

---

# **Contaminación ambiental en el área del estudio INMA**

**Calidad del aire, agua, campos electromagnéticos y  
nuevas variables ambientales**

**Periodo 2006-2017**

**Realizado por: Grupo de investigación INMA  
San-Sebastián, 15 de mayo de 2018**

## INDICE

---

1. ESTUDIO INMA-GIPUZKOA.....	3
2. EVOLUCION DE LA CALIDAD DEL AIRE.....	3
2.1. NIVELES DE PARTICULAS.....	4
2.2. ELEMENTOS TRAZA EN PM 2.5 .....	8
2.3. DIOXIDO DE NITROGENO.....	14
3. CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO.....	17
3.1. SUBPRODUCTOS DERIVADOS DESINFECCION.....	17
3.2. FLUOR.....	19
4. CAMPOS ELECTROMAGNETICOS.....	23
5. NUEVAS VARIABLES.....	28
5.1. ESPACIOS VERDES.....	28
5.2. RUIDO.....	29
6. CONCLUSIONES.....	31
7. BIBLIOGRAFIA.....	33

## 1.- ESTUDIO INMA-GIPUZKOA

En 2006 se inició en Gipuzkoa el reclutamiento de la cohorte madres-niños INMA para estudiar los efectos de la exposición precoz a factores ambientales en el desarrollo y salud infantil. El grupo de investigación llevó a cabo el reclutamiento de la cohorte INMA-Gipuzkoa entre 2006 y 2008, y en ese período se controlaron los embarazos de las participantes trimestralmente y el nacimiento de sus hijos. Posteriormente y hasta ahora, se ha realizado el seguimiento de sus hijos/as a la edad de 1, 2, 4 y 8 años, siguiendo los protocolos estandarizados para todas las cohortes de INMA (<http://www.proyectoinma.org>). En enero de 2018, se ha iniciado el seguimiento de los niños a la edad de 11 años y sus familias. La cohorte INMA-Gipuzkoa amplió las exposiciones ambientales al incluir la caracterización y determinación de fuentes físicas de exposición como campos electromagnéticos en población infantil en los tres escenarios, (hogares, escuelas y parques). Desde el inicio del estudio hasta la fecha se ha medido la exposición a contaminantes ambientales en el aire y en el agua.

El objetivo de este informe es describir la evolución de la contaminación ambiental del aire y agua en los 10 años de estudio, mostrar los resultados más relevantes de la exposición a campos electromagnéticos y presentar las variables ambientales de nueva construcción en el área de estudio INMA.

## 2. CALIDAD DEL AIRE

Los contaminantes atmosféricos medidos han sido: partículas ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ) y metales asociados (Manganeso, Níquel, Plomo, Arsénico, Hierro, Cadmio, Cromo, Selenio, Cobre, Zinc y Mercurio) a  $PM_{2.5}$ . Las muestras de aire se han recogido diariamente mediante 2 captadores de alto volumen Digitel Modelo DAH 80 en los periodos de muestreo señalados.

En el periodo 2006-2010 cada dos meses se ubicaron los captadores en los municipios de los tres valles del área INMA (Azkoitia, Azpeitia, Zumarraga, Legazpi, Urretxu, Beasain, Olaberria, Mutiloa, Lazkao y Ataun). En el periodo 2011-2014 se mantuvieron los captadores durante periodos semestrales en los municipios (Azpeitia, Urretxu, Beasain, Lazkao y Ordizia). En el periodo 2015-2017 se han mantenido en Urretxu y Ordizia.

Los captadores se ubicaron en puntos sin focos de contaminación cercanos y miden niveles de inmisión. La ubicación en el periodo 2015-2017 se recoge en la tabla 1.

**Tabla 1.- Ubicación de los captadores 2015-2017**

Valle	Municipio	Calle/Plaza	X coordenadas (ETRS-89)	Y coordenadas (ETRS-89)	Altitud
Alto Urola	Urretxu	Areizaga, 9	555851	4771180	345m
Goierri	Ordizia	Insausti Plaza, z/g	567393	4767531	138m

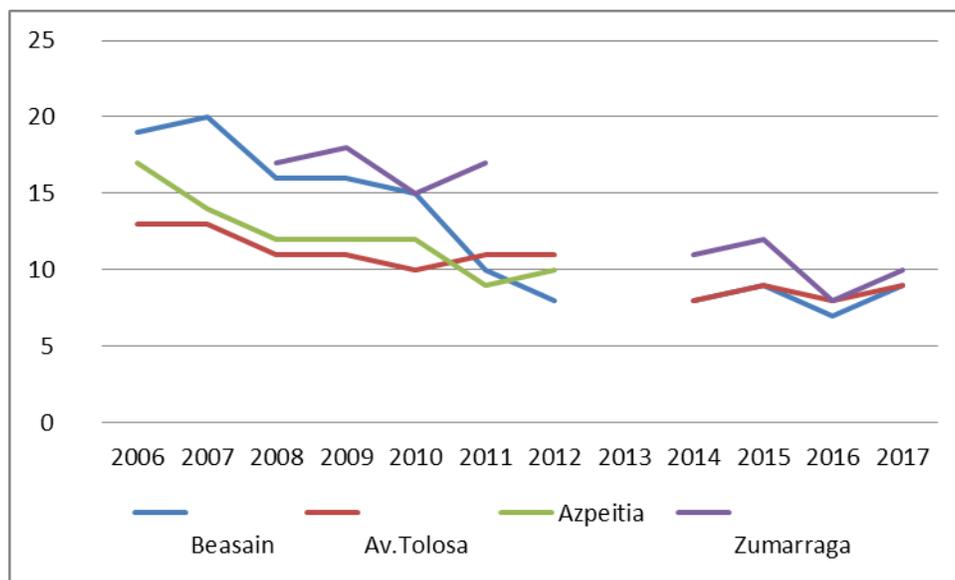
## 2.1. PARTICULAS

### a) Partículas PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> periodo 2006-2017 (Datos de la Red de Calidad de Aire del Departamento de Medio Ambiente del Gobierno Vasco).

En los Gráficos 1 y 2 se aprecia la evolución de los niveles de partículas PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> en el periodo 2006-2017. En general, se observa un descenso importante en los niveles de partículas descenso que podría ser debido principalmente al cierre de empresas, a la disminución de la producción como consecuencia de la crisis económica, o a las medidas adoptadas en diferentes empresas para evitar la contaminación del aire.

Se han comparado los niveles de las cabinas ubicadas en la zona de estudio (entorno industrial) (Zumarraga, Azpeitia y Beasain) con los niveles medidos en la cabina ubicada en la Avenida de Tolosa de Donostia (entorno urbano).

Durante este periodo de estudio se cerraron cinco grandes fundiciones: GSB en Azkoitia (2008), GSB Legazpia (2008), Marcial Ucin en Azpeitia (2012), Arcelor Mittal Zumarraga (2016) y Fundación CAF (2017).



**Gráfico 1.** Evolución de concentración de PM<sub>2.5</sub> (µg/m<sup>3</sup>) en el periodo 2006-2017

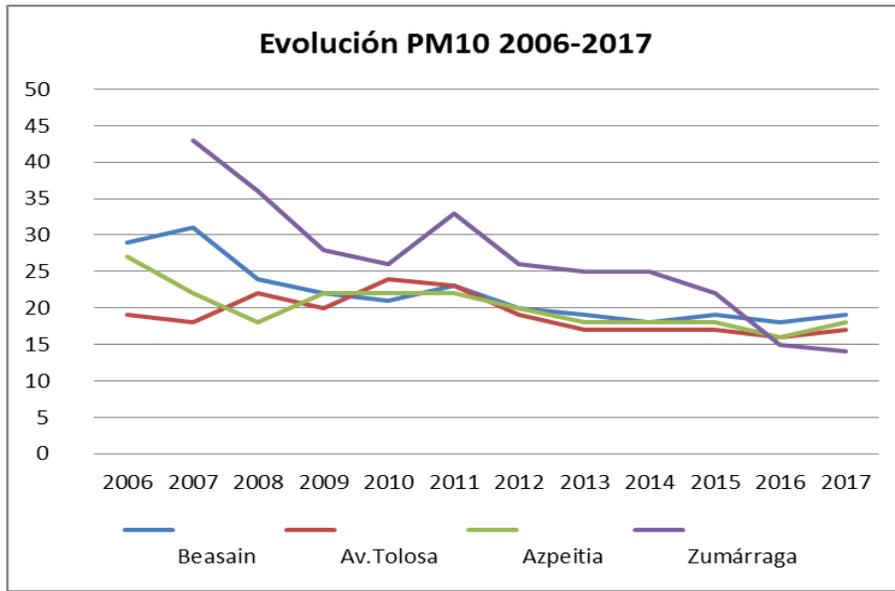


Gráfico 2. Evolución de concentración de PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) en el periodo 2006-2017

El número de superaciones de la media diaria permitida de partículas PM<sub>10</sub> (50 µg/Nm<sup>3</sup>) se puede ver en el gráficos 3, 4 y 5, para Azpeitia, Beasain y Zumarraga. En las tres ubicaciones se observa una mejora importante de la calidad del aire desde el comienzo del estudio hasta la actualidad, debido entre otras razones al cierre de industrias siderometalúrgicas cercanas.

