

INFORME SOBRE LA CONCENTRACION DE DIOXINAS EN USURBIL

Grupo de Investigación de Epidemiología Ambiental y Desarrollo Infantil

Indice

1. Introducción y objetivos
2. Resultados
 - 2.1. Comparación de los niveles de dioxinas/furanos y PCBs en Usurbil y Urretxu
 - 2.2. Análisis de los contaminantes atmosféricos en aire
 - 2.2.1. Resultados del estudio epidemiológico
 - 2.2.2. Datos de la Red de Calidad del Aire
 - 2.3. Factores ambientales: Viento
3. Discusión
4. Conclusiones
5. Referencias

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La contaminación del aire representa un importante riesgo medioambiental para la salud. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que la contaminación atmosférica provoca al año cerca de dos millones de muertes prematuras en el mundo. La exposición a la contaminación del aire ambiente se ha relacionado con un mayor riesgo de mortalidad y morbilidad respiratoria. En 2016 alrededor del 91% de la población mundial vivía en lugares donde los niveles de calidad del aire exceden los límites recomendados por las OMS. La contaminación atmosférica en las ciudades y zonas rurales de todo el mundo provoca cada año 4,2 millones de defunciones prematuras. La OMS estima que aproximadamente el 58% de las muertes prematuras relacionadas con la contaminación atmosférica se debieron a cardiopatías isquémicas y accidentes cerebrovasculares, mientras que el 18% de las muertes se debieron a enfermedad pulmonar obstructiva crónica e infecciones respiratorias agudas, y el 6% de las muertes se debieron al cáncer de pulmón (OMS).

Los contaminantes atmosféricos se clasifican en primarios y secundarios. Los primarios emiten directamente desde el foco emisor a la atmósfera, como el plomo, monóxido de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos y material particulado, y los secundarios se forman mediante procesos químicos atmosféricos que actúan sobre los contaminantes primarios o sobre especies no contaminantes presentes en la atmósfera como es el caso del ozono, del peroxiacetil-nitrato, de los sulfatos, de nitratos, así como del ácido sulfúrico. Las fuentes de contaminación pueden ser fijas como las plantas de energía, industrias químicas, refinerías de petróleo y fábricas y móviles que abarcan todas las formas de transporte y los vehículos automotores (EEA, 2017).

El material particulado o PM son partículas inhalables y respirables compuestos por sulfatos, nitratos, amonía, sodio cloruro, carbón, polvo mineral y agua. Las partículas menores de 10 μm (PM_{10}) y 2.5 μm ($\text{PM}_{2.5}$) son las partículas con mayor riesgo para la salud, ya que pueden entrar en los pulmones y en el torrente sanguíneo. La mayor fuente de emisión de PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$ es el tráfico por la combustión de combustibles fósiles (gasolina y gasoleo, carbón), biomasa y fueloil, combustión para la producción de energía para industria y hogar, y otras actividades industriales como la construcción, la minería, producción de cemento, cerámica y ladrillos, y fundiciones.

Las PM10 y PM2.5 tienen distintos elementos o compuestos asociados o adheridos según el proceso por el que se han generado. Así, la concentración de metales e hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) de las partículas puede indicar la fuente de emisión de las PM10 y PM2.5.

Los metales como el plomo, el níquel, el cobre, el cromo, el manganeso, el vanadio o el hierro suelen estar relacionados con la metalurgia. En cambio, el bario se suele usar en pirotecnia y el mercurio en el tratamiento de los minerales de plata y oro y fabricación de bombillas y amalgamas.

En cambio, los HAPs se generan en procesos de combustión incompleta de materia orgánica, como la quema de madera u otros biofuels.

La combustión incompleta e incontrolada de materia orgánica puede producir, junto con HAPs, otras sustancias nocivas como las dioxinas y furanos (PCDD/Fs) en presencia de cloro. Estos compuestos son de especial preocupación para la salud pública por su alta toxicidad y su relación con distintos tipos de cáncer. Las dioxinas y furanos son compuestos muy estables a temperaturas elevadas, muy liposolubles, insolubles en agua y poco biodegradables. Debido a estas características fisicoquímicas, estos compuestos tienen una gran capacidad de bioacumulación en seres vivos, en concreto en el tejido graso, por lo que se integran y acumulan en la cadena alimentaria.

La principal fuente ambiental de dioxinas y furanos es la combustión (Zook y Rappe, 1994). Los procesos de combustión incluyen incineración de residuos (por ejemplo, residuos sólidos municipales, lodos de depuradora, residuos médicos y residuos peligrosos), quema de varios combustibles (por ejemplo, carbón, madera y productos derivados del petróleo), otras fuentes de alta temperatura (por ejemplo, hornos de cemento) y fuentes de combustión incontroladas (p. ej., incendios forestales, erupciones volcánicas, incendios de edificios y leña residencial) (Clement et al., 1985; EPA, 2000; Thoma, 1988; Zook y Rappe, 1994). Las fundiciones y refinerías son también fuentes de dioxinas y furanos. La separación del mineral de hierro, la producción de acero y la recuperación de chatarra son algunos de los procesos en los que se generan dioxinas. La fundición secundaria y el refinado de metales no ferrosos como el aluminio, el cobre, el plomo y el zinc pueden dar lugar a la formación de dioxinas y furanos, debido a la combustión de impurezas orgánicas (plástico, pinturas y solventes) en los metales y productos químicos que contienen cloro (cloruro de sodio y cloruro de potasio) utilizados en el proceso de fundición (Aittola et al., 1992; EPA, 1987, 1997). Además, en la fundición de hierro y la producción de coque también se emiten dioxinas por la introducción de cloro y otros

compuestos orgánicos a través del polvo y desechos reciclados de otros procesos de fabricación (Lahl, 1993, 1994; Lexen et al., 1993; Rappe, 1992). En cuanto a la industria química, el blanqueo de pulpa de madera en la fabricación de papel, la fabricación de cloro y derivados de cloro y fabricación de productos químicos orgánicos halogenados (como algunos pesticidas) generan dioxinas.

Los PCBs o bifenilos policlorados son compuestos que también se liberan en procesos de combustión incompletos en presencia de cloro. Algunos PCBs, en concreto los “dioxin-like”, tienen una estructura parecida a las dioxinas, por lo que resultan tóxicas para los humanos. Aunque hoy en día la producción de PCBs esté prohibida en la mayoría de los países, dado su histórico amplio uso como aislantes dieléctricos, retardantes de llama, en adhesivos, tintes, pinturas, pesticidas, y diversos recubrimientos de material, hoy en día se siguen emitiendo al medio ambiente por productos que contienen PCBs, el uso de estos productos, el uso de materiales con PCBs, emisiones de reservorios contaminados con estos compuestos, y por último, por procesos de combustión.

Como en procesos de combustión se generan diferentes tipos PCDD/Fs y PCBs con distintos grados de toxicidad, el valor tóxico global de la mezcla se indica o plasma a través de TEQs o equivalentes tóxicos. El TEQ se calcula mediante factores de equivalencia tóxica o TEFs (Toxic Equivalency Factor) asignados a cada compuesto según su grado de toxicidad. Así, se otorga un valor de toxicidad a los compuestos menos tóxicos en función (fracción) de la toxicidad de la dioxina más tóxica, la TCDD, cuyo valor o TEF es igual a 1. Durante los últimos años se han utilizado diferentes TEFs para calcular los TEQ de las mezclas de dioxinas/furanos y PCBs, por lo que en la literatura se pueden observar concentraciones de PCDD/Fs y PCBs expresados en iTEQs o WHO-TEQs. Los iTEQ o Equivalente Tóxico Internacional (I-TEQ) se creó inicialmente por la Organización sobre el Tratado del Atlántico Norte (OTAN) en 1989, y posteriormente ha sido ampliada y puesta al día. Los WHO-TEQ son más recientes y sugeridos por la Organización Mundial de la Salud. Los valores iTEQ son en torno a un 10% mayores que los WHO-TEQ.

De las 45 muestras de aire recogidas en el captador de Usurbil durante el periodo de estudio (noviembre 2017-junio 2019), la muestra recogida en el periodo 23-24/06/2018 supera en un 3514,418% el valor de la media del periodo de muestreo del estudio de 8.67 (7.22 , 10.12) fg/m³ TEQ.

