

2017



# **Contaminantes químicos. V Estudio de dieta total en Catalunya — Metales pesados, dioxinas(PCDD/F) y bifeniles policlorados (PCB)**



**Dirección:**

Carme Chacón Villanueva  
Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria

**Autores:**

Jaume Bosch Collet, Victòria Castell Garralda, Isabel Timoner Alonso  
Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria

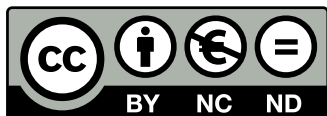
Josep Lluís Domingo Roig, Neus González Paradell, Martí Nadal Lomas  
Universidad Rovira i Virgili

Sonia Abuin, Josep Calderón, Toni Rúbies Prat  
Servicio de Química  
Laboratorio de la Agencia de Salud Pública de Barcelona

**Diseño:** Vincent Agencia

**Algunos derechos reservados**

©2020, Generalitat de Catalunya. Departamento de Salud



Los contenidos de esta obra están sujetos a una licencia de Reconocimiento-NoComercial-SenseObresDerivades 4.0 de Creative Commons. La licencia se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/es/>.

**Edita:**

Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria

**1a edición:**

Barcelona, abril de 2020

**Asesoramiento lingüístico:**

Servicio de Planificación Lingüística del Departamento de Salud

# Índice

1	Introducción .....	4
2	Objetivos .....	5
3	Materiales y métodos .....	6
4	Arsénico .....	18
5	Cadmio .....	27
6	Mercurio .....	35
7	Plomo .....	43
8	Dibenzodioxinas y debinzofuranos policloratos (PCDD/F).....	49
9	Bifenilos policloratos (PCB).....	54
10	PCDD/F y PCB con efecto dioxina (DL-PCB).....	60
11	Conclusiones .....	66
12	Bibliografía .....	69
13	Anexos .....	79

# 1 Introducción

Este informe forma parte del quinto estudio de dieta total en Cataluña i se enmarca en los estudios que, desde el año 2000, el Departamento de Salud elabora para estimar la ingesta de varios contaminantes químicos en la población catalana y evaluar el riesgo potencial para su salud. Los estudios de dieta total se llevan a cabo en una realidad cambiante. Para hacer su seguimiento y conocer la evolución temporal de la ingesta diaria de contaminantes químicos en la población de Cataluña a través de los alimentos se han hecho estudios en el 2005, el 2008 y el 2012. A partir del primer estudio, los contaminantes evaluados han variado y los recursos se han adecuado al seguimiento de los más interesantes, sin olvidar la visión global de la evolución del resto.

El quinto estudio se centra en los metales pesados, las dioxinas y los bifenilos policlorados. Así, en este informe se evalúan los metales pesados: arsénico (orgánico e inorgánico), cadmio, mercurio (orgánico e inorgánico) y plomo; y las dioxinas y los bifenilos policlorados agrupados en las siguientes categorías: dibenzodioxinas i dibenzofuranos policlorados (PCDD/F), bifenilos policlorados (PCB) diferenciando entre los similares a las dioxinas (DL-PCB) y los no similares a dioxinas (NDL\_PCB) y, finalmente, las sustancias con efecto dioxínico (PCDD/F + DL\_PCB).

De la misma manera que los contaminantes, los alimentos analizados se adecuan a la evolución de la sociedad; así, el quinto estudio se centra en los 70 tipos de alimentos más consumidos por la población para determinar la exposición de la misma a los contaminantes analizados. Estos 70 tipos pertenecen a 15 grupos diferentes de alimentos.

La Agencia Catalana de la Seguridad Alimentaria (ACSA) ha coordinado este estudio de dieta total, como el resto, bajo la guía técnica del Laboratorio de Toxicología y Salud Ambiental (URV). El informe ha contado con la colaboración del Servicio de Química del Laboratorio de la Agencia de Salud Pública de Barcelona, que ha llevado a cabo el trabajo analítico de los metales pesados.

La información que se obtiene del conjunto de estos estudios conforma un conocimiento de la realidad y de su evolución que debe ser útil para evaluar la importancia de cualquier situación futura nueva, evaluar las medidas adoptadas a lo largo de la cadena alimenticia y ayudar a implantar y priorizar nuevas medidas para disminuir las concentraciones de estos contaminantes en los alimentos. Todos los estudios de dieta están disponibles en la página web de la ACSA:

[http://acsa.gencat.cat/ca/seguretat\\_alimentaria/avaluacio\\_de\\_riscos/estudi\\_de\\_dieta\\_total/](http://acsa.gencat.cat/ca/seguretat_alimentaria/avaluacio_de_riscos/estudi_de_dieta_total/)

## 2 Objetivos

El objetivo general de este estudio es estimar la ingesta dietética de metales pesados (arsénico total, arsénico inorgánico, cadmio, mercurio inorgánico, metilmercurio y plomo) y dioxinas y bifenilos policlorados (PCDD, PCDF i PCB) de la población de Cataluña y evaluar los riesgos para su salud.

Los objetivos específicos son:

- Analizar las concentraciones de metales pesados, dioxinas y bifenilos policlorados que en el 2017 había en 70 alimentos ampliamente consumidos en Cataluña.
- Comparar los niveles con datos de estudios del 2000, 2005, 2008 y 2012 y establecer las variaciones temporales observadas para cada uno de los contaminantes.
- Conocer el nivel actual de exposición de la población catalana a los contaminantes estudiados a través de la dieta.
- Evaluar la variación en el tiempo de la exposición dietética a metales pesados, dioxinas y bifenilos policlorados..
- Comparar los niveles de exposición de la población de Cataluña con los niveles obtenidos en estudios elaborados en otros países.
- Evaluar el riesgo que representa la exposición actual en comparación con los valores de seguridad toxicológica establecidos.

# 3 Materiales y métodos

## 3.1. Tipo de estudio

El diseño del estudio parte de las ediciones precedentes y, por lo tanto, también sigue las directrices marcadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Para realizar el estudio, se utiliza una técnica mixta que, basada en las características de los alimentos individuales, incorpora aspectos de los estudios sobre el cesto de la compra y analiza muestras compuestas (composites) de mezclas homogéneas y a partes iguales de diferentes muestras individuales de un mismo alimento.

## 3.2. Selección de los contaminantes

Los contaminantes químicos seleccionados para evaluar en este estudio de dieta total son el arsénico total (As), el arsénico inorgánico (InAs), el cadmio (Cd), el mercurio total (Hg), el metilmercurio (MeHg) y el plomo (Pb), 17 congéneres de PCDD/F y 18 congéneres de bifenilos policlorados. Desde el cuarto estudio de dieta total (2012), el InAs y el MeHg se analizan por especiación química, mientras que en los estudios anteriores el contenido se estimaba teóricamente a partir de un porcentaje con respecto al total. Así, cuando no se hacía especiación química, se consideraba, por recomendación de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, 2009), que la proporción de As inorgánico con respecto al As total era del 70%, excepto en el pescado, en que se consideraba 0,03 mg/kg o 2% del As total y en el marisco, con un 0,1 mg/kg o 3,5%. En el caso del metilmercurio en pescado y marisco se consideraba que podía representar más del 90% del mercurio total (Bloom,1992). Estos valores, que se toman como referencia en las evaluaciones de los organismos internacionales, fueron también los valores considerados en los estudios anteriores de dieta total de Cataluña.

### 3.3. Selección de alimentos

La selección de alimentos se ha hecho teniendo en cuenta los datos de consumo de la población obtenidos a partir de la Encuesta nacional de alimentación en la población infantil y adolescente (ENALIA) y la Encuesta nacional de alimentación en población adulta, mayor y embarazadas (ENALIA 2); a partir de estos datos se ha podido determinar la representatividad de la selección.

En la tabla 1 se detallan los 70 alimentos estudiados.

Tabla 1. Selección de alimentos estudiados

Grupo	Alimentos	Grupo	Alimentos
<b>Carne</b>	Ternera Cerdo Pollo Jamón dulce Salsicha de Frankfurt Jamón salado Pavo	<b>Pescado</b>	<i>Bacalao</i> Merluza <i>Dorada</i> <i>Rape</i> Atún Lenguado Conserva Sepia Boquerón Calamar Emperador <i>Lubina</i> Salmón Mejillón <i>Panga</i>
<b>Vegetales</b>	Lechuga Tomate <i>Calabacín</i> Judía verde Cebolla <i>Puerro</i> Zanahoria	<b>Legumbres</b>	Lentejas Garbanzos
<b>Tubérculos</b>	Patata	<b>Grasas</b>	Aceite de oliva Aceite de girasol
<b>Fruta</b>	Manzana Naranja Pera Plátano Mandarina	<b>Bollería</b>	<i>Pan de leche</i> Galletas maria <i>Magdalena</i> <i>Bizcocho</i> <i>Galletas de chocolate</i> Cruasáns Cereales de desayuno
<b>Huevos</b>	Huevos de gallina	<b>Salsas</b>	<i>Salsa de tomate</i>
<b>Leche y análogos lácticos</b>	Leche entera Leche semidesnatada <i>Leche de soja</i> <i>Leche de avena</i>	<b>Chocolate</b>	<i>Cacao soluble</i>
<b>Derivados lácticos</b>	Yogur natural <i>Yogur de sabores</i> <i>Flan y natillas</i> Queso tipo I fresco Queso tipo-II semicurado <i>Quesitos</i>	<b>Alimentos infantiles</b>	<i>Leche de continuación</i> <i>Papillas de cereales</i> <i>Potito de pollo</i> <i>Potito de fruta</i> <i>Potito de ternera</i> <i>Potito de pescado</i>
<b>Pan y cereales</b>	Pan blando Pan de molde Arroz Pasta alimenticia		

En cursiva los alimentos que se han incorporado por primera vez en el estudio.

### 3.4. Toma de muestras y preparación

Siguiendo el modelo de los estudios anteriores, la toma de muestras se hizo en 12 localidades de Cataluña. El conjunto es representativo del 72% de la población catalana que vive en localidades de más de 20.000 habitantes y de carácter claramente urbano.

Las poblaciones, agrupadas por ámbitos territoriales, son las siguientes:

Ámbito metropolitano: Barcelona, l'Hospitalet de Llobregat, Vilanova i la Geltrú, Mataró, Sabadell y Terrassa; ámbito de las comarcas gerundenses: Gerona; ámbito del Camp de Tarragona: Tarragona y Reus; ámbito de las Terres de l'Ebre: Tortosa; ámbito de Ponent: Lérida; ámbito de las comarcas centrales: Manresa.

Entre abril y julio de 2017 se adquirieron las muestras individuales de cada alimento. En cada localidad de compra se distribuyeron las muestras en un mínimo de cuatro establecimientos de dimensiones diferentes (mercado, tienda, supermercado pequeño, supermercado grande, gran superficie) con el fin de diversificar al máximo el origen del alimento adquirido y de hacer el muestreo de los compradores tan representativo como fuera posible. Las muestras que lo requerían se transportaron siempre refrigeradas.

La preparación de las muestras compuestas se hizo con el mismo método que en el estudio anterior (directrices de la OMS):

- Se formó una muestra compuesta de 20 muestras individuales adquiridas independientemente.
- Se limpiaron y separaron las partes comestibles, crudas, de las muestras individuales, con las cuales se prepara una muestra compuesta.
- Se pesó a partes iguales cada muestra individual. Cuando la muestra presentaba partes muy diferenciadas en textura, cantidad de grasa, etc., se incluyeron en la muestra compuesta, de manera equilibrada, todas las partes de cada pieza individual.
- Se trituraron y homogeneizaron las muestras con robots de cocina y se cuidó de manera analítica la limpieza entre muestras para evitar la contaminación cruzada.
- Se formaron partes alícuotas en recipientes de plástico de laboratorio y se conservaron por congelación hasta el momento del análisis.

En total se procesaron 4.140 muestras individuales de alimentos.



### 3.5. Procedimientos analíticos

Las analíticas de metales pesados se realizaron en el Laboratorio de la Agencia de Salud Pública de Barcelona. Para determinar la concentración total de cada metal, a excepción del mercurio, se llevó a cabo una digestión de las muestras mediante tratamiento en microondas con ácido nítrico concentrado. En concreto, 0,5 g de muestra se procesaron con 9 ml de ácido nítrico al 22% y 0,5 ml de L2O2 al 30%. Posteriormente, se hizo una digestión en microondas hasta 200°C. Finalmente, se añadió al extracto agua purificada hasta un volumen final de 30 ml, y se analizó por espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS). Las muestras de aceites y grasas se sometieron a una predigestión en microondas con ácido nítrico concentrado.

En el caso del mercurio, la determinación fue directa mediante un analizador elemental de mercurio (AMA) por amalgamación con oro, a partir de una cantidad de muestra de 0,1 g. La determinación del metilmercurio comporta una extracción selectiva con tolueno, seguida de una retroextracción con cisteína y una medición final mediante el analizador elemental de mercurio. Para el metilmercurio, se aplicó el método del informe Determination of methylmercury in seafood by direct mercury analysis de la Comisión Europea (JRC, 2013). Sólo se determinó el metilmercurio en las muestras con valores detectables de Hg total.

El análisis de arsénico inorgánico en todos los alimentos se fundamentó en el método de Muñoz y col. (1999), basado en una extracción selectiva con tratamiento ácido al inicio, seguida de una extracción con cloroformo y una retroextracción con ácido clorhídrico diluido. La cuantificación final también se hizo por ICP-MS.

La cuantificación se hizo por calibración externa. En el caso de los métodos ICP-MS, se utilizó un patrón interno para minimizar los efectos de la matriz y, en todos los casos, se trabajó con celdas de colisión para eliminar interferencias poliatómicas y se utilizaron siempre isótopos libres de interferencias isobáricas. En todas las secuencias de análisis se analizaron de manera paralela un ensayo en blanco (para asegurar la ausencia de contaminación), soluciones externas de concentración conocida (para confirmar la bondad de la recta de calibración), soluciones patrón al final de cada secuencia (para asegurar la ausencia de deriva instrumental), así como muestras adicionadas (para controlar el porcentaje de recuperación del método).

Para todos los metales analizados, el porcentaje de recuperación no difirió significativamente del 100% (se evaluó con el índice de compatibilidad).

Los análisis del contenido de PCDD/F y PCB los realizó el Instituto Químico de Sarrià (Barcelona) llevó a cabo el análisis del contenido de PCDD/F y PCB. En términos generales, se pesaron 200 g de muestra, se adicionaron los patrones internos marcados con  $^{13}\text{C}$  y se dejó que estabilizara durante 3 h. Posteriormente, se practicó una extracción con un compuesto orgánico (tolueno, hexano o una mezcla de hexano: diclorometano), en función del tipo

de muestra, una separación de la fracción lipídica mediante una hidrólisis con HCl (para los huevos de gallina) o una separación de la fracción lipídica mediante una extracción líquido/líquido con oxalato, etanol, éter etílico y hexano (para la leche de continuación y la leche y productos lácteos). La purificación se efectuó con columnas de sílice sulfúrico, multicapa, carbón grafitizado, Florisil y PYE. El extracto se analizó por medio de un HRGC-HRMS (resolución mínima de 10 000) en las columnas cromatográficas Rtx-5MS (PCDD/F) y TG-5MS (PCB).

Por otro lado, para el análisis de los NDL-PCB, las muestras se liofilizaron y se pesaron entre 5 y 10 g de muestra. Se adicionaron los patrones internos marcados con  $^{13}\text{C}$  y se dejó que estabilizara durante 3 h. A continuación, se practicó una extracción Soxhlet con una mezcla hexano:acetona (41:59) durante 3 h o una extracción líquido/líquido con oxalato, etanol, éter etílico y hexano (para la leche de continuación, la leche y productos lácteos, y los huevos de gallina). A continuación, se realizó una purificación con columna de sílice multicapa. Finalmente, el extracto se analizó por medio de un HRGC-HRMS (resolución mínima de 10 000) en la columna cromatográfica TG-5MS. Paralelamente a las muestras, se llevó a cabo un análisis de blancos.

Los equivalentes tóxicos (TEQ) se calcularon a partir de los factores de equivalencia tóxica establecidos por la OMS (OMS-TEF) (van den Berg, et al., 2006). Estos factores han cambiado con el tiempo, y en la opinión de EFSA (2018) sería necesaria la revisión de la equivalencia tóxica de los DL-PCB, ya que hay indicios que la gran mayoría son menos perjudiciales que lo que se estima actualmente.

Tabla 2 . Factores de equivalencia tóxica (TEF) para PCDD/F y para DL-PCB

Dioxines		Furans		DL-PCB	
Congénero	TEF	Congénero	TEF	Congénero	TEF
<b>2,3,7,8-TCDD</b>	1,00	<b>2,3,7,8- TCDF</b>	0,10	<b>PCB 81</b>	0,0003
<b>1,2,3,7,8-PeCDD</b>	1,00	<b>1,2,3,7,8-PeCDF</b>	0,03	<b>PCB 77</b>	0,0001
<b>1,2,3,4,7,8-HxCDD</b>	0,10	<b>2,3,4,7,8-PeCDF</b>	0,30	<b>PCB 123</b>	0,00003
<b>1,2,3,6,7,8-HxCDD</b>	0,10	<b>1,2,3,4,7,8-HxCDF</b>	0,10	<b>PCB 118</b>	0,00003
<b>1,2,3,7,8,9-HxCDD</b>	0,10	<b>1,2,3,6,7,8-HxCDF</b>	0,10	<b>PCB 114</b>	0,00003
<b>1,2,3,4,6,7,8-HpCDD</b>	0,01	<b>2,3,4,6,7,8-HxCDF</b>	0,10	<b>PCB 105</b>	0,00003
<b>OCDD</b>	0,0003	<b>1,2,3,7,8,9-HxCDF</b>	0,10	<b>PCB 126</b>	0,100
		<b>1,2,3,4,6,7,8-HpCDF</b>	0,01	<b>PCB 167</b>	0,00003
		<b>1,2,3,4,7,8,9-HpCDF</b>	0,01	<b>PCB 156</b>	0,00003
		<b>OCDF</b>	0,0003	<b>PCB 157</b>	0,00003
				<b>PCB 169</b>	0,03
				<b>PCB 189</b>	0,00003

### 3.6. Grupos de población estudiados

Siguiendo las condiciones marcadas en los estudios anteriores, y de acuerdo con las directrices de la OMS, se hicieron diferentes grupos de edad, en función de la disponibilidad de datos. En el estudio actual se separó la población en grupos de edad para adecuarlos a la estructura de las Encuestas nacionales en la población (ENALIA).

En la tabla 3 se presentan los grupos de población y el peso corporal correspondiente.

Tabla 3. Grupos de población, intervalos de edad y peso corporal

Grupo	Edad	Peso corporal (kg)
<b>Bebés</b>	6 a 11 meses	8,4 <sup>a</sup>
<b>Niños</b>	12 a 36 meses	12,3 <sup>b</sup>
<b>Niñas</b>	De 3 a 9 años	24 <sup>b</sup>
<b>Adolescentes</b>	10 a 17 años	51 <sup>b</sup>
<b>Adultos</b>	18 a 39 años	72 <sup>c</sup>
<b>Adultos</b>	40 a 64 años	77 <sup>c</sup>
<b>Adultos mayores de 65 años</b>	65 a 74 años	70,5 <sup>d</sup>
<b>Embarazadas</b>	-	65 <sup>e</sup>

<sup>a</sup>Datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2003)

<sup>b</sup>Datos de los Estudios Españoles de Crecimiento (SEEP. Carrascosa y col·l., 2010)

<sup>c</sup>Datos del estudio ANIBES (Lopez-Sobaler y col·l., 2016)

<sup>d</sup>Datos del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2001)

<sup>e</sup>Martínez y col·l., 2017

### 3.7. Datos de consumo diario de alimentos

En este estudio se han utilizado los datos de la ENALIA 2. Con respecto a los datos de la población infantil y adolescente, se han utilizado los de la ENALIA. Los datos relativos al consumo (g/día) de los diversos alimentos y para los diferentes grupos de edad considerados se muestran en las tablas 4 y 5. En la figura 1 se representa la distribución porcentual de los grupos de alimentos considerados para un hombre adulto.

Tabla 4. Consumo de alimentos considerados en diferentes grupos de población (ENALIA) (en g/día)

Alimentos	6-11 meses	12-36 meses	3-9 años	10-17 años	18-39 años	40-64 años	64-75 años	Embarazadas
<b>Total carne</b>	36,69	56,31	87,01	112,33	94,43	79,88	61,03	72,46
<b>Total pescado</b>	10,78	31,75	37,48	41,02	32,03	35,07	40,30	30,09
<b>Total verduras y hortalizas</b>	51,49	42,46	51,97	76,75	82,11	107,29	97,23	97,19
<b>Total tubérculos</b>	80,88	54,07	50,07	60,51	41,27	40,73	43,46	40,84
<b>Total frutas</b>	131,83	105,07	105,65	108,62	94,30	120,74	157,17	83,94
<b>Total huevos</b>	1,43	12,66	18,66	24,22	17,64	16,72	17,40	14,68
<b>Total leche y análogos lácticos</b>	7,94	162,25	257,36	253,27	159,70	157,65	138,18	169,32
<b>Total derivados lácticos</b>	80,34	139,19	108,69	92,45	53,84	42,46	40,04	64,70
<b>Total pan y cereales</b>	4,27	38,45	98,84	142,82	102,50	98,78	88,28	90,73
<b>Total legumbres</b>	0,89	6,86	10,34	10,91	5,87	5,92	7,09	5,61
<b>Total aceites</b>	8,06	10,04	14,54	17,25	16,12	18,64	17,72	16,12
<b>Total bollería</b>	5,19	19,46	32,95	32,88	20,69	18,49	13,84	21,15
<b>Total salsas</b>	0,42	4,75	10,96	14,51	8,27	4,45	2,33	6,35
<b>Total chocolate</b>	0	2,35	6,59	6,81	1,56	0,53	0,30	1,35
<b>Total alimentos infantiles</b>	417,90	217,29	14,72	1,16	-	-	-	-
<b>Total alimentos considerados</b>	838,10	902,93	905,83	995,51	730,33	747,35	724,37	714,53

Tabla 5. Consumo de alimentos considerados en una persona adulta (en g/día)

Alimentos	18-74
<b>Total carne</b>	83,41
<b>Total pescado</b>	34,47
<b>Total verduras y hortalizas</b>	95,93
<b>Total tubérculos</b>	41,28
<b>Total frutas</b>	114,54
<b>Total huevos</b>	17,18
<b>Total leche y análogos lácticos</b>	156,1
<b>Total derivados lácticos</b>	46,76
<b>Total pan y cereales</b>	99
<b>Total legumbres</b>	6,04
<b>Total aceites</b>	17,51
<b>Total bollería</b>	18,51
<b>Total salsas</b>	5,73
<b>Total chocolate</b>	0,92
<b>Total alimentos infantiles</b>	-
<b>Total d'aliments considerats</b>	737,38

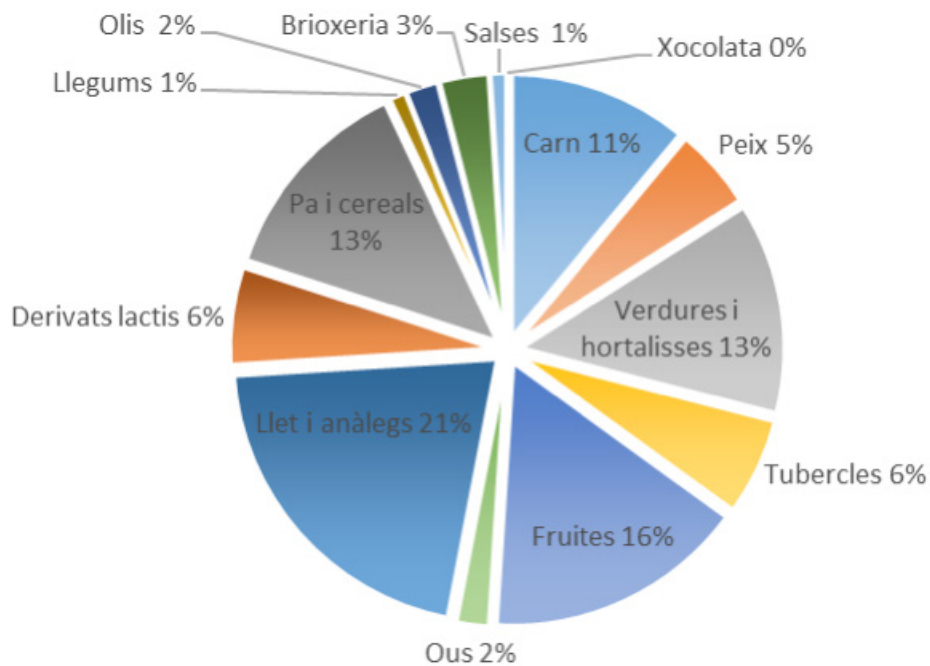


Figura 1. Distribución porcentual de la ingesta diaria de alimentos en una persona adulta (18-74 años)

### 3.8. Estimación de la ingesta diària de un contaminante

La ingesta de un contaminante mediante el consumo de alimentos se calcula multiplicando la concentración del contaminante en cada alimento individual por la cantidad diaria ingerida de este alimento, y se suman todos los productos obtenidos.

$$\text{Ingesta diaria} = \sum (\text{concentración contaminante} \times \text{cantidad de alimento ingerido})$$

O bien, expresado por unidad de peso corporal:

$$\text{Ingesta diaria} = \frac{\sum (\text{concentración contaminante} \times \text{cantidad de alimento ingerido})}{\text{peso corporal}}$$

Se deben tener en cuenta estas aproximaciones a la hora de evaluar la ingesta diaria y hacer comparaciones entre los cinco estudios, así como también con respecto a valores correspondientes a otros países o regiones.

### 3.9. Estimación de resultados inferiores al límite de detección

En el tratamiento de resultados, en los casos que un elemento determinado presentaba una concentración por debajo del límite de detección (LOD), se asumió que la concentración era la mitad del LOD ( $ND = \frac{1}{2} LOD$ ), siguiendo las recomendaciones de la OMS (*medium-bound*).

### 3.10. Evaluación del riesgo

#### 3.10.1. Comparación con los niveles de seguridad establecidos

Con el fin de evaluar la seguridad de la ingesta de cada contaminante se han estudiado los valores obtenidos por cálculo probabilístico, es decir, teniendo en cuenta la variabilidad de las magnitudes consideradas, con respecto a los niveles de seguridad establecidos o recomendados, si los hay.

#### 3.10.2. Evaluación probabilística de la exposición

Se ha llevado a cabo una evaluación probabilística de la exposición alimentaria de la población a los diferentes contaminantes utilizando los datos de consumo del estudio ENALIA. Se ha aplicado una aproximación metodológica de tipo Montecarlo para obtener una estimación fiable de la variabilidad de la exposición mediante la aplicación informática Crystal Ball.

La evaluación de la exposición de la población a los contaminantes de la dieta requiere fundamentalmente dos datos, además del peso corporal: a) la concentración de los contaminantes en la máxima variedad de alimentos posible y b) el consumo diario de estos alimentos en la población. Los dos grupos de datos están afectados por la variabilidad inherente a estas magnitudes y por la incertidumbre derivada de nuestro conocimiento limitado. Estas variabilidades e incertidumbres de los datos de origen implican variabilidad e incertidumbre para estimar la exposición diaria media de la población (figura 3).

Los datos de consumo de alimentos se obtienen mediante encuestas de hábitos alimentarios que utilizan diferentes cuestionarios. Las dos aproximaciones más frecuentes y que se han aplicado en este trabajo son: a) el cuestionario de recordatorio a corto plazo (24 horas) y b) el cuestionario de frecuencia y cantidad de consumo. El primero suele ser más exacto y más detallado, pero no da una idea de la variabilidad poblacional. El segundo tiene más error — sólo permite obtener datos por «grupos de alimentos»— pero permite obtener directamente una aproximación a la variabilidad poblacional. Por eso, los datos obtenidos con cuestionarios de frecuencia se pueden aplicar casi directamente a los estudios probabilísticos. La curva de distribución de probabilidad de consumo se obtiene simplemente si se ajustan los datos de consumo a una distribución de probabilidad paramétrica, o bien si se simula la distribución con métodos no paramétricos. Cuando se parte de los datos de un cuestionario de

recordatorio de 24 horas son imprescindibles algunos tratamientos estadísticos previos (de Bóer, et al. 2009; van der Voet y Slob, 2007). La fiabilidad de estos tratamientos aumenta con la repetición de la encuesta a un mismo individuo, lo cual permite separar la variabilidad individual y la interindividual.

En este estudio se han utilizado los resultados de la encuesta de recordatorio de 24 horas de la ENIDE dado que los datos de la encuesta de frecuencia no se han hecho públicos y los autores los consideran de una validez limitada. Las encuestas de 24 horas se hicieron por triplicado y permiten una aproximación aceptable a la realidad.

La ingesta diaria asociada a cada uno de los N individuos-día se calcula:

$$\text{Ingesta diaria} = \frac{\sum (\text{concentración contaminante} \times \text{cantidad de alimento ingerido})}{\text{peso corporal}}$$

La suma se extiende a todos los alimentos considerados en la encuesta de los cuales se dispone de datos analíticos específicos o extrapolados a partir de los obtenidos en alimentos similares. A partir de aquí, el programa Crystal Ball permite varias opciones para separar y ajustar la distribución de probabilidad en dos términos asociados a la variabilidad interindividual y a la variabilidad individual. Se ha aplicado una distribución normal o log-normal dependiendo de los valores disponibles. Como resultado, el programa calcula la distribución, en forma de selección de percentiles, de la exposición diaria ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  de peso corporal/día) en el contaminante:

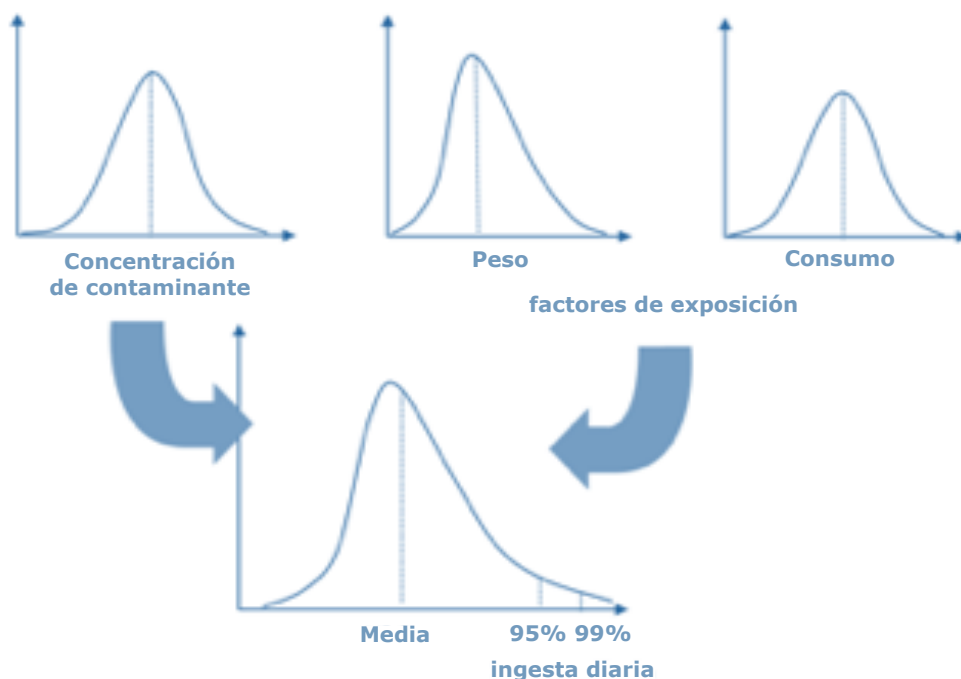


Figura 2. La estimación probabilística de la ingesta permite obtener datos de su variabilidad poblacional; además de la exposición media, podemos conocer el porcentaje de población que está por encima de determinado nivel de ingesta diario.

### 3.10.3. Estimación de la incertidumbre

Cualquier evaluación de la exposición alimentaria presenta múltiples fuentes y tipos de incertidumbres. La EFSA recomienda hacer una estimación gradual (tiered) de las incertidumbres (EFSA, 2006). En primer lugar, se deben identificar los principales déficits de conocimiento que pueden causar incertidumbre y estimar cualitativamente como pueden afectar a los resultados (magnitud y dirección) de la estimación de la exposición (tier 1). Posteriormente, se hace una evaluación determinista del impacto individual de las principales fuentes/tipo de incertidumbre en la evaluación de exposición (análisis de sensibilidad; tier 2). Finalmente, se lleva a cabo una evaluación probabilística de la incertidumbre global, considerando todos los factores en los cuales se ha demostrado una mayor sensibilidad (tier 3). En la tabla 6 se muestra un cuadro resumen de las principales incertidumbres de tipo tier 1, algunas de las cuales no se han considerado en este análisis: ambigüedades o imprecisiones en la definición de objetivos, escenarios y modelos o los múltiples errores posibles durante la realización del estudio.

