la possibilità di valutare eventuali effetti sinergici dei diversi contaminanti;
- migliori livelli di rilevabilità e tempi di latenza più brevi;
- economicità in particolare in tempi lunghi.

L'utilizzo degli animali domestici si è dimostrato una via praticabile in molte situazioni. Gli animali domestici possono rappresentare un buon modello per studi di epidemiologia ambientale in quanto la valutazione della esposizione è più semplice che negli umani, grazie alla standardizzazione di certe condizioni di vita, incluse l'alimentazione, la limitazione dei movimenti e l'assenza di importanti fattori di confondimento.<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> Rombolà et Al. "Biomonitoraggio animale e microinquinanti in sanità pubblica – rassegna bibliografica"- Epidemiologia e Prevenzione 2012; 36 (5) suppl 4: 5-14

<sup>2</sup> Scaramozzino et Al. "Sorveglianza epidemiologica attraverso il biomonitoraggio animale di sostanze contaminanti in aree a rischio ambientale"- Epidemiologia e Prevenzione 2012; 36 (5) suppl 4: 1- 52

<sup>3</sup> Regolamento CE 1881/2006 e succ mod., Direttiva 32/2002 e succ mod., Raccomandazione 2011/516

<sup>4</sup> O'Brien et AL. the use of mammals as sentinels for Human exposure to toxic contaminants in the environment. Environment Health Perspectives 1993 vol. 99, pp 351-368 2014; 6: 120–132.

I numerosi studi sugli effetti della esposizione a contaminanti ambientali (composti organici e metalli pesanti) su animali domestici e selvatici quali modelli per studi epidemiologici di malattie umane e di esposizioni a contaminanti ambientali, si sono sviluppati negli anni ed hanno compreso lo studio dei livelli dei contaminanti rilevati nei tessuti delle sentinelle animali, la ricerca dei biomarcatori, gli effetti sul sistema riproduttivo e immunitario e lo sviluppo di forme neoplastiche .

Neoplasie dell'apparato gastrointestinale, mammario , ovarico, della vescica e del sistema linfatico in mammiferi acquatici, sono stati correlati alla esposizione di idrocarburi policiclici aromatici, mentre carcinomi di origine urogenitale sono stati riscontrati in leoni marini a seguito esposizione a PCB e composti derivati dal DDT<sup>5</sup>

Oltremodo l'uso di organismi ambientali e di animali domestici come bioindicatori della presenza di concentrazioni attive di contaminanti tramite la ricerca di evidenze di una esposizione e/o un effetto a uno o più inquinanti, si è andato consolidando in numerosi studi. Tali indagini si realizzano attraverso l'utilizzo di biomarkers di esposizione, di stress e/o di effetto e consente di valutare il grado di esposizione e l'effetto tossicologico di un tossico o di un suo metabolita e si sono rilevate utili per la precocità dei risultati e per la relativa economicità delle prove. <sup>6</sup>

---

<sup>5</sup> Reif J H animale sentinels for environmental and public health- Public Health Reports, 2011 supplement 1 volume 126: 50-57;

<sup>6</sup> Van der Schalie W.H., et AL . " animals as sentinels of human health hazards of environmental chemicals" Environmental health perspective.1999 volume 107, number 4, april: 309-315

## EVIDENZE DI LETTERATURA

Riportiamo una valutazione sintetica di quanto presente in letteratura sulla sorveglianza epidemiologica attraverso il biomonitoraggio animale in contesti di inquinamento ambientale da sostanze chimiche, riprendendo quando possibile, quanto già sintetizzato nelle revisioni sistematiche pubblicate, ponendo l'attenzione sulle seguenti pubblicazioni:

- 1) la revisione di Rombolà del 2012;<sup>1</sup>
- 2) la raccolta pubblicazioni di Scaramozzino P. del 2011;<sup>2</sup>
- 3) la revisione di De Nardo P. 2011;<sup>3</sup>
- 4) altri studi ( contributo ISS e IZSLT)

1. Rombolà e coll.,<sup>1</sup> la pubblicazione è una revisione sistematica della letteratura riguardante il biomonitoraggio animale e microinquinanti in sanità pubblica. Sono stati inclusi nella revisione 82 articoli, di cui 30 riguardante i principali metodi di biomonitoraggio ambientale, i criteri per la selezione degli organismi bioindicatori, e bioaccumulatori, dei biomarkers e dei sistema sentinella animali, 46 riguardanti l'uso di animali domestici come sentinelle di microinquinanti, e 9 pubblicazioni inerenti la proposta di un approccio integrato nei riguardi della salute unica intesa come frutto di interdipendenza tra uomo, animali, ambiente.

Nelle tabelle 2 a e 2 b sono sintetizzati gli apporti per specie animale, matrice di bioaccumulo, fonte di contaminazione e contaminanti da ricercare.