Este informe se realiza con el fin de investigar este hecho, y realizar un análisis exhaustivo de los datos atmosféricos disponibles en este municipio con los siguientes objetivos:

1. Comparar los resultados de los niveles de dioxinas y furanos de Usurbil con los niveles de estos compuestos en Urretxu (zona control del estudio epidemiológico) durante el mismo periodo de tiempo.
2. Descartar otras posibles fuentes (industria colindante). Para ello se han utilizado tanto datos propios del estudio epidemiológico sobre la Planta de Valorización Energética que forma parte del complejo medioambiental de Gipuzkoa (PM2.5, metales y HAPs), como datos obtenidos desde la Red de Calidad del Aire del Departamento de Medioambiente del Gobierno Vasco (PM10, NOx, NO₂, SO₂, NO, O₃, benceno, etilbenceno, tolueno).
3. Analizar los datos meteorológicos de las poblaciones objeto de estudio para ver el efecto que pudieron tener dichos datos en la concentración de dioxinas y furanos.

2. RESULTADOS

2.1. Comparación de los niveles de dioxinas/furanos y PCBs en Usurbil y Urretxu

Los datos de dioxinas/furanos y PCBs se analizaron en el periodo entre las 00:00 horas del 23/06/2018 y las 23:59 horas del 24/06/2018. Este periodo correspondió al fin de semana, por lo que los valores correspondientes a estas fechas se han comparado con los de los fines de semana cercanos al fin de semana de San Juan con el fin de observar la diferencia entre los niveles. Los valores también se han comparado con los recogidos en Urretxu, la zona control del estudio epidemiológico. Los datos se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 1: Concentración de la suma de dioxinas/furanos (PCDD/Fs) (fg/m³) y valores de equivalentes tóxicos expresados en iTEQ y WHO-TEQ (fg/m³).

fecha inicio muestreo	fecha fin muestreo	ubicacion	Σ PCDD/Fs concentración fg/m ³	Σ PCDD/Fs fg/m ³ iTEQ	Σ PCDD/Fs fg/m ³ WHO-TEQ	Σ PCBs concentración fg/m ³
16/06/2018	17/06/2018	Usurbil	84,5	8,8	8,1	28,8
		Urretxu	21,4	2,5	2,3	31,3
23/06/2018	24/06/2018	Usurbil	6797,1	329,3	304,7	32,5
		Urretxu	199,6	8,9	8,2	35,8
30/06/2018	01/07/2018	Usurbil	103,5	15,1	13,3	71,15
		Urretxu	46,3	4,8	4,2	61,6
07/07/2018	08/07/2018	Usurbil	54,7	7,4	7,1	55,9
		Urretxu	29,4	3,1	3,5	37,5

Los resultados indican que hubo una concentración de dioxinas/furanos mucho más alta (304,78 WHO-TEQ) (tabla 1) que durante el resto de fines de semana de verano (promedio=9,5 TEQ). En Urretxu, la concentración de dioxinas/furanos también fue más alta en el fin de semana del 23-24/06/2018 (8,23 TEQ), pero mucho más cercano a otros valores recogidos en otros fines de semana (figura 1).

En cuanto a los PCBs, no se observaron valores más altos durante el periodo 23-24/06/2018 (figura 1).

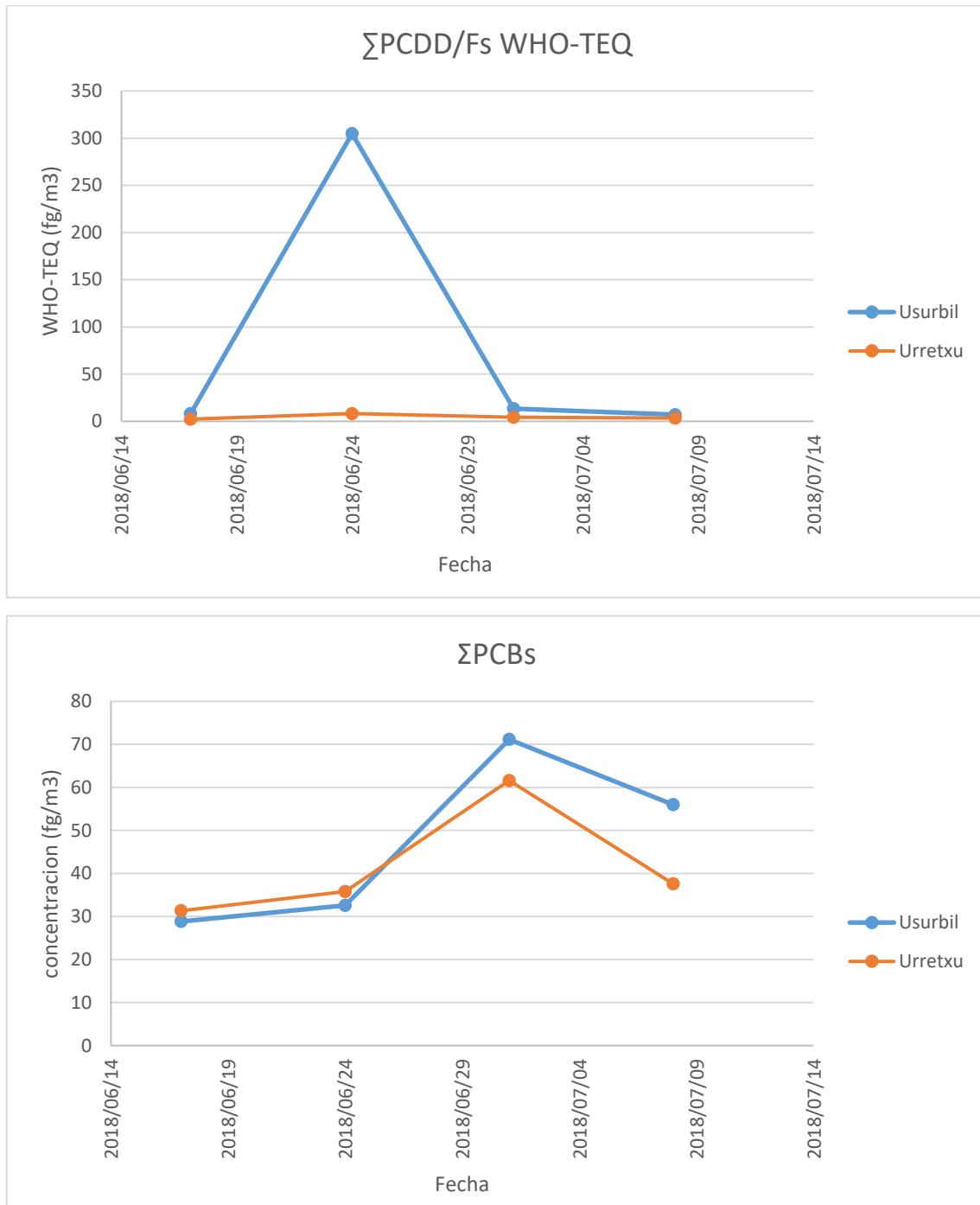


Figura 1: concentración de dioxinas/furanos (expresados en WHO-TEQs o equivalentes tóxicos según la OMS) y PCBs (gf/m³) detectados en las localidades de Usurbil y Urretxu en el periodo 23-24/06/2018.

2.2. Análisis de los contaminantes atmosféricos en aire

2.2.1. Resultados del estudio epidemiológico

PM2.5

Los resultados indicaron que la concentración de PM2.5 aumentó hasta los 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en Usurbil durante el periodo 23-24/06/2018. Se observó también un aumento en Lasarte y en Ordizia, donde se registraron los valores máximos de 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente el día 24/06/2018. Estos datos indican que en Usurbil se rebasó el límite establecido por la normativa vigente (Real Decreto 102/2011) en relación con PM2.5 (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) durante los días 23 y 24 de junio de 2018, y en Ordizia el día 24/06/2018.