Tabla 6. Fuentes y tipos de incertidumbre. Se muestra el efecto esperado sobre la estimación de la media y de la variabilidad poblacional

Fuente de incertidumbre	Tipo de incertidumbre	Comentarios	Efecto sobre la exposición media	Efecto sobre la variabilidad
<b>Objetivos de la evaluación de exposición</b>	Ambigüedad, imprecisión	NC		
<b>Escenario de exposición</b>	Ambigüedad, imprecisión	NC		
	Extrapolación	Cambios de hábitos alimentarios	+/-	--
		Alimentos no considerados	+/-	+/-
	Factores excluidos	Efectos del tipo de cocción	++/--	-
		Variabilidad geográfica	+/-	--
<b>Modelo de exposición</b>	Ambigüedad, imprecisión	NC		
	Estructura del modelo	Aproximaciones 1 a 5	+/-	+/-
	Extrapolación	NC		
	Factores excluidos	Biodisponibilidad	++	-
<b>Entradas del modelo</b>				
Peso corporal		Ver texto	32,95	32,88
Consumo de alimentos	Precisión, errores encuestas	Ver texto	10,96	14,51



Concentraciones	Precisión, límites de detección, muestreo	Ver texto	++/--	
Composición grupos alimentos	Precisión, errores encuestas, extrapolación	Ver texto	+++/--	---
<b>Rendimiento de la evaluación de exposición</b>	Errores diversos	NC		

NC: no considerado

Mediante el programa Crystal Ball se puede hacer una aproximación probabilística considerando las incertidumbres en los datos de consumo y en los datos de concentración. El método utilizado consiste en hacer remuestreos de los datos de consumo y de los datos de concentración con una técnica de bootstrapping. El resultado se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Aproximación probabilística con Crystal Ball

Percentil	Exposición $\mu\text{g X/kg/día}$	Grado de incertidumbre			
		0,025	0,250	0,750	0,975
<b>p50</b>	0,214	0,180	0,196	0,224	0,268
<b>p75</b>	0,250	0,200	0,220	0,255	0,305
<b>p90</b>	0,276	0,222	0,250	0,289	0,346
<b>p95</b>	0,296	0,234	0,266	0,314	0,387
<b>p99</b>	0,335	0,256	0,294	0,369	0,469

En este caso se puede interpretar que, por ejemplo, un 10% de la población está expuesta a dosis diarias superiores a 0,276  $\mu\text{g X/kg/día}$ , pero que, a causa de las incertidumbres asociadas a los datos de consumo y a los de concentración, este valor podría oscilar entre 0,222 y 0,346 (95% IC).

Si suponemos que la dosis de referencia (por ejemplo, la ingesta diaria aceptable, IDA) de la sustancia X es 0,3  $\mu\text{g X/kg/día}$ , los resultados de la tabla indican que aproximadamente un 5% de la población está expuesta a dosis diarias superiores al valor de referencia pero que, a causa de las incertidumbres, esta fracción de población que supera la exposición aceptable puede llegar al 25%, aproximadamente, en el peor de los casos.

### 3.11. Evolución temporal

Se hace un estudio temporal particular de la exposición dietética de los metales estudiados con la evaluación de la tendencia observada en los cinco periodos. Hay que tener en cuenta que es difícil comparar los datos del estudio del 2000 con los de los cuatro últimos años por varias razones, como la variación en los datos de consumo alimentario utilizados entre el primero y los subsiguientes estudios o bien la incorporación de alimentos adicionales en los grupos donde era necesario mejorar la representatividad.

## 4 Arsénico

El arsénico es un metaloide que generalmente se comporta como un metal. Se distribuye por la corteza de la Tierra y aunque principalmente se encuentra en el suelo, también se detecta en el agua o en los vegetales, entre otros.

Se puede encontrar en forma inorgánica, combinado con otros elementos como el oxígeno, el cloro y el azufre, o en forma orgánica combinado con el carbono y el hidrógeno. La liberación natural de arsénico inorgánico al medio ambiente se produce a partir de la alteración y la erosión de las rocas y del suelo, donde está presente como arsina, arsenitos, arseniatos y óxidos.

Con respecto a las fuentes antropogénicas, el arsénico liberado resulta de su utilización en la industria, principalmente en la del vidrio, la producción de plaguicidas, aleaciones o esmaltes. Los vertidos de residuos domésticos e industriales y las emisiones producidas en procesos de obtención de energía a partir del carbón también son fuentes importantes de arsénico.

La principal vía de exposición de los seres humanos al arsénico es la ingesta (Baeyens y col., 2009; Linares y col., 2010). La vía tóxica y la inhalación tienen menos importancia.

El arsénico se encuentra principalmente en los productos de origen marino, el pescado y el marisco, en forma orgánica, en concreto como dimetilar arsénico (DMA). Pescados, crustáceos, moluscos y otros animales acuáticos tienen la capacidad de metabolizar el arsénico y acumularlo como DMA. El DMA presenta una toxicidad inferior en comparación con la forma inorgánica. Con respecto a otros grupos de alimentos, se conoce que en general presentan contenidos de arsénico total poco destacables pero predomina la forma inorgánica. Así, el pan y los cereales forman el grupo de alimentos con más peso en la ingesta de arsénico inorgánico, principalmente a causa del arroz, que lo absorbe debido a su peculiar sistema de cultivo.

El arsénico se absorbe rápidamente por vía digestiva y es transportado al hígado, donde se metaboliza a formas orgánicas, fácilmente eliminables por la orina. Las formas de arsénico que se absorben con mayor rapidez son las más tóxicas, y las que se eliminan con facilidad tienden a serlo menos. Los efectos tóxicos producidos por el arsénico son diferentes según el tipo de exposición, es decir, si se trata de una exposición aguda, normalmente de tipo accidental, o bien una exposición crónica, a partir de la dieta.

Los síntomas de una intoxicación aguda incluyen vómito, dolor abdominal y diarrea. Una exposición crónica por vía oral puede causar, principalmente, cáncer y lesiones cutáneas, y también se ha asociado a problemas de desarrollo, enfermedades cardiovasculares, neurotoxicidad y diabetes (Melkonian y col., 2012). La mayor parte de los datos disponibles se concentran en la exposición a arsénico en adultos, aunque los niños son más vulnerables ya que son más susceptibles (Rodríguez-Barranco y col., 2013).

Entre los casos registrados hay que destacar el de la población de Bangladesh (Jiang y col., 2012; Naujokas y col., 2013) y el episodio de contaminación del arroz de campos regados con agua contaminada con arsénico. El problema no se detectó hasta los años 90, por lo cual millones de personas estuvieron y están expuestas a altas concentraciones de arsénico a través del agua, con efectos importantes sobre su salud, como lesiones cutáneas y una mayor incidencia de cáncer (Rahman y col., 2013).

Hay que destacar que las formas inorgánicas del arsénico son las más tóxicas; estas formas se encuentran principalmente en las plantas, que pueden absorber el arsénico del suelo o del agua contaminada. Varios estudios han demostrado que la ingesta de arsénico inorgánico también puede incrementar el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón (Hubaux y col., 2013), piel (Bailey y col., 2009), vejiga (Bailey y col., 2012), hígado (Sung y col., 2012) o riñón (Yuan y col., 2010), entre otros. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) cataloga este contaminante como carcinógeno de categoría 1 (carcinógeno para los seres humanos, con evidencia epidemiológica suficiente), mientras que la Agencia de Protección Ambiental norteamericana (EPA) lo clasifica en el grupo A (carcinógenos humanos, con evidencia suficiente obtenida de estudios epidemiológicos) y establece un valor de riesgo de cáncer por la exposición oral.

El Comité Mixto FAO-OMS de expertos en aditivos y contaminantes alimentarios (JECFA) estableció en 1993 como ingesta semanal provisional tolerable (PTWI) para el arsénico inorgánico en 15  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de peso corporal.

Atendiendo a su peligrosidad y presencia en la dieta, la Comisión Europea reclamó a finales de 2009 al EFSA una revisión de sus niveles y efectos para la salud, principalmente del arsénico inorgánico. De acuerdo con los datos relativos al cáncer de pulmón en humanos, el EFSA propuso utilizar como referencia el límite más bajo del percentil 95% de la dosis experimental que se asocia a un 1% de incidencia o riesgo extra (BMDL01) y que se establece en un intervalo de 0,3 a 8,0  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de peso corporal/día. En el 2010, el JECFA estableció como valor de referencia el BMDL0,5 de 3  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de peso corporal/día (con un intervalo entre 2 y 7  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de peso corporal/día).

El Reglamento CE 744/2012 fija los límites de arsénico para determinados productos en alimentación animal. El Reglamento CE 1881/2006 sobre el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimentarios fija el contenido máximo de arsénico inorgánico en el arroz y algunos de sus

derivados ya que, cómo hemos dicho, tiene un peso preeminente como fuente de arsénico inorgánico en la dieta.

#### 4.1. Resultados

Las concentraciones de arsénico total y de arsénico inorgánico en cada uno de los 70 alimentos individualmente analizados se muestran en el anexo 1. El grupo de alimentos donde se ha detectado una mayor cantidad de arsénico total es el del pescado, siendo el lenguado la especie que presenta una mayor concentración (9,283  $\mu\text{g/g}$  de peso fresco), seguido de la sepia y del boquerón (8,732 y 7,849  $\mu\text{g/g}$  de peso fresco), pero no obstante en todos los pescados el arsénico inorgánico ha dado por debajo del límite de detección. Por otra parte, en el grupo del pan y los cereales y sus derivados se encuentran valores moderados de arsénico total, pero son los grupos de alimentos donde encontramos los niveles más altos de arsénico inorgánico. Dentro de estos grupos, la concentración más elevada se ha encontrado en el arroz con 0,159  $\mu\text{g/g}$  de peso fresco. Esta concentración de arsénico inorgánico en el arroz no supera los valores máximos legales. No se han detectado cantidades significativas de As total en el resto de grupos considerados y la mayoría de alimentos tienen niveles por debajo de los límites de detección (0,002  $\mu\text{g/g}$  de peso fresco), excepto en garbanzos y potitos de carne y de pescado.

#### 4.2. Contribución de los alimentos a la ingesta dietética

La ingesta diaria de arsénico total de una persona adulta se ha estimado en 98,16  $\mu\text{g/día}$  (tabla 8). La aportación más importante de arsénico total se encuentra en el grupo del pescado, seguido del grupo del pan y los cereales con 2,54  $\mu\text{g/día}$ , siendo el arroz el alimento que más contribuye (1,78  $\mu\text{g/día}$ ). El resto de grupos de alimentos no aportan ninguna cantidad significativa de arsénico total a la dieta.

Con respecto a la ingesta de arsénico inorgánico, representa el 2,64% del arsénico total que ingiere un hombre adulto (2,58  $\mu\text{g/día}$ ), mayoritariamente del grupo del pan y los cereales.

Tabla 8. Ingesta diaria de arsénico total y de arsénico inorgánico en un hombre adulto (18-74 años) para los alimentos estudiados (en  $\mu\text{g/día}$ )

Alimentos	Consumo (g/día)	Ingesta de As total ( $\mu\text{g/día}$ )	Ingesta de As inorgánico ( $\mu\text{g/día}$ )
<b>Total carne y derivados</b>	83,41	0,14	0,13
<b>Total pescado y marisco</b>	34,47	94,72	0,04
<b>Total verduras y hortalizas</b>	95,93	0,12	0,12

<b>Total tubérculos</b>	41,28	0,04	0,04
<b>Total fruta</b>	114,54	0,17	0,17
<b>Total huevos</b>	17,18	0,02	0,02
<b>Total leche y análogos</b>	156,1	0,15	0,15
<b>Total derivados lácticos</b>	46,76	0,05	0,05
<b>Total pan y cereales</b>	99	2,54	1,71
<b>Total legumbres</b>	6,04	0,02	0,01
<b>Total aceites</b>	17,51	0,02	0,02
<b>Total bollería</b>	18,51	0,13	0,10
<b>Total salsas</b>	5,73	0,02	0,02
<b>Total xocolata</b>	0,92	0,02	0,01
<b>Total d'aliments considerats</b>	737,38	98,16	2,58

### 4.3. Ingesta diaria estimada en los diferentes grupos de población

La tabla 9 muestra la ingesta diaria estimada de arsénico total y de arsénico inorgánico para los diferentes grupos de población.

Tabla 9. Ingesta diaria estimada de arsénico para los diferentes grupos de población

Grupos de población	Ingesta de As total ( $\mu\text{g}/\text{día}$ )	Ingesta de As total ( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{día}$ )	Ingesta de As inorgánico ( $\mu\text{g}/\text{día}$ )	Ingesta de As inorgánico ( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{día}$ )
<b>6-11 meses</b>	62,01	7,38	1,48	0,18
<b>12-36 meses</b>	190,86	15,52	2,39	0,19
<b>3-9 años</b>	135,28	5,64	3,10	0,13
<b>10-17 años</b>	170,94	3,35	3,66	0,07
<b>18-39 años</b>	92,02	1,28	2,83	0,04
<b>40-64 años</b>	125,93	1,64	2,63	0,03
<b>65-74 años</b>	136,26	1,93	2,25	0,03
<b>Embarazadas</b>	104,05	1,60	2,48	0,04

El grupo de población que presenta una ingesta más elevada de arsénico total es el de los 12 a 36 meses (190,86  $\mu\text{g}/\text{día}$ ), seguido del grupo de 10-17 años (170,94  $\mu\text{g}/\text{día}$ ). Con respecto al arsénico inorgánico, la población de 10 a 17 años es la que está más expuesta (3,66  $\mu\text{g}/\text{día}$ ), seguida de los niños de 3 a 9 años (3,10  $\mu\text{g}/\text{día}$ ). A partir de los resultados expuestos, se evidencia que la población infantil y la adolescente es la más expuesta al As total y el As inorgánico.

## 4.4. Evaluación del riesgo

### 4.4.1. Comparación con los niveles de seguridad establecidos

En la figura 3 se presenta la ingesta diaria estimada semanal de arsénico inorgánico por consumo de los alimentos considerados en los diferentes grupos de población, expresada en función del peso corporal.

Según el estudio de exposición publicado por el EFSA en el 2014, se estima que la exposición de los ciudadanos europeos adultos al As inorgánico se sitúa, por término medio, en un rango de entre 0,09 y 0,38  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{día}$  (percentil 95%, 0,14 -0,64  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{día}$ ), mientras que para los niños el rango se sitúa entre 0,20 y 1,37  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{día}$  (percentil 95%, 0,36-2,09  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{día}$ ). Los valores de ingesta calculados para todos los grupos de población catalana se encuentran por debajo de estos intervalos (figura 3). La exposición dietética de los niños es superior a la de los adultos, dado que durante la infancia consumen una cantidad mayor de alimentos con relación al peso corporal.

Para realizar la evaluación comparamos la ingesta de arsénico inorgánico con el valor de referencia establecido en el 2009 por el grupo de expertos en contaminantes de la cadena alimenticia del EFSA según los efectos cancerígenos sobre vejiga, pulmón y piel y que se establece en 0,3  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{día}$ , el límite bajo del rango (0,3-8,0  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{día}$ ) del percentil 95% de la dosis experimental que produce un aumento del 1% de efecto ( $\text{BMDL}_{01}$ ).

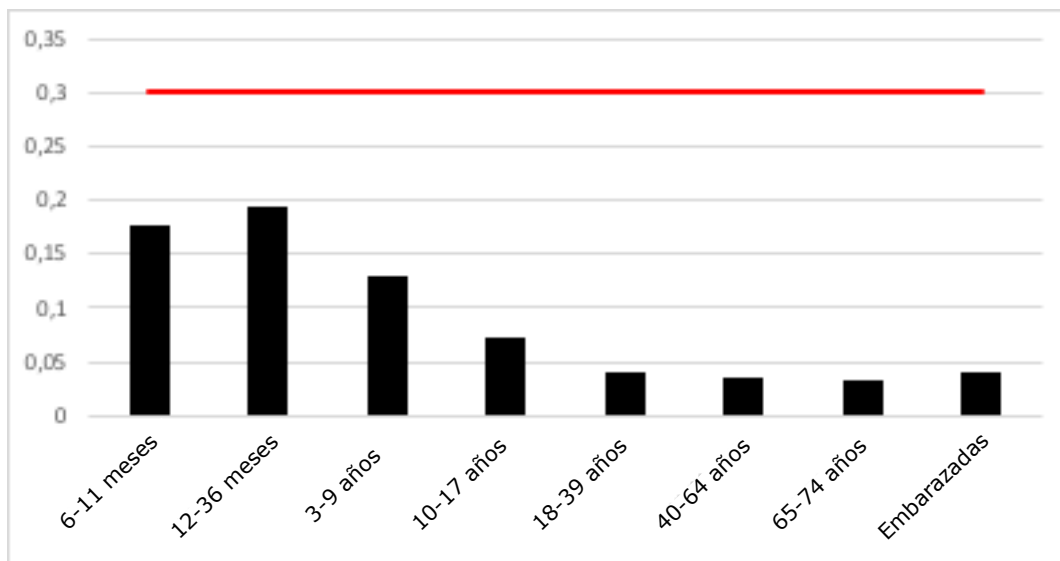


Figura 3. Ingesta diaria estimada de arsénico inorgánico según el grupo de población y el peso corporal ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  peso corporal/día)

Todos los grupos de población estudiados están por debajo del rango de 0,3-8,0  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{día}$ , siendo la población infantil de 12 a 36 meses y la de 6 a 11 meses, los grupos que se acercan más al límite inferior del rango (0,19 y 0,18  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{día}$ , respectivamente). Aunque ningún grupo de población supera el límite bajo del rango del  $\text{BMDL}_{01}$ , los márgenes de exposición (MoE) son pequeños y no se puede descartar cierto riesgo, sobre todo para los grupos de población infantil.

#### 4.4.2. Evaluación probabilística de la exposición

La tabla 10 presenta los resultados de la evaluación probabilística de la exposición al arsénico total a través de la dieta.

Tabla 10. Percentiles de ingesta relativa de arsénico total ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  peso corporal/día) en la población general según los diferentes grados de incertidumbre

Percentiles	Exposición	Grado de incertidumbre			
		0,025	0,250	0,750	0,975
p50	0,88	0,77	0,84	0,90	1,00
p90	3,04	2,40	2,70	3,37	3,67
p95	5,12	3,40	3,97	5,51	7,84
p99	18,55	7,82	11,37	23,36	33,57

La tabla 11 presenta los resultados de la evaluación probabilística de la exposición al arsénico inorgánico a través de la dieta.

Tabla 11. Percentiles de ingesta relativa de arsénico inorgánico ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  peso corporal/día) en la población general según los diferentes grados de incertidumbre

Percentiles	Exposición	Grado de incertidumbre			
		0,025	0,250	0,750	0,975
p50	0,029	0,026	0,028	0,029	0,030
p90	0,059	0,054	0,056	0,061	0,068
p95	0,080	0,060	0,070	0,080	0,100
p99	0,170	0,09	0,150	0,180	0,210

Del estudio probabilístico se concluye que la exposición al arsénico inorgánico por parte de la población general se encuentra por debajo del  $\text{BMDL}_{01}$ , incluso en el peor de los casos. Sin embargo, los MoE que se derivan son pequeños en los márgenes superiores del rango de incertidumbres, de manera que no se puede descartar cierto riesgo para la salud.

## 4.5. Evolución temporal

### 4.5.1. Concentración

La tabla 12 muestra la variación temporal en la concentración de As total en los diversos grupos de alimentos. En comparación con el estudio de 2012 se puede observar que no hay cambios significativos con respecto al contenido de arsénico total en los diferentes grupos de alimentos. De los grupos de alimentos de salsas, alimentos infantiles y chocolate no hay datos de estudios anteriores y, por lo tanto, no se puede comparar con ningún resultado.

Tabla 12. Variación temporal de As total en los grupos de alimentos (en  $\mu\text{g/g}$  de peso fresco). Valores establecidos como media.

Grupos alimentarios	2000	2005	2008	2012	2017
Carne y derivados	0,02	0,05	0,013	0,001	0,003
Pescado y marisco	2,21	4,39	5,41	3,24	3,59
Verduras y hortalizas	0,002	0,010	0,019	0,002	0,002
Tubérculos	0,013	0,010	0,013	<0,002	<0,002
Fruta	0,002	0,010	0,013	0,002	0,002
Huevos	0,002	0,010	0,013	<0,002	<0,002
Leche y análogos	0,006	0,004	0,013	<0,002	<0,002
Derivados lácticos	0,023	0,003	0,026	<0,002	<0,002
Pan y cereales	0,042	0,06	0,061	0,045	0,047
Legumbres	0,002	0,003	0,013	0,003	0,004
Aceites y grasas	0,092	0,010	0,013	<0,002	<0,002
Bollería	-	0,004	0,013	0,013	0,010
Salsas	-	-	-	-	0,003
Alimentos infantiles	-	-	-	-	0,031
Chocolate	-	-	-	-	0,016

### 4.5.2. Ingesta

En la tabla 13 se observa la variación en la ingesta diaria de As total y de As inorgánico en los estudios de 2000 y 2017, para un hombre adulto. En el cómputo global, la ingesta diaria calculada ha sido notablemente inferior a la del resto de estudios. Desde el estudio de 2012 se ha determinado la concentración de arsénico inorgánico y la ingesta se ha calculado según la concentración en cada alimento. En cambio, anteriormente los valores de arsénico inorgánico se obtenían a partir de estimaciones bibliográficas.



Tabla 13. Variaciones en la ingesta diaria de As total y de As inorgánico

Grupos alimentarios	Consumo de alimento g/día			Ingesta As total µg/día					Ingesta As inorgánico µg/día				
	2000	ENCAT 2003	ENALIA 2016	2000	2005	2008	2012	2017	2000	2005	2008	2012	2017
Carne y derivados	185	171,9	83,41	3,70	0,86	2,30	0,21	0,14	3,70	0,60	1,61	0,17	0,13
Pescado y marisco	92	67,5	34,47	203,3	248,1	316,1	205,5	94,72	20,33	5,88	7,84	0,56	0,03
Verduras y hortalizas	226	159,7	95,93	0,34	0,93	3,45	0,21	0,12	0,34	0,65	2,41	0,21	0,12
Tubérculos	74	73,1	41,28	0,96	0,58	0,98	0,07	0,04	0,96	0,41	0,68	0,07	0,04
Fruta	239	193,6	114,54	0,36	1,67	2,59	0,21	0,17	0,36	1,17	1,81	0,21	0,17
Huevos	34	31,3	17,18	0,51	0,38	0,42	0,03	0,02	0,51	0,26	0,29	0,03	0,02
Leche y análogos	217	157,5	156,1	1,30	0,47	2,11	0,16	0,15	1,30	0,33	1,47	0,16	0,15
Derivados lácticos	106	101,3	46,76	2,39	0,23	3,12	0,10	0,05	2,39	0,16	2,18	0,10	0,05
Pan y cereales	206	225,3	99	8,73	10,08	11,61	9,90	2,54	8,73	7,05	8,13	1,65	1,71
Legumbres	24	30,4	6,04	0,04	0,01	0,41	0,08	0,02	0,04	0,06	0,28	0,05	0,01
Aceites y grasas	41	27,2	17,51	3,76	0,28	0,36	0,03	0,02	3,76	0,20	0,25	0,03	0,02
Bollería	-	45,5	18,51	-	0,18	0,61	0,30	0,13	-	0,13	0,43	0,24	0,10
Salsas	-	-	5,73	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	0,02
Alimentos infantiles	-	-	n.d.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chocolate	-	-	0,92	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	0,01
<b>TOTAL</b>	<b>1444</b>	<b>1284,3</b>	<b>737,38</b>	<b>225,4</b>	<b>263,8</b>	<b>344,1</b>	<b>216,8</b>	<b>98,16</b>	<b>42,42</b>	<b>16,90</b>	<b>27,38</b>	<b>3,48</b>	<b>2,58</b>

Según este último estudio, la ingesta de arsénico total ha disminuido considerablemente en el grupo del pescado y el marisco y en el del pan y los cereales. Debe tenerse en cuenta que el consumo de alimentos de este grupo ha disminuido a más de la mitad con respecto a los datos de ENCAT 2003 y los del año 2000.

En el caso de la especiación del arsénico inorgánico, el descenso ha sido significativo. No obstante, hay que tener en cuenta que en los estudios anteriores a 2012 se calculaba mediante una estimación (EFSA, 2009) pero a partir del 2012 se analiza particularmente, hecho que explicaría la importante disminución en la ingesta. En el estudio presente hay un pequeño descenso en la ingesta de arsénico inorgánico comparado con el anterior estudio.

## 4.6. Otros estudios

En la tabla 14 se presentan los datos de estudios similares realizados en varios lugares de todo el mundo. Aunque la comparación puede resultar difícil, por razones metodológicas y de diseño, se puede concluir que los valores de ingesta dietética de As total está en la parte del medio del rango y la ingesta de As inorgánico de la población catalana está en la parte baja del rango con respecto a otros países.

Tabla 14. Ingesta diaria de As total y As inorgánico. Comparación con otros países

País	As total $\mu\text{g}/\text{día}$	InAs $\mu\text{g}/\text{día}$	Autores
<b>Cataluña</b>	98,16	2,58	Estudio actual
<b>Chile</b>	73,02	19,78	Muñoz y col·l., 2017
<b>Valencia</b>	-	1,47	Marín y col·ls., 2017
<b>India</b>	25,90	-	Kumar y col·l., 2016
<b>Corea</b>	145,4	10,4	Seo y col·l., 2016
<b>Argentina</b>	-	10,7	Sigrist y col·l., 2016
<b>Italia</b>	-	0,49	Cubadda y col·l., 2016
<b>Japón</b>	-	19-59	Oguri y col·l., 2014
<b>Serbia</b>	21,89	-	Skrbic y col·l., 2013
<b>Japón</b>	27	3,8	Oguri y col·ls., 2012
<b>Cataluña</b>	199	-	Domingo y col·l., 2012
<b>UE</b>	-	6,3-26,6	EFSA, 2014

# 5 Cadmio

El cadmio (Cd) es un metal pesado que se encuentra en cantidades relativamente reducidas en la corteza terrestre. Se combina regularmente con cloruros, sulfitos y sulfatos y de manera habitual forma compuestos complejos con otros metales.

El cadmio llega al medio ambiente a partir de fuentes naturales, como las emisiones volcánicas, o a partir de la industria y la agricultura. Se genera como subproducto durante los procesos de producción de metales como el cinc, el plomo o el cobre. Presenta múltiples aplicaciones, como anticorrosivo o semiconductor, y es relativamente normal su uso en la fabricación de pigmentos, revestimientos metálicos y aleaciones, así como en soldadura, baterías de níquel y cadmio o en galvanotecnia (Frye y col., 2012). También se utiliza como catalizador en algunos procesos industriales, por ejemplo como estabilizador de algunos plásticos y en la fabricación de determinados plaguicidas y fertilizantes.

Una vez presente en el medio ambiente, el cadmio se esparce principalmente por suelos y aguas, desde donde pasa fácilmente a los vegetales. El consumo de vegetales es una de las principales vías de entrada de este contaminante en la cadena trófica. Hay que destacar que algunos cereales (principalmente arroz y trigo) concentran selectivamente el cadmio, lo cual significa que pueden contener cantidades importantes.

Igual que el arsénico, una vía destacable de exposición de los seres humanos al cadmio es la ingesta, ya sea por consumo de alimentos o de agua de bebida (Amzal y col., 2009). El marisco puede ser también una fuente muy importante de cadmio. Por otra parte, hay que destacar el grupo de los cereales, no por su elevado contenido de cadmio, sino porque supone una parte muy importante de la dieta.

La inhalación del humo del tabaco es también una fuente muy importante de cadmio, esencialmente en personas fumadoras (McElroy y col., 2007). La absorción intestinal del cadmio es baja (entre el 5% y el 10% del que se ingiere lo absorbe el trato digestivo) y se elimina mayoritariamente con las heces. La fracción absorbida se puede retener y acumular en los tejidos blandos, principalmente en los riñones y en el hígado. La vida media en el cuerpo humano se estima en unos 20-30 años.

Algunos de los efectos adversos relacionados con una intoxicación crónica por cadmio son vómitos y diarreas, además de nefropatía por cadmio (Bjeremo y col., 2013). También puede provocar problemas en el tejido óseo, a causa de una supuesta interferencia en el metabolismo del calcio. Estos síntomas son

muy visibles en las personas afectadas por el síndrome de Itai-Itai (Osada y col., 2011) de las familias agrícolas de Toyama (Japón) intoxicadas por regar plantas de arroz con aguas contaminadas de Cd. Finalmente, varios autores e instituciones han evidenciado la influencia del cadmio en el desarrollo de cáncer de próstata, pecho, hígado y pulmón (Hartwing, 2013).

La agencia Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC) ha catalogado el cadmio en la categoría 1 (cancerígeno para los seres humanos, con evidencia epidemiológica suficiente para los humanos). Por otra parte, la EPA (Environmental Protection Agency) clasifica el cadmio en el grupo B1 (carcinógenos humanos probables, con evidencia limitada de estudios epidemiológicos), sin establecer ningún valor de riesgo. Estudios recientes apuntan que el cadmio podría ser también carcinógeno por vía alimentaria a partir de una ingesta diaria de 1,5 µg Cd/kg de peso corporal según la EFSA (European Food Safety Authority) el 2009.

El 2003 el JECFA (Joint Expert Committee on Food Additives) establecía una ingesta semanal provisional tolerable (PTWI) para el cadmio de 7 µg/kg de peso corporal.

El Programa de medio ambiente de las Naciones Unidas (UNEP) señaló en 2010 que la ingesta semanal de cadmio a partir de los alimentos en la mayoría de los países se encuentra entre 0,7 y 2,8 µg/kg de peso corporal por semana, cosa que representa un margen de seguridad pequeño, inferior a 10, de manera que podría haber grupos de población en riesgo, como el de las personas fumadoras o las vegetarianas.

En el 2009, la EFSA evaluó el cadmio en la dieta y fijó una ingesta semanal tolerable (IST) de 2,5 µg/kg de peso corporal (ingesta diaria de 0,357 µg/kg). Esta IST se ha obtenido de un estudio del metanálisis de 35 estudios que demostraban una relación entre la excreción urinaria de cadmio y la de un marcador de daño tubular renal, la beta-2-microglobulina. La EFSA señala que en Europa hay países cuya población podría exceder a esta IST. Las personas vegetarianas, las fumadoras, los niños y los habitantes de zonas con mucha contaminación podrían duplicarla. En un estudio de 2012, la EFSA señala las patatas (13,2%), el pan (11,7%), la bollería (5,1%), el chocolate (4,3%), los vegetales de hoja (3,9%) y los moluscos acuáticos (5,1%) como los alimentos que más Cd aportan a la dieta de los europeos.

Los límites máximos permitidos en los alimentos se recogen en el Reglamento 1881/2006 de la Comisión, que fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los alimentos.

## 5.1. Resultados

Las concentraciones detectadas en los alimentos analizados se encuentran recogidas de manera individual en el anexo 1. El alimento que presenta una concentración más elevada de cadmio es el calamar (1,274  $\mu\text{g/g}$  de peso fresco), seguido de la sepia y del cacao soluble, con 0,157 y 0,062  $\mu\text{g/g}$  de peso fresco, respectivamente.

## 5.2. Contribución de los alimentos a la ingesta

La ingesta diaria de cadmio para un hombre adulto se ha estimado en 6,13  $\mu\text{g/día}$  (tabla 15), siendo la del grupo de pescado y marisco la principal aportación con 2,26  $\mu\text{g/día}$ . El otro grupo de alimentos que contribuye en gran medida a la ingesta de cadmio es el del pan y los cereales con 1,86  $\mu\text{g/día}$ . Del resto de grupos destacan el de los tubérculos (0,84  $\mu\text{g/día}$ ) y el de las verduras y hortalizas (0,31  $\mu\text{g/día}$ ).