SPECIE ANIMALI	MATRICE DI BIOACCUMULO	FONTE DI CONTAMINAZIONE	CONTAMINANTI	RIF. BIBLIO
bovini	latte e fegato	foraggi	PCDD/PCDF e DL-PCB	31, 32, 35, 36, 37
bovini	fegato, reni e latte	alimenti	metalli pesanti: Cd, Cr, Ni, Pb, Co, Zn, Cu, Fe e Mn	33, 38, 39
bovini e caprini	latte	alimenti	metalli pesanti	40
bufali	latte	alimenti	metalli pesanti: Pb	41
bovini	latte	alimenti	metalli pesanti: Cu, Fe e Zn	42
ovini	fegato	alimenti	PCDD/PCDF e DL-PCB	43
bovini	rene	alimenti	metalli pesanti: Hg	44
ovini	fegato e rene	alimenti	metalli pesanti: Pb e Cd	45, 46, 47
bovini	fegato e rene	alimenti	metalli pesanti: Pb e Cd	46
ovini e caprini	pelli	alimenti	metalli pesanti: Fe, Mn, Co, Ni, Cd e Pb	48
suini	tessuto adiposo e muscolo	alimenti	DDTs	49
suini	fegato	alimenti	HCHs (e B-HCH)	49
suini	polmone e fegato	alimenti	PCB, PCDD/PCDF	49, 50
polli	uova, fegato	alimenti, suolo	PCB e PCDD/PCDF	51, 52
polli	uova	alimenti, suolo	PCDD/PCDF congeneri a bassa clorurazione	52, 53
polli	fece	alimenti, suolo	PCDD/PCDF congeneri ad alta clorurazione (HpCDD, OCDD)	52, 53

Tabella 2a. Tabella di sintesi sull'uso di animali domestici come sentinelle di microinquinanti.  
Table 2a. Micropollutants and main ASS, synoptic table.

SPECIE ANIMALI	MATRICE DI BIOACCUMULO	BIOMARKER	FONTE DI CONTAMINAZIONE	CONTAMINANTI	RIF. BIBLIO
api	miele		piante	pesticidi OC	54, 55, 56
api	api morte		piante	pesticidi OC, OF, carbammati e neonicotinoidi	56
api	miele		piante	PAH	57
api	api morte		piante	PAH	57
api	api morte		piante	arsenico	58
api	miele		strade, aree urbane, industrie ecc.	metalli pesanti: Pb	59, 60, 61
api	miele, polline, propoli, cera		aree urbane	metalli pesanti: Cd, Cr e Pb	62
cozza ( <i>mytilus galloprovincialis</i> )	tessuti		acque marine	PAH, metalli pesanti	63, 64, 65
cozza ( <i>mytilus galloprovincialis</i> )	tessuti	superossido dismutasi, catalasi e perossidazione dei lipidi	acque marine	metalli pesanti	66
vongola filippina ( <i>tapes philippinarum</i> )	tessuti	acetilcolinesterasi (AChE)	acque marine	sostanze neurotossiche (OP, carbammati, metalli pesanti ecc.)	67
anguilla europea ( <i>anguilla anguilla</i> )	grasso		acque dolci (sedimento)	POP (PCB, DDT, HCB, HCH) e metalli pesanti	3, 4
anguilla europea ( <i>anguilla anguilla</i> )	tessuti	hepatic 7-ethoxyresorufin-odeethylase (EROD)	acque dolci (sedimento)	PAH e PCB	68
anguilla europea ( <i>anguilla anguilla</i> )	branchie, fegato, milza (bioaccumulo e lesioni)		acque dolci (sedimento)	OC, PAH e metalli pesanti	69, 70
anguilla europea ( <i>anguilla anguilla</i> )	tessuti	metallotioneine	acque dolci (sedimento)	metalli pesanti	71, 72
trota comune ( <i>salmo trutta</i> )	tessuti	metallotioneine	acque dolci	metalli pesanti	72
cefalo ( <i>mugil cephalus</i> )	muscolo		acque marine (coste ed estuari)	PCB e DDT	73

Tabella 2b. Tabella di sintesi sull'uso di altri animali allevati come sentinelle di microinquinanti.  
Table 2b. Micropollutants and other ASS, synoptic table.

#### LEGENDA TABELLE 2a E 2b

POP = persistent organic pollutants	DL-PCB = PCB diossina-simili
PCDD = policlorodibenzodiossine	NDL-PCB = PCB non diossina-simili
PCDF = policlorodibenzofurani	DOT = dicloro difenil tricloretano
PCB = policlorobifenili	OC = pesticidi organoclorurati
HCH = esaclorocicloesano	OF = pesticidi organofosforati
HCB = esaclorobenzene	PAH = idrocarburi policiclici aromatici

2) Tale pubblicazione è scaturita nel 2009 nell'ambito del progetto CCM (Centro Nazionale per la Prevenzione e il Controllo delle Malattie del Ministero della Salute) finanziato dal Ministero della Salute, sulla "sorveglianza epidemiologica attraverso il biomonitoraggio animale di sostanze contaminanti in aree a rischio ambientale".<sup>2</sup>

Essa prende in considerazione anche l'importante revisione di di O' Brien et AL. del 1993 che definisce e standardizza una serie di definizioni quali " *indicatore*, ovvero un "organismo le cui caratteristiche sono utilizzate per evidenziare la presenza o assenza di condizioni ambientali che non sono facilmente misurabili per altre specie o l'ambiente nel suo complesso", definizione di "monitor" quale "organismi nei quali i cambiamenti in caratteristiche note possono essere misurati per valutare l'estensione della contaminazione ambientale cosicché conclusioni sulla implicazioni di salute per altre specie o per l'ambiente nel suo insieme possono essere disegnate".

Infine il concetto di *sentinella* quale organismo nel quale i cambiamenti di caratteristiche note possono essere misurati per valutare l'estensione della contaminazione ambientale e le sue implicazioni per la salute umana e che fornisce un allerta precoce di tali implicazioni.

Riassumendo gli indicatori evidenziano la presenza assenza discreta di condizioni ambientali particolari; i monitors permettono una valutazione graduata ed una quantificazione del grado di particolari condizioni ambientali; le sentinelle permettono una

valutazione graduata e una quantificazione con specifiche ed esclusive implicazioni per la salute umana, e rappresentano un allerta precoce a queste implicazioni.