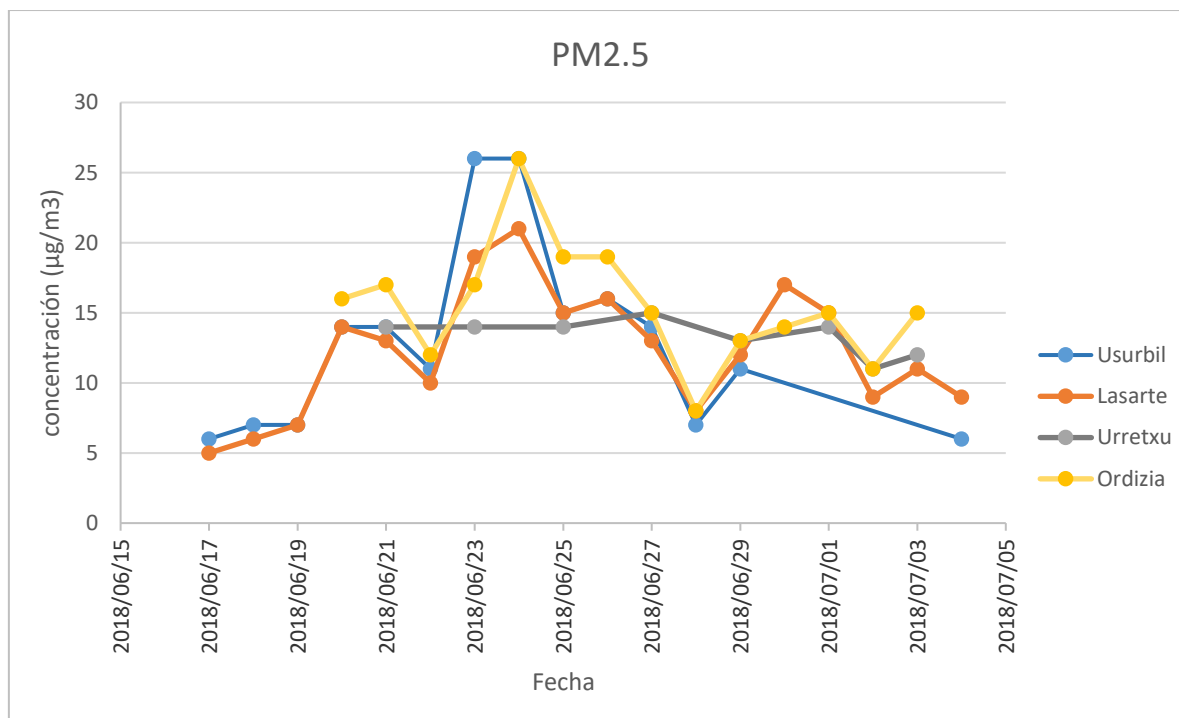


Figura 2: valores de concentración ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de PM2.5 en los 4 municipios objeto del estudio epidemiológico.

Elementos traza

No se dispone de datos de concentración de los elementos traza del día 24/06/2018 en Usurbil, pero sí del día 23 y del 25 de junio del 2018.

Las concentraciones de hierro (figura 8) y cinc (figura 9) fueron ligeramente más altas en Usurbil el día 25/06/2018. En el caso del bario (figura 13) y del cerio (figura 14), las

concentraciones aumentaron de forma notable ese día. En cuanto al plomo (figura 15) y al cadmio (figura 12), sus niveles también sufrieron un ascenso el día 23/06/2018 en Usurbil.

En Ordizia, donde también se detectó un pico en la concentración de PM2.5 el día 24/06/2018, se observaron valores altos de cinc (figura 9), arsénico (figura 10), selenio (figura 11), cadmio (figura 12), bario (figura 13), plomo (figura 15) y mercurio (figura 17).

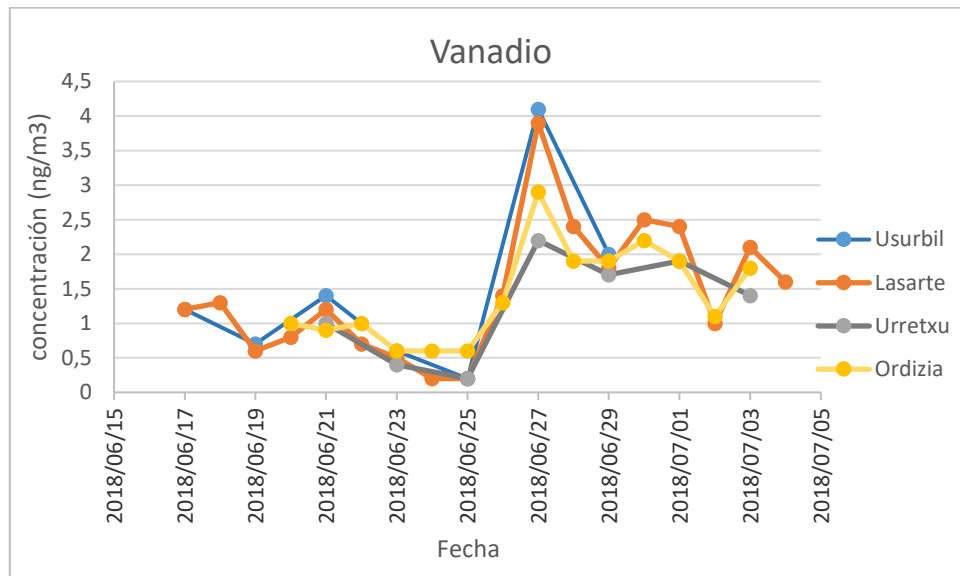


Figura 3: valores de concentración (ng/m³) de vanadio en los 4 municipios objeto del estudio epidemiológico.

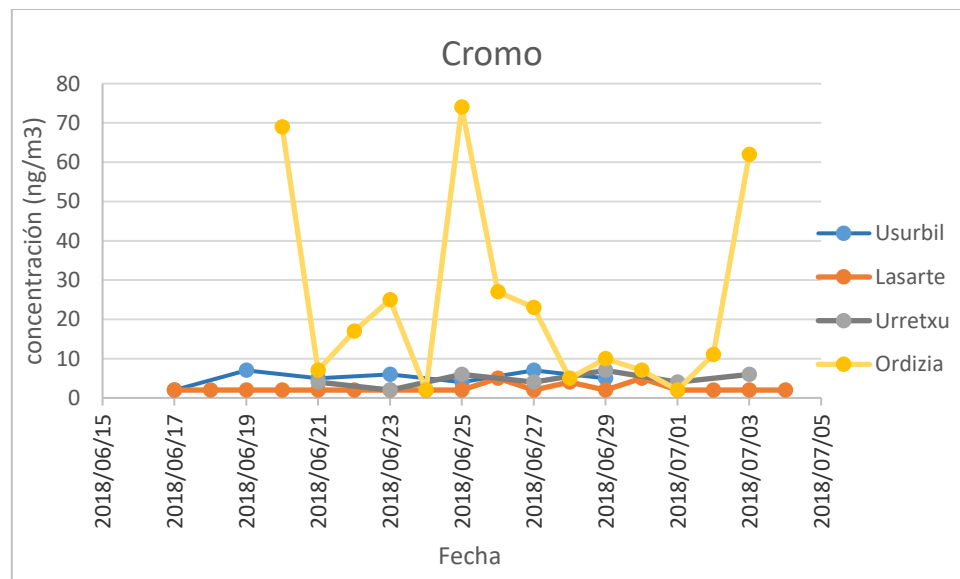


Figura 4: valores de concentración (ng/m³) de cromo en los 4 municipios objeto del estudio epidemiológico.

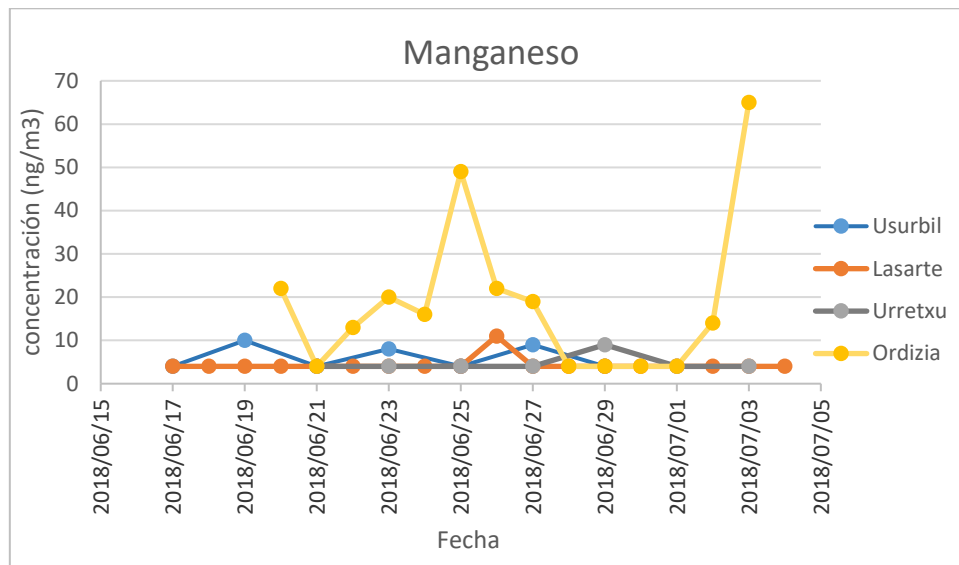


Figura 5: valores de concentración (ng/m³) de manganeso en los 4 municipios objeto del estudio epidemiológico.