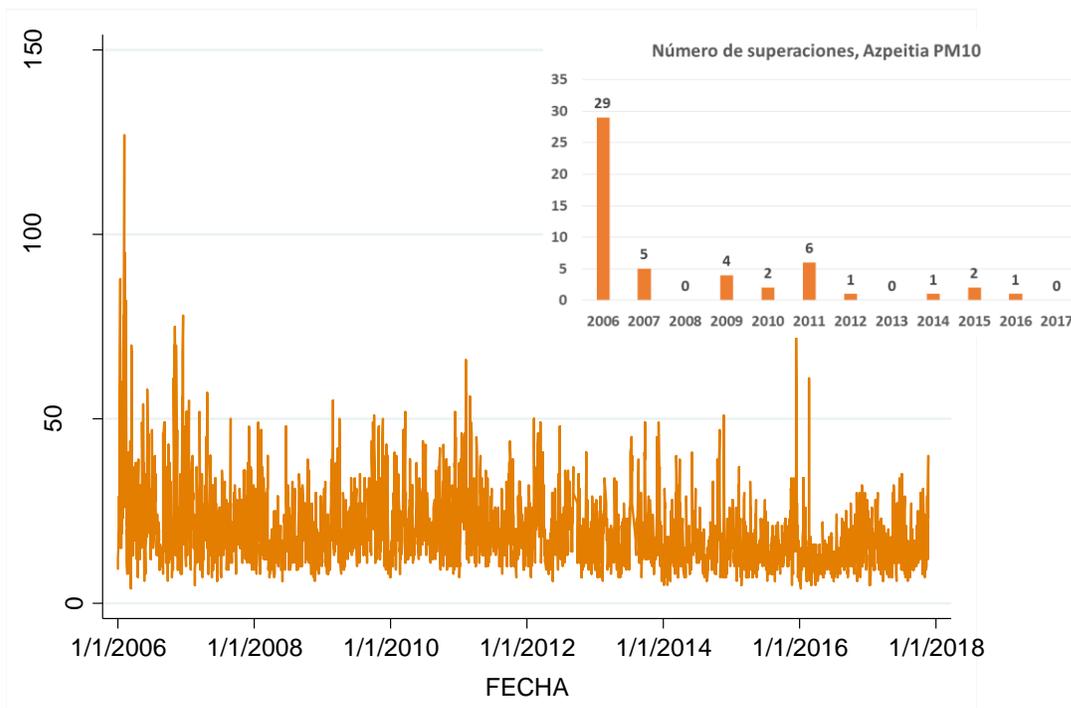
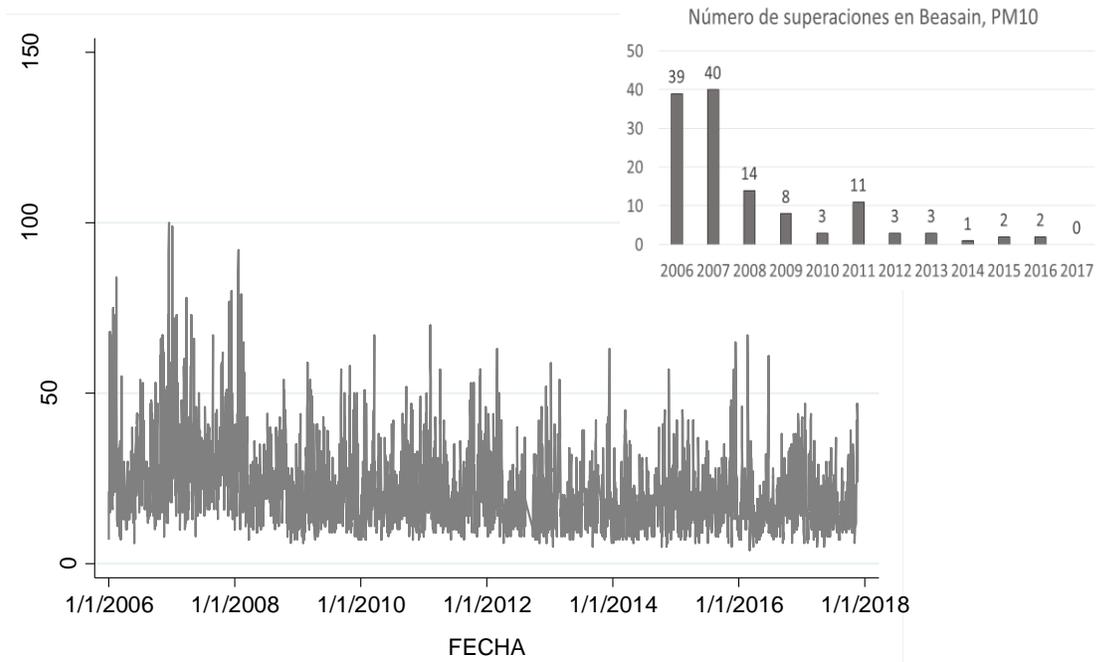
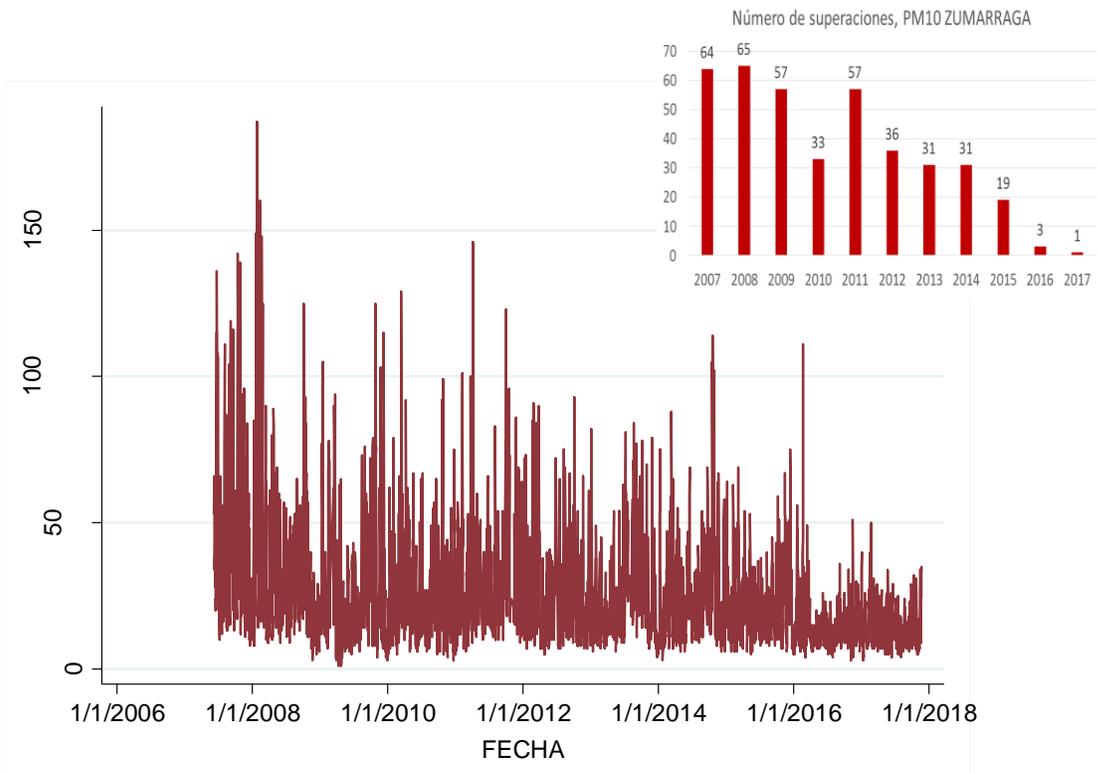


Gráfico 3. Medias diarias de PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) y superaciones de la media diaria de PM<sub>10</sub> en Azpeitia en el periodo 2006-2017



**Gráfico 4.** Medias diarias de  $PM_{10}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y superaciones de la media diaria de  $PM_{10}$  en Beasain en el periodo 2006-2017



**Gráfico 5.** Medias diarias de  $PM_{10}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y superaciones de la media diaria de  $PM_{10}$  en Zumarraga en el periodo 2006-2017

### b) Partículas PM<sub>2.5</sub> periodo 2006-2017 (resultados captadores ubicados en el proyecto)

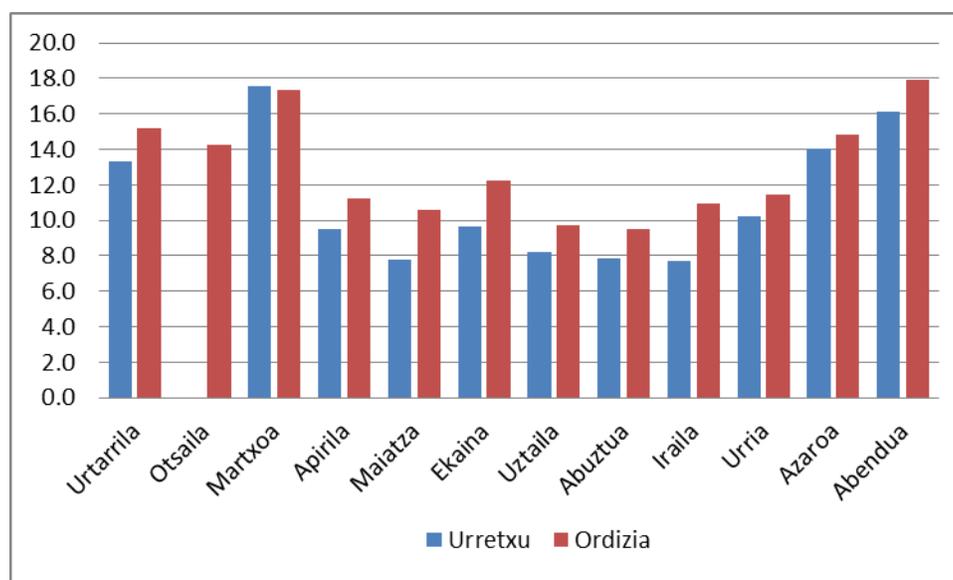
La concentración de partículas PM<sub>2.5</sub> ha disminuido durante el periodo de estudio como se mostró en los diferentes informes realizados (Informe 2016-2010, Informe 2011 e Informe 2012-2014). De los datos analizados se concluyó que existe una elevada correlación en la concentración de los contaminantes en los tres valles que componen el área de estudio (Urola Costa, Goierri y alto Urola).

En el periodo 2015-2017, las concentraciones medias anuales de PM<sub>2.5</sub> no han superado en ninguno de los dos puntos muestreados el límite legal establecido en el RD 102/2011 para la para este parámetro (25 µg/m<sup>3</sup>).

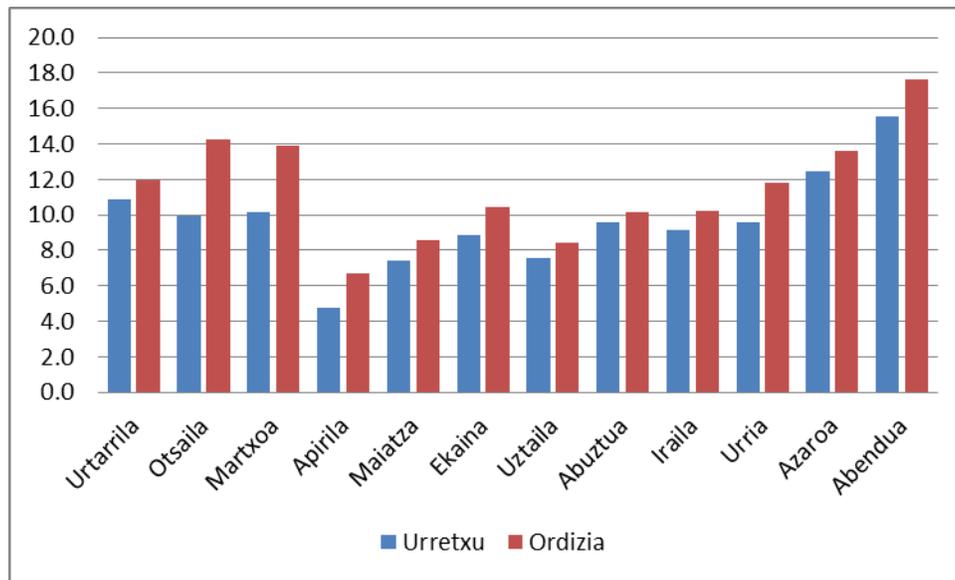
En 2015 el valor medio, mínimos, máximos y P95 de partículas PM<sub>2.5</sub> (µg/m<sup>3</sup>) medidos en Ordizia y Urretxu se recogen en la Tabla 2. Los valores de partículas más elevadas se midieron en los meses de otoño e invierno (Gráficos 6, 7 y 8).

**Tabla 2.- Estadísticos de las partículas PM<sub>2.5</sub> en el periodo 2015-2017**

	ORDIZIA					URRETXU				
	MEDIA	MAX	MIN	P95	N	MEDIA	MAX	MIN	P95	N
2015	12.9	49	3	26	354	11.0	35	2	24	324
2016	11.6	39	3	24	358	9.7	31	1	21	354
2017	12.8	69	4	26	356	10.3	27	3	21	312

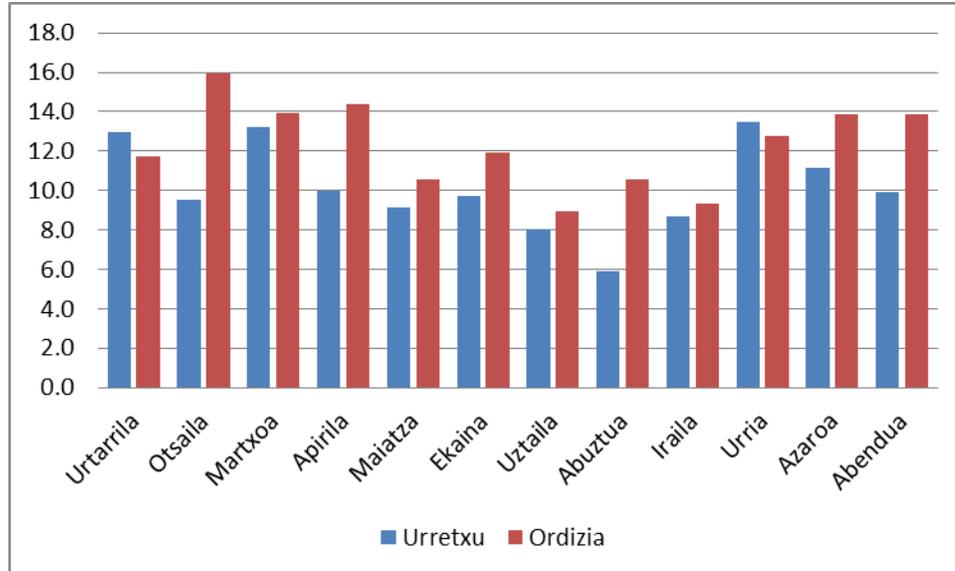


**Gráfico 6.** Evolución de la concentración mensual PM<sub>2.5</sub> (µg/m<sup>3</sup>) durante 2015



**Gráfico 7.** Evolución de la concentración mensual PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>) durante 2016

En 2016 los valores medios de partículas **PM<sub>2,5</sub>** han sido 11,6 y 9,7 µg/m<sup>3</sup> y 12,76 y 10,25 µg/m<sup>3</sup> durante el 2017 en Ordizia y Urretxu respectivamente.



**Gráfico 8.** Evolución de la concentración mensual PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>) durante 2017

## 2.2.- ELEMENTOS TRAZA EN PM<sub>2,5</sub>

Se han analizado 14 elementos traza [Hierro (Fe), Zinc (Zn), Manganeseo (Mn), Plomo (Pb), Níquel (Ni), Arsénico (As), Cobre (Cu), Bario (Ba), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Vanadio (Va), Selenio(Se),

Cerio(Ce) y Cobalto (Co)]-asociados a partículas PM<sub>2.5</sub>.

Asímismo, se ha analizado la concentración de mercurio (Hg) en un cuarto de las muestras diarias.

El Real Decreto 102/2011 establece valores límite metales asociados a partículas PM<sub>10</sub> para (plomo, arsénico, níquel y cadmio). Nosotros hemos analizado los metales asociados a partículas PM<sub>2.5</sub>, por ello resulta difícil comparar nuestros niveles con los establecidos en la legislación, aunque, existen artículos donde se describe el comportamiento de estas partículas. Para alguno de ellos la OMS recomienda niveles límite de exposición.