Tabla 15. Ingesta diaria de cadmio para un hombre adulto (18-74 años) en los alimentos estudiados (en  $\mu\text{g/día}$ )

Alimentos	Consumo (g/día)	Cd ( $\mu\text{g/día}$ )
<b>Total carne y derivados</b>	83,41	0,08
<b>Total pescado y marisco</b>	34,47	2,26
<b>Total verduras y hortalizas</b>	95,93	0,31
<b>Total tubérculos</b>	41,28	0,84
<b>Total fruta</b>	114,54	0,13
<b>Total huevos</b>	17,18	0,02
<b>Total leche y análogos</b>	156,1	0,22
<b>Total derivados lácticos</b>	46,76	0,06
<b>Total pan y cereales</b>	99	1,86
<b>Total legumbres</b>	6,04	0,01
<b>Total aceites</b>	17,51	0,02
<b>Total bollería</b>	18,51	0,17
<b>Total salsas</b>	5,73	0,08
<b>Total chocolate</b>	0,92	0,07
<b>Total</b>	737,38	6,13

### 5.3. Ingesta diaria grupos de población

La tabla 16 muestra la ingesta diaria estimada de cadmio en diferentes grupos de población.

Tabla 16. Ingesta diaria estimada de cadmio en diferentes grupos de población

Grupo de población	Ingesta Cd (µg/día)	Ingesta semanal Cd (µg/kg/semana)
<b>6-11 meses</b>	2,98	2,48
<b>12-36 meses</b>	4,88	2,78
<b>3-9 años</b>	8,29	2,42
<b>10-17 años</b>	10,08	1,38
<b>18-39 años</b>	7,08	0,69
<b>40-64 años</b>	6,85	0,62
<b>65-74 años</b>	6,62	0,66
<b>Embarazadas</b>	5,13	0,55

El grupo de población que presenta una ingesta más elevada de cadmio es el de población adolescente de 10 a 17 años (10,08 µg/día), seguido del de población infantil de 3 a 9 años (8,29 µg/día). Sin embargo, y según el peso corporal, el grupo más expuesto es el de población infantil entre 12 y 36 meses de edad (2,78 µg/kg/semana). Si revisamos los alimentos con una contribución más elevada a la ingesta de Cd, se percibe que la patata es el alimento que más contribuye (60%) a la exposición dietética de este elemento para los bebés de 6 a 11 meses. Asimismo, hay que destacar la elevada contribución del calamar a la ingesta total, con porcentajes que alcanzan el 28% y 38% en las poblaciones de 12-36 meses y de 3-9 años, respectivamente. En estos dos grupos, la patata es el segundo alimento en aportación de cadmio a la dieta (24% y 13% respectivamente).

### 5.4. Evaluación del riesgo

#### 5.4.1. Comparación con los niveles de seguridad establecidos

En la figura 4 se muestra la ingesta diaria estimada semanal de cadmio por consumo de alimentos en los diferentes grupos de población, expresada en función del peso corporal.

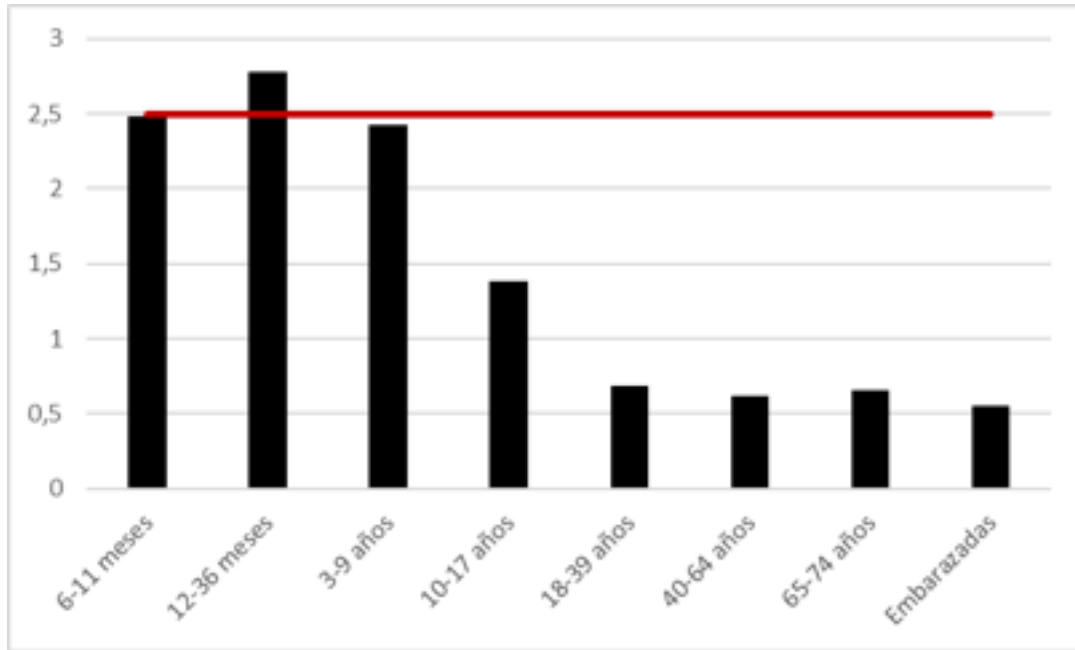


Figura 4. Ingesta semanal estimada de cadmio por grupo de población y peso corporal ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  peso corporal/semana)

Si consideramos el valor de seguridad establecido por la EFSA (2009) en  $2,5 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{semana}$ , el grupo de población de 12 a 36 meses sería el único que superaría este umbral ( $2,78 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{semana}$ ). Además, la población de 6 a 11 meses y la de 3 a 9 años se encuentra muy cerca ( $2,49$  y  $2,42 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{semana}$ , respectivamente).

#### 5.4.2. Evaluación probabilística de la exposición

La tabla 17 presenta los resultados de la evaluación probabilística de la exposición al cadmio a través de la dieta.

Tabla 17. Percentiles de ingesta relativa de cadmio ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  peso corporal/día) para la población general según los diferentes grados de incertidumbre

Percentiles	Exposición	Grado de incertidumbre			
		0,025	0,250	0,750	0,975
p50	0,070	0,066	0,068	0,072	0,074
p90	0,19	0,16	0,17	0,20	0,23
p95	0,31	0,21	0,26	0,33	0,56
LLp99	1,29	0,66	0,95	1,68	1,72

La evaluación por grupos de edad muestra que los grupos de más edad no superan el valor de seguridad, y el estudio probabilístico indica que en el peor de los supuestos sólo entre un 1-5% de la población general podría estar expuesto por encima de este valor.

## 5.5. Evolución temporal

### 5.5.1. Concentración

En la tabla 18 se puede observar la variación detectada en la concentración de Cd en los grupos de alimentos.

Tabla 18. Variación temporal en las concentraciones de cadmio en los grupos de alimentos (en µg/g de peso fresco)

Grupo alimentos	2000	2005	2008	2012	2017
<b>Carne y derivados</b>	0,006	0,023	0,007	0,001	0,001
<b>Pescado y marisco</b>	0,036	0,039	0,090	0,050	0,117
<b>Verduras y hortalizas</b>	0,005	0,007	0,016	0,006	0,003
<b>Tubérculos</b>	0,020	0,025	0,053	0,015	0,022
<b>Fruta</b>	0,001	0,005	0,005	0,003	0,001
<b>Huevos</b>	0,008	0,005	0,004	<0,002	0,001
<b>Leche y análogos</b>	0,002	0,005	0,004	<0,002	0,002
<b>Derivados lácticos</b>	0,006	0,005	0,006	<0,002	0,002
<b>Pan y cereales</b>	0,033	0,016	0,023	0,015	0,017
<b>Legumbres</b>	0,001	0,120	0,007	0,002	0,001
<b>Aceites y grasas</b>	0,008	0,045	0,005	<0,002	0,001
<b>Bollería</b>	-	0,005	0,014	0,010	0,012
<b>Salsas</b>	-	-	-	-	0,016
<b>Alimentos infantiles</b>	-	-	-	-	0,005
<b>Chocolate</b>	-	-	-	-	0,062

Con respecto a los estudios anteriores, podemos decir que las concentraciones de cadmio en los diferentes grupos de alimentos no presentan una tendencia clara con el paso del tiempo. Los grupos con más contenido de Cd son los de pescado y marisco, chocolate, tubérculos, pan y cereales, salsas y bollería.



### 5.5.2. Ingesta

En la tabla 19 se observa la variación temporal en la ingesta diaria de cadmio para un hombre adulto. La ingesta ha disminuido de forma significativa si se compara con los estudios de 2012 y anteriores. La disminución más importante se ha dado al grupo de pan y cereales y, en cambio, la ingesta de cadmio por pescado y marisco y tubérculos continúa a niveles similares a los de 2012.

Tabla 19. Variaciones en la ingesta diaria de cadmio para un hombre adulto

Grupo alimentos	Consumo de alimento g/día			Ingesta de cadmio total µg/día				
	2000	ENCAT 2003	ENALIA 2016	2000	2005	2008	2012	2017
<b>Carne y derivados</b>	185	171,9	83,41	1,11	2,92	1,16	0,22	0,08
<b>Pescado y marisco</b>	92	67,5	34,47	3,33	1,43	4,19	2,28	2,26
<b>Verduras y hortalizas</b>	226	159,7	95,93	1,13	0,98	2,68	0,93	0,31
<b>Tubérculos</b>	74	73,1	41,28	1,47	1,80	3,85	1,10	0,84
<b>Fruta</b>	239	193,6	114,54	0,22	0,94	1,10	0,26	0,13
<b>Huevos</b>	34	31,3	17,18	0,27	0,15	0,12	0,03	0,02
<b>Leche y análogos</b>	217	157,5	156,1	0,43	0,64	0,59	0,16	0,22
<b>Derivados lácticos</b>	106	101,3	46,76	0,64	0,38	0,82	0,10	0,06
<b>Pan y cereales</b>	206	225,3	99	6,80	4,21	6,06	3,71	1,86
<b>Legumbres</b>	24	30,4	6,04	0,01	3,09	0,21	0,07	0,01
<b>Aceites y grasas</b>	41	27,2	17,51	0,33	0,43	0,11	0,03	0,02
<b>Bollería</b>	-	45,5	18,51	-	0,22	0,70	0,50	0,17
<b>Salsas</b>	-	-	5,73	-	-	-	-	0,08
<b>Alimentos infantiles</b>	-	-	n.d.	-	-	-	-	-
<b>Chocolate</b>	-	-	0,92	-	-	-	-	0,07
<b>TOTAL</b>	<b>1444</b>	<b>1284,3</b>	<b>737,38</b>	<b>15,74</b>	<b>17,19</b>	<b>21,59</b>	<b>9,39</b>	<b>6,13</b>

## 5.6. Otros estudios

En la tabla 20 se presentan los datos de estudios similares de varios lugares del mundo. Aunque la comparación puede resultar difícil, por razones metodológicas y de diseño, se puede concluir que los valores de la ingesta dietética de Cd para la población catalana se encuentran en la parte baja del rango.

Tabla 20. Ingesta diaria de cadmio. Comparación con otros estudios.

País	µg/día	Autores
<b>Cataluña</b>	6,13	Este estudio
<b>Chile</b>	18,12	Muñoz y col., 2017
<b>Estados Unidos</b>	10,4	Quraishi y cols., 2016
<b>Japón</b>	26,4	Itoh y col., 2014
<b>Dinamarca</b>	14	Eriksen y col., 2014
<b>Tailandia</b>	21-56	Satarug y col., 2013
<b>Serbia</b>	11,51	Skrbic y col, 2013
<b>India</b>	50,6	Saha y col, 2013
<b>Suecia</b>	10,6	Sand y col., 2012
<b>UE</b>	20,4	EFSA, 2012
<b>Francia</b>	11,2	Amich y col., 2012
<b>Bangladés</b>	34,55	Al-Rmalli y col, 2012
<b>China</b>	9,6	Huang y col., 2012
<b>Cataluña</b>	49,5	Domingo y col., 2012
<b>Suecia</b>	49	Sand y Becker, 2012

## 6 Mercurio

El mercurio se puede encontrar en varias formas químicas, principalmente como mercurio elemental, sales inorgánicas (cloruro y sulfuro fundamentalmente) y mercurio orgánico (dimetilmercurio), cada una con su particularidad toxicocinética y determinados efectos sobre la salud. El mercurio se ha utilizado en procesos industriales (Randall y Chattopadhyay, 2013), siendo conocido su uso en la fabricación de termómetros y otros aparatos de medida. En julio del 2007 se estableció la prohibición de fabricar y comercializar termómetros de mercurio en España (Reglamento 1406/1989). También se utilizó bastante en la preparación de amalgamas dentales, aunque actualmente se utilizan materiales de obturación alternativos.

El mercurio accede al ambiente como contaminante industrial por su uso en la extracción en minas de oro, entre otros metales, a través de la combustión del carbón y también de manera natural en las erupciones volcánicas. Alrededor de una tercera parte del mercurio liberado al medio ambiente tiene origen natural, mientras que el resto se libera principalmente durante los procesos de obtención de energía eléctrica a partir del carbón y a consecuencia de la utilización generalizada de combustibles fósiles.

Todo el mercurio procedente de estas emisiones se encuentra en forma inorgánica, y finalmente se deposita en suelos y aguas. En el medio acuático se transforma en metilmercurio (MeHg), la forma orgánica, fruto de la metilación del mercurio en algas y bacterias; el metilmercurio presenta una toxicidad mayor y es la forma más fácilmente absorbible por los organismos vivos.

Los organismos y el plancton pueden ingerir metilmercurio, por lo cual constituyen una de las vías de entrada en la cadena trófica (Hong y col., 2012). Es altamente liposoluble y presenta una gran capacidad de fijación en las proteínas y, además, muestra un grado elevado de bioacumulación, de manera que se produce lo que se conoce con el nombre de biomagnificación a través de la red trófica. Es por eso que las concentraciones más altas se encuentran en especies situadas en la parte superior de la cadena trófica: los grandes predadores como el tiburón, el pez espada y el atún (ACSA, 2008; Perelló y col., 2008). Por otra parte, el mercurio se puede encontrar disuelto o bien absorbido en las partículas en el agua, de manera que los organismos filtradores, particularmente los bivalvos lo encuentran como alimento en suspensión. En consecuencia, estos también lo pueden acumular en cantidades significativas.

Otros alimentos pueden contener mercurio, pero en la mayoría es en forma de mercurio inorgánico. El mercurio inorgánico presente en los alimentos es considerablemente menos tóxico que el metilmercurio.

La exposición al mercurio se produce fundamentalmente a través del agua de bebida y de la dieta, principalmente por ingesta de pescado, marisco y moluscos, en los cuales se estima que el 90% se encuentra en forma de metilmercurio. La exposición a este compuesto a través del pescado a priori no supone un riesgo para la salud, ya que los niveles son inferiores a los considerados seguros para la población general. Aun así, hay que tener presente que ciertos grupos de población tienen que tomar medidas de prevención, especialmente los niños, las mujeres embarazadas y los lactantes.

Las vías respiratoria y dérmica están asociadas a situaciones concretas de exposición por causas laborales y se deben a la exposición a mercurio inorgánico, principalmente. El polvo y los vapores de mercurio se absorben casi completamente por vía pulmonar. Las sales de mercurio producen lesiones en la piel y en las mucosas, pero presentan absorción intestinal baja. La toxicidad del mercurio depende, en gran parte, de la forma química que adopte; el mercurio elemental es poco tóxico por ingestión, ya que se absorbe muy poco y se elimina rápidamente y, en cambio, es muy tóxico por inhalación (Driscoll y col., 2013).

Las formas orgánicas del mercurio, y principalmente el metilmercurio, son más tóxicas. A diferencia de las otras formas químicas, se absorben con mucha facilidad por vía digestiva y se eliminan con dificultad. El metilmercurio, que se acumula en el cerebro, los riñones y el hígado, tiene un claro potencial mutagénico y teratogénico (sustancia probadamente nociva para el feto).

En intoxicaciones agudas puede causar temblores, convulsiones, incapacidad para caminar e incluso la muerte. En exposiciones crónicas, las principales manifestaciones se dan en los sistemas neurológico y renal. También puede provocar problemas de conducta, alteraciones del lenguaje, pérdidas de memoria y hasta retrasos en el desarrollo general. El caso de Minamata, uno de los mayores desastres ambientales de la historia, es una muestra de ello. Las personas adultas expuestas a la intoxicación por metilmercurio desarrollaron visión borrosa, trastornos olfatorios y gustativos, marcha atáxica, parestesia en las manos, disartria y síntomas sensoriales y psiquiátricos, entre otras manifestaciones. Asimismo, los niños nacidos de madres expuestas presentaban grandes manifestaciones neurológicas (Maruyama y col., 2012; Yorifuji y col., 2011).

Los daños nefrotóxicos se asocian más a intoxicaciones por mercurio inorgánico, que también puede ser un corrosivo gastrointestinal, cutáneo y ocular. Con respecto al potencial cancerígeno, la EPA cataloga el mercurio inorgánico en el grupo C (posibles cancerígenos humanos, con evidencia limitada de estudios en animales y sin información sobre los seres humanos por todas las vías de exposición); el metilmercurio también se clasifica en el grupo C. El IARC ha clasificado el metilmercurio como "posiblemente cancerígeno para el ser humano" (Grupo 2B).

La EFSA da como ingesta semanal tolerable (IST) de mercurio inorgánico 4 µg/kg de peso corporal, mientras que para el metilmercurio se establece una IST de 1,3 µg/kg de peso corporal.

Los límites máximos permitidos en alimentos se recogen en el Reglamento 1881/2006 de la Comisión.

## 6.1. Resultados

Las concentraciones de Hg total y de MeHg en los diferentes alimentos analizados se presentan en el anexo 1. Los valores más altos de Hg total se han observado en el emperador y el atún (0,856 y 0,430 µg/g de peso fresco, respectivamente), también las dos especies con concentraciones más elevadas de metilmercurio (0,781 y 0,348 µg/g de peso fresco, respectivamente). En el resto de grupos de alimentos considerados, la concentración de Hg y MeHg no ha llegado al límite de detección.

## 6.2. Contribución de los alimentos a la ingesta

La ingesta diaria de mercurio para un hombre adulto se estima en 6,38 µg/día, y es el grupo de alimentos de pescado y marisco el que más contribuye (5,61 µg/día). Con respecto al MeHg, sólo se ha considerado el grupo de pescado y marisco, de manera que la ingesta total se estima en 4,49 µg/día (tabla 21).

Tabla 21 . Ingesta diaria de Hg y MeHg para un hombre adulto (18-74 años) en los alimentos estudiados (en µg/día)

Alimentos	Consumo (g/día)	Hg (µg/día)	MeHg (µg/día)
<b>Total carne y derivados</b>	83,41	0,13	-
<b>Total pescadoy marisco</b>	34,47	5,61	4,49
<b>Total verduras y hortalizas</b>	95,93	0,10	-
<b>Total tubérculos</b>	41,28	0,04	-
<b>Total fruta</b>	114,54	0,11	-
<b>Total huevos</b>	17,18	0,02	-
<b>Total leche y análogos</b>	156,1	0,16	-
<b>Total derivados lácticos</b>	46,76	0,05	-
<b>Total pan y cereales</b>	99	0,10	-
<b>Total legumbres</b>	6,04	0,01	-
<b>Total aceites</b>	17,51	0,02	-
<b>Total bollería</b>	18,51	0,02	-
<b>Total salsas</b>	5,73	0,01	-
<b>Total chocolate</b>	0,92	0,00	-
<b>Total</b>	737,38	6,38	4,49

### 6.3. Ingesta diaria estimada para diferentes grupos de población

La tabla 22 muestra la ingesta diaria estimada de mercurio y metilmercurio para los diferentes grupos de población.

El grupo de población que presenta una ingesta más elevada de mercurio y de metilmercurio es el de la población adolescente de 10 a 17 años (7,95 y 6,95  $\mu\text{g}/\text{día}$ , respectivamente). En todos los grupos de población estudiados, la ingesta de mercurio es muy parecida excepto en la población de 6 a 11 meses, que es de 2,10  $\mu\text{g}/\text{día}$ .

Tabla 22. Ingesta diaria estimada de mercurio y metilmercurio en los diferentes grupos de población

Grupo de población	Ingesta Hg ( $\mu\text{g}/\text{día}$ )	Ingesta MeHg ( $\mu\text{g}/\text{día}$ )	Ingesta semanal MeHg ( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{semana}$ )
<b>6-11 meses</b>	2,11	1,24	1,03
<b>12-36 meses</b>	5,36	3,92	2,23
<b>3-9 años</b>	5,92	4,26	1,24
<b>10-17 años</b>	7,95	5,70	0,78
<b>18-39 años</b>	6,31	3,97	0,39
<b>40-64 años</b>	6,57	4,40	0,40
<b>65-74 años</b>	6,22	5,02	0,50
<b>Embarazadas</b>	6,06	3,54	0,38

### 6.4. Evaluación del riesgo

#### 6.4.1. Comparación con los niveles de seguridad establecidos

Las exposiciones dietéticas al Hg total para todos los grupos de población son 10 veces inferiores o más al valor de seguridad establecido para el Hg inorgánico (4  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de peso corporal) y, por lo tanto, se considera que no hay ningún riesgo para la salud.

En el caso del MeHg, la EFSA estableció el valor de ingesta semanal tolerable en 1,3  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{semana}$ . La figura 5 muestra la ingesta estimada de MeHg en los diferentes grupos de población.

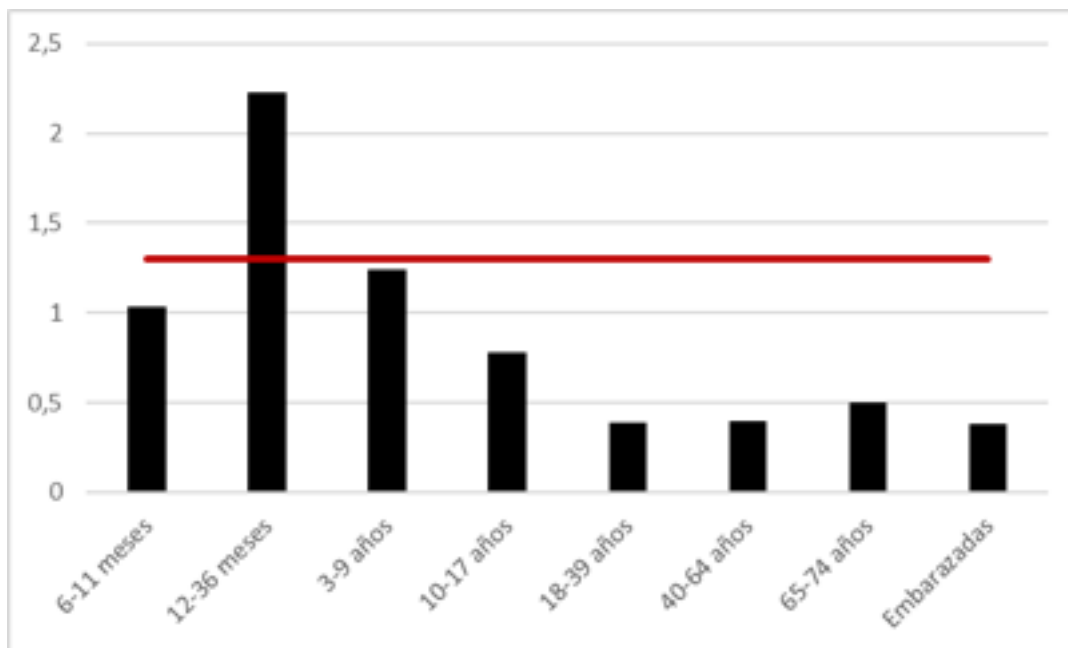


Figura 5. Ingesta semanal estimada de metilmercurio según el grupo de población y el peso corporal ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  peso corporal/semana).

Sólo el grupo de 12-36 meses ha superado el valor máximo recomendable de MeHg establecido por la EFSA ( $1,3 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{semana}$ ), aunque todos los grupos infantiles presentan niveles relativamente elevados cuando se hace el cálculo de la ingesta a partir del peso corporal. En todos estos grupos infantiles, la merluza supone el tipo de pescado con una aportación más elevada a la ingesta y es, por término medio, un 45%, 56% y 41% del total de la ingesta de MeHg en los grupos de 6-11 meses, 12-36 meses y 3-9 años, respectivamente. Se tendría que seguir con la evaluación de la exposición a este metal pesado en las poblaciones infantiles para ver si disminuye durante los próximos años.

#### 6.4.2. Evaluación probabilística de la exposición

La tabla 23 presenta los resultados de la evaluación probabilística de la exposición al mercurio total a través de la dieta.

Tabla 23. Percentiles de ingesta relativa de mercurio total ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  peso corporal/semana) para la población general según los diferentes grados de incertidumbre

Percentiles	Exposición	Grado de incertidumbre			
		0,025	0,250	0,750	0,975
p50	0,385	0,343	0,371	0,399	0,441
p90	1,33	1,05	1,26	1,47	1,61
p95	2,03	1,54	1,75	2,17	3,50
p99	10,71	3,71	4,97	8,96	55

La tabla 24 presenta los resultados de la evaluación probabilística de la exposición al metilmercurio a través de la dieta.

Tabla 24. Percentiles de ingesta relativa de metilmercurio ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  peso corporal/día) para la población general según los diferentes grados de incertidumbre

Percentiles	Exposición	Grado de incertidumbre			
		0,025	0,250	0,750	0,975
p50	0,263	0,235	0,257	0,274	0,280
p90	0,784	0,672	0,784	0,840	0,896
p95	1,064	0,896	0,952	1,12	1,62
p99	2,016	1,73	1,90	2,01	2,40

Aunque los valores promedios de la población general están muy por debajo del valor de seguridad, los estudios probabilísticos indican que la ingesta de Hg y MeHg de un 1% de la población, seguramente los grandes consumidores de grandes peces predadores, podrían superar los valores de seguridad respectivos. En el caso del MeHg también indica que el porcentaje de población con una ingesta que supera el valor de seguridad podría llegar, en el peor de los casos, al 5%.

## 6.5. Evolución temporal

### 6.5.1. Concentración

En la tabla 25 se pueden ver las concentraciones de Hg total en los diferentes estudios que se han hecho; en ella se observa que, igual que en el estudio de 2012, las concentraciones en todos los grupos de alimentos se encuentran por debajo del límite de detección. El único grupo donde se detecta mercurio es el de pescado y marisco, que ha disminuido su concentración respecto del año 2012 y vuelve al nivel de 2008. Este descenso no marca una tendencia, ya que el global de la serie muestra una alternancia de valores.

Tabla 25. Variación temporal en las concentraciones de Hg total en los grupos de alimentos (en  $\mu\text{g}/\text{g}$  de peso fresco)

Grupo alimentos	2000	2005	2008	2012	2017
Carne y derivados	0,012	0,005	0,013	<0,002	<0,002
Pescado y marisco	0,097	0,247	0,145	0,225	0,152
Verduras y hortalizas	0,001	0,004	0,007	<0,002	<0,002
Tubérculos	0,003	0,004	0,010	<0,002	<0,002
Fruta	0,001	0,008	0,006	<0,002	<0,002
Huevos	0,008	0,009	0,004	<0,002	<0,002
Leche y análogos	0,003	0,004	0,004	<0,002	<0,002



<b>Derivados lácticos</b>	0,012	0,004	0,004	<0,002	<0,002
<b>Pan y cereales</b>	0,030	0,004	0,008	<0,002	<0,002
<b>Legumbres</b>	0,001	0,022	0,008	<0,002	<0,002
<b>Aceites y grasas</b>	0,030	0,004	0,006	<0,002	<0,002
<b>Bollería</b>	-	0,004	0,005	<0,002	<0,002
<b>Salsas</b>	-	-	-	-	<0,002
<b>Alimentos infantiles</b>	-	-	-	-	0,002
<b>Chocolate</b>	-	-	-	-	<0,002

### 6.5.2. Ingesta

El principal y casi único responsable de aportar Hg y MeHg a la ingesta es el pescado y el marisco. La ingesta total de mercurio estimada para un individuo estándar en Cataluña es de 6,38 µg/día (tabla 26). Este valor es aproximadamente la mitad del valor de 2012 y es mucho más bajo que el de la ingesta de mercurio estimada en estudios anteriores. Con respecto al MeHg se observan fluctuaciones en los diferentes años, pero hay que tener en cuenta que sólo se tienen datos experimentales de especiación desde 2012, por lo cual consideramos que todavía no se pueden evaluar las tendencias temporales de MeHg.

Tabla 26. Variaciones en la ingesta diaria de mercurio total y metilmercurio

Grupos alimentos	Consumo de alimento g/día			Ingesta de Hg total µg/día					Ingesta MeHg µg/día				
	2000	ENCAT 2003	ENALIA 2016	2000	2005	2008	2012	2017	2000	2005	2008	2012	2017
<b>Carne y derivados</b>	185	171,9	83,41	2,28	0,95	2,40	0,17	0,13	-	-	-	-	-
<b>Pescado y marisco</b>	92	67,5	34,47	8,92	12,61	5,39	10,20	5,61	8,03	11,35	4,85	7,33	4,49
<b>Verduras y hortalizas</b>	226	159,7	95,93	0,11	0,61	1,60	0,16	0,10	-	-	-	-	-
<b>Tubérculos</b>	74	73,1	41,28	0,22	0,29	0,74	0,07	0,04	-	-	-	-	-
<b>Frutas</b>	239	193,6	114,54	0,12	1,25	1,37	0,19	0,11	-	-	-	-	-
<b>Huevos</b>	34	31,3	17,18	0,22	0,28	0,14	0,03	0,02	-	-	-	-	-
<b>Leche y análogos</b>	217	157,5	156,1	0,65	0,51	0,70	0,16	0,16	-	-	-	-	-
<b>Derivados lácticos</b>	106	101,3	46,76	1,27	0,30	0,47	0,10	0,05	-	-	-	-	-
<b>Pan y cereales</b>	206	225,3	99	6,18	0,90	1,99	0,23	0,10	-	-	-	-	-
<b>Legumbres</b>	24	30,4	6,04	0,01	0,58	0,28	0,03	0,01	-	-	-	-	-
<b>Aceites y grasas</b>	41	27,2	17,51	1,23	0,11	0,12	0,03	0,02	-	-	-	-	-
<b>Bollería</b>	-	45,5	18,51	-	0,18	0,23	0,05	0,02	-	-	-	-	-
<b>Salsas</b>	-	-	5,73	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-
<b>Alimentos infantiles</b>	-	-	n.d.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Chocolate</b>	-	-	0,92	-	-	-	-	0,00	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>1444</b>	<b>1284,3</b>	<b>737,38</b>	<b>21,21</b>	<b>18,57</b>	<b>15,43</b>	<b>11,42</b>	<b>6,38</b>	<b>8,03</b>	<b>11,35</b>	<b>4,85</b>	<b>7,33</b>	<b>4,49</b>

## 6.6. Otros estudios

En la tabla 27 se presentan los datos de estudios similares realizados en varios lugares de todo el mundo. Aunque la comparativa puede resultar difícil, por razones metodológicas y de diseño, se puede concluir que los valores de ingesta dietética de Hg total y MeHg en la parte alta del rango, muy por encima de las ingestas de otros países.

Tabla 27. Ingesta diaria de Hg total. Comparación con otros estudios de ingesta

País	Hg total $\mu\text{g}/\text{día}$	MeHg $\mu\text{g}/\text{día}$	Autores
<b>Cataluña</b>	6,38	5,20	Este estudio
<b>Chile</b>	5,7	-	Muñoz y col., 2017
<b>España</b>	11,64	-	Puerto-Parejo y col., 2017
<b>Corea</b>	4,74	3,72	Kim y col., 2016
<b>Polonia</b>	4,47	-	Koch y col., 2016
<b>China</b>	13,1 - 71,3	3,23 - 23,3	Cheng y col., 2013
<b>Cataluña</b>	40,4	-	Domingo y col., 2012
<b>Noruega</b>	3,7 - 5,7	-	Jenssen y col., 2012
<b>Corea</b>	2,2 - 3,1	-	Koh y col., 2012

# 7 Plomo

El plomo es un elemento con una extensa distribución en el medio ambiente. Se encuentra principalmente en la corteza terrestre como galena (sulfuro de plomo), cerusita (carbonato de plomo) o anglesita (sulfato de plomo). El plomo se ha utilizado principalmente en la industria, ya sea en su forma metálica o formando aleaciones. Hasta principios del siglo XXI, el plomo se utilizó bastante como aditivo en gasolinas; también se utiliza en la fabricación de baterías, plaguicidas, barnices para cerámicas, colorantes, pinturas o pigmentos, así como en soldaduras y aleaciones, y en la fabricación de munición (Wynant y col., 2013).

El plomo metálico, cuyos vapores pueden llegar por vía respiratoria, es el principal responsable de la contaminación ambiental. Las formas inorgánicas, como el arsenito o el cromado, son solubles y de escasa toxicidad, mientras que las orgánicas, muy tóxicas y muy utilizadas en la industria, son las causantes de las intoxicaciones profesionales.