Le sentinelle sono utilizzate come mezzo per la raccolta di dati medici che possono risultare importanti per patologie simili nell'uomo ed infine le sentinelle svolgono la funzione di richiamare l'attenzione sulla correlazione tra la salute umana e la salute degli animali per quanto riguarda l'ambiente, fornendo un modo per giustificare la spesa di ottenere informazioni sulle specie animali mostrando le sue implicazioni per gli esseri umani.

Vengono definiti vari criteri intrinseci per definire una buona sentinella e quali altri fattori esterni devono essere tenuti in considerazione per definire una buona sentinella.

La rassegna bibliografica riporta di numerosi studi che si concentrano sul cane quale sentinella per valutare rischio per l'uomo di neoplasia secondaria a esposizione tossica di provenienza ambientale (neoplasia della vescica, mesotelioma pleurico; nella pecora la incidenza di tumori ( adenocarcinomi intestinali ) e l'uso di erbicidi.

Infine effetti di sostanze teratogene ambientali sono state studiate per comparare difetti alla nascita nei mammiferi ( suino) e negli uomini.

Gli stessi cani sono stati utilizzati per rilevare concentrazioni elevate di metalli pesanti nel sangue quale indice predittivo di valori superiori alla norma dei livelli di Pb nei bambini della stessa famiglia; come pure i cani da slitta degli Inuit sono usati per una determinazione predittiva di livelli superiori di Hg in caso di alimentazione obbligata con la carne di foca; sempre i cani sono indicati quali sentinelle di contaminazione da PCBs. Altri casi hanno evidenziato l'uso di suini e animali da fattoria quali sentinelle di contaminazione da fungicidi organo mercuriali.

La rassegna chiude con una lunga serie di pubblicazioni dedicate all'utilizzo dei mammiferi e dei piccoli mammiferi quali indicatori e monitors, che possono rappresentare una base per individuare possibili sentinelle in ulteriori studi.

Concludendo la selezione della sentinella dovrà basarsi prioritariamente sulla fonte di contaminazione: se esposizione umana è attraverso l'ingestione devono essere presi in considerazione gli animali che destinati a produrre derrate alimentari o specie animali che ingeriscono tale derrata alimentare quale principale porzione della dieta. In tal modo riporta l'utilizzo di suino, bovino e ovino da latte il primo in quanto accumulatore attraverso il pascolo e il secondo attraverso l'escrezione con il latte di contaminanti quali i pesticidi organoclorurati.

La pecora gravida è molto sensibile agli effetti dell'avvelenamento da Pb e pertanto può essere identificata quale sentinella per l'uomo.

Infine mitili come pure specie ittiofaghe rappresentano buone sentinelle per valutare esposizione da metil mercurio.

Van der Schiele nel 1999 amplia la visione del concetto di animale sentinella includendo specie mammifere e non, animali da compagnia e animali destinati a produrre alimenti, pesci anfibi e altri animali selvatici.

Identifica potenziali applicazioni dei dati derivanti dal monitoraggio o da osservazioni casuali delle sentinelle animali per valutare cause e possibili effetti; i dati derivanti dal monitoraggio delle sentinelle animali molto probabilmente non rappresentano l'unico fattore determinante nella valutazione di considerazioni di salute pubblica, ma sono utili

quali contributo aggiuntivo di evidenze per una valutazione del rischio, nel fornire un allarme precoce di situazioni che richiedono ulteriori studi, o per il monitoraggio di attività di tipo correttivo.

3) la rassegna della Di Nardo P. rivede i risultati degli studi effettuati su animali domestici come sentinella per valutare effetti nocivi sulle diverse spp di animali domestici allevati vicino a siti inquinati, associati alla esposizione a sostanze tossiche , con particolare riferimento alla valutazione degli effetti dei rifiuti urbani e dei metalli pesanti. Tra gli effetti ricercati sono stati valutati il danno genetico come biomarcatore attraverso il test dei micronuclei ed il test della cometa che necessitano ancora di una validazione nelle spp animali domestiche e da compagnia. Conclusione della rassegna è la proposta di una standardizzazione dei metodi e degli approcci sperimentali, <sup>3</sup>

4) I vegetali a foglia larga possono presentare livelli particolarmente alti di IPA in seguito a deposizione del materiale particolato atmosferico. L'utilità principale di questo tipo di organismi è quella di bioindicatori; infatti monitorando costantemente le colture di bioaccumulatori è possibile valutare lo stato di salute dell' ecosistema, analizzando fattori come la presenza di metalli pesanti e idrocarburi. <sup>4</sup>

Osservazioni sull'attivazione del recettore arilico (Ahr) in correlazione alla contaminazione ambientale da metalli pesanti in tumori spontanei di cani della regione Campania, sono stati correlati con i risultati ottenuti dalla misurazione della concentrazione dei metalli pesanti. Tali risultati, in relazione all'area geografiche di provenienza dei campioni, fanno supporre la possibilità reale di un'attivazione dei meccanismi oncogeni da parte di alcuni metalli pesanti. <sup>5</sup>



## **MATERIALI E METODI**

### **1. Obiettivi dello studio e periodo in studio**

Obiettivo del programma di monitoraggio è quello di valutare l'impatto degli inquinanti sulla catena alimentare attraverso un monitoraggio da effettuare in un arco temporale tale che permetta l'analisi degli eventuali effetti diretti ed indiretti delle emissioni del termovalorizzatore sulla filiera agronomica.

A tale scopo sarà individuato un sistema di indicatori che possano fornire segnali utili per una gestione precoce di eventuali problemi o per avviare approfondimenti.