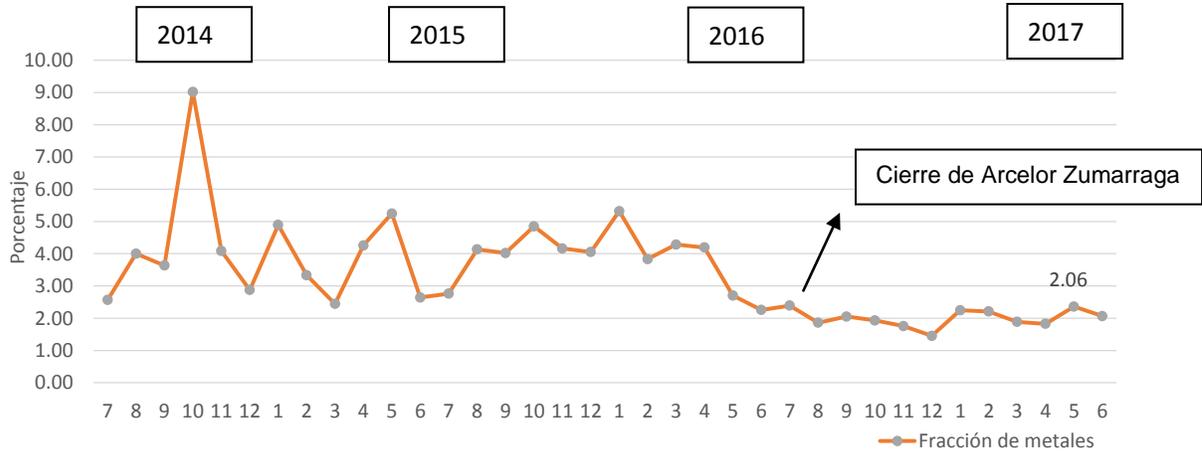
Las medias de los 14 metales analizados en Ordizia y Urretxu en el periodo 2015-2017 se recogen en la tabla 3.

Todos los metales para los que existe legislación (plomo, arsénico, níquel y cadmio) muestran valores inferiores a los establecidos en el Real decreto 102/2011 de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire a excepción del níquel en Ordizia.

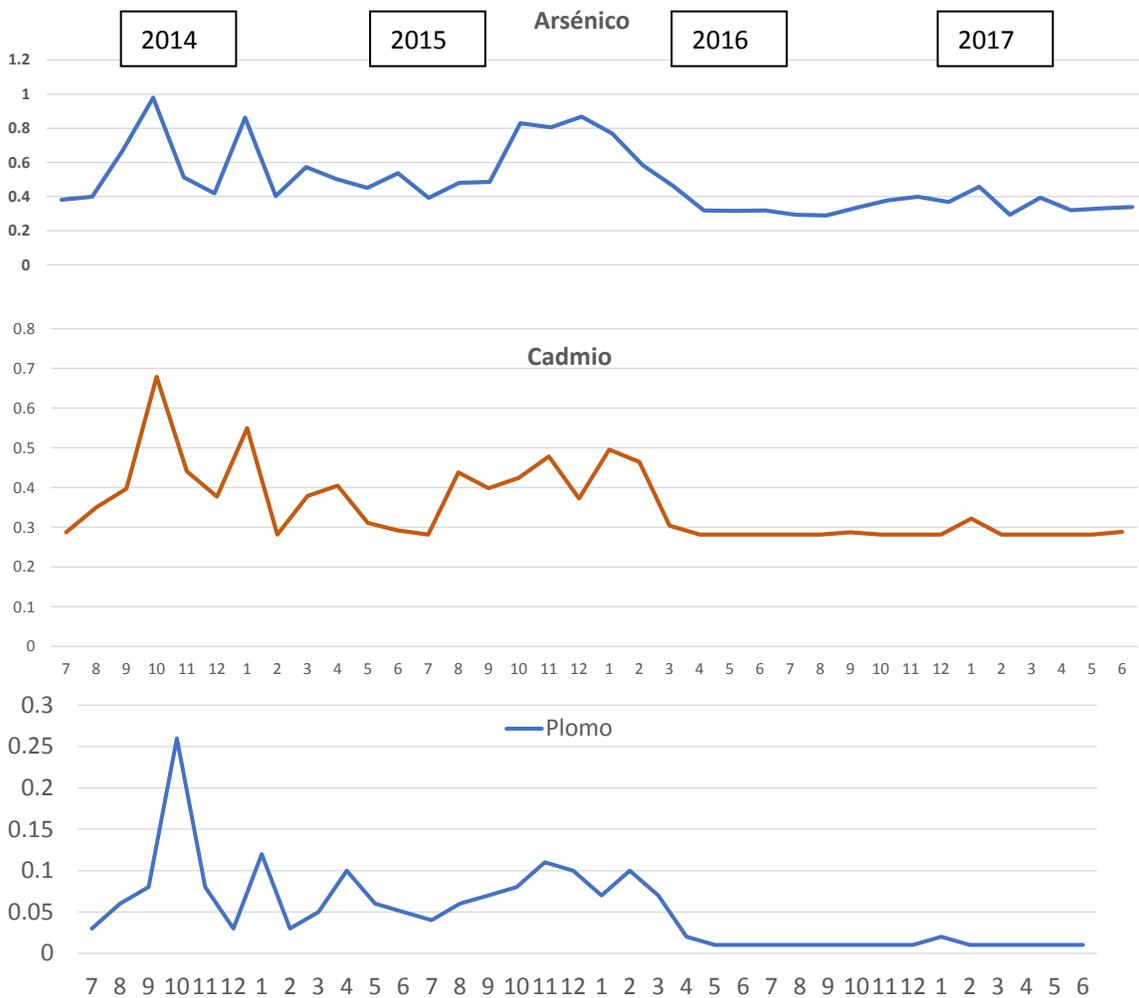
**Tabla 3.- Medias anuales de elementos traza en el periodo 2015-2017 (datos en ng/m3)**

Año	Municipio	Vanadio	Cromo	Manganeso	Hierro	Cobalto	Níquel	Cobre	Cinc	Arsénico	Selenio	Cadmio	Bario	Cerio	Plomo
2015	Urretxu	0.57	5.30	11.98	186.98	0.07	3.02	9.12	135.13	0.56	0.35	0.32	2.85	0.15	73.43
	Ordizia	0.77	34.32	44.62	477.83	0.34	22.29	44.84	167.88	0.95	0.39	0.45	3.74	0.12	26.09
2016	Urretxu	0.51	4.09	7.95	110.64	0.05	2.62	5.83	65.52	0.34	0.31	0.24	4.20	0.11	27.28
	Ordizia	0.76	47.16	51.36	492.85	0.50	32.60	47.85	156.01	0.95	0.35	0.40	5.45	0.08	19.68
2017	Urretxu	0.63	4.64	7.19	110.59	0.05	2.87	5.67	39.07	0.29	0.31	0.21	2.35	0.14	10.34
	Ordizia	0.90	37.63	44.97	423.41	0.34	26.83	36.74	156.35	0.87	0.36	0.44	3.08	0.09	20.35

En **Urretxu**, el total de metales expresado como sumatorio y de forma individual en 2014-2017 se presentan en los los Gráficos 9 y 10. En 2016 coincidiendo con el cierre de Arcelor Zumarraga se produce una disminución importante en la carga de metales en las partículas PM<sub>2.5</sub>. El níquel no se ha recogido de forma individual al presentar el 85% de las determinaciones valores inferiores al límite de detección (LD).

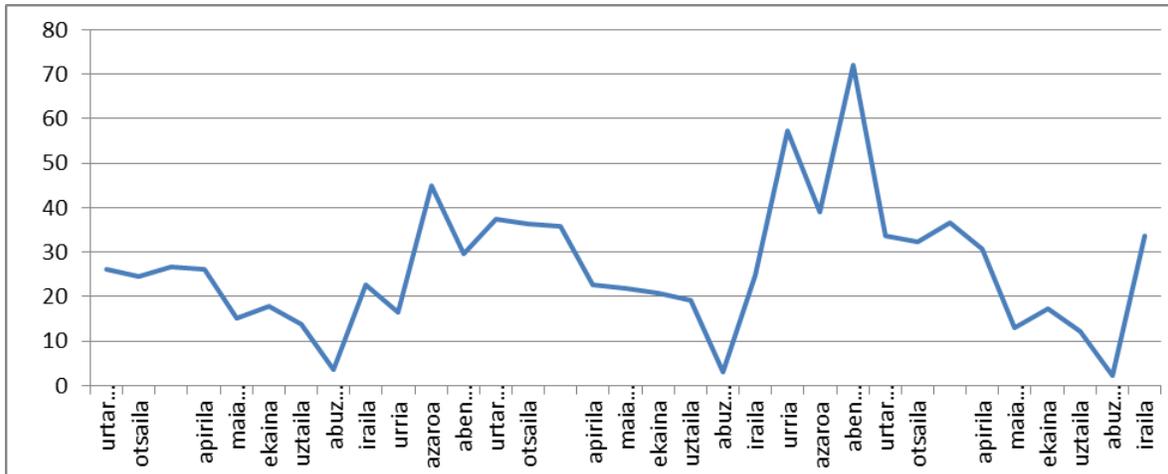


**Gráfico 9.-** Sumatorio de los 14 metales/PM2.5 en Urretxu (2014-2017)



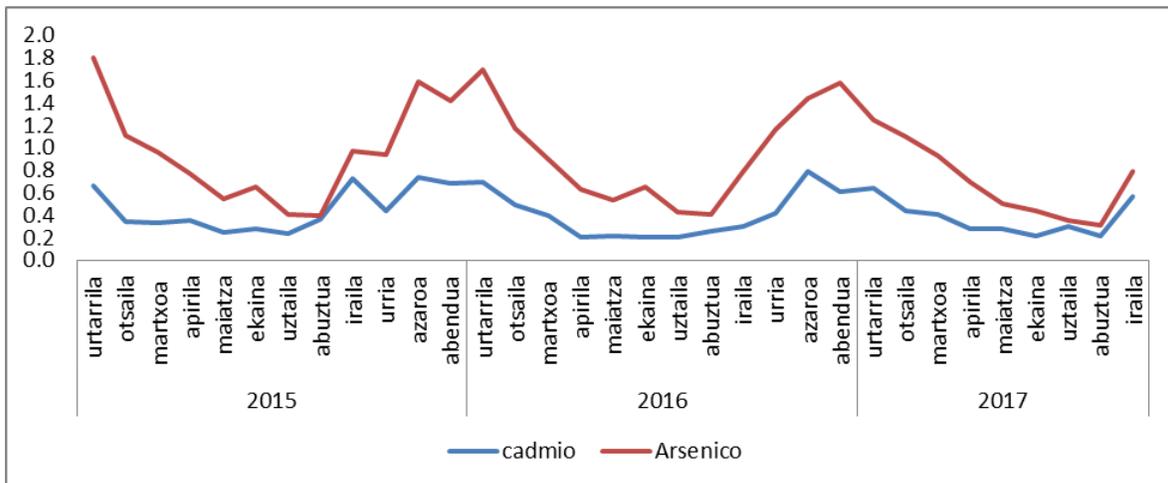
**Gráfico 10.-** Concentraciones de arsénico, cadmio y plomo ( $ng/m^3$ ) en PM2.5 en Urretxu (2014-2017)

En **Ordizia** el níquel (Ni) ha mostrado unos niveles altos desde que se está midiendo en continuo. Las medias anuales en 2015, 2016 y 2017 han sido de 22.3, 32.6 y 26.8 ng/m<sup>3</sup> respectivamente. La legislación vigente establece como valor objetivo 20 ng/m<sup>3</sup> en partículas PM<sub>10</sub>. Los resultados que se muestran son concentraciones de Ni en PM<sub>2.5</sub>, lo que supondría concentraciones mayores en las partículas PM<sub>10</sub>. En el gráfico 11 se muestran las medias mensuales de níquel. Se observa como en agosto la concentración de níquel baja hasta niveles inferiores al LD.