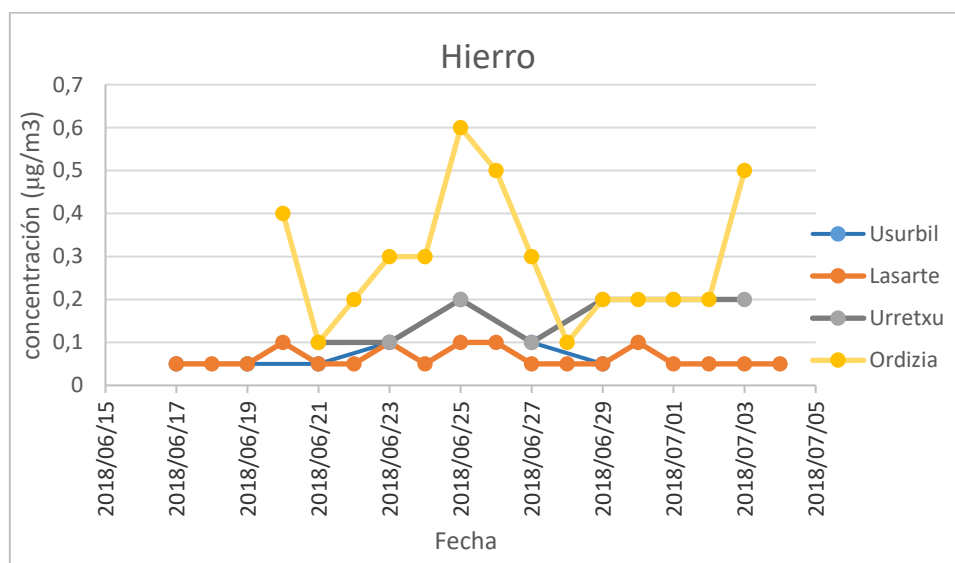


Figura 6: valores de concentración (µg/m³) de hierro en los 4 municipios objeto del estudio epidemiológico.

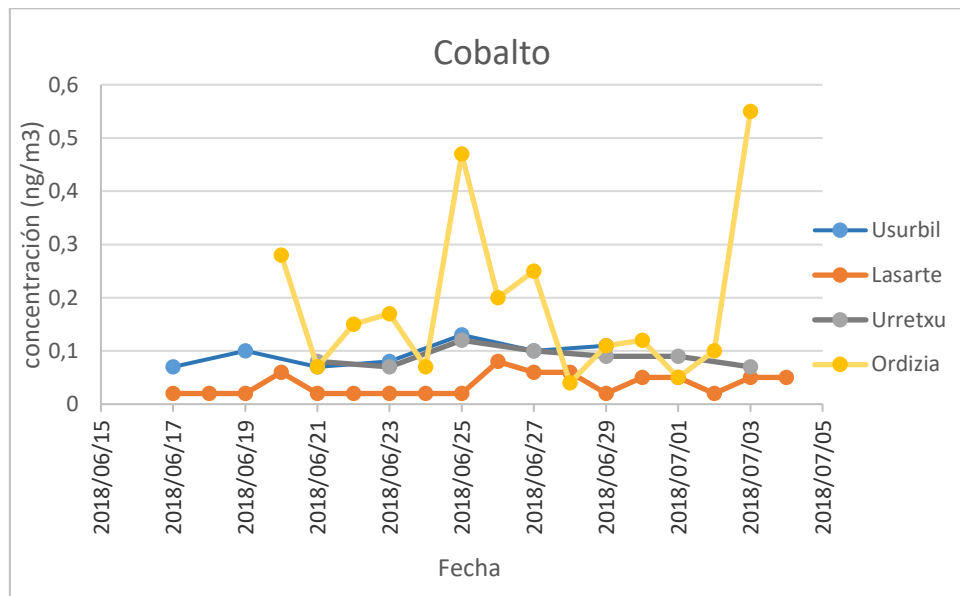


Figura 7: valores de concentración (ng/m³) de cobalto en los 4 municipios objeto del estudio epidemiológico.

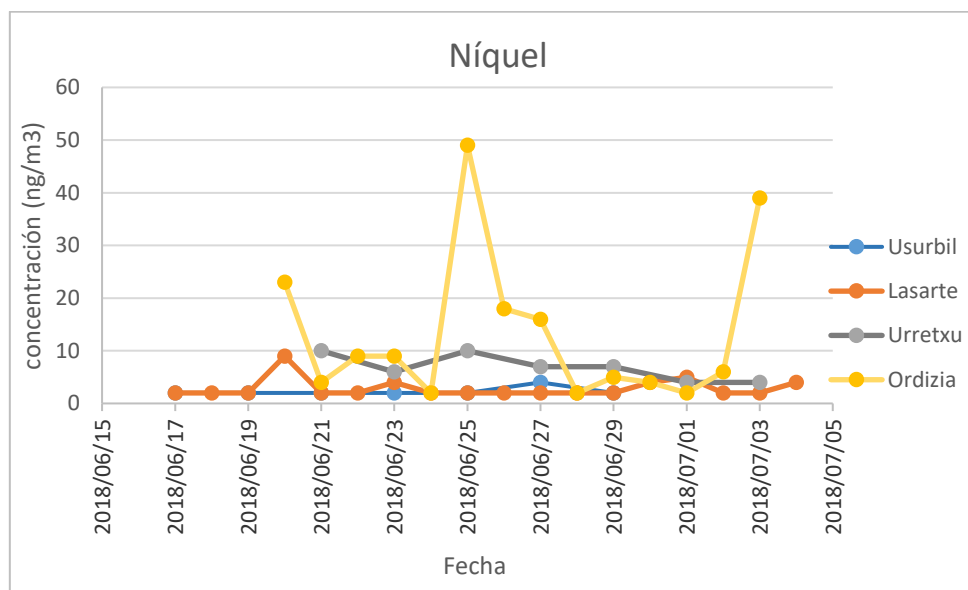


Figura 8: valores de concentración (ng/m³) de níquel en los 4 municipios objeto del estudio epidemiológico.

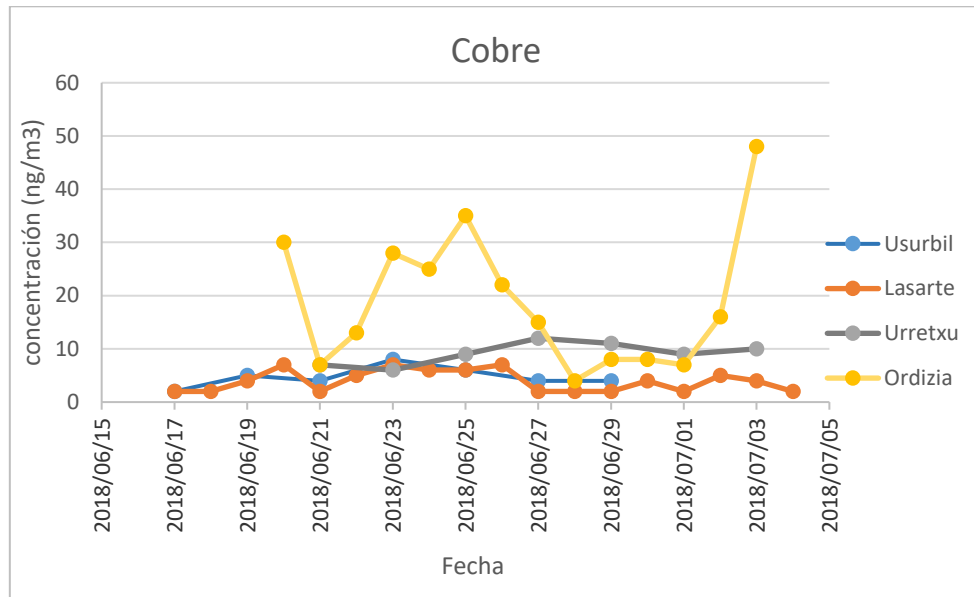


Figura 8: valores de concentración (ng/m³) de cobre en los 4 municipios objeto del estudio epidemiológico.

