



**DETOX**  
C A M P A I G N

## **PRESENZA DI CONTAMINANTI CHIMICI IN CAMPIONI DI SANGUE UMANO DI INDIVIDUI NON ESPOSTI PROFESSIONALMENTE**



Università degli Studi di Siena  
Dipartimento di Scienze Ambientali “G. Sarfatti”  
“Ecologia ed ecofisiologia applicate ai cambiamenti globali”  
Via Mattioli 4, 53100 Siena

**Silvano Focardi** ([focardi@unisi.it](mailto:focardi@unisi.it))  
con la collaborazione di:

**Cristiana Guerranti, Guido Perra, Davide Baroni,  
Michela Mariottini, Nicoletta Borghesi, Teresa  
Benincasa, Alessandra Schiavone**



*Si ringrazia Aboca, partner della Campagna Detox/Svelénati*

Caro direttore,

desidero innanzitutto ringraziarLa per aver preso parte al biomonitoraggio sulla presenza degli inquinanti ambientali nel sangue umano.

Ogni giorno, ognuno di noi, spesso inconsapevolmente, viene a contatto con moltissimi composti chimici, la cui utilità in generale è indiscussa, ma che purtroppo spesso si rivelano poco sicuri per la salute dell'uomo e degli animali. Tali composti sono presenti in molti oggetti di uso quotidiano, nell'aria, nell'acqua e nei cibi, e da essi passano nei nostri organismi senza che ce ne rendiamo conto.

È difficile accettare che nel nostro corpo siano presenti così tante sostanze chimiche potenzialmente tossiche, le stesse trovate in molte specie animali fra cui orsi polari, delfini ed altri.

Ancora più difficile è accettare che non esista una legge in grado di proteggerci a sufficienza, che obblighi i produttori a fornire informazioni adeguate sulle sostanze che mettono in commercio.

Il WWF vuole assicurarsi che, grazie al sostegno di tutti, questa situazione cambi. Ognuno di noi deve comprendere il problema ed impegnarsi nel determinarne la soluzione. Siamo tutti responsabili del mondo che offriremo ai nostri figli e vogliamo che questo mondo sia più pulito, più sano e, soprattutto, più sicuro.

Il mio ringraziamento va al Prof. Silvano Focardi e la sua equipe per il supporto tecnico e scientifico del report e alla FIDAS che ha fornito medici specialisti ed attrezzature per i prelievi.

Inoltre, desidero ringraziare in particolar modo l'azienda Aboca, che ha sostenuto, in qualità di partner principale per il 2005, la campagna Detox/Svelénati, condividendone i valori di fondo e i principali obiettivi e impegnandosi profondamente per contribuire alla diffusione di una cultura del benessere che tenga in maggior considerazione la salute dell'uomo, degli animali e la salvaguardia della natura.

Cordiali saluti

Michele Candotti

Segretario Generale del WWF Italia

## SOMMARIO

Questa indagine è finalizzata a valutare l'entità dell'esposizione umana ad alcuni tra i più tossici contaminanti organici persistenti (POPs, Persistent Organic Pollutants) e metalli pesanti, attraverso l'analisi di campioni di sangue intero e di siero, prelevati da 14 individui non esposti professionalmente, quindi rappresentativi della popolazione generale. I risultati di questo studio, che vanno ad unirsi a quelli di un analogo monitoraggio effettuato alla fine del 2004 (WWF, 2005) e del quale viene ripreso lo schema di lavoro, potranno essere utili nel far comprendere la capacità di questi composti di penetrare negli organismi e determinare le priorità nella ricerca degli effetti dei contaminanti in esame sulla salute umana. Inoltre, i risultati di uno studio di questo tipo possono contribuire alla costituzione di una banca dati sui livelli attuali di background di questi contaminanti nel sangue, per poter, ad esempio, effettuare confronti con campioni di sangue di persone esposte professionalmente o provenienti da aree particolarmente inquinate.

In questo studio sono stati complessivamente analizzati 111 differenti contaminanti di nota pericolosità, appartenenti a sei diverse categorie:

- Policlorodibenzodiossine (PCDD) e Policlorodibenzofurani (PCDF)
- Policlorobifenili (PCB)
- Pesticidi clorurati (HCB, DDT e suoi isomeri e metaboliti)
- Polibromodifenileteri (PBDE)
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)
- Metalli Pesanti (Mercurio [Hg], Piombo [Pb], Cadmio [Cd])

Molti dei contaminanti sopra elencati sono stati da tempo vietati, mentre altri sono attualmente in uso, rintracciabili in oggetti o sostanze che utilizziamo quotidianamente, oltre che nell'ambiente in cui viviamo.

Nel complesso della serie di campioni di sangue e siero esaminati sono stati rilevati contaminanti di ciascuna categoria ed il numero totale di inquinanti riscontrati è stato 69, ovvero più del 62% di quelli considerati.

In particolare, mercurio, cadmio, piombo, PCB, *pp*'DDE (il principale metabolita dell'insetticida DDT) e PBDE sono stati riscontrati in ciascun campione analizzato (tabella 1).

Tabella 1: Percentuali di soggetti contaminati dai diversi gruppi di inquinanti analizzati.

Gruppo inquinanti	% soggetti contaminati
Metalli pesanti (Hg, Pb, Cd)	100
PCB	
PBDE	
Pesticidi clorurati	
Diossine e furani	64
IPA	29

Il numero più elevato di contaminanti riscontrato in uno stesso soggetto è stato 55, mentre il più basso è stato 13; in media sono stati riscontrati 39 inquinanti per ciascun donatore (figura 1).