**Gráfico 11.-** Concentraciones medias mensuales de níquel (ng/m<sup>3</sup>) en PM<sub>2.5</sub> en Ordizia (2015-2017)

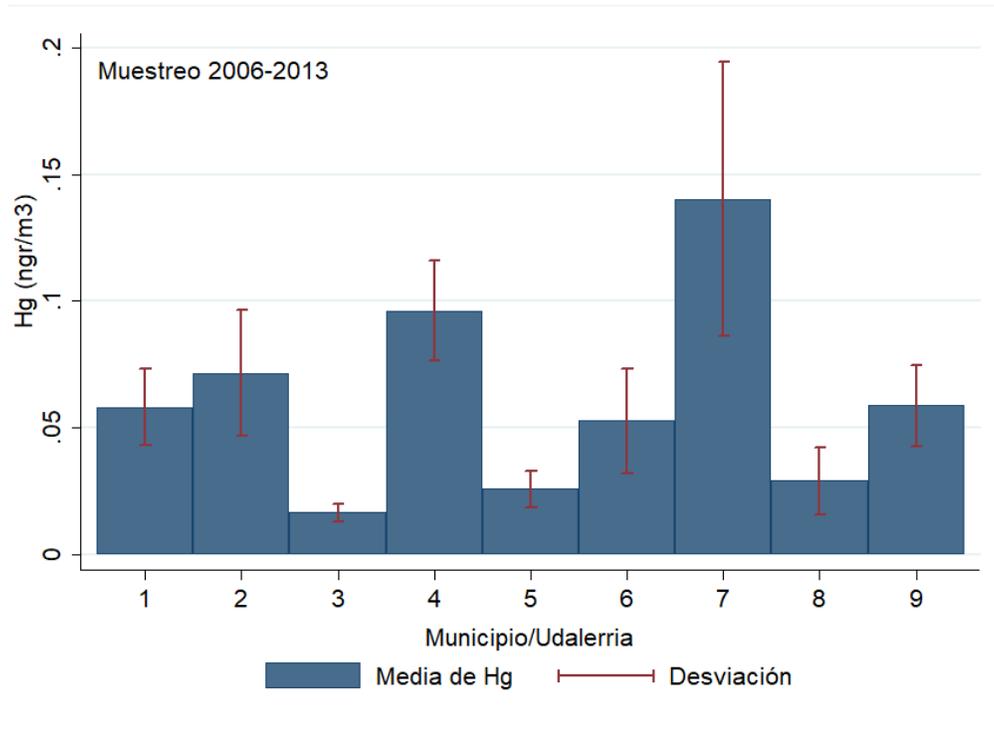
La evolución de las concentraciones mensuales de Ni en Ordizia se representa en el Gráfico 11 y el Gráfico 12 muestra la evolución de las medias mensuales para el arsénico y el Cadmio.



**Gráfico 12.-** Concentraciones medias mensuales de arsénico y cadmio (ng/m<sup>3</sup>) en las PM<sub>2.5</sub> en Ordizia en el periodo 2015-2017

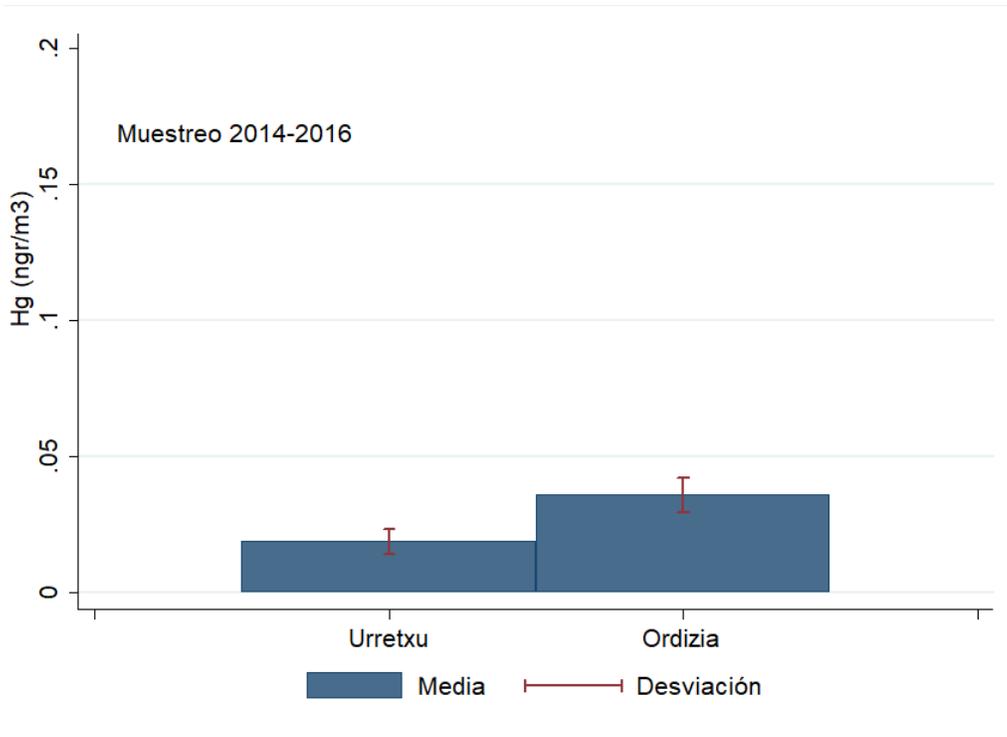
El plomo no se ha considerado ya que el 72% de los datos eran menores que el LD de la técnica. Las concentraciones medias de mercurio (Hg) para los periodos analizados por municipio se muestran en los gráficos 13 y 14. Se observa que las concentraciones son en todos los municipios

muy bajas menores de 0,2 ng/m<sup>3</sup>, ya que en fondo urbano se han reportado niveles en aire de 6 ng/m<sup>3</sup>.



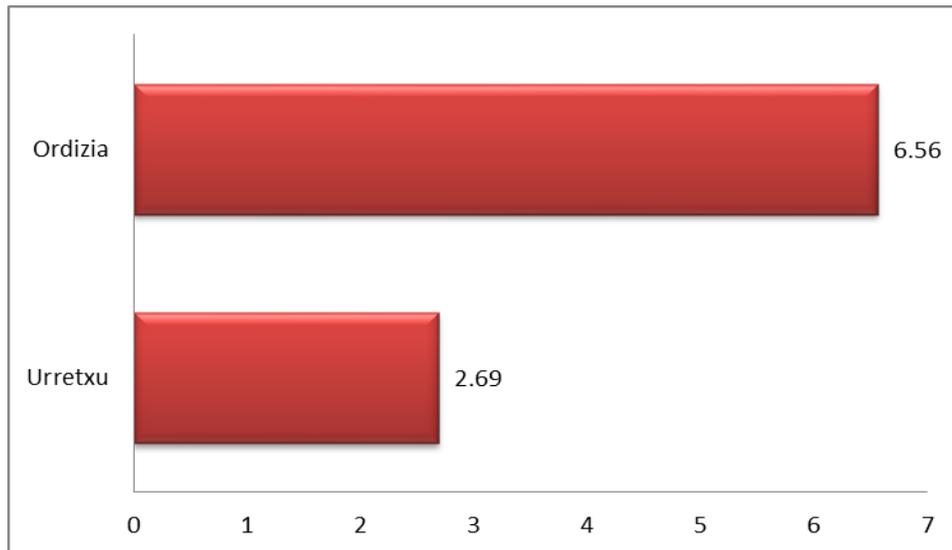
1: Urretxu; 2: Zumarraga; 3: Legazpi; 4: Beasain; 5: Azpeitia; 6: Azkoitia; 7: Olaberria; 8: Ataun; 9: Lazkao

**Gráfica 13.-** Diagrama de barras con su dispersión de Hg (ng/m<sup>3</sup>) por municipio en el periodo 2006-2014



**Gráfica 14.-** Diagrama de cajas de Hg (ng/m<sup>3</sup>) por municipio en el periodo 2014-2016

En cuanto a la contribución de los elementos traza al total de partículas PM<sub>2.5</sub>. El Gráfico 15 muestra el promedio porcentual de contribución del total de metales a las PM<sub>2.5</sub> en el periodo 2015-2017 según municipio muestreado. Ordizia fue el municipio que registró un mayor contribución de metales (6,6%) y Urretxu el que presenta menor contribución (2,7%).



**Gráfico 15.-** Promedio porcentual de contribución de los 14 elementos traza en PM<sub>2.5</sub> en los dos municipios estudiados

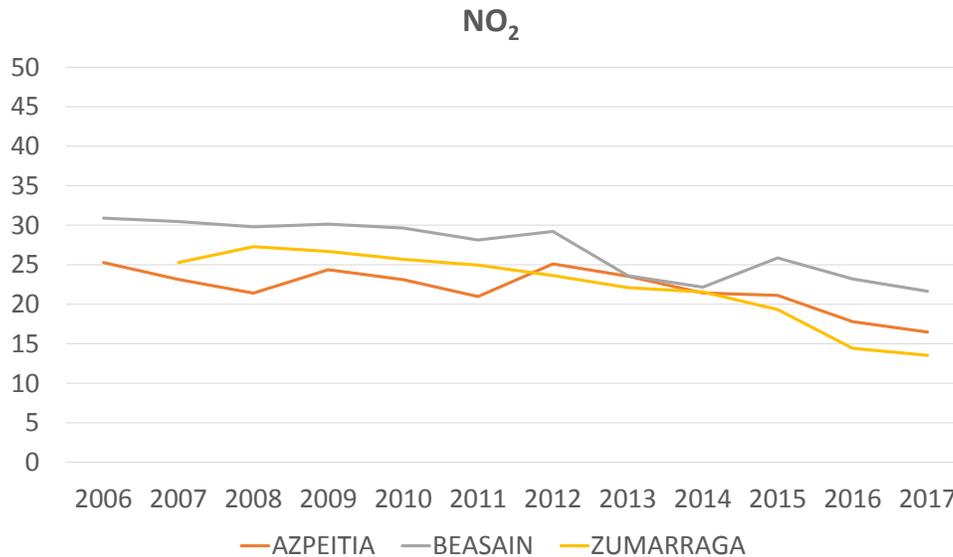
### 2.3.- NIVELES DE DIOXIDO DE NITROGENO (NO<sub>2</sub>)

La principal fuente de emisión no natural de los compuestos de nitrógeno proviene de los combustibles fósiles utilizados para el transporte, calefacción y generación de energía. La mayoría de combustiones producen monóxido de nitrógeno (NO) que, por procesos de oxidación da lugar al dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>).

El NO<sub>2</sub> causa efectos perjudiciales en los bronquios. Las concentraciones de dióxido de nitrógeno superan en algunas ocasiones, los niveles límites de calidad del aire en muchas ciudades europeas, como consecuencia del tráfico rodado.

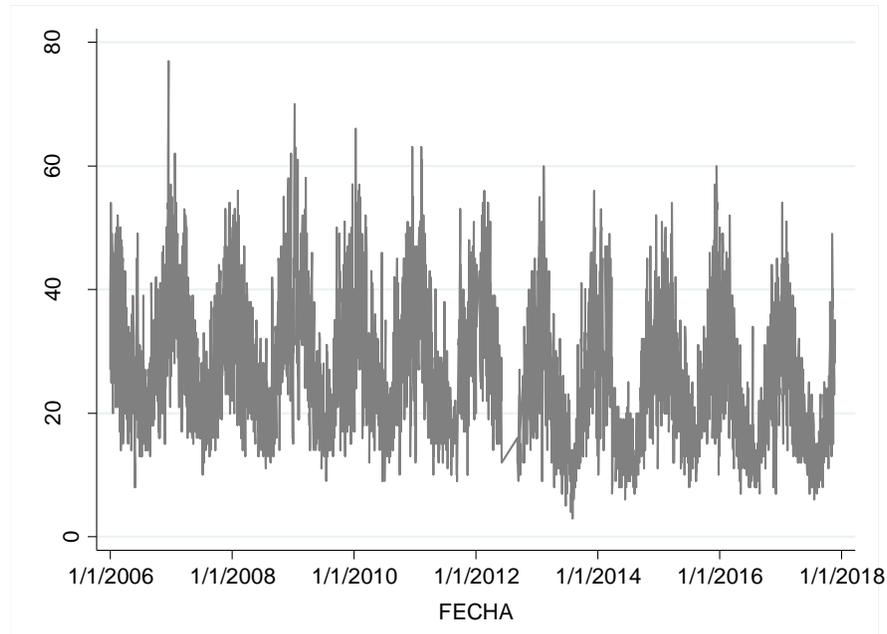
#### a) Niveles de NO<sub>2</sub>

En el Gráfico 16 se observa la evolución de los niveles de dióxido de nitrógeno en el periodo 2006-2017. Se comparan los niveles de las cabinas ubicadas en la zona de estudio (Zumarraga, Azpeitia y Beasain) (Datos de la Red de Calidad de Aire del Departamento de MA del Gobierno Vasco). En general, se observa un descenso en los niveles de NO<sub>2</sub> motivado por la crisis económica que ha contribuido a una disminución de la industria y de la densidad de tráfico ligero y pesado. En el caso de Zumarraga se ha construido una nueva carretera que desvía gran parte del tráfico entre Zumarraga y Legazpi.



**Gráfico 16.-** Evolución de las concentraciones de NO<sub>2</sub> en el periodo 2006-2017

El Gráfico 17 muestra la serie temporal de las medias de NO<sub>2</sub> diarias en la cabina ubicada en Beasain en el periodo 2006-2017.