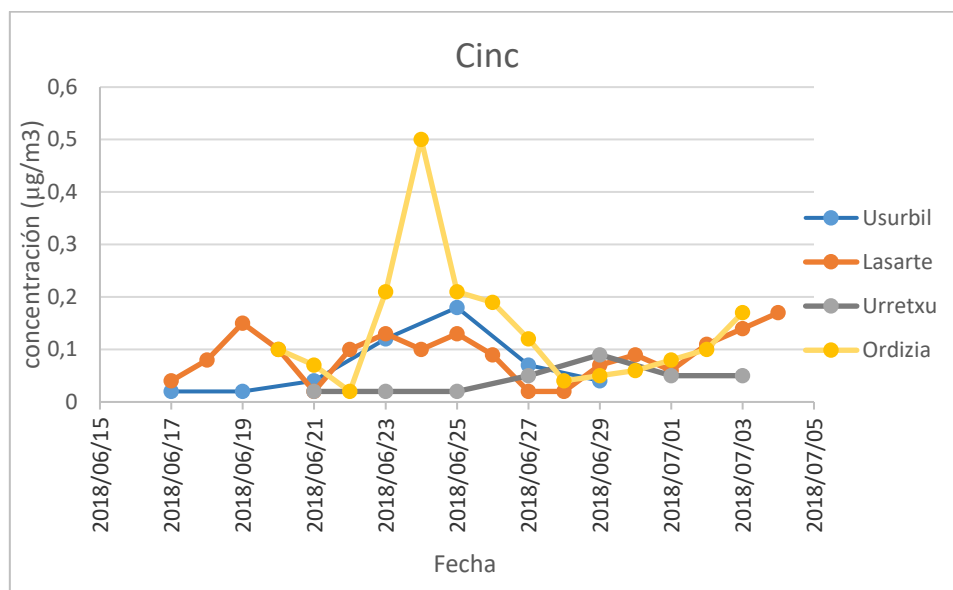


Figura 9: valores de concentración (µg/m³) de cinc en los 4 municipios objeto del estudio epidemiológico.

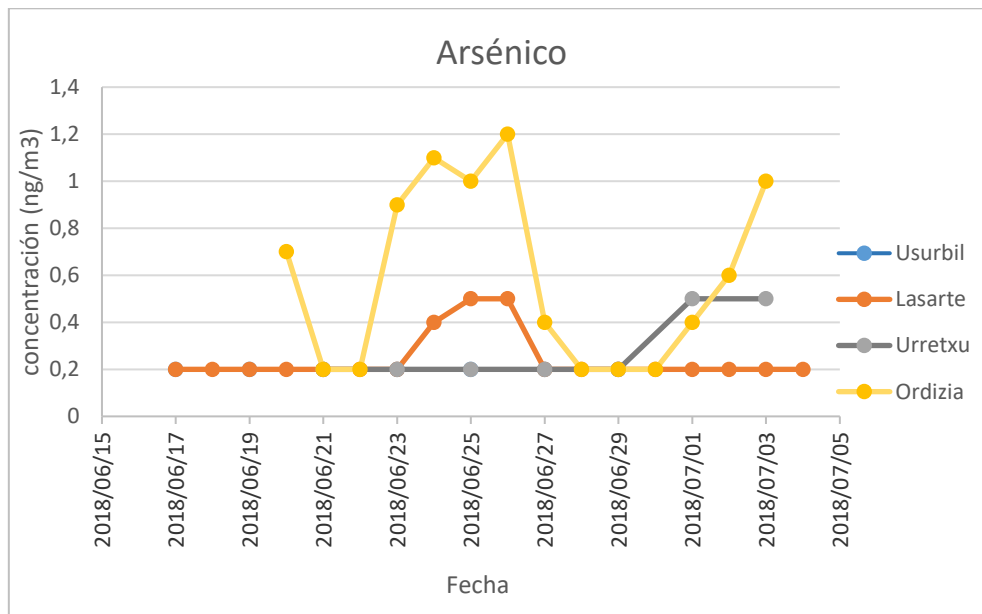


Figura 10: valores de concentración (ng/m³) de arsénico en los 4 municipios objeto del estudio epidemiológico.

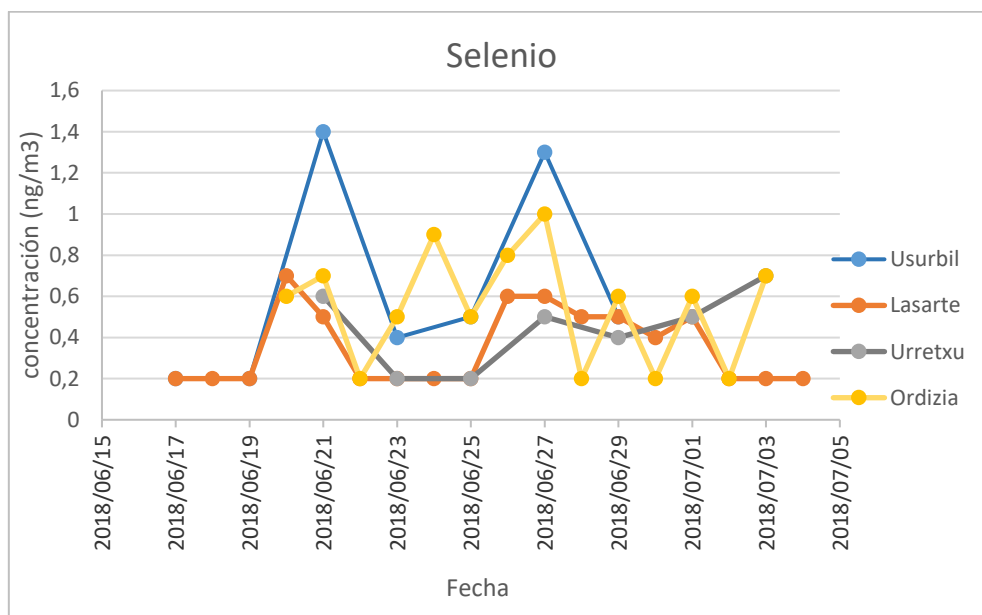


Figura 11: valores de concentración (ng/m³) de selenio en los 4 municipios objeto del estudio epidemiológico.

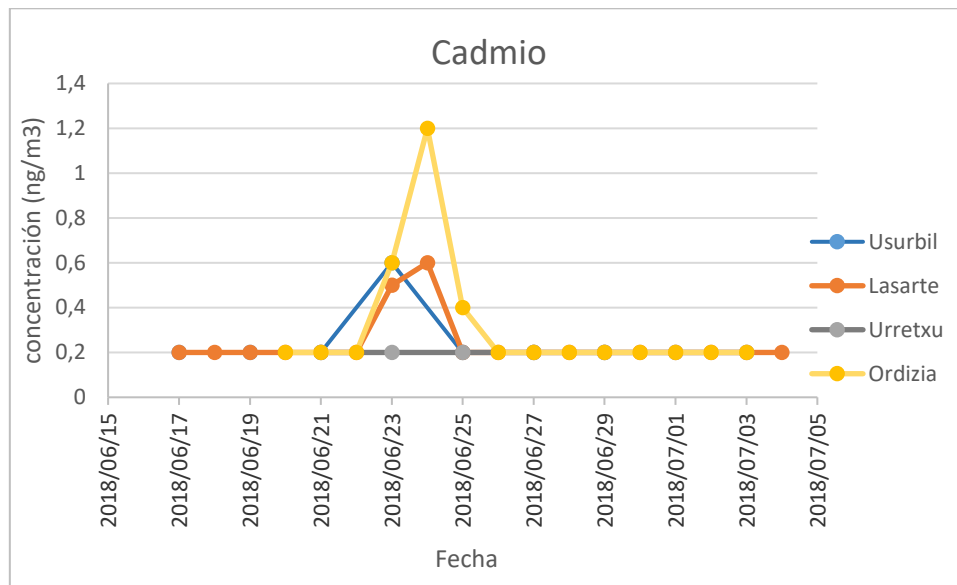


Figura 12: valores de concentración (ng/m³) de cadmio en los 4 municipios objeto del estudio epidemiológico.