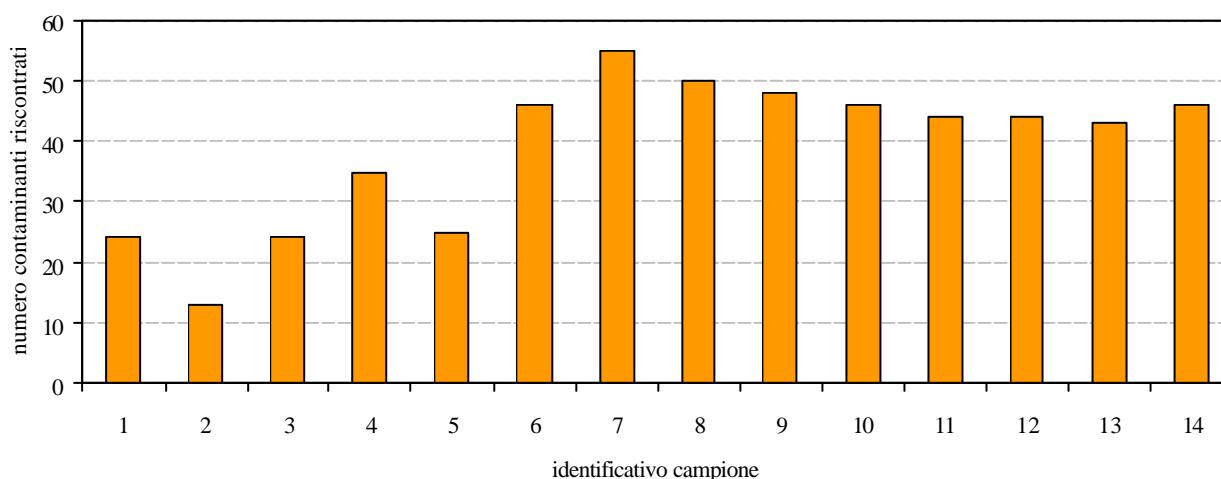


Figura 1: Numero di contaminanti riscontrati per singolo soggetto.

E' importante precisare che le analisi effettuate in questo contesto, su sangue e siero, non hanno lo scopo di determinare lo stato di salute del donatore, ma, considerando nel complesso il gruppo dei volontari, le concentrazioni e la tipologia dei contaminati riscontrati nei campioni rispecchiano quelle dell'ambiente in cui essi hanno vissuto. In questo senso lo studio che abbiamo effettuato è una sorta di biomonitoraggio che utilizza l'uomo come bioindicatore.

Per ciascun volontario, inoltre, non è possibile stabilire un grado complessivo di contaminazione poiché, alcuni inquinanti sono stati analizzati nel siero ed altri nel sangue intero, inoltre, come atteso, ci sono notevoli differenze tra i gruppi di contaminanti per quanto riguarda l'ordine di grandezza delle concentrazioni.

## **CENNI SULL'UTILIZZO E LA PERICOLOSITÀ DEI GRUPPI DI CONTAMINANTI ANALIZZATI**

I contaminanti oggetto di studio sono :

- i composti organoalogenati PCDD e PCDF, PCB, HCB, DDT, PBDE;
- gli IPA;
- i metalli pesanti

Le prime due categorie di contaminanti rientrano nel gruppo dei POP. L'ambiente e gli organismi hanno subito una notevole contaminazione da parte di queste molecole e le autorità internazionali e le associazioni ecologiste hanno compiuto notevoli sforzi per documentare l'entità di tale contaminazione e regolamentare le emissioni di POP, al fine di ridurre gli effetti tossici dovuti al raggiungimento di alti livelli di concentrazione nei comparti ambientali.

I POP sono caratterizzati da elevata stabilità e da scarsa reattività con altre molecole organiche, caratteristiche che fanno sì che, una volta immessi nell'ambiente, vengano degradati con estrema difficoltà, con il loro conseguente accumulo (Baird, 1997). A causa della loro elevata lipoaffinità, questi composti vengono accumulati negli

organismi e ne sono stati riscontrati residui nella maggior parte delle matrici organiche analizzate, come ad esempio nei pesci, negli animali selvatici, nei tessuti, nel latte e nel sangue umani (Focardi *et al.*, 1984; Focardi *et al.*, 1986; Corsolini *et al.*, 1995; Corsolini *et al.*, 2002; Mariottini *et al.*, 2002; Focardi *et al.*, 2005). Per il rischio che pongono per la salute umana, per la loro diffusione nella quasi totalità dei prodotti alimentari e le conseguenti implicazioni economiche, per la loro persistenza e l'estrema diffusione nell'ambiente, i POP rientrano tra contaminanti per i quali la ricerca viene considerata prioritaria.

PCB, PCDD e PCDF sono classi di composti organoclorurati con proprietà chimico-fisiche e tossicità comuni; nel gruppo dei POP, sono tra i più pericolosi per l'ambiente e per la salute, tanto che l'Istituto Superiore di Sanità li definisce "xenobiotici supertossici" (ISS, 1999).

Le Policlorodibenzodiossine (PCDD) e i Policlorodibenzofurani (PCDF) sono comunemente chiamati diossine. Le diossine di per sé non rivestono alcuna utilità pratica, e non sono mai state un prodotto industriale, ma derivano da processi secondari. La 2,3,7,8-TCDD (la "diossina di Seveso") è stata classificata dalla IARC (*International Agency for Research on Cancer*) come "accertato cancerogeno per l'uomo".

I Policlorobifenili (PCB) sono un gruppo di composti chimici ampiamente utilizzati in campo elettrico. La commercializzazione è stata vietata in Europa a partire dal 1970. Sono classificati dalla IARC come "probabili cancerogeni per l'uomo", ma hanno anche altri effetti nocivi, quali ad esempio ripercussioni negative sulla funzionalità dei sistemi riproduttivi. E' stato stimato che, nel 2003, fossero presenti sul territorio italiano oltre 61.000 apparecchi elettrici contenenti PCB per un totale di oltre 7.000 tonnellate. La quantità totale di PCB prodotta dal momento della loro sintesi è stimata essere pari a 2 milioni di tonnellate; di questi, 1 milione sono ancora presenti nel pianeta: il 35% accumulato nei vari comparti ambientali, il restante fermo

nei depositi o in attivo uso; secondo Brinkman e De Kok (1980) un terzo della produzione totale degli USA ( $6,35 \times 10^5$  tonnellate) è entrata negli ecosistemi.

I pesticidi oggetto di questo studio sono pesticidi clorurati, caratterizzati dalla presenza di anelli organici di varia complessità sostituiti con atomi di cloro; tali molecole presentano una struttura estremamente stabile a livello ambientale, tanto da non poter essere metabolizzati facilmente, (Dolara, 1997). Molti pesticidi sono stati sviluppati e diffusi a partire dal 1950. L'esaclorobenzene, HCB, analogo clorurato del benzene, è stato introdotto nel 1945 come fungicida per i cereali, in particolare per il granturco. Il DDT (acronimo di diclorodifeniltricloroetano) fu sintetizzato per la prima volta nel 1874, ma solo diversi decenni più tardi il chimico Paul Müller ne scoprì l'attività insetticida. Questa molecola si rivelò un potente veleno da contatto per il sistema nervoso degli insetti; infatti durante la seconda Guerra Mondiale fu impiegato per combattere le varie epidemie delle truppe e per combattere la malaria, il cui vettore, la zanzara del genere *Anopheles*, era risultato particolarmente sensibile. Nel 1970 sorsero i primi dubbi sulla sicurezza di queste sostanze: i danni provocati sulle specie animali e la persistenza nelle matrici ambientali hanno fatto sì che, di alcuni di essi, venissero vietate la produzione e l'utilizzo nella maggior parte del mondo. Gli effetti negativi più comuni dei pesticidi sono l'alterazione della fertilità, con meccanismi ancora non del tutto identificati, l'induzione di malformazioni e, nel caso di alcuni pesticidi, un'azione cancerogena dimostrata, per il momento, solo in animali da esperimento.