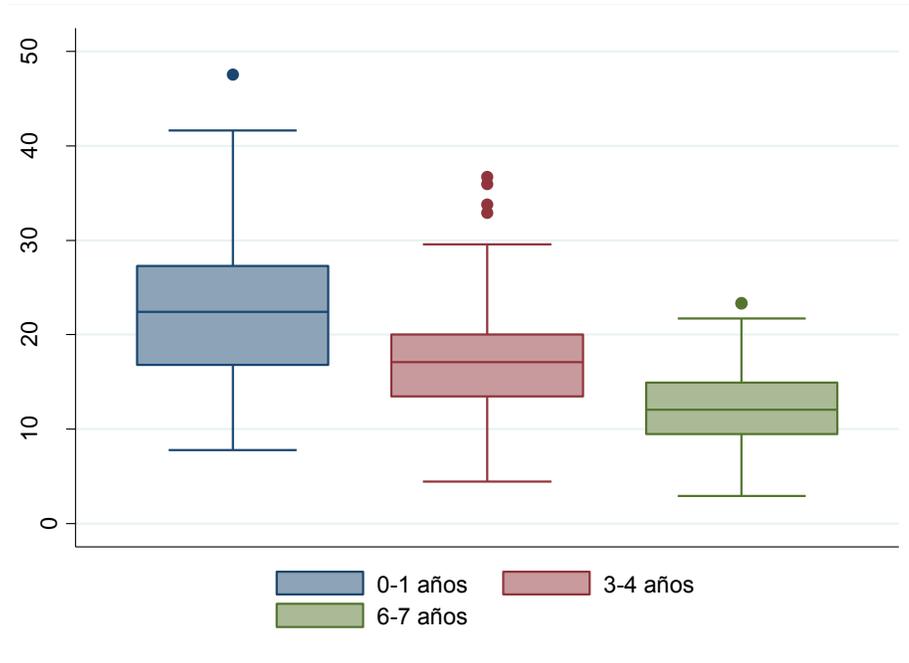
**Gráfico 17.-** Serie temporal de las concentraciones de NO<sub>2</sub> en Beasain en el periodo 2006-2017

#### b) Niveles de NO<sub>2</sub> mediante captadores pasivos

En el proyecto INMA además se ha realizado la medición de NO<sub>2</sub> y otros compuestos mediante captadores pasivos para poder caracterizar la exposición y asignar a cada madre y niño el nivel de exposición individual. En el periodo 2007-2017 se han realizado 7 campañas en las que se realizó la medición de NO<sub>2</sub> mediante captadores pasivos instalados durante 15 días en el exterior en los diferentes municipios de área del estudio INMA. La colocación de los captadores debe cumplir una serie de criterios técnicos con el fin de homogeneizar la toma de muestras, como son la altura, la distancia a los bloques de edificios, rotondas y cruces, semáforos, o la existencia de otros focos contaminantes próximos. Los captadores se colocaron en farolas o cualquier otro tipo de mobiliario urbano que permita su instalación.

La medición de contaminantes con captadores pasivos nos ha permitido hacer una estimación de los niveles de exposición individual a NO<sub>2</sub> de la mujer en el embarazo y de los niños a diferentes edades (14 meses, 2, 4 y 8 años).

En el Gráfico 18 se observa la exposición postnatal a NO<sub>2</sub>.



**Gráfico 18.-** Exposición postnatal a  $\text{NO}_2$

Se observa una disminución de las concentraciones de  $\text{NO}_2$  tanto en los medidores en automático de la Red de calidad de Aire, como en las exposiciones calculadas con los captadores pasivos en las diferentes etapas de seguimiento.

### 3.- CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO

En el periodo 2006–2017 se analizó anualmente el agua de consumo de los 25 municipios del área de estudio. El análisis de subproductos derivados de la desinfección y flúor se ha realizado en los puntos de muestreo representativos de la red municipal que abastece a los 25 municipios. El agua distribuida procede de tres embalses, antes de su distribución, se somete a tratamiento completo de potabilización (pre ozonización, coagulación-floculación, decantación, ozonización intermedia, filtración y desinfección final) y fluoración en tres estaciones de tratamiento.

#### 3.1. Subproductos derivados de la desinfección: trihalometanos (THM) y ácidos haloacéticos (AHA)

Los trihalometanos (THM) y los ácidos haloacéticos (AHA) se originan por la reacción del cloro utilizado como desinfectante con la materia orgánica natural presente en el agua bruta (ácidos fúlvicos y húmicos). Los THM, especialmente el cloroformo, son altamente volátiles por lo que la exposición se produce mayoritariamente por inhalación y absorción dérmica. Entre los AHA, destacan por su mayor presencia el ácido dicloroacético y tricloroacético. La IARC (Internacional Agency of Research of Cancer) clasifica el cloroformo, el ácido bromodichlorometano y el ácido dicloroacético como posiblemente cancerígenos en humanos (grupo 2B).

En el periodo 2006 -2017 se ha analizado el agua de los 25 municipios que forman parte del área de estudio. Se han seleccionado 35 puntos de muestreo representativos del agua de consumo, 2 puntos en los municipios de más de 5000 habitantes (Azkoitia, Azpeitia, Beasain Lazkano, Legapia, Ordizia, Urretxu y Zumarraga) y un punto en el resto de municipios. Los THM se han muestreado cada dos meses en los municipios de más de 1000 habitantes (14 municipios) y trimestralmente en el resto de municipios. Los AHA se muestrearon trimestralmente en todos los municipios. Para caracterizar las redes de distribución del área de estudio se ha utilizado la información aportada por Programa de Vigilancia Sanitaria de las Aguas de Consumo Público de la Comunidad Autónoma del País Vasco.

Los trihalometanos analizados han sido el cloroformo ( $\text{CHCl}_3$ ), bromodichlorometano (BDCM), clorodibromometano (CDBM) y bromoformo ( $\text{CHBr}_3$ ). Con la suma de los cuatro se calculó la concentración de los trihalometanos totales (TTHM). Los ácidos haloacéticos analizados han sido el ácido monocloroacético (MCAA), el ácido dicloroacético (DCAA), el ácido tricloroacético (TCAA), el ácido monobromoacético (MBAA), y el ácido dibromoacético (DBAA) y se calculó su suma (AHA5). También se analizaron el ácido bromocloroacético (BCAA), el ácido diclorobromoacético (DCBAA), el ácido dibromocloroacético (DBCBA) y el ácido tribromoacético (TBAA), y se calculó su suma (AHA4).

En la tabla 4 se recogen los estadísticos descriptivos para THM y AHA en el agua de consumo de los 25 municipios del área del estudio en el periodo 2006-2017. El cloroformo representa el 50,5% del total de los THM. Los AHA predominantes fueron DCAA y TCAA fueron y representaron el 42,6% y 38,7% de la concentración de AHA5.

**Tabla 4.- Estadísticos descriptivos de THM y AHA en el periodo de estudio 206-2017**

	n	P <sub>25</sub>	Mediana	P <sub>75</sub>	Media (DE)	Valores guía OMS
<b>TRIHALOMENTANOS (µg/l)</b>	<b>941</b>					
Cloroformo (CHCl <sub>3</sub> )		5,1	8,6	13,2	9,7 (6,6)	300 (µg/l)
Dibromoclorometano (DBCM)		3,9	5,7	7,5	5,6 (2,6)	60 (µg/l)
Bromodichlorometano (BDCM)		2,5	3,4	4,2	3,3 (1,4)	100 (µg/l)
Bromoformo (CHBr <sub>3</sub> )		0,2	0,3	0,5	0,5 (0,9)	100 (µg/l)
<b>TTHMs</b>		<b>12,8</b>	<b>18,1</b>	<b>25</b>	<b>19,2 (9,5)</b>	<b>100 (µg/l)</b>
<b>ACIDOS HALOACÉTICOS (µg/l)</b>	<b>731</b>					
Monocloroacético (MCAA)		0,2	0,2	0,9	0,7 (0,8)	20 (µg/l)
Dicloroacético (DCAA)		2,4	4,8	7,9	5,5 (4,3)	50 (µg/l)
Tricloroacético (TCAA)		2,1	4,3	7	5 (4,2)	200 (µg/l)
Monobromoacético (MBAA)		0	0,2	0,2	0,6 (1,6)	
Dibromoacético (DBAA)		0,5	0,9	1,3	1 (0,7)	
<b>AHA5</b>		<b>7,2</b>	<b>11,5</b>	<b>17,1</b>	<b>12,9 (7,9)</b>	<b>200 (µg/l)</b>
Bromocloroacético (BCAA)		1	2,2	3,2	2,2 (1,3)	
Diclorobromoacético (DCBAA)		1,4	2,3	3,2	2,4 (1,6)	
Dibromocloroacético (DBCBA)		0,5	0,7	1,1	0,8 (0,6)	
Tribromoacético (TBAA)		0,2	0,2	0,2	0,2 (0,2)	
<b>AHA4</b>		<b>3,5</b>	<b>5,5</b>	<b>7,4</b>	<b>5,7 (2,9)</b>	
<b>TOTAL HALOACÉTICOS (µg/l)</b>						
<b>TTHA</b>		<b>11,5</b>	<b>16,9</b>	<b>23,5</b>	<b>18,2 (9,7)</b>	

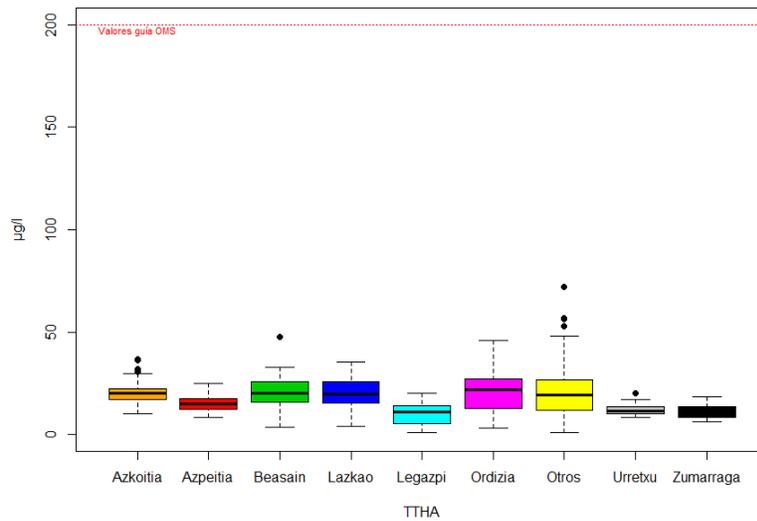
DE: desviación estándar; TTHMs: suma de cloroformo, dibromoclorometano, bromoclorometano y bromoformo;

AHA5: suma de ácidos monocloroacético, dicloroacético, tricloroacético, monobromoacético y dibromoacético;

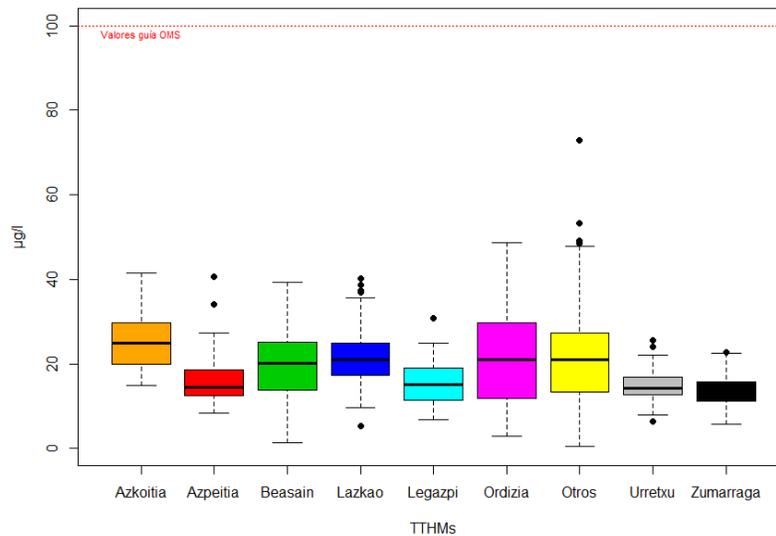
AHA4: suma de ácidos bromocloroacético, diclorobromoacético, dibromocloroacético y tribromoacético;

TAHA: suma de AHA5 y AHA4.

En los Gráficos 19 y 20 se recogen la media y el rango de AHA y THM en el agua de consumo en los municipios de más de 5000 habitantes (Azkoitia, Azpeitia, Beasain Lazkano, Legazpia, Ordizia, Urretxu y Zumarraga) y resto de municipios del área del estudio en el periodo 2006-2017.



**Gráfico 19.-** Diagrama de cajas para el periodo 2006-2017 para THA



**Gráfico 20.-** Diagrama de cajas para el periodo 2006-2017 para THMs

### 3.2.- FLUOR

La fluoración es una medida preventiva de salud pública de efectividad comprobada que se aplica con el propósito de disminuir la incidencia de caries en la población. En la CAPV es obligatoria desde 1988 en abastecimientos con población superiores a 30.000 habitantes (Decreto nº 49/1988, de 1 de Marzo). Este Decreto establece que los proveedores y/o distribuidores deben de fluorar el agua que abastece a poblaciones de más de 30.000 habitantes, siempre que el nivel de fluoruros en el agua sea inferior a 0,7 mg/l.