En general, la digestiva es la principal vía de entrada de plomo en el organismo (ACSA, 2008). La tasa de absorción digestiva es del 10%, y puede llegar hasta el 50% en los niños.

Cuando este metal entra en el organismo se distribuye por la sangre y otros tejidos, incluso los huesos, los dientes y los órganos como el hígado, los pulmones, el cerebro y los riñones. La vía de excreción es la urinaria y, en menor proporción, la fecal. Se comporta como un tóxico multisistémico que básicamente inhibe los sistemas enzimáticos celulares y provoca efectos de amplia magnitud sobre diferentes tejidos y órganos. Atraviesa la placenta y puede provocar abortos o anomalías fetales (Soleo y col., 2012).

La intoxicación crónica por plomo se conoce también con el nombre de saturnismo. Las alteraciones hematológicas son principalmente la anemia saturnina, el punteado basófilo y la alteración de proteínas. Las manifestaciones digestivas son diversas, y destaca el cólico saturnino sin diarrea y los vómitos. También puede provocar alteraciones del sistema nervioso central y periférico, así como alteraciones nefríticas y endocrinas.

EL IARC clasifica el plomo inorgánico como probable cancerígeno para los humanos (2A). Por otra parte, la EPA clasifica el plomo inorgánico en el grupo B2 (cancerígenos humanos probables, con evidencia suficiente de estudios hechos en animales y evidencia inadecuada o inexistente a partir de estudios epidemiológicos).

El JECFA ha establecido la ingesta semanal tolerable provisional (ISTP) para el plomo en 25 µg/kg de peso corporal. La EFSA (2010) concluyó que la ISTP actual de 25 µg/ kg de peso corporal ya no es apropiada ya que no hay evidencia de un umbral crítico para los efectos inducidos por el plomo. Actualmente, para la evaluación de riesgo, la EFSA propone analizarlo mediante el BMDL01 de diferentes efectos derivados de los niveles de plomo a la sangre:

Efectos	BDML <sub>01</sub> ( $\mu\text{g/L}$ )	Ingesta asociada ( $\mu\text{g/kg p. c./día}$ )
<b>Neurotoxicidad</b>	12	0,50
<b>Sobre la presión arterial sistólica</b>	36	1,50
<b>Sobre la prevalencia de enfermedad renal crónica</b>	15	0,63

Los límites máximos permitidos de presencia de determinados contaminantes en los alimentos se recogen en el Reglamento 1831/2003 de la Comisión Europea.

## 7.1. Resultados

Las concentraciones de plomo en los alimentos analizados individualmente se presentan en el anexo 1. El valores más elevados de plomo se han observado en el mejillón y el cacao soluble (0,171 y 0,045  $\mu\text{g/g}$  de peso fresco, respectivamente); en el resto de alimentos, se observan niveles bastante más bajos.

## 7.2. Contribución de los alimentos a la ingesta

La ingesta diaria de plomo para un hombre adulto se ha estimado en 2,62  $\mu\text{g/día}$  (tabla 28), y es el grupo de pan y cereales el que más contribuye (1,12  $\mu\text{g/día}$ ). Dentro del grupo de pan y cereales, el pan blanco es el principal responsable de la ingesta de plomo (0,70  $\mu\text{g/día}$ ), seguido de la pasta alimenticia (0,27  $\mu\text{g/día}$ ).

Tabla 28. Ingesta diaria de plomo para un hombre adulto (18-74 años) según los alimentos estudiados (en  $\mu\text{g/día}$ )

Alimentos	Consumo (g/día)	Pb ( $\mu\text{g/día}$ )
<b>Total carne y derivados</b>	83,41	0,32
<b>Total pescado y marisco</b>	34,47	0,21
<b>Total verduras y hortalizas</b>	95,93	0,21
<b>Total tubérculos</b>	41,28	0,09
<b>Total fruta</b>	114,54	0,12
<b>Total huevos</b>	17,18	0,02
<b>Total leche y análogos</b>	156,1	0,15
<b>Total derivados lácticos</b>	46,76	0,10
<b>Total pan y cereales</b>	99	1,12
<b>Total legumbres</b>	6,04	0,06
<b>Total aceites</b>	17,51	0,02
<b>Total bollería</b>	18,51	0,11
<b>Total salsas</b>	5,73	0,05
<b>Total chocolate</b>	0,92	0,04
<b>Total</b>	737,38	2,62

### 7.3. Ingesta diaria estimada para diferentes grupos de población

La tabla 29 muestra la ingesta diaria estimada de plomo para los diferentes grupos de población.

Tabla 29. Ingesta diaria estimada de plomo para los diferentes grupos de población

Grupo de población	Ingesta Pb (µg/día)	Ingesta semanal Pb (µg/kg/día)	Ingesta Pb (µg/kg/día)
<b>6-11 meses</b>	1,24	1,03	0,15
<b>12-36 meses</b>	2,14	1,22	0,17
<b>3-9 años</b>	3,36	0,98	0,14
<b>10-17 años</b>	4,12	0,57	0,08
<b>18-39 años</b>	2,60	0,25	0,03
<b>40-64 años</b>	2,61	0,24	0,03
<b>65-74 años</b>	2,38	0,24	0,03
<b>Embarazadas</b>	2,46	0,26	0,04

El grupo de población que presenta una ingesta más elevada de plomo es el de la población adolescente de 10 a 17 años (4,12 µg/día), serie de la población infantil de 3 a 9 años (3,36 µg/día). Según el peso corporal, la ingesta más elevada correspondería a la población infantil de 12 a 36 meses (0,17 µg/kg/día).

### 7.4. Evaluación del riesgo

#### 7.4.1. Comparación con los nivel de seguridad establecidos

En la figura 7 se presenta la ingesta diaria estimada de plomo por consumo de alimentos en los diferentes grupos de población, expresada en función del peso corporal. Como se ha mencionado, actualmente la EFSA establece el método del BMDL01 para determinar si la ingesta diaria de Pb puede suponer un riesgo, siendo 0,50 µg/kg/día, correspondiendo a los efectos neurotóxicos, el valor más restrictivo. En cualquier caso, ninguno de los grupos de población expuestos superó este valor aunque los márgenes de exposición pueden no ser suficientes para descartar completamente afectaciones a la salud.

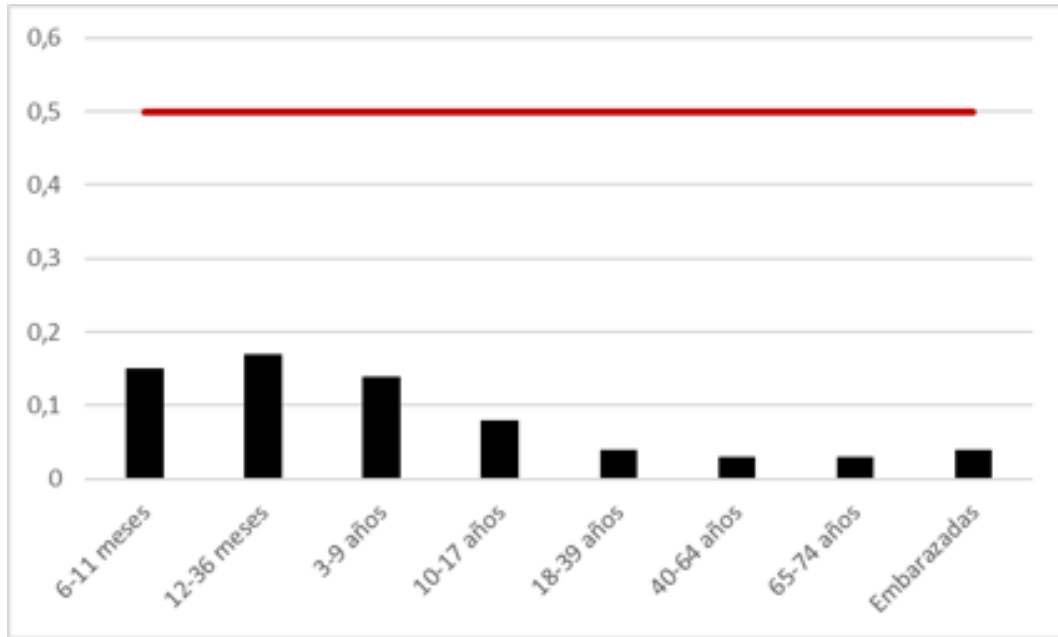


Figura 6. Ingesta diaria estimada de plomo según el grupo de población y el peso corporal ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  peso corporal/día).

#### 7.4.2. Evaluación probabilística de la exposición

La tabla 30 presenta los resultados de la evaluación probabilística de la exposición de la población en general al plomo a través de la dieta; en ninguna situación se supera el valor de seguridad.

Tabla 30. Percentiles de ingesta relativa de plomo ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  peso corporal/día) para la población general según los diferentes grados de incertidumbre

Percentiles	Exposición	Grado de incertidumbre			
		0,025	0,250	0,750	0,975
p50	0,034	0,032	0,034	0,035	0,036
p90	0,055	0,052	0,054	0,056	0,059
p95	0,064	0,057	0,061	0,067	0,076
p99	0,104	0,081	0,088	0,102	0,189

## 7.5. Evolución temporal

### 7.5.1. Concentración

En la tabla 31 se observa la variación de las concentraciones de plomo a lo largo del tiempo en los diferentes grupos de alimentos. Se pueden observar ligeras disminuciones en las concentraciones de plomo en todos los grupos de alimentos menos en el grupo de pan y cereales y el grupo de legumbres, con valores similares a los de 2012.

Tabla 31. Variación temporal en las concentraciones de plomo en los grupos de alimentos (en  $\mu\text{g/g}$  de peso fresco)

Grupo alimentos	2000	2005	2012	2017
<b>Carne y derivados</b>	0,024	0,024	0,011	0,005
<b>Pescado y marisco</b>	0,051	0,042	0,028	0,019
<b>Verduras y hortalizas</b>	0,016	0,013	0,006	0,002
<b>Tubérculos</b>	0,026	0,013	0,014	0,002
<b>Fruta</b>	0,013	0,013	0,005	<0,002
<b>Huevos</b>	0,015	0,013	0,003	<0,002
<b>Leche y análogos</b>	0,006	0,024	<0,002	<0,002
<b>Derivados lácticos</b>	0,023	0,013	0,012	0,004
<b>Pan y cereales</b>	0,024	0,013	0,010	0,011
<b>Legumbres</b>	0,008	0,028	0,011	0,011
<b>Aceites y grasas</b>	0,030	0,083	0,005	<0,002
<b>Bollería</b>	-	0,013	0,012	0,008
<b>Salsas</b>	-	-	-	0,009
<b>Alimentos infantiles</b>	-	-	-	0,004
<b>Chocolate</b>	-	-	-	0,045

### 7.5.2. Ingesta

En la tabla 32 se puede observar la variación temporal en la ingesta diaria de Pb en Cataluña. Se ve una disminución significativa desde el estudio del año 2000, ya que ha pasado de 27,52  $\mu\text{g/día}$  el año 2000 en 2,62  $\mu\text{g/día}$  el año 2017. Ha habido una reducción significativa de la ingesta de plomo en todos los grupos de alimentos, especialmente en el grupo de pan y cereales, que supone la mayor aportación a la exposición a este metal pesado.

Tabla 32. Variaciones en la ingesta diaria de plomo

Grupos alimentos	Consumo de alimento g/día			Ingesta de Pb total µg/día			
	2000	ENCAT 2003	ENALIA 2016	2000	2005	2012	2017
Carne y derivados	185	171,9	83,41	4,50	3,43	1,35	0,32
Pescado y marisco	92	67,5	34,47	4,71	2,55	0,81	0,21
Verduras y hortalizas	226	159,7	95,93	3,68	2,08	0,95	0,21
Tubérculos	74	73,1	41,28	1,92	0,95	1,03	0,09
Frutas	239	193,6	114,54	3,01	2,52	0,62	0,12
Huevos	34	31,3	17,18	0,51	0,41	0,09	0,02
Leche y análogos	217	157,5	156,1	1,30	2,56	0,16	0,15
Derivados lácticos	106	101,3	46,76	2,39	0,98	0,47	0,10
Pan y cereales	206	225,3	99	4,99	2,92	2,26	1,12
Legumbres	24	30,4	6,04	0,18	0,78	0,34	0,06
Aceites y grasas	41	27,2	17,51	0,33	0,87	0,07	0,02
Bollería	-	45,5	18,51	-	0,59	0,61	0,11
Salsas	-	-	5,73	-	-	-	0,05
Alimentos infantiles	-	-	n.d.	-	-	-	-
Chocolate	-	-	0,92	-	-	-	0,04
<b>TOTAL</b>	<b>1444</b>	<b>1284,3</b>	<b>737,38</b>	<b>27,52</b>	<b>20,64</b>	<b>8,76</b>	<b>2,62</b>

## 7.6. Otros estudios

En la tabla 33 se presentan los datos de estudios similares hechos en varios lugares del mundo. Aunque la comparación puede resultar difícil, por razones metodológicas y de diseño, se puede concluir que los valores de ingesta dietética de Pb se encuentran por debajo de la media de otros países.

Tabla 33. Ingesta diaria de Pb. Comparación con otros estudios de ingesta

País	Pb (µg/día)	Autores
Cataluña	2,62	Este estudio
España	46,24	Puerto-Parejo y col., 2017
China	0,41*	Luo y col., 2016
Hong Kong	0,21*	Chen y col., 2014
China	1,601*	Yingliang y col., 2013
Alemania	0,53*	Shneider y col., 2014
Serbia	72,3	Skrbic y col., 2013
India	295	Saha y col., 2013
China	37,8	Huang y col., 2012
Cataluña	19,8	Domingo y col., 2012

\* µg/hg/día



# 8 Dibenzodioxinas y dibenzofuranos policlorados (PCDD/F)

## 8.1. Resultados

En las tablas A3.1-A3.11 del anexo 3, se presenta la concentración (pg/g) de los 17 congéneres analizados de PCDD/F, en los diferentes tipos de alimentos estudiados, y su equivalente en pg OMS-TEQ/g. En la tabla 5 se agrupan los equivalentes en pg OMS TEG/g de manera conjunta para todos los tipos de alimentos analizados. La concentración más elevada de PCDD/F se observó en el mejillón (0,192 pg OMS TEQ/g), seguido del calamar y el salmón (0,171 y 0,131 pg OMS-TEQ/g). En cambio, el puerro presentó el nivel más bajo (0,002 pg OMS-TEQ/g). La media más elevada se encontró en el grupo de los aceites y grasas (0,096 pg OMS-TEQ/g) y la más baja, en la fruta (0,004 pg OMS-TEQ/g).

Tabla 34. Concentración de equivalentes toxicológicos (pg OMS-TEQ/g) asociados a PCDD/F

Concentración en equivalentes tóxicos (pg OMS-TEQ/g) asociada a su contenido en PCDD/Fs					
Carne ternera	<b>0,007</b>	Lechuga	<b>0,004</b>	Leche de avena	<b>0,008</b>
Carne cerdo	<b>0,005</b>	Tomate	<b>0,007</b>	Pan blanco	<b>0,007</b>
Pollo	<b>0,006</b>	Calabacín	<b>0,009</b>	Pan molde	<b>0,005</b>
Jamón cocido	<b>0,008</b>	Judía verde	<b>0,004</b>	Arroz	<b>0,004</b>
Frankfurt	<b>0,015</b>	Cebolla	<b>0,006</b>	Cereales de desayuno	<b>0,007</b>
Jamón curado	<b>0,011</b>	Porro	<b>0,002</b>	Pasta alimentaria	<b>0,007</b>
Embutido pavo	<b>0,005</b>	Zanahoria	<b>0,003</b>	Lentejas	<b>0,004</b>
Bacalao	<b>0,024</b>	Manzana	<b>0,003</b>	Garbanzos	<b>0,005</b>
Dorada	<b>0,082</b>	Naranja	<b>0,004</b>	Aceite de oliva	<b>0,112</b>
Atún	<b>0,032</b>	Pera	<b>0,003</b>	Aceite de girasol	<b>0,079</b>
Conserva atún	<b>0,011</b>	Plátano	<b>0,003</b>	Pan de leche	<b>0,01</b>
Boquerón	<b>0,111</b>	Mandarina	<b>0,008</b>	Galletas "Maria"	<b>0,01</b>
Emperador	<b>0,059</b>	Huevos de gallina	<b>0,069</b>	Madalenas	<b>0,009</b>
Salmón	<b>0,131</b>	Leche entera	<b>0,009</b>	Coca	<b>0,01</b>
Merluza	<b>0,031</b>	Leche semidesnatada	<b>0,005</b>	Galletas	<b>0,009</b>
Rape	<b>0,039</b>	Yogurt natural	<b>0,006</b>	Croissant	<b>0,016</b>
Lenguado	<b>0,052</b>	Yogurt sabores	<b>0,005</b>	Salsa de tomate	<b>0,005</b>
Sepia	<b>0,036</b>	Flan y natillas	<b>0,008</b>	Leche de continuación	<b>0,005</b>
Calamar	<b>0,171</b>	Queso fresco	<b>0,041</b>	Papilla de cereales	<b>0,005</b>
Lubina	<b>0,079</b>	Queso a lonchas	<b>0,042</b>	Potito de pollo	<b>0,003</b>
Mejillón	<b>0,192</b>	Queso semicurado	<b>0,034</b>	Potito de fruta	<b>0,007</b>
Panga	<b>0,011</b>	Leche de soja	<b>0,007</b>	Potito de ternera	<b>0,005</b>
				Potito de pescado	<b>0,006</b>

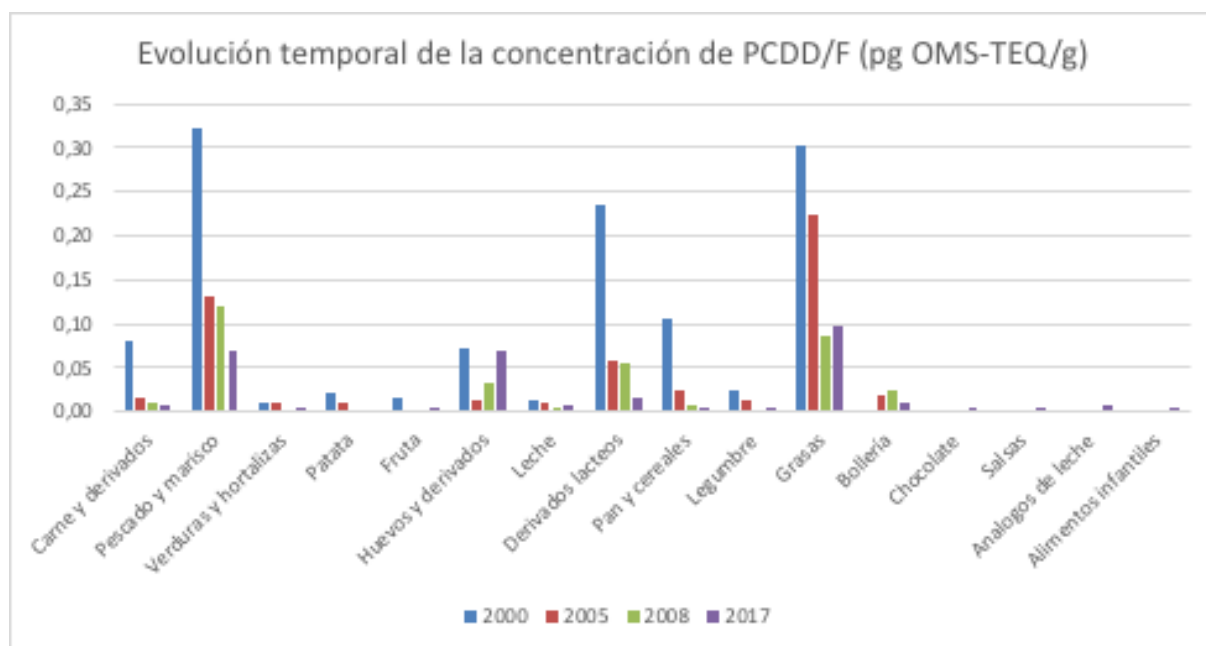


Figura 7. Evolución temporal de la concentración de PCDD/F por grupo de alimentos

La figura 7 muestra la tendencia a la baja de la concentración de los PCDD/F en la mayoría de grupos de alimentos, excepto en el grupo de los huevos y las grasas. Estos dos grupos, conjuntamente con el pescado y marisco también son los grupos de alimentos que presentan una concentración más elevada de PCDD/F, entre 0,05 y 0,1 pg OMS-TEQ/g, muy por encima del resto de grupos.

## 8.2. Contribución de los alimentos a la ingesta

La ingesta para la población adulta se ha estimado en 9,15 pg OMS-TEQ/día. La aportación más importante es la de las grasas, con 1,90 pg OMS-TEQ/día, seguida de la del pescado y marisco, con 1,88 pg OMS-TEQ/día y huevos y derivados con 1,19 pg OMS-TEQ/día. En la tabla 35 se recoge la aportación de cada grupo de alimentos a la ingesta de PCDD/F.

Tabla 35. Ingesta diaria de PCDD/F para la población adulta (de 18 a 74 años)

Grupos de alimentos	Consumo (g/d)	Ingesta (pg OMS-TEQ/día) <sup>1</sup>
<b>Carne y derivados</b>	83,4	0,58
<b>Pescado y marisco</b>	34,5	1,88
<b>Huevos</b>	17,2	1,19
<b>Leche</b>	141	0,98
<b>Derivados lácteos</b>	46,8	0,55
<b>Análogos de la leche</b>	15,5	0,11
<b>Verduras</b>	137	0,65

<b>Fruta</b>	115	0,41
<b>Cereales</b>	99	0,63
<b>Legumbres</b>	6,04	0,02
<b>Grasas</b>	17,5	1,90
<b>Bollería</b>	19,2	0,20
<b>Salsas</b>	5,73	0,03
<b>Chocolate</b>	0,92	0,005
<b>Total</b>	738	9,15

<sup>1</sup>La ingesta para cada grupo de alimentos se ha calculado a partir del consumo y la concentración de cada tipo de alimento que lo forma.

### 8.3. Ingesta diaria estimada por grupos de población

En la tabla 36 se muestra la ingesta diaria estimada de PCDD/F para cada grupo. La población de 10 a 17 años es la que presenta una ingesta más elevada de PCDD/F (11,8 pg OMS-TEQ/día), seguida de la población de 3 a 9 años (10,4 pg OMS-TEQ/día). En cambio, los lactantes de 6 a 11 meses son los que presentan una ingesta más baja (4,10 pg OMS-TEQ/día). Pero si se tiene en cuenta el peso corporal, el grupo más expuesto es el de 12-36 meses (4,66 pg OMS-TEQ/kg/semana).

Tabla 36. Ingesta de PCDD/F por los diferentes grupos de población

<b>Grupos de población</b>	<b>Ingesta diaria (pg OMS-TEQ/día)</b>	<b>Ingesta semanal (pg OMS-TEQ/kg/semana)</b>
<b>6-11 meses</b>	3,88	3,23
<b>12-36 meses</b>	8,18	4,66
<b>3-9 años</b>	10,4	3,03
<b>10-17 años</b>	11,8	1,62
<b>18-39 años</b>	8,95	0,87
<b>40-64 años</b>	9,34	0,85
<b>65-74 años</b>	9,08	0,90
<b>Embarazadas</b>	8,44	0,91

## 8.4. Evaluación de riesgo

En junio de 2018 el CONTAM Panel estableció una nueva ingesta semanal tolerable (TWI) de 2 pg OMS-TEQ/kg/semana (EFSA, 2018). Este valor supone una reducción importante con respecto al valor que se había establecido solamente tres años antes (EFSA, 2015) en 14 pg OMS-TEQ/kg/semana.

En la figura 8 se presentan los valores de ingesta semanal en función del peso corporal para los diferentes grupos de población. Los niños pequeños de 12 a 36 meses presentan el valor de exposición más elevado (4,66 pg OMS-TEQ/kg/semana) y los adultos de 18 a 64 años, el valor más bajo (0,85 pg OMS-TEQ/kg/semana). Cabe destacar que todos los grupos de población infantil superan el nuevo umbral establecido.

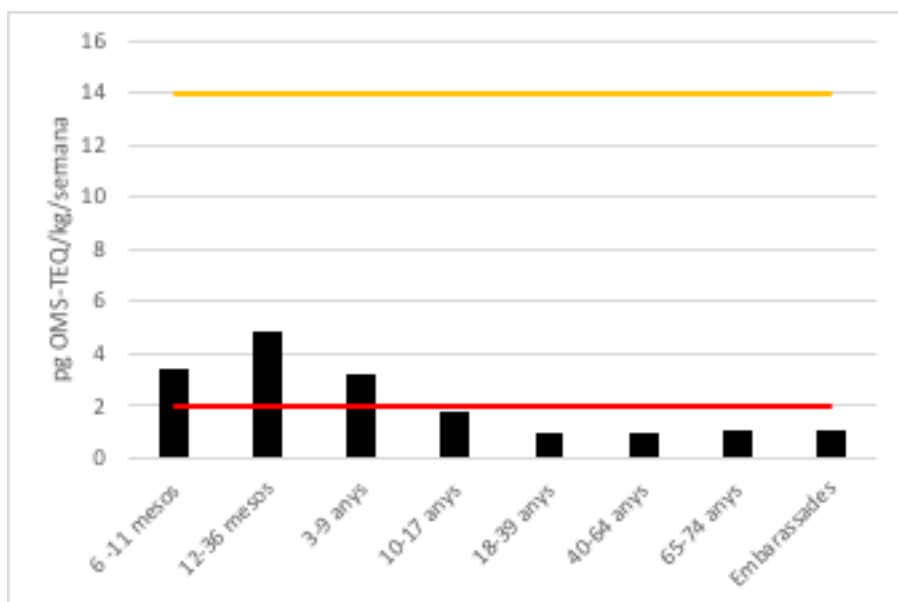


Figura 8. Ingesta diaria estimada de PCDD/F para la población de Cataluña según la edad, y comparación con respecto a la ingesta semanal tolerable establecida por la EFSA, en los años 2015 (en naranja) y 2018 (en rojo)

## 8.5. Evolución temporal

En la tabla 37 se puede ver la evolución temporal de la ingesta de PCDD/F para la población adulta de 18 a 74 años. Se puede observar que se ha reducido drásticamente la ingesta de PCDD/F desde el primer estudio realizado en el año 2000, de 95,4 a 9,15 pg OMS-TEQ/día. Aun así, a partir del último estudio, efectuado en 2008, se observa una estabilización en la ingesta de dioxinas y furanos aunque se mantiene la tendencia global a la baja. De hecho, la exposición a PCDD/F en los aceites y grasas ha aumentado (1,90 pg OMS-TEQ/día) igual que en verduras, tubérculos, leche y huevos, compensado por un descenso más marcado en el pescado y marisco (3,54 frente a 1,88 pg OMS-TEQ/día), la carne y derivados (1,27 frente a 0,58 pg OMS-TEQ/día), pan y cereales (1,41 frente a 0,63 pg OMS-TEQ/día) y los derivados lácteos (1,95 frente a 0,55 pg

OMS-TEQ/día). En el resto de los grupos no se aprecian cambios significativos, pero todos son también a la baja.

Tabla 37. Evolución temporal de la ingesta de PCDD/F en la población adulta de Cataluña

Grupos de alimentos	Consumo de alimento (g/d)			Ingesta de PCDD/F (pg OMS-TEQ/día)			
	2000	2005 y 2008	2017	2000	2005	2008	2017
<b>Carne y derivados</b>	185	172	83,4	12,1	2,65	1,27	0,58
<b>Pescado y marisco</b>	92	68	34,5	28,7	6,53	3,54	1,88
<b>Huevos</b>	34	31	17,2	2,37	0,43	1,09	1,19
<b>Leche</b>	217	128	141	2,1	1,47	0,70	0,98
<b>Derivados lácteos</b>	106	76	46,8	23,3	1,81	1,95	0,55
<b>Anàlegs de llet</b>	-	-	15,5	-	-	-	0,11
<b>Verduras y tubérculos</b>	300	233	137	2,57	2,05	0,48	0,65
<b>Fruta</b>	239	194	115	2,2	0,65	0,47	0,41
<b>Pan y cereales</b>	206	224	99	13,76	6,33	1,41	0,63
<b>Legumbres</b>	24	30	6,04	0,33	0,43	0,09	0,02
<b>Aceites y grasas</b>	41	27	17,5	7,93	2,5	1,34	1,90
<b>Bollería</b>	-	45	19,2	-	0,85	0,3	0,20
<b>Salsas</b>	-	-	5,73	-	-	-	0,03
<b>Alimentos infantiles</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>Chocolate</b>	-	-	0,92	-	-	-	0,005
<b>TOTAL</b>	<b>1422</b>	<b>1228</b>	<b>738</b>	<b>95,4</b>	<b>25,7</b>	<b>12,6</b>	<b>9,15</b>

## 8.6. Comparación con otros estudios

En la tabla 38 se resumen los resultados de ingesta observados en diferentes países. Se puede ver que la estimación de ingesta de este estudio es más baja, pero no se aleja demasiado de las estimaciones de ingesta observadas en países europeos.

Tabla 38. Ingesta diaria de PCDD/F en alimentos. Resumen de diferentes estudios recientes (2012-2018) efectuados en varios países

País	pg OMS-TEQ/kg/d	Autores
<b>Cataluña</b>	0,13	Este estudio
<b>UE</b>	0,2 - 2,3	EFSA, 2018
<b>Francia</b>	0,192	Sirof, et al., 2012
<b>Irlanda</b>	0,3	Thustos, et al., 2014
<b>Alemania</b>	0,71	Schwarz, et al., 2014
<b>Malasia</b>	0,983	Leong, et al., 2014
<b>Reino Unido</b>	0,52	Bramwell, et al., 2017
<b>China</b>	0,73	Shen, et al., 2017
<b>Italia</b>	0,28	Diletti, et al., 2018
<b>Valencia, España</b>	1,13	Quijano, et al., 2018

# 9 Bifenilos policloratos (PCB)

## 9.1. Resultados

En las tablas A4.1-A4.11 del anexo 4 se presenta la concentración (pg/g) de los 18 congéneres analizados de DL-PCB y NDL-PCB, en los diferentes tipos de alimentos estudiados. En la tabla 10 se agrupan los DL-PCB (pg OMS-TEQ/g) y los NDL-PCB (ng/g) de manera conjunta para cada uno de los tipos de alimentos analizados. El alimento individual con la concentración más elevada de DL-PCB es el boquerón (1,48 pg OMS-TEQ/g), seguido de la merluza (0,604 pg OMS-TEQ/g). Por lo que respecta a los NDL-PCB, el boquerón es el alimento con una concentración más alta (7,22 ng/g), seguido de la lubina (7,11 ng/g). En general, el grupo de pescado y marisco es el que presenta, con gran diferencia, una concentración media más elevada de DL-PCB (0,37 pg OMS-TEQ/g) y de NDL-PCB (3,39 ng/g).