I Polibromodifenileteri (PBDE) sono un gruppo di molecole appartenenti alla categoria dei ritardanti di fiamma bromurati (BFR). I PBDE sono comunemente utilizzati, ad esempio, nei componenti in materiale plastico di computer e televisori, circuiti elettrici, interni di automobili ed aerei e materiali tessili. (De Boer *et al.*, 1999). Essendo utilizzati come additivi, i PBDE non sono legati covalentemente al materiale plastico, ma solo disciolti, spesso successivamente al processo di polimerizzazione del materiale, quindi possono essere facilmente rilasciati dalla

plastica stessa. Anche se le prime indicazioni della loro presenza nella fauna risalgono all'inizio degli anni '80, la natura diffusa della contaminazione da PBDE è stata riconosciuta solo nei primi anni '90. Negli ultimi venti anni, è stato rilevato un aumento delle concentrazioni di PBDE nel latte materno e nel sangue umano e molti studi, basati sull'analisi di sedimenti, pesci, latte, sangue e tessuti umani, hanno documentato la distribuzione ubiquitaria dei PBDE nell'ambiente (De Boer *et al.*, 1999; Meneses *et al.*, 1999; Norén *et al.*, 2000; Focardi *et al.*, 2005). Molti studi tossicologici sono stati effettuati utilizzando miscele commerciali di PBDE: ne è emersa una tossicità alquanto bassa di questi composti, per esposizioni brevi. Tuttavia, in seguito ad esposizioni prolungate, si osservano effetti tossicologici importanti, come disordini nello sviluppo neuronale, effetti a carico del sistema epatico e della tiroide; anche l'insorgenza di cancro non viene esclusa come possibile conseguenza dell'esposizione. Il profilo tossicologico di questi composti è ancora incompleto ed insufficiente per garantire una valutazione adeguata del rischio, soprattutto per quanta riguarda i loro potenziali effetti endocrini.

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) rappresentano un insieme di composti organici con due o più anelli aromatici condensati. Sono diffusi in ogni angolo del pianeta, si formano nel corso della combustione incompleta di materiale organico ed, in particolare, provengono dal traffico veicolare. Gli IPA sono i composti più tossici della classe degli idrocarburi (Neff, 1979) e, a causa della loro natura lipofila, possono facilmente attraversare le membrane biologiche ed accumularsi negli organismi (Obana *et al.*, 1981), dove possono causare danni al materiale genetico. Sono inoltre stati riscontrati effetti antiestrogenici, con meccanismi che comprendono competizione per il recettore estrogenico e induzione dell'aumento della velocità di metabolizzazione degli estrogeni, che includono gli IPA nell'elenco dei distruttori endocrini (Arcaro *et al.*, 1999). L'EPA e la World Health Organisation (WHO) hanno identificato, all'interno di questa classe, 16 composti definiti "inquinanti prioritari" (Wise *et al.*, 1993).

I metalli pesanti sono presenti naturalmente nell'ambiente; le attività antropiche ne hanno però alterato le quantità nei vari comparti ambientali (Förstner e Wittmann, 1981; Goyer, 1986). Gli effetti tossici dei metalli colpiscono per lo più specifici processi biochimici (enzimi) e/o le membrane di cellule ed organelli; le cellule coinvolte nel trasporto dei metalli, come quelle gastrointestinali, epatiche e dei tubuli renali, sono le più suscettibili alla tossicità (Goyer, 1984).

Tutti i metalli, anche quelli essenziali, possono rivelarsi tossici se presenti negli organismi in concentrazioni troppo basse o troppo alte: esiste cioè un intervallo di essenzialità al di sopra e al di sotto del quale l'elemento provoca effetti tossici, fino ad arrivare alla soglia di letalità. Per quanto riguarda gli elementi non essenziali si ha invece un intervallo di tollerabilità che varia a seconda dell'elemento considerato (Förstner e Wittmann, 1981). Alcuni metalli pesanti come Cd, Pb, e Hg, sono considerati distruttori endocrini e presentano una tossicità per il sistema riproduttivo documentata da anni: incremento del rischio di aborti spontanei, morte fetale intrauterina, parti pretermine per la popolazione femminile (Shakara *et al.*, 1998), induzione di oligospermia e riduzione della motilità degli spermatozoi per la maschile (Hjollund *et al.*, 1998; Pant *et al.*, 2003; Papaleo *et al.*, 2004).

## **MATERIALI E METODI**

Nel periodo compreso tra luglio e ottobre 2005 sono stati effettuati prelievi di sangue su 14 volontari, 5 donne e 9 uomini, non esposti professionalmente, quindi, almeno da questo punto di vista, rappresentativi della popolazione generale

Il prelievo di sangue è stato eseguito all'interno di autoemoteche offerte dalla FIDAS, la Federazione Italiana Associazioni Donatori di Sangue, la quale ha messo a disposizione personale medico competente, attrezzature idonee al prelievo ed ha eseguito tutta la preparazione del sangue per le successive fasi di analisi.

Le analisi dei contaminanti presenti nei campioni sono state effettuate presso i laboratori del Dipartimento di Scienze Ambientali dell'Università degli Studi di Siena. L'analisi dei contaminanti organici nei campioni di siero ha previsto

estrazione, purificazione ed analisi strumentale, quest'ultima effettuata con GC-ECD (gascromatografo con rivelatore a cattura di elettroni) per i PCB, GC-MS (gascromatografo interfacciato a spettrometro di massa) per diossine, furani e BBDE ed HPLC (cromatografia liquida ad alta pressione) per gli IPA. Per l'analisi dei metalli i campioni di sangue intero sono stati liofilizzati, mineralizzati e la determinazione strumentale è stata effettuata in GF-AAS (spettrofotometria di assorbimento atomico in fornello di grafite) per Pb e Cd ed in CV-AAS (spettrofotometria di assorbimento atomico a vapori freddi) per l'Hg. (Per i dettagli della metodica di analisi si rimanda alla versione estesa della presente relazione).