La fluoración se instauró de forma paulatina y desde 1995 recibe agua fluorada en sus domicilios alrededor del 80 % de la población de Euskadi. Inicialmente se fijó una concentración objetivo de 0,9 mg/l de flúor en agua. En noviembre de 2015 como resultado del estudio de revisión realizado por el Departamento de Salud sobre la conveniencia de mantener la fluoración el nivel se redujo a 0,7 mg/l de flúor en agua atendiendo a la recomendación de la Agencia de protección Ambiental de Estados Unidos US EPA.

La fluoración de las aguas de consumo se incluye entre los 10 grandes avances de la salud pública en el siglo XX. A pesar de haber llevado a una disminución en la prevalencia y la gravedad de las caries en todos los países donde se ha instaurado representa hoy día una de las más controvertidas intervenciones en salud pública. En los últimos años se ha cuestionado la eficacia de los programas de fluoración en poblaciones con una baja prevalencia de caries dental por diversos motivos. Diferentes estudios indican que en los países desarrollados el aporte de flúor a través de varias fuentes puede conducir a dosis por encima de las recomendadas incluso con niveles bajos en agua. Además existe un debate sobre el carácter ético de esta medida al considerar el flúor añadido al agua como un medicamento y por ello su administración debería regularse.

En la zona de estudio INMA se ha estimado la ingesta individual de flúor en mujeres y sus hijos a los cuatro años de edad según la concentración de flúor en el agua de bebida. También se ha analizado la concentración de flúor en muestras de orina de mujeres y niños.

Para ello, se ha analizado el agua de los 25 municipios que forman parte del área de estudio. De los municipios de más de 5000 habitantes de la zona de estudio (Azkoitia, Azpeitia, Beasain Lazkano, Ordizia) reciben agua fluorada y 3 (Legazpia, Urretxu y Zumarraga) reciben agua no fluorada. En la siguiente imagen se presentan los municipios del área de estudio según sean abastecidos con agua fluorada o no fluorada.

Los niveles de fluoruros en el agua se obtuvieron del sistema de información de las aguas de consumo de la Comunidad Autónoma del País Vasco (EKUIS). Se calculó la concentración media en cada una de las zonas de abastecimiento a partir de los resultados obtenidos en las analíticas realizadas.

Los niveles medios de fluoruros en el agua según zona (fluorada/no fluorada) y periodo de estudio se recogen en la tabla 5.

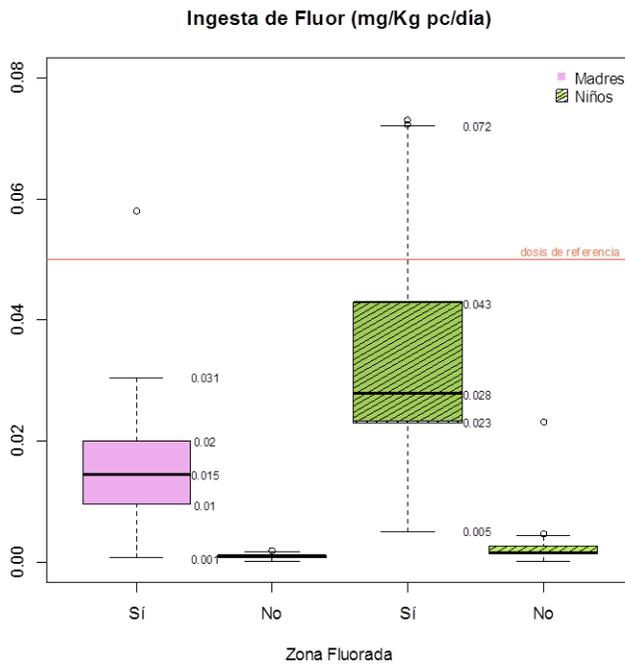


En la Tabla 6 se recogen la ingesta de flúor (mg/día/Kg) según residan en zona fluorada y no fluorada.

**Tabla 6.- Ingestas de flúor según residencia**

Ingestas de agua y flúor		
	Ingesta de Flúor	Ingesta de Flúor recomendada
	mg/kg pc/día	mg/kg pc/día
Media ± SD		
<b>Adultos</b>		0,05 mg/kg pc/día
Fluoración		
Sí	0,015 ± 0,007	
No	0,001 ± 0,000	
<b>Niños</b>		0,05 mg/kg pc/día
Fluoración		
Sí	0,033 ± 0,015	
No	0,002 ± 0,002	

Para las mujeres y niños que refieren consumir agua de la red municipal en la figura 2 se representan las ingestas en mg/día/Kg con respecto a la ingesta dietética de referencia de 0,05 mg/día/Kg establecida por la agencia de seguridad alimentaria europea EFSA.



**Figura 2.- Ingestas de flúor comparados con la ingesta de referencia**

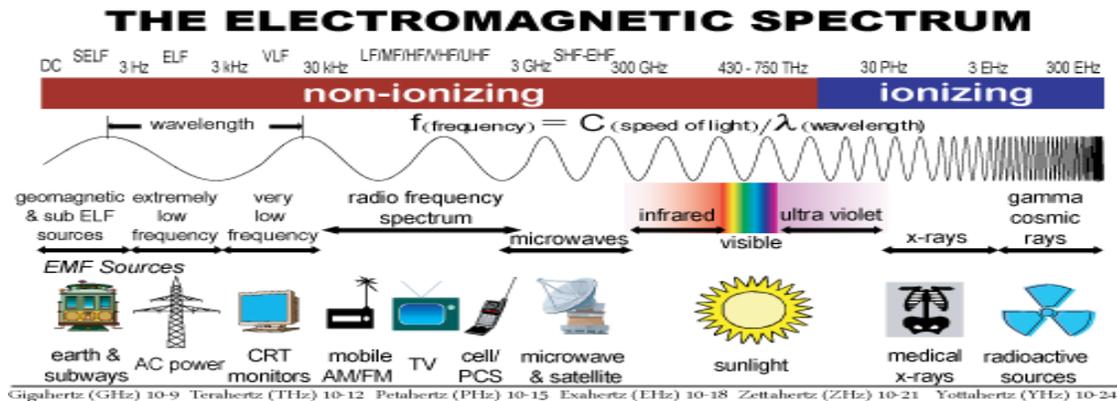
#### 4.- CAMPOS ELECTROMAGNETICOS DE RADIACION NO IONIZANTE (CEM)

Las Radiaciones Ionizantes (RI) se caracterizan por su capacidad de ionizar moléculas pudiendo provocar roturas en el DNA de modo que su peligrosidad para la salud es bien conocida. En cuanto a las Radiaciones No Ionizantes (RNI) existe mayor desconocimiento y controversia en relación a sus posibles efectos en salud. Las bandas de Campos Electromagnéticos (CEM) que mayor preocupación suscitan entre la comunidad científica, debido a que se han relacionado con efectos adversos en salud son las radiación de baja frecuencia (ELF) y las radiofrecuencias (RF). Ambas se encuentran catalogadas por la IARC (Agencia Internacional de Investigación sobre Cáncer) como posibles carcinógenos humanos dentro de la categoría 2B, basando su decisión en el aumento de riesgo de leucemia en niños en el caso de las bandas ELF y en el aumento de riesgo de glioma (cáncer cerebral) asociado al uso de la telefonía móvil en el caso de las RF. La categoría 2B incluye a los carcinógenos para los que existen pruebas limitadas de carcinogenicidad en humanos y pruebas insuficientes en experimentación animal ([www.iarc.fr](http://www.iarc.fr)). En los últimos años ha crecido la preocupación ciudadana y científica por la contaminación ambiental a los CEM debido al avance de la tecnología en general y a la difusión masiva de la telefonía móvil en particular, asociando las emisiones de radiofrecuencia originadas por las antenas de estaciones base de telefonía con determinados problemas de salud.

Hasta hace pocos años en el proyecto INMA se habían caracterizado la contaminación del aire, agua de consumo y baño y la aportada por la dieta; se contaba con datos de biomarcadores de exposición: metales, compuestos orgánicos persistentes, así como vitaminas, hormonas y antioxidantes o nutrientes, pero no contaba con datos de exposición a agentes físicos. Conocer la exposición a los CEM representa el primer paso para estudiar sus posibles efectos por lo que en el año 2014 se inicia dentro del marco del estudio INMA la caracterización de la exposición a campos electromagnéticos de baja frecuencia ELF y de radiofrecuencia RF mediante la realización de mediciones en viviendas, escuelas y parques públicos. Se han utilizado dos equipos de medida; uno compuesto por una unidad base NBM-550 y sondas EF-0691 y EHP-50D (Narda Safety solutions) y un exposímetro ExpoM (Fields at work). Se han realizado medidas en ambientes interiores (sala y habitación del niño en viviendas, y aula de escuelas) y en ambientes exteriores (parques públicos y patios de escuelas). En total, se han realizado medidas en 26 escuelas, 105 parques y 104 viviendas de los participantes INMA-Gipuzkoa. Adicionalmente, 50 niños han recogido medidas de exposición personal portando un exposímetro durante 72 horas.

Antes de presentar los resultados obtenidos se aporta información adicional que facilitará la comprensión de los datos:

Los Campos Electromagnéticos (CEM) son una combinación de ondas eléctricas y magnéticas que se desplazan simultáneamente y se propagan a la velocidad de la luz. Cuanto más elevada es su frecuencia mayor es la cantidad de energía que transporta la onda. Se clasifican en dos grandes grupos: Radiaciones ionizantes (con capacidad para romper los enlaces entre las moléculas) y radiaciones no ionizantes (mirar figura).



Los CEM de radiación no ionizante se subdividen en función de la frecuencia en:

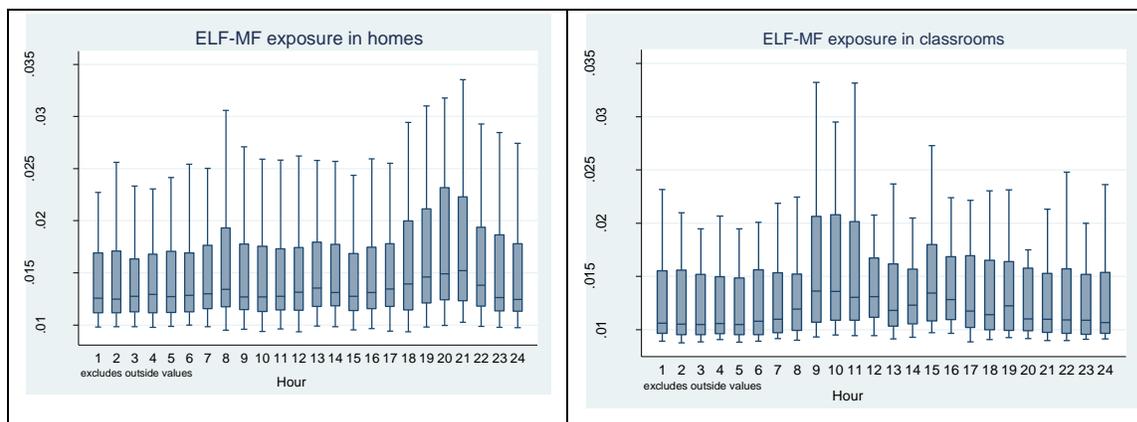
1. Campos electromagnéticos de frecuencia extremadamente baja (ELF), con frecuencias hasta 0-300 Hz (líneas de alta y media tensión y los aparatos electrodomésticos (neveras, secadores de pelo, etc.).
2. Campos de frecuencia intermedia (FI), con frecuencias entre 300 Hz y 10 MHz (pantallas de ordenador, los dispositivos antirrobo y los sistemas de seguridad, etc.)
3. Campos de radiofrecuencia (RF), con frecuencias 10 MHz a 300 GHz (ondas de radio, la televisión, las antenas de radares y telefonía móvil, los teléfonos móviles e inalámbricos, los dispositivos Wi-Fi, bluetooth y los hornos de microondas).