Tabla 39. Concentración de equivalentes toxicológicos (pg OMS-TEQ/g) asociados a DL-PCB y concentración de NDL-PCB (ng/g)

Muestra	DL-PCBs (pg OMS - TEQ/g)	NDL - PCBs (ng/g)	Muestra	DL-PCBs (pg OMS - TEQ/g)	NDL - PCBs (ng/g)
Carne ternera	<b>0,008</b>	<b>0,069</b>	Lubina	<b>0,597</b>	<b>7,107</b>
Carne cerdo	<b>0,005</b>	<b>0,05</b>	Mejillón	<b>0,265</b>	<b>2,004</b>
Pollo	<b>0,001</b>	<b>0,047</b>	Panga	<b>0,014</b>	<b>0,047</b>
Jamón cocido	<b>0,001</b>	<b>0,049</b>	Lechuga	<b>0,00</b>	<b>0,02</b>
Frankfurt	<b>0,007</b>	<b>0,15</b>	Tomate	<b>0,00</b>	<b>0,02</b>
Jamón curado	<b>0,004</b>	<b>0,078</b>	Calabacín	<b>0,00</b>	<b>0,05</b>
Embutido pavo	<b>0,002</b>	<b>0,038</b>	Judía verde	<b>0,00</b>	<b>0,02</b>
Bacalo	<b>0,041</b>	<b>0,386</b>	Cebolla	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>
Dorada	<b>0,421</b>	<b>4,934</b>	Porro	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>
Atún	<b>0,387</b>	<b>5,111</b>	Zanahoria	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>
Conserva atún	<b>0,024</b>	<b>0,245</b>	Patata	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Anchoa	<b>1,483</b>	<b>7,216</b>	Manzana	<b>0,001</b>	<b>0,012</b>
Emperador	<b>0,424</b>	<b>2,922</b>	Naranja	<b>0,003</b>	<b>0,015</b>
Salmón	<b>0,498</b>	<b>5,191</b>	Pera	<b>0,002</b>	<b>0,012</b>
Merluza	<b>0,604</b>	<b>5,672</b>	Plátano	<b>0,001</b>	<b>0,013</b>
Rape	<b>0,18</b>	<b>2,208</b>	Mandarina	<b>0,002</b>	<b>0,023</b>
Lenguado	<b>0,116</b>	<b>2,66</b>	Huevos de gallina	<b>0,01</b>	<b>0,057</b>
Sepia	<b>0,031</b>	<b>1,39</b>	Leche entera	<b>0,007</b>	<b>0,033</b>
Calamar	<b>0,501</b>	<b>3,802</b>	Leche semidesnatada	<b>0,003</b>	<b>0,021</b>

Yogurt natural	<b>0,008</b>	<b>0,061</b>	Garbanzos	<b>0,001</b>	<b>0,025</b>
Yogurt sabores	<b>0,008</b>	<b>0,051</b>	Aceite de oliva	<b>0,015</b>	<b>0,065</b>
Flan y natillas	<b>0,004</b>	<b>0,039</b>	Aceite de girasol	<b>0,012</b>	<b>0,06</b>
Queso fresco	<b>0,028</b>	<b>0,154</b>	Cacao soluble	<b>0,004</b>	<b>0,046</b>
Queso a lonchas	<b>0,041</b>	<b>0,174</b>	Galletas "Maria"	<b>0,003</b>	<b>0,056</b>
Queso semicurado	<b>0,047</b>	<b>0,254</b>	Madalenas	<b>0,004</b>	<b>0,067</b>
Leche de soja	<b>0,001</b>	<b>0,004</b>	Coca	<b>0,003</b>	<b>0,072</b>
Leche de avena	<b>0,001</b>	<b>0,006</b>	Galletas	<b>0,006</b>	<b>0,072</b>
Pan blanco	<b>0,001</b>	<b>0,057</b>	Croissant	<b>0,007</b>	<b>0,009</b>
Pan molde	<b>0,002</b>	<b>0,054</b>	Salsa de tomate	<b>0,001</b>	<b>0,019</b>
Arroz	<b>0,002</b>	<b>0,011</b>	Leche de continuación	<b>0,001</b>	<b>0,027</b>
Cereales de desayuno	<b>0,001</b>	<b>0,033</b>	Papilla de cereales	<b>0,002</b>	<b>0,023</b>
Pan de leche	<b>0,004</b>	<b>0,064</b>	Potito de pollo	<b>0,001</b>	<b>0,015</b>
Pasta alimentaria	<b>0,002</b>	<b>0,011</b>	Potito de fruta	<b>0,001</b>	<b>0,01</b>
Lentejas	<b>0,003</b>	<b>0,031</b>	Potito de ternera	<b>0,002</b>	<b>0,017</b>
			Potito de pescado	<b>0,012</b>	<b>0,125</b>

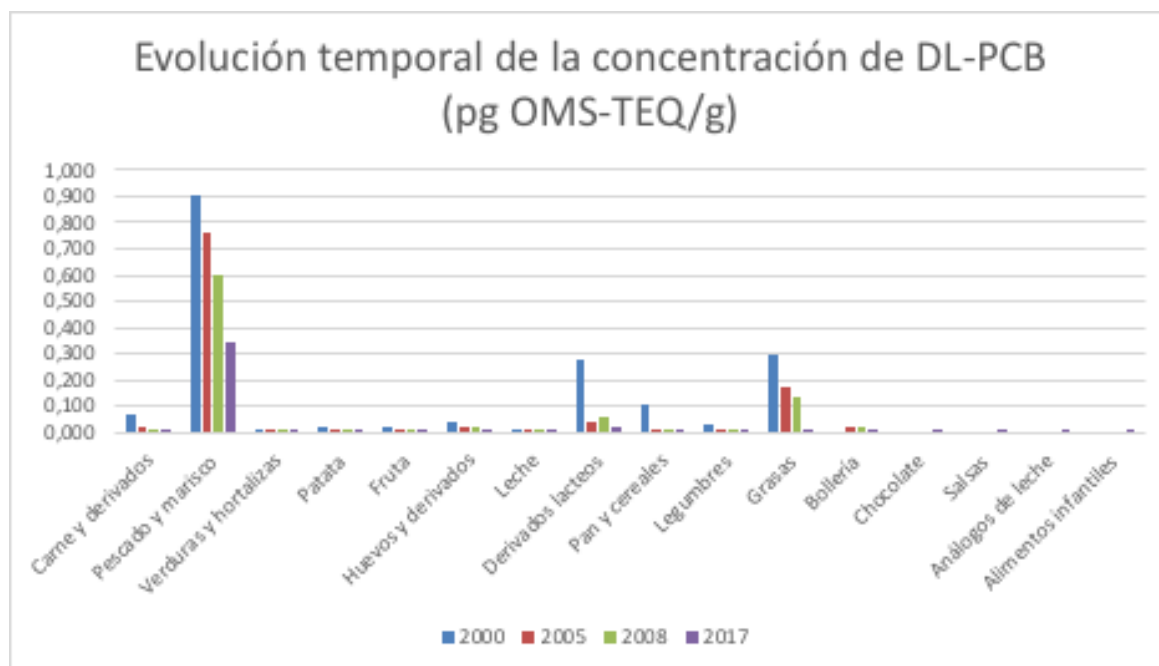


Figura 9. Evolución temporal de la concentración de DL-PCB por grupo de alimentos

La figura 9 muestra la tendencia a la baja de la concentración de los DL-PCB en todos los grupos de alimentos. En el estudio actual, el grupo de pescado y marisco presenta la concentración de DL-PCB más elevada con mucha diferencia, unas 20 veces más que el grupo siguiente (Derivados lácteos) y unas 100 veces más que el resto de los grupos.

## 9.2. Contribución de los alimentos a la ingesta

En la tabla 40 se muestra la contribución de cada grupo de alimentos a la ingesta de PCB. La ingesta de una persona adulta se ha estimado en 16,3 pg OMS-TEQ/día en el caso de los DL-PCB y de 153 ng/d en el caso de los NDL-PCB. El grupo de alimentos que contribuye más a la ingesta total de PCB es el pescado y marisco (147 ng/d).

Tabla 40. Contribución de cada grupo de alimentos a la ingesta de PCB

Grupos de alimentos	Consumo (g/d)	Ingesta DL-PCB (pg OMS-TEQ/día)	Ingesta DL-PCB (ng/d)	Ingesta NDL-PCB (ng/d)	Total PCB (ng/d)
<b>Carne y derivados</b>	83,4	0,34	0,69	4,85	5,54
<b>Pescado y marisco</b>	34,5	13,7	16,5	130	147
<b>Huevos</b>	17,2	0,16	0,27	0,97	1,24
<b>Leche</b>	141	0,66	0,59	3,64	4,23
<b>Derivados lácteos</b>	46,8	0,55	0,59	3,53	4,12
<b>Análogos de la leche</b>	15,5	0,02	0,01	0,06	0,07
<b>Verduras y tubérculos</b>	137	0,13	0,09	2,41	2,49
<b>Fruta</b>	115	0,19	0,04	1,59	1,63
<b>Cereales</b>	99	0,16	0,13	3,14	3,27
<b>Legumbres</b>	6,04	0,01	0,003	0,17	0,17
<b>Aceites y grasas</b>	17,5	0,26	0,22	1,13	1,35
<b>Bollería</b>	19,2	0,07	0,14	1,03	1,17
<b>Salsas</b>	5,73	0,007	0,004	0,11	0,11
<b>Chocolate</b>	0,92	0,001	0,005	0,04	0,05
<b>TOTAL</b>	<b>738</b>	<b>16,3</b>	<b>19,3</b>	<b>153</b>	<b>172</b>

Tanto por la ingesta de DL-PCB como de NDL-PCB, el pescado y marisco representa el 85 % de la aportación dietética, por lo que es el contribuyente más importante.

## 9.3. Ingesta diaria estimada por grupos de población

En la tabla 41 se muestra la ingesta diaria estimada de PCB para los grupos de población estudiados. Los adolescentes de 10 a 17 años son los que tienen una exposición más elevada a estos contaminantes (225 ng/d).



Tabla 41. Ingesta diaria estimada de PCB para los diferentes grupos de población

Grupos de población	Ingesta diaria de DL PCB (pg OMS-TEQ/día)	Ingesta diaria de DL-PCB (ng/d)	Ingesta diaria de NDL-PCB (ng/d)	Total ingesta diaria de PCB (ng/d)
De 6 a 11 meses	6,86	7,47	67	74
De 12 a 36 meses	18,8	21,3	176	197
De 3 a 9 años	21,2	24,2	192	217
De 10 a 17 años	21,2	25	200	225
De 18 a 39 años	14,9	18,4	143	161
De 40 a 64 años	16,8	19,5	155	175
De 65 a 74 años	18,5	21,7	173	195
Embarazadas	13,6	16,6	132	148

## 9.4. Evaluación del riesgo

En la tabla 42 se presenta la ingesta diaria estimada en función del peso corporal para cada grupo de población. Para una persona adulta de 70 kg, la ingesta de DL-PCB es de 1,63 pg OMS-TEQ/kg/semana, valor muy cercano al umbral establecido por la EFSA de 2 pg OMS TEQ/kg/semana. En la figura 5 se muestra que la exposición en toda la población infantil y adolescente supera ampliamente este valor. Ningún grupo de población adulta lo supera, aunque la población de 65 a 74 años se aproxima mucho a él (1,84 pg OMS-TEQ/kg/semana).

Tabla 42. Ingesta estimada, por kg de peso corporal, de PCB por grupos de población

Grupos de población	Ingesta semanal de DL-PCB (pg OMS-TEQ/kg/semana)	Ingesta diaria de NDL PCB (ng/kg/día)	Total ingesta diaria de PCB (ng/kg/día)
De 6 a 11 meses	5,74	7,97	8,86
De 12 a 36 meses	10,7	14,3	16
De 3 a 9 años	6,16	8,01	9,02
De 10 a 17 años	2,94	3,92	4,42
De 18 a 39 años	1,47	1,99	2,24
De 40 a 64 años	1,54	2,02	2,27
De 65 a 74 años	1,82	2,46	2,76
Embarazadas	1,47	2,02	2,28

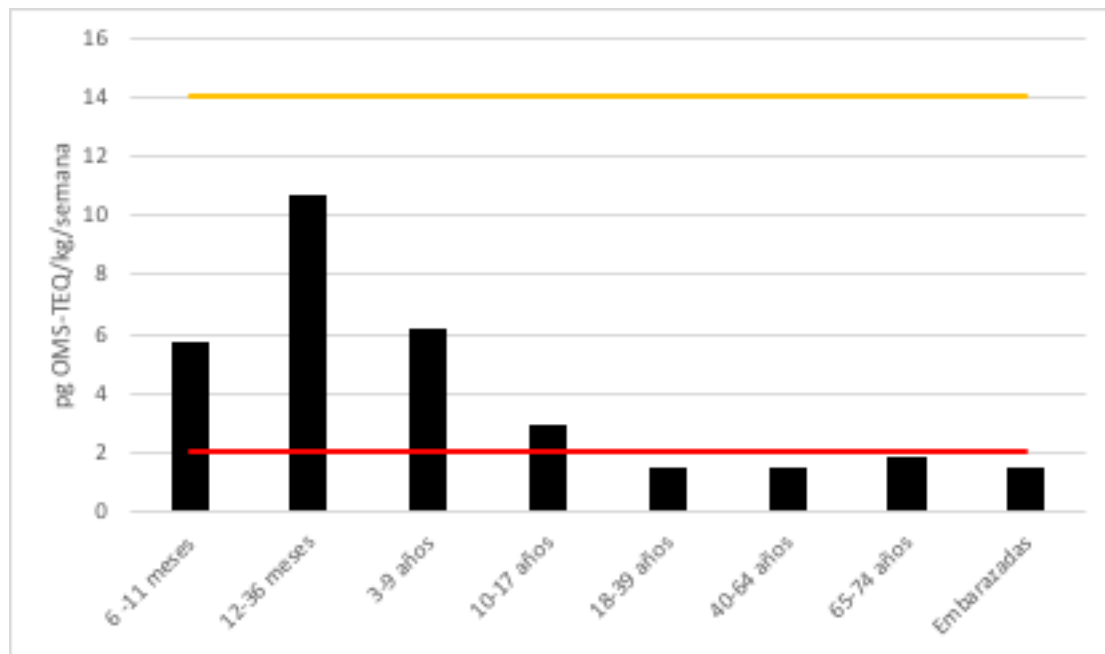


Figura 10. Ingesta semanal de DL-PCB para los grupos de población, y comparación con respecto a la ingesta semanal tolerable establecida por la EFSA, en los años 2015 (en naranja) y 2018 (en rojo)

Por lo que respecta a los NDL-PCB, el valor de la ingesta estimada para una persona adulta es de 2,18 ng/kg/día, muy por debajo de lo que se considera el intervalo habitual (20-45 ng/kg/día). El grupo de 12 a 36 meses es el que más se aproxima al límite inferior de este intervalo (14,3 ng/kg/día). Cabe destacar que el resto de los grupos están muy por debajo del intervalo habitual en el caso de los NDL-PCB.

## 9.5. Evolución temporal

En la tabla 43 se muestra la evolución de la ingesta de DL-PCB en la población adulta de Cataluña. Se puede observar una reducción muy notable desde el primer estudio efectuado en el año 2000. Si se compara con el último estudio (2008), se puede ver que la tendencia a reducir la ingesta de PCB continúa. Se ha producido una reducción generalizada de la ingesta de DL-PCB en todos los grupos de alimentos. Las disminuciones más notables son las del pescado y marisco (15,2 frente a 13,7 pg OMS-TEQ/día), pan y cereales (1,30 frente a 0,16 pg OMS-TEQ/día), derivados lácteos (2,30 frente a 0,55 pg OMS-TEQ/día), aceites y grasas (2,46 frente a 0,26 pg OMS-TEQ/día), y bollería (1,05 frente a 0,07 pg OMS-TEQ/día).

Tabla 43. Evolución temporal de la ingesta de DL-PCB en la población adulta de Cataluña

Grupos de alimentos	Consumo de alimento (g/d)			Ingesta de DL-PCB pg OMS-TEQ/día			
	2000	2005 y 2008	2017	2000	2005	2008	2017
Carne y derivados	185	172	83,4	8,85	2,24	0,84	0,34
Pescado y marisco	92	68	34,5	82,9	38,8	15,2	13,7
Huevos	34	31	17,2	0,84	0,55	0,48	0,16
Leche	217	128	141	1,78	1,72	0,72	0,66
Derivados lácteos	106	76	46,8	29,4	1,24	2,30	0,55
Análogos de la leche	-	-	15,5	-	-	-	0,02
Verduras y tubérculos	300	233	137	1,90	1,15	0,79	0,13
Fruta	239	194	115	2,10	0,79	0,68	0,19
Pan y cereales	206	224	99	11,4	2,27	1,30	0,16
Legumbres	24	30	6,04	0,37	0,22	0,10	0,01
Aceites y grasas	41	27	17,5	10,7	2,48	2,46	0,26
Bollería	-	45	19,2	-	0,98	1,05	0,07
Salsas	-	-	5,73	-	-	-	0,007
Alimentos infantiles	-	-	-	-	-	-	-
Chocolate	-	-	0,92	-	-	-	0,001
<b>TOTAL</b>	<b>1422</b>	<b>1228</b>	<b>738</b>	<b>150</b>	<b>52,4</b>	<b>26</b>	<b>16,3</b>

## 9.6. Otros estudios

En la tabla 44 se recogen los datos de ingesta estimados para otros países. Se puede observar que la ingesta estimada en este estudio se asemeja mucho a las ingestas observadas en otros lugares, aunque sigue en la parte más baja del intervalo.

Tabla 44. Ingesta diaria de PCB en alimentos. Resumen de diferentes estudios recientes (2012-2018) efectuados en varios países

País	Ingesta de DL-PCB pg OMS-TEQ/kg/d	Ingesta de NDL-PCB (ng/kg/d)	Autores
Cataluña	0,23	2,18	Estudi actual
UE	0,2 - 1,3	-	EFSA, 2018
Corea	0,49	-	Shin, et al., 2016
Austria	-	2,64 - 3,19	Mihats, et al., 2015
Malasia	0,68	-	Leong, et al., 2014
Bélgica	-	5,33	Cimenci, et al., 2013
Austria	0,30 - 0,39	-	Rauscher-Gabering, et al., 2013
Francia	0,38	2,78	Sirot, et al., 2012

# 10 PCDD/F y PCB con efecto dioxina (DL-PCB)

Con tal de poder evaluar los riesgos adecuadamente se deben valorar conjuntamente los PCDD/F y los DL-PCB, pues tienen el mismo mecanismo de acción y la EFSA ha establecido unos niveles de seguridad conjuntos. Tabla 39. Concentración de equivalentes toxicológicos (pg OMS-TEQ/g) asociados a DL-PCB y concentración de NDL-PCB (ng/g)

## 10.1. Resultados

En la tabla 45 se puede ver la concentración media para cada grupo de alimentos. Se puede observar que el pescado y marisco es el grupo de alimentos con una concentración más elevada de PCDD/F + DL-PCB (0,443 pg OMS-TEQ/g).

Tabla 45. Concentración media de PCDD/F, DL-PCB y PCDD/F + DL-PCB para cada grupo de alimentos (pg OMS-TEQ/g)

Grupos de alimentos	PCDD/F	DL-PCB	PCDD/F + DL-PCB
Carne y derivados	0,008	0,004	0,012
Pescado y marisco	0,071	0,372	0,443
Huevos	0,069	0,010	0,079
Leche	0,007	0,005	0,012
Derivados lácteos	0,022	0,023	0,045
Análogos de la leche	0,008	0,001	0,009
Verduras y tubérculos	0,005	0,002	0,007
Fruta	0,004	0,002	0,006
Pan y cereales	0,006	0,002	0,008
Legumbres	0,004	0,002	0,006
Aceites y grasas	0,095	0,014	0,109
Bollería	0,010	0,004	0,014
Salsas	0,005	0,001	0,006
Alimentos infantiles	0,005	0,003	0,008
Chocolate	0,005	0,001	0,006

## 10.2. Contribución de los alimentos a la ingesta

En la tabla 46 se recoge la aportación de cada grupo de alimentos a la ingesta de PCDD/F, DL-PCB y PCDD/F + DL-PCB. La ingesta estimada para la población adulta de Cataluña es de 25,4 pg OMS-TEQ/día. Un 61 % de la ingesta proviene de los DL-PCB.

Tabla 46. Contribución de cada grupo de alimentos a la ingesta de PCDD/F, DL-PCB y PCDD/F + DL-PCB (en pg OMS-TEQ/día)

Grupos de alimentos	PCDD/F	DL-PCB	PCDD/F + DL-PCB
Carne y derivados	0,58	0,34	0,92
Pescado y marisco	1,88	13,7	15,6
Huevos	1,19	0,16	1,35
Leche	0,98	0,66	1,64
Derivados lácteos	0,55	0,55	1,10
Análogos de la leche	0,11	0,02	0,13
Verduras y tubérculos	0,65	0,13	0,78
Fruta	0,41	0,19	0,60
Pan y cereales	0,63	0,16	0,79
Legumbres	0,02	0,01	0,03
Aceites y grasas	1,90	0,26	2,16
Bollería	0,20	0,07	0,27
Salsas	0,03	0,007	0,04
Alimentos infantiles	-	-	-
Chocolate	0,004	0,001	0,005
<b>Total</b>	<b>9,15</b>	<b>16,3</b>	<b>25,4</b>

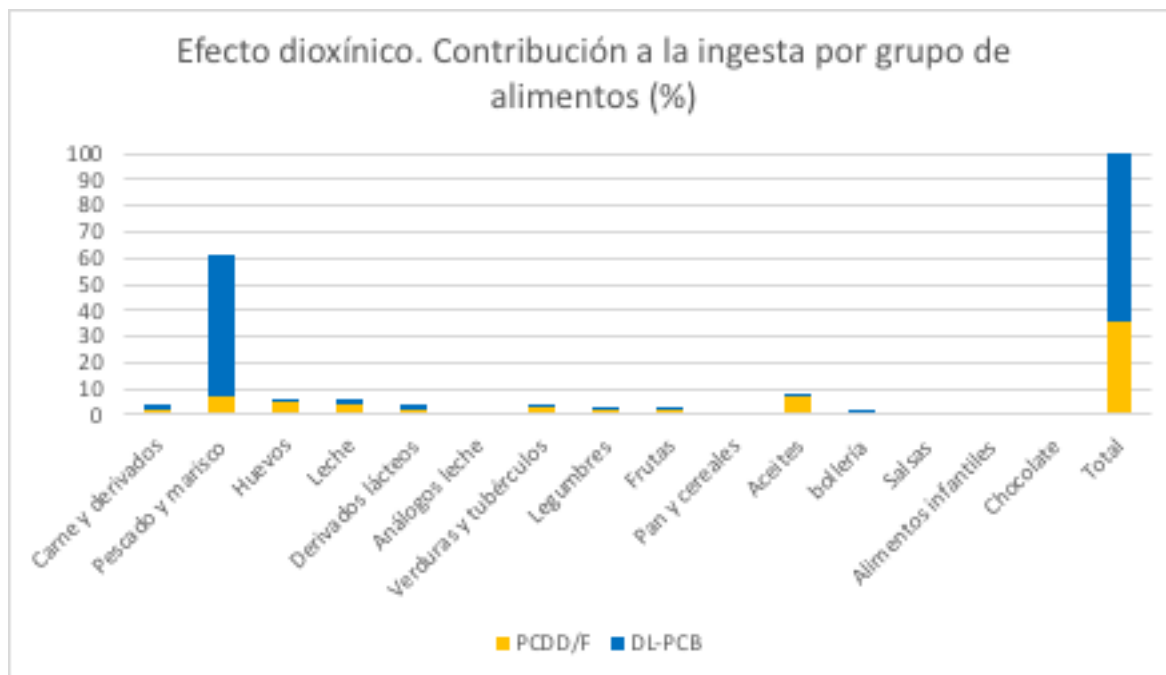


Figura 11. Efecto dioxínico. Contribución a la ingesta por grupos de alimentos y tipos de sustancia

La figura 6 muestra que el grupo de pescado y marisco está asociado a más del 60% de la ingesta de sustancias con efecto dioxínico y que es el grupo que aporta la ingesta mayoritaria de DL-PCB, mientras que les PCCD/F están más distribuidas por los diferentes grupos de alimentos.

### 10.3. Ingesta diaria estimada por grupos de población

En la tabla 47 se muestra la ingesta diaria estimada de PCB para los grupos de población estudiados. Los adolescentes de 10 a 17 años son los que presentan una ingesta más elevada de PCDD/F + DL-PCB (33,0 pg/d OMS-TEQ/d). Las dioxinas y furanos, de media, contribuyen en un 35 % a la ingesta total de PCDD/F + DL-PCB (figura 7).

Tabla 47. Ingesta diaria estimada para cada grupo de población estudiado (en pg OMS-TEQ/día)

Grupos de población	Ingesta de PCDD/F	Ingesta de DL-PCB	Ingesta de PCDD/F + DL-PCB
De 6 a 11 meses	3,88	6,86	10,74
De 12 a 36 meses	8,18	18,8	26,98
De 3 a 9 años	10,4	21,2	31,6
De 10 a 17 años	11,8	21,2	33,0
De 18 a 39 años	8,95	14,9	23,85
De 40 a 64 años	9,34	16,8	25,42
De 65 a 74 años	9,08	18,5	27,85
Embarazadas	8,44	13,6	22,04

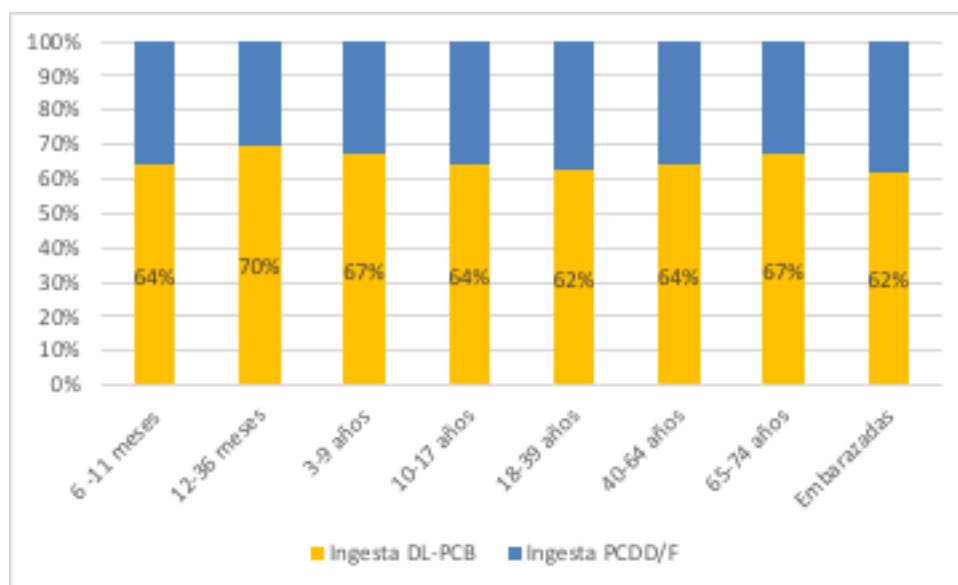


Figura 12. Contribución porcentual de PCDD/F y DL-PCB a la ingesta

## 10.4. Evaluación del riesgo

En la tabla 48 se puede observar la ingesta diaria, separada y conjunta, de los dos grupos de contaminantes. Para una persona adulta, la ingesta dietética conjunta se ha estimado en 2,54 pg OMS-TEQ/kg/semana, valor que supera el límite 2 pg OMS-TEQ/kg/semana.

Como se puede observar en la figura 8, todos los grupos presentan un valor de exposición superior al nivel de seguridad a pesar que los grupos de adultos superan este umbral con un margen muy pequeño. Para el grupo de 12 a 36 meses se ha estimado una ingesta casi ocho veces superior al TWI (15,4 pg OMS-TEQ/kg/semana) y sería el único grupo en situación de riesgo si no se hubiesen modificado los valores establecidos en el 2015.

Tabla 48. Ingesta estimada por grupos de población en función del peso corporal (en pg OMS-TEQ/kg/d)

Grupos de población	Ingesta PCDD/F	Ingesta DL-PCB	Ingesta PCDD/F + DL-PCB	
	Diaria	Diaria	Diaria	Semanal
De 6 a 11 meses	0,46	0,82	1,28	8,96
De 12 a 36 meses	0,67	1,53	2,20	15,4
De 3 a 9 años	0,43	0,88	1,31	9,17
De 10 a 17 años	0,23	0,42	0,65	4,55
De 18 a 39 años	0,12	0,21	0,33	2,31
De 40 a 64 años	0,12	0,22	0,34	2,38
De 65 a 74 años	0,13	0,26	0,39	2,73
Embarazadas	0,13	0,21	0,34	2,38

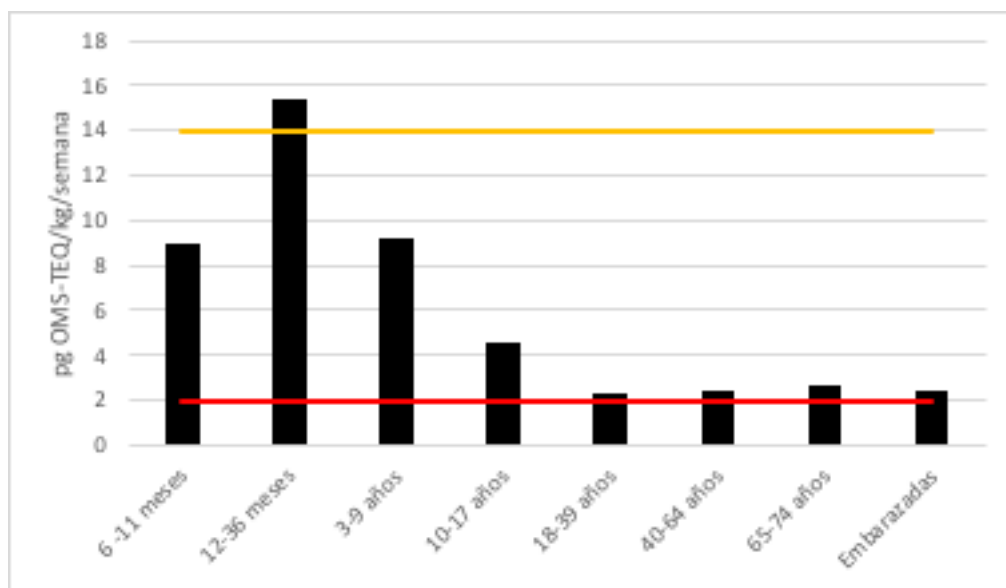


Figura 13. Ingesta semanal estimada de PCDD/F + DL-PCB, y comparación con respecto a la ingesta semanal tolerable establecida por la EFSA, en los años 2015 (en naranja) y 2018 (en rojo)

## 10.5. Evolución temporal

La ingesta conjunta de PCDD/F y DL-PCB se ha reducido en más de un 34 % si se compara con el estudio anterior de 2008. Se observa un aumento de la ingesta de PCDD/F + DL-PCB en el grupo de la leche, mientras que en el resto de los grupos se observa una reducción notable. Se puede observar como la ingesta se ha ido reduciendo continuamente a lo largo de todos los estudios (tabla 49 y figura 14).

Tabla 49. Evolución de la ingesta de PCDD/F + DL-PCB (2000-2018)

Grupos de alimentos	Consumo de alimento (g/d)			Ingesta de PCDD/F + DL-PCB pg OMS-TEQ/día			
	2000	2005 y 2008	2017	2000	2005	2008	2017
Carne y derivados	185	172	83,4	20,94	4,86	2,11	0,92
Pescado y marisco	92	68	34,5	112	45,3	18,7	15,6
Huevos	34	31	17,2	3,22	0,99	1,57	1,35
Leche	217	128	141	3,88	3,19	1,42	1,64
Derivados lácteos	106	76	46,8	52,7	3,05	4,25	1,10
Análogos de la leche	-	-	15,5	-	-	-	0,13
Verduras y tubérculos	300	233	137	4,47	3,20	1,27	0,78
Fruta	239	194	115	4,30	1,44	1,15	0,60
Pan y cereales	206	224	99	25,1	8,60	2,71	0,79
Legumbres	24	30	6,04	0,70	0,65	0,19	0,03
Aceites y grasas	41	27	17,5	18,6	4,98	3,80	2,16
Bollería	-	45	19,2	-	1,82	1,35	0,27
Salsas	-	-	5,73	-	-	-	0,04
Alimentos infantiles	-	-	-	-	-	-	-
Chocolate	-	-	0,92	-	-	-	0,005
<b>TOTAL</b>	<b>1422</b>	<b>1228</b>	<b>738</b>	<b>246</b>	<b>78,1</b>	<b>38,5</b>	<b>25,4</b>

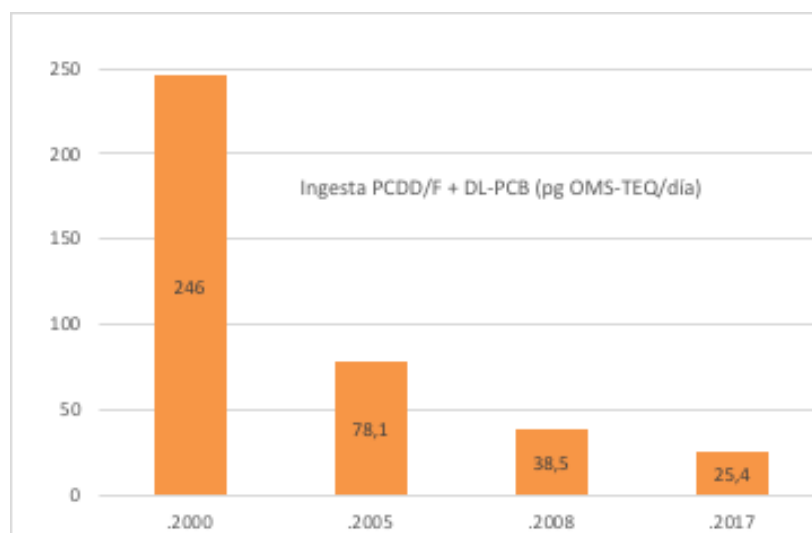


Figura 14. Evolución de la ingesta de PCDD/F + DL-PCB (2000-2017)



## 10.6. Otros estudios

En la tabla 50 se recogen los datos de ingesta estimada en otros países. La ingesta estimada para Cataluña en este estudio se aproxima mucho a las ingestas estimadas en otros países del entorno europeo.