La scelta verterà su indicatori che possano permettere di valutare, nella loro evoluzione nel tempo, lo stato che riguarda direttamente gli organismi viventi (piante e animali) produttori di alimenti e il consumatore.

Il piano si propone di avviare un programma monitoraggio attraverso un confronto anteriore e successivo all'attivazione dell'impianto, da proseguire poi per un arco temporale di cinque anni.

Il piano ha la durata complessiva di 5 anni, con riprogrammazione annuale sulla base dei risultati.

Le attività avranno inizio nel 2015 con la integrazione e la valutazione dei dati già in essere, la definizione della metodologia di indagine e dei protocolli di intervento, l'individuazione dei siti da campionare e dei programmi di campionamento delle matrici prescelte per valutare il T0.

L'osservazione post-avvio avrà in una prima fase una durata di 5 anni, con rapporto intermedio a 2 anni. Al termine di questa prima fase sarà valutata l'opportunità di proseguire ulteriormente la osservazione epidemiologica per estendere l'osservazione ai 10 anni dalla attivazione del termovalorizzatore.

### **2. Area e popolazione in studio**

Il territorio da considerare come potenzialmente esposto a emissioni dirette e indirette è compreso nel raggio di 0-3 km, rivalutabile in funzione della numerosità campionaria, delle aree di provenienza delle acque di abbeverata, dei pascoli e dei foraggi prodotti.

La popolazione in studio è costituita dalle aziende agricole e dagli allevamenti ovini presenti in tale area<sup>7</sup>.

A questo andrà affiancato un analogo campionamento in un'area di controllo e ovviamente non esposta ad altre emissioni, ma con caratteristiche di pressione ambientale tali da renderla simile a quella circostante l'impianto di trattamento dei rifiuti in oggetto.

Sono previsti n. 3 cicli di attività di campionamento da effettuare all'inizio dello studio (anno 0) , a 24 mesi ( anno 2) e a 60 mesi (anno 5).

---

<sup>7</sup> Studio di biomonitoraggio umano (bmu) pre e post nella popolazione residente nei pressi del termovalorizzatore della provincia di Torino(zona Gerbido) -protocollo dello studio di BMU

## 2.1 Selezione delle aziende oggetto di studio

Dall'anagrafe impianti della Azienda Sanitaria Firenze (di seguito ASF) saranno selezionati gli elenchi degli allevamenti ovini e delle aziende agricole (meglio se corrispondenti) presenti nell'area oggetto di studio.

Saranno individuate circa n.7 aziende che allevano ovini e n.10 aziende agricole che producono ortaggi, situate nell'area di potenziale esposizione alle emissioni dirette o indirette dell'impianto.

Sarà predisposto, a cura della ASF l'elenco aggiornato delle aziende agricole e degli allevamenti ovini ricadenti nell'area di studio, completo delle seguenti informazioni:

- codice fiscale/CUA;
- indirizzo completo;
- se disponibili con le coordinate geografiche da utilizzare per la georeferenziazione;
- indirizzo produttivo;
- valutazione di idoneità delle aziende allo studio (caratteristiche allevamento, condizioni allevamento, condizioni ambientali, modalità alimentazione animali);

Le aziende saranno tutte georeferenziate, mappate e successivamente selezionate tenendo conto dei risultati delle simulazioni della dispersione e deposizione degli inquinanti effettuate nell'ambito del procedimento VIA per l'impianto in questione ( si veda il par. 3.a del documento " Progetto di monitoraggio epidemiologico degli effetti a breve e lungo termine sulla salute della popolazione residente nelle aree circostanti il costruendo termovalorizzatore di Case Passerini").

La specifica distribuzione del campionamento nell'area potenzialmente esposta prenderà in considerazione la maggiore presenza delle aziende nella stessa area e la distribuzione verosimilmente non omogenea delle stesse.

*I criteri di priorità per la selezione delle aziende oggetto di studio sono:*

- la contemporanea attività di allevamento ovino e di produzione di ortaggi ed erbe aromatiche delle tipologie individuate;
- la produzione di ortaggi a foglia larga ed erbe aromatiche destinati alla vendita per il consumo alimentare.

*Valutazione "idoneità" delle aziende allo studio*

Una volta selezionato l'elenco di aziende presenti nell'area oggetto di studio, verrà valutata la loro "idoneità" allo studio. Tale valutazione sarà effettuata tramite un sopralluogo durante il quale saranno raccolte informazioni su:

- 1.l'alimentazione degli ovini che deve essere prevalentemente (70%) con foraggi e mangimi prodotti all'interno dell'azienda o nei territori circostanti;
- 2.la coltivazione di specie vegetali appartenenti alle categorie di erbe e di vegetali ortaggi a foglia larga riportate nella tabella n. 1;
3. le condizioni ambientali e di allevamento e le pratiche agricole svolte;

4. la presenza di sorgenti emissive puntiformi prossime alle aziende; ( in particolare per le aziende dove saranno effettuati i campioni di matrici vegetali per la ricerca degli elementi in traccia);

5. le coordinate geografiche tali ricadere nell'area di studio.

Saranno *escluse* dallo studio le aziende i cui animali non sono alimentati prevalentemente con foraggi e mangimi prodotti all'interno dell'azienda o nei territori circostanti, le aziende prossime ad altre sorgenti emissive puntiformi (in particolare per i metalli) e quelle aziende le cui pratiche di conduzione e le condizioni ambientali siano tali da rappresentare una importante fonte di esposizione a contaminazioni.