En Europa el marco legal actual en relación a la protección radioeléctrica viene determinado por la recomendación 1999/519/EC, que establece las restricciones básicas y niveles de referencia para la exposición del público general a campos electromagnéticos. Esta recomendación se basa en las directrices de la Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP). En España el Real Decreto 1066/2001, transpuso la recomendación europea. Los niveles de referencia de campos magnéticos y eléctricos establecidos en la normativa varían en función de la frecuencia. Dentro de los ELF, se establece un nivel de referencia de 100  $\mu\text{T}$  para frecuencias de 50 Hz (frecuencia industrial). En el caso de las RF, se establece un nivel de referencia de 4,5  $\text{W m}^{-2}$  (4,5  $10^6 \mu\text{W m}^{-2}$ ) para frecuencias de 900 MHz (GSM900), siendo el límite más restrictivo de todos el correspondiente al rango de 10-400 MHz (incluida la banda de

frecuencias de radio FM) para el que se fija un nivel de exposición de  $2 \text{ W m}^{-2}$  ( $2 \cdot 10^6 \mu\text{W m}^{-2}$ ). Para frecuencias superiores a 2000 MHz, utilizadas en comunicaciones inalámbricas WLAN (ej. Wi-Fi) y WPAN (ej. Bluetooth) el nivel de referencia establecido es de  $10 \text{ W m}^{-2}$  ( $10^7 \mu\text{W m}^{-2}$ ). En el año 2001 la Asamblea del Parlamento Europeo en Resolución 1815 recomienda a los estados miembros tomar medidas dirigidas a reducir la exposición a CEM, especialmente a las frecuencias de radio de los teléfonos móviles y en particular la exposición de los niños. Asimismo, se recomienda establecer umbrales de prevención para los niveles de exposición a largo plazo a los CEM en todas las áreas de interior, de conformidad con el principio de precaución, no superando los  $1000 \mu\text{W m}^{-2}$ .

#### 4.1. Resultados de campos electromagnéticos de baja frecuencia ELF en el área de estudio

Se han encontrado niveles bajos de exposición con un valor máximo de  $0,15 \mu\text{T}$  (exposición estimada durante 24h) en una vivienda. Se observaron niveles de exposición ligeramente mayores durante la tarde en los hogares y durante el día en las escuelas (ver Gráfico 21).



**Gráfico 21-** Niveles de exposición a ELF a lo largo de 24 horas en los hogares y escuelas ( $\mu\text{T}$ )

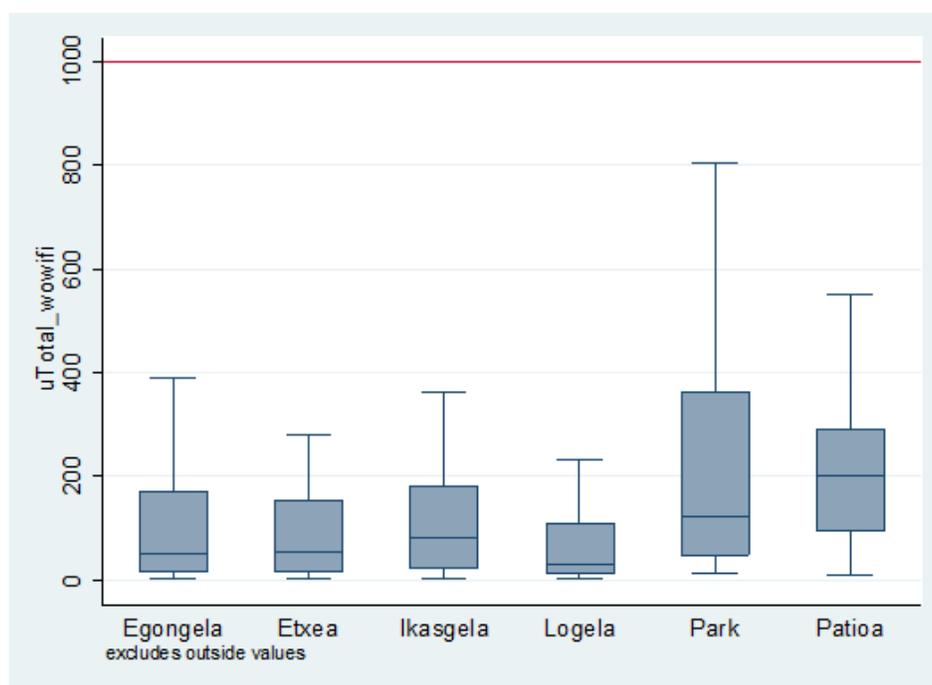
#### 4.2. Resultados de campos electromagnéticos de radiofrecuencia RF en el área de estudio

En la Tabla 7 se presentan los resultados obtenidos en relación a los campos de radiofrecuencia RF.

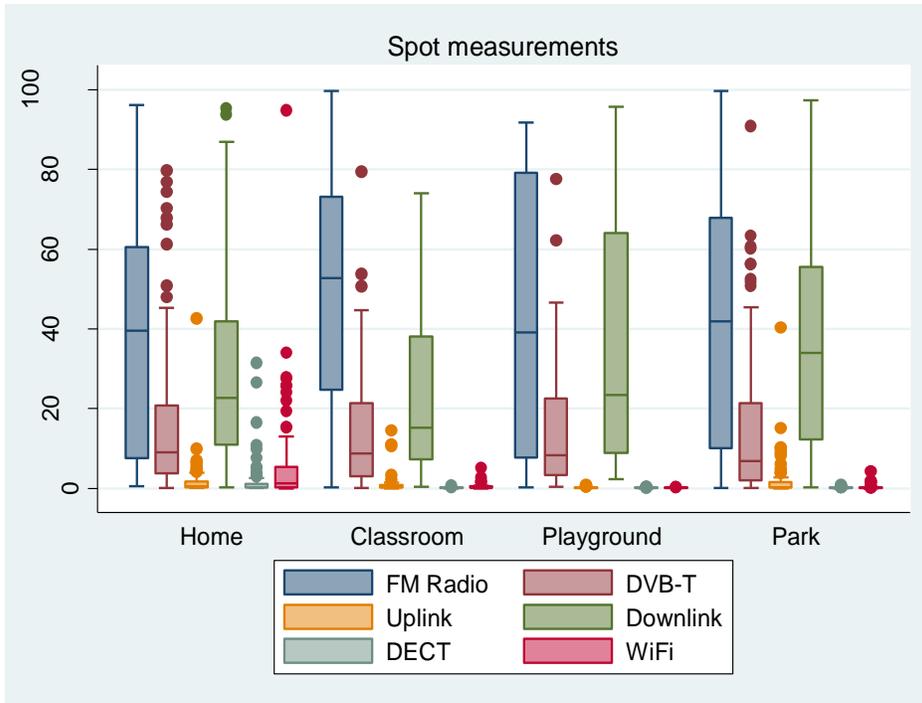
**Tabla 7.** Resultados de campos de radiofrecuencia por lugar

RF ( $\mu\text{W m}^{-2}$ )	Media (DE)	Mediana (P <sub>25</sub> – P <sub>75</sub> )	Mínimo	Máximo
<b>Vivienda</b>				
<b>Dormitorio</b>	99.14 (162.44)	29.73 (13.06-111.33)	2.74	1034.68
<b>Salón</b>	195.69 (639.37)	51.60 (17.29-170.25)	2.75	6307.44
<b>Escuela</b>				
<b>Aula</b>	119.51 (135.61)	81.10 (21.44-181.44)	2.77	603.22
<b>Patio</b>	255.62 (244.38)	200.10 (97.32-290.51)	9.28	950.74
<b>Parque</b>	623.31 (1895.78)	122.96 (47.98-364.58)	12.88	14806.83
<b>Medidas personales (72 horas)</b>	169.19 (720.70)	52.13 (24.87-84.17)	2.88	5042.77

Los niveles de exposición a RF encontrados son bajos con valores ligeramente más altos en exteriores que en interiores (ver Gráfico 22). Con la excepción de algunos valores extremos, la gran mayoría de las mediciones se encuentran por debajo del nivel de referencia propuesto por la asamblea parlamentaria atendiendo al principio de precaución ( $1000 \mu\text{W m}^{-2}$ )

**Gráfico 22.-** Diagrama de cajas de los niveles de exposición a RF

En cuanto a la contribución de las diferentes fuentes emisoras de RF, tal y como se muestra el Gráfico 23, las que más contribuyen a la exposición total son las bandas de radiodifusión, enlace descendente de antenas de telefonía móvil (downlink) y antenas de TV.



**Gráfico 23.-** Contribución de diferentes fuentes

## 5.- NUEVAS VARIABLES

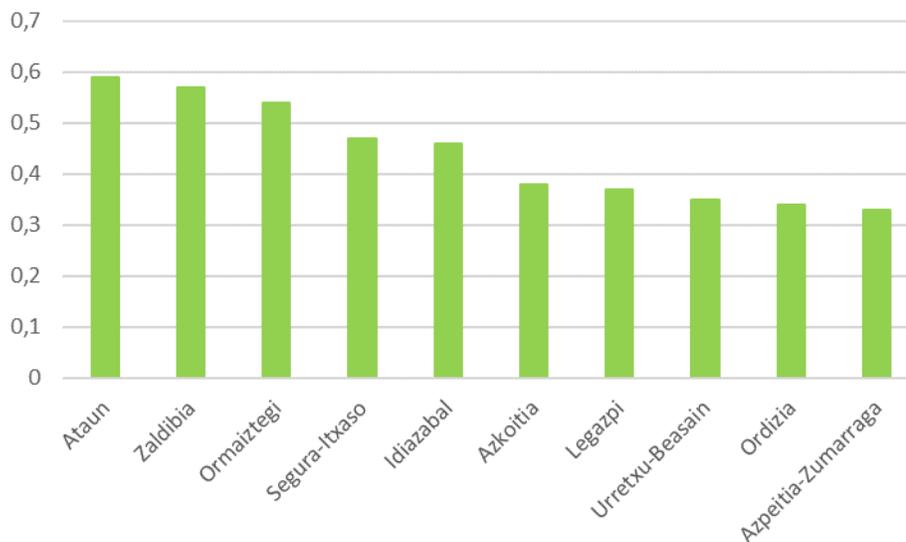
### 5.1 ESPACIOS VERDES

En los últimos años diversas investigaciones han mostrado la influencia de los espacios verdes, tales como parques, bosques y áreas de recreo, en la mejora de la salud y el bienestar general en todas las edades. Existen varias teorías en relación con los espacios verdes como son la teoría de la reducción de estrés psicosocial, que se basa en la predisposición innata de percibir el entorno natural como fuente de estímulos relajantes y la teoría de la recuperación de la atención, que permite una restauración cognitiva propiciada por la naturaleza gracias a su capacidad para suprimir la carga de cualquier esfuerzo inhibitorio requerido en el entorno urbano. Según la European Environment Agency (EEA), un aumento del 10% de los espacios verdes está asociado a una reducción de enfermedades equivalente a un incremento de 5 años en la esperanza de vida.

En relación con la teoría de la recuperación de la atención, el Proyecto INMA (Infancia y Medio Ambiente, [www.proyectoinma.org](http://www.proyectoinma.org)) ha sido pionero en España con diversos estudios que avalan los beneficios de la exposición a espacios verdes. Según los últimos hallazgos en el estudio INMA, se ha observado que bajo estrés agudo, la atención se vuelve más automática y menos controlada, provocando una variedad de respuestas que pueden afectar a la atención, lo que nos indica que la teoría de la recuperación de la atención podría explicar los beneficios de los espacios verdes. La hipótesis que lleva lugar a estos resultados es que los espacios verdes mejoran la atención a corto plazo en los niños, disminuyendo los niveles de estrés de manera significativa.

La exposición a espacios verdes se estima a partir del índice diferencial de vegetación normalizado (NDVI). El NDVI permite generar una imagen que muestra el verdor (la biomasa relativa). Los valores muy bajos de NDVI (por debajo de 0,1) corresponden a áreas yermas de rocas, arena o nieve. Los valores moderados representan terrenos con arbustos y prados (0,2 a 0,3), mientras que los valores altos indican bosques de zonas templadas y tropicales (0,6 a 0,8).

La construcción de la variable NDVI para cada madre-hij@ se ha construido gracias a la financiación del estudio Europeo HELIX (2013-2016) (<http://www.projecthelix.eu/index.php/es>). El gráfico 24 representa el promedio de NDVI en un radio de 300 metros del domicilio de los participantes de INMA en Gipuzkoa por municipio de residencia.



**Gráfico 24.-** Promedio de NDVI en un radio de 300m del domicilio de los participantes por municipio

Estos datos indican que la mayoría de la población de la zona de estudio INMA Gipuzkoa está expuesta a zonas boscosas. Aquellas familias que viven en Ataun son los que tienen mayor exposición a zonas verdes y las de Azpeitia y Zumarraga en cambio, las de menor exposición, siendo aún así elevado comparando con las zonas INMA del Mediterraneo (Valencia y Sabadell, 0.22 y 0.24). Aunque el promedio de NDVI, en nuestra zona de estudio, es elevado, hay personas que no tienen un espacio verde de mas de 5.000m<sup>2</sup> a menos de 300 metros de su domicilio. Esta distancia, de 300 metros, es la que recomienda la Agencia Europea de Medio Ambiente para cualquier ciudadano. Según los datos extraídos de HELIX en Azpeitia y Zumarraga hay participantes que no tienen ningún espacio verde de esas características a menos de 300 metros (un 8% y un 16%, respectivamente).

Según el último artículo publicado de espacios verdes en INMA, una exposición a largo tiempo juega una papel protector ante el estrés crónico (Davdand et al, 2017). Estos resultados se han publicado con los datos de Sabadell y Valencia. En el área de estudio INMA Gipuzkoa no hay espacios verdes como tal para uso recreativo dentro del medio urbano pero sí alrededor de los municipios. Por lo tanto, nuestro objetivo es averiguar si el papel protector de los espacios verdes se lleva a cabo visualmente o es sobretodo cuando se hace de manera presencial.