Poiché in ogni matrice i composti tossici non vengono rilevati come singoli composti, ma come miscele complesse, e poiché non tutti i congeneri sono tossici o lo sono alla stessa maniera, per permettere il confronto dei dati di esposizione e quantificare la tossicità della miscela di contaminanti riscontrata nei campioni, i risultati analitici vengono relazionati a Fattori di Equivalenza Tossica, (*Toxic Equivalency Factors*, TEF), che fanno riferimento al più tossico membro di ogni famiglia di composti e permettono di calcolare i TEQ (tossici equivalenti) rispetto a questa molecola. Questo approccio ha portato alla determinazione della tossicità relativa di alcune classi di organoclorurati, rispetto alla 2,3,7,8-TCDD, in particolare PCB, PCDD e PCDF (Safe, 1990). In questo studio sono stati utilizzati, per gli organoclorurati, i valori dei TEF proposti dall'Organizzazione mondiale della Sanità (Van den Berg *et al.*, 1998) ed i TEQ che risultano dal calcolo sono chiamati WHO-TEQ. I TEF vengono calcolati tenendo conto di effetti di tossicità dei singoli congeneri considerando la tossicità della 2,3,7,8-TCDD come valore di riferimento; essa infatti è ritenuta, tra gli organoclorurati, il composto più tossico per gli esseri viventi. Moltiplicando la concentrazione dei singoli congeneri di diossine e diossino-simili riscontrati nel campione, per il relativo fattore TEF e sommandoli è possibile calcolare i tossici equivalenti espressi come "diossine-equivalenti" o 2,3,7,8-TCDD equivalenti. Per permettere il confronto dei dati di esposizione e quantificare la tossicità della miscela di IPA riscontrata nei campioni, sono stati calcolati, invece, i tossici equivalenti

rispetto al benzo(a)pirene, i B(a)P equivalenti, utilizzando i TEF proposti da Nisbet e LaGoy (1992).

## **RISULTATI**

I risultati delle analisi di PCDD, PCDF, pesticidi clorurati, PCB, PBDE ed IPA sono presentati su base lipidica (b.l.). Per la loro lipofilicità, questi composti tendono, infatti, a concentrarsi nei compartimenti corporei ricchi di grasso, compresi i lipidi del siero

In tabella 2 e nei grafici riportati nelle figure 2, 3 e 4 viene presentata una sintesi dei risultati delle analisi effettuate; per ogni categoria di contaminanti si riportano i valori minimi, massimi e medi rilevati sui 14 campioni analizzati (n.r.: non rilevato).

In generale, si osserva una certa variabilità nei livelli di contaminazione dei campioni analizzati, fenomeno piuttosto comune quando si lavora con matrici biologiche. Nel caso di questo studio la variabilità può dipendere da vari fattori, sia di esposizione (dovuta, per i diversi contaminanti, all'età, al sesso, al tipo di dieta, al fumo, al tipo di ambiente nel quale si è vissuti), che legati alle capacità metaboliche e/o detossificanti dei soggetti considerati.

Tabella 2- Sintesi dei risultati. (In appendice si riporta una tabella esplicativa delle unità di misura utilizzate in questo rapporto).

	<b>min</b>	<b>max</b>	<b>media</b>
<b>SPCB</b> (ng/g b.l.)	1,20	90,69	58,26
<b>HCB</b> (ng/g b.l.)	n.r.	5,68	2,11
<b>SDDT</b> (ng/g b.l.)	0,03	220,77	56,49
<b>SIPA</b> (ng/g b.l.)	n.r.	14,20	3,22
<b>IPA (come B(a)P eq)</b> (ng/g b.l.)	n.r.	0,87	0,07
<b>SPBDE</b> (ng/g b.l.)	0,31	3,65	1,93
<b>Diossine e diossino-simili (come WHO-TEQ)</b> (pg/g b.l.)	0,29	856,17	115,25
<b>Hg</b> (µg/g p.s.)	0,004	0,131	0,056
<b>Pb</b> (µg/g p.s.)	0,032	0,289	0,107
<b>Cd</b> (µg/g p.s.)	0,0006	0,0026	0,0017

Dei 4 metaboliti ed isomeri del DDT analizzati, 2 sono stati riscontrati nei campioni analizzati: il *pp'*DDE è stato identificato in tutti i campioni, mentre il *pp'*DDD nei campioni n° 2 e n° 4.

Tra i PCB il congenere prevalente è risultato essere il 153. Studi precedentemente effettuati su sangue (Bjerregaard e Hansen, 2000) e siero (WWF, 2003; WWF, 2005), così come su tessuti umani (Focardi e Romei, 1987; Mariottini *et al.*, 2002; Guerranti *et al.*, 2003), confermano che il PCB-153 è il congenere più diffuso. Questo è stato attribuito all'elevata persistenza e alla scarsa degradabilità nell'ambiente di questo congenere, oltre che alla peculiarità di non essere metabolizzato nell'organismo (Safe, 1990).

Il grafico in figura 3 riporta i dati sulla contaminazione da diossine e diossino-simili e da IPA relativi ai campioni analizzati, espressi rispettivamente come WHO-TEQ e B(a)P equivalenti. Hg, Pb, e Cd sono stati rilevati nella totalità dei campioni di sangue intero analizzati (figura 4).