Tabla 50. Ingesta diaria de PCDD/F + DL-PCB en alimentos. Resumen de diferentes estudios recientes (2012-2018) efectuados en varios países

País	Ingesta de PCDD/F + DL-PCB pg OMS-TEQ/kg/d	Autores
<b>Cataluña</b>	0,36	Este estudio
<b>UE</b>	0,4-2,6	EFSA. 2018
<b>China</b>	0,73	Shen, et al., 2017
<b>China</b>	0,67	Zhang, et al., 2015
<b>Austria</b>	0,40-0,75	Rauscher-Gabernig, et al., 2013
<b>Malasia</b>	0,99	Leong, et al., 2013
<b>Hong Kong</b>	0,73	Wong, et al., 2013
<b>Francia</b>	0,57	Sirot, et al., 2012

# 11 Conclusiones

En términos generales, las concentraciones de los elementos estudiados en muestras de alimentos recogidas durante el año 2017 en Cataluña han sido inferiores a las de los estudios anteriores. A pesar que el uso de nuevos datos de consumo, a partir de las encuestas ENALIA y ENALIA2, puede haber influido en este descenso, se constata que la concentración de PCDD/F y PCB en los alimentos tiende, por lo general, a disminuir. Si observamos en detalle cada uno de los metales analizados, se puede concluir lo siguiente:

## ● **Arsénico**

El grupo de pescado y marisco presenta los niveles más elevados de AS total (3,59  $\mu\text{g/g}$ ), pero mayoritariamente es orgánico. El grupo de pan y cereales es el segundo grupo en contenido de As total (0,047  $\mu\text{g/g}$ ). La ingesta diaria de arsénico total en la población adulta se estima en 98,16  $\mu\text{g/día}$ , que representa una disminución de más del 50% respecto a los estudios anteriores.

## ● **Arsénico inorgánico**

Desde el estudio de 2012, se ha determinado experimentalmente el contenido de As inorgánico. El pan y los cereales son el grupo que más aportan a la ingesta de As inorgánico, aunque se ha detectado en la mayor parte de alimentos, siendo el arroz el alimento con una concentración más elevada (0,108  $\mu\text{g/g}$  de peso fresco). La ingesta de As inorgánico para un hombre adulto es de 2,58  $\mu\text{g/día}$ . Los valores de ingesta calculados para varios grupos de población catalana se encuentran por debajo del nivel de seguridad toxicológica establecido (0,3 – 8  $\mu\text{g/kg/día}$ ), pero los márgenes de exposición que se derivan son pequeños y no permiten descartar completamente cierto riesgo para la salud.

## ● **Cadmio**

La ingesta para un hombre adulto se ha estimado en 6,13  $\mu\text{g/día}$ , dato que sigue la tendencia a la baja de los estudios anteriores. El grupo de población infantil de 12 a 36 meses de edad ha presentado una ingesta media diaria por encima del valor del nivel de seguridad toxicológico, establecido por la EFSA en 2,5  $\mu\text{g/kg/semana}$ . Además, los grupos de población infantil de 6 a 11 y de 3 a 9 años también presentan unos niveles de ingesta muy próximos a este umbral (2,49 y 2,42  $\mu\text{g/kg/semana}$ , respectivamente). En estos grupos, la patata y el calamar son los alimentos con más incidencia en la ingesta de cadmio.

## ● Mercurio

Se ha detectado mercurio básicamente en el grupo de pescado y marisco. Se ha estimado que la ingesta dietética para un hombre adulto es de 6,38  $\mu\text{g}/\text{día}$ , dato que sigue la continua tendencia a la baja de los estudios anteriores. En todos los grupos de población la ingesta estimada está claramente por debajo del nivel de seguridad toxicológica establecido por la EFSA de 4  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{semana}$  para el mercurio inorgánico.

## ● Metilmercurio

Análogamente al arsénico, en este estudio también se ha llevado a cabo una especiación del mercurio. El emperador es el alimento individual con una concentración más elevada de este contaminante (0,781  $\mu\text{g}/\text{g}$  de peso fresco). Se considera pertinente continuar con el seguimiento individualizado del metilmercurio por su importancia toxicológica y porque algún grupo de población infantil supera el límite establecido en 1,3  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{semana}$ . Es cierto que estos cálculos se han hecho a partir de los consumo medios detectados en las encuestas, y que siguiendo las recomendaciones de consumo de pescado, de 2-3 raciones de especies variadas a la semana y la exclusión o limitación de los grandes pescados predadores en la dieta de los grupos de menos edad, la ingesta de MeHg se reduce por debajo del valor de seguridad.

## ● Plomo

Se ha estimado que la ingesta dietética para un hombre adulto es de 2,62  $\mu\text{g}/\text{día}$ , dato que sigue una marcada tendencia a la baja. Las ingestas calculadas para todos los grupos de población están por debajo de los valores de seguridad, aunque los márgenes de exposición podrían ser, en algún caso, insuficientes para descartar completamente efectos sobre la salud.

## ● Dioxinas y furanos (PCDD/F)

La concentración de los PCDD/F muestra una tendencia a la baja, respecto a los estudios anteriores, en la mayoría de alimentos, excepto en el grupo de huevos y grasas. Estos dos grupos, conjuntamente con el de pescado y marisco también son los grupos que presentan una concentración más elevada de PCDD/F, entre 0,05 y 0,1  $\text{pg OMS-TEQ}/\text{g}$ . La ingesta para la población adulta se ha estimado en 9,15  $\text{pg OMS-TEQ}/\text{día}$ . Si se tienen en cuenta los grupos de población, los adolescentes de 10 a 17 años son los que tienen la ingesta más elevada (11,8  $\text{pg OMS-TEQ}/\text{día}$ ). En cambio, la población de 12 a 36 meses es la más expuesta si se tiene en cuenta el peso corporal (4,66  $\text{pg OMS-TEQ}/\text{kg}/\text{semana}$ ).

### ● Bifenilos policloratos (PCB):

La concentración de PCB muestra una tendencia a la baja en todos los grupos de alimentos. Por lo que respecta a los DL-PCB, la ingesta en la población adulta se ha estimado en 16,3 pg OMST-TEQ/día, siendo el pescado y el marisco el grupo de alimentos que contribuye en mayor medida a ella (en un 85 %). Por lo que respecta a los NDL PCB, la ingesta se ha estimado en 153 ng/día, siendo el pescado y el marisco el grupo de alimentos que contribuye en mayor medida a ella (en un 85 %). La ingesta de NDL-PCB queda, en todos los grupos de población, muy por debajo de los valores de seguridad establecidos.

### ● PCDD/F y DL-PCB:

El grupo pescado y marisco aporta el 61% de la ingesta de PCDD/F y DL-PCB. La ingesta para la población adulta, que se ha reducido un 34% desde 2008, es de 2,4 pg OMS-TEQ/kg/semana, de la que un 64% está asociada a los DL-PCB y el 36 % restante a las PCDD/F. El grupo con una exposición más alta es el de 12 a 36 meses (15,4 pg OMS-TEQ/kg/semana), y a pesar que todos los grupos de población superan el nuevo límite establecido por EFSA de 2 pg OMS-TEQ/kg/semana, hay que considerar que el conjunto de la población adulta lo hace por un margen muy estrecho, y podrían estar por debajo atendiendo a la incertidumbre de las estimaciones y las revisiones de los factores de toxicidad sugeridas por EFSA. En cualquier caso, la disminución continuada en casi dos décadas demuestra la eficacia de las medidas ambientales adoptadas.

# 12 Bibliografía

ACSA (2012). Contaminants químics. Estudi de dieta total a Catalunya, 2012. Disponible a: [Enllaç a l'enquesta ENALIA de la web d'AESAN](#) [Consulta: 31 juliol 2017]

Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición. ENALIA (2016) Encuesta ENALIA. Encuesta Nacional de Alimentación en la población Infantil y Adolescente. Disponible a: [Enllaç a l'enquesta ENALIA de la web d'AESAN](#) [Consulta: 31 juliol 2017]

Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición. ENALIA (2016) Encuesta ENALIA 2. Encuesta Nacional de Alimentación en población adulta, mayores y embarazadas. Disponible a: [Enllaç a l'enquesta ENALIA2 de la web d'AESAN](#) [Consulta: 31 juliol 2017]

Al-Rmalli SW, Jenkins RO, Haris PI (2012) Dietary intake of cadmium from Bangladeshi foods. *Journal of Food Science* 77(1): 26-33.

Amzal B, Julin B, Vahter M, Wolk A, Johanson G, Akesson A (2009) [Population toxicokinetic modeling of cadmium for health risk assessment](#). *Environmental Health Perspectives* 117: 1293-1301.

Arnich N, Sirot V, Riviere G, Jean J, Noel L, Guerin Y, Leblanc JC (2012) Dietary exposure to trace elements and health risk assessment in the 2nd French Total Diet Study. *Food and Chemical Toxicology* 50: 2432-49.

Bailey K, Xia Y, Ward WO, Knapp G, Mo J, Mumford JL, Owen RD, Thai SF (2009) Global gene expression profiling of hyperkeratotic skin lesions from inner Mongolians chronically exposed to arsenic. *Toxicologic Pathology* 37: 849-859.

Bailey KA, Wallace K, Smeester L, Thai SF, Wolf DC, Edwards SW, Fry RC (2012) Transcriptional Modulation of the ERK1/2 MAPK and NF-κB Pathways in Human urothelial cells after trivalent arsenical exposure: implications for urinary bladder cancer. *Journal of Cancer Research Updates* 1: 57-68.

[Bjermo H, Sand S, Nälsén C, Lundh T, Enghardt Barbieri H, Pearson M, Lindroos AK, Jönsson BA, Barregård L, Darnerud PO](#) (2013) Lead, mercury, and cadmium in blood and their relation to diet among Swedish adults. *Food and Chemical Toxicology* 57: 161-169.

Bloom NS (1992) On the methylmercury content of fish tissue. *Canadian Journal*

of Fisheries and Aquatic Sciences 49: 1010-1017.

Bramwell L, Mortimer D, Rose M, Fernandes A, Harrad S, Pless-Mulloli T. UK dietary exposure to PCDD/Fs, PCBs, PBDD/Fs, PBBs and PBDEs: comparison of results from 24-h duplicate diets and total diet studies. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess* 2017;34(1):65-77.

Capdevila F, Llop D, Guillén N, Luque V, Pérez S, Sellés V, Fernández-Ballart J, Martí-Henneberg C (2003) Consumo, hábitos alimentarios y estado nutricional de la población de Reus: evolución de la ingestión alimentaria y de la contribución de los macronutrientes al aporte energético (1983-1999), según edad y sexo. *Medicina Clínica* 121: 126-131.

Carrascosa A, Fernández JM, Fernández A, López-Siguero JP, López D, Sánchez E, et al [Internet]. Madrid: SEEP. Estudios españoles de crecimiento 2010; [aprox. 46 p.] Disponible a: [Enllaç al document](#)

Chen MY, Chan BT, Lam CH, Chung SW, Ho YY, Xiao Y (2014) Dietary exposures to eight metallic contaminants of the Hong Kong adult population from a total diet study. *Food Additives & Contaminants Part A, chemistry, Analysis, control, exposure & risk assessment* 31: 1539-49.

[Cheng Z](#), [Wang HS](#), [Du J](#), [Sthiannopkao S](#), [Xing GH](#), [Kim KW](#), [Yasin MS](#), [Hashim JH](#), [Wong MH](#) (2013) Dietary exposure and risk assessment of mercury via total diet study in Cambodia. *Chemosphere* 92: 143-149.

Cimenci O, Vendeijvere S, Gosciny S, Van Den Bergh MA, Hanot V, Vinkx C, et al. Dietary exposure of the Belgian adult population to non-dioxin-like PCBs. *Food Chem Toxicol* 2013;59:670-679.

Cubadda F, D'Amato M, Aureli F, Raggi A, Mantovani A (2016) Dietary exposure of the Italian population to inorganic arsenic: The 2012-2014 Total Diet Study. *Food and Chemical Toxicology* 98: 148-158.

De Boer WJ, Voet van der H, Bokkers BGH, Bakker MI, Boon PE (2009) Comparison of two models for the estimation of usual intake addressing zero consumption and non-normality. *Food Additives and Contaminants. Part A*, 26: 1433-1449.

De Boer WJ, Voet van der H (2011) MCRA 7 a web-based program for Monte Carlo Risk Assessment. Reference Manual documenting MCRA Release 7.1 Disponible a: [Link a la web del RIVM](#) . [Consulta: 20 desembre 2013]

Departament de Sanitat i Seguretat Social (2003) Avaluació de l'estat nutricional de la població catalana 2002-2003. Evolució dels hàbits alimentaris i del consum d'aliments i nutrients a Catalunya (1992-2003). Direcció General de

Salut Pública. Generalitat de Catalunya, Barcelona, Spain.

Diletti G, Scortichini G, Abete MC, Binato G, Candeloro L, Ceci R, et al. Intake estimates of dioxins and dioxin-like polychlorobiphenyls in the Italian general population from the 2013-2016 results of official monitoring plans in food. *Sci Total Environ* 2018;627:11-9

Domingo JL, Perelló G, Giné Bordonaba J (2012) Dietary intake of metals by the population of Tarragona County (Catalonia, Spain): results from a duplicate diet study. *Biological Trace Element Research* 146: 420-425.

[Driscoll CT](#), [Mason RP](#), [Chan HM](#), [Jacob DJ](#), [Pirrone N](#) (2013) Mercury as a global pollutant: sources, pathways, and effects. *Environmental Science & Technology* 47: 4967-4983.

EFSA (2006) EFSA European Food Safety Agency. *EFSA Journal*. 328: 1-4.

EFSA (2006) Guidance of the Scientific Committee on a request from EFSA related to Uncertainties in Dietary Exposure Assessment. *EFSA Journal*. 438: 1-54.

EFSA (2009) Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM) Scientific Opinion on Arsenic in Food. *EFSA Journal* 7: 1351.

EFSA (2009) Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM); Scientific Opinion on Cadmium in Food. *EFSA Journal* 980: 1-139.

EFSA (2010) Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM); Scientific Opinion on Lead in Food. *EFSA journal* 8: 1570.

EFSA (2012) Scientific Report of EFSA Cadmium dietary exposure in the European population. *EFSA Journal* 10: 2551.

EFSA (2012) Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food. *EFSA Journal* 10: 2985.

EFSA (2012) Scientific Report of EFSA. Dietary exposure to inorganic arsenic in the European population. *EFSA Journal* 2014;12(3):3597

EFSA (2012) Scientific Report of EFSA. Cadmium dietary exposure in the European population. *EFSA Journal* 2012;10(1):2551

European Food Safety Authority (EFSA). Scientific statement on the health-based guidance values for dioxins and dioxin-like PCBs. *EFSA Journal* 2015;13(5):4124

European Food Safety Authority (EFSA). Risk for animal and human health

related to the presence of dioxins and dioxin-like PCBs in feed and food. EFSA Journal 2018;16(11):5333

Eriksen KT, Halkjær J, Sørensen M, Meliker JR, McElroy JA, Tjønneland A, Raaschou-Nielsen O (2014) Dietary cadmium intake and risk of breast, endometrial and ovarian cancer in Danish postmenopausal women: a prospective cohort study. PloS One 9(6).

[Frye E](#), [Bao C](#), [Li L](#), [Blumsack S](#) (2012) Environmental controls of cadmium desorption during CO<sub>2</sub> leakage. Environmental Science & Technology 46: 4388-4395.

Hartwig A (2013) Cadmium and cancer. Metal Ions in Life Sciences 11: 491-507.

[Hong YS](#), [Kim YM](#), [Lee KE](#) (2012) Methylmercury exposure and health effects. Journal of Preventive Medicine and Public Health 45: 353-363.

Huang LC, Tang J, Zhang RH, Gu F, Fang YQ, Zhang HX, Chen J, Li N, Ding GQ (2012) Exposure assessment on dietary lead and cadmium of residents in three areas of Zhejiang province from 2009 to 2010. Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi 46: 42-45.

Hubaux R, Becker-Santos DD, Enfield KS, Rowbotham D, Lam S, Lam WL, Martinez VD (2013) Molecular features in arsenic-induced lung tumors. Molecular Cancer 12: 20.

IARC (2001) IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. International Agency for Research on Cancer, Lyon, França.

IARC (2004) Overall evaluations of carcinogenicity: an updating of IARC Monographs volumes 1-42. International Agency for Research on Cancer, Lyon, França.

Instituto Nacional de Estadística [Internet]. Madrid (España): Instituto Nacional de Estadística. [citad 28 nov 2016] Peso medio de la población por países, sexo, período y edad (2001). Disponible a: [Enllaç a la pàgina web de l'INE](#)

Itoh H, Iwasaki M, Sawada N, Takachi R, Kasuga Y, Yokoyama S, Onuma H, Nishimura H, Kusama R, Yokoyama K, Tsugane S (2014) Dietary cadmium intake and breast cancer risk in Japanese women: a case-control study. International journal of hygiene and environmental Health 217: 70-7.

Jenssen MT, Brantsæter AL, Haugen M, Meltzer HM, Larssen T, Kvale HE, Birgisdottir BE, Thomassen Y, Ellingsen D, Alexander J, Knutsen HK (2012) Dietary mercury exposure in a population with a wide range of fish consumption-self-capture of fish and regional differences are important determinants of mercury in blood. Science of the Total Environment 439: 220-229.



[Jiang JQ, Ashekuzzaman SM, Jiang A, Sharifuzzaman SM, Chowdhury SR](#) (2012) Arsenic contaminated groundwater and its treatment options in Bangladesh. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 10: 18-46.

Joint FAO/WHO Expert Committee on food additives. Sixty-first meeting Rome, 10-19 June 2003.

Joint FAO/WHO Expert Committee on food additives. Seventy-second meeting Rome, 16-25 February 2010.

JRC (2013) Determination of methylmercury in seafood by direct mercury analysis: Standard operating procedure. Joint Research Centre, European Commission, Geel, Bèlgica.

Kim SA, Kwon Y, Kim S, Joung H (2016) Assessment of Dietary Mercury Intake and Blood Mercury Levels in the Korean Population: Results from the Korean National Environmental Health Survey 2012-2014. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 13(9).

Koch W, Karim MR, Marzec Z, Miyataka H, Himeno S, Asakawa Y (2016) Dietary intake of metals by the young adult population of Eastern Poland: Results from a market basket study. *Journal Trace of Elements in Medicine and Biology* 35: 36-42.

Koh E, Shin H, Yon M, Nam JW, Lee Y, Kim D, Lee J, Kim M, Park SK, Choi H, Kim CI (2012) [Measures for a closer-to-real estimate of dietary exposure to total mercury and lead in total diet study for Koreans](#). *Nutrition Research and Practice* 6: 436-443.

Kumar M, Rahman MM, Ramanathan AL, Naidu R (2016) Arsenic and other elements in drinking water and dietary components from the middle Gangetic plain of Bihar, India: Health risk index. *The Science of the Total Environment* 539: 125-34.

Leong YH, Chiang PN, Jaafar HJ, Gan CY, Majid MI. Contamination of food samples from Malaysia with polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans and estimation of human intake. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess* 2014;31(4): 711-718

Linares V, Perelló G, Nadal M, Gómez-Catalán J, Llobet JM, Domingo JL (2010) Environmental versus dietary exposure to POPs and metals: a probabilistic assessment of human health risks. *Journal of Environmental Monitoring* 12: 681-688.

Lopez-Sobaler AM, Aparicio A, Aranceta-Bartrina J, Gil A, González-Gross M., Serra-Majem LI, et al. Overweight and general and abdominal obesity in a representative sample of Spanish adults: findings from the ANIBES Study. *Biomed Res Int [Internet]*. Juny 2016;2016(8341487):[aprox. 11 p.]. Disponible a: [Enllaç a la web del document](#)

Llorente-Mirandes T, Calderón J, López-Sánchez JF, Centrich F, Rubio R (2012) A fully validated method for the determination of arsenic species in rice and infant cereal products. *Pure and Applied Chemistry* 84: 225-238.

Luo J, Meng J, Ye Y, Wang Y, Bai L (2016) Population health risk via dietary exposure to trace elements (Cu, Zn, Pb, Cd, Hg, and As) in Qiqihar, Northeastern China. *Environmental Geochemistry and Health*

Marín S, Pardo O, Báquena R, Font G, Yusà V (2017) Dietary exposure to trace elements and health risk assessment in the region of Valencia, Spain: a total diet study. *Food Additives & Contaminants Part A: Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment* 34(2): 228 – 240.

Martínez MA, Rovira J, Prasad Sharma R, Nadal M, Schuhmacher M, Kumar V (2017) Prenatal exposure estimation of BPA and DEHP using integrated external and internal dosimetry: A case study. *Environmental research* 158: 566-575.

[Maruyama K](#), [Yorifuji T](#), [Tsuda T](#), [Sekikawa T](#), [Nakadaira H](#), [Saito H](#) (2012) Methyl mercury exposure at Niigata, Japan: results of neurological examinations of 103 adults. *Journal of Biomedicine & Biotechnology* (en premsa).

[McElroy JA](#), [Shafer MM](#), [Trentham-Dietz A](#), [Hampton JM](#), [Newcomb PA](#) (2007) Urinary cadmium levels and tobacco smoke exposure in women age 20-69 years in the United States. *Journal of Toxicology and Environmental Health Part A* 70: 1779-1782.

Melkonian S, Argos M, Chen Y, Parvez F, Pierce B, Ahmed A, Islam T, Ahsan H (2012) Intakes of several nutrients are associated with incidence of arsenic-related keratotic skin lesions in Bangladesh. *The Journal of Nutrition* 142: 2128-2134.

Mihats D, Moche W, Prean M, Raushcer-Gabernig E. Dietary exposure to non-dioxin-like PCBs of different population groups in Austria. *Chemosphere* 2015;126:53-59.

Muñoz O, Vélez D, Montoro R (1999) Optimization of the solubilization, extraction and determination of inorganic arsenic [As(III) + As(V)] in seafood products by acid digestion, solvent extraction and hydride generation atomic absorption spectrometry. *Analyst* 124: 601-607.

Muñoz O, Zamorano P, Garcia O, Bastías JM (2017) Arsenic, cadmium, mercury, sodium, and potassium concentrations in common foods and estimated daily intake of the population in Valdivia (Chile) using a total diet study. *Food and Chemical Toxicology* 17: 30121-30127.

[Naujokas MF](#), [Anderson B](#), [Ahsan H](#), [Aposhian HV](#), [Graziano JH](#), [Thompson C](#), [Suk WA](#) (2013) The broad scope of health effects from chronic arsenic exposure: update on a worldwide public health problem. *Environmental Health Perspectives*

121: 295-302.

Oguri T, Yoshinaga J, Tao H, Nakazato T (2012) Daily intake of inorganic arsenic and some organic arsenic species of Japanese subjects. *Food and Chemical Toxicology* 50: 2663-2667.

Oguri T, Yoshinaga J (2014) Daily inorganic arsenic intake of the Japanese estimated by a probabilistic approach. *Nihon Eiseigaku Zasshi* 69(3): 177-186.

Organització Mundial de la Salut (OMS) (1985) Guidelines for the study of dietary intakes of chemical contaminants. Offset Publication 87, Organització Mundial de la Salut, Ginebra, Suïssa.

Organització Mundial de la Salut (OMS) (2003). Child Growth Standards 1997-2003. Disponible a: [Enllaç a la web de l'OMS](#) [Consulta: 14 març 2016]

[Osada M](#), [Izuno T](#), [Kobayashi M](#), [Sugita M](#) (2011) Relationship between environmental exposure to cadmium and bone metabolism in a non-polluted area of Japan. *Environmental Health and Preventive Medicine* 16: 341-349.

[Perelló G](#), [Martí-Cid R](#), [Llobet JM](#), [Domingo JL](#) (2008) Effects of various cooking processes on the concentrations of arsenic, cadmium, mercury, and lead in foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56: 11262-11269.

Puerto-Parejo LM, Aliaga I, Canal-Macias ML, Leal-Hernandez O, Roncero-Martín R, Rico-Martín R, Moran JM (2017) Evaluation of the Dietary Intake of Cadmium, Lead and Mercury and Its Relationship with Bone Health among Postmenopausal Women in Spain. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 14(6).

Quijano L, Marín S, Millan E, Yusà V, Font G, Pardo O. Dietary exposure and risk assessment of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans and dioxin-like polychlorinated biphenyls of the population in the Region of Valencia (Spain). *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess* 2018;35(4): 740-749.

Quraishi SM, Adams SV, Shafer M, Meliker JR, Li W, Luo J, Neuhaus ML, Newcomb PA (2016) Urinary cadmium and estimated dietary cadmium in the Women's Health Initiative. *Journal of Exposure Science & Environmental epidemiology* 26: 303-8.

[Rahman M](#), [Sohel N](#), [Yunus M](#), [Chowdhury ME](#), [Hore SK](#), [Zaman K](#), [Bhuiya A](#), [Streatfield PK](#) (2013) Increased childhood mortality and arsenic in drinking water in matlab, Bangladesh: a population-based cohort study. *PLoS One* 8: 55014.

[Randall PM](#), [Chattopadhyay S](#) (2013) Mercury contaminated sediment sites-An

evaluation of remedial options. *Environmental Research* 125: 131-149.

Rauscher-Gabernig E, Mischek D, Moche W, Prean M. Dietary intake of dioxins, furans and dioxin-like PCBs in Austria. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess* 2013;30(10):1770-1779.

[Rodríguez-Barranco M](#), [Lacasaña M](#), [Aguilar-Garduño C](#), [Alguacil J](#), [Gil F](#), [González-Alzaga B](#), [Rojas-García A](#) (2013) Association of arsenic, cadmium and manganese exposure with neurodevelopment and behavioural disorders in children: A systematic review and meta-analysis. *The Science of the Total Environment* 454-455: 562-577.

Roman B, Serra-Majem L, Ribas L, Pérez-Rodrigo C, Aranceta J (2006) Actividad física en la población infantil y juvenil española en el tiempo libre. *Estudio EnKid (1998-2000)*. *Apunts Medicina de l'Esport* 41: 86-94.

Saha N, Zaman MR (2013) Evaluation of possible health risks of heavy metals by consumption of foodstuffs available in the central market of Rajshahi City, Bangladesh. *Environmental Monitoring and Assessment* 185: 3867-3878.

Sand S, Becker W (2012) Assessment of dietary cadmium exposure in Sweden and population health concern including scenario analysis. *Food and Chemical Toxicology* 50: 536-544.

Satarug S, Swaddiwudhipong W, Ruangyuttikarn W, Nishijo M, Ruiz P (2013) Modeling Cadmium Exposures in Low- and High-Exposure Areas in Thailand. *Environmental Health Perspectives* 121: 531-36.

Schneider K, Schwarz MA, Lindtner O, Blume K, Heinemeyer G (2014) Lead exposure from food: the German LExUKon project. *Food Additives & Contaminants Part A: Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment* 31(6): 1052-63.

Schwarz MA, Lindtner O, Blume K, Heinemeyer G, Schneider K. Dioxin and dl-PCB exposure from food: the German LExUKon project. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess* 2014;31(4):688-702.

Seo MN, Lee SG, Eom SY, Kim J, Oh SY, Kwon SJ, Kim H, Choi BS, Yu IJ, Park JD (2016) Estimation of Total and Inorganic Arsenic Intake from the Diet in Korean Adults. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 70(4): 647-656.

Shen H, Guan R, Ding G, Chen Q, Lou X, Chen Z, et al. Polychlorinated dibenzo p dioxins/furans (PCDD/Fs) and polychlorinated biphenyls (PCBs) in Zhejiang foods (2006-2015): market basket and polluted areas. *Sci Total Environ* 2017;574: 120 127.

Shin ES, Kim J, Choi SD, Kang YW, Chang YS. Estimated dietary intake and risk assessment of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans and dioxin-like polychlorinated biphenyls from fish consumption in the Korean general population. *Chemosphere* 2016;146: 419-425.

Sgrist M, Hilbe N, Brusa L, Campagnoli D, Beldoménico H (2016) Total arsenic in selected food samples from Argentina: Estimation of their contribution to inorganic arsenic dietary intake. *Food chemistry* 210: 96 – 101.

[Sirot V](#), [Tard A](#), [Venisseau A](#), [Brosseaud A](#), [Marchand P](#), [Le Bizec B](#), et al. Dietary exposure to polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans and polychlorinated biphenyls of the French population: results of the second French Total Diet Study. *Chemosphere* 2012;88(4): 492-500.

Skrbic B, Zivancev J, Mrmos N (2013) Concentrations of arsenic, cadmium and lead in selected foodstuffs from Serbian market basket: estimated intake by the population from the Serbia. *Food and Chemical Toxicology* 58: 440-8.

Sociedad Española de Endocrinología Pediátrica (SEEP). Carrascosa, A., Fernández, J.M., Fernández, A., López-Siguero, J.P., López, D., Sánchez, E., y Grupo Colaborador (2010) Estudios de crecimiento. Disponible a: [Enllaç a la web de la sociedad Española de Pediatria](#)

[Soleo L](#), [Lovreglio P](#), [Panuzzo L](#), [D'Errico MN](#), [Basso A](#), [Gilberti ME](#), [Drago I](#), [Tomasi C](#), [Apostoli P](#) (2012) Health risk assessment of exposure to metals in the workers of the steel foundry and in the general population of Taranto (Italy). *Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia* 34: 381-391.

Sung TI, Wang YJ, Chen CY, Hung TL, Guo HR (2012) Increased serum level of epidermal growth factor receptor in liver cancer patients and its association with exposure to arsenic. *The Science of the Total Environment* 424: 74-78.

Tlustos C, Anderson W, Flynn A, Pratt I. Exposure of the adult population resident in Ireland to dioxins and PCBs from the diet. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess* 2014;31(6): 1100-1113.

UNEP (2010) Final review of scientific information on cadmium. Disponible a: [Enllaç a la web del Programa de les Nacions Unides per al Medi Ambient](#) [Consulta: 4 juny 2013].

Van den Berg M, Birnbaum LS, Denison M, De Vito M, Farland W, Feeley M, et al. The 2005 World Health Organization reevaluation of human and Mammalian toxic equivalency factors for dioxins and dioxin-like compounds. *Toxicol Sci* 2006;93(2):223-241.

Van den Berg M, Birnbaum LS, Denison M, De Vito M, Farland W, Feeley M, et al. The 2005 World Health Organization reevaluation of human and Mammalian toxic equivalency factors for dioxins and dioxin-like compounds. *Toxicol Sci* 2006;93(2):223-241.

Van der Voet H, Slob W (2007). Integration of probabilistic exposure assessment and probabilistic hazard characterization. *Risk Analysis* 27: 351-371.

Wong WW, Yip YC, Choi KK, Ho YY, Xiao Y. Dietary exposure to dioxins and dioxin-like PCBs of Hong Kong adults: results of the first Hong Kong Total Diet Study. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess* 2013;30(12):2152-2158.

World Health Organization. Guidelines for the study of dietary intakes of chemical contaminants. Núm. 87. Ginebra (Suïssa): World Health Organization; 1985.

World Health Organization [Internet]. Ginebra (Suïssa): World Health Organization, Department of Nutrition. [citad el 28 nov 2016] Child growth standards 1997-2003; [aprox. 12 p.]. Disponible a: [Enllaç a la web de l'OMS](#)

[Wynant W, Siemiatycki J, Parent MÉ, Rousseau MC](#) (2013) Occupational exposure to lead and lung cancer: results from two case-control studies in Montreal, Canada. *Occupational and Environmental Medicine* 70: 164-170.

Yingliang J, Pei L, Jinfang S, Cannan W, Jie M, Yafei Z (2014) Dietary exposure and risk assessment to lead of the population of Jiangsu province, China. *Food Additives & Contaminants* 31(7): 1187-95.

[Yorifuji T, Tsuda T, Inoue S, Takao S, Harada M](#) (2011) Long-term exposure to methylmercury and psychiatric symptoms in residents of Minamata, Japan. *Environment International* 37: 907-913.

Yuan Y, Marshall G, Ferreccio C, Steinmaus C, Liaw J, Bates M, Smith AH (2010) Kidney cancer mortality: fifty-year latency patterns related to arsenic exposure. *Epidemiology* 21: 103-108.