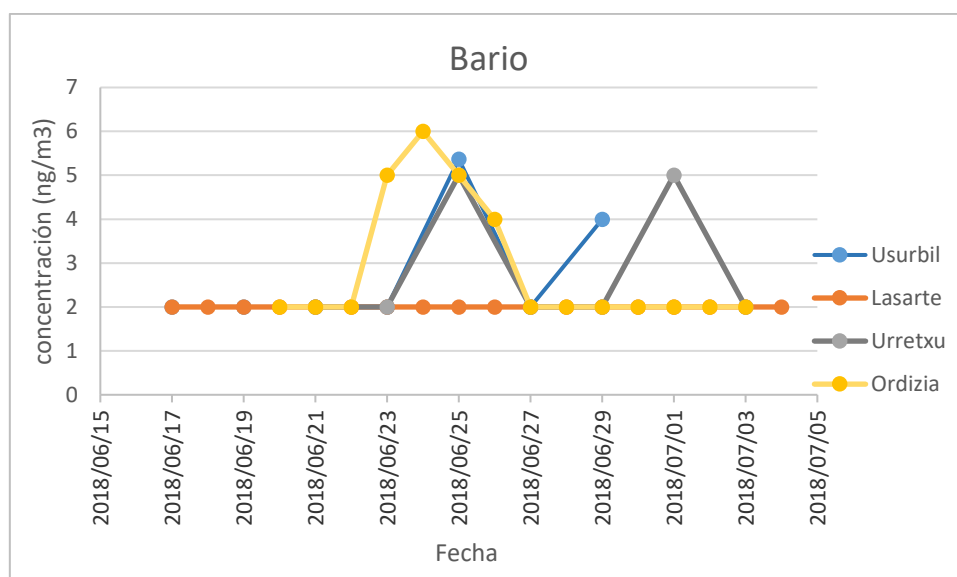


Figura 13: valores de concentración (ng/m³) de bario en los 4 municipios objeto del estudio epidemiológico.

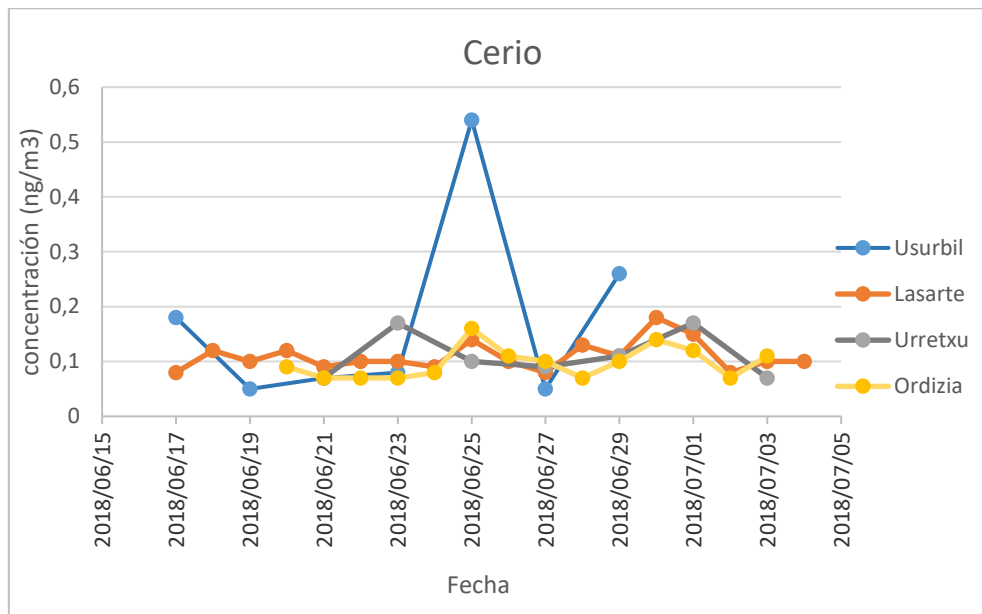


Figura 14: valores de concentración (ng/m³) de cerio en los 4 municipios objeto del estudio epidemiológico.

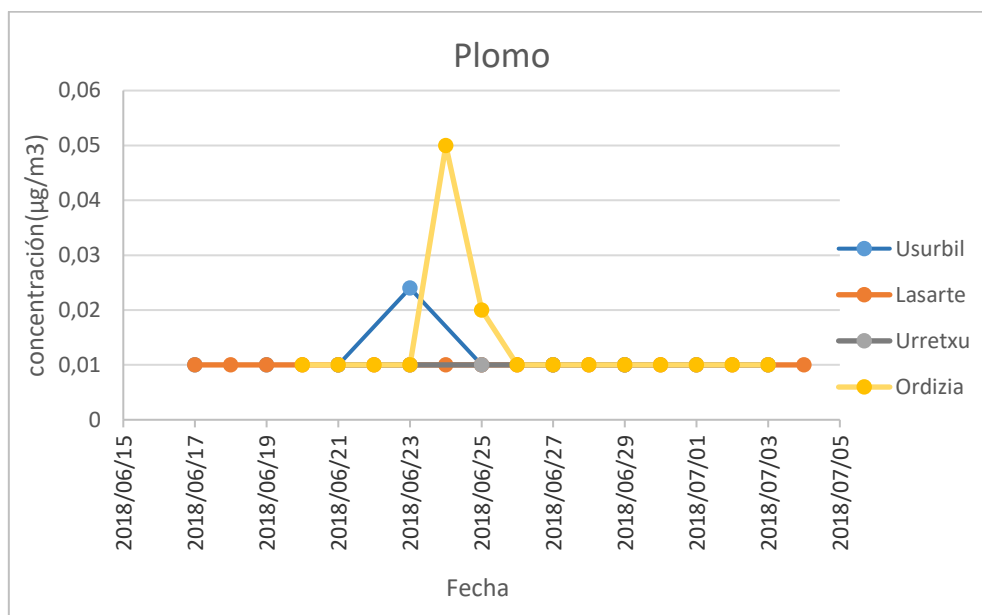


Figura 15: valores de concentración (µg/m³) de plomo en los 4 municipios objeto del estudio epidemiológico.

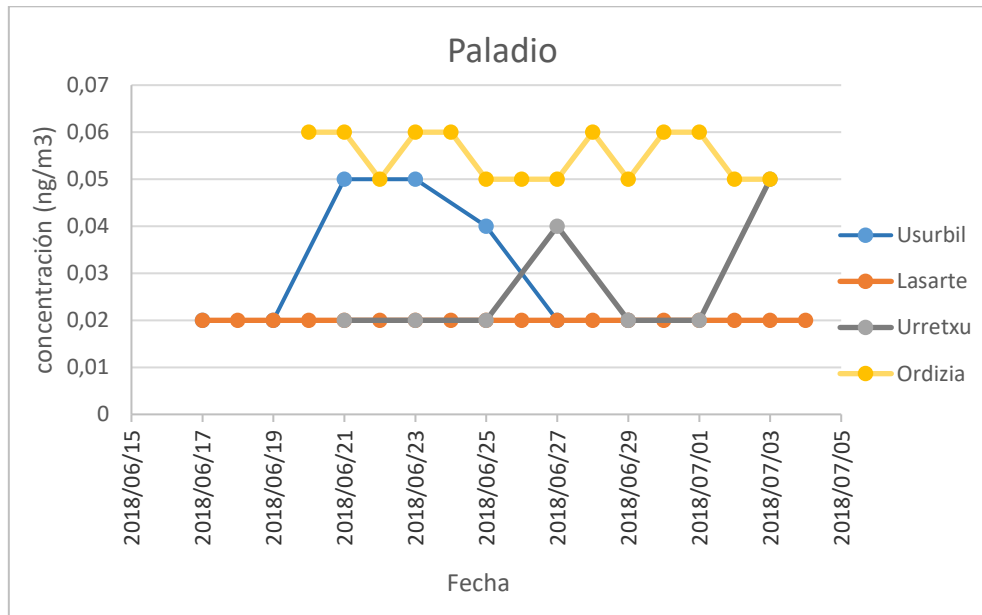


Figura 16: valores de concentración (ng/m³) de paladio en los 4 municipios objeto del estudio epidemiológico.