A questo campione di aziende andrà affiancato un analogo campione di n. 5 aziende agricole e n. 3 allevamenti ovini in un'area di controllo non interessata dalle potenziali emissioni del termovalorizzatore e valutate "idonee" allo studio secondo i criteri sopradetti.

## *2.2 Matrici da campionare e indicatori esposizione ed effetto da ricercare*

Le matrici animali e vegetali individuate come più idonee per la ricerca dei contaminanti sono il latte ovino di massa (per i microinquinanti) e i vegetali a foglia larga (per la ricerca degli elementi in traccia). Le altre matrici individuate per i campionamenti sono l'acqua di abbeverata/di irrigazione, il sangue ed il siero di ovini femmine adulte (età 2-5 anni) allevati presso le aziende oggetto di studio.

1. *Il latte ovino di massa*, per il quale sono stabiliti limiti massimi (ML) per alcuni contaminanti dal Regolamento CE 1881/2006 e succ modifiche, rappresenta la matrice di origine animale di elezione per la ricerca dei livelli di diossine e PCB.

L'esposizione degli ovini oltre che dalla assunzione tramite foraggio contaminato da polveri di ricaduta, deve considerare una esposizione aggiuntiva derivante dai livelli di contaminazione del suolo nell'area di pascolo, legata al metodo di ingestione tipico degli ovini che avviene tramite recisione delle erbe con parziale asportazione della zolla.<sup>8</sup>

Presso 10 allevamenti selezionati (almeno n.7 nell'area potenzialmente esposta e n. 3 area di controllo ) sarà effettuato, per ogni ciclo di campionamento, un prelievo di latte di massa per la ricerca delle diossine, PCB diossina simili e non, Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA4: benzo(a)pirene, crisene, benzo(a)antracene e benzo(b)fluorantene-

2. *Le matrici vegetali* individuate sono rappresentate da *tipologie orticole a foglia larga* note come piante bioaccumulatrici ed utilizzate quali piante alimentari dalla popolazione locale.

Le tipologie vegetali individuate sono riportate nella tabella n. 1

---

<sup>8</sup> D. Mc Grath et al. "Soil ingestion by grazing sheep" Irish Journal of Agricultural Research, 21 135-146, 1982"

**Tabella n. 1** Cultivar di specie vegetali aventi importanza nell'alimentazione umana e appartenenti alle categorie(i) erbe e (ii)vegetali e brassicacee a foglia larga, da selezionare per il campionamento

Specie	Famiglia	Cultivar (nomi commerciali)
<i>Brassica oleracea</i>	<i>Brassicaceae</i>	Cavolo nero, cavolo rosso, cavolo cappuccio, cavolo verza
<i>Eruca vesicaria</i> (sin. <i>sativa</i> )	<i>Brassicaceae</i>	Rucola o rughetta
<i>Spinaciaoleracea</i>	<i>Chenopodiaceae</i>	<i>Spinaci</i>
<i>Beta vulgaris</i>	<i>Chenopodiaceae</i>	Bieta o bietola
<i>Cichoriumintybus</i>	<i>Asteraceae</i>	Cicoria
<i>Lactuca sativa</i>	<i>Asteraceae</i>	Lattuga
<i>Cichorium endivia</i>	<i>Asteraceae</i>	Indivia o scarola
<i>Ocimumbasilicum</i>	<i>Lamiaceae</i>	Basilico
<i>Petroselinumcrispum</i>	<i>Apiaceae</i>	Prezzemolo

Gli indicatori di esposizione che verranno presi in considerazione per i vegetali, sono in funzione dell'impatto dell'ambiente circostante e rappresentano la misura diretta dell'ingresso nel primo anello della catena alimentare, immediatamente rilevante per l'esposizione umana mediata dalla catena.

I principali elementi in traccia, in termini di salute pubblica, che saranno ricercati sono: cadmio *Cd*, piombo *Pb*, arsenico inorganico *As*, nichel *Ni*.

Per il cadmio ed il piombo esistono limiti fissati dal Reg. CE 1881 e succ modifiche, e sia per questi che per l'arsenico inorganico esistono livelli (dosi) di riferimento fissati da EFSA per la protezione della salute, tali per cui è possibile impostare una valutazione del rischio.

Il rischio derivante dalla esposizione al nichel non è dovuto tanto alla sua tossicità chimica quanto al rischio di allergia al nichel nei soggetti affetti da sindrome da allergia sistemica al nichel (SNAS).

Il numero dei campioni previsti per ciclo di campionamento sono 50 nell'area di potenziale esposizione (idealmente 25 ortaggi a foglia larga e 25 erbe aromatiche) e n. 50 nell'area di controllo. Pertanto in una singola azienda/allevamento si potranno campionare varie tipologie di ortaggi ed erbe (es. lattuga, spinaci, cicoria, basilico, prezzemolo).

Le analisi per gli elementi in traccia saranno effettuate nel 70% dei campioni prelevati dal 100% delle aziende (70 campioni). Si darà priorità alle matrici presenti (coltivate) e campionate con regolarità in tutti i siti. Le matrici vegetali prelevate da alcune aziende campionate e non analizzati potranno formare presso la ASL una banca cui ricorrere per eventuali analisi più approfondite.

La specifica distribuzione del campionamento nell'area potenzialmente esposta in rapporto alla collocazione e distanza dal termovalorizzatore sarà definita in base alle simulazioni della dispersione e deposizione degli inquinanti e delle aziende selezionate.

3. Gli *animali domestici* rappresentano un buon modello per studi di epidemiologia ambientale. La valutazione della esposizione è più semplice che negli umani, grazie alla standardizzazione di certe condizioni di vita, incluse l'alimentazione, la limitazione dei movimenti e l'assenza di importanti fattori di confondimento.<sup>9</sup>

Tra gli ulteriori vantaggi nell'utilizzo delle *sentinelle animali* si ricorda la facilità dei controlli, la economicità degli studi, i migliori livelli di rilevabilità e tempi di latenza più brevi.

Presso ogni allevamento ovino selezionato ( n.7 allevamenti nell'area potenzialmente esposta n. 3 nell'area di controllo), sarà prelevato, per ogni ciclo di campionamento, da n. 5 ovini femmine adulte (età 2-5 anni), sangue e siero per la ricerca dei seguenti biomarcatori:

- interferenza endocrina: T4, TSH, Estradiolo 17 beta, Testosterone;
- induzione enzimatica ( compreso stress ossidativo): EROD (etossiresorufina-O-deetilasi);
- genotossicità: Comet assay.

L'analisi dei biomarcatori , i dati ottenuti dal monitoraggio delle sentinelle animali, come pure i dati ottenuti dalla ricerca dei contaminati nel latte, saranno valutati ai fini della esposizione e di eventuali rischi per la salute degli animali, nonché come indicatori precoci dell'eventuale impatto tossicologico delle emissioni.

4. *L'acqua di irrigazione e di abbeverata* è un fattore che influenza i livelli dei contaminanti misurati e per questo deve essere monitorata, con stretta corrispondenza fra campione vegetale e animale e acqua di irrigazione/abbeverata relativa.

Pertanto contestualmente al campionamento delle matrici vegetali e animali presso le aziende sarà prelevato ad ogni ciclo di campionamento, un campione di acqua irrigua e/o di abbeverata per ogni punto di approvvigionamento idrico.

Si possono così prevedere più campioni di acqua per azienda, se le fonti utilizzate per l'irrigazione/abbeverata sono multiple.

Saranno determinati gli elementi in traccia (cadmio *Cd*, piombo *Pb*, arsenico inorganico *As*, nichel *Ni*,) e gli IPA (benzo(a)pirene, benzo(b)fluorantene, benzo(k) fluorantene, benzo(ghi)perilene, indeno (1,2,3,-cd)pirene.

5. I risultati delle indagini saranno valutati anche alla luce del *piano di monitoraggio e controllo ambientale (PMC)* inserito nella Autorizzazione integrata ambientale (AIA), che il gestore del termovalorizzatore effettuerà, opportunamente integrato e valutato in ambito di Conferenza dei servizi.

La localizzazione dei punti di prelievo del monitoraggio ambientale sarà meglio definita da Azienda Sanitaria di Firenze (di seguito ASF) e ARPAT, sulla base delle simulazioni della dispersione e deposizione degli inquinanti.

Per quanto riguarda la numerosità i punti di prelievo, questa corrisponderà ad un numero rappresentativo delle aziende selezionate nell'area di potenziale esposizione alle emissioni dirette o indirette dell'impianto, pari a n.3 aziende che allevano ovini e n.5 aziende agricole che producono ortaggi, e terrà conto dei terreni ove gli animali pascolano e sono effettivamente coltivati gli ortaggi.

---

<sup>9</sup> O'Brien et AL. the use of mammals as sentinels for Human exposure ti toxic contaminants in the environment. Environment Health Perspectives 1993 vol. 99, pp 351-368 2014; 6: 120-132.

### 2.3 Attività di campionamento, frequenza dei controlli e criteri per il campionamento

Le aziende valutate “idonee allo studio” saranno sottoposte a n. 3 cicli di monitoraggio: il primo anteriore alla attivazione del TMV (T0), una valutazione post–avvio dopo 5 anni con valutazione intermedia a 2 anni (T2, T5).

Al termine di questa prima fase sarà valutata l’opportunità di proseguire ulteriormente la osservazione epidemiologica per estendere l’osservazione ai 10 anni dalla attivazione del termovalorizzatore.

Ad ogni ciclo (T0, T2, T5) la Azienda Sanitaria di Firenze effettuerà un sopralluogo presso le aziende selezionate, per raccogliere informazioni sullo stato di salute degli animali allevati, sulle condizioni di allevamento/coltivazione, sulle pratiche agricole effettuate, sulle condizioni ambientali. A tal fine verrà utilizzata una apposita lista di riscontro.

Contestualmente alla raccolta delle informazioni sarà effettuato il campionamento di matrici alimentari quali latte ovino di massa, ortaggi a foglia larga, sangue /siero ovino, acqua di abbeverata /di irrigazione.

I campioni saranno effettuati in singola aliquota. Nella tabella di seguito sono riportate le quantità previste per le diverse matrici da campionare. I laboratori che effettueranno le analisi forniranno le istruzioni per il campionamento e trasporto ed i contenitori nel caso questi non siano disponibili presso la Azienda Sanitaria di Firenze.

**Tabella n. 2** indicazioni per il campionamento (quantità matrice per campione) trasporto e laboratori di riferimento

matrice	quantitativo/ campione	contenitore	stato del campione	laboratorio che effettua l’analisi
Latte ovino massa	1 lt	contenitore Plastica	congelato	IZSLT
Ortaggi /erbe	1 Kg	buste di plastica per i campionamenti ufficiali	congelato	ISS
Sangue	25 cc	Provetta con EDTA	fresco	ISS
Siero	25 cc	Provetta	fresco	ISS
Acqua abbeverata /irrigazione	1 lt	Contenitore plastica	congelato	LSP ASF

### 3. Definizione esposizione e variabili di confondimento

I dati correnti ambientali e sanitari e relativi alla catena alimentare saranno incrociati e sarà identificata una mappa di rischio anche tramite lo sviluppo di software. Ad integrazione di quanto già previsto nel progetto di sorveglianza della popolazione generale, stante le finalità del progetto di monitoraggio, ci si avvarrà - in un’ampia area centrata sull’impianto, orientativamente di 5 km x 5 km, con risoluzione pari a 200 m - della stima della deposizione cumulata annua in ciascun recettore e della deposizione cumulata annua più elevata, in tutto il dominio di calcolo, di un inquinante in forma particellare emesso dall’impianto, al fine di ricavare indicazioni circa i suoli maggiormente interessati dai potenziali effetti degli inquinanti emessi.

Tali stime saranno incrociate con i dati catastali delle aree agricole per la scelta delle aziende agricole e zootecniche da campionare per il presente piano e per la scelta dei punti da campionare per il Piano di Monitoraggio e Controllo eseguito dal Gestore dell'impianto previsto dalla Autorizzazione Integrata Ambientale, secondo le modalità descritte nel paragrafo 2.2 punto 5.

Lo studio di monitoraggio ambientale sarà *associato e concomitante* al piano di monitoraggio della catena alimentare.

Il *numero dei punti di prelievo* corrisponderà ad un numero rappresentativo delle aziende selezionate nell'area di potenziale esposizione alle emissioni dirette o indirette dell'impianto, pari a n.3 aziende che allevano ovini e n.5 aziende agricole che producono ortaggi, e terrà conto dei terreni ove gli animali pascolano e sono effettivamente coltivati gli ortaggi. La localizzazione dei punti di prelievo sarà meglio definita da ASF ed ARPAT sulla base delle simulazione della dispersione e deposizione degli inquinanti.

Si prevederanno *3 cicli di monitoraggio* uno prima della attivazione del termovalorizzatore ( T0), uno dopo 2 anni dalla attivazione ( T2), uno dopo 5 anni ( T5).

Durante ognuno dei 3 cicli previsti, sarà effettuato un prelievo per il monitoraggio del suolo e saranno individuate n.4 campagne per il monitoraggio delle deposizioni, corrispondenti ai periodi stagionali (primavera, estate, autunno, inverno) della durata di almeno 15 giorni ciascuna.

La scelta di individuare 4 periodi differenti dell'anno potrebbe consentire di mettere in luce le eventuali differenze dovute ai diversi regimi meteo climatici, antropici (quali riscaldamento o traffico veicolare) che caratterizzano pesantemente lo stato della qualità dell'aria.

Le *ricerche minime* per ogni ciclo e campagna annuale sia per monitoraggio del suolo e delle deposizioni sono le seguenti:

diossine, PCB diossina like e non like (PCDD/PCDF), Pb, As, Cd, Ni, IPA (*benzo(a) pirene, crisene, benzo (a) antracene e benzo (b) fluoroantene, benzo (k) fluoroantene, benzo (ghi) perilene, indeno ( 1,2, 3-cd) pirene.*

### 3.1 *Prevenzione dei fattori di confondimento*

Gli indicatori di esposizione oggetto del presente monitoraggio non sono specifici del termovalorizzatore; lo schema stesso dello studio permetterà di prevenire ogni fattore di confondimento.

Di seguito gli elementi essenziali:

- *la valutazione ante-post* (a 2 e ancora di più a 5 anni) Il campionamento al tempo zero servirà a vedere la situazione baseline. Se si rilevano modifiche nel quadro delle misure queste saranno prese in considerazione rispetto al tempo zero;

- *la distanza dal termovalorizzatore* dai siti di campionamento è un altro elemento di valutazione. . La valutazione comparata dei livelli misurati nelle stesse specie vegetali e nelle matrici animali in funzione della distanza dal termovalorizzatore e dei livelli di deposizione attribuibili alle emissioni dello stesso (si veda il par. 3.a del documento " Progetto di monitoraggio epidemiologico degli effetti a breve e lungo termine sulla salute della popolazione residente nelle aree circostanti il costruendo termovalorizzatore di Case Passerini") è un dato che verrà attentamente esaminato.

- *la selezione di siti non influenzati da eventuali altre possibili sorgenti di contaminazione* è un altro elemento da tenere in considerazione. Saranno individuati con attenzione i siti di prelievo sull'area definita dal raggio che verrà fissato, segnalando ogni sito o attività che non ricada nel quadro dell'uso residenziale o agricolo del terreno. L'individuazione di siti/attività che possono essere sorgenti di contaminazione determinerà la definizione di un raggio intorno ad esse in cui il campionamento è inibito.

- *il traffico veicolare* Al fine di evitare effetti confondenti, non saranno campionati prodotti vegetali a meno di 200 metri dalle strade a grande traffico (A1, A11, strade statali e provinciali) e a meno di 50 metri da quelle minori (le altre).

- La *numerosità campionaria stabilita* per le matrici vegetali piuttosto che per quelle animali, prevede oltre ai n. 50 campioni di vegetali nell'area studio, un numero corrispondente (ordine di grandezza confrontabile) in aree di controllo dove si possano riscontrare livelli di background (distanza dal termovalorizzatore, zone prive di fonti inquinanti).

- *L'acqua di irrigazione/abbeverata nei siti di campionamento* non deve avere livelli anomali (anche per cause naturali) degli elementi studiati e per questo verrà analizzata. Saranno inoltre tenuti in considerazione i risultati dei monitoraggi ambientali della qualità delle acque sotterranee effettuati nella piana di Firenze allo scopo di escludere ulteriori fattori confondenti sulle ricerche programmate<sup>10</sup>.

#### **4. Risultati attesi**

I risultati saranno raccolti e discussi nei rapporti di studio periodici (pre-avvio; biennio e quinquennio post-avvio), confrontando anche le analisi pre/post-avvio.

L'analisi dei diversi contaminanti ambientali sarà completata dalla valutazione integrata dei dati ottenuti, ai fini della caratterizzazione della esposizione umana e di eventuali rischi per la salute.

Dalla valutazione dei dati ottenuti dalle analisi dei biomarcatori, scaturirà una caratterizzazione della esposizione e di eventuali rischi per la salute degli animali, nonché come indicatori precoci dell'eventuale impatto tossicologico delle emissioni.

##### *4.1 Azioni conseguenti a non conformità*

Qualora si evidenzino criticità nei risultati, questi saranno valutati e gestiti da ASF con il supporto scientifico di Istituto Superiore di Sanità ( di seguito ISS). In caso di riscontro di non conformità ai parametri fissati dalla normativa, la ASF adotterà i provvedimenti previsti dalla normativa vigente al fine di salvaguardare la salute pubblica. La comunicazione del rischio è prerogativa della ASF.

---

<sup>10</sup> Annuario dei dati ambientali ( 2012 e 2013) – Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana (ARPAT)-  
www.arpato.toscana.it



## **5. Soggetti ad oggi coinvolti**

**Azienda Sanitaria Firenze-** Dipartimento Prevenzione ( Direttore dr. Giuseppe Petrioli)

**Istituto Zooprofilattico Sperimentale Lazio e Toscana-** Direzione Chimica (Direttore dr. Bruno Neri)

**Istituto Superiore Sanità-** Reparto Dip. SPVSA - Tossicologia alimentare e veterinaria (Direttore dr. Alberto Mantovani)

**ARPAT** (Direttore dr. Giovanni Barca)

## 6. Stima dei costi

### Stima costi analisi

Ricerche /attività	Matrice	Numero campioni /interventi/personale /ciclo	Numero totale campioni /interventi	Ente che effettua analisi/attività	Costo unitario analisi/intervento (€)	Costo per ciclo (€)	Costo totale (€)
Metalli pesanti (As totale, As inorganico, Cd, Pb, Ni, )	Ortaggi foglia larga e erbe aromatiche (prezzemolo e basilico)	70	210	ISS	140,50	9.835	29.505
Metalli pesanti (As totale, Cd, Pb, Ni)	Acqua di irrigazione/abbeverata	30	90	ASF- LSP	64,45	1933,57	5.800,00
IPA (benzo(a)pirene, crisene, benzo(a)antracene e benzo(b)fluorantene	Latte ovino di massa	15	45	IZSLT	155,56	2.333,4	7.000,00
IPA (benzo(a)pirene, - benzo (b) fluorantene, - benzo (k) fluorantene, - benzo (ghi) perilene, - indeno (1,2,3-cd) pirene.	Acqua di irrigazione/abbeverata	30	90	ASF- LSP	74,42	2.232,60	6.697,80
Diossine e PCB diossina like e non	Latte ovino di massa	15	45	IZSLT	900,00	13.500,00	40.500,00
Biomarcatori (T4, TSH, Estradiolo17-beta, testosterone, EROD, Comet assay)	Sangue ovino	50	150	ISS	300,00	15.000	45.000
<b>Totale costi analisi</b>							<b>134.502</b>

### Totale costi progetto monitoraggio catena alimentare di origine animale e vegetale

Ricerche /attività	Matrice	Numero /interventi /ciclo	Numero totale /interventi	Ente che effettua attività	Costo unitario analisi/intervento (€)	Costo per ciclo (€)	Costo totale(€)
<b>Totale costi analisi</b>							<b>134.502</b>
Sopralluoghi con campionamento ASF*		30	90	ASF	131,56	3.946,80	11.840,40
elementi in traccia e loro specie: valutazione del rischio, ( costo personale a contratto ,missioni, spostamenti ciclo		2	6	ISS			56.295
Biomonitoraggio animale ( costo personale a contratto , missioni, spostamenti ciclo		2	6	ISS			54.760
<b>Totale costi</b>							<b>257.397,40</b>

\*( voce Z 29 tariffario regionale di cui alla D.G.R.T. 1059 del 9 dicembre 2013)

\*\* costo personale ISS

## Bibliografia

1. Rombolà P., Battisti S., Scaramozzino P. "Biomonitoraggio animale e microinquinanti in sanità pubblica – rassegna bibliografica"- *Epidemiologia e Prevenzione* 2012; 36 (5) suppl 4: 5-14
2. Scaramozzino P. et AL.. "Sorveglianza epidemiologica attraverso il biomonitoraggio animale di sostanze contaminanti in aree a rischio ambientale"- *Epidemiologia e Prevenzione* 2012; 36 (5) suppl 4: 1- 52
3. De Nardo P. esposizione a rifiuti e rischio sanitario: il contributo di studi di popolazioni animali Rapporti ISTISAN 04/5: 123-130
4. Beatrice Bocca B., Crebelli R., Menichini E., Presenza degli idrocarburi policiclici aromatici negli alimenti ISSN 1123-3117 Rapporti ISTISAN 03/22
5. Trapani, Francesca (2010) Osservazioni sull'attivazione del recettore arilico (*Ahr*) in correlazione alla contaminazione ambientale da metalli pesanti in tumori spontanei di cani della regione Campania. [tesi di dottorato] (inedito) università degli studi di Napoli Federico II.