Zhang L, Yin S, Wang X, Li J, Zhao Y, Li X, et al. Assessment of dietary intake of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans and dioxin-like polychlorinated biphenyls from the Chinese Total Diet Study in 2011. *Chemosphere* 2015;137:178-184.



<b>Pera</b>	0,006	0,005	0,002	<0,002	<0,002	<0,002
<b>Plátano</b>	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
<b>Mandarina</b>	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
<b>Huevos de gallina</b>	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
<b>Leche entera</b>	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
<b>Leche semi</b>	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
<b>Yogur natural</b>	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
<b>Yogur de sabores</b>	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
<b>Flan y natillas</b>	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
<b>Queso fresco (mozzarella)</b>	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,006
<b>Queso (cortes)</b>	0,002	0,002	0,005	<0,002	<0,002	0,007
<b>Queso semicurado</b>	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,010
<b>Leche de soja</b>	<0,002	<0,002	0,005	<0,002	<0,002	<0,002
<b>Leche de avena</b>	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,003
<b>Pan blanco</b>	0,008	0,006	0,020	<0,002	<0,002	0,011
<b>Pan de molde (hamburguesa)</b>	0,004	0,003	0,019	<0,002	<0,002	0,011
<b>Arroz</b>	0,159	0,108	0,006	<0,002	<0,002	0,002
<b>Cereales de desayuno</b>	0,030	0,021	0,016	<0,002	<0,002	0,008
<b>Pasta alimenticia</b>	0,018	0,018	0,022	<0,002	<0,002	0,019
<b>Lentejas</b>	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,011
<b>Garbanzos</b>	0,007	0,003	<0,002	<0,002	<0,002	0,010
<b>Aceite de oliva</b>	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
<b>Aceite de girasol</b>	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
<b>Brioche, pan de leche</b>	0,003	0,003	0,013	<0,002	<0,002	0,010
<b>Galletas maría</b>	0,006	0,005	0,008	<0,002	<0,002	0,003
<b>Magdalenas</b>	0,003	0,003	0,005	<0,002	<0,002	0,002
<b>Torta</b>	0,007	0,004	0,005	<0,002	<0,002	0,005
<b>Galletas de chocolate</b>	0,012	0,006	0,024	<0,002	<0,002	0,018
<b>Cruasán</b>	0,006	0,004	0,014	<0,002	<0,002	0,011
<b>Salsa de tomate</b>	0,003	0,003	0,016	<0,002	<0,002	0,009
<b>Leche de continuación</b>	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,004
<b>Papillas de cereales</b>	0,022	0,021	0,011	<0,002	<0,002	0,006
<b>Potito de pollo</b>	0,008	0,006	0,005	<0,002	<0,002	0,005
<b>Potito de fruta</b>	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
<b>Potito de ternera</b>	0,006	0,005	0,007	<0,002	<0,002	0,003
<b>Potito de pescado</b>	0,145	0,003	0,006	0,008	0,006	0,006
<b>Cacao soluble</b>	0,016	0,007	0,062	<0,002	<0,002	0,045



## Anexo 2

### Ingesta de los alimentos considerados (en g/día) para cada uno de los grupos de población estudiados

Alimento	6-11 meses	12-36 meses	3-9 años	10-17 años
<b>Carne de ternera</b>	10,8	13,907	19,278	26,882
<b>Carne de cerdo</b>	0,188	3,935	8,859	15,124
<b>Pollo</b>	24,479	28,311	38,664	42,956
<b>Jamón dulce</b>	0,617	2,265	5,846	6,876
<b>Frankfurt</b>	0	2,679	4,628	4,564
<b>Jamón</b>	0,293	2,739	6,149	10,487
<b>Jamón de pavo</b>	0,309	2,475	3,586	5,442
<b>Bacalao</b>	0,094	1,138	1,31	2,193
<b>Dorada</b>	0	0,758	0,91	1,07
<b>Atún</b>	0	0,681	1,498	3,196
<b>Conserva de atún</b>	0	0,54	2,398	4,057
<b>Boquerón</b>	0,034	0,152	1,218	0,505
<b>Emperador</b>	0	0,447	1,037	2,493
<b>Salmón</b>	0	0,793	2,055	3,195
<b>Merluza</b>	7,583	20,324	17,914	15,604
<b>Rape</b>	1,547	2,157	0,987	0,962
<b>Lenguado</b>	1,255	2,428	2,12	1,76
<b>Sepia</b>	0	0,226	1,213	0,909
<b>Calamar</b>	0,013	1,038	2,261	3,017
<b>Lubina</b>	0,248	0,457	0,699	0,888
<b>Mejillón</b>	0,001	0,203	0,464	0,628
<b>Panga</b>	0	0,404	1,397	0,539
<b>Lechuga</b>	0,040	1,812	10,79	18,42
<b>Tomate</b>	2,059	6,471	15,18	25,72
<b>Calabacín</b>	10,310	7,672	2,88	3,31
<b>Judía verde</b>	12,947	6,024	5,90	8,48
<b>Cebolla</b>	4,806	7,069	8,08	10,67
<b>Puerro</b>	5,373	2,694	1,20	1,31
<b>Zanahoria</b>	15,959	10,715	7,95	8,84
<b>Patata</b>	80,880	54,066	50,07	60,51

<b>Manzana</b>	37,757	25,855	36,46	35,10
<b>Naranja</b>	29,862	19,084	16,89	26,58
<b>Pera</b>	29,821	22,401	13,54	11,48
<b>Plátano</b>	31,221	33,984	29,76	27,79
<b>Mandarina</b>	3,172	3,745	9,01	7,67
<b>Huevos de gallina</b>	1,425	12,661	18,66	24,22
<b>Leche entera</b>	6,394	123,537	155,45	126,52
<b>Leche semi</b>	0,038	30,920	95,78	119,93
<b>Yogur natural</b>	52,659	53,246	42,96	39,54
<b>Yogur sabores</b>	20,320	49,921	35,99	26,63
<b>Flan y natillas</b>	1,371	14,246	13,65	14,30
<b>Queso fresco (mozzarella)</b>	5,680	18,326	10,65	4,83
<b>Queso (cortes)</b>	0,311	2,792	4,04	3,78
<b>Queso semicurado</b>	0	0,656	1,39	3,37
<b>Leche de soja</b>	0,270	3,631	4,16	5,51
<b>Leche de avena</b>	1,238	4,157	1,97	1,31
<b>Pan blanco</b>	2,027	17,002	52,02	89,97
<b>Pan de molde (hamburguesa)</b>	0,178	4,856	16,91	18,70
<b>Arroz</b>	1,292	6,939	12,41	13,30
<b>Cereales de desayuno</b>	0,167	0,588	1,70	2,22
<b>Pasta alimenticia</b>	0,770	9,651	17,50	20,84
<b>Lentejas</b>	0,588	4,537	7,27	7,45
<b>Garbanzos</b>	0,301	2,319	3,07	3,47
<b>Aceite de oliva</b>	6,835	7,229	10,73	14,42
<b>Aceite de girasol</b>	1,220	2,814	3,81	2,83
<b>Brioche, pan de leche</b>	0,228	0,865	2,57	2,78
<b>Galletas maría</b>	4,484	11,958	12,72	9,88
<b>Magdalenas</b>	0,057	1,849	4,35	5,49
<b>Torta</b>	0,188	2,214	4,59	5,36
<b>Galletas de chocolate</b>	0,049	1,390	5,41	4,57
<b>Cruasán</b>	0,019	0,593	1,62	2,59
<b>Salsa de tomate</b>	0,422	4,749	10,96	14,51
<b>Leche de continuación</b>	355,696	172,706	12,83	0,62
<b>Papillas de cereales</b>	8,065	11,359	0,87	0,15
<b>Potito de pollo</b>	16,490	6,839	0,00	0,00
<b>Potito de fruta</b>	24,251	16,788	1,03	0,39
<b>Potito de ternera</b>	7,608	2,867	0	0
<b>Potito de pescado</b>	5,794	6,726	0	0
<b>Cacao soluble</b>	0	2,350	6,59	6,81

Alimento	18-39 años	40-64 años	65-74 años	Embarazadas	18-74 años
<b>Carne de ternera</b>	23,51	23,96	17,67	17,08	23,01
<b>Carne de cerdo</b>	11,6	12,01	10,04	10,88	11,6
<b>Pollo</b>	38,74	29,65	22,39	32,4	32,42
<b>Jamón de York</b>	2,77	1,79	0,9	1,76	2,07
<b>Frankfurt</b>	2,68	0,79	0,2	0,17	1,48
<b>Jamón</b>	8,32	8,83	7,7	2,78	8,48
<b>Jamón de pavo</b>	6,681	2,85	2,13	7,39	4,35
<b>Bacalao</b>	1,34	3,17	5,82	1,82	2,75
<b>Dorada</b>	1,07	2,08	0,75	0,66	1,51
<b>Atún</b>	3,91	2,35	3,7	1,39	3,14
<b>Conserva de atún</b>	7,22	4,88	4,47	5,99	5,77
<b>Boquerón</b>	0,77	1,19	1,25	0,2	1,03
<b>Emperador</b>	0,6	1,56	0,99	1,36	1,1
<b>Salmón</b>	5,16	2,73	4,31	3,82	3,9
<b>Merluza</b>	8,02	10,85	12,72	8,86	9,94
<b>Rape</b>	0,16	1,06	0,26	0,43	0,6
<b>Lenguado</b>	0,58	0,44	0,92	0,65	0,55
<b>Sepia</b>	0,46	0,96	1,18	0,88	0,79
<b>Calamar</b>	1,95	1,91	2,02	0,97	1,94
<b>Lubina</b>	0,32	0,85	1	1,86	0,65
<b>Mejillón</b>	0,19	0,43	0,4	0,12	0,33
<b>Panga</b>	0,28	0,61	0,51	1,08	0,47
<b>Lechuga</b>	24,42	31,56	26,19	28,73	28,03
<b>Tomate</b>	33,34	45,65	37,30	37,33	39,68
<b>Calabacín</b>	1,99	2,08	3,09	2,60	2,17
<b>Judía verde</b>	3,60	7,77	8,74	8,68	6,21
<b>Cebolla</b>	11,57	12,35	11,24	12,91	11,90
<b>Puerro</b>	1,07	1,02	1,90	0,87	1,15
<b>Zanahoria</b>	6,12	6,86	8,77	6,07	6,79
<b>Patata</b>	41,27	40,73	43,46	40,84	41,28
<b>Manzana</b>	35,50	45,38	56,61	34,08	42,78
<b>Naranja</b>	24,04	34,51	52,95	14,94	32,55
<b>Pera</b>	7,95	14,09	21,84	10,19	12,56
<b>Plátano</b>	17,87	13,56	15,89	13,84	15,57
<b>Mandarina</b>	8,94	13,20	9,88	10,89	11,08
<b>Huevos de gallina</b>	17,64	16,72	17,40	14,68	17,18
<b>Leche entera</b>	58,70	65,47	39,03	54,43	59,52
<b>Leche semi</b>	87,33	74,97	84,69	99,93	81,13
<b>Yogur natural</b>	25,15	20,41	19,44	24,61	22,20

<b>Yogur de sabores</b>	14,23	4,83	4,37	20,76	8,56
<b>Flan y natillas</b>	7,61	8,41	7,72	9,40	8,01
<b>Queso fresco (mozzarella)</b>	2,71	4,94	5,62	4,70	4,13
<b>Queso (cortes)</b>	2,93	2,07	1,25	3,09	2,32
<b>Queso semicurado</b>	1,21	1,80	1,64	2,14	1,54
<b>Leche de soja</b>	9,32	14,92	12,90	3,41	12,42
<b>Leche de avena</b>	4,35	2,29	1,56	11,55	3,03
<b>Pan blanco</b>	57,67	66,74	60,02	50,74	62,27
<b>Pan de molde (hamburguesa)</b>	16,34	8,03	8,20	17,47	11,40
<b>Arroz</b>	12,14	10,60	9,08	9,97	11,03
<b>Cereales de desayuno</b>	0,76	1,04	1,02	1,46	0,62
<b>Pasta alimenticia</b>	16,35	13,41	10,98	12,55	14,30
<b>Lentejas</b>	3,25	3,89	4,50	3,68	3,71
<b>Garbanzos</b>	2,62	2,03	2,59	1,93	2,33
<b>Aceite de oliva</b>	13,93	17,06	16,19	15,25	15,69
<b>Aceite de girasol</b>	2,19	1,58	1,53	0,87	1,82
<b>Brioche, pan de leche</b>	2,04	1,97	1,02	2,45	1,88
<b>Galletes maria</b>	6,68	5,98	4,25	6,90	6,05
<b>Magdalenes</b>	2,98	3,18	2,42	1,78	3,01
<b>Coc</b>	3,04	3,00	3,94	3,73	3,13
<b>Galletas maría</b>	1,51	1,03	0,13	1,06	1,12
<b>Cruasán</b>	3,68	2,29	1,06	3,77	2,70
<b>Salsa de tomate</b>	8,27	4,45	2,33	6,35	5,73
<b>Leche de continuación</b>	-	-	-	-	-
<b>Papillas de cereales</b>	-	-	-	-	-
<b>Potito de pollo</b>	-	-	-	-	-
<b>Potito de fruta</b>	-	-	-	-	-
<b>Potito de ternera</b>	-	-	-	-	-
<b>Potito de pescado</b>	-	-	-	-	-
<b>Cacao soluble</b>	1,56	0,53	0,30	1,35	0,92

### Anexo 3

## Resultados individuales de los 17 congéneres de PCDD/PCDF (pg/g) en los diferentes alimentos y sus equivalentes en pg OMS-TEQ/g

Tabla A3.1 Concentración de PCDD/F en carne y derivados (pg/g)

Congéneres	Carne de ternera	Carne de cerdo	Pollo	Jamón york	Salchicha de Fráncfort	Jamón serrano	Fiambre de pavo
<b>2,3,7,8-TCDD</b>	<0,003	<0,003	<0,004	<0,005	<0,004	<0,002	<0,004
<b>1,2,3,7,8-PeCDD</b>	<0,002	<0,003	<0,003	<0,004	0,005	0,002	<0,003
<b>1,2,3,4,7,8-HxCDD</b>	0,004	0,004	0,004	0,005	0,006	0,005	0,003
<b>1,2,3,6,7,8-HxCDD</b>	0,006	<0,003	<0,003	<0,007	0,007	0,004	<0,003
<b>1,2,3,7,8,9-HxCDD</b>	0,002	<0,003	<0,003	<0,005	<0,003	0,003	<0,003
<b>1,2,3,4,6,7,8-HpCDD</b>	0,025	0,008	0,020	0,007	0,040	0,038	0,006
<b>OCDD</b>	0,057	0,044	0,063	0,042	0,233	0,195	0,031
<b>2,3,7,8-TCDF</b>	<0,003	0,004	<0,004	<0,004	0,009	0,005	0,005
<b>1,2,3,7,8-PeCDF</b>	<0,003	<0,003	<0,003	<0,004	0,003	<0,002	<0,003
<b>2,3,4,7,8-PeCDF</b>	0,006	<0,003	<0,003	<0,003	0,011	0,005	<0,003
<b>1,2,3,4,7,8-HxCDF</b>	0,004	0,003	0,003	0,013	0,011	0,020	<0,002
<b>1,2,3,6,7,8-HxCDF</b>	<0,002	<0,002	0,002	<0,003	0,006	0,009	<0,002
<b>2,3,4,6,7,8-HxCDF</b>	0,003	<0,002	<0,002	<0,003	0,005	0,009	<0,002
<b>1,2,3,7,8,9-HxCDF</b>	<0,003	<0,002	<0,003	<0,004	<0,004	<0,004	<0,003
<b>1,2,3,4,6,7,8-HpCDF</b>	0,008	0,004	0,006	0,006	0,014	0,075	0,004
<b>1,2,3,4,7,8,9-HpCDF</b>	<0,005	<0,003	<0,003	<0,006	<0,003	0,017	<0,004
<b>OCDF</b>	<0,004	<0,006	0,008	<0,008	0,013	0,093	<0,006
<b>pg OMS-TEQ/g</b>	0,007	0,005	0,006	0,008	0,015	0,011	0,005

Tabla A3.2 Concentración de PCDD/F en pescado y marisco (pg/g)

Congènere	Bacalao	Dorada	Atún	Atún en conserva	Boquerón	Emperador	Salmón
<b>2,3,7,8-TCDD</b>	<0,014	<0,014	<0,007	<0,006	0,020	0,006	0,019
<b>1,2,3,7,8-PeCDD</b>	<0,011	0,023	0,007	<0,005	0,035	0,016	0,032
<b>1,2,3,4,7,8-HxCDD</b>	<0,011	<0,010	0,007	0,006	0,013	0,009	0,011
<b>1,2,3,6,7,8-HxCDD</b>	<0,012	<0,010	0,006	<0,005	0,033	0,015	0,019
<b>1,2,3,7,8,9-HxCDD</b>	<0,011	<0,010	<0,005	<0,005	0,010	<0,005	0,007
<b>1,2,3,4,6,7,8-HpCDD</b>	<0,010	<0,009	0,006	<0,012	0,035	0,011	0,016
<b>OCDD</b>	<0,024	0,029	0,024	<0,038	0,063	0,030	0,030
<b>2,3,7,8-TCDF</b>	0,041	0,208	0,061	0,009	0,094	0,102	0,386
<b>1,2,3,7,8-PeCDF</b>	<0,012	0,032	0,011	0,005	0,036	0,042	0,043
<b>2,3,4,7,8-PeCDF</b>	0,013	0,088	0,038	0,006	0,116	0,067	0,110
<b>1,2,3,4,7,8-HxCDF</b>	<0,006	0,012	<0,005	0,004	0,015	0,008	0,011
<b>1,2,3,6,7,8-HxCDF</b>	<0,006	<0,007	0,005	<0,003	0,011	0,008	0,009
<b>2,3,4,6,7,8-HxCDF</b>	<0,006	<0,008	0,006	<0,004	0,017	0,007	0,014
<b>1,2,3,7,8,9-HxCDF</b>	<0,008	<0,010	<0,006	<0,005	<0,005	<0,006	<0,006
<b>1,2,3,4,6,7,8-HpCDF</b>	<0,009	<0,006	0,005	<0,019	0,010	0,006	<0,005
<b>1,2,3,4,7,8,9-HpCDF</b>	<0,012	<0,010	<0,007	<0,035	<0,006	<0,006	<0,007
<b>OCDF</b>	<0,016	<0,013	0,012	<0,016	0,014	0,009	<0,012
<b>pg OMS-TEQ/g</b>	0,024	0,082	0,032	0,011	0,111	0,059	0,131

Tabla A3.3 Concentración de PCDD/F en pescado y marisco (pg/g) (continuación)

Congènere	Merluza	Rape	Lenguado	Sepia	Calamar	Lubina	Mejillón	Panga
<b>2,3,7,8-TCDD</b>	<0,006	<0,008	0,012	<0,013	0,022	0,012	0,025	<0,007
<b>1,2,3,7,8-PeCDD</b>	0,008	0,010	0,020	0,017	0,039	0,017	0,029	<0,006
<b>1,2,3,4,7,8-HxCDD</b>	0,008	0,010	0,013	<0,010	0,017	0,009	0,017	0,009
<b>1,2,3,6,7,8-HxCDD</b>	0,016	0,019	0,018	<0,010	0,030	0,009	0,034	<0,007
<b>1,2,3,7,8,9-HxCDD</b>	0,006	0,008	0,007	<0,010	0,013	<0,006	0,029	<0,006
<b>1,2,3,4,6,7,8-HpCDD</b>	0,021	0,033	0,018	0,017	0,034	0,013	0,184	0,016
<b>OCDD</b>	0,048	0,058	0,033	0,043	0,038	0,024	0,614	0,049
<b>2,3,7,8-TCDF</b>	0,040	0,027	0,107	0,031	0,380	0,190	0,820	0,008
<b>1,2,3,7,8-PeCDF</b>	0,022	0,011	0,023	0,022	0,072	0,036	0,050	<0,006
<b>2,3,4,7,8-PeCDF</b>	0,026	0,041	0,010	0,016	0,182	0,082	0,126	<0,007
<b>1,2,3,4,7,8-HxCDF</b>	0,011	0,022	<0,004	<0,008	0,031	0,012	0,023	<0,003
<b>1,2,3,6,7,8-HxCDF</b>	0,008	0,014	0,005	0,007	0,017	0,006	0,014	<0,003
<b>2,3,4,6,7,8-HxCDF</b>	0,011	0,015	<0,004	<0,008	0,021	0,008	0,019	<0,004
<b>1,2,3,7,8,9-HxCDF</b>	<0,007	<0,010	<0,005	<0,011	<0,013	<0,007	<0,012	<0,006
<b>1,2,3,4,6,7,8-HpCDF</b>	0,011	0,020	0,005	0,011	0,016	0,008	0,039	0,007
<b>1,2,3,4,7,8,9-HpCDF</b>	<0,008	<0,009	<0,008	<0,013	<0,008	<0,009	<0,008	<0,010
<b>OCDF</b>	<0,013	<0,016	<0,014	<0,020	<0,014	<0,019	0,049	<0,015
<b>pg OMS-TEQ/g</b>	0,031	0,039	0,052	0,036	0,171	0,079	0,192	0,011

Tabla A3.4. Concentración de PCDD/F en huevos, leche y análogos de la leche (pg/g)

Congènere	Huevos de gallina	Leche entera	Leche semidesnatada	Leche de soja	Leche de avena
<b>2,3,7,8-TCDD</b>	0,044	<0,004	<0,003	<0,005	<0,005
<b>1,2,3,7,8-PeCDD</b>	0,015	0,003	<0,003	<0,004	<0,005
<b>1,2,3,4,7,8-HxCDD</b>	0,008	0,004	0,003	<0,006	<0,007
<b>1,2,3,6,7,8-HxCDD</b>	0,012	0,005	0,003	<0,006	<0,007
<b>1,2,3,7,8,9-HxCDD</b>	<0,005	0,004	0,002	<0,006	<0,007
<b>1,2,3,4,6,7,8-HpCDD</b>	0,023	0,01	0,004	<0,007	<0,009
<b>OCDD</b>	0,046	0,021	0,013	0,019	0,014
<b>2,3,7,8-TCDF</b>	0,031	<0,003	<0,003	<0,005	<0,005
<b>1,2,3,7,8-PeCDF</b>	0,012	<0,003	<0,002	<0,004	<0,004
<b>2,3,4,7,8-PeCDF</b>	0,009	0,006	0,003	<0,003	<0,004
<b>1,2,3,4,7,8-HxCDF</b>	0,011	0,004	0,002	<0,003	<0,004
<b>1,2,3,6,7,8-HxCDF</b>	<0,005	0,004	<0,002	<0,003	<0,003
<b>2,3,4,6,7,8-HxCDF</b>	<0,006	0,003	<0,002	<0,003	<0,004
<b>1,2,3,7,8,9-HxCDF</b>	<0,007	<0,002	<0,002	<0,005	<0,006
<b>1,2,3,4,6,7,8-HpCDF</b>	0,007	0,004	0,003	<0,005	<0,004
<b>1,2,3,4,7,8,9-HpCDF</b>	<0,006	<0,003	<0,003	<0,007	<0,008
<b>OCDF</b>	0,008	<0,006	<0,005	<0,008	<0,012
<b>pg OMS-TEQ/g</b>	0,069	0,009	0,005	0,007	0,008



Tabla A3.5. Concentración de PCDD/F en derivados lácteos (pg/g)

Congènere	Yogur natural	Yogur de sabores	Flan y natillas	Queso fresco	Queso al corte	Queso semicurado
<b>2,3,7,8-TCDD</b>	<0,003	<0,003	<0,006	<0,031	<0,009	<0,006
<b>1,2,3,7,8-PeCDD</b>	<0,003	<0,002	<0,005	<0,024	0,014	0,012
<b>1,2,3,4,7,8-HxCDD</b>	0,004	0,004	<0,004	<0,021	0,011	0,010
<b>1,2,3,6,7,8-HxCDD</b>	0,004	<0,004	<0,004	<0,021	0,025	0,016
<b>1,2,3,7,8,9-HxCDD</b>	<0,003	<0,003	<0,004	<0,021	0,011	0,011
<b>1,2,3,4,6,7,8-HpCDD</b>	0,013	0,007	0,007	0,033	0,046	0,034
<b>OCDD</b>	0,018	0,010	0,009	<0,036	0,052	0,077
<b>2,3,7,8-TCDF</b>	<0,003	<0,003	0,006	<0,028	0,009	<0,006
<b>1,2,3,7,8-PeCDF</b>	<0,003	<0,003	<0,005	<0,025	<0,008	<0,007
<b>2,3,4,7,8-PeCDF</b>	0,005	<0,003	<0,004	<0,024	0,038	0,030
<b>1,2,3,4,7,8-HxCDF</b>	0,002	<0,002	<0,003	<0,019	0,022	0,020
<b>1,2,3,6,7,8-HxCDF</b>	<0,002	0,002	<0,003	<0,018	0,017	0,015
<b>2,3,4,6,7,8-HxCDF</b>	<0,002	<0,002	<0,003	<0,023	0,012	0,010
<b>1,2,3,7,8,9-HxCDF</b>	<0,003	<0,003	<0,004	<0,026	<0,009	<0,013
<b>1,2,3,4,6,7,8-HpCDF</b>	0,003	<0,002	0,003	<0,014	0,012	<0,013
<b>1,2,3,4,7,8,9-HpCDF</b>	<0,004	<0,004	<0,004	<0,023	<0,008	<0,022
<b>OCDF</b>	<0,006	<0,006	<0,008	<0,047	<0,013	<0,016
<b>pg OMS-TEQ/g</b>	0,006	0,005	0,008	0,041	0,042	0,034

Tabla A3.6 Concentración de PCDD/F en verduras y tubérculos (pg/g)

Congènere	Lechuga	Tomate	Calabacín	Judía verde	Cebolla	Puerro	Zanahoria	Patata
<b>2,3,7,8-TCDD</b>	<0,003	<0,002	<0,004	<0,002	<0,002	<0,001	<0,002	<0,002
<b>1,2,3,7,8-PeCDD</b>	<0,002	<0,003	<0,003	<0,002	<0,002	<0,001	<0,001	<0,002
<b>1,2,3,4,7,8-HxCDD</b>	0,004	0,003	0,005	0,003	0,005	0,003	0,004	0,003
<b>1,2,3,6,7,8-HxCDD</b>	<0,003	<0,003	<0,005	<0,002	0,005	<0,002	<0,001	<0,002
<b>1,2,3,7,8,9-HxCDD</b>	<0,002	<0,003	<0,005	<0,002	0,003	<0,002	<0,001	<0,002
<b>1,2,3,4,6,7,8-HpCDD</b>	0,005	0,009	0,055	0,006	0,015	0,003	0,002	0,003
<b>OCDD</b>	0,024	0,019	0,021	0,023	0,047	0,012	0,016	0,010
<b>2,3,7,8-TCDF</b>	0,003	0,013	0,012	0,004	0,003	<0,002	<0,002	<0,002
<b>1,2,3,7,8-PeCDF</b>	<0,002	<0,003	<0,005	<0,002	<0,002	<0,001	<0,002	<0,002
<b>2,3,4,7,8-PeCDF</b>	<0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	<0,001	<0,002	<0,002
<b>1,2,3,4,7,8-HxCDF</b>	<0,002	0,004	0,006	0,003	0,003	<0,0007	<0,001	<0,001
<b>1,2,3,6,7,8-HxCDF</b>	<0,002	<0,002	<0,003	0,002	0,002	<0,0007	<0,001	<0,001
<b>2,3,4,6,7,8-HxCDF</b>	<0,002	<0,003	<0,003	<0,002	<0,002	<0,0008	<0,001	<0,001
<b>1,2,3,7,8,9-HxCDF</b>	<0,003	<0,004	<0,004	<0,002	<0,003	<0,001	<0,001	<0,002
<b>1,2,3,4,6,7,8-HpCDF</b>	0,003	0,006	0,018	0,003	0,005	<0,001	0,001	0,002
<b>1,2,3,4,7,8,9-HpCDF</b>	<0,005	<0,004	<0,006	<0,004	<0,004	<0,002	<0,001	<0,002
<b>OCDF</b>	<0,015	0,011	<0,013	<0,007	<0,006	0,003	0,006	<0,005
<b>pg OMS-TEQ/g</b>	0,004	0,007	0,030	0,004	0,006	0,002	0,003	0,003

Tabla A3.7 Concentración de PCDD/F en fruta (pg/g)

Congènere	Manzana	Naranja	Pera	Plátano	Mandarina
<b>2,3,7,8-TCDD</b>	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,009
<b>1,2,3,7,8-PeCDD</b>	<0,001	<0,002	<0,002	<0,001	<0,002
<b>1,2,3,4,7,8-HxCDD</b>	0,003	0,004	0,004	0,004	0,005
<b>1,2,3,6,7,8-HxCDD</b>	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,004
<b>1,2,3,7,8,9-HxCDD</b>	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,003
<b>1,2,3,4,6,7,8-HpCDD</b>	0,005	0,005	0,004	<0,003	0,004
<b>OCDD</b>	0,024	0,026	0,021	<0,017	0,023
<b>2,3,7,8-TCDF</b>	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,003
<b>1,2,3,7,8-PeCDF</b>	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,003
<b>2,3,4,7,8-PeCDF</b>	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
<b>1,2,3,4,7,8-HxCDF</b>	0,002	<0,002	<0,001	<0,001	0,002
<b>1,2,3,6,7,8-HxCDF</b>	<0,001	<0,002	<0,001	<0,001	<0,002
<b>2,3,4,6,7,8-HxCDF</b>	<0,001	<0,002	<0,002	<0,001	<0,002
<b>1,2,3,7,8,9-HxCDF</b>	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,004
<b>1,2,3,4,6,7,8-HpCDF</b>	0,005	0,003	0,002	0,002	0,003
<b>1,2,3,4,7,8,9-HpCDF</b>	<0,002	<0,003	<0,002	<0,003	<0,004
<b>OCDF</b>	0,015	0,010	0,008	0,008	<0,010
<b>pg OMS-TEQ/g</b>	0,003	0,004	0,003	0,003	0,008

Tabla A3.8. Concentración de PCDD/F en pan, cereales y legumbres (pg/g)

Congènere	Pan blanco	Pan de molde	Arroz	Pasta alimentaria	Lentejas	Garbanzos
<b>2,3,7,8-TCDD</b>	<0,002	<0,003	<0,003	<0,009	<0,002	<0,003
<b>1,2,3,7,8-PeCDD</b>	<0,003	<0,002	<0,002	<0,001	<0,002	<0,003
<b>1,2,3,4,7,8-HxCDD</b>	0,006	0,005	0,004	0,004	0,002	0,003
<b>1,2,3,6,7,8-HxCDD</b>	0,004	<0,002	<0,003	<0,002	<0,002	<0,002
<b>1,2,3,7,8,9-HxCDD</b>	0,005	<0,002	<0,003	<0,002	<0,002	<0,002
<b>1,2,3,4,6,7,8-HpCDD</b>	0,041	0,009	<0,003	0,005	<0,003	<0,003
<b>OCDD</b>	0,108	0,055	0,017	0,03	<0,011	<0,014
<b>2,3,7,8-TCDF</b>	0,004	0,004	<0,003	<0,004	0,004	0,004
<b>1,2,3,7,8-PeCDF</b>	0,003	<0,003	<0,002	<0,004	<0,002	<0,003
<b>2,3,4,7,8-PeCDF</b>	0,003	<0,003	<0,002	0,003	<0,002	<0,004
<b>1,2,3,4,7,8-HxCDF</b>	0,003	0,003	<0,002	0,002	<0,001	<0,002
<b>1,2,3,6,7,8-HxCDF</b>	0,001	<0,002	<0,002	0,001	<0,001	<0,002
<b>2,3,4,6,7,8-HxCDF</b>	0,002	<0,002	<0,002	0,001	<0,002	<0,002
<b>1,2,3,7,8,9-HxCDF</b>	<0,002	<0,003	<0,003	0,002	<0,002	<0,003
<b>1,2,3,4,6,7,8-HpCDF</b>	0,004	0,004	0,003	0,003	<0,002	<0,002
<b>1,2,3,4,7,8,9-HpCDF</b>	<0,003	<0,004	<0,003	<0,002	<0,003	<0,004
<b>OCDF</b>	0,008	0,009	<0,009	0,011	<0,008	<0,012
<b>pg OMS-TEQ/g</b>	0,007	0,005	0,004	0,007	0,004	0,005

Tabla A3.9. Concentración de PCDD/F en aceites y grasas, salsa de tomate y cacao soluble (pg/g)