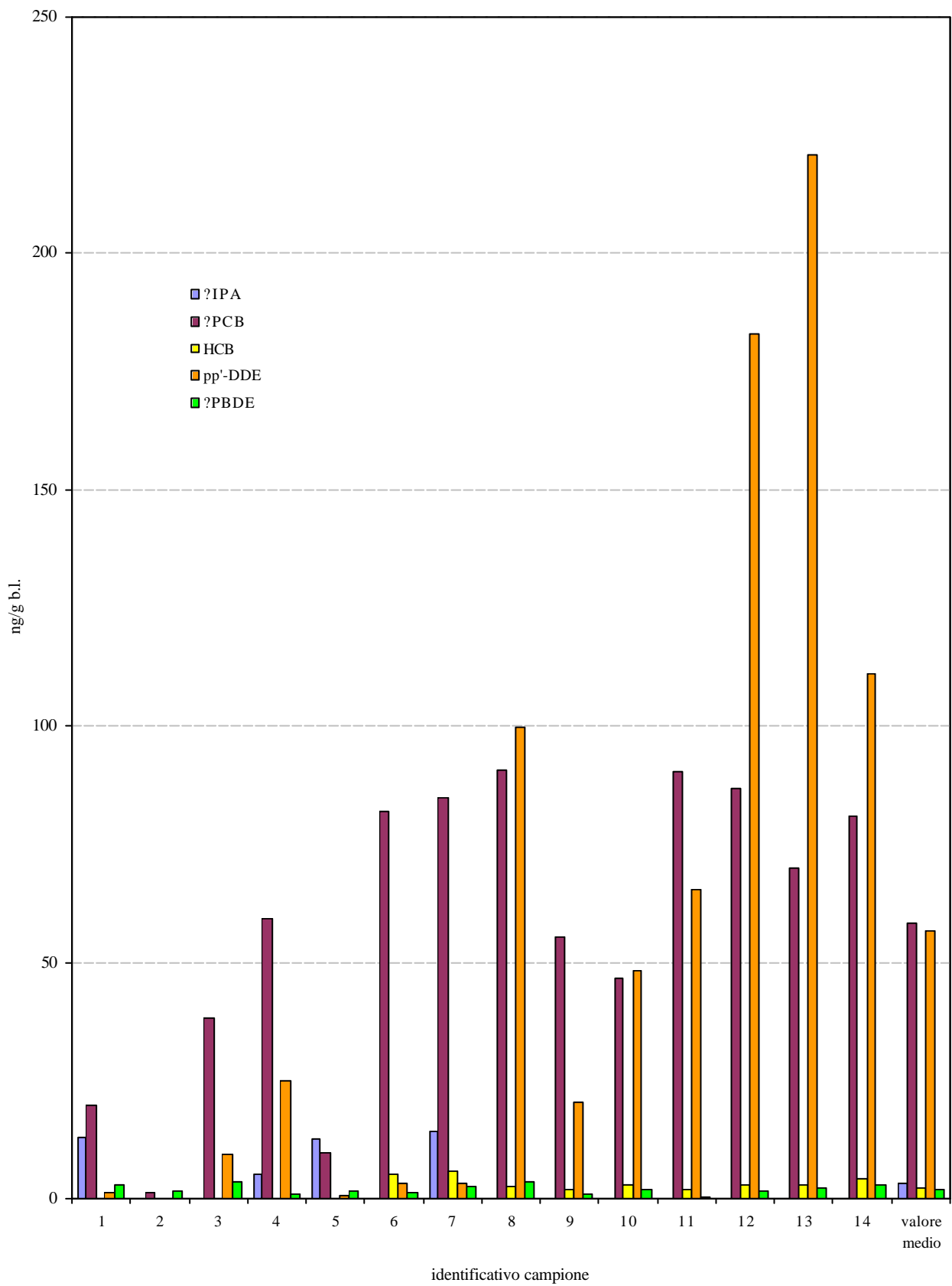


Figura 2: Grafico riassuntivo delle concentrazioni di POP rilevate nei campioni analizzati.

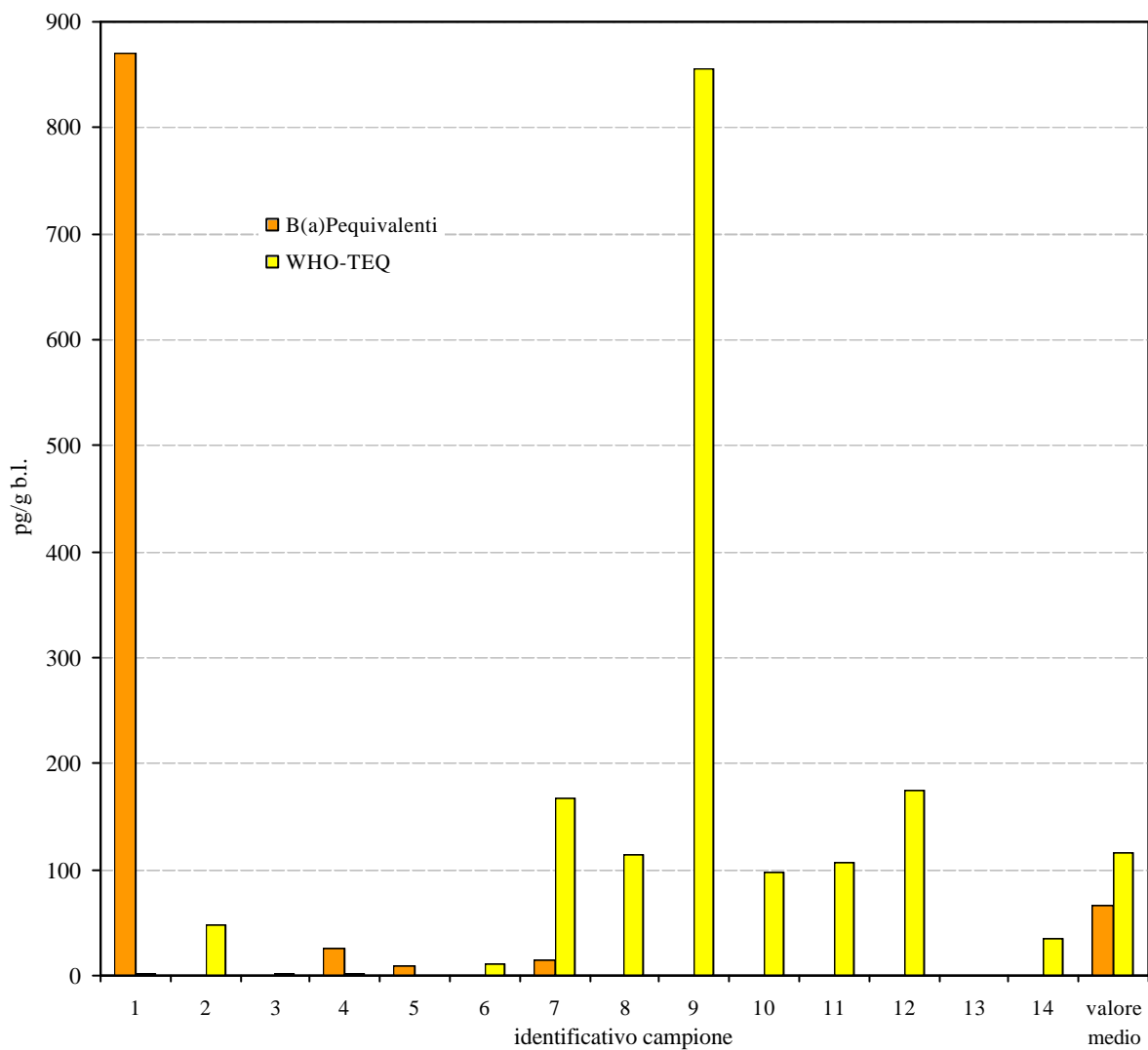


Figura 3: Valori di WHO-TEQ e B(a)P equivalenti calcolati, rispettivamente, sulla base delle concentrazioni di diossine e composti diossino-simili e degli IPA.