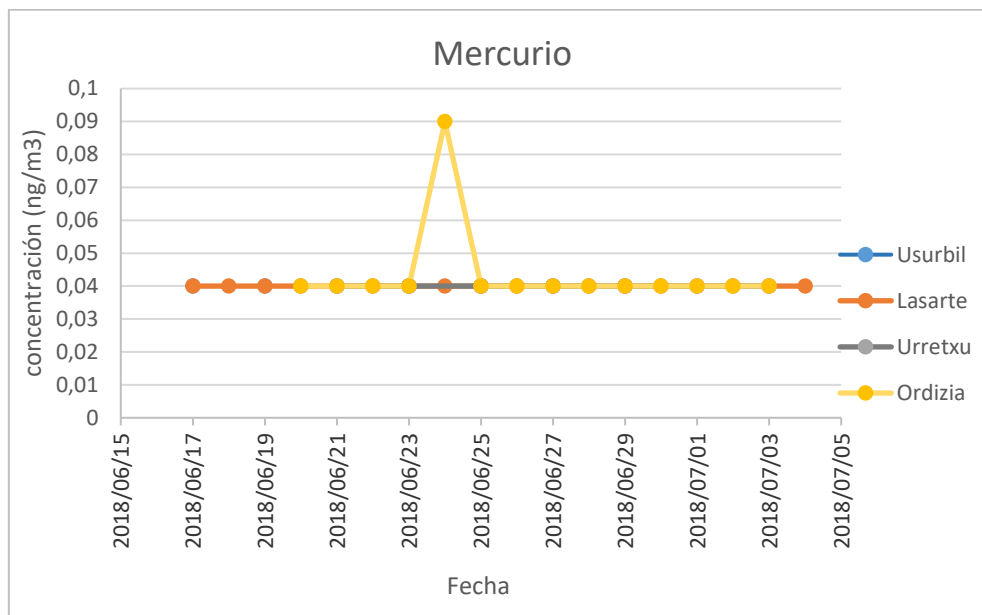


Figura 17: valores de concentración (ng/m³) de mercurio en los 4 municipios objeto del estudio epidemiológico.

Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs)

Los datos de los HAPs indican que hubo un aumento en la concentración de fluoranteno (figura 19), benzo(b)fluotanteno (figura 20), benzo(k)fluotanteno (figura 21), benzo(a)pireno (figura 22), dibenzo(a,h)antraceno (figura 23), benzo(g,h,i)perileno (figura 24) e indeno(1,2,3,c,d)pireno (figura 25) en Usurbil el día 24/06/2018. Además, el aumento de benzo(g,h,i)perileno e indeno(1,2,3,c,d)pireno también se detectó en Lasarte. EL valor de benzo(a)pireno no rebasó el límite establecido por la normativa vigente (Real Decreto 102/2011).

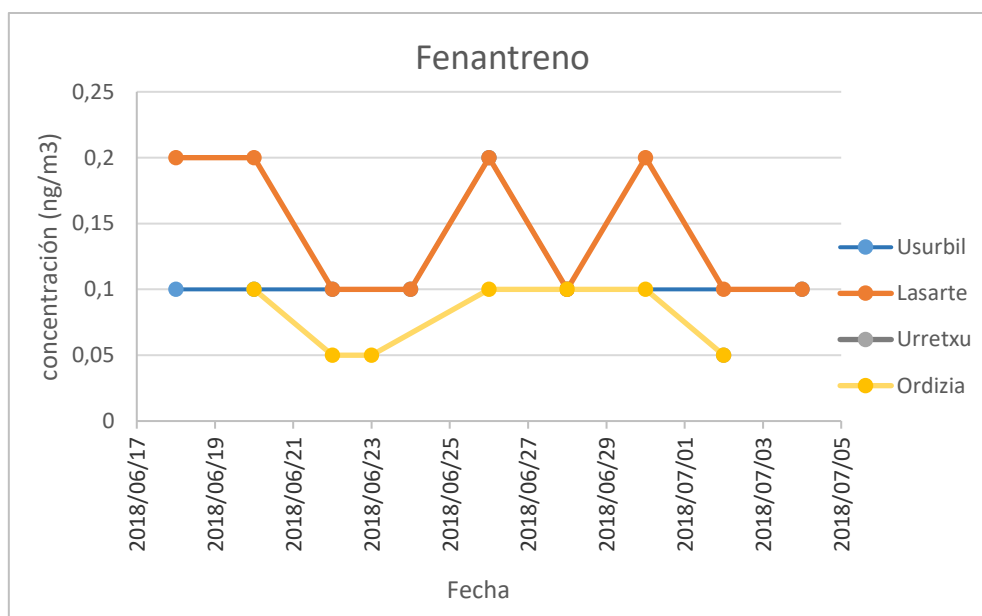


Figura 18: valores de concentración (ng/m³) de fenantreno en los 4 municipios objeto del estudio epidemiológico.

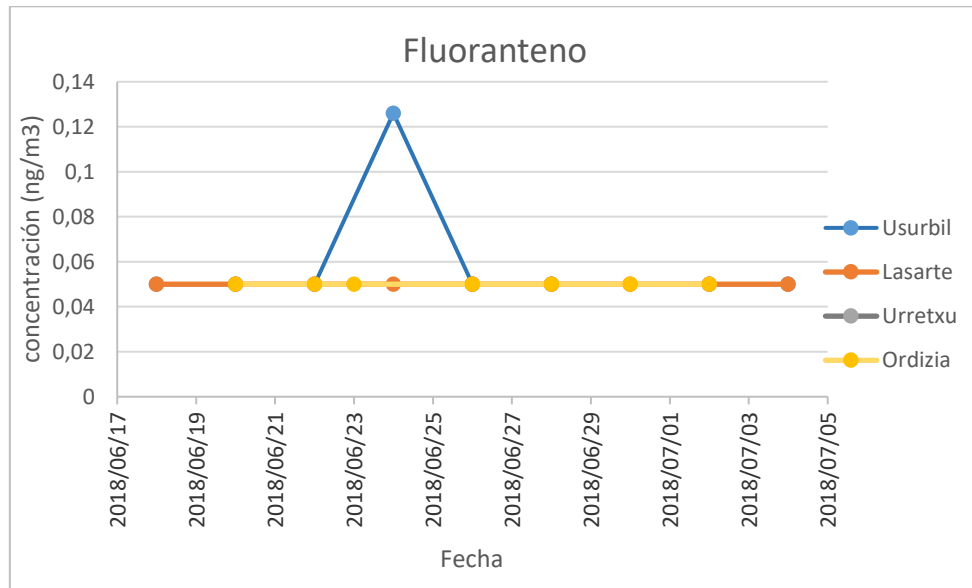


Figura 19: valores de concentración (ng/m³) de fluoranteno en los 4 municipios objeto del estudio epidemiológico.

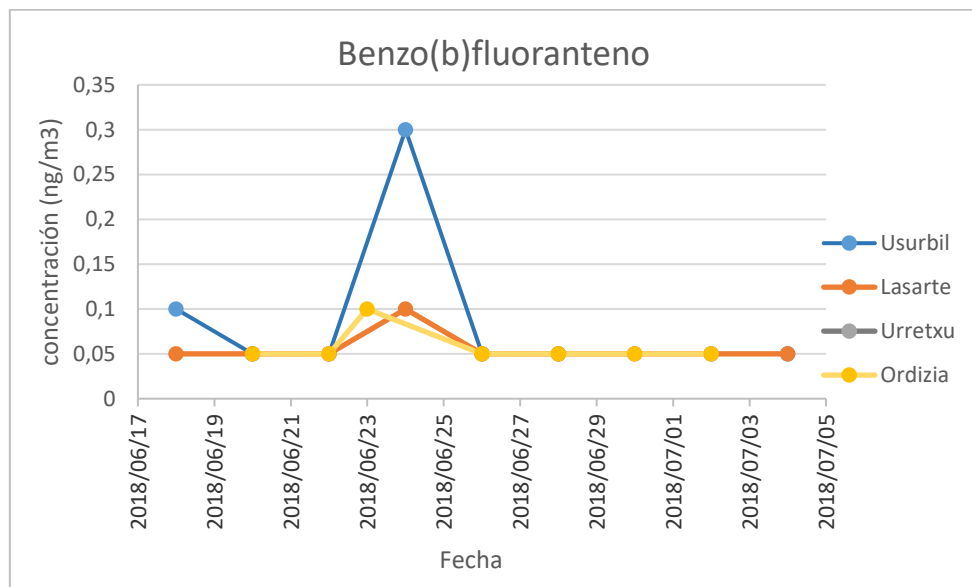


Figura 20: valores de concentración (ng/m³) de Benzo(b)fluoranteno en los 4 municipios objeto del estudio epidemiológico.