## 5.2. RUIDO AMBIENTAL

Alrededor de 40% de los habitantes de la Unión Europea, unos 125 millones de personas, están expuestas a niveles de ruido del tráfico mayores de 55 dB, un nivel considerado potencialmente

perjudicial para la salud. Las fuentes de ruido se pueden clasificar en exteriores e interiores. Las fuentes exteriores comprenden el transporte (tráfico rodado, trenes, aviones), el entorno de la residencia (maquinaria y ocio nocturno) y la industria (maquinaria). Las fuentes internas comprenden el ruido proveniente del exterior que se modifica dependiendo del tipo de construcción del edificio (paredes, ventanas) y la acústica de las habitaciones, así como el producido en el interior de la vivienda (televisión, radio, música, niños/as jugando).

El trastorno del sueño es una de las principales consecuencias negativas de la exposición al ruido ambiental. Se estima que a casi 20 millones de adultos de la Unión Europea les molesta el ruido y que casi 8 millones sufre trastornos del sueño a causa del ruido. No obstante, se han realizado muy pocos estudios en la infancia o adolescencia, etapa de la vida de especial vulnerabilidad.

Los pocos estudios publicados hasta la fecha indican que podría haber una asociación entre exposición residencial al ruido de tráfico y los trastornos del sueño en la infancia y adolescencia, pero más evidencia es necesaria en esta etapa de la vida.

En la fase de los 11 años de INMA-Gipuzkoa, se está recogiendo información sobre el comportamiento del sueño de todos los participantes del estudio.

#### **a) Características y trastornos del sueño**

Se ha recogido información sobre las características y trastornos del sueño de los/as niños/as mediante cuestionarios validados en cada una de las fases del seguimiento de los niños/as hasta los 8 años de edad. En la fase de los 11 años se recogerá información sobre trastornos del sueño utilizando el cuestionario validado "*Sleep Disturbance Scale for Children*". Este cuestionario permite estimar diferentes puntuaciones para diferentes trastornos del sueño

#### **b). Exposición al ruido en el domicilio**

Los niveles de ruido de noche y día de los participantes se estimarán mediante dos indicadores que calcularemos según la *European Environmental Noise Directive*: i) Lden: nivel de ruido global durante el día, la tarde y la noche y ii) Lnight: nivel de ruido durante la noche, especialmente relevante para el sueño. Para ello se as direcciones de las casas de los/as niños/as y se recogerá en el cuestionario información el piso en el que viven, la orientación de su habitación, aislamientos acústicos, hábitos de apertura de las ventanas y ventilación así como un cuestionario estandarizado con escala Likert numérica de 11 puntos para evaluar el nivel de molestia al ruido de inexistente (0) a muy molesto (11), diferenciando diversas fuentes de ruido (tráfico, trenes, tranvías, aviones, vecinos, ocio).

Para el cálculo de esta variable es imprescindible disponer de los mapas de ruido de cada uno de los municipios de del área del estudio.

## 6.- CONCLUSIONES

### Calidad de aire

Desde el comienzo del estudio en 2006 hasta el 2017 la calidad del aire ha mejorado considerablemente. En los primeros años debido a la intervención de la administración en materia de medioambiente y posteriormente, tal y como se ha comentado, como consecuencia del cierre y/o disminución en la producción de las empresas debido a la crisis económica. Desde el inicio de la crisis en la zona de estudio se han cerrado 5 grandes instalaciones siderometalúrgicas lo que ha contribuido a la mejora de la calidad del aire.

Se cumple con la legislación ambiental en relación a partículas PM2.5 y NO<sub>2</sub>.

Los metales asociados a partículas (Pb, Cd y As) cumplen los valores límite y objetivo establecidos en la legislación vigente. Aunque hay que tener en cuenta que se han analizado en partículas PM2.5 y que los valores de referencia están referidos a partículas PM10.

En Urretxu el Ni cumple el valor establecido en la legislación. Sin embargo en la ubicación de Ordizia se superan los valores objetivo, incluso cuando se refieren a partículas PM2.5. A este respecto, junto con el Departamento de Medio Ambiente del Gobierno Vasco se está realizando un estudio de contribución de fuentes, para identificar la(s) posible(s) fuente(s) emisora(s) que están contribuyendo a dichos valores y tomar medidas que disminuyan los niveles de este elemento traza en inmisión.

### Aguas de consumo

En relación a la calidad del agua, las concentraciones medias de fluoruro en las zonas fluoradas cumplen los límites establecidos por el Departamento de Salud del Gobierno (0,7-1,2 mg/l).

Las ingestas medias según peso corporal estimadas para embarazadas y niños en zonas fluoradas (0,015 y 0,033 mg/kg pc/día) son 3,3 y 1,5 veces inferiores a la ingesta recomendada (0,05 mg/kg pc/día).

El nivel medio de THM y AHA en las aguas de consumo de los municipios INMA es de 19,1 µg/l y 18,1 µg/l respectivamente. Ambos niveles se encuentran muy por debajo de los estándares de calidad establecidos por la OMS para aguas de consumo. Entre los diferentes subproductos derivados de la desinfección analizados, las formas mayoritarias observadas son las cloradas (cloroformo, TCAA y DCAA) esto se debe principalmente a los bajos niveles de bromo encontrados en las aguas brutas.

La OMS establece una ingesta de 0,2 mg/l, para TTHM, 0.6 mg/l para cloroformo y 0,4 mg/l para AHA5 para un adulto de 60 kg de peso que consume al día una media de 2 litros de agua. Considerando las ingestas medias de agua de la población y los niveles de TTHM, cloroformo y TTHA en el agua de

consumo, el riesgo para la salud de los residentes en el área de estudio derivado de la ingesta de agua puede, en principio, considerarse bajo.

### Campos electromagnéticos

Los niveles de exposición a campos electromagnéticos de baja frecuencia medidos en viviendas y escuelas son bajos, muy por debajo del nivel de referencia establecido (100  $\mu\text{T}$ ). El valor máximo medido ha sido de 0,15  $\mu\text{T}$  (exposición estimada durante 24h) en una vivienda. Se observaron niveles de exposición ligeramente mayores durante la tarde en los hogares y durante el día en las escuelas.

Los niveles de exposición a RF encontrados son bajos con valores ligeramente más altos en exteriores que en interiores. Con la excepción de algunos valores extremos, la gran mayoría de las mediciones se encuentran por debajo del nivel de referencia propuesto por la asamblea parlamentaria atendiendo al principio de precaución (1000  $\mu\text{W m}^{-2}$ ).

### Espacios verdes y ruido

Los espacios verdes urbanos pueden promover la salud al favorecer el aumento de la actividad física, reducir el estrés y mejorar la cohesión social. Además, pueden reducir el efecto de isla de calor y la exposición al ruido y a los contaminantes del aire relacionados con el tráfico. El cálculo de estas nuevas variables aportarán un mejor conocimiento de los vínculos entre los entornos naturales, el aire, el ruido, la salud y el bienestar.

## 7.- BIBLIOGRAFIA

1. Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.
2. Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo de 21 de septiembre de 2005 - «Estrategia temática sobre la contaminación atmosférica», COM (2005).
3. Lertxundi A, Martínez MD, Ayerdi M, Álvarez J, Ibarluzea JM. Air quality assessment in urban areas of Gipuzkoa (Spain). *Gac Sanit* 2010; 24(3):187-192.
4. Ben-Zaken CS, Pare PD, Man SF, Sin DD. The growing burden of chronic obstructive pulmonary disease and lung cancer in women: examining sex differences in cigarette smoke metabolism. *Am J Respir Crit Care Med* 2007; 176(2):113-120.
5. World Health Organization. International Agency For Research on Cancer. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Some Non-heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Some Related Exposures. 92. 2010.
6. Prevedouros K, Brorstrom-Lunden E, Halsall J, Jones KC, Lee RG, Sweetman AJ. Seasonal and long-term trends in atmospheric PAH concentrations: evidence and implications. *Environ Pollut* 2004; 128(1-2):17-27.
7. Varea M, Galindo N, Gil-Molto J, Pastor C, Crespo J. Particle-bound polycyclic aromatic hydrocarbons in an urban, industrial and rural area in the western Mediterranean. *J Environ Monit* 2011; 13(9):2471-2476.
8. World Health Organization. International Agency For Research on Cancer. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Some Non-heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Some Related Exposures. 92. 2010.
9. Prevedouros K, Brorstrom-Lunden E, Halsall J, Jones KC, Lee RG, Sweetman AJ. Seasonal and long-term trends in atmospheric PAH concentrations: evidence and implications. *Environ Pollut* 2004; 128(1-2):17-27.
10. Varea M, Galindo N, Gil-Molto J, Pastor C, Crespo J. Particle-bound polycyclic aromatic hydrocarbons in an urban, industrial and rural area in the western Mediterranean. *J Environ Monit* 2011; 13(9):2471-2476.
11. Jiménez-Zabala A, Santa-Marina L, Otazua M, Ayerdi M, Galarza A, Gallastegi M, Ulibarrena E, Molinuevo A, Anabitarte A, Ibarluzea J. [Fluoride intake through consumption of water from municipal network in the INMA-Gipuzkoa cohort]. *Gac Sanit*. 2017 May 22. pii: S0213-9111(17)30100-0. doi: 10.1016/j.gaceta.2017.02.008. [Epub ahead of print] Spanish.
12. Santa Marina L, Ayerdi M, Lertxundi A, Basterretxea M, Goñi F, Iñaki Alvare J, Arranz L, Blarduni E, María Ibarluzea J. [Trihalomethane and haloacetic acid concentrations in drinking water and their estimated intake during pregnancy in the INMA cohort (Guipúzcoa, Spain)]. *Gac Sanit*. 2010 Jul-Aug;24(4):321-8.

13. Gallastegi, M., Jiménez-Zabala, A., Santa-Marina, L., Aurrekoetxea, J. J., Ayerdi, M., Ibarluzea, J., Kromhout, H., González, J. and Huss, A. (2017) '*Exposure to extremely low and intermediate-frequency magnetic and electric fields among children from the INMA-Gipuzkoa cohort*', Environmental Research. Elsevier Inc., 157(February), pp. 190–197. doi: 10.1016/j.envres.2017.05.027.
14. Gallastegi, M., Guxens, M., Jiménez-Zabala, A., Calvente, I., Fernández, M., Birks, L., Struchen, B., Vrijheid, M., Estarlich, M., Fernández, M. F., Torrent, M., Ballester, F., Aurrekoetxea, J. J., Ibarluzea, J., Guerra, D., González, J., Röösli, M. and Santa-Marina, L. (2016) '*Characterisation of exposure to non-ionising electromagnetic fields in the Spanish INMA birth cohort: study protocol*.', BMC public health, 16(1), p. 167. doi: 10.1186/s12889-016-2825-3.
15. Gallastegi, M., Jiménez-zabala, A., Santa-Marina, L., Aurrekoetxea, J. J. and Ayerdi, M. (2016) '*Percepción del riesgo a campos electromagnéticos de radiofrecuencia en la cohorte INMA-Gipuzkoa; Perception of the risk to electromagnetic RF fields in INMA-Gipuzkoa cohort*', Revista de Salud ambiental 16(2), pp. 118–126.
16. Gallastegi M, Jiménez-Zabala A, Aurrekoetxea JJ, Santa-Marina L, Ibarluzea J. (2016) '*Erradiazio ezionizatzaileko eremu elektromagnetikoen eraginak osasunean: ezagutza-egoeraz egun dakiguna*', Ekaia 30, pp. 105–123. doi: 10.1387/ekaia.16148.
17. Gallastegi, M., Tamayo-Uria, I., Jiménez, A., Aurrekoetxea, J. and Santa-Marina, L. (2014) '*Antenas de telefonía móvil: emplazamiento y proximidad a espacios sensibles en la zona de estudio INMA-Gipuzkoa; Mobile telephony antennas: localization and proximity to sensitive areas in the INMA-Gipuzkoa study*', Revista de Salud ambiental 14(2), pp. 98–106.
18. Payam Dadvand, Christina Tischer, Marisa Estarlich, Sabrina Llop, Albert Dalmau-Bueno, Monica López-Vicente, Antònia Valentín, Carmen de Keijzer, Ana Fernández-Somoano, Nerea Lertxundi, Cristina Rodriguez-Dehli, Mireia Gascon, Monica Guxens, Daniela Zugna, Xavier Basagaña, Mark J.Nieuwenhuijsen, Jesus Ibarluzea, Ferran Ballester and Jordi Sunyer (2017). '*Lifelong Residential Exposure to Green Space and Attention: A Population-based Prospective Study*'. Environmental Health Perspectives. <https://doi.org/10.1289/EHP694>.