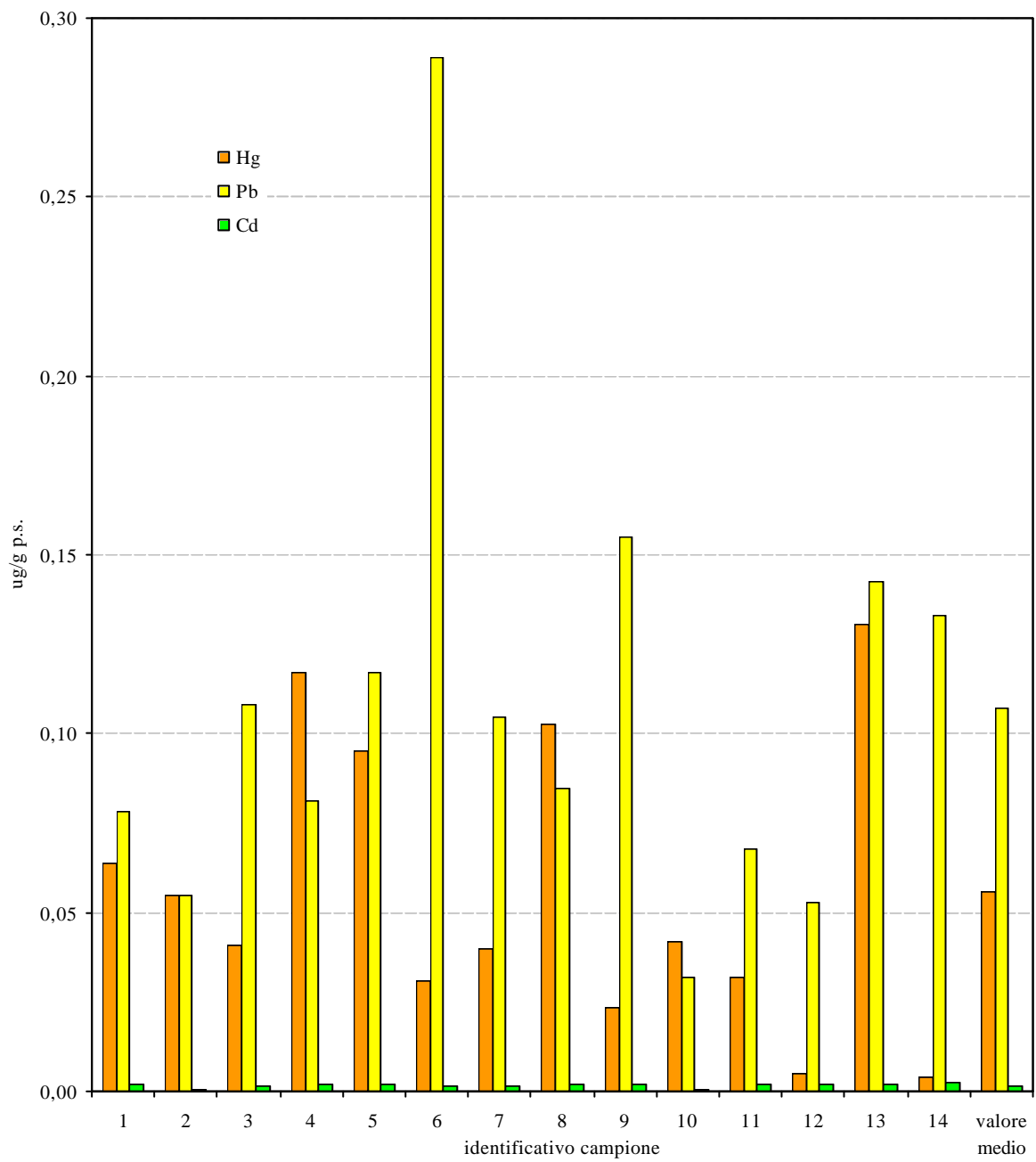


Figura 4: Grafico riassuntivo delle concentrazioni di metalli pesanti rilevate nei campioni analizzati.

## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Dai risultati ottenuti dalle analisi si possono trarre delle considerazioni di carattere generale sullo stato di contaminazione del gruppo di campioni, tenendo tuttavia presente la variabilità riscontrata nei livelli di inquinanti tra i campioni stessi.

- \* I livelli medi di **PCB, DDT, IPA e B(a)P** equivalenti, **sono risultati inferiori sia rispetto a quelli dello studio effettuato in Italia nel 2005 dal WWF, che ai dati riportati nella letteratura** scientifica per campioni di siero di individui non esposti (Phillips *et al.*, 1989; Mussalo-Rauhamaa, 1991; Koppen *et al.*, 2002; Covaci *et al.*, 2003).
- \* Il fatto che il principale metabolita del DDT, il *pp*'DDE sia il composto prevalente, tra i residui di pesticidi, indicherebbe non tanto una contaminazione diretta da parte del pesticida, quanto più di un accumulo attraverso la catena alimentare.
- \* Il fungicida **HCB** è stato rilevato in concentrazioni molto simili a quelle riscontrate dal WWF nello studio pubblicato nel 2005 e, come per tale monitoraggio, con **valori inferiori a quelli di letteratura** (Phillips *et al.*, 1989; Mussalo-Rauhamaa, 1991).
- \* I livelli di concentrazione di diossine e composti diossino-simili e dei tossici equivalenti rispetto alla 2,3,7,8-TCDD (WHO-TEQ) sono risultati **più elevati sia rispetto a quelli dello studio effettuato in Italia nel 2005 dal WWF, che ai dati riportati in letteratura** per campioni di siero di individui non esposti (Jimenez *et al.*, 1996; Bates *et al.*, 2004; Wang *et al.*, 2004). In particolare è stata rilevata la presenza, in alcuni campioni, di esigue concentrazioni di una delle diossine considerate più tossiche, la 1,2,3,7,8-PCDD. Nella maggior parte dei campioni sono invece stati riscontrati i PCB diossino-simili "coplanari", anche se in concentrazioni non elevate.
- \* I risultati relativi alle analisi sulla presenza di PBDE evidenziano valori superiori a quelli riscontrati nell'ultimo studio del WWF (2005) ma ancora

sensibilmente **inferiori a quelli di letteratura** (Mazdai *et al.*, 2003; WWF, 2003).