Congènere	Aceite de oliva	Aceite de girasol	Salsa de tomate	Cacao soluble
<b>2,3,7,8-TCDD</b>	<0,069	<0,047	<0,005	<0,003
<b>1,2,3,7,8-PeCDD</b>	<0,066	<0,044	<0,002	<0,002
<b>1,2,3,4,7,8-HxCDD</b>	<0,074	<0,055	0,003	<0,004
<b>1,2,3,6,7,8-HxCDD</b>	<0,071	<0,055	<0,002	<0,004
<b>1,2,3,7,8,9-HxCDD</b>	<0,071	<0,054	<0,002	<0,003
<b>1,2,3,4,6,7,8-HpCDD</b>	<0,116	<0,089	0,007	0,024
<b>OCDD</b>	<0,374	<0,33	0,047	0,267
<b>2,3,7,8-TCDF</b>	0,093	0,069	<0,002	0,005
<b>1,2,3,7,8-PeCDF</b>	<0,057	<0,05	<0,002	<0,002
<b>2,3,4,7,8-PeCDF</b>	<0,06	<0,051	<0,002	<0,002
<b>1,2,3,4,7,8-HxCDF</b>	0,048	0,034	0,002	0,002
<b>1,2,3,6,7,8-HxCDF</b>	<0,045	<0,032	<0,001	<0,002
<b>2,3,4,6,7,8-HxCDF</b>	<0,051	<0,035	<0,001	<0,002
<b>1,2,3,7,8,9-HxCDF</b>	<0,064	<0,043	<0,002	<0,003
<b>1,2,3,4,6,7,8-HpCDF</b>	0,057	<0,041	0,01	0,004
<b>1,2,3,4,7,8,9-HpCDF</b>	<0,081	<0,057	<0,002	<0,004
<b>OCDF</b>	<0,36	<0,315	0,006	<0,013
<b>pg OMS-TEQ/g</b>	0,112	0,079	0,005	0,005

Tabla A3.10 Concentración de PCDD/F en bollería (pg/g)

Congènere	Cereales de desayuno	Pan de leche	Galletas María	Madalenas	Bizcocho	Galletas de chocolate	Cruasán
<b>2,3,7,8-TCDD</b>	<0,004	<0,004	<0,005	0,003	0,003	<0,002	<0,010
<b>1,2,3,7,8-PeCDD</b>	<0,004	<0,003	<0,005	<0,003	0,002	<0,002	<0,005
<b>1,2,3,4,7,8-HxCDD</b>	0,005	0,006	<0,006	0,003	0,004	0,003	0,006
<b>1,2,3,6,7,8-HxCDD</b>	<0,004	0,006	<0,006	<0,003	<0,002	0,004	0,008
<b>1,2,3,7,8,9-HxCDD</b>	<0,004	0,009	<0,006	<0,003	0,003	0,004	0,009
<b>1,2,3,4,6,7,8-HpCDD</b>	0,010	0,045	0,034	0,009	0,015	0,045	0,056
<b>OCDD</b>	0,445	1,800	3,034	0,090	0,539	1,995	2,989
<b>2,3,7,8-TCDF</b>	0,007	0,006	0,010	0,012	0,012	0,012	0,008
<b>1,2,3,7,8-PeCDF</b>	<0,003	<0,004	<0,004	0,004	0,003	0,002	<0,005
<b>2,3,4,7,8-PeCDF</b>	0,004	0,005	<0,004	0,005	0,004	0,006	0,007
<b>1,2,3,4,7,8-HxCDF</b>	0,003	0,004	0,005	0,005	0,004	0,005	0,007
<b>1,2,3,6,7,8-HxCDF</b>	0,002	0,003	0,003	<0,002	0,002	0,003	0,004
<b>2,3,4,6,7,8-HxCDF</b>	<0,003	0,003	0,003	<0,002	0,002	0,003	0,004
<b>1,2,3,7,8,9-HxCDF</b>	<0,003	<0,004	<0,004	<0,002	<0,008	<0,006	<0,002
<b>1,2,3,4,6,7,8-HpCDF</b>	0,003	0,004	0,004	0,004	0,003	0,006	0,007
<b>1,2,3,4,7,8,9-HpCDF</b>	<0,004	<0,005	<0,005	<0,003	<0,003	<0,002	<0,003
<b>OCDF</b>	<0,018	<0,013	<0,016	0,005	<0,004	0,007	0,007
<b>pg OMS-TEQ/g</b>	0,007	0,010	0,010	0,009	0,010	0,009	0,016

Tabla A3.11 Concentración de PCDD/F en alimentos infantiles (pg/g)

Congènere	Leche de continuación	Papillas de cereales	Potito de pollo	Potito de fruta	Potito de ternera	Potito de pescado
<b>2,3,7,8-TCDD</b>	<0,003	<0,004	<0,001	0,003	<0,002	<0,003
<b>1,2,3,7,8-PeCDD</b>	<0,003	<0,003	<0,001	<0,003	<0,002	<0,003
<b>1,2,3,4,7,8-HxCDD</b>	<0,003	0,003	0,002	0,003	0,003	0,003
<b>1,2,3,6,7,8-HxCDD</b>	<0,003	<0,003	0,002	<0,002	<0,002	<0,003
<b>1,2,3,7,8,9-HxCDD</b>	<0,003	<0,003	<0,001	<0,002	<0,002	<0,003
<b>1,2,3,4,6,7,8-HpCDD</b>	<0,004	<0,003	0,012	0,002	0,006	0,006
<b>OCDD</b>	0,052	0,013	0,039	0,014	0,022	0,025
<b>2,3,7,8-TCDF</b>	<0,003	<0,003	0,002	0,008	0,005	0,010
<b>1,2,3,7,8-PeCDF</b>	<0,003	<0,003	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002
<b>2,3,4,7,8-PeCDF</b>	<0,003	<0,003	<0,001	0,004	0,003	0,004
<b>1,2,3,4,7,8-HxCDF</b>	<0,002	<0,002	0,002	0,003	0,003	0,003
<b>1,2,3,6,7,8-HxCDF</b>	<0,003	<0,002	0,001	<0,001	<0,002	0,002
<b>2,3,4,6,7,8-HxCDF</b>	<0,003	<0,002	<0,001	<0,001	<0,002	<0,002
<b>1,2,3,7,8,9-HxCDF</b>	<0,004	<0,002	<0,001	<0,002	<0,002	<0,003
<b>1,2,3,4,6,7,8-HpCDF</b>	0,003	<0,002	0,004	<0,002	0,005	0,004
<b>1,2,3,4,7,8,9-HpCDF</b>	<0,005	<0,003	<0,001	<0,002	<0,004	<0,005
<b>OCDF</b>	<0,010	<0,008	0,005	<0,007	<0,007	<0,009
<b>pg OMS-TEQ/g</b>	0,005	0,005	0,003	0,007	0,005	0,006

## Anexo 4

### Resultados individuales de los 18 congéneres de PCB y los subtotales de DL-PCB, expresados en sus equivalentes tóxicos (pg OMS-TEQ/g), y de NDL-PCB (ng/g)

Tabla A4.1 Concentración de DL-PCB y NDL-PCB en carne y derivados (pg/g)

Congéneres	Carne de ternera	Carne de cerdo	Pollo	Jamón york	Salchicha de Fráncfort	Jamón serrano	Fiambre de pavo
<b>DL-PCB</b>							
<b>PCB 81</b>	<0,048	<0,087	<0,023	<0,027	0,079	0,058	<0,019
<b>PCB 77</b>	0,125	0,123	0,228	0,073	0,297	0,189	0,118
<b>PCB 123</b>	0,185	0,113	0,067	0,042	0,233	0,047	0,068
<b>PCB 118</b>	9,267	3,021	3,142	2,092	12,690	4,783	3,296
<b>PCB 114</b>	0,256	0,105	0,087	0,068	0,362	0,141	0,089
<b>PCB 105</b>	2,176	0,834	1,122	0,484	3,538	1,111	1,132
<b>PCB 126</b>	0,069	<0,075	<0,021	<0,019	0,054	0,035	0,020
<b>PCB 167</b>	0,487	0,156	0,156	0,115	0,630	0,266	0,210
<b>PCB 156</b>	1,016	0,632	0,411	0,452	2,529	1,126	0,421
<b>PCB 157</b>	0,212	0,118	0,082	0,089	0,477	0,226	0,088
<b>PCB 169</b>	<0,036	<0,054	<0,016	<0,015	0,027	<0,016	<0,011
<b>PCB 189</b>	0,146	0,085	0,042	0,060	0,271	0,165	0,054
<b>TOTAL DL-PCB (pg OMS-TEQ/g)</b>	<b>0,008</b>	<b>0,005</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,007</b>	<b>0,004</b>	<b>0,002</b>
<b>NDL-PCB</b>							
<b>PCB 28</b>	0,006	0,005	0,009	0,004	0,007	0,004	0,004
<b>PCB 52</b>	0,007	0,008	0,01	0,01	0,02	0,02	0,007
<b>PCB 101</b>	0,003	0,004	0,005	0,006	0,01	0,005	0,003
<b>PCB 153</b>	0,02	0,01	0,009	0,01	0,04	0,02	0,01
<b>PCB 138</b>	0,02	0,01	0,009	0,01	0,04	0,02	0,009
<b>PCB 180</b>	0,01	0,007	0,004	0,005	0,02	0,01	0,005
<b>TOTAL NDL-PCB (ng/g)</b>	<b>0,069</b>	<b>0,050</b>	<b>0,047</b>	<b>0,049</b>	<b>0,150</b>	<b>0,078</b>	<b>0,038</b>



Tabla A4.2 Concentración de DL-PCB y NDL-PCB en pescado y marisco (pg/g)

Congènere	Bacalao	Dorada	Atún	Atún en conserva	Boquerón	Emperador	Salmón
<b>DL-PCB</b>							
<b>PCB 81</b>	0,388	2,937	1,214	<0,173	4,247	1,907	7,623
<b>PCB 77</b>	0,792	8,991	3,434	0,298	9,838	2,688	17,183
<b>PCB 123</b>	0,972	11,053	4,074	0,213	14,732	5,646	10,861
<b>PCB 118</b>	41,846	377,281	219,703	16,459	633,958	232,201	558,764
<b>PCB 114</b>	0,875	6,771	4,130	0,409	9,361	5,146	10,591
<b>PCB 105</b>	14,713	111,359	58,051	4,936	186,599	65,513	177,714
<b>PCB 126</b>	0,367	3,814	3,496	0,197	14,148	3,462	4,456
<b>PCB 167</b>	2,402	34,447	32,094	1,681	80,568	24,435	36,361
<b>PCB 156</b>	3,666	50,139	48,893	2,277	130,017	31,595	56,325
<b>PCB 157</b>	1,198	12,530	10,207	0,496	27,333	8,474	15,413
<b>PCB 169</b>	0,068	0,654	0,846	0,125	1,089	2,188	0,735
<b>PCB 189</b>	0,344	8,382	13,003	0,325	24,957	3,700	6,798
<b>TOTAL DL-PCB (pg OMS-TEQ/g)</b>	<b>0,041</b>	<b>0,421</b>	<b>0,387</b>	<b>0,024</b>	<b>1,483</b>	<b>0,424</b>	<b>0,498</b>
<b>NDL-PCB</b>							
<b>PCB 28</b>	0,02	0,08	0,01	0,004	0,02	0,02	0,16
<b>PCB 52</b>	0,04	0,15	0,04	0,01	0,10	0,08	0,36
<b>PCB 101</b>	0,04	0,40	0,29	0,02	0,55	0,34	0,87
<b>PCB 153</b>	0,14	1,99	2,17	0,09	2,64	1,09	1,70
<b>PCB 138</b>	0,11	1,50	1,52	0,08	2,31	0,94	1,61
<b>PCB 180</b>	0,03	0,81	1,08	0,04	1,59	0,45	0,49
<b>TOTAL NDL-PCB (ng/g)</b>	<b>0,386</b>	<b>4,934</b>	<b>5,111</b>	<b>0,245</b>	<b>7,216</b>	<b>2,922</b>	<b>5,191</b>

Tabla A4.3. Concentración de DL-PCB y NDL-PCB en pescado y marisco (pg/g)  
(continuación)

Congènere	Merluza	Rape	Lenguado	Sepia	Calamar	Lubina	Mejillón	Panga
<b>DL-PCB</b>								
<b>PCB 81</b>	1,323	<0,551	1,175	<0,177	1,276	2,561	1,704	<0,226
<b>PCB 77</b>	2,323	<0,557	4,034	0,728	9,137	12,914	10,417	<0,224
<b>PCB 123</b>	3,185	0,880	2,515	1,426	6,115	4,758	3,723	<0,176
<b>PCB 118</b>	358,422	20,238	206,393	29,335	436,817	490,361	160,645	1,042
<b>PCB 114</b>	6,353	1,998	1,887	0,766	5,504	8,365	2,210	<0,156
<b>PCB 105</b>	111,529	9,271	53,877	2,259	110,025	146,103	49,194	0,432
<b>PCB 126</b>	3,915	1,675	0,977	0,212	4,608	5,450	2,470	<0,227
<b>PCB 167</b>	58,918	15,241	16,912	13,102	42,008	51,169	16,826	<0,118
<b>PCB 156</b>	73,477	35,728	14,001	7,890	60,749	88,375	15,591	<0,122
<b>PCB 157</b>	16,686	8,964	6,887	1,390	16,432	19,763	3,503	<0,117
<b>PCB 169</b>	6,421	0,305	0,268	0,252	0,612	0,822	0,277	<0,188
<b>PCB 189</b>	16,954	10,077	4,372	10,174	12,291	23,191	2,442	<0,099
<b>TOTAL DL-PCB (pg OMS-TE- Q/g)</b>	<b>0,604</b>	<b>0,180</b>	<b>0,116</b>	<b>0,031</b>	<b>0,501</b>	<b>0,597</b>	<b>0,265</b>	<b>0,014</b>
<b>NDL-PCB</b>								
<b>PCB 28</b>	0,01	0,003	0,03	0,002	0,01	0,09	0,02	0,003
<b>PCB 52</b>	0,05	0,01	0,06	0,005	0,05	0,23	0,05	0,004
<b>PCB 101</b>	0,34	0,03	0,25	0,04	0,29	0,68	0,24	0,007
<b>PCB 153</b>	2,29	1,16	1,11	0,71	1,63	2,64	0,97	0,01
<b>PCB 138</b>	1,74	0,29	0,84	0,25	1,33	2,03	0,66	0,01
<b>PCB 180</b>	1,24	0,72	0,38	0,38	0,48	1,44	0,07	0,008
<b>TOTAL NDL- PCB (ng/g)</b>	<b>5,672</b>	<b>2,208</b>	<b>2,660</b>	<b>1,390</b>	<b>3,802</b>	<b>7,107</b>	<b>2,004</b>	<b>0,047</b>

Tabla A4.4 Concentración de DL-PCB y NDL-PCB en huevos, leche y análogos de la leche (pg/g)

Congènere	Huevos de gallina	Leche entera	Leche semi-desnatada	Leche de soja	Llet de Leche de avena
<b>DL-PCB</b>					
<b>PCB 81</b>	0,054	<0,019	<0,026	<0,016	<0,017
<b>PCB 77</b>	0,412	0,075	0,083	0,203	0,202
<b>PCB 123</b>	0,183	0,091	0,034	<0,019	<0,022
<b>PCB 118</b>	8,646	4,251	1,433	0,291	0,166
<b>PCB 114</b>	0,223	0,108	0,037	<0,017	<0,020
<b>PCB 105</b>	4,140	1,100	0,385	0,103	0,058
<b>PCB 126</b>	0,062	0,063	0,028	<0,019	<0,020
<b>PCB 167</b>	0,443	0,261	0,090	0,014	<0,014
<b>PCB 156</b>	1,007	0,512	0,174	0,024	0,016
<b>PCB 157</b>	0,222	0,115	0,043	<0,010	<0,013
<b>PCB 169</b>	0,094	<0,013	<0,018	<0,015	<0,017
<b>PCB 189</b>	0,102	0,061	0,026	<0,010	<0,011
<b>TOTAL DL-PCB (pg OMS-TEQ/g)</b>	<b>0,010</b>	<b>0,007</b>	<b>0,003</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>
<b>NDL-PCB</b>					
<b>PCB 28</b>	0,01	0,0007	0,0007	0,0005	0,001
<b>PCB 52</b>	0,007	0,002	0,002	0,0008	0,001
<b>PCB 101</b>	0,003	0,001	<0,0009	0,0007	0,001
<b>PCB 153</b>	0,01	0,01	0,008	0,0007	0,0008
<b>PCB 138</b>	0,02	0,01	0,007	0,0006	0,0009
<b>PCB 180</b>	0,007	0,006	0,004	0,0003	0,0005
<b>TOTAL NDL-PCB (ng/g)</b>	<b>0,057</b>	<b>0,033</b>	<b>0,021</b>	<b>0,004</b>	<b>0,006</b>

Tabla A4.5 Concentración de DL-PCB y NDL-PCB en derivados lácteos (pg/g)

Congènere	Yogur natural	Yogur de sabores	Flan y natillas	Queso fresco	Queso al corte	Queso semicurado
<b>DL-PCB</b>						
<b>PCB 81</b>	<0,070	<0,135	0,023	0,051	0,091	0,059
<b>PCB 77</b>	0,119	<0,140	0,117	0,201	0,286	0,188
<b>PCB 123</b>	0,097	<0,079	0,071	0,353	0,523	0,355
<b>PCB 118</b>	5,766	3,096	3,536	22,300	27,933	24,003
<b>PCB 114</b>	0,146	0,093	0,100	0,511	0,606	0,599
<b>PCB 105</b>	1,512	0,809	1,085	5,937	6,644	7,157
<b>PCB 126</b>	0,068	<0,120	0,039	0,259	0,374	0,433
<b>PCB 167</b>	0,348	0,200	0,205	1,291	1,610	1,816
<b>PCB 156</b>	0,686	0,392	0,416	2,689	3,151	4,141
<b>PCB 157</b>	0,133	0,079	0,086	0,535	0,668	0,770
<b>PCB 169</b>	<0,036	<0,105	<0,015	0,048	0,072	0,077
<b>PCB 189</b>	0,076	<0,062	0,051	0,303	0,347	0,614
<b>TOTAL DL-PCB (pg OMS-TEQ/g)</b>	<b>0,008</b>	<b>0,008</b>	<b>0,004</b>	<b>0,028</b>	<b>0,041</b>	<b>0,047</b>
<b>NDL-PCB</b>						
<b>PCB 28</b>	0,006	0,006	0,006	0,007	0,008	0,006
<b>PCB 52</b>	0,01	0,01	0,008	0,008	0,01	0,003
<b>PCB 101</b>	0,004	0,005	0,003	0,003	0,004	0,003
<b>PCB 153</b>	0,02	0,01	0,009	0,06	0,06	0,10
<b>PCB 138</b>	0,01	0,009	0,008	0,05	0,06	0,07
<b>PCB 180</b>	0,008	0,006	0,005	0,03	0,03	0,07
<b>TOTAL NDL-PCB (ng/g)</b>	<b>0,061</b>	<b>0,051</b>	<b>0,039</b>	<b>0,154</b>	<b>0,174</b>	<b>0,254</b>

Tabla A4.6 Concentración de DL-PCB y NDL-PCB en verduras y tubérculos (pg/g)

Congènere	Lechuga	Tomate	Calabacín	Judía verde	Cebolla	Puerro	Zanahoria	Patata
<b>DL-PCB</b>								
<b>PCB 81</b>	0,014	<0,019	0,128	<0,023	<0,014	<0,006	<0,007	<0,009
<b>PCB 77</b>	0,033	0,075	0,213	0,051	0,015	0,013	0,018	0,011
<b>PCB 123</b>	<0,011	<0,019	0,136	<0,029	<0,012	<0,005	<0,012	<0,008
<b>PCB 118</b>	0,429	0,443	2,370	0,264	0,186	0,140	0,264	0,117
<b>PCB 114</b>	<0,011	<0,018	0,081	<0,028	<0,012	<0,005	<0,010	<0,007
<b>PCB 105</b>	0,199	0,156	1,465	0,099	0,067	0,049	0,094	0,040
<b>PCB 126</b>	<0,009	<0,018	0,059	<0,031	<0,015	<0,006	<0,008	<0,009
<b>PCB 167</b>	0,029	0,024	0,292	<0,018	<0,011	0,008	0,010	<0,006
<b>PCB 156</b>	0,060	0,057	0,595	0,030	0,014	0,017	0,022	0,011
<b>PCB 157</b>	0,010	<0,011	0,095	<0,018	<0,011	<0,005	<0,006	<0,007
<b>PCB 169</b>	<0,006	<0,018	<0,014	<0,027	<0,013	<0,006	<0,007	<0,010
<b>PCB 189</b>	0,007	0,009	0,035	<0,0013	<0,007	<0,003	<0,004	<0,005
<b>TOTAL DL-PCB (pg OMS-TE-Q/g)</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,006</b>	<b>0,002</b>	<b>0,001</b>	<b>0,000</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>
<b>NDL-PCB</b>								
<b>PCB 28</b>	0,002	0,003	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,001
<b>PCB 52</b>	0,004	0,005	0,006	0,005	0,003	0,004	0,004	0,002
<b>PCB 101</b>	0,006	0,005	0,01	0,008	0,003	0,006	0,003	0,002
<b>PCB 153</b>	0,005	0,004	0,01	0,005	0,002	0,003	0,002	0,002
<b>PCB 138</b>	0,004	0,004	0,02	0,005	0,002	0,003	0,002	0,002
<b>PCB 180</b>	0,002	<0,002	0,007	<0,002	<0,002	<0,002	0,0005	0,0005
<b>TOTAL NDL-PCB (ng/g)</b>	<b>0,023</b>	<b>0,022</b>	<b>0,055</b>	<b>0,027</b>	<b>0,012</b>	<b>0,018</b>	<b>0,013</b>	<b>0,009</b>

Tabla A4.7 Concentración de DL-PCB y NDL-PCB en frutas (pg/g)

Congènere	Manzana	Naranja	Pera	Plátano	Mandarina
<b>DL-PCB</b>					
<b>PCB 81</b>	<0,011	<0,036	<0,043	<0,013	<0,025
<b>PCB 77</b>	<0,012	<0,039	<0,049	0,016	<0,027
<b>PCB 123</b>	<0,010	<0,030	<0,037	<0,016	<0,027
<b>PCB 118</b>	0,108	0,147	0,123	0,230	0,252
<b>PCB 114</b>	<0,009	<0,032	<0,038	<0,014	<0,025
<b>PCB 105</b>	0,036	0,056	0,045	0,090	0,097
<b>PCB 126</b>	<0,010	<0,039	<0,036	<0,011	<0,033
<b>PCB 167</b>	<0,006	<0,024	<0,026	<0,008	<0,017
<b>PCB 156</b>	0,011	<0,027	<0,027	0,015	<0,023
<b>PCB 157</b>	<0,007	<0,025	<0,027	<0,007	<0,019
<b>PCB 169</b>	<0,010	<0,074	<0,035	<0,010	<0,025
<b>PCB 189</b>	<0,006	<0,014	<0,019	<0,006	<0,013
<b>TOTAL DL-PCB (pg OMS-TEQ/g)</b>	<b>0,001</b>	<b>0,003</b>	<b>0,002</b>	<b>0,001</b>	<b>0,002</b>
<b>NDL-PCB</b>					
<b>PCB 28</b>	0,002	0,001	0,001	<0,002	<0,002
<b>PCB 52</b>	0,002	0,003	0,002	<0,003	0,003
<b>PCB 101</b>	0,003	0,004	0,003	<0,005	0,006
<b>PCB 153</b>	0,002	0,003	0,003	<0,004	0,005
<b>PCB 138</b>	0,002	0,003	0,003	<0,005	0,004
<b>PCB 180</b>	0,0007	0,0009	0,0009	<0,006	<0,008
<b>TOTAL NDL-PCB (ng/g)</b>	<b>0,012</b>	<b>0,015</b>	<b>0,012</b>	<b>0,013</b>	<b>0,023</b>

Tabla A4.8 Concentración de DL-PCB y NDL-PCB en pan y cereales y en legumbres (pg/g)

Congènere	Pan blanco	Pan de molde	Arroz	Pasta alimentaria
<b>DL-PCB</b>				
<b>PCB 81</b>	<0,027	0,039	<0,037	<0,036
<b>PCB 77</b>	0,076	0,202	0,134	0,136
<b>PCB 123</b>	<0,035	<0,023	<0,036	<0,038
<b>PCB 118</b>	0,899	1,035	0,310	0,486
<b>PCB 114</b>	<0,033	0,030	<0,032	<0,034
<b>PCB 105</b>	0,297	0,365	0,116	0,153
<b>PCB 126</b>	<0,022	<0,027	<0,029	<0,032
<b>PCB 167</b>	0,026	0,030	<0,022	0,027
<b>PCB 156</b>	0,063	0,072	0,026	0,051
<b>PCB 157</b>	<0,016	0,019	<0,021	<0,023
<b>PCB 169</b>	<0,020	<0,025	<0,037	<0,027
<b>PCB 189</b>	<0,011	<0,014	<0,015	<0,016
<b>TOTAL DL-PCB (pg OMS-TEQ/g)</b>	<b>0,001</b>	<b>0,002</b>	<b>0,002</b>	<b>0,002</b>
<b>NDL-PCB</b>				
<b>PCB 28</b>	0,003	0,009	<0,002	0,001
<b>PCB 52</b>	0,008	0,02	<0,003	0,002
<b>PCB 101</b>	0,01	0,01	<0,004	<0,003
<b>PCB 153</b>	0,007	0,008	<0,004	<0,003
<b>PCB 138</b>	0,006	0,006	<0,004	<0,003
<b>PCB 180</b>	0,002	<0,004	<0,006	<0,004
<b>TOTAL NDL-PCB (ng/g)</b>	<b>0,036</b>	<b>0,054</b>	<b>0,011</b>	<b>0,011</b>

Tabla A4.9 Concentración de DL-PCB y NDL-PCB en aceites y grasas (pg/g)

Congènere	Aceite de oliva	Aceite de girasol	Salsa de tomate	Cacao soluble
<b>DL-PCB</b>				
<b>PCB 81</b>	<0,252	0,247	<0,024	0,042
<b>PCB 77</b>	0,722	0,568	0,058	2,03
<b>PCB 123</b>	<0,213	0,265	<0,017	0,015
<b>PCB 118</b>	5,697	19,312	0,409	2,175
<b>PCB 114</b>	<0,199	0,540	<0,016	0,061
<b>PCB 105</b>	2,163	9,171	0,176	0,803
<b>PCB 126</b>	<0,215	<0,186	<0,019	0,009
<b>PCB 167</b>	0,344	0,737	0,025	0,083
<b>PCB 156</b>	0,647	2,267	0,046	0,19
<b>PCB 157</b>	<0,165	0,485	<0,012	0,029
<b>PCB 169</b>	<0,256	<0,136	<0,016	<0,007
<b>PCB 189</b>	0,170	0,124	0,009	0,016
<b>TOTAL DL-PCB (pg OMS-TEQ/g)</b>	<b>0,015</b>	<b>0,012</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>
<b>NDL-PCB</b>				
<b>PCB 28</b>	0,008	<0,005	<0,003	0,008
<b>PCB 52</b>	0,008	0,007	0,006	0,009
<b>PCB 101</b>	0,009	0,01	<0,006	0,01
<b>PCB 153</b>	0,01	0,01	<0,004	0,008
<b>PCB 138</b>	0,02	0,02	<0,005	0,009
<b>PCB 180</b>	0,01	<0,009	<0,006	<0,003
<b>TOTAL NDL-PCB (ng/g)</b>	<b>0,065</b>	<b>0,060</b>	<b>0,019</b>	<b>0,046</b>



Tabla A4.10 Concentración de DL-PCB y NDL-PCB en bollería (pg/g)

Congènere	Cereales de desayuno	Pan de leche	Galletas María	Madalenas	Bizcocho	Galletas de chocolate	Cruasán
<b>DL-PCB</b>							
<b>PCB 81</b>	0,025	0,037	<0,059	0,087	<0,112	0,103	<0,038
<b>PCB 77</b>	0,174	0,237	0,180	0,299	0,263	0,402	0,153
<b>PCB 123</b>	<0,015	0,031	<0,056	<0,060	<0,102	0,073	0,109
<b>PCB 118</b>	0,976	3,843	1,112	8,231	5,510	5,787	6,589
<b>PCB 114</b>	0,026	0,095	<0,052	0,228	0,153	0,132	0,163
<b>PCB 105</b>	0,322	1,078	0,349	3,891	2,439	1,848	1,653
<b>PCB 126</b>	<0,015	0,031	<0,044	<0,059	<0,039	0,053	0,067
<b>PCB 167</b>	0,032	0,200	0,038	0,347	0,214	0,331	0,455
<b>PCB 156</b>	0,066	0,397	0,086	1,010	0,602	0,731	1,022
<b>PCB 157</b>	0,013	0,091	<0,028	0,217	0,129	0,141	0,241
<b>PCB 169</b>	<0,011	<0,014	<0,040	<0,037	<0,028	<0,025	<0,028
<b>PCB 189</b>	0,007	0,042	<0,024	0,078	0,046	0,080	0,100
<b>TOTAL DL-PCB (pg OMS-TEQ/g)</b>	<b>0,001</b>	<b>0,004</b>	<b>0,003</b>	<b>0,004</b>	<b>0,003</b>	<b>0,006</b>	<b>0,007</b>
<b>NDL-PCB</b>							
<b>PCB 28</b>	0,01	0,01	0,009	0,009	0,01	0,01	<0,002
<b>PCB 52</b>	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	<0,003
<b>PCB 101</b>	0,005	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	<0,004
<b>PCB 153</b>	0,003	0,01	0,006	0,01	0,01	0,01	<0,003
<b>PCB 138</b>	0,003	0,01	0,007	0,01	0,01	0,01	<0,003
<b>PCB 180</b>	<0,002	0,005	<0,003	0,004	0,005	0,005	<0,004
<b>TOTAL NDL-PCB (ng/g)</b>	<b>0,033</b>	<b>0,064</b>	<b>0,056</b>	<b>0,067</b>	<b>0,072</b>	<b>0,072</b>	<b>0,009</b>

Tabla A4.11 Concentración de DL-PCB y NDL-PCB en alimentos infantiles (pg/g)

Congènere	Leche de continuaci3n	Papillas de cereales	Potito de pollo	Potito de fruta	Potito de ternera	Potito de pescadov
<b>DL-PCB</b>						
<b>PCB 81</b>	<0,022	<0,033	<0,018	<0,021	0,014	0,064
<b>PCB 77</b>	0,122	0,055	0,048	0,032	0,052	0,193
<b>PCB 123</b>	0,025	<0,037	0,020	<0,020	0,018	0,100
<b>PCB 118</b>	0,828	0,435	0,564	0,362	1,940	10,408
<b>PCB 114</b>	0,019	<0,034	0,015	<0,020	0,049	0,178
<b>PCB 105</b>	0,284	0,141	0,186	0,117	0,476	2,978
<b>PCB 126</b>	<0,018	<0,023	<0,016	<0,020	0,014	0,109
<b>PCB 167</b>	0,068	<0,18	0,033	0,022	0,100	0,882
<b>PCB 156</b>	0,102	0,040	0,067	0,030	0,193	1,261
<b>PCB 157</b>	0,021	<0,018	0,015	<0,013	0,043	0,363
<b>PCB 169</b>	<0,014	<0,072	<0,011	<0,017	0,005	<0,033
<b>PCB 189</b>	0,017	<0,011	<0,009	<0,010	0,027	0,181
<b>TOTAL DL-PCB (pg OMS-TEQ/g)</b>	<b>0,001</b>	<b>0,002</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,002</b>	<b>0,012</b>
<b>NDL-PCB</b>						
<b>PCB 28</b>	0,002	<0,004	<0,003	<0,002	0,003	0,003
<b>PCB 52</b>	0,004	0,005	<0,004	<0,003	0,004	0,008
<b>PCB 101</b>	0,005	<0,007	<0,006	<0,004	0,005	0,01
<b>PCB 153</b>	0,006	<0,005	<0,005	<0,003	0,006	0,05
<b>PCB 138</b>	0,007	0,006	<0,005	<0,004	0,005	0,04
<b>PCB 180</b>	0,003	<0,007	<0,005	<0,003	0,005	0,01
<b>TOTAL NDL-PCB (ng/g)</b>	<b>0,027</b>	<b>0,023</b>	<b>0,015</b>	<b>0,010</b>	<b>0,017</b>	<b>0,125</b>