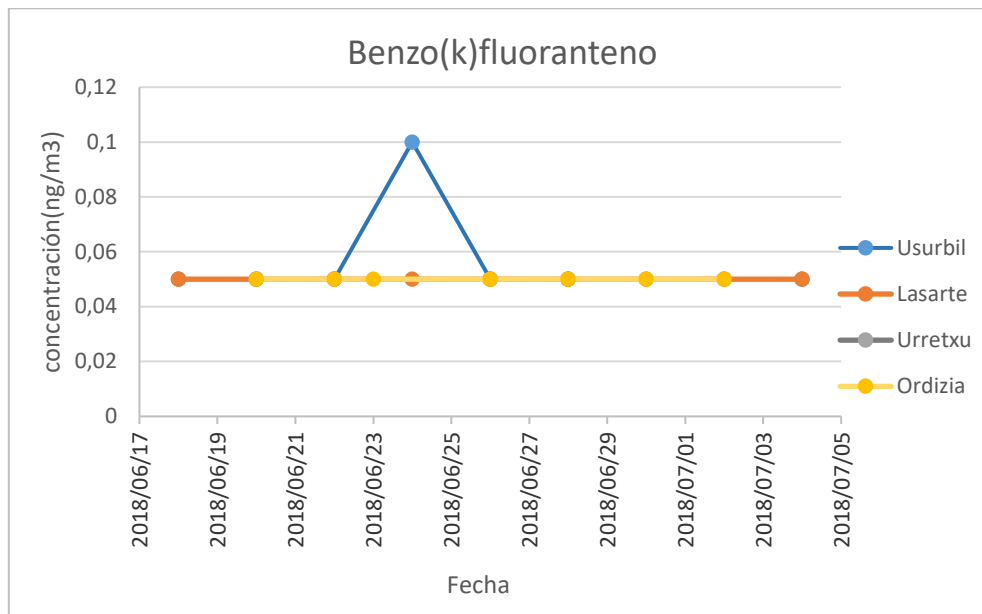


Figura 21: valores de concentración (ng/m³) de Benzo(k)fluoranteno en los 4 municipios objeto del estudio epidemiológico.

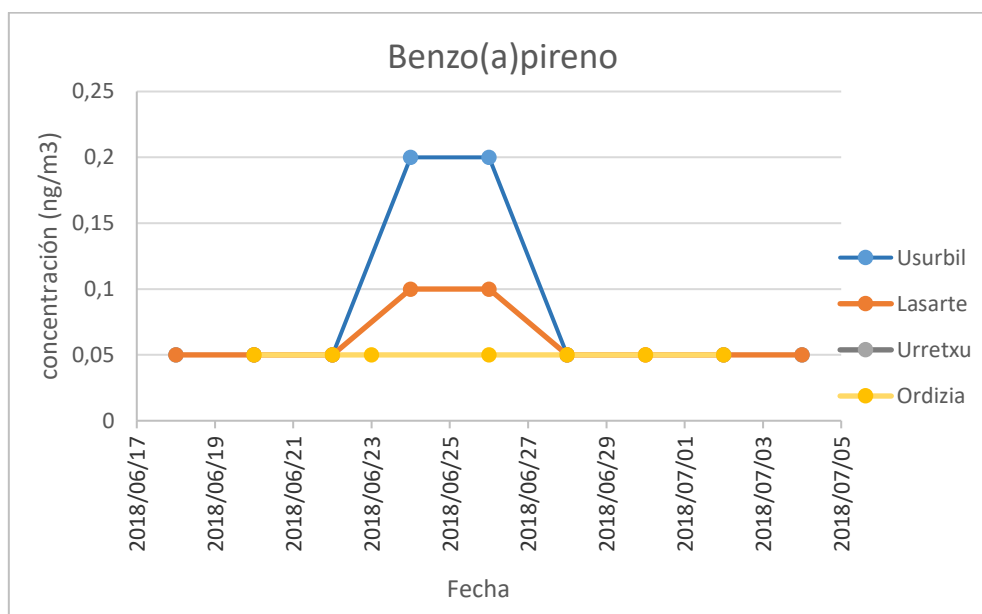


Figura 22: valores de concentración (ng/m³) de Benzo(a)pireno en los 4 municipios objeto del estudio epidemiológico.

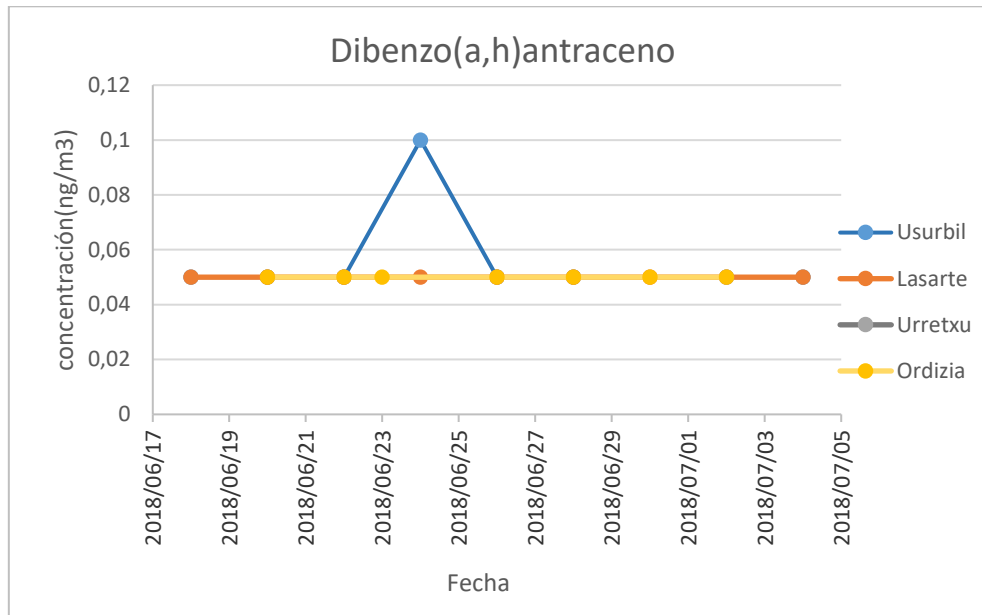


Figura 23: valores de concentración (ng/m³) de Dibenzo(a,h)antraceno en los 4 municipios objeto del estudio epidemiológico.

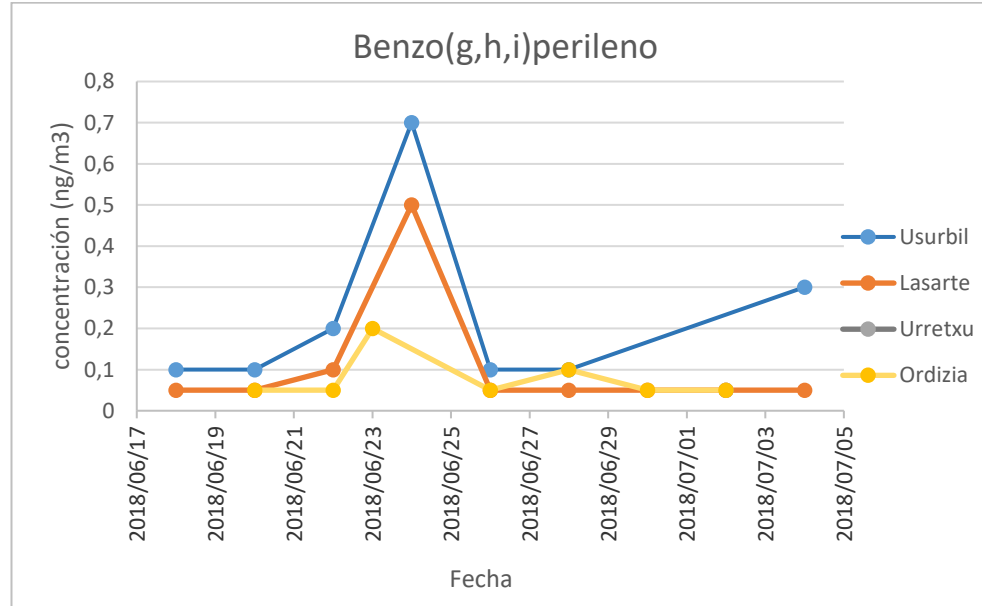


Figura 24: valores de concentración (ng/m³) de Benzo(g,h,i)perileno en los 4 municipios objeto del estudio epidemiológico.