- \* I metalli pesanti sono stati riscontrati, nei campioni di sangue intero analizzati, in concentrazioni perfettamente in linea con quelle riportate da studi precedentemente effettuati, con analoghe procedure analitiche, su sangue di persone non esposte (Ong *et al.*, 1993; Castelli *et al.*, 2004).
- \* Analizzando i campioni in base al sesso dei donatori non si sono riscontrate differenze significative nei livelli di concentrazione di inquinanti.

## Appendice: unità di misura utilizzate

1 g	1 grammo	1 g
1 mg – milligrammo	1 millesimo di grammo	0,001 g ( $10^{-3}$ g)
1 µg – microgrammo	1 milionesimo di grammo	0,000001 g ( $10^{-6}$ g)
1 ng – nanogrammo	1 miliardesimo di grammo	0,000000001 g ( $10^{-9}$ g)
1 pg - picogrammo	1 millesimo di miliardesimo di grammo	0,000000000001 g ( $10^{-12}$ g)

## Legenda

< l.r.	Al di sotto del limite di rilevabilità del metodo
b.l.	Base lipidica
p.s.	Peso secco
n.r.	Non rilevato

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Arcaro K.F., O'Keefe P.W., Yang Y., Clayton W., Gierthy., J.F., (1999). Antiestrogenicity of environmental polycyclic aromatic hydrocarbons in human breast cancer cells. *Toxicology*, **133** (2-3):115-127

Baird, C., (1997). Chimica ambientale. Zanichelli editore, Bologna, pp. 273.

Bates M.N., Buckland S.J., Garrett N., Ellis H., Needham L.L., Patterson D.G., Turner W.E., Russell D.G., (2004). Persistent organochlorines in the serum of the non-occupationally exposed New Zealand population. *Chemosphere*. **54** (10): 1431-1443.

Bjerregaard P., Hansen J.P., (2000). Organochlorines and heavy metals in pregnant women from the Disko Bay area in Greenland. *The Science of The Total Environment* **245** (1-3): 195-202.

Brinkman U.A.Th., and De Kok A. (1980). Production, properties and usage. In: R.D. Kimbrough (Ed), topics in environmental health. halogenated biphenyls, terphenyls, naphtalenes, dibenzodioxins and related products. **1**: 1-4.

Castelli M., Rossi B., Corsetti F., Mantovani A., Spera G., Lubrano C., Silvestroni L., Patriarca M., Chiodo F. e Menditto A. (2004). Levels of cadmium and lead in blood: an application of validated methods in a group of patients with endocrine/metabolic disorders from Rome area. *Microchemical Journal*

Corsolini S., Ademollo N., Mariottini M., Fossi S., Guerranti C., Perra G., Duhamel G., and Focardi, S. (2002). Polychlorinated biphenyls, polychlorinated-dibenzodioxin and -dibenzofurans in mackerel icefish and marbled rock cod from the Kerguelen Islands (Antartica). *Organohalogen Compounds*, **57**: 161-164.

Corsolini S., Focardi S., Kannan K., Tanabe S., Tatsukawa R., (1995). Isomer-specific analysis of polychlorinated biphenyls and 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-*p*-dioxin equivalents (TEQs) in red fox and human adipose tissue from central Italy. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, **29**: 61-68.

Covaci, A., Jorens, P., Jacquemyn, Y. and Schepens, R (2003). Distribution of PCBs and organochlorine pesticides in umbilical cord and maternal serum. *Science of the Total Environment*, **298**: 45-53.

deBoer, J.; deBoer, K.; Boon, J. P. (1999). Polybrominated Biphenyls and Diphenyl Ethers. In *The Handbook of Environmental Chemistry*; Paasivirta, J. Ed.; Springer Verlag: New York.

Dolara, P., (1997). Tossicologia generale e ambientale. Piccin Nuova Libreria s.p.a. editore, Padova, pp. 299.

