

Comune di Russi (RA)

Analisi dei potenziali effetti sulle produzioni agricole ed agro-industriali nel bacino di pertinenza del realizzando combustore di biomasse legnose della PowerCrop Russi: monitoraggio e valutazione della situazione “ante opera”

Relazione finale

A cura di:



Centro Ricerche Produzioni Animali C.R.P.A. S.p.A.
Viale Timavo 43/2 – 42121 Reggio Emilia
Tel. +39.0522.436999 – Fax +39.0522.435142
www.crpa.it



CRPA Certificato
N. IT10/0274.01

Reggio Emilia, Febbraio 2019

INDICE

1	GLI INQUINANTI OGGETTO DI INDAGINE NELLE PRODUZIONI AGRO-ZOOTECNICHE	3
1.1	LA PRODUZIONE DI MICROINQUINANTI CORRELATA ALLA COMBUSTIONE DI BIOMASSE LEGNOSE	3
1.2	LA NORMATIVA EUROPEA E NAZIONALE DI RIFERIMENTO	3
1.3	DEFINIZIONE DEI PARAMETRI INDAGATI SU PRODUZIONI AGRICOLE E SUOLI	10
1.4	CRITERI DI CAMPIONAMENTO ADOTTATI PER LE DIVERSE MATRICI.....	13
1.5	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	14
2	LE AZIENDE AGRICOLE OGGETTO DI MONITORAGGIO	16
3	RISULTATI ANALITICI.....	19
3.1	QUALITÀ AMBIENTALE DEL SUOLO (TABELLE 3.1)	20
3.2	QUALITÀ AMBIENTALE DEI VEGETALI (UVA, KIWI, FOGLIE DI VITE E KIWI) (TABELLE 3.2).....	20
3.3	QUALITÀ AMBIENTALE DEL GRASSO E DELLA CARNE SUINA (TABELLE 3.3).....	21
4	RASSEGNA BIBLIOGRAFICA	28
4.1	DERRATE ALIMENTARI	30
4.2	FORAGGI (MANGIMI) - SUOLI	36
5	CONCLUSIONI.....	41
6	BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	42
7	NORMATIVA DI RIFERIMENTO – ELENCO ESAUSTIVO	44
8	ALLEGATO: CERTIFICATI ANALITICI	47

1 GLI INQUINANTI OGGETTO DI INDAGINE NELLE PRODUZIONI AGRO-ZOOTECNICHE

1.1 La produzione di microinquinanti correlata alla combustione di biomasse legnose

Le emissioni causate dalla combustione delle **biomasse legnose** possono essere di vario genere a causa della composizione chimica del tipo di biomassa che viene bruciata (forestale, agricola, agroforestale, ect.). Infatti la struttura della biomassa legnosa non è caratterizzata solo da lignina, cellulosa ed emicellulosa, ma da innumerevoli altri elementi, quali azoto, potassio, fosforo, zolfo e tracce di altri, che durante la combustione si ossidano e possono formare sostanze inquinanti. La formazione di tali inquinanti dipende da una molteplicità di fattori quali ad esempio le caratteristiche chimico-fisiche della biomassa legnosa trattata e le condizioni operative della combustione; le aliquote di tali composti inquinanti, potenzialmente rilasciate in ambiente, sono strettamente correlate alle tecnologie utilizzate per la riduzione delle emissioni al camino e l'abbattimento dei contaminanti e alla loro corretta gestione.

A seconda della concentrazione dei composti emessi allo stato gassoso dal camino questi si dividono in microinquinanti (μg o ng/m^3) e macroinquinanti (mg/m^3); tra i microinquinanti, rientrano tra i principali diossine e furani (PCDD/PCDF), policlorobifenili (PCB), idrocarburi policiclici aromatici (IPA), metalli pesanti (arsenico, piombo, cadmio, cromo, mercurio, nichel...). Tra i macroinquinanti, oltre alle polveri sottili (PM10-PM2,5), compaiono anche i gas acidi (acido cloridrico, acido fluoridrico) e gli ossidi dei non metalli (azoto, zolfo, carbonio).

Il problema principale legato all'emissione dei microinquinanti, oltre alla loro comprovata tossicità, è dovuto alla loro persistenza e alla loro scarsa biodegradabilità; il suolo, su cui essi ricadono e si accumulano, diviene quindi il punto di partenza per l'entrata di tali composti nella catena alimentare e il loro passaggio continuo tra un organismo vivente e l'altro sino a raggiungere l'uomo.

In questo studio si intende pertanto concentrare l'attenzione soprattutto su quei composti che possono formarsi durante la combustione di biomasse legnose e che hanno il maggior impatto da un punto di vista sanitario e ambientale e che è di primaria importanza cercare di contenere, per evitare che il loro accumulo lungo la catena alimentare possa raggiungere la popolazione a dosi pericolose: **Diossine (PCDD/PCDF), Policlorobifenili (PCB) e metalli pesanti (Pb, As, Cd, Cr, Hg, Ni).**

1.2 La normativa europea e nazionale di riferimento

I 17 congeneri delle **Policlorodibenzo-para-diossine** e dei **Policlorodibenzofurani** (PCDD/PCDF), oltre a essere tra i contaminanti organici quelli che più direttamente sono legati alle emissioni dai combustori e che più preoccupano sotto l'aspetto della salute della popolazione, sono di interesse per tutte le matrici coinvolte nello studio in oggetto (terreni, produzioni vegetali, produzioni animali).

Le stesse norme comunitarie che regolamentano l'alimentazione sia animale che umana (Tabelle 1-1, 1-2 e 1-3) e definiscono i tenori massimi di alcuni contaminanti ai fini di tutelare la salute pubblica, sono state modificate proprio per introdurre limitazioni su PCDD/PCDF e più recentemente anche sui cosiddetti **PCB-diossina simili** (DL-PCB).

Con l'acronimo **PCB (policlorobifenili)** si intende un folto gruppo di 209 composti aromatici biciclici costituiti da molecole di bifenile con diverso grado di clorazione; le somiglianze sotto il profilo tossicologico di alcuni di questi alle diossine (ne sono stati classificati 12) ha fatto sì che essi venissero valutati utilizzando gli stessi sistemi di misura (che esprimono le concentrazioni in equivalenti di tossicità riferiti al composto più tossico, la 2,3,7,8-Tetraclorodibenzo-para-diossina).

Di tali sistemi, il più attuale (riportato anche nelle norme comunitarie) è quello che l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha stabilito nel 1997 (Van den Berg et al., 1998)⁽²⁶⁾ ed aggiornato nel 2005 (Van den Berg et al., 2006)⁽²⁸⁾, che definisce i fattori di equivalenza (OMS-TEF) per tutti i 29

composti (17 diossine e 12 PCB-diossina simili); il valore di concentrazione espresso in equivalenti di tossicità viene ottenuto moltiplicando tali fattori per il valore di concentrazione effettiva ottenuto dall'analisi chimica.

Alla luce delle maggiori informazioni che la ricerca scientifica ha saputo fornire su questo gruppo di PCB, la Commissione delle Comunità Europee ha deciso di introdurre anche per questi dei livelli d'azione (Raccomandazione 2006/88/CE del 6 febbraio 2006, Tabella 1-3), oltre i quali far scattare misure atte a individuare la fonte della contaminazione e prendere gli opportuni provvedimenti; tali livelli erano stati già introdotti per PCDD/PCDF sia in mangimi che in alimenti nella Raccomandazione 2002/201/CE (Tabella 1-3). La 2006/88/CE (e la successiva raccomandazione dell'Autorità di vigilanza EFTA n. 144/06/COL dell'11 maggio 2006) raccomanda inoltre agli Stati membri di effettuare controlli casuali oltre che sulla presenza di diossine e PCB diossina-simili anche, se possibile, di PCB non diossina-simili in entrambe le matrici; in particolare, si suggerisce l'analisi di questi ultimi nell'evenienza di un superamento del livello d'azione per l'uno o l'altro o entrambi i primi due gruppi di composti.

Il Parere del gruppo scientifico sui contaminanti nella catena alimentare (CONTAM), su richiesta della Commissione, in merito alla presenza di policlorodifenili (PCB) non diossina-simili nei mangimi e negli alimenti (Richiesta n° EFSA-Q-2003-114, adottato l'8 novembre 2005) riporta che, mentre per i mangimi animali gli attuali livelli di base dei PCB non diossina-simili (NDL-PCB) non destano preoccupazioni, "non è possibile, al momento, stabilire per i NDL-PCB alcun valore guida per la salute umana in quanto la contemporanea esposizione ai NDL-PCB e ai diossina-simili compromette l'interpretazione dei risultati degli studi tossicologici ed epidemiologici e che la banca dati sugli effetti dei singoli congeneri di NDL-PCB è piuttosto limitata". Dagli studi tossicologici emerge tuttavia l'esigenza di raccomandare "uno sforzo continuativo per ridurre i livelli di NDL-PCB negli alimenti".

*Come base per le proprie valutazioni, il parere adotta e suggerisce di utilizzare la **somma dei cosiddetti 6 PCB indicatori (PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180)**, che, in molti casi, arriva a rappresentare non meno del 50% di tutti i NDL-PCB presenti negli alimenti e che per tale ragione è ritenuta la più idonea per stimare il rischio dovuto a questa classe di composti.*

Il Decreto Ministeriale n.471 del 25 ottobre 1999 (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n.293 del 15-12-1999, suppl. ord. n.218 e poi sostituito dal Decreto Legislativo del 3 Aprile 2006 N.152 recante "Norme in materia ambientale") reca i criteri, le procedure e le modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati; esso riporta (riferendole alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare, Tabella 2-4) i valori di concentrazione limite accettabili per le sostanze contaminanti presenti nel suolo e sottosuolo tra cui PCDD/PCDF e PCB.

Per quanto riguarda i **metalli pesanti**, le norme comunitarie fissano limiti per piombo (Pb), cadmio (Cd) e mercurio (Hg), sia per gli alimenti (Regolamento CE N.1881/2006 come modificato dai Regolamenti UE N.1005/2015, N. 488/2014 e Regolamento CE N.629/2008, Tabella 1-1) che per i mangimi (Direttiva 2002/32/CE e successive modifiche, Tabella 1-2), mentre prevedono anche un limite per arsenico (As) unicamente nel caso dei mangimi. Il DLgs 152/2006 (Parte IV) (ex DM 471/99) fissa limiti per i suoli per i 4 elementi citati.

Tabella 1-1 – Normativa comunitaria per DERRATE ALIMENTARI (quella vigente indicata su fondo grigio più scuro)

Normativa	Contaminante	Matrice	Tenore massimo	Campionamento secondo	Metodo d'analisi secondo
Regolamento (CE) N.466/2001 dell'8 marzo 2001	Pb	Latte di mucca ⁽¹⁾	0,02 ⁽²⁾	Direttiva 2001/22/CE	Direttiva 2001/22/CE
		Cereali (compreso grano saraceno), legumi e leguminose	0,2		
		Ortaggi secondo art.1 della direttiva 90/642/CEE	0,1		
		Cavoli, ortaggi a foglia e funghi coltivati	0,3		
	Cd	Cereali (esclusi crusca, germe di frumento e riso)	0,1 ⁽²⁾	Direttiva 2001/22/CE	Direttiva 2001/22/CE
		Ortaggi secondo art.1 della direttiva 90/642/CEE	0,05		
		Ortaggi a foglia, erbe aromatiche, sedano rapa e tutti i funghi coltivati	0,2		
		Ortaggi a stelo, ortaggi da radici e patate	0,1		
	Hg	Solo per prodotti ittici			
Regolamento (CE) N.2375/2001 del 29 novembre 2001 modifica il 466/2001 aggiungendo la parte 5 all'all. I sulle diossine	Metalli pesanti	vedi 466/2001	vedi 466/2001	vedi 466/2001	vedi 466/2001
	Somma di diossine e furani (PCDD+PCDF)	Latte ⁽¹⁾ e prodotti lattiero-caseari, compreso il grasso butirrico	3 ⁽³⁾		
Regolamento (UE) 2017/644 della commissione del 5 aprile 2017	Non riporta valori limite ma stabilisce i metodi di campionamento e d'analisi per il controllo ufficiale di diossine e la determinazione di PCB diossina-simili nei prodotti alimentari				
Racc (2004/705/CE) dell'11 ottobre 2004	Non riporta valori limite ma indicazioni circa il monitoraggio dei livelli di base di diossine e PCB diossina-simili nelle derrate alimentari				
Direttiva 2005/4/CE del 19 gennaio 2005	Non riporta valori limite ma modifica la direttiva 2001/22/CE relativa ai metodi per il prelievo di campioni e ai metodi di analisi per il controllo ufficiale dei tenori massimi di piombo, cadmio, mercurio e 3-MCPD nei prodotti alimentari				
Regolamento (CE) N.199/2006 del 3 febbraio 2006 modifica il 466/2001 sostituendo la parte 5 dell' all.I con la versione aggiornata contenente PCB diossina-simili	Metalli pesanti	vedi 466/2001	vedi 466/2001	vedi 466/2001	vedi 466/2001
	PCDD/PCDF	Latte ⁽⁵⁾ e prodotti lattiero-caseari, compreso il grasso butirrico	3 ⁽³⁾	Direttiva 2002/69/CE	Direttiva 2002/69/CE
	Somma di diossine e furani e PCB diossina-simili (PCDD/PCDF+ PCB diossina-simili)	Latte ⁽⁵⁾ e prodotti lattiero-caseari, compreso il grasso butirrico	6 ⁽³⁾	Direttiva 2002/69/CE	Direttiva 2002/69/CE
Racc (2006/794/CE) del 16 novembre 2006	Non riporta valori limite ma indicazioni circa il monitoraggio dei livelli di base di diossine, PCB diossina-simili e PCB non diossina-simili nelle derrate alimentari				

continua **Tabella 1-1**

Normativa	Contaminante	Matrice	Tenore massimo	Campionamento secondo	Metodo d'analisi secondo
Regolamento (CE) N.1881/2006 del 19 dicembre 2006 abroga il 466/2001 e si applica a decorrere dal 1 marzo 2007 Regolamento (CE) N. 629/2008-Regolamenti (UE) N. 488/2014 N. 1005/2015 N. 1006/2015 che modificano il Regolamento (CE) N. 1881/2006	Pb ⁽²⁾	Latte ⁽⁴⁾	0,02		
		Cereali, legumi e leguminose	0,20		
		Frutta, Ortaggi, Carni e Grassi	0,10		
		Ortaggi a foglia e funghi coltivati	0,30		
	Cd ⁽²⁾	Cereali (esclusi frumento e riso)	0,10		
		Crusca, germe, grano e riso	0,20		
		Ortaggi e frutta	0,05		
		Ortaggi a foglia, erbe aromatiche, funghi coltivati e sedano rapa	0,20		
		Ortaggi a stelo, ortaggi da radici e patate	0,10		
	Hg	Solo per prodotti ittici			
	As	Solo per riso e prodotti a base di riso			
	PCDD/PCDF	Latte ⁽⁴⁾ e prodotti lattiero-caseari, compreso il grasso butirrico	3 ⁽³⁾		
	PCDD/PCDF	Carne e prodotti a base di carne suina, grasso di suino	1,0 ⁽⁶⁾		
	PCDD/PCDF+ PCB diossina-simili	Latte ⁽⁴⁾ e prodotti lattiero-caseari, compreso il grasso butirrico	6 ⁽³⁾		
	PCDD/PCDF+ PCB diossina-simili	Carne e prodotti a base di carne suina, grasso di suino	1,25 ⁽⁶⁾		
	Somma di PCB indicatori	Grasso, carne e prodotti a base di carne di bovini, ovini, pollame e suini	40 ⁽⁵⁾		
Regolamento (CE) N.1883/2006 del 19 dicembre 2006 Regolamento (UE) 2017/644 della commissione del 5 aprile 2017	Non riporta valori limite ma stabilisce i metodi di campionamento e d'analisi per il controllo ufficiale di diossine e di PCB diossina-simili in alcuni prodotti alimentari				
Regolamento (CE) N.333/2007 del 28 marzo 2007	Non riporta valori limite ma è relativo ai metodi di campionamento e di analisi per il controllo ufficiale dei tenori di piombo, cadmio, mercurio, stagno inorganico, 3-MCPD e benzo(a)pirene nei prodotti alimentari				

- 1) latte crudo, latte destinato alla fabbricazione di prodotti a base di latte e latte trattato termicamente secondo quanto definito nella direttiva 92/46/CEE
- 2) tenori massimi espressi in mg/kg di peso fresco
- 3) livelli massimi espressi in pg OMS-PCDD/F-TEQ/g grasso e non applicabili per matrici con tenore di grasso <1%
- 4) latte crudo, latte per la produzione di prodotti a base di latte e latte trattato termicamente di cui all'allegato I del regolamento (CE) n.853/2004
- 5) livelli massimi espressi in ng/g grasso (concentrazioni upper bound) e non applicabili per matrici con tenore di grasso <2%
- 6) livelli massimi espressi in pg/g grasso (concentrazioni upper bound) e non applicabili per matrici con tenore di grasso <2%

Tabella 1-2 – Normativa comunitaria per MANGIMI (quella vigente indicata su fondo grigio più scuro)

Normativa	Contaminante	Matrice	Tenore massimo	Soglia d'azione ⁽⁵⁾
Direttiva 76/371/CEE del 1 marzo 1976	Non riporta valori limite ma fissa i modi comunitari di prelevamento dei campioni per il controllo ufficiale degli alimenti per gli animali			
Direttiva 2002/32/CE del 7 maggio 2002	As	Materie prime per mangimi ad eccezione di *	2 ⁽¹⁾	
		* farina d'erbe, d'erba medica e di trifoglio, polpe essiccate di barbabietole e polpe essiccate di barbabietole melassate	4	
	Pb	Materie prime per mangimi ad eccezione di *	10 ⁽¹⁾	
		* foraggio verde	40	
	Hg	Materie prime per mangimi	0,1 ⁽¹⁾	
	Cd	Materie prime per mangimi di origine vegetale	1 ⁽¹⁾	
	PCDD/PCDF	Pastazzo di agrumi	500 ⁽²⁾	
Direttiva 2002/70/CE del 26 luglio 2002	Non riporta valori limite ma stabilisce i requisiti per la determinazione dei livelli di diossine e PCB diossina-simili nei mangimi			
Direttiva 2003/57/CE del 17 giugno 2003 modifica la 2002/32/CE sostituendo il punto 27 relativo alle diossine dell'allegato I	PCDD/PCDF	Tutti i componenti dei mangimi di origine vegetale compresi oli vegetali e sottoprodotti	0,75 ⁽³⁾	
		Altri prodotti di animali terrestri compresi il latte ed i prodotti lattiero-caseari, nonché uova e sottoprodotti	0,75 ⁽³⁾	
Racc (2004/704/CE) dell'11 ottobre 2004	Non riporta valori limite ma riguarda il monitoraggio dei livelli di base di diossine e PCB diossina-simili nei mangimi			
Direttiva 2005/7/CE del 27 gennaio 2005	Non riporta valori limite ma reca modifica della direttiva 2002/70/CE che stabilisce i requisiti per la determinazione dei livelli di diossine e PCB diossina-simili nei mangimi			
Direttiva 2005/8/CE del 27 gennaio 2005 modifica la 2002/32/CE per Hg	Hg	Materie prime per mangimi	0,1 ⁽¹⁾	
Direttiva 2005/87/CE del 5 dicembre 2005 modifica la 2002/32/CE per Pb, F, Cd	Pb	Materie prime per mangimi ad eccezione di *	10 ⁽¹⁾	
		* foraggio verde ⁽⁴⁾	30	
	Cd	Materie prime per mangimi di origine vegetale	1 ⁽¹⁾	
Direttiva 2006/13/CE del 3 febbraio 2006 modifica la 2002/32/CE sostituendo il punto 27 relativo alle diossine dell'allegato I e l'allegato II contenente le soglie d'azione	As	vedi 2002/32/CE		
	Pb	vedi 2005/87/CE		
	Hg	vedi 2005/8/CE		
	Cd	vedi 2005/87/CE		
	PCDD/PCDF	Componenti di mangimi di origine vegetale esclusi oli vegetali e sottoprodotti	0,75 ⁽³⁾	0,5 ⁽⁵⁾
	PCDD/PCDF+ PCB diossina-simili	Componenti di mangimi di origine vegetale esclusi oli vegetali e sottoprodotti	1,25 ⁽³⁾	
	PCB diossina-simili	Componenti di mangimi di origine vegetale esclusi oli vegetali e sottoprodotti		0,35 ⁽⁵⁾

- 1) tenori massimi espressi in mg/kg di mangime al tasso di umidità del 12%
- 2) tenore espresso in pg I-TEQ/kg (non OMS-TEQ) e concentrazioni massime calcolate sulla base della assunzione che tutti i valori dei diversi congeneri inferiori al limite di rivelabilità siano uguali al limite di rivelabilità
- 3) livelli massimi espressi in ng OMS-PCDD/F-TEQ/kg di prodotto
- 4) il foraggio verde comprende prodotti destinati all'alimentazione degli animali quali fieno, foraggio insilato, erba, ecc.
- 5) soglia alla quale devono scattare le misure per individuare, ridurre e se possibile eliminare la fonte di contaminazione

Tabella 1-3 – Normativa comunitaria per DERRATE ALIMENTARI/MANGIMI (quella vigente indicata su fondo grigio più scuro)

Normativa	Contaminante	Matrice	Livello d'azione
Racc (2002/201/CE) introduce i livelli d'azione del 4 marzo 2002	PCDD/PCDF	Tutti i componenti di mangimi di origine vegetale, inclusi gli oli vegetali e i sottoprodotti	0,5 ⁽¹⁾
		Latte e latticini, compreso grasso butirrico	2 ⁽²⁾
		Verdura	0,4 ⁽¹⁾
		Cereali	0,4 ⁽¹⁾
Racc (2006/88/CE) del 6 febbraio 2006 abroga la 2002/201/CE dal 14 novembre 2006	PCDD/PCDF	Latte ⁽³⁾ e prodotti lattiero-caseari, compreso il grasso butirrico	2 ⁽²⁾
		Ortofrutticoli e cereali	0,4 ⁽¹⁾
	PCB diossina-simili	Latte ⁽³⁾ e prodotti lattiero-caseari, compreso il grasso butirrico	2 ⁽²⁾
		Ortofrutticoli e cereali	0,2 ⁽¹⁾
Raccomandazione EFTA 144/06/COL dell'11 maggio 2006 stessi limiti della 2006/88/CE			

- 1) *livelli massimi espressi in ng OMS-PCDD/F-TEQ/kg di prodotto in mangimi con un tasso di umidità del 12%*
- 2) *livelli massimi espressi in pg OMS-PCDD/F-TEQ/g grasso e non applicabili per matrici con tenore di grasso <1%*
- 3) *latte crudo, latte per la produzione di prodotti a base di latte e latte trattato termicamente di cui all'allegato I del regolamento (CE) n.853/2004*

Tabella 1-4 – Limiti di concentrazione massima nel suolo e nel sottosuolo riferita alla destinazione d'uso - Decreto Legislativo del 3 Aprile 2006 N.152 recante “Norme in materia ambientale” (tabella 1 – All. 5 al Titolo 5 della Parte IV) (*parametri di interesse per lo studio in oggetto indicati su fondo grigio più scuro*)

		A	B
		Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale (mg kg ⁻¹ espressi come ss)	Siti ad uso Commerciale e Industriale (mg kg ⁻¹ espressi come ss)
	Composti inorganici		
1	Antimonio	10	30
2	Arsenico	20	50
3	Berillio	2	10
4	Cadmio	2	15
5	Cobalto	20	250
6	Cromo totale	150	800
7	Cromo VI	2	15
8	Mercurio	1	5
9	Nichel	120	500
10	Piombo	100	1000
11	Rame	120	600
12	Selenio	3	15
13	Stagno	1	350
14	Tallio	1	10
15	Vanadio	90	250
16	Zinco	150	1500
	Aromatici policiclici		
25	Benzo (a) antracene	0,5	10
26	Benzo (a) pirene	0,1	10
27	Benzo (b) fluorantene	0,5	10
28	Benzo (k) fluorantene	0,5	10
29	Benzo (g, h, i) perilene	0,1	10
30	Crisene	5	50
31	Dibenzo (a, e) pirene	0,1	10
32	Dibenzo (a, l) pirene	0,1	10
33	Dibenzo (a, i) pirene	0,1	10
34	Dibenzo (a, h) pirene	0,1	10
35	Dibenzo (a, h) antracene	0,1	10
36	Indenopirene	0,1	5
37	Pirene	5	50
38	Sommat. policiclici aromatici (da 25 a 34)	10	100
	Diossine e furani		
92	Sommatoria PCDD, PCDF (conversione T.E.)	1 x 10⁻⁵	1 x 10⁻⁴
93	PCB	0,06	5

1.3 Definizione dei parametri indagati su produzioni agricole e suoli

Sulla base di quanto emerso dall'analisi del quadro normativo europeo in materia di qualità delle derrate alimentari/mangimi e dei suoli e della bibliografia esaminata si è deciso di procedere in tutte le matrici campionate (**suoli, vegetali, grasso e carne**) alla determinazione del contenuto dei seguenti inquinanti:

Metalli pesanti: piombo (Pb), arsenico (As), cadmio (Cd), cromo totale (Cr), mercurio (Hg) e nichel (Ni).

Diossine: con il termine generico di "diossine" si indica un gruppo di 210 composti chimici aromatici policlorurati, divisi in due famiglie: **policlorodibenzodiossine (PCDD)** e **policlorodibenzofurani (PCDF)**; esistono in totale 75 congeneri di diossine e 135 di furani, che si differenziano per il numero e la posizione degli atomi di cloro sugli anelli benzenici; di questi però solo 17 (7 PCDD e 10 PCDF) destano particolare preoccupazione dal punto di vista tossicologico.

PCB – policlorobifenili: 209 composti aromatici costituiti da molecole di bifenile variamente clorate; solo 12 dei 209 congeneri di PCB presentano caratteristiche chimico-fisiche e tossicologiche paragonabili alle diossine e ai furani, questi vengono definiti **PCB diossina simili (PCB DL)**. La somma dei sei congeneri chiamati "**indicatori**" (PCB 28, 52, 101, 138, 153 e 180) comprende circa metà di tutti i **PCB non diossina-simili (PCB NDL)** presenti nei mangimi e nei prodotti alimentari. L'EFSA (European Food Security Authority) ritiene che la somma di questi PCB costituisca un indicatore adeguato dell'occorrenza dei PCB NDL e dell'esposizione umana agli stessi.

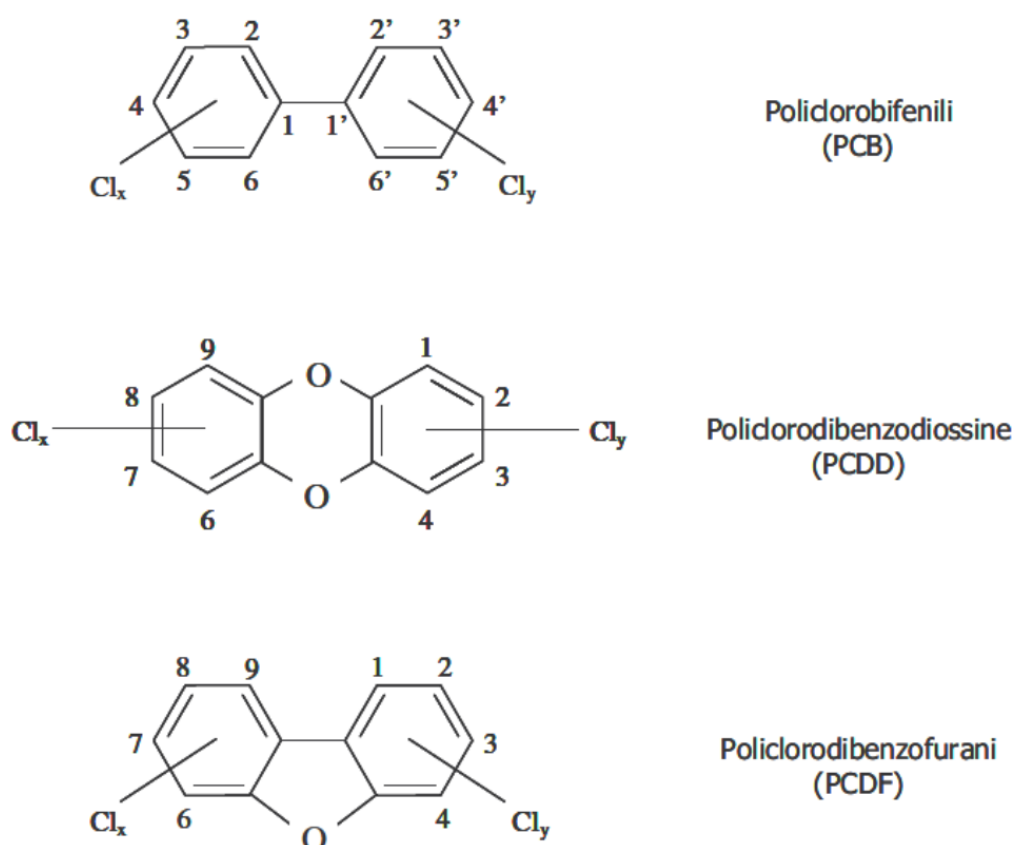


Figura 1: Struttura dei PCB, PCDD e PCDF

Espressione dei risultati per PCDD/PCDF e PCB

- Generalmente PCDD/PCDF e PCB non vengono rilevati nelle diverse matrici come singoli composti, ma come miscele complesse dei diversi congeneri aventi differente tossicità. Per esprimere la tossicità dei singoli congeneri è stato introdotto il concetto di **fattore di tossicità equivalente (TEF)**. I fattori di tossicità equivalente si basano sulla considerazione che PCDD, PCDF e PCB diossina simili sono composti strutturalmente simili che presentano il medesimo meccanismo di azione (attivazione del recettore Ah) e producono effetti tossici simili. I TEF vengono calcolati confrontando l'affinità di legame dei vari composti organoclorurati con il recettore Ah, rispetto a quella della 2,3,7,8-TCDD (2,3,7,8- tetraclorodibenzodiossina), la più tossica, considerando l'affinità di questa molecola come il valore unitario di riferimento.
- Per esprimere la concentrazione complessiva di PCDD/PCDF e PCB diossina simili nelle diverse matrici si è introdotto il concetto di **tossicità equivalente (TEQ)**, che si ottiene sommando i prodotti tra i valori TEF dei singoli congeneri e le rispettive concentrazioni, espresse con l'unità di misura della matrice in cui vengono ricercate.

Nella tabella 1-5 si riportano due gruppi di TEF: gli I-TEF (International TEF, 1988), attualmente utilizzati per l'espressione della concentrazione totale di PCDD/PCDF in campioni ambientali, e i **OMS-TEF** definiti per PCDD/PCDF e PCB dall' **Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS, 2005)**, più restrittivi, attualmente utilizzati per i campioni alimentari e, nel caso dei PCB, per i campioni ambientali, ed applicati nel caso delle analisi effettuate nel presente studio.

Unità di misura

A seconda del tipo di matrice sottoposta ad analisi gli esiti vengono espressi in differenti unità di misura. Le quantità rilevate sono espresse in milli (10^{-3}), micro (10^{-6}), nano (10^{-9}), pico (10^{-12}) e femto (10^{-15}) grammi (mg, µg, ng, pg e fg), riferite alla quantità di matrice analizzata (in g o kg).

Tabella 1-5: Elenco dei parametri determinati sui campioni prelevati (con schema esemplificativo del calcolo delle concentrazioni espresse in equivalenti di tossicità)

DIOSSINE/FURANI (PCDD/PCDF)	Risultato Analisi (ng/kg)*	Fattore di equival. Tossico I-TEF	Fattore di equival. Tossico OMS-TEF	Valore Finale (conc. x fattore equival.)	Unità di misura (ng TE OMS /kg)
2.3.7.8 Tetraclorodibenzo- <i>p</i> -diossina (TCDD)		1	1		
1.2.3.7.8 Pentaclorodibenzo- <i>p</i> -diossina (PeCDD)		0,5	1		
1.2.3.4.7.8 Esaclorodibenzo- <i>p</i> -diossina (HxCDD)		0,1	0,1		
1.2.3.6.7.8 Esaclodibenzo- <i>p</i> -diossina (HxCDD)		0,1	0,1		
1.2.3.7.8.9 Esaclorodibenzo- <i>p</i> -diossina (HxCDD)		0,1	0,1		
1.2.3.4.6.7.8 Eptaclodibenzo- <i>p</i> -diossina (HpCDD)		0,01	0,01		
Octaclorodibenzo- <i>p</i> -diossina (OCDD)		0,001	0,0003		
2.3.7.8 Tetraclorodibenzofurano (TCDF)		0,1	0,1		
1.2.3.7.8 Pentaclorodibenzofurano (PeCDF)		0,05	0,03		
2.3.4.7.8 Pentaclorodibenzofurano (PeCDF)		0,5	0,3		
1.2.3.4.7.8 Esaclorodibenzofurano (HxCDF)		0,1	0,1		
1.2.3.6.7.8 Esaclorodibenzofurano (HxCDF)		0,1	0,1		
1.2.3.7.8.9 Esaclorodibenzofurano (HxCDF)		0,1	0,1		
2.3.4.6.7.8 Esaclorodibenzofurano (HxCDF)		0,1	0,1		
1.2.3.4.6.7.8 Eptaclorodibenzofurano (HpCDF)		0,01	0,01		
1.2.3.4.7.8.9 Eptaclorodibenzofurano (HpCDF)		0,01	0,01		
Octaclorodibenzofurano (OCDF)		0,001	0,0003		
PCB DIOSSINA-SIMILI	Risultato Analisi (µg/kg)*	Fattore di equival. Tossico I-TEF	Fattore di equival. Tossico OMS-TEF	Valore Finale (conc. x fattore equival.)	Unità di misura (µg TE (I o OMS) /kg)
<i>Non-orto</i>					
PCB 77		0,0005	0,0001		
PCB 81		-	0,0003		
PCB 126		0,1	0,1		
PCB 169		0,01	0,03		
<i>Mono-orto</i>					
PCB 105		0,0001	0,00003		
PCB 114		0,0005	0,00003		
PCB 118		0,0001	0,00003		
PCB 123		0,0001	0,00003		
PCB 156		0,0005	0,00003		
PCB 157		0,0005	0,00003		
PCB 167		0,00001	0,00003		
PCB 189		0,0001	0,00003		
PCB <u>NON</u> DIOSSINA-SIMILI (solo PCB indicatori)	Risultato analisi (µg/kg)*				Unità di misura (µg/kg)
PCB 28					
PCB 52					
PCB 101					
PCB 138					
PCB 153					
PCB 180					

* le concentrazioni vengono espresse sul peso fresco, sul secco o sulla materia grassa a seconda del tipo di matrice

1.4 Criteri di campionamento adottati per le diverse matrici

Allo scopo di procedere in modo rigoroso nella fase di campionamento, fondamentale per ottenere un campione che sia effettivamente rappresentativo dell'universo di provenienza, è stata condotta una disamina preventiva dei criteri ufficiali di campionamento finalizzati alla successiva determinazione del contenuto degli inquinanti sopra citati

Di seguito, per le singole matrici da campionare, viene descritta la procedura effettivamente adottata nella presente indagine.

Campionamento suolo

E' stato eseguito il campionamento dell'appezzamento su cui insistevano le diverse colture esaminate, procedendo secondo uno schema a W prelevando un numero di campioni elementari congruo alla superficie da investigare (DM del 13/09/1999, Approvazione dei metodi ufficiali di analisi chimica del suolo); è stata utilizzata una trivella manuale e lo strato campionato è stato di 0-40 cm, avendo cura di togliere eventuali parti di cotico nel caso fossero stati prelevati accidentalmente. Tutto il terreno prelevato è stato ridotto manualmente e raccolto in appositi contenitori di plastica ad uso alimentare, che sono stati immediatamente refrigerati.

La scelta di campionare l'intero strato interessato dalle radici, senza distinzione tra strato superficiale e quello immediatamente sottostante, è motivata dalle seguenti considerazioni:

- lo strato superficiale del suolo è poco o nulla interessato dall'assorbimento radicale delle colture in atto;
- eventuali effetti di ricaduta sui vegetali per volatilizzazione dei composti inquinanti accumulati in superficie saranno comunque monitorati campionando i vegetali stessi;
- in un'ottica di lungo periodo l'obiettivo è quello di tenere sotto controllo lo stato ambientale dello strato di suolo massicciamente interessato dalle radici, perché, a seguito delle normali pratiche di lavorazione (aratura, ecc.) che portano al "rimiscolamento" dei vari strati, è da questo che potrebbero verificarsi fenomeni di passaggio dal suolo alla pianta.

In altre parole, l'obiettivo del campionamento dei suoli non è quello di comprendere dove ricadono polveri ed emissioni in toto (questo è compito del Piano di monitoraggio "post opera"), ma capire se gli inquinanti possono arrivare ad interessare le colture destinate al consumo umano e animale passando attraverso lo strato utile di suolo.

Campionamento frutta

Per quanto concerne il campionamento della frutta, è stato effettuato un prelievo elementare in prossimità di ogni punto dove è stato campionato il terreno, successivamente i campioni elementari sono stati mescolati fra loro e suddivisi in tre repliche poste in appositi contenitori di plastica ad uso alimentare e immediatamente refrigerati.

Campionamento vegetali (foglie)

Per quanto concerne il campionamento dei vegetali è stato effettuato un prelievo elementare in prossimità di ogni punto dove sono stati campionati i frutti: sono state raccolte le foglie comprese di piccioli, successivamente i campioni elementari sono stati mescolati fra loro e suddivisi in tre repliche poste in appositi contenitori di plastica ad uso alimentare ed immediatamente refrigerati.

Campionamento grasso e carne suina

I campioni di grasso e carne suina sono stati prelevati presso il macello dove sono stati macellati i capi suini dell'allevamento oggetto dello studio.

Per quanto concerne il campione di grasso è stato effettuato il prelievo sulla coscia al momento della rifilatura. Procedendo secondo la prassi in uso per la rifilatura delle cosce destinate al prosciutto DOP, l'operatore effettua un taglio semicircolare della porzione in eccesso (base della coscia) costituita da cotenna e grasso di copertura. Da questa porzione (rifilatura) viene ricavata una striscia di grasso (modalità di prelievo secondo Piano di Controllo per la DOP Prosciutto di Parma).

Per quanto concerne il campione di carne suina è stato preso in esame il muscolo Longissimo del dorso. La metodica di campionamento (Schivazappa C., Virgili R., Puglia A. – 2001 - Effetto del tempo di frollatura sulla tenerezza della carne suina nazionale (M. Longissimus dorsi) - Rivista di Suinicoltura) ha previsto l'eliminazione delle ultime due vertebre lombari, e la separazione dall'osso della porzione di muscolo costituita dalle restanti lombari, delle quali ne sono state utilizzate 3 o 4 (sezione centrale).

Il materiale raccolto, sia per il grasso che per la carne, è stato posto in appositi contenitori di plastica ad uso alimentare ed immediatamente refrigerato.

1.5 Normativa di riferimento

Derrate alimentari

1. Regolamento (CE) N.466/2001 della Commissione dell'8 marzo 2001 che definisce i tenori massimi di taluni contaminanti presenti nelle derrate alimentari
2. Regolamento (CE) N.2375/2001 del Consiglio del 29 novembre 2001 recante modifica del regolamento (CE) n. 466/2001 della Commissione che definisce i tenori massimi di taluni contaminanti presenti nelle derrate alimentari
3. Regolamento (UE) 2017/644 della Commissione del 5 aprile 2017 che stabilisce i metodi di campionamento e di analisi per il controllo dei livelli di diossine, PCB diossina-simili e PCB non diossina-simili in alcuni prodotti alimentari
4. Raccomandazione della Commissione dell'11 ottobre 2004 sul monitoraggio dei livelli di base di diossine e PCB diossina-simili nelle derrate alimentari (2004/705/CE)
5. Direttiva 2005/4/CE della Commissione del 19 gennaio 2005 che modifica la direttiva 2001/22/CE relativa ai metodi per il prelievo di campioni e ai metodi di analisi per il controllo ufficiale dei tenori massimi di piombo, cadmio, mercurio e 3-MCPD nei prodotti alimentari
6. Regolamento (CE) N.208/2005 del 4 febbraio 2005 che modifica il regolamento (CE) n.466/2001 per quanto riguarda gli idrocarburi policiclici aromatici
7. Regolamento (CE) N.199/2006 della Commissione del 3 febbraio 2006 che modifica il regolamento (CE) n. 466/2001 che definisce i tenori massimi di taluni contaminanti presenti nelle derrate alimentari per quanto riguarda le diossine e i PCB diossina-simili
8. Raccomandazione della Commissione del 16 novembre 2006 sul monitoraggio dei livelli di base di diossine, PCB diossina-simili e PCB non diossina-simili nelle derrate alimentari (2006/794/CE)
9. Regolamento (CE) N. 629/2008 che modifica il Regolamento (CE) N. 1881/2006 della Commissione del 19 dicembre 2006 che definisce i tenori massimi di alcuni contaminanti nei prodotti alimentari
10. Regolamento (CE) N.1883/2006 della Commissione del 19 dicembre 2006 che stabilisce i metodi di campionamento e di analisi per il controllo ufficiale di diossine e di PCB diossina-simili in alcuni prodotti alimentari
11. Regolamento (UE) 2017/644 della Commissione del 5 aprile 2017 che stabilisce i metodi di campionamento e di analisi per il controllo dei livelli di diossine, PCB diossina-simili e PCB non diossina-simili in alcuni prodotti alimentari
12. Regolamento (CE) N.333/2007 della Commissione del 28 marzo 2007 relativo ai metodi di campionamento e di analisi per il controllo ufficiale dei tenori massimi di piombo, cadmio, mercurio, 3-MCPD e benzo(a)pirene nei prodotti alimentari

Derrate alimentari/ mangimi

1. Raccomandazione della Commissione del 4 marzo 2002 relativa alla riduzione della presenza di diossine, furani e PCB nei mangimi e negli alimenti (2002/201/CE)
2. Raccomandazione della Commissione del 6 febbraio 2006 relativa alla riduzione della presenza di diossine, furani e PCB nei mangimi e negli alimenti (2006/88/CE)
3. Raccomandazione dell'Autorità di vigilanza EFTA 144/06/COL dell'11 maggio 2006 relativa alla riduzione della presenza di diossine, furani e PCB nei mangimi e negli alimenti

Suoli

1. Decreto Legislativo del 3 Aprile 2006 N.152 recante "Norme in materia ambientale"
2. Decreto Ministeriale 25 ottobre 1999 n.471 "Regolamento recante criteri, procedure e modalita' per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni e integrazioni"
3. Decreto Ministeriale del 13/09/1999 Approvazione dei "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo"

2 LE AZIENDE AGRICOLE OGGETTO DI MONITORAGGIO

La scelta delle Aziende agricole da sottoporre a monitoraggio è stata fatta sulla base delle considerazioni emerse durante lo studio di inquadramento territoriale (*vedi Report 1: Inquadramento territoriale*), sulla base delle aree di possibile ricaduta degli inquinanti definite nello studio di Valutazione Impatto Ambientale (VIA), allegato al progetto del combustore di biomasse legnose di PowerCrop Russi, e sulla base delle indicazioni emerse negli incontri e contatti avuti con i tecnici comunali e con i tecnici delle associazioni di produttori agricoli dell'area.

Per quanto riguarda l'**inquadramento territoriale** (*vedi Report 1: Inquadramento territoriale*), in estrema sintesi è emerso quanto segue:

Ruolo del settore agricolo: nella tabella seguente è riportata la Superficie (Ha) agricola totale del comune, quella agricola utilizzata e la ripartizione colturale rilevata (Istat, 2010, 6° Censimento generale dell'agricoltura).

Utilizzazione dei terreni dell'unità agricola	superficie totale (sat)	superficie totale (sat)							
		superficie agricola utilizzata (sau)	superficie agricola utilizzata (sau)					arboricoltura da legno	superficie agricola non utilizzata e altra superficie
			seminativi	vite	coltivazioni legnose agrarie, escluso vite	orti familiari	prati permanenti e pascoli		
anno 2010	3.266,37	3.024,44	1.894,49	531,34	587,91	3,60	7,10	3,39	238,54

Le aziende agricole del **settore frutticolo e vitivinicolo** evidenziano una superficie media di 3,3 Ha, con una dimensione massima di circa 20 Ha.

Sul territorio di Russi sono anche presenti aziende coinvolte nell'attività di produzione e commercializzazione di cereali e granaglie ed impianti di condizionamento frutta e verdura.

Produzioni zootecniche: nel comune di Russi sono presenti insediamenti zootecnici, non solo in numero estremamente ridotto, ma in contrazione:

- è presente un allevamento di bovini da latte, l'Azienda Agricola San Giacomo, che deteneva circa 300 capi in mungitura e che aveva intrapreso un piano di conversione a biologico. Ad oggi ci risulta che il progetto non sia stato concluso e che in azienda sia presente solo bestiame da rimonta. Quindi, attualmente, non c'è nessuna azienda che produca e commercializzi latte vaccino nel territorio comunale;
- sono invece presenti alcuni **allevamenti suini**, che risultano tutti iscritti al circuito tutelato per la produzione della materia prima per prosciutto DOP, soprattutto specializzati nella produzione di suini di 30-40 kg; all'anagrafe del circuito tutelato ad inizio 2018 erano iscritti 12 siti produttivi.

Per quanto riguarda l'analisi delle possibili aree di ricaduta degli inquinanti, ci si è rifatti alla stima fatta per le PM10, riportata nella figura 2 che segue.

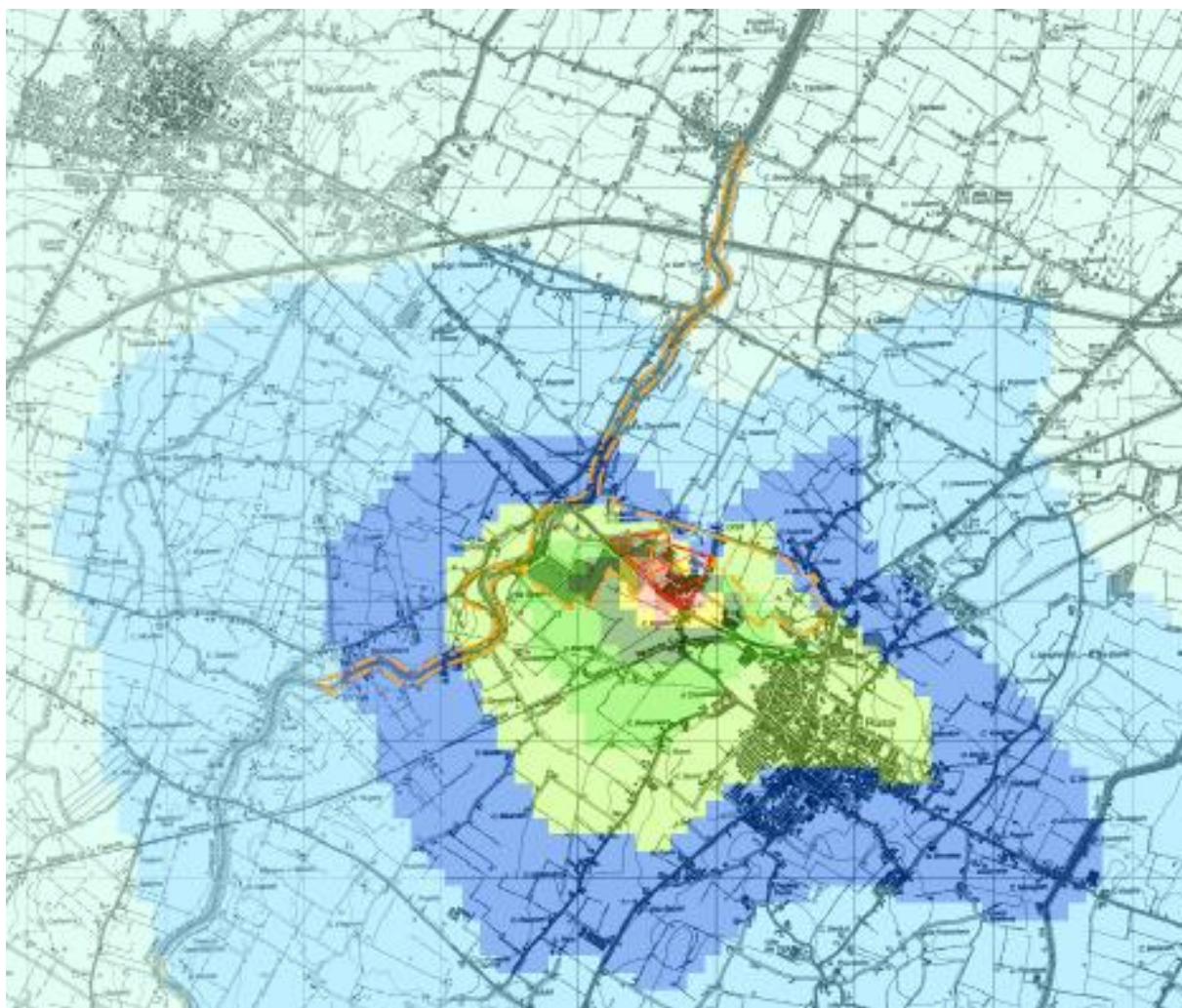


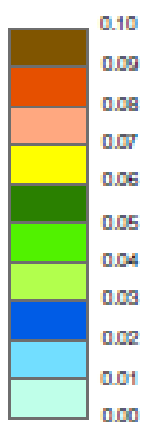
Figura 2: Concentrazione Medie Annue di PM10 – Risoluzione 125 m (Scala 1:50000)



Localizzazione IMPIANTO

Concentrazioni [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Valore massimo: $0.09 \mu\text{g}/\text{m}^3$



(Fonte: Studio di Valutazione Impatto Ambientale del progetto PowerCrop Russi)

In conclusione, sono state individuate e campionate **tre aziende agricole**:

1. Azienda agricola che coltiva **uva** (2 campioni di terreno, 2 campioni di uva, 2 campioni di foglie);
2. Azienda agricola che coltiva **Kiwi** (2 campioni di terreno, 2 campioni di frutta-kiwi, 2 campioni di foglie);
3. Allevamento **suinicolo** all'ingrasso (3 campioni di grasso, 3 campioni di carne-lombo).

Nella figura 3 che segue è indicata la localizzazione delle tre aziende e dell'impianto PowerCrop Russi.

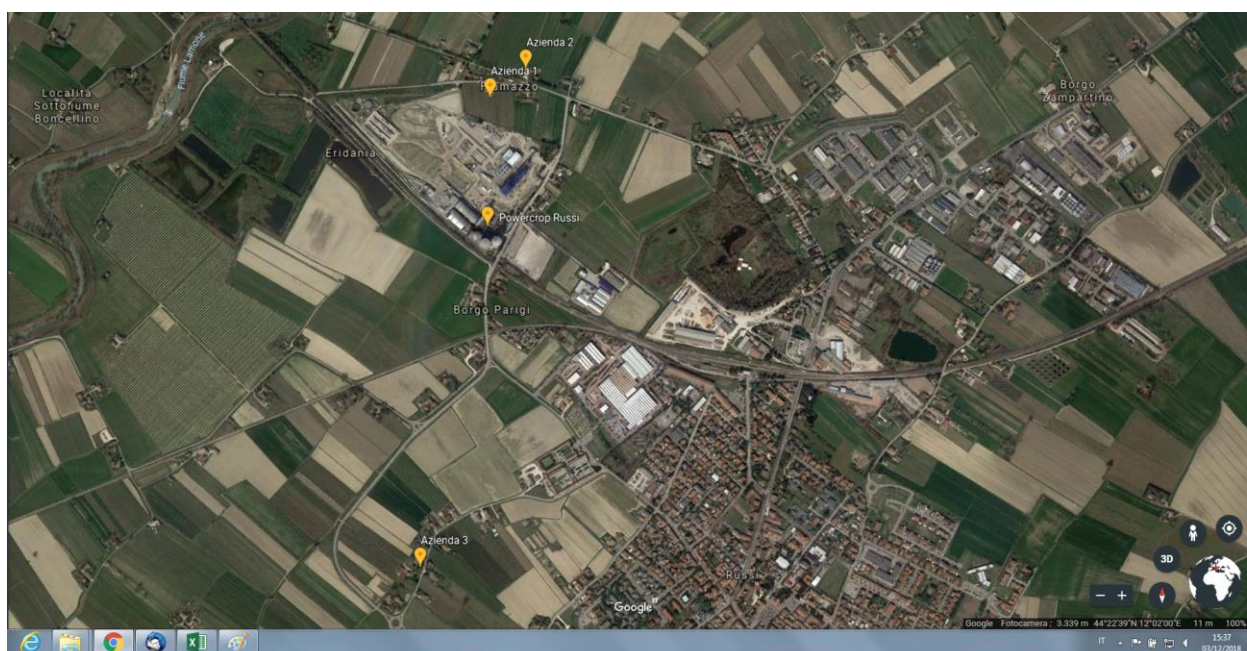


Figura 3: localizzazione delle tre aziende agricole e dell'impianto PowerCrop Russi:

3 RISULTATI ANALITICI

Le determinazioni analitiche sono state effettuate presso il laboratorio Studio Alfa di Reggio Emilia (www.studioalfa.it) .

Il laboratorio ha fornito per i diversi parametri i metodi di analisi e i limiti di rivelabilità di seguito riportati:

Parametri		Metodo analitico	Limite di rivelabilità (*)
DIOSSINE/FURANI (PCDD/PCDF)	SUOLI	EPA 1613B 1994	Sommatoria < 0,0011406 µg/kg SS
	ALTRE MATRICI	EPA 1613B 1994	Sommatoria < 1,14 pg/g OMS-PCDD/F-PCB-TEQ
PCB DIOSSINA-SIMILI	SUOLI	EPA 1668C 2010	< 0,10 µg/kg SS
	ALTRE MATRICI	EPA 1668C 2010	Sommatoria < 0,05 pg/g OMS-PCDD/F-PCB-TEQ
PCB INDICATORI	SUOLI	EPA 1668C 2010	< 0,10 µg/kg SS
	ALTRE MATRICI	RDPMD02 Rev.0 2011	Sommatoria < 2,4 ng/g
As	SUOLI	EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	< 0,01 mg/kg SS
	ALTRE MATRICI	M528 Rev.0 2011 (ICP MS)	< 0,01 mg/kg
Pb	SUOLI	EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	< 0,1 mg/kg SS
	ALTRE MATRICI	M528 Rev.0 2011 (ICP MS)	< 0,005 mg/kg
Cd	SUOLI	EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	< 0,01 mg/kg SS
	ALTRE MATRICI	M528 Rev.0 2011 (ICP MS)	< 0,01 mg/kg
Cr	SUOLI	EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	< 0,01 mg/kg SS
	ALTRE MATRICI	M528 Rev.0 2011 (ICP MS)	< 0,01 mg/kg
Ni	SUOLI	EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	< 0,01 mg/kg SS
	ALTRE MATRICI	M528 Rev.0 2011 (ICP MS)	< 0,01 mg/kg
Hg	SUOLI	EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	< 0,01 mg/kg SS
	ALTRE MATRICI	M528 Rev.0 2011 (ICP MS)	< 0,01 mg/kg

* le concentrazioni vengono espresse sul peso fresco, sul secco o sulla materia grassa a seconda del tipo di matrice

3.1 Qualità ambientale del SUOLO (Tabelle 3.1)

I risultati analitici ottenuti relativamente allo “strato lavorato” degli appezzamenti indagati nelle 2 aziende agricole indicate (quella che coltiva uva e quella che coltiva kiwi) hanno evidenziato una situazione di assoluta tranquillità per tutte le famiglie di composti indagate. Più in dettaglio:

- **DIOSSINE/FURANI (PCDD/PCDF) (Tabella 3.1/A):** tutti i campioni evidenziano concentrazioni abbondantemente sotto il limite di concentrazione massima nel suolo e nel sottosuolo riferita alla destinazione d'uso più restrittiva (siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale) del Decreto Legislativo n. 152/2006 (tabella 1 All.5 al Titolo 5 della Parte IV), *vedi Tabella 1-4 del presente studio.*
- **PCB (Tabella 3.1/B):** tutti i campioni evidenziano concentrazioni abbondantemente sotto il limite di concentrazione massima nel suolo e nel sottosuolo riferita alla destinazione d'uso più restrittiva (siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale) del Decreto Legislativo n.152/2006 (tabella 1 All.5 al Titolo 5 della Parte IV), *vedi Tabella 1-4 del presente studio.*
- **METALLI PESANTI (Tabella 3.1/C):** i valori rilevati in tutti i campioni analizzati sono chiaramente inferiori ai limiti di concentrazione massima nel suolo e nel sottosuolo riferita alla destinazione d'uso più restrittiva (siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale) previsti nel Decreto Legislativo n. 152/2006 (tabella 1 All.5 al Titolo 5 della Parte IV), *vedi Tabella 1-4 del presente studio.*

3.2 Qualità ambientale dei VEGETALI (uva, kiwi, foglie di vite e kiwi) (Tabelle 3.2)

I risultati analitici relativi ai campionamenti di vegetali (*uva, kiwi, foglie di vite, foglie di kiwi*) effettuati nelle 2 aziende agricole hanno evidenziato, alla pari dei suoli, una situazione estremamente tranquilla per tutte le famiglie di composti indagate. Più in dettaglio:

- **DIOSSINE/FURANI (PCDD/PCDF) (Tabella 3.2/A):** in entrambe le aziende non ne è stata osservata presenza in quantità rilevabili e quantificabili; sono state infatti misurate concentrazioni inferiori al limite di rivelabilità.

La normativa vigente non prevede, relativamente a PCDD/PCDF, uno specifico valore limite per le matrici analizzate; può comunque essere preso come riferimento il valore fissato per i “componenti di mangimi di origine vegetale” indicato nella Direttiva 2006/13/CE del 03/02/2006: tale valore limite è pari a 0,75 ng OMS-PCDD/F-TEQ/kg ed è riferito alla somma delle PCDD e dei PCDF espressi in equivalenti di tossicità (TEQ) dell'OMS utilizzando i fattori di tossicità equivalente.

- **PCB-diossina simili (Tabella 3.2/A):** in entrambe le aziende non ne è stata osservata presenza in quantità rilevabili e quantificabili nei campioni di frutta (uva e kiwi), infatti tutti i campioni evidenziano concentrazioni sotto il limite di rivelabilità strumentale; sono state rilevate concentrazioni bassissime, invece, nelle foglie sia di vite che di kiwi, sempre come sommatoria.

La normativa vigente non prevede, relativamente ai PCB diossina simili, uno specifico valore limite per le matrici analizzate; come per PCDD/PCDF, può comunque essere preso come riferimento il valore fissato per i “componenti di mangimi di origine vegetale” indicato nella Direttiva 2006/13/CE del 03/02/2006: tale valore limite è pari a 1,25 ng OMS-PCDD/F-PCB TEQ/kg ed è riferito alla somma delle concentrazioni di PCDD, PCDF e dei PCB's diossina-simili espressi in equivalenti di tossicità OMS (TEQ) usando i fattori di tossicità equivalente, e non è superato in nessun campione analizzato.

- **PCB indicatori (Tabella 3.2/A):** in entrambe le sessioni di campionamento non ne è stata osservata presenza in quantità rilevabili e quantificabili; infatti in tutti i campioni la somma delle concentrazioni è sotto il limite di rivelabilità.

Per i PCB indicatori (non diossina simili) non sono ancora stati definiti specifici valori limite per il tipo di matrice analizzata; la Comunicazione 2001/593/CE del 24/10/01 precisa che per i PCB non diossina-simili verrà effettuata una valutazione del rischio che costituirà la base per l'elaborazione di proposte di valori limite.

- **METALLI PESANTI (Tabella 3.2/B):** i valori rilevati in tutti i campioni analizzati sono inferiori ai limiti previsti dalle normative europee e per Cadmio e Cromo Totale anche inferiori al limite di rivelabilità. Per alcuni parametri (cromo e nichel nello specifico), attualmente non vengono indicate concentrazioni limite o di riferimento. In ogni caso, i valori riscontrati per tutti i metalli considerati sono in linea con quanto riportato in bibliografia.

3.3 Qualità ambientale del GRASSO e DELLA CARNE SUINA (Tabelle 3.3)

I risultati analitici relativi ai campionamenti di grasso e carne (lombo) suina effettuati sui campioni prelevati in fase di macellazione dei suini dell'allevamento sede dell'indagine, hanno evidenziato, una situazione di tranquillità per tutte le famiglie di composti indagati. Più in dettaglio:

- **DIOSSINE e FURANI (Tabella 3.3/A):** in tutti i campioni analizzati non ne è stata osservata presenza in quantità rilevabili e quantificabili; sono state infatti misurate concentrazioni inferiori al limite di rivelabilità.

La normativa vigente (Regolamento CE N. 1881/2006 e successive modifiche) prevede, relativamente alla somma di PCDD/PCDF, uno specifico valore limite di 1,0 pg/g di grasso, per la carne e il grasso suino; tale valore non è superato in nessun campione né di carne né di grasso.

- **PCB-diossina simili (Tabella 3.3/B):** nei tre campioni di carne (lombo) suina i valori rilevati, come sommatoria, sono inferiori o leggermente superiori al limite di rivelabilità. Nei tre campioni di grasso suino i valori rilevati sono, anche se leggermente, superiori al limite di rivelabilità, sempre come sommatoria.

La normativa vigente (Regolamento CE N. 1881/2006 e successive modifiche) prevede, un valore limite di 1,25 pg/g di grasso relativamente alla somma di PCDD/PCDF+PCB diossina simili (concentrazioni upper bound). Sia per i campioni di grasso che di carne, tale somma di concentrazioni *upper bound* è prossima al limite.

- **PCB indicatori (Tabella 3.3/B):** tutti i campioni, sia di carne che di grasso, evidenziano concentrazioni sotto il limite massimo previsto dalla normativa vigente (Regolamento CE N. 1881/2006 e successive modifiche) per la Somma di PCB indicatori, pari a 40 ng/g di grasso.
- **METALLI PESANTI (Tabella 3.3/C):** tutti i campioni, sia di carne che di grasso, evidenziano, per tutti i metalli pesanti, concentrazioni inferiori al limite di rivelabilità. Unica eccezione il Nichel, che, in due campioni di grasso, risulta superiore al limite di rivelabilità, comunque con concentrazioni molto basse.

Tabella 3.1/A: Risultati analitici su campioni di SUOLO: DIOSSINE/FURANI (PCDD/PCDF)

Parametro	Unità di misura	Azienda 1		Azienda 2	
		Terreno 1	Terreno 2	Terreno 1	Terreno 2
2,3,7,8 TETRACLORODIBENZOFURANO (TCDF)	ng/kg s.s.	0,43	1,22	< 0,2	< 0,2
1,2,3,7,8 PENTACLORODIBENZOFURANO (PeCDF)	ng/kg s.s.	< 1	< 1	< 1	< 1
2,3,4,7,8 PENTACLORODIBENZOFURANO (PeCDF)	ng/kg s.s.	< 1	< 1	< 1	< 1
1,2,3,4,7,8 ESACLORODIBENZOFURANO (HxCDF)	ng/kg s.s.	< 1	< 1	< 1	< 1
1,2,3,6,7,8 ESACLORODIBENZOFURANO (HxCDF)	ng/kg s.s.	< 1	< 1	< 1	< 1
1,2,3,7,8,9 ESACLORODIBENZOFURANO (HxCDF)	ng/kg s.s.	< 1	< 1	< 1	< 1
2,3,4,6,7,8 ESACLORODIBENZOFURANO (HxCDF)	ng/kg s.s.	< 1	< 1	< 1	< 1
1,2,3,4,6,7,8 EPTACLORODIBENZOFURANO (HpCDF)	ng/kg s.s.	3,74	4,44	2,47	2,21
1,2,3,4,7,8,9 EPTACLORODIBENZOFURANO (HpCDF)	ng/kg s.s.	< 1	< 1	< 1	< 1
OCTACLORODIBENZOFURANO (OCDF)	ng/kg s.s.	8,77	7,85	6,08	5,98
2,3,7,8 TETRACLORODIBENZODIOSSINA (TCDD)	ng/kg s.s.	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
1,2,3,7,8 PENTACLORODIBENZODIOSSINA (PeCDD)	ng/kg s.s.	< 1	< 1	< 1	< 1
1,2,3,4,7,8 ESACLORODIBENZODIOSSINA (HxCDD)	ng/kg s.s.	< 1	< 1	< 1	< 1
1,2,3,6,7,8 ESACLORODIBENZODIOSSINA (HxCDD)	ng/kg s.s.	< 1	< 1	< 1	< 1
1,2,3,7,8,9 ESACLORODIBENZODIOSSINA (HxCDD)	ng/kg s.s.	< 1	< 1	< 1	< 1
1,2,3,4,6,7,8 EPTACLORODIBENZODIOSSINA (HpCDD)	ng/kg s.s.	4,82	4,33	3,6	3,01
OCTACLORODIBENZODIOSSINA (OCDD)	ng/kg s.s.	25	26	22	18
Somma PCDD-PCDF(TE)	ng/kg s.s.	1,5423	1,2435	1,0588	1,0452

Tabella 3.1/B: Risultati analitici su campioni di SUOLO: PCB

Parametro	Unità di misura	Azienda 1		Azienda 2	
		Terreno 1	Terreno 2	Terreno 1	Terreno 2
PCB (1)	mg/kg	0,009	< 0,000006	< 0,000006	0,00026

(1) Ottenuti per somma dei congeneri PCB 28, 31, 52, 77, 81, 95, 99, 101, 105, 110, 114, 118, 123, 126, 128, 138, 146, 149, 151, 153, 156, 157, 167, 169, 170, 177, 180, 183, 187, 189.

Tabella 3.1/C: Risultati analitici su campioni di SUOLO: METALLI PESANTI

Parametro	Unità di misura	Azienda 1		Azienda 2	
		Terreno 1	Terreno 2	Terreno 1	Terreno 2
RESIDUO SECCO A 105°C	%	85,53	85,84	87,28	86,52
ARSENICO (As)	mg/kg s.s.	5,9	6,1	3,1	3,5
CADMIO (Cd)	mg/kg s.s.	0,14	0,16	0,11	0,11
CROMO TOTALE (Cr)	mg/kg s.s.	18	17	15	17
MERCURIO (Hg)	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
NICHEL (Ni)	mg/kg s.s.	21	21	18	19
PIOMBO (Pb)	mg/kg s.s.	20	21	12	12

Tabella 3.2/A: Risultati analitici su campioni di VEGETALI (uva, kiwi, foglie di vite, foglie di kiwi): DIOSSINE/FURANI(PCDD/PCDF), PCB e PCB-diossina simili

(espressi in equivalenti di tossicità –TEQ dell’OMS, utilizzando i fattori di tossicità equivalenti TEF dell’OMS)

Parametro	Unità di misura	Azienda 1				Azienda 2			
		Uva 1	Uva 2	Foglie di vite 1	Foglie di vite 2	Kiwi 1	Kiwi 2	Foglie di kiwi 1	Foglie di kiwi 2
Somma di PCB Diossina simili - lower bound	pg/g di peso umido	0	0	0,047	0,001	0	0	0,0003	0,0004
Somma di PCB Diossina simili- upper bound	pg/g di peso umido	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
Somma di Diossine/Furani - lower bound	pg/g di peso umido	0	0	0	0	0	0	0	0
Somma di Diossine/Furani - upper bound	pg/g di peso umido	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
Somma di PCB: 28,52,101,138,153,180	ng/g di peso umido	< 0,1	1,59	8,52	0,146	0,45	< 0,1	0,47	0,22

Lower bound: si suppone che il contributo alla sommatoria in TEQ di ogni congenere non rilevabile sia pari a zero

Upper bound: si suppone che il contributo alla sommatoria in TEQ di ogni congenere non rilevabile sia pari al rispettivo limite di quantificazione.

Tabella 3.2/B: Risultati analitici su campioni di VEGETALI (uva, kiwi, foglie di vite, foglie di kiwi): METALLI PESANTI

Parametro	Unità di misura	Azienda 1				Azienda 2			
		Uva 1	Uva 2	Foglie di vite 1	Foglie di vite 2	Kiwi 1	Kiwi 2	Foglie di kiwi 1	Foglie di kiwi 2
PIOMBO (Pb)	mg/kg	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
ARSENICO (As)	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
CADMIO (Cd)	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
CROMO TOTALE(Cr)	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
MERCURIO (Hg)	mg/kg	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
NICHEL (Ni)	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Tabella 3.3/A: Risultati analitici su campioni di GRASSO E CARNE (lombo) SUINA: DIOSSINE/FURANI (PCDD/PCDF), PCB e PCB-diossina simili
(espressi in equivalenti di tossicità –TEQ dell’OMS, utilizzando i fattori di tossicità equivalenti TEF dell’OMS)

Parametro	Unità di misura	Azienda 3					
		Grasso 1	Grasso 2	Grasso 3	Lombo 1	Lombo 2	Lombo 3
Somma di PCB Diossina simili - lower bound	pg/g di grasso	0,14	0,07	0,068	0,05	0,056	0
Somma di PCB Diossina simili- upper bound	pg/g di grasso	0,65	0,6	0,59	0,57	0,57	0,52
Somma di Diossine/Furani - lower bound	pg/g di grasso	0	0	0	0	0	0
Somma di Diossine/Furani - upper bound	pg/g di grasso	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
Somma di PCB: 28,52,101,138,153,180	ng/g di grasso	22	13,81	9,27	9,27	0,024	7,57

Lower bound: si suppone che il contributo alla sommatoria in TEQ di ogni congenere non rilevabile sia pari a zero

Upper bound: si suppone che il contributo alla sommatoria in TEQ di ogni congenere non rilevabile sia pari al rispettivo limite di quantificazione.

Tabella 3.3/B: Risultati analitici su campioni di GRASSO E CARNE (lombo) SUINA: METALLI PESANTI

Parametro	Unità di misura	Azienda 3					
		Grasso 1	Grasso 2	Grasso 3	Lombo 1	Lombo 2	Lombo 3
PIOMBO (Pb)	mg/kg	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
ARSENICO (As)	mg/kg	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
CADMIO (Cd)	mg/kg	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
CROMO TOTALE(Cr)	mg/kg	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
MERCURIO (Hg)	mg/kg	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
NICHEL (Ni)	mg/kg	0,21	< 0.01	0,11	< 0.01	< 0.01	< 0.01

4 RASSEGNA BIBLIOGRAFICA

La ricerca bibliografica condotta sull'argomento oggetto del presente studio ha portato a selezionare e analizzare nel dettaglio le fonti bibliografiche più oltre elencate, riassunte in una tabella di sintesi dei valori analitici, distinti per matrice (**Tabelle 4-1/A e 4-1/B**). Segue una review completa dei lavori esaminati. Occorre precisare che la maggior parte dei lavori individuati ed esaminati fanno riferimento a studi condotti in aree in cui erano presenti inceneritori per rifiuti urbani e/o insediamenti industriali.

Tabella 4-1/A: Analisi dati di letteratura - Derrate alimentari

MATRICE	Autore	Data	Paese	Inquinanti ricercati	Oggetto dello studio e risultati	Range valori	Unità di misura
DERRATE ALIMENTARI-LATTE + altri prodotti (carne, pesce ecc.)	Fattore et al.	2006	Italia	PCDD/PCDF+ PCB diossina-simili	0-6 anni (esclusi lattanti alimentati a latte materno)	5,34	pg (OMS)-TE/kg di peso corporeo x giorno
					7-12 anni	3,37	pg (OMS)-TE/kg di peso corporeo x giorno
					13-94 anni	2,28	pg (OMS)-TE/kg di peso corporeo x giorno
	Taioli et al.	2005	Italia	PCDD/PCDF		0,003-1,655	pg-TEQ/g tal quale
	Schulz et al.	2005	Germania	PCDD/PCDF	Latte prelevato alla quarta settimana di pascolo	2,96 – 5,05	pg (OMS)-TEQ/g grasso
					Latte prelevato alla decima settimana di pascolo	4,27 – 6,33	pg (OMS)-TEQ/g grasso
	Pinelli et al.	2005	Italia	PCDD/PCDF (2002-2004), PCB (7 indicatori) (1999-2004), IPA, metalli pesanti (1991-2004)	PCDD/PCDF	0,42 ± 0,24	pg/g grasso
					PCB (7 indicatori)	< 12	µg/kg grasso
					IPA	< limite rivelabilità	
					metalli pesanti: Pb (freq. 87,3%)	≤ 10	µg/kg tal quale
					metalli pesanti: Cd (freq. 72,4%)	> 1 e ≤ 10	µg/kg tal quale
					metalli pesanti: Hg (freq. 100%)	< 5	µg/kg tal quale
					metalli pesanti: Ni (freq. 79,8%)	> 10 e ≤ 100	µg/kg tal quale
	Lake et al.	2005	Regno Unito	PCDD/PCDF + PCB (sia diossina simili che non)	TEQ totali (PCDD/PCDF+PCB diossina simili)	0,71 – 14,8	ng OMS-TEQ/kg grasso
	Schmid et al.	2003	Svizzera	PCDD/PCDF	Latte proveniente da aziende vicine a sorgenti note	0,63 ± 0,26	ng I-TEQ/kg grasso
					Latte proveniente da aziende lontane da sorgenti note	0,36 ± 0,09	ng I-TEQ/kg grasso
					Latte commerciale prelevato agli impianti di produzione	0,51 ± 0,19	ng I-TEQ/kg grasso
	Schmid et al.	2002	Svizzera	PCDD/PCDF	Latte campionato in aziende con utilizzo di mangimi inquinati da caolino	0,67 ± 0,17	ng I-TEQ/kg grasso
	Alcock et al.	2002	Regno Unito	PCDD/PCDF	Latte bovino raccolto in vicinanza di diversi siti industriali e profilo dei congeneri per individuare la fonte della contaminazione		
	Ramos et al.	1997	Spagna	PCDD/PCDF	Aziende in zone sia rurali (fondo) che vicino a sorgenti emissive	0,67 – 3,50	pg I-TEQ/g grasso

Tabella 4-1/B: Analisi dati di letteratura - Foraggi e suoli

MATRICE	Autore	Data	Paese	Inquinanti ricercati	Oggetto dello studio e risultati	Range valori	Unità di misura
FORAGGI (MANGIMI)	Baldassarri et al.	2007	Italia	PCDD/PCDF+ PCB diossina-simili, altri PCB e 4 organo-clorurati	PCDD/PCDF	0,29 – 2,04	pgTE(OMS)/g ss
					PCDD/PCDF+PCB diossina simili	2,04 – 4,75	pgTE(OMS)/g ss
	Schuhmacher et al.	2006	Spagna	PCDD/PCDF	PCDD/PCDF in 120 campioni di foraggio (media geometrica)	1,81	ng I-TEQ/kg ss
	Lake et al.	2005	Regno Unito	PCDD/PCDF + PCB (sia diossina simili che non)	TEQ totali (PCDD/PCDF+PCB diossina simili)	0,11-1,31	ng OMS-TEQ/kg ss
	Schuhmacher et al.	2002	Spagna	PCDD/PCDF	PCDD/PCDF in 40 campioni di foraggio (2000)	0,13 – 0,65	ng I-TEQ/kg ss
	Nadal et al.	2002	Spagna	PCDD/PCDF	Grafici sui profili % dei diversi congeneri		
SUOLI	Baldassarri et al.	2007	Italia	PCDD/PCDF+ PCB diossina-simili, altri PCB e 4 organo-clorurati	PCDD/PCDF	8 - 592	pgTE(OMS)/g ss
					PCDD/PCDF+PCB diossina simili	14,6 - 1033,7	pgTE(OMS)/g ss
	Oh et al.	2006	Corea	PCDD/PCDF		1,25 - 74,98	pg I-TEQ/ g ss
	Schuhmacher et al.	2006	Spagna	PCDD/PCDF	PCDD/PCDF in 120 campioni di suolo (media geometrica)	3,49	ng I-TEQ/kg ss
	Vizard et al.	2006	Regno Unito	PCDD/PCDF		6 - 1911	ng I-TEQ/kg ss
	Istituto Superiore di Sanità	2005	Italia	PCDD/PCDF, PCB, IPA, metalli pesanti	Analisi su suolo, muschi, aghi di pino in comune di RE		
	Capuano et al.	2005	Italia	PCDD/PCDF, PCB (28 in totale di cui 10 diossina simili), IPA (21 in totale tra cui i 13 del DM471/99), metalli pesanti	PCDD/PCDF	1,8 - 7,1	pg I-TEQ/ g ss
					PCB (eccetto un dato a 30,1)	0,6 – 11,2	ng/g ss
					IPA (solo DM 471/99)	12,21-557,29	ng/g ss
					metalli pesanti: As	5,0 – 8,2	mg/kg ss
					metalli pesanti: Pb	0,1 – 119,1	mg/kg ss
					metalli pesanti: Cd	0,90 – 1,86	mg/kg ss
					metalli pesanti: Cr	51,53-152,90	mg/kg ss
					metalli pesanti: Hg	0,032-0,342	mg/kg ss
					metalli pesanti: Ni	44,4 – 111,9	mg/kg ss
	Lake et al.	2005	Regno Unito	PCDD/PCDF + PCB (sia diossina simili che non)	TEQ totali (PCDD/PCDF+PCB diossina simili)	2,48 – 746,36	ng OMS-TEQ/kg ss
	Caserini et al.	2004	Italia	PCDD/PCDF	Vallata del Pò	0,7 - 1,5	pg I-TEQ/ g ss
					Regione Veneto	1,1 - 1,4	pg I-TEQ/ g ss
					Vallata dell'Adige	0,08 - 1,2	pg I-TEQ/ g ss
	Nadal et al.	2002	Spagna	PCDD/PCDF	Grafici sui profili % dei diversi congeneri		
ARIA	Arslan Saral	2014	Turchia	PCDD/PCDF	Inventario nazionale	1,1 – 1,6 Nv 95 %	pg I-TEQ/ g ss
	Gao et al	2014	Cina	PCDD/F	Campioni d'aria presso inceneritore	971 pg m⁻³ media	pg m ⁻³

4.1 Derrate Alimentari

Il problema degli inquinanti organici negli alimenti (con particolare attenzione alle diossine) e della identificazione delle possibili sorgenti di contaminazione è stato negli ultimi anni oggetto di numerose ricerche effettuate sia a livello europeo che internazionale.

Fattore et al. (2006) hanno valutato l'esposizione con la dieta della popolazione italiana a PCDD/PCDF e PCB diossina-simili (DL-PCB) integrando dati da indagini statistiche sulle abitudini alimentari effettuate su scala nazionale con dati sulle concentrazioni di inquinanti in diverse categorie di prodotti (forniti dalla Commissione Europea). Tale studio ha evidenziato come la classe di alimenti che maggiormente contribuisce ad esporre la popolazione a PCDD/PCDF e DL-PCB è quella dei prodotti ittici seguita da latte e derivati lattiero-caseari. La Tabella 4-2 illustra i contributi di diverse tipologie di alimenti all'esposizione sia di PCDD/PCDF che di DL-PCB.

Tabella 4-2: Contributi percentuali degli alimenti all'apporto di PCDD/PCDF e DL-PCB

	PCDD/PCDF (%)	DL-PCB (%)
Prodotti ittici	29	52
Latte e derivati	22	31
Cereali	11	1
Frutta e vegetali	20	2
Carne e derivati carnei	9	7
Grassi e olii	8	6
Altri alimenti	1	1
TOTALE	100	100

Dalla Tabella 4-2 si osserva come più del 50% dell'assunzione di PCDD/PCDF e dell'80% dell'assunzione di PCB diossina-simili derivi da prodotti ittici e da latte e derivati, mentre cereali e frutta/vegetali contribuiscano in minor misura; il loro contributo si attesta infatti, rispettivamente, intorno all'11 e 20% nel caso di PCDD/PCDF e intorno all'1 e 2% nel caso di DL-PCB. Il contributo dovuto a carne e derivati è simile per le due classi di contaminanti così come simile è l'apporto per le diverse tipologie (bovina, suina, avicola). Il campione di soggetti esaminato nella ricerca (compreso nel range di età 0-94 anni) è stato suddiviso in tre classi (0-6, 7-12, 13-94); per ognuna di queste, sono stati stimati gli equivalenti tossici totali forniti da PCDD, PCDF e DL-PCB attraverso l'alimentazione che sono risultati pari, rispettivamente, a 5,34, 3,37 e 2,28 pg (OMS)-TE/kg-di peso corporeo per giorno. Ciò che complessivamente emerge dalla ricerca è quindi che circa il 50% della popolazione italiana adulta supera con la dieta l'apporto tollerabile giornaliero consigliato pari a 2 pg (OMS)-TE/kg-di peso corporeo per giorno (*Scientific Committee on Food of the European Commission, 2001*) e che, in particolare, circa il 5 % lo supera di un fattore pari a 2,5 (5 pg (OMS)-TE/kg-di peso corporeo per giorno). Tra gli elementi che potrebbero contenere tali apporti, gli stessi autori ritengono possa essere più efficace la riduzione del tenore dei contaminanti negli alimenti all'origine piuttosto che la modifica delle abitudini alimentari.

Anche *Taioli et al. (2005)* hanno valutato l'entità dell'esposizione umana alle diossine in Italia campionando alimenti di origine animale in macelli, allevamenti, industrie di produzione e trasformazione, mercati. Il valore medio di PCDD/PCDF trovato analizzando 239 campioni è pari a $0,144 \pm 0,266$ pg TEQ/g materiale tal quale (range: 0,003–1,655 pg-TEQ/g tq); il pesce è l'alimento con il contenuto più alto (con ampie differenze a seconda della specie) e il suo consumo, unitamente a quello del latte bovino e in accordo con quanto riportato da altri studi sia nazionali (lo stesso *Fattore et al.*) che internazionali, risulta essere il maggior responsabile nel veicolare tali contaminanti all'organismo umano.

La possibile correlazione tra la concentrazione delle diossine nel latte e la contaminazione di foraggi e/o suoli su cui viene allevato il bestiame è stata studiata da *Schulz et al. (2005)*, dalle cui prove emerge come i tenori nell'alimento possano aumentare in modo considerevole se le vacche

pascolano su terreni inquinati. Determinanti risultano essere le condizioni sperimentali in cui si opera; gli autori riportano, ad esempio, come la zona oggetto della ricerca fosse caratterizzata da foraggio “poco cresciuto” e come l’ingestione da parte del bestiame ad un livello molto basso rispetto al suolo abbia potuto aumentare la probabilità di introduzione di micro-zolle contaminate (in condizioni estreme l’apporto per ingestione è stimato essere anche di 1,5 kg suolo/giorno). I range trovati in campioni di latte prelevati alla quarta settimana di pascolo sono compresi tra 2,96 e 5,05 pg (OMS)TEQ/g grasso mentre alla decima settimana sono tra 4,27 e 6,33 (oltre il limite fissato a livello comunitario che è pari a 3). Nel successivo periodo di ricovero al chiuso l’alimentazione del bestiame con mangimi non contaminati ha fatto sì che le concentrazioni di PCDD/PCDF trovate nei campioni di latte calassero significativamente (già dopo una settimana al di sotto del limite).

Dallo studio è emerso anche come la concentrazione di PCDD/PCDF nel latte di vacche nutrite con insilato d’erba contaminato vari notevolmente a seconda che il latte sia campionato appena dopo il parto o a distanza di tempo da esso; la concentrazione di PCDD/PCDF nel colostro è infatti da 8 a 16 volte superiore rispetto ai valori trovati all’inizio della prova mentre già 3 giorni dopo il parto il livello scende sotto 3 e dopo circa 50 giorni si attesta intorno a valori pari a 1 pg (OMS)TEQ/g grasso. L’analisi di PCDD/PCDF è stata effettuata anche dopo la macellazione delle vacche da latte in campioni di pelle, muscolo e tessuto grasso trovando valori sempre inferiori al limite legale (rispettivamente 2,27, 1,11 e 1,32 pg (OMS)TEQ/g grasso). Similmente, l’analisi effettuata su campioni di muscolo, tessuto grasso e latte di pecore dopo 16 settimane di pascolo in aree contaminate ha fornito valori che si sono mantenuti sotto i limiti mentre più elevati sono risultati essere i valori in campioni di pelle (compresi nel range 4,92- 20,7 pg (OMS)TEQ/g grasso), fatto tuttavia ininfluente ai fini di garantire la sicurezza alimentare.

Data l’importanza della via alimentare di trasmissione di contaminanti è necessario che la loro presenza sia ridotta al minimo e che essa sia soggetta a frequenti e mirati monitoraggi; *Pinelli et al. (2005)* hanno riportato i risultati dell’attività di monitoraggio sul latte condotta dalla Parmalat per l’attività di prevenzione a difesa dei consumatori e riguardante in particolare diossine, pesticidi, PCB, IPA e metalli pesanti. Riguardo il contenuto di PCDD/PCDF, il dato medio di campioni di latte provenienti da diversi paesi della comunità europea (analizzati nel periodo 2002-2004) si è attestato intorno a 0,42 pg/g grasso (min: 0,12, max: 0,94), con valori molto simili a quelli ottenuti in monitoraggi precedenti e ben inferiori a quelli fissati a livello comunitario (3 pg (OMS)TEQ/g grasso). Per quanto riguarda i PCB, è stato effettuato il monitoraggio dei congeneri ritenuti più significativi (i 7 indicatori) che rappresentano circa il 91% dei PCB presenti nel latte; dalle analisi effettuate nel periodo 1999-2004 (466 campioni di latte nazionale e comunitario) si sono riscontrati livelli molto lontani dal valore di 100 µg/kg di grasso indicato dagli organi di controllo ufficiali. Relativamente agli idrocarburi policiclici aromatici, dall’analisi di oltre 300 campioni di latte non è emerso alcun dato superiore al limite di rivelabilità del metodo analitico mentre Pb, Cd, Hg e Ni sono stati trovati in quantità tali da non essere pericolosi per l’uomo (valori e relative frequenze sono riportati in Tabella 4-1/A).

Nella ricerca di quelle che possono essere le cause di contaminazione degli alimenti alcuni autori (*Lake et al., 2005*) hanno studiato l’influenza dei fenomeni alluvionali (“flooding”) sui livelli di PCDD/PCDF e PCB nei suoli e nei foraggi, rilevando le concentrazioni dei due tipi di inquinanti sia in queste due matrici che nel latte bovino; i campioni di latte sono stati prelevati da vacche atte a pascolare in zone fluviali del Regno Unito soggette ai fenomeni di “flooding” e sono stati messi a confronto con campioni prelevati da aziende controllo non soggette.

L’ipotesi suggerita dagli autori è che il trasferimento dei contaminanti dai sistemi fluviali al latte bovino possa divenire importante in quanto il particolato sospeso e il sedimento di fondo possono fungere da serbatoi di rilascio a lungo termine: i valori trovati in campioni di latte sono compresi nel range 0,71-14,08 ng OMS-TEQ/kg grasso, con valore medio pari a 3,10 e mediano pari a 2,46, fatto che sta ad indicare che la distribuzione ha una lunga coda spostata verso molti valori più bassi e pochi più alti. I dati relativi al suolo e al foraggio hanno distribuzioni simili sebbene il range sia molto più ampio nel primo caso (2,48-746,36 ng OMS-TEQ/kg ss) e molto più stretto nel secondo (0,11-1,31 ng OMS-TEQ/kg ss). I risultati dell’analisi statistica effettuata per valutare l’influenza dei fenomeni alluvionali sulle concentrazioni degli inquinanti nelle tre matrici confermano che i livelli di PCDD/PCDF sono significativamente più elevati nelle aree di influenza dei due fiumi

definiti “potenzialmente contaminati” (che fluiscono attraverso zone urbane e industriali) rispetto all’area influenzata dall’unico dei tre fiumi definito “incontaminato” (che fluisce prevalentemente attraverso zone rurali). I risultati per i PCB confermano quanto ottenuto per PCDD/PCDF. L’analisi di PCDD/PCDF e PCB è stata effettuata anche nei mangimi commerciali utilizzati nei periodi di ricovero al chiuso del bestiame (inizio inverno-primavera) per potere escludere un loro eventuale contributo alla contaminazione; eliminata questa variabile, il riscontro, nelle aziende in esame, di maggiori concentrazioni di PCDD/PCDF e PCB nel latte campionato nel mese di marzo rispetto alle aziende di controllo potrebbe, a detta degli autori, trovare almeno due spiegazioni:

- l’insilato fornito come alimento in tale periodo, se autoprodotta, potrebbe avere concentrazioni di inquinanti comparabili a quelle del foraggio consumato direttamente al pascolo nel periodo autunnale precedente;
- i lunghi tempi di dimezzamento di alcune diossine e PCB giustificerebbero il fatto che le concentrazioni nel bestiame derivate dall’esposizione all’aperto possano essere ancora evidenti anche dopo diversi mesi di ricovero al chiuso.

Le stesse osservazioni riguardanti PCDD/F e PCB possono essere effettuate per altri contaminanti pericolosi quali metalli pesanti o PBDE (bifeniliteri polibromurati), spesso presenti nei sedimenti fluviali, che potrebbero da qui entrare nella catena alimentare.

Particolare attenzione è stata posta da Schmid *et al.* (2003) alla via di contaminazione per deposizione atmosferica, monitorando i livelli di PCDD/PCDF nel latte di vacche che pascolano in territorio svizzero e utilizzandoli come indicatori dell’esposizione media locale degli animali. I siti scelti corrispondono a quelli di indagini effettuate negli anni precedenti (1984 e 1990-91) e comprendono, oltre a zone rurali e alpine, anche zone nei pressi di sorgenti di emissione di PCDD/PCDF, allo scopo di verificare l’efficacia delle misure adottate per la loro riduzione. I campioni di latte sono stati prelevati durante un periodo (quello estivo) in cui le vacche pascolano all’aperto e la loro dieta è basata unicamente su erba fresca, senza formulati aggiuntivi; al fine di ridurre la potenziale influenza dell’alimentazione, nel periodo invernale il campionamento è stato effettuato almeno 40 giorni dopo il cambiamento da quella esclusiva al pascolo. Oltre ai campioni prelevati direttamente nelle aziende sono stati prelevati anche campioni dalle vasche di raccolta degli impianti industriali di produzione di latte per il consumo. Nell’indagine in oggetto (2001) si sono ottenuti per il latte al consumatore valori pari a $0,51 \pm 0,19$ ng I-TEQ/kg grasso, solo leggermente più alti di quelli relativi ai campioni provenienti da zone rurali/alpine ($0,36 \pm 0,09$ ng I-TEQ/kg grasso) e inferiori ai dati relativi ai campioni raccolti in prossimità delle sorgenti emmissive ($0,63 \pm 0,26$ ng I-TEQ/kg grasso). Il confronto tra latte da zone rurali/alpine e latte vicino a sorgenti emmissive conferma l’esistenza di una differenza statisticamente significativa (le mediane dei due set di dati analizzate con il test di Wilcoxon danno $p=0,0054$), con valori che sono comunque in linea con quelli trovati in altri Paesi europei.

Gli autori riportano anche che il trasferimento di PCDD/PCDF via deposizione atmosferica al latte bovino dipende anche dalla velocità di crescita del vegetale. La contaminazione attraverso questa via avviene infatti attraverso due step principali; il primo step include la deposizione associata principalmente con il particolato atmosferico che va ad aderire alle superfici fogliari del vegetale mentre nel secondo step il vegetale stesso funge da “carrier” per l’assorbimento di PCDD/PCDF da parte dell’animale che, successivamente, elimina tali contaminanti attraverso il latte.

La relazione che regola il meccanismo di deposizione atmosferica sul vegetale (primo step) è

$$\text{CONC}_{\text{veg}} = (D/G) * (1/T_{\text{dep/veg}})$$

dove CONC_{veg} è la concentrazione di PCDD/PCDF nel vegetale in pg/kg, D è la velocità di deposizione (in pg/m².giorno), G è la velocità di crescita del vegetale (kg/m².giorno), $T_{\text{deposizione/vegetale}}$ è un fattore adimensionale che riflette le perdite che si possono avere durante il processo di deposizione ad esempio per fotolisi, per lavaggio del particolato adeso alle foglie da parte delle precipitazioni o a causa della scarsa adesione del particolato stesso sulla loro superficie.

Il secondo step, caratterizzato da assorbimento, trasformazione e successiva eliminazione degli inquinanti attraverso il latte, allo stato stazionario è regolato dalla relazione seguente:

$$\text{CONC}_{\text{latte}} = \text{CONC}_{\text{veg}} * (T_{\text{veg/latte}}/P_{\text{latte/veg}})$$

dove $\text{CONC}_{\text{latte}}$ è la concentrazione di PCDD/PCDF nel latte espressa in pg/kg grasso, CONC_{veg} è la concentrazione nel vegetale in pg/kg ss, $T_{\text{veg/latte}}$ è il fattore di trasferimento (carry-over) dal vegetale al latte (specifico per i diversi congeneri), $P_{\text{latte/veg}}$ è la velocità di produzione ed esprime la quantità relativa di latte che è prodotta da una data quantità di foraggio.

La velocità di crescita del foraggio dipende principalmente dall'intensità della fertilizzazione e dalle condizioni in cui si trova il pascolo; generalmente tale velocità decresce con l'aumentare dell'altitudine determinando così un innalzamento della concentrazione di PCDD/PCDF tanto più quanto meno cresciuto è il vegetale (la maggiore altezza della pianta va infatti a "diluire" gli inquinanti). Alcuni riportano che, a parità di condizioni di fertilizzazione, ci si attende un calo della crescita del 5% ad un'altezza di 100 m sul livello del mare e del 40% a 1000 m. Complessivamente, il confronto con i livelli di PCDD/PCDF rilevati nei monitoraggi degli anni precedenti ha comunque evidenziato un calo delle concentrazioni in tutte le tre tipologie di latte analizzate (commerciale, vicino alla sorgente emissiva, di zona alpina/rurale), probabilmente dovuto alle innovazioni tecnologiche apportate in numerosi impianti negli ultimi anni; così come i livelli in aria, anche i livelli trovati nel latte al consumatore in Svizzera sono costantemente calati nel tempo e similmente a quanto trovato in altri Paesi quali Germania e Regno Unito.

Gli stessi autori (*Schmid et al., 2002*) hanno effettuato un programma di monitoraggio di PCDD/PCDF negli alimenti di origine animale per verificare il grado di contaminazione e valutare l'efficacia dei sistemi di prevenzione. Infatti, nonostante i cali verificatisi dopo il 1980 sia delle emissioni totali in atmosfera che dei livelli negli alimenti (il contenuto nel latte bovino svizzero è passato da 2,3 a 0,51 ng I-TEQ/kg grasso dal 1984 al 2001), sporadici casi di contaminazione specifica sono emersi ed emergono di tanto in tanto in diversi paesi dell'Unione Europea. A seguito di questi eventi le autorità elvetiche hanno effettuato una ricerca preliminare presso aziende note per aver ricevuto mangimi contaminati con caolino per verificare l'ipotesi della contaminazione per trasferimento degli inquinanti da mangime ad animale ad alimento. Sulla base dei risultati della ricerca preliminare è stata quindi effettuata un'analisi sistematica dei cibi di origine animale verificandone l'idoneità all'alimentazione umana attraverso la conformità a limiti sia di tolleranza temporanea (TTL) sia a limiti massimi (MRL), oltre i quali far scattare il divieto di consumo. Gli autori riportano che l'analisi dei profili dei congeneri nei campioni di latte bovino, uova, pollame, carne suina, lardo ha confermato l'ipotesi della contaminazione in tutti i casi eccetto che per il latte bovino; il profilo di quest'ultimo, infatti, caratterizzato da una distribuzione ripartita al 50% tra PCDD e PCDF, farebbe sospettare una contaminazione causata probabilmente dai livelli di fondo degli inquinanti aerodispersi tipici dell'area in esame.

In particolare, tutti i valori trovati per i 44 campioni di latte bovino analizzati sono al di sotto del limite TTL (posto a 3 ng I-TEQ/kg grasso) e il valore medio trovato, pari a $0,63 \pm 0,17$ ng I-TEQ/kg grasso, non è significativamente diverso dal dato medio di concentrazione (0,5 ng I-TEQ/kg grasso) per la matrice latte sia in Svizzera che in altri paesi dell'Europa occidentale. I dati ottenuti risultano quindi nella norma nonostante tutti i campioni di latte fossero stati raccolti in aziende che avevano utilizzato i mangimi contaminati con caolino. Questo potrebbe trovare spiegazione nel fatto che, in Svizzera, l'alimentazione delle vacche consiste essenzialmente di foraggio grezzo cresciuto in loco (erba, fieno, insilato) e che quindi i livelli di PCDD/PCDF trovati sono principalmente dovuti al trasferimento dei contaminanti dall'erba a sua volta contaminata a causa della deposizione atmosferica del particolato. Riguardo gli altri alimenti esaminati, nessun superamento del TTL si è verificato per le carni bovine mentre per uova e pollame (i cui range sono compresi, rispettivamente, tra 0,41-13 e tra 0,32-3,9 ng I-TEQ/kg grasso) l'analisi dei profili dei congeneri (in cui il contributo di PCDD è superiore all'80%) confermerebbe la contaminazione da caolino; per questa categoria animale la contaminazione attraverso il mangime assume importanza soprattutto nel caso del ricovero in batterie al chiuso, mentre prevale la via di contaminazione attraverso il suolo qualora i capi vengano mantenuti all'aperto. Dati contrastanti sono stati ottenuti per la carne suina, per la quale la maggioranza dei campioni (27) ha rivelato bassi livelli di PCDD (0,1-0,60 ng I-TEQ/kg grasso) mentre alla contaminazione da mangime

inquinato viene attribuita la causa del rilievo, in 4 campioni soltanto (prelevati nella stessa azienda nello stesso mese), di valori più elevati (compresi nel range 1,8 -7,5 ng I-TEQ/kg grasso).

Negli anni '90, diverse analisi di routine del latte bovino effettuate nel Regno Unito da parte del MAFF (*UK Ministry of Agriculture, Fisheries and Food*) sia presso aziende site in aree rurali che urbane e industriali, hanno collocato i tenori di PCDD/PCDF all'interno del range 0,04–0,27 ng TEQ/kg tal quale.

Alcuni autori inglesi (*Alcock et al., 2002*) hanno studiato i profili dei congeneri di PCDD/PCDF in campioni di latte prelevati in aree industriali per identificare le sorgenti di eventuali contaminazioni, approfondendo in particolare le tecniche per stabilire l'"impronta" che identifica tali sorgenti e creando anche modelli di trasferimento di PCDD/PCDF tra aria e latte e comparando profili attesi e misurati.

Riguardo i vegetali, la concentrazione di PCDD/PCDF e/o PCB è data dalla somma della quota che passa dalla fase vapore in aria alle superfici fogliari e di quella che si deposita con il particolato atmosferico; l'apporto via ingestione di suolo ha un ruolo secondario a concentrazioni intorno ai livelli di background ma può divenire importante in aree fortemente contaminate. È possibile prevedere un profilo dei congeneri di PCDD/PCDF nel latte bovino conoscendo i processi di trasferimento dei singoli composti attraverso il percorso aria-vegetale-latte e il contesto ambientale in cui il campione prelevato si trova; qualora si sospetti l'inquinamento da parte di una sorgente nota e continua, il profilo risultante potrà essere una combinazione della quantità relativa che di ciascun congenere viene rilasciata e della specifica resistenza di ognuno a processi quali deposizione e/o reazioni radicaliche di degradazione (via radicale \bullet OH). In condizioni stazionarie, ad esempio, si sono stimati i tempi T_w di resistenza atmosferica ai fenomeni di degradazione che sono pari a circa 2 giorni per i congeneri di-clorurati e a circa 7 giorni per quelli esa-clorurati; in situazioni in cui vi fosse una elevata concentrazione in aria di congeneri basso clorurati (presenti soprattutto in fase vapore) essi andrebbero incontro a rapida degradazione per via radicalica mentre nel caso in cui prevalessero i congeneri a sette o otto atomi di cloro (strettamente legati al particolato) essi sarebbero soggetti a reazioni di lenta degradazione, pur potendo essere più facilmente rimossi durante la deposizione proprio per l'azione meccanica esercitata dal particolato.

Nel lavoro degli autori sono stati previsti due scenari (uno in aria ambiente e uno influenzato da una sorgente tipo acciaieria) e sono stati confrontati con i profili dei congeneri di tre diverse tipologie di latte; la prima a concentrazioni simili ai valori di fondo trovati nel Regno Unito, la seconda e la terza campionate in due diverse aziende sperimentali. Dal confronto è emersa una similitudine dei profili in aria con il profilo del latte di "fondo", ma alcune differenze con i profili relativi alle due aziende. In particolare, nel caso di una delle due, si sono osservate elevate proporzioni di 2,3,7,8-TCDD, il congenere più tossico e che si trova normalmente in proporzioni molto basse sia nei profili di aria ambiente che di aria ambiente influenzata da sorgente acciaieria; ciò ha portato a concludere che molto probabilmente sorgenti diverse dall'acciaieria sono responsabili delle concentrazioni di PCDD/PCDF nei campioni di latte prelevati in tale azienda. In particolare, le concentrazioni complessive di PCDD/PCDF trovate sono pari a 2,15 ng TEQ/kg grasso nella prima (distante 2 km a ovest dell'acciaieria) e 8,14 ng TEQ/kg grasso nella seconda (distante 8 km a sud della stessa acciaieria e adiacente ad un fiume, *the River Rother*). Le corrispondenti concentrazioni espresse in ng TEQ/kg tal quale sono 0,09 e 0,34, con il valore della prima azienda simile ai valori di fondo del Regno Unito e il valore della seconda situato all'estremità superiore del range considerato accettabile per aree urbane/industriali (0,07–0,38 ng Σ TEQ/kg) e con un 50% eccezionalmente alto di 2,3,7,8-TCDD.

Gli autori ritengono rilevante il fatto che l'azienda in questione sia adiacente ad un fiume che riceve a sua volta diversi "input" di diossine e che regolarmente inonda la pianura alluvionale circostante; le elevate concentrazioni osservate nel latte potrebbero quindi essere spiegate come derivate dall'ingestione da parte del bestiame di foraggio contaminato dai sedimenti fluviali. Al fine di verificare questa ipotesi essi hanno effettuato il confronto con il profilo dei congeneri del sedimento di un affluente del fiume, che è risultato essere caratterizzato dalla presenza dominante di 2,3,7,8-TCDD; tale profilo è stato riconosciuto come tipico di diversi campioni che vennero raccolti nell'area nei primi anni '90 e in cui sorgeva un inceneritore e ha fornito quindi ulteriori prove per identificare il fiume come sorgente contaminante del latte prelevato dall'azienda in esame.

Molti studi sono stati realizzati nell'ultima decina d'anni focalizzando l'attenzione sulla sorgente "inceneritore" come causa della contaminazione da PCCD/PCDF di suoli, vegetali e alimenti e della elevata esposizione della popolazione residente in zona.

Per quanto concerne in particolare la matrice latte, *Ramos et al. (1997)* hanno analizzato i livelli di PCCD/PCDF in campioni di latte prelevati da aziende della Spagna settentrionale (Asturia) ubicate in prossimità di possibili fonti quali un inceneritore di rifiuti e tre tipologie di industrie (chimiche, di produzione carta, metallurgiche) e confrontati con campioni di controllo per valutare l'impatto ambientale; i valori trovati sono stati comparati anche con latte campionato in due aziende ubicate in zone rurali (a Salamanca e Toledo, nella Spagna centrale), con 23 campioni di latte commerciale pastorizzato e con i dati di letteratura pubblicati per altri paesi europei. Concentrazioni oltre il limite di rivelabilità analitico sono state trovate in quasi tutti i campioni analizzati, con una prevalenza, per quanto riguarda PCDD, del congenere octa-sostituito OCDD rispetto alla più tossica 2,3,7,8 TCDD, mentre nel caso di PCDF prevalgono i congeneri più bassoclorurati rispetto agli esa- e octa-. I risultati di tutti i campioni analizzati (espressi in pg I-TEQ/g grasso) sono compresi nel range 0,67- 3,50, con i valori più elevati trovati in corrispondenza delle aree ubicate a 800 m dall'industria chimica (3,50) e a 500 m dall'inceneritore (3,32) e i valori minori nell'area di controllo ubicata a oltre 10 km dalla cartiera (0,67) e nel latte pastorizzato in commercio (0,73). Tutti i valori trovati sono inferiori a 6 pg I-TEQ/g grasso che era il valore di legge per il consumo umano (nel 1997) in molti paesi europei tra cui Germania, Olanda e Austria; i valori trovati nel latte commerciale sono leggermente più bassi di quelli trovati in quel periodo in aree rurali della Spagna e simili a quelli trovati in matrici analoghe e in aree rurali di altri paesi.

Taluni inquinanti monitorati nell'ambito del presente lavoro, sono altresì oggetto di costante monitoraggio realizzato nell'ambito del "Piano Nazionale per la ricerca di Residui (PNR)" questo, è un piano di sorveglianza del processo di allevamento degli animali e di prima trasformazione dei prodotti di origine animale che mira a:

- svelare i casi di somministrazione illecita di sostanze vietate;
- svelare i casi di somministrazione abusiva di sostanze autorizzate;
- verificare la conformità dei residui di medicinali veterinari, di antiparassitari nonché di agenti contaminanti per l'ambiente con i limiti massimi di residui o i tenori massimi fissati dalle normative comunitarie e nazionali.

Il PNR si struttura tenendo conto delle prescrizioni del decreto legislativo 16 marzo 2006, n. 158, recante attuazione delle direttive 96/22/CE e 96/23/CE e loro successive modifiche e delle decisioni 97/747/CE e 98/179/CE, per quanto riguarda i livelli e le frequenze di campionamento e le procedure per il prelievo ufficiale e la gestione dei campioni. Esso definisce le specie e le categorie animali da sottoporre a campionamento, la categoria di residui o di sostanze da ricercare, le strategie di campionamento, i livelli e le frequenze di campionamento, secondo il dettato della normativa in vigore e le indicazioni della Commissione europea. Elaborato annualmente dal Ministero della Salute, Direzione Generale per l'Igiene e la Sicurezza degli Alimenti e la Nutrizione che si avvale della collaborazione delle Regioni e delle Province Autonome, dei Laboratori Nazionali di Riferimento e degli Istituti Zooprofilattici Sperimentali. L'ultimo monitoraggio pubblicato e disponibile, è rappresentato dal PNR 2017 che ha avuto inizio il 1° gennaio 2017 ed è terminato il 31 dicembre 2017.

4.2 Foraggi (Mangimi) - Suoli

Baldassarri et al. (Istituto Superiore di Sanità, 2007), hanno effettuato uno studio pilota sulla contaminazione da microinquinanti organici di una zona del bresciano in cui ha operato per 25 anni un impianto di produzione di PCB (la cui produzione e uso sono proibite dal 1978) per valutare l'entità della contaminazione alimentare e dell'esposizione umana; buona parte della zona inquinata è infatti suolo agricolo, su cui sorgono diverse piccole aziende in cui si producono foraggi e si alleva bestiame e i cui prodotti (colture orticole, latte, carne etc.) sono utilizzati per il consumo locale. Lo studio riguarda sia PCB (diossina-simili e non) che PCDD/PCDF oltre ad alcuni pesticidi organo-alogenati ricercati sia su suoli che foraggi (i valori riscontrati sono riportati in Tabella 4-1/B). Per quanto concerne i suoli, tutti i valori trovati (ad eccezione di uno relativo ad un campione ubicato in zona urbana al di fuori della zona agricola incriminata) eccedono i limiti di legge per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (10 pgTE(I)/gss, riportato nel DM 471/99 e successivamente ripreso dal Decreto Legislativo del 3 Aprile 2006, N°152). In molti casi il limite è oltrepassato di oltre un ordine di grandezza (> 100 pgTE(I)/g ss). Rilevante risulta essere il contributo dovuto ai PCB diossina simili, la cui concentrazione addizionata a quella di PCDD/PCDF fa scattare i valori di tutti i campioni oltre il limite. Diversi elementi indicano in una miscela industriale di PCB la probabile fonte di contaminazione; lo studio ha ricercato infatti 57 congeneri di PCB non diossina simili e i livelli trovati eccedono in molti campioni i livelli di fondo di diversi ordini di grandezza. Inoltre, tali miscele contengono generalmente maggiori quantità di PCDF (soprattutto tetra, penta e esa) rispetto a PCDD e questa peculiarità è stata spesso osservata nello studio in oggetto. Relativamente al contenuto di PCDD/F nei foraggi (vedi Tabella 4-1/B) soltanto un campione risulta essere inferiore sia al valore soglia che al valore limite riportati nella legislazione comunitaria, mentre i restanti si collocano o nell'intervallo tra i due limiti o oltre quello massimo. Come nel caso dei suoli, quando si considerano anche i PCB diossina simili tutti i campioni risultano essere fuori limite. Fatto rilevante emerso dallo studio è la non correlazione osservata tra il grado di contaminazione da PCB del foraggio e quello del suolo corrispondente, a rafforzare l'ipotesi che, probabilmente, la contaminazione del vegetale è avvenuta di preferenza per evaporazione e successivo assorbimento fogliare piuttosto che attraverso l'apparato radicale.

Molti studi sono stati realizzati sia a livello europeo che internazionale relativamente all'impatto ambientale degli inceneritori di rifiuti urbani e sulle possibili contaminazioni di terreni e vegetali soggetti all'influenza delle loro emissioni.

Oh et al. (2006) hanno effettuato uno studio per valutare l'influenza di un inceneritore per rifiuti urbani situato nei pressi della città di Bucheon (Corea) sui livelli di PCDD/PCDF in atmosfera e nei suoli a seguito dei miglioramenti tecnologici apportati per ridurre le emissioni al camino; i valori medi trovati nei suoli, decrescenti all'aumentare della distanza dalla sorgente di contaminazione, sono pari a 8,92 pg I-TEQ/g ss entro 500 m dall'impianto, 7,39 pg I-TEQ/g ss entro 800 m e 1,25 pg I-TEQ/g ss entro 1,8 km mentre il valore medio complessivo di tutti i rilievi è pari a 19,06 pg I-TEQ/g ss (i valori minimo e massimo sono riportati in Tabella 4-1/B). La distribuzione delle percentuali dei congeneri suggeriscono che sia i suoli che l'aria analizzati sono stati probabilmente influenzati oltre che da una sorgente certa di PCDD/F quale l'inceneritore anche da altre sorgenti non identificate (es: altri processi industriali, traffico veicolare).

Anche alcuni autori spagnoli (*Schuhmacher et al., 2006*) hanno in numerosi lavori approfondito le tematiche inerenti l'impatto ambientale degli inceneritori, studiando in particolare i meccanismi di trasferimento di PCDD/PCDF sia tra suolo-vegetazione che tra aria-vegetazione, analizzando campioni di suolo, foraggio (*Pipatherum paradoxum* L.) e aria (raccolti tra il 1996 e il 2002) in un'area industriale nella zona di Barcellona nei pressi di un impianto che tratta rifiuti urbani.

Riguardo il trasferimento suolo-vegetali, la letteratura riporta come le diossine possano passare ai vegetali sia per volatilizzazione e assorbimento fogliare dei vapori formati che per risospensione delle particelle di terreno che vanno ad aderire alle superfici oppure attraverso l'assorbimento diretto dall'apparato radicale della pianta. L'elevata lipofilità fa sì che le diossine tendano a legarsi fortemente alla sostanza organica del terreno mentre la scarsa solubilità in acqua rende il loro assorbimento da parte delle radici e il trasferimento alle parti superiori del vegetale meno importante rispetto agli altri meccanismi citati. Relativamente al trasferimento aria-vegetali, si

evinces invece come le produzioni vegetali possano via deposizione atmosferica catturare i contaminanti aerodispersi sia dalla fase gassosa che dal particolato (in tal caso per via secca o umida attraverso le precipitazioni). Le concentrazioni di inquinanti che si ritrovano nei tessuti del vegetale sono quindi influenzate da una molteplicità di fattori; da un lato quelli ambientali (come, ad es., la velocità con cui tali composti vengono forniti dall'aria circostante e le condizioni atmosferiche quali temperatura e intensità delle precipitazioni), dall'altro quelli legati alle caratteristiche della pianta stessa (come, ad es., rugosità delle superfici fogliari esposte, orientazione orizzontale o verticale rispetto all'atmosfera, contenuto lipidico). Diversi studi concordano nell'affermare che ognuno dei 17 congeneri delle diossine risulta essere distribuito, in misura differente, tra le due fasi e che soltanto le diossine in fase gassosa sono soggette a reazioni di degradazione mentre il particolato atmosferico è il responsabile del trasporto delle stesse a distanza dalla sorgente emissiva; le componenti cerosi della cuticola della pianta pare abbiano un ruolo chiave nel catturare gli inquinanti organici lipofili persistenti anche se ancora qualche incertezza permane nei ricercatori riguardo il meccanismo di contaminazione e di accumulo nella vegetazione di PCDD/PCDF. Comprendere tale meccanismo potrebbe rivestire grande rilievo sia per lo sviluppo di modelli affidabili di trasferimento alla catena alimentare (che consentano di stimare l'esposizione dell'uomo attraverso la via "terrestre" di contaminazione) sia come bio-indicatori nei monitoraggi ambientali in cui si valutano le variazioni spazio-temporali degli inquinanti.

Nel lavoro di *Schuhmacher et al. (2006)* sono stati analizzati 120 campioni di suolo e vegetali le cui medie geometriche sono pari, rispettivamente, a 3,49 e 1,81 ng I-TEQ/kg ss. Sia nel suolo che nei vegetali le concentrazioni assolute più elevate sono quelle dei congeneri maggiormente sostituiti; l'accumulo degli octa-sostituiti OCDD e OCDF risulta essere quasi 10 volte più alto nel suolo che nella vegetazione (85,03 contro 9,79 ng/kg ss per OCDD e 10,34 contro 1,24 ng/kg ss per OCDF). Dal confronto dei profili dei congeneri di suolo e vegetali si osserva una buona correlazione solo per i composti maggiormente sostituiti (a maggior peso molecolare). È da osservare che una correlazione tra i congeneri più volatili porta a ritenere più probabile il processo di trasferimento al vegetale per vaporizzazione dal suolo mentre una correlazione tra i congeneri maggiormente sostituiti (aventi minor tensione di vapore) fa propendere per la contaminazione attraverso sospensione e deposizione delle polveri. In particolare, si è osservato come i più alti fattori di "scavenging" (espressi in m³/g ss e ottenuti rapportando le concentrazioni dello specifico composto nel vegetale a quelle in aria) siano stati trovati per OCDD e OCDF (rispettivamente 7,3 e 11,3) e che il profilo dei congeneri aria-vegetazione sia molto più simile di quanto non sia il profilo suolo-vegetazione; ciò confermerebbe che le concentrazioni di PCDD/PCDF nei vegetali sono principalmente influenzate dalle deposizioni atmosferiche e che determinante risulta essere la ripartizione di PCDD/PCDF in aria tra le fasi vapore e il particolato. Tale ripartizione dipende da diversi fattori quali la temperatura, la quantità e le dimensioni delle particelle in atmosfera e soprattutto dalle proprietà fisico-chimiche dei singoli congeneri, che tendono a ripartirsi nella fase gassosa tanto più quanto più è alta la tensione di vapore e a legarsi al particolato quanto minore è la loro volatilità. La deposizione dei contaminanti legati alle polveri può assumere importanza anche per i congeneri basso-clorurati in punti di campionamento dove esse abbiano concentrazioni molto elevate (ad es. vicino alle sorgenti) mentre la deposizione dalla fase gassosa a secco potrebbe essere il meccanismo dominante nelle aree rurali.

Diversi autori hanno focalizzato l'attenzione sui modelli di dispersione delle emissioni dalla sorgente inceneritore al fine di verificare la presenza o meno di altre sorgenti di contaminazione nell'area interessata. *Vizard et al. (2006)* hanno effettuato studi sulle concentrazioni nei suoli di PCDD/PCDF nelle vicinanze di un inceneritore di rifiuti urbani a Newcastle, dividendo l'area in oggetto in quattro settori a seconda delle direzioni dei venti (NE-SE-NO-SO) e scegliendo punti di campionamento entro 2,25 km di distanza dall'impianto; tali punti sono stati scelti applicando appropriati modelli di diffusione alla sorgente inceneritore e individuando in tal modo le aree di maggiore influenza delle emissioni. La densità di campionamento è risultata in tal modo essere quattro volte maggiore in direzione Nord-Est rispetto alla direzione Sud-Ovest e due volte rispetto ai settori Nord-Ovest e Sud-Est. Le concentrazioni di PCDD/PCDF trovate sono comprese nel range 6-1911 ng I-TEQ/kg ss (media 120 e mediana 32 ng I-TEQ/kg ss); i valori più elevati non sono tuttavia stati trovati né in corrispondenza di quelle direzioni che secondo il modello di dispersione delle polveri dovevano essere quelle a maggior emissività né è stato osservato un

trend decrescente dei valori stessi all'aumentare della distanza dall'impianto (prova che lo confermerebbe come unica sorgente). Queste osservazioni hanno portato gli autori ad identificare altre fonti di inquinamento oltre all'inceneritore e in particolare ad associare i "cluster" di più elevate concentrazioni aventi profilo degli omologhi dominato da furani (con percentuali decrescenti all'aumentare del grado di clorazione) come tipico dello smaltimento di fanghi di elettrodi di grafite da industria chimica.

A livello nazionale, l'Istituto Superiore di Sanità (2005) ha condotto uno studio di caratterizzazione ambientale del territorio del comune di Reggio Emilia prelevando matrici quali suolo, muschi e aghi di pino e analizzandole per il contenuto di PCDD/PCDF, PCB, e metalli pesanti; particolare attenzione è stata prestata alla scelta di siti in prossimità di quelle che sono state individuate e definite come "Forzanti" (attività industriali, artigianali, di servizio, di smaltimento rifiuti, attività agricole, di spandimento fanghi, allevamenti, traffico autoveicolare, inceneritore per i rifiuti urbani) al fine di valutare tutte le possibili pressioni ambientali. Una consistente parte dello studio si è concentrata sulle problematiche delle ricadute degli inquinanti emessi dall'inceneritore di rifiuti urbani; sono stati pertanto prelevati campioni intorno all'impianto (entro un raggio di 5 km lungo ideali circonferenze tracciate facendo centro sull'impianto stesso) a 500, 1000, 1500, 3000 e 5000 m. Riguardo la presenza nei suoli di PCDD/PCDF, sebbene si sia riscontrato un superamento della concentrazione limite definita dal DM 471/1999 (vigente al momento dello studio) per i suoli ad uso verde pubblico/residenziale (pari a 10 ngTE/kgss), la situazione generale è considerabile "normale" per una area con presenza di molteplici forzanti. Dall'esame dei risultati relativi ai PCB si osserva come tutti i valori di concentrazione rilevati siano ampiamente inferiori al limite per siti ad uso commerciale ed industriale (5000 µg/kg) riportato nel DM 471/1999 ma superiori al limite, pari a 1 µg/kg, per suoli ad uso verde pubblico, privato e residenziale; ciò non è tuttavia da considerare come indicativo di contaminazione dei suoli in esame perché, paradossalmente, il limite inferiore riportato è più basso della concentrazione attualmente riscontrabile e considerabile "di fondo" nei suoli di aree a forte attività umana. Questo concetto era stato riportato in un parere dell'ISS (n. 055409 del 4 febbraio 2003) dove, dopo una serie di argomentazioni e riferimenti bibliografici, si proponeva di innalzare il valore limite dei PCB nei suoli ad uso verde pubblico/residenziale da 1 µg/kg a 60 µg/kg, valore definito dall'Agenzia Protezione Ambientale Statunitense (US-EPA). Tale valore è stato accettato e viene riportato nel Decreto Legislativo del 3 Aprile 2006 n.152 contenente gli aggiornamenti al DM 471/1999.

La stessa ARPA locale (Capuano et al., 2005) ha effettuato nel 2002 sullo stesso territorio uno studio di impatto ambientale volto ad individuare la presenza di microinquinanti organici e metalli e valutare gli eventuali livelli di contaminazione dell'area in cui è ubicato l'inceneritore per i rifiuti urbani. A tal fine sono stati individuati 15 siti e prelevati campioni sia di terreno che di sedimenti e aghi di pino sui quali sono stati ricercati i 17 congeneri di PCDD/PCDF, 28 congeneri di PCB e 9 metalli pesanti. Riguardo i suoli i campionamenti sono stati effettuati a diverse profondità (10, 20 e 30 cm) preferibilmente in aree incolte per evitare gli eventuali apporti di sostanze concimanti e gli effetti dovuti ai mescolamenti tra uno strato e l'altro a seguito delle operazioni di aratura necessarie per le coltivazioni. I valori di concentrazione di PCDD/PCDF trovati per i suoli sono tutti al di sotto dei limiti per le zone destinate a verde pubblico, privato e residenziale (10 pg TE/g ss); quelli più significativi si rilevano in genere nel 1° strato mentre i valori rilevati nel 2° e 3° sono riconducibili al dato di fondo. Il valore medio delle concentrazioni registrate nel 2° (2,19 pg TEQ/g ss) e nel 3° strato (2,18 pg TEQ/g ss) sono infatti confrontabili con i valori dei campioni di riferimento. Nei campioni prelevati nei punti di ricaduta delle emissioni dell'inceneritore i valori ottenuti nel 1° strato sono (eccetto due casi) più elevati del fondo mentre in alcuni siti è risultata evidente la sovrapposizione del contributo dovuto al traffico stradale. Per quanto concerne i PCB totali i valori più significativi si sono trovati prevalentemente nel 1° strato (quello più elevato, pari a 30,12 ng/g ss, in un sito influenzato anche da intenso traffico) mentre i due campioni di riferimento mostrano valori inferiori a 1 ng/g ss; i valori dei 10 PCB diossina simili ricercati sono significativamente inferiori a 1 ng/g ss in tutti i terreni analizzati. Riguardo ai metalli, il nichel presenta i valori più alti (valore medio 84 mg/kg ss) mentre i valori di rame (valore medio 104 mg/kg ss), a detta degli autori, sono probabilmente influenzati dal suo impiego fitosanitario, tipico delle zone in esame; eccetto il rame, i valori massimi riscontrati in tutta l'indagine sono generalmente inferiori a quelli riportati in letteratura per i suoli italiani considerabili non contaminati e dello stesso ordine di grandezza di quelli previsti per i siti bonificati ad uso verde pubblico, privato e residenziale.

Diversi lavori inerenti l'impatto ambientale degli inceneritori focalizzano la loro attenzione sul legame aria-suolo e sul loro tenore in PCDD/PCDF; aria e suoli sono infatti le matrici più direttamente esposte alle emissioni provenienti dai termovalorizzatori.

Caserini et al. (2004) hanno effettuato studi sui livelli di PCDD/PCDF in aria e suoli in tre siti italiani posti in prossimità di impianti di incenerimento rifiuti (Pianura Padana, Veneto, Vallata dell'Adige); per ogni sito, sono stati effettuati campionamenti di entrambe le matrici in tre punti differenti tra cui uno definito "rurale" (ossia non influenzato dalla presenza di città o traffico stradale), uno "urbano" e uno dove l'effetto delle emissioni dall'inceneritore era atteso essere massimo (utilizzando il modello di dispersione atmosferica ISC3 della US-EPA 1995). Il campionamento dell'aria è stato eseguito con appositi campionatori, dotati di filtri in fibra di vetro per raccogliere il particolato e di schiuma poliuretanica per la cattura della fase gassosa, per un periodo di circa 15-20 giorni in modo da raccogliere tra 8000 e 10000 m³ di aria. Il campionamento del suolo è stato invece eseguito su un'area di circa 1000 m² suddivisa in 15 settori, al centro dei quali sono stati effettuati prelievi di 250-350 g di materiale alla profondità di 10 cm poi uniti e omogeneizzati onde ottenere un singolo campione di circa 5 kg.

Dalla ricerca è emerso che:

- nel sito ubicato in Pianura Padana i livelli di diossina nell'aria (che prima dell'avvio dell'impianto erano compresi nel range 54–124 fg I-TEQ/m³) due anni dopo l'inizio dell'attività sono risultati tra 22 e 39 fg I-TEQ/m³ mentre i valori per il suolo, prima compresi tra 0,68 e 0,95, nel 2000 sono compresi nel range 0,85-1,5 pg I-TEQ /g ss;
- i valori per l'aria nel sito ubicato in Veneto sono compresi tra 144 e 337 fg I-TEQ/m³ (dato tipico delle aree industriali) mentre i valori per il suolo sono nel range 1,1-1,4 pg I-TEQ/g ss, con i più elevati riscontrati nei dintorni dell'impianto;
- i valori per l'aria nel sito ubicato nella Vallata dell'Adige sono compresi nel range 10-60 fg I-TEQ/m³, con le concentrazioni più basse trovate nei pressi di aree rurali e residenziali e il valore più alto nel sito che il modello di dispersione indicava come quello a maggior concentrazione attesa (localizzato in zona urbana a intenso traffico stradale); riguardo il suolo, le concentrazioni più basse (0,08 e 0,48 pg I-TEQ/g) sono state trovate in corrispondenza di zone rurali e residenziali mentre il valore più elevato (1,2 pg I-TEQ/g) in zona urbana.

Comparando le tre aree, si osserva come i livelli di PCDD/PCDF sia nell'aria che nel suolo nel sito ubicato in Pianura Padana non sembrano (nel periodo 1997-2000) essere stati influenzati dalla presenza dell'inceneritore e sono tipici di aree rurali; diversamente, i livelli elevati riscontrati nel sito ubicato in Veneto indicano la presenza di altre fonti di contaminazione da ricercare probabilmente in attività industriali che contribuiscono all'inquinamento in sinergia con il vecchio inceneritore (costruito nel 1983 e non dotato delle idonee tecnologie per la riduzione delle emissioni). Riguardo il sito ubicato nella Vallata dell'Adige, è da osservare come i livelli di diossine siano i più bassi nonostante i 25 anni di attività dell'impianto; probabilmente ciò è dovuto alla scarsa presenza di attività industriale nella zona e al rinnovamento dell'impianto che dal 1994 è dotato di tecnologie avanzate tra cui una unità di rimozione catalitica di PCDD/PCDF. L'analisi dei profili dei 17 congeneri e l'analisi delle componenti principali (PCA) conferma l'eccezione rappresentata dal suolo ubicato in Veneto; la prima mette in evidenza la presenza anomala di alcuni congeneri che potrebbero derivare da sorgenti diverse dall'inceneritore mentre la seconda mostra il raggruppamento dei dati relativi al sito in Pianura Padana e nella Vallata dell'Adige e la netta separazione di quelli relativi al sito in Veneto. Le concentrazioni di PCDD/PCDF trovate nei tre siti sia in aria che nei suoli sono comunque in linea con quanto riportato da altri studi sia in Italia che all'estero; range comunemente citati per l'aria sono infatti 20-50 fg I-TEQ/m³ per aree rurali e 100-400 per aree urbane/industriali mentre per il suolo un range di 1-5 pg I-TEQ/g ss viene riferito da molti studi come accettabile per aree rurali.

Diversi Stati effettuano periodiche indagini finalizzate alla stesura di report nazionali sulle concentrazioni di PCDD/PCDF nell'aria, come ad esempio il caso della Turchia così come riportato da Arslan Saral. Diversi autori spagnoli hanno effettuato monitoraggi delle concentrazioni di PCDD/PCDF nelle aree di ubicazione degli inceneritori per rifiuti urbani, prima e dopo la costruzione degli impianti stessi, con lo scopo di valutare l'effettivo impatto sull'ambiente e sulla popolazione residente. *Schuhmacher et al. (2002)* hanno effettuato un programma di monitoraggio antecedente alla costruzione di un inceneritore in Catalogna, analizzando il contenuto di PCDD/PCDF in campioni di suolo e vegetali prelevati nel 1996 e nel 1998 e di 40 campioni di

vegetali (30 in siti rurali e 10 in siti urbani) prelevati negli stessi punti (entro un raggio di 7 km dall'impianto) 20 mesi dopo il suo avvio avvenuto nel 2000. Nello studio in oggetto il range delle concentrazioni di PCDD/PCDF nei vegetali è pari a 0,13-0,65 ng I-TEQ/kg ss (mediana 0,29 e media 0,32) mentre nel 1996 il range era 0,24-1,22 (mediana 0,53 e media 0,61) e nel 1998 era 0,14-2,01 (mediana 0,23 e media 0,31). Riguardo il confronto zone urbane e zone rurali i valori medi relativi al 1996 erano pari, rispettivamente, a 0,85 e 0,50 ng I-TEQ/kg ss mentre nel 1998 erano pari a 0,29 e 0,22 e in entrambe le annate le due serie di dati risultano statisticamente differenti; al contrario i dati del 2000 (pari a 0,29 ng I-TEQ/kg ss per le zone rurali e 0,30 per le zone urbane) non risultano statisticamente differenti così come nessuna differenza significativa è stata trovata tra le concentrazioni ottenute nelle diverse direzioni dei venti (N, NO, E, S, and SO). Complessivamente, gli autori sostengono che i dati ottenuti non mostrano una forte contaminazione dovuta all'attività dell'inceneritore nell'area sotto sua diretta influenza e che, se anche essa può aver contribuito ad aumentare i livelli di tali inquinanti, non trascurabile è da ritenersi la presenza di altre sorgenti emissive.

Anche *Nadal et al. (2002)* hanno lavorato su queste tematiche analizzando i profili dei congeneri di PCDD/PCDF in suoli e vegetali (foraggi) raccolti in vicinanza di un inceneritore per rifiuti urbani sito nella zona di Barcellona (Montcada), operativo dal 1975 e sul quale nel corso degli anni sono state apportate diverse innovazioni tecnologiche (con riduzione delle emissioni nell'aria da 10 ng I-TEQ/Nm³ a livelli inferiori a 0,1 ng I-TEQ/Nm³). Tale impianto è ubicato in una zona ad intensa attività industriale e ad alto traffico pesante e ciò può mascherare gli eventuali miglioramenti apportati dalle tecnologie; scopo degli autori è stato quindi quello di verificare che il calo dei livelli di PCDD/PCDF nell'aria trovasse corrispondenza anche nei suoli e nei vegetali. A tal fine 24 campioni di suolo e 24 di vegetali sono stati prelevati nelle vicinanze dell'impianto prima degli interventi tecnici (operati nel 1999) e nuovamente campionati negli stessi punti nel 2000. La fascia 100-500 m è la distanza dall'impianto in cui ci si attendeva il massimo di deposizione di PCDD/PCDF secondo il modello gaussiano di dispersione. Tra i profili dei congeneri (che sono stati effettuati nelle direzioni dei venti S, NO, NE, 8 campioni per ciascuna direzione) quelli relativi al suolo corrispondenti alle direzioni S e NO risultano essere molto simili mentre differente risulta essere quello corrispondente a NE; i profili relativi ai vegetali sono invece molto simili tra loro e in tutti si osserva la predominanza dei composti epta e octa-clorurati che contribuiscono all'80% dei TEQ totali. Il confronto dei profili relativi alla zona in esame e quelli relativi alla zona di Constantí (lontano dall'influenza dell'inceneritore) mostra una loro forte analogia che, unita a quella esistente tra i profili dei congeneri nel caso sia dei suoli che dei vegetali (e in particolare la non dipendenza dalla direzione dei venti), confermerebbe il fatto che l'inceneritore di Montcada non è probabilmente l'unico responsabile delle emissioni di PCDD/PCDF e che nonostante una loro forte riduzione in aria differenze altrettanto significative non sono state trovate nelle altre due matrici.

5 CONCLUSIONI

A conclusione delle analisi chimiche previste nel piano di monitoraggio “*ante opera*” sulle diverse tipologie di matrici è possibile osservare come lo stato qualitativo attuale dei suoli e delle produzioni agricole e zootecniche nella zona oggetto di studio appaia tranquilla per tutte le famiglie di composti indagate, in linea con quanto normalmente riportato in letteratura per zone simili, quanto ad urbanizzazione, traffico ed attività produttive. Tali considerazioni valgono sia per quanto concerne la presenza dei microinquinanti organici che dei metalli pesanti, il cui contenuto si mantiene entro livelli accettabili per tutte le matrici e senza differenze sostanziali tra le diverse aziende.

6 BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

1. **Air and soil dioxin levels at three sites in Italy in proximity to MSW incineration plants.**
Chemosphere. 2004 Mar;54(9):1279-87.
Caserini S, Cernuschi S, Giugliano M, Grosso M, Lonati G, Mattaini P. (DIIAR Sezione Ambientale, Politecnico di Milano).
2. **A study on PCB, PCDD/PCDF industrial contamination in a mixed urban-agricultural area significantly affecting the food chain and the human exposure. Part I: Soil and feed.**
Chemosphere. 2007 Apr;67(9):1822-30.
Turrio-Baldassarri L, Abate V, Alivernini S, Battistelli CL, Carasi S, Casella M, Iacovella N, Iamiceli AL, Indelicato A, Scarcella C, La Rocca C.
3. **Air-vegetation transfer of PCDD/PCDFs: an assessment of field data and implications for modeling.**
Environ Pollut. 2006 Jul;142(1):143-50.
Schuhmacher M, Jones KC, Domingo JL.
4. **Atmospheric PCDD/PCDF emission inventory for Turkey.** Atmospheric Pollution Research, Volume 5, Issue 1, January 2014, Pages 24-33. Arslan Saral, Gulden Gunes, Selami Demir.
5. **Benzo[a]pyrene modelling over Italy: comparison with experimental data and source apportionment.** Atmospheric Pollution Research, Volume 3, Issue 4, October 2012, Pages 399-407. Camillo Silibello, Giuseppe Calori, Matteo P. Costa, Maria G. Dirodi, Gabriele Zanini.
6. **Caratterizzazione ambientale del territorio del comune di Reggio Emilia inserita nel contesto provinciale**
Istituto Superiore di Sanità, studio effettuato su commissione del Comune di Reggio Emilia (2005)
7. **Current dietary exposure to polychlorodibenzo-p-dioxins, polychlorodibenzofurans, and dioxin-like polychlorobiphenyls in Italy.**
Mol Nutr Food Res. 2006 Oct;50(10):915-21.
Fattore E, Fanelli R, Turrini A, di Domenico A.
8. **Dioxin concentration in milk and tissues of cows and sheep related to feed and soil contamination.**
J Anim Physiol Anim Nutr (Berl). 2005 Apr-Jun;89(3-6):72-8.
Schulz AJ, Wiesmuller T, Appuhn H, Stehr D, Severin K, Landmann D, Kamphues J.
9. **Diossine, Furani e PCB**
A cura APAT- Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici- Febbraio 2006
10. **Effects of river flooding on PCDD/F and PCB levels in cows' milk, soil, and grass.**
Environ Sci Technol. 2005 Dec 1;39(23):9033-8.
Lake IR, Foxall CD, Lovett AA, Fernandes A, Dowding A, White S, Rose M.
11. **Emissions from burning municipal solid waste and wood in domestic heaters.** Atmospheric Pollution Research, Volume 7, Issue 3, May 2016, Pages 438-446. Marek Maasikmets, Hanna-Lii Kupri, Erik Teinemaa, Keio Vainumäe, Veljo Kimmel.
12. **Environmental impact of a new hazardous waste incinerator in Catalonia, Spain: PCDD/PCDF levels in herbage samples.**
Chemosphere. 2002 Jul;48(2):187-93.
Schuhmacher M, Rodriguez-Larena MC, Agramunt MC, Diaz-Ferrero J, Domingo JL.
13. **Environmental prospection for PCDD/PCDF, PAH, PCB and heavy metals around the incinerator power plant of Reggio Emilia town (Northern Italy) and surrounding main roads.**
Chemosphere. 2005 Mar;58(11):1563-9.
Capuano F, Cavalchi B, Martinelli G, Pecchini G, Renna E, Scaroni I, Bertacchi M, Bigliardi G. (ARPA Emilia R-Sez.RE)

14. **Handbook of Toxicology of Chemical Warfare Agents - 2nd Edition.** Academic Press. Hardcover ISBN: 9780128001592. Ramesh C. Gupta.
15. **Human exposure to dioxins through diet in Italy.**
Chemosphere. 2005 Dec;61(11):1672-6.
Taioli E, Marabelli R, Scortichini G, Migliorati G, Pedotti P, Cigliano A, Caporale V
16. **Identifying contemporary and historic sources of soil polychlorinated dibenzo-p-dioxins and polychlorinated dibenzofurans in an industrial urban setting.**
Sci Total Environ. 2006 Oct 15;370(1):61-9.
Vizard CG, Rimmer DL, Pless-Mulloli T, Singleton I
17. **Influence of a municipal solid waste incinerator on ambient air and soil PCDD/Fs levels.**
Chemosphere. 2006 Jul;64(4): 579-87.
Oh JE, Choi SD, Lee SJ, Chang YS.
18. **Il latte: residui e contaminanti**
Scienza e tecnica lattiero-casearia, 2005, 56(4), 273-293
Pinelli C., Dallaturca E., Schianchi L., Venè F.
19. **Levels of PCDDs and PCDFs in farm cow's milk located near potential contaminant sources in Asturias (Spain). Comparison with levels found in control, rural farms and commercial pasteurized cow's milks.**
Chemosphere. 1997 Nov;35(10):2167-79.
Ramos L, Eljarrat E, Hernandez LM, Alonso L, Rivera J, Gonzalez MJ.
20. **Levels of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in food of animal origin. The Swiss dioxin monitoring program.**
J Agric Food Chem. 2002 Dec 4;50(25):7482-7.
Schmid P, Gujer E, Degen S, Zennegg M, Kuchen A, Wuthrich C.
21. **Persistent Organic Pollutants and Toxic Metals in Foods.** Woodhead Publishing Hardcover ISBN: 9780857092458 Martin Rose Alwin Fernandes.
22. **PCDD/PCDF congener profiles in soil and herbage samples collected in the vicinity of a municipal waste incinerator before and after pronounced reductions of PCDD/PCDF emissions from the facility.**
Chemosphere. 2002 Oct;49(2):153-9.
Nadal M, Agramunt MC, Schuhmacher M, Domingo JL.
23. **Piano Nazionale per la ricerca dei Residui (2017).** Ministero della Salute Direzione generale per l'igiene e la sicurezza degli alimenti e la nutrizione.
24. **Spatial and seasonal trends of polychlorinated dioxins, furans and dioxin-like polychlorinated biphenyls in air using passive and active samplers and inhalation risk assessment.** Atmospheric Pollution Research, Volume 8, Issue 5, September 2017, Pages 979-987. Ana Paula Francisco, Adelaide Cassia Nardocci, Maria Yumiko Tominaga, Camila Rodrigues da Silva, João Vicente de Assunção
25. **Temporal and local trends of PCDD/F levels in cow's milk in Switzerland.**
Chemosphere. 2003 Oct;53(2):129-36.
Schmid P, Gujer E, Zennegg M, Studer C.
26. **Toxic Equivalency Factors (TEFs) for PCBs, PCDDs, PCDFs for Humans and for Wildlife.**
Van den Berg et al., (1998), Environmental Health Perspectives, 106 (12), 775.
27. **Using PCDD/F congener patterns to determine the source of elevated TEQ concentrations in cows milk: a case study.**
Chemosphere. 2002 Jan;46(3):383-91.
Alcock RE, Sweetman AJ, Anderson DR, Fisher R, Jennings RA, Jones KC.

28. **The 2005 World Health Organization Re-evaluation of Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-like Compounds.** Van den Berg, M. et al., ToxSci Advance Access published July 7, 2006

7 NORMATIVA DI RIFERIMENTO – ELENCO ESAUSTIVO

a) Comunitaria

Direttiva 2009/8/CE Direttiva 2009/8/CE della Commissione del 10 febbraio 2009 che modifica l'allegato I della direttiva 2002/32/CE del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda i tenori massimi di coccidiostatici o istomonomostatici presenti per effetto del carry-over inevitabile in mangimi destinati a specie non bersaglio;

Direttiva 2008/97/CE Direttiva 2008/97/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 che modifica la direttiva 96/22/CE del Consiglio concernente il divieto d'utilizzazione di talune sostanze ad azione ormonica, tireostatica e delle sostanze β -agoniste nelle produzioni animali;

Direttiva della Commissione 2006/13/CE del 3 febbraio 2006, che modifica gli Allegati I e II della Direttiva 2002/32/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio relativa alle sostanze indesiderabili nell'alimentazione degli animali, per quanto riguarda PCDD, PCDF e PCB diossina-simili;

Direttiva 2005/7/CE della Commissione del 27 gennaio 2005, recante modifica della Direttiva 2002/70/CE che stabilisce i requisiti per la determinazione dei livelli di PCDD, PCDF e PCB diossina-simili nei mangimi, recepita con Decreto del 3 ottobre 2006 del Ministero della Salute ;

Direttiva 2003/100/CE Direttiva 2003/100/CE della Commissione del 31 ottobre 2003 che modifica l'allegato I della direttiva 2002/32/CE del Parlamento europeo e del Consiglio relativa alle sostanze indesiderabili nell'alimentazione degli animali;

Direttiva 2003/74/CE Direttiva 2003/74/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 22 settembre 2003 che modifica la direttiva 96/22/CE del Consiglio concernente il divieto di utilizzazione di talune sostanze ad azione ormonica, tireostatica e delle sostanze β -agoniste nelle produzioni animali;

Direttiva 2003/57/CE della Commissione del 17 giugno 2003 recante modifica della direttiva 2002/32/CE del Parlamento europeo e del Consiglio relativa alle sostanze e ai prodotti indesiderabili nell'alimentazione degli animali;

Direttiva 2002/63/CE Direttiva della Commissione 2002/63/CE dell'11 luglio 2002 che stabilisce metodi comunitari di campionamento ai fini del controllo ufficiale dei residui di antiparassitari sui e nei prodotti alimentari di origine vegetale e animale e che abroga la direttiva 79/700/CEE;

Direttiva 2002/32/CE Direttiva 2002/32/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 7 maggio 2002 relativa alle sostanze indesiderabili nell'alimentazione degli animali Direttiva 2001/102/CE;

Direttiva del Consiglio 2001/102/CE del 27 novembre 2001 che modifica la direttiva 1999/29/CE del Consiglio relativa alle sostanze e ai prodotti indesiderabili nell'alimentazione degli animali Direttiva 96/22/CE;

Direttiva 96/22/CE del Consiglio, del 29 aprile 1996, concernente il divieto d'utilizzazione di talune sostanze ad azione ormonica, tireostatica e delle sostanze β -agoniste nelle produzioni animali e che abroga le direttive 81/602/CEE, 88/146/CEE e 88/299/CEE;

Direttiva 96/23/CE Direttiva del Consiglio 96/23/CE del 29 aprile 1996 concernente le misure di controllo su talune sostanze e sui loro residui negli animali vivi e nei loro prodotti e che abroga le direttive 85/358/CEE e 86/469/CEE e le decisioni 89/187/CEE e 91/664/CEE;

Decisione 2006/130/CE Decisione della Commissione 2006/130/CE del 10 febbraio 2006 che modifica la decisione 98/536/CE che stabilisce l'elenco dei laboratori nazionali di riferimento per la ricerca dei residui;

Decisione 2005/34/CE Decisione della Commissione 2005/34/CE dell'11 gennaio 2005, che stabilisce norme armonizzate per i test di rilevamento di taluni residui nei prodotti di origine animale importati dai paesi terzi;

Decisione 2004/25/CE Decisione della Commissione del 22 dicembre 2003 che modifica la decisione 2002/657/CE per quanto concerne la fissazione dei limiti minimi di rendimento richiesti (LMRR) per certi residui negli alimenti di origine animale;

Decisione 2003/181/CE Decisione della Commissione del 13 marzo 2003 che modifica la decisione 2002/657/CE per quanto concerne la fissazione dei limiti minimi di rendimento richiesti (LMRR) per certi residui negli alimenti di origine animale;

Decisione 2002/657/CE Decisione della Commissione 2002/657/CE che attua la direttiva 96/23/CE del Consiglio relativa al rendimento dei metodi analitici e all'interpretazione dei risultati Decisione 98/179/CE;

Decisione della Commissione 97/179/CE del 23 febbraio 1998 recante modalità d'applicazione per il prelievo ufficiale di campioni al fine della sorveglianza su talune sostanze e sui loro residui negli animali vivi e nei prodotti di origine animale;

Decisione 97/747/CE Decisione della Commissione 97/747/CE del 27 ottobre 1997 che fissa i livelli e le frequenze di prelievo di campioni, previsti dalla direttiva 96/23/CE del Consiglio, per il controllo di talune sostanze e dei loro residui in alcuni prodotti di origine animale;

Regolamento (UE) 589/2014 Regolamento (UE) n. 589/2014 della Commissione del 2 giugno 2014, che stabilisce i metodi di campionamento e di analisi per il controllo dei livelli di diossine, PCB diossina-simili e PCB non diossina-simili in alcuni prodotti alimentari e che abroga il regolamento (UE) n. 252/2012;

Regolamento (UE) 277/2012 Regolamento (UE) n. 277/2012 della Commissione, del 28 marzo 2012, che modifica gli allegati I e II della direttiva 2002/32/CE del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda i livelli massimi e le soglie di intervento relativi alle diossine e ai policlorobifenili;

Regolamento (UE) 278/2012 Regolamento (UE) n. 278/2012 della Commissione, del 28 marzo 2012, che modifica il regolamento (CE) n. 152/2009 per quanto riguarda la determinazione dei livelli di diossine e policlorobifenili;

Regolamento (UE) 1259/2011 Regolamento (UE) n. 1259/2011 della Commissione, del 2 dicembre 2011, che modifica il regolamento (CE) n. 1881/2006 per quanto riguarda i tenori massimi per i PCB diossina-simili e i PCB non diossina-simili nei prodotti alimentari;

Regolamento (UE) 574/2011 Regolamento (UE) n. 574/2011 della commissione del 16 giugno 2011 che modifica l'allegato I della direttiva 2002/32/CE del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda i livelli massimi di nitrito, melamina, Ambrosia spp. e carry-over di alcuni coccidiostatici e istomonostatici e che consolida gli allegati I e II;

Regolamento (UE) 37/2010 Regolamento (UE) n. 37/2010 della Commissione del 22 dicembre 2009 concernente le sostanze farmacologicamente attive e la loro classificazione per quanto riguarda i limiti massimi di residui negli alimenti di origine animale;

Regolamento (CE) 1069/2009 Regolamento (CE) n. 1069/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio del 2 ottobre 2009 recante norme sanitarie relative ai sottoprodotti di origine animale e ai prodotti derivati non destinati al consumo umano e che abroga il Regolamento (CE) n. 1774/2002;

Regolamento (CE) n. 470/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio del 6 maggio 2009 che stabilisce procedure comunitarie per la determinazione di limiti di residui di sostanze farmacologicamente attive negli alimenti di origine animale, abroga il regolamento (CEE) n. 2377/90 del Consiglio e modifica la direttiva 2001/82/CE del Parlamento europeo e del Consiglio e il regolamento (CE) n. 726/2004 del Parlamento europeo e del Consiglio;

Regolamento (CE) n. 152/2009 della Commissione del 27 gennaio 2009, che fissa i metodi di campionamento e d'analisi per i controlli ufficiali degli alimenti per animali;

Regolamento (UE) 709/2014 Regolamento (UE) N. 709/2014 della Commissione del 20 giugno 2014 che modifica il regolamento (CE) n. 152/2009 per quanto riguarda la determinazione dei livelli di diossine e policlorobifenili Regolamento (CE) 124/2009;

Regolamento (CE) n. 124/2009 della Commissione del 10 febbraio 2009 che fissa i tenori massimi di coccidiostatici o istomonostatici presenti negli alimenti in conseguenza del carry-over inevitabile di tali sostanze in mangimi destinati a specie non bersaglio;

Regolamento (CE) n. 333/2007 della Commissione del 28 marzo 2007 relativo ai metodi di campionamento e di analisi per il controllo ufficiale dei tenori di piombo, cadmio, mercurio, stagno inorganico, 3-MCPD e benzo(a)pirene nei prodotti alimentari;

Regolamento (CE) 1881/2006 Regolamento (CE) n. 1881/2006 della Commissione del 19 dicembre 2006 che definisce i tenori massimi di alcuni contaminanti nei prodotti alimentari (testo consolidato);

Regolamento (CE) 401/2006 Regolamento (CE) n. 401/2006 della Commissione del 23 febbraio 2006 relativo ai metodi di campionamento e di analisi per il controllo ufficiale dei tenori di micotossine nei prodotti alimentari (testo consolidato);

Regolamento (CE) 396/2005 Regolamento (CE) n. 396/2005 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 febbraio 2005 concernente i livelli massimi di residui di antiparassitari nei o sui prodotti alimentari e mangimi di origine vegetale e animale e che modifica la direttiva 91/414/CEE del Consiglio (testo consolidato);

Regolamento (CE) 852/2004 Regolamento (CE) n. 852/2004 del Parlamento europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004 sull'igiene dei prodotti alimentari (testo consolidato);

Regolamento (CE) 853/2004 Regolamento (CE) n. 853/2004 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004 che stabilisce norme specifiche in materia di igiene per gli alimenti di origine animale (testo consolidato);

Regolamento (CE) 854/2004 Regolamento (CE) n. 854/2004 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004 che stabilisce norme specifiche per l'organizzazione di controlli ufficiali sui prodotti di origine animale destinati al consumo umano (testo consolidato);

Regolamento (CE) 882/2004 Regolamento (CE) n. 882/2004 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004 relativo ai controlli ufficiali intesi a verificare la conformità alla normativa in materia di mangimi e di alimenti e alle norme sulla salute e sul benessere degli animali (testo consolidato);

Regolamento (CE) 178/2002 Regolamento (CE)n. 178/2002 del Parlamento europeo e del Consiglio del 28 gennaio 2002 che stabilisce i principi e i requisiti generali della legislazione alimentare, istituisce l'Autorità europea per la sicurezza alimentare e fissa procedure nel campo della sicurezza alimentare (testo consolidato);

Raccomandazione 2013/711/UE Raccomandazione della Commissione de 13 dicembre 2013, sulla riduzione della presenza di diossine, furani e PCB nei mangimi e negli alimenti Raccomandazione 119/07/COL;

Raccomandazione dell'Autorità di Vigilanza EFTA N. 119/07/COL del 16 aprile 2007 sul monitoraggio dei livelli di base di diossine, PCB diossina-simili e PCB non diossina-simili nelle derrate alimentari;

Raccomandazione 2006/794/CE Raccomandazione della Commissione del 16 novembre 2006, sul monitoraggio dei livelli di base di diossine, PCB diossina-simili e PCB non diossina-simili nelle derrate alimentari (2006/794/CE);

Raccomandazione 2004/704/CE Raccomandazione della Commissione del 11 ottobre 2004, sul monitoraggio dei livelli di base di diossine e PCB diossina-simili nei mangimi.

b) Nazionale

Decreto Legislativo n. 148/2009 Decreto Legislativo 29 ottobre 2009, n. 148 – Attuazione della direttiva 2008/97/CE, che modifica la direttiva 96/22/CE concernente il divieto di utilizzazione di talune sostanze ad azione ormonica, tireostatica e delle sostanze beta-agoniste nelle produzioni animali;

Decreto Legislativo n. 194/2008 Decreto Legislativo 19 novembre 2008, n. 194 – Disciplina delle modalità di rifinanziamento dei controlli sanitari ufficiali in attuazione del regolamento n. 882/2004;

Decreto Ministeriale 03 ottobre 2006 D.M. 03 ottobre 2006 - Attuazione della direttiva 2005/7/CE della Commissione che modifica la direttiva 2002/70/CE, relativamente alle sostanze indesiderabili nell'alimentazione degli animali;

Decreto Legislativo n. 232/2007 Decreto legislativo 9 novembre 2007, n. 232 – Modifiche al decreto legislativo 16 marzo 2006, n. 158, recante attuazione della direttiva 2003/74/CE sul divieto di utilizzazione di talune sostanze ad azione ormonica, tireostatica e delle sostanze beta-agoniste nelle produzioni animali;

Decreto Ministeriale 10 gennaio 2007 D.M. 10 gennaio 2007 – Attuazione della direttiva 2006/13/CE della Commissione, che modifica la direttiva 2002/32/CE, relativamente alle sostanze indesiderabili nell'alimentazione degli animali;

Decreto Legislativo n. 158/2006 Decreto legislativo 16 marzo 2006, n. 158 – Attuazione della direttiva 2003/74/CE, concernente il divieto di utilizzazione di talune sostanze ad azione ormonica, tireostatica e delle sostanze beta-agoniste nelle produzioni animali;

Decreto Legislativo n. 149/2004 Decreto legislativo 10 maggio 2004, n. 149 – Attuazione delle direttive 2001/102/CE, 2002/32/CE, 2003/57/CE e 2003/100/CE, relative alle sostanze ed ai prodotti indesiderabili nell'alimentazione degli animali;

Decreto Ministeriale 23 luglio 2003 D.M. 23 luglio 2003 - Attuazione della direttiva 2002/63/CE dell'11 luglio 2002 relativa ai metodi di campionamento ai fini del controllo ufficiale dei residui di antiparassitari nei prodotti alimentari di origine vegetale e animale;

Decreto Ministeriale 14 novembre 1996 D.M. 14 novembre 1996 - Determinazione dei livelli fisiologici massimi degli ormoni sessuali di natura endogena estradiolo 17 beta, progesterone e testosterone nel siero o nel plasma di sangue bovino;

Decreto del Presidente della Repubblica n. 327/1980 D.P.R. del 26 marzo 1980, n. 327 - Regolamento di esecuzione della L. 30 aprile 1962, n. 283, e successive modificazioni, in materia di disciplina igienica della produzione e della vendita delle sostanze alimentari e delle bevande;

Decreto Ministeriale 20 aprile 1978 D.M. 20 aprile 1978 - Modalità di prelevamento dei campioni per il controllo ufficiale degli alimenti per gli animali;

Legge n. 283/1962 Legge 30 aprile 1962, n. 283 - Disciplina igienica della produzione e della vendita delle sostanze alimentari e delle bevande Circolare n. 14 del 29 settembre 2000;

Circolare n. 14 del 29 settembre 2000 - Linee guida applicative del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 336 Linee Guida 4 marzo 2013;

Linee guida applicative del D.lgs. del 16 marzo 2006, n. 158.

8 ALLEGATO: Certificati analitici

Si allegano i certificati analitici ufficiali prodotti dal laboratorio chimico