- Focardi S. e Romei R. (1987). Fingerprint of polychlorinated biphenyl congeners in samples of human subcutaneous adipose t. *Chemosphere*, **16**: 2315-2320.
- Focardi S., Fossi C., Fossi E. (1984). Livelli di pesticidi clorurati e policlorobifenili nel latte umano. *Rivista Italiana di Pediatria*, **10**: 286-290.
- Focardi S., Fossi C., Leonzio C., Romei R. (1986). PCB congeners, hexachlorobenzene, and organochlorine insecticides in human fat in Italy. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, **36**: 644-650.
- Focardi S., Guerranti C., Perra G., Baroni D., Bisogno I., Benincasa T., Bianchini A., Schiavone A., Ademollo N., Borghini F., "Levels of environmental pollutants in human blood and serum from Italy". XII Hungarian-Italian symposium on spectrochemistry: environmental pollution and human health, 23–27 ottobre 2005 Pécs, Ungheria.
- Förstner U., Wittmann G. T., 1981 – Metal Pollution in the Aquatic Environment. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York Tokio.
- Goyer R. A., (1986). Toxic effects of metals. In: Casarett and Doull's Toxicology - the basic science of poisons. C. D. Klaassen, M. O. Amdur, J. Doull Eds., Macmillan Publishing Company New York, pp. 582-636.
- Goyer R.A., (1984). Metal-protein complexes in detoxification process. In Brown S. S. (ed): Clinical chemistry and clinical toxicology , Vol. 2. Academic Press, Inc., London.
- Guerranti C., Mariottini M., Corsi I., Focardi S., (2003). Environmental endocrine disruptors in sex hormone sensitive human tissue and adipose tissue. Atti del SETAC Europe 13th Annual Meeting "Understanding the Complexity of Environmental s: A Way to Sustainability", Hamburg, Germany, 27 April - 1 May 2003 p.202.
- Hjollund N.H., Bond J.P., Jensen T.K., Ernst E., Henriksen T.B., Kolstad H.A., Giwercman A., Skakkebaek N.E., Olsen J., (1998). Semen quality and sex hormones with reference to metal welding. *Reprod Toxicol*, **12**(2): 91-95.
- ISS (1999). Linee-guida per interventi analitici mirati al rilevamento di PCB, PCDD, e PCDF in prodotti alimentari (Rif.: ISS-XEN-99-4 - Versione: 1 Luglio 1999 p. 2
- Jiménez B., Hernández L.M., Eljarrat E., Rivera J., González M.J., (1996). Levels of PCDDs, PCDFs and non-ortho PCBs in serum samples of non-exposed individuals living in Madrid (Spain). *Chemosphere*, **33**: 2403-2410.
- Koppen G., Covaci A., Van Cleuvenbergen R., Schepens P., Winneke G., Nelen V., van Larebeke N., Vlietinck R., Schoeters G., (2002). Persistent organochlorine pollutants in human serum of 50-65 years old women in the Flanders Environmental and Health Study (FLEHS). Part 1: concentrations and regional differences. *Chemosphere*, **48** (8): 811-825.
- M. Meneses, H. Wingfors, M. Schuhmacher, J. L. Domingo, G. Lindström and B. v. Bavel Polybrominated diphenyl ethers detected in human adipose tissue from Spain *Chemosphere*, Volume 39, Issue 13, December 1999, Pages 2271-2278
- Mariottini M., Guerranti C., Aurigi S., Corsi I., Focardi S., (2002). Pesticides and Polychlorinated Biphenyls residues in human adipose tissue. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, **68**: 72-78.
- Mazdai A., Dodder N.G., Abernathy M.P., Hites R.A., Bigsby R.M., (2003). Polybrominated diphenyl ethers in maternal and fetal blood samples. *Environmental Health Perspectives*, **111** (9): 1249- 1252.
- Mussalo-Rauhamaa H., (1991). Partitioning and levels of neutral organochlorine compounds in human serum, blood cells, and adipose and liver tissue. *The Science Of The Total Environment*, **103**: 159-175.
- Neff, J.M., (1979). Polycyclic aromatic hydrocarbons in the aquatic environment. Sources, Fates and Biological Effects. Applied Science Publishers, pp.262.
- Nisbet C, LaGoy P., (1992). Toxic equivalency factors TEFs for polycyclic aromatic hydrocarbons PAHs . *Regul Toxicol Pharmacol*; **16**:290-300.

Noren, K. and Meironyte, D. (2000) Certain organochlorine and organobromine contaminants in Swedish human milk in perspective of past 20-30 years. *Chemosphere* 40, 1111-1123.

Obana, H., Hori, S., Kashimoto, T., Kunita, N. (1981) Polycyclic aromatic hydrocarbons in human fat and liver. *Bulletin Of Environmental Contamination And Toxicology*, **27**(1): 23-27.

Ong C.N., Chia S.E., Foo S.C., Ong H.Y., Tsakok M. e Liouw P. (1993). Concentrations of heavy metals in maternal and umbilical cord blood. *Biometals*, **6**: 61-66.

Pant N, Upadhyay G, Pandey S, Mathur N, Saxena DK, Srivastava SP., (2003). Lead and Cadmium concentration in the seminal plasma of man in the general population: correlation with sperm quality. *Reprod Toxicol*, **17**(4): 447-450.

Papaleo B., Caporossi L., De Rosa M., Chiovato L., Ferrari M., Imbriani M., Signorini S., Pera A., (2004). Esposizione professionale a distruttori endocrini: stato dell'arte. *G Ital Med Lav Erg*, **26**(3): 171-179.

Phillips D. L.; Pirkle J.L., Buse V. W., Bernert J. T., Henderson L. O., Needham L. L., (1989). Chlorinated hydrocarbon levels in human serum: effects of fasting and feeding. *Archives Of Environmental Contamination And Toxicology*, **18**: 495-500.

Safe S. (1990). Polychlorinated biphenyls (PCBs), dibenzo-p-dioxins (PCDDs), dibenzofurans (PCDFs), and related compounds: environmental and mechanistic considerations which support the development of toxic equivalency factors (TEFs). *CRC Crit. Rev. Toxicol.* **21**: 51-88.

Sharara FI, Seifer DB, Flaws JA. Environmental toxicants and female reproduction. (1998). *Fertility and Sterility*, **70**(4): 613-622.

van den Berg, M., Birnbaum, L., Bosveld, A.T.C. Brunstrom, Cook, P., Feeley, M., Giesy, J., Handberg, A., Hasegawa, R., Kennedy, S.W., Kubiak, T., Larsen, J.C., van Leeuwen, F.X.R., Liem, A.K.D., Nolt, C., Peterson, R.E., Poelliner, L., Safe, S., Schrenk, D., Tillitt, D., (1998). Toxic equivalency factors (TEFs) for PCBs, PCDDs, PCDFs for humans and wildlife. *Environ. Health Perspect.* **106** (12): 775-791.

Wang S.L., Lin C., Guo Y.L., Lin L.Y., Chou W.L., Chang L.W. (2004). Infant exposure to polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans and biphenyls (PCDD/Fs, PCBs)-correlation between prenatal and postnatal exposure *Chemosphere*, **54** (10): 1459-1473

Wise, S.A., Sander, L.C., May, W.E., (1993). Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons by liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, **642**, (1-2): 329-349.

WWF (2003). Chemicals and Health in Humans A WWF Chemicals and Health Campaign Briefing. [www.wwf.org.uk/chemicals/publications.asp](http://www.wwf.org.uk/chemicals/publications.asp)

WWF, (2005). Presenza di inquinanti ambientali in campioni di sangue umano di individui non esposti professionalmente. Sito web: [www.wwf.it/ambiente/dossier/SintesiREPORT.pdf](http://www.wwf.it/ambiente/dossier/SintesiREPORT.pdf)



*L'azienda Aboca S.p.a ha sempre creduto nell'importanza della Natura come fonte di Benessere dell'uomo e come dimensione da rispettare e salvaguardare ed è per questo che si adopera attivamente per sensibilizzare l'opinione pubblica verso l'importanza di tutelare i valori e i significati del Vero Naturale.*

*In questa ottica, Aboca ha sostenuto, in qualità di partner principale per il 2005, la campagna **DETOX/Svelénati**, condividendone i valori di fondo e i principali obiettivi e impegnandosi profondamente per contribuire alla diffusione di una cultura del benessere che tenga in maggior considerazione la salute dell'uomo, degli animali e la salvaguardia della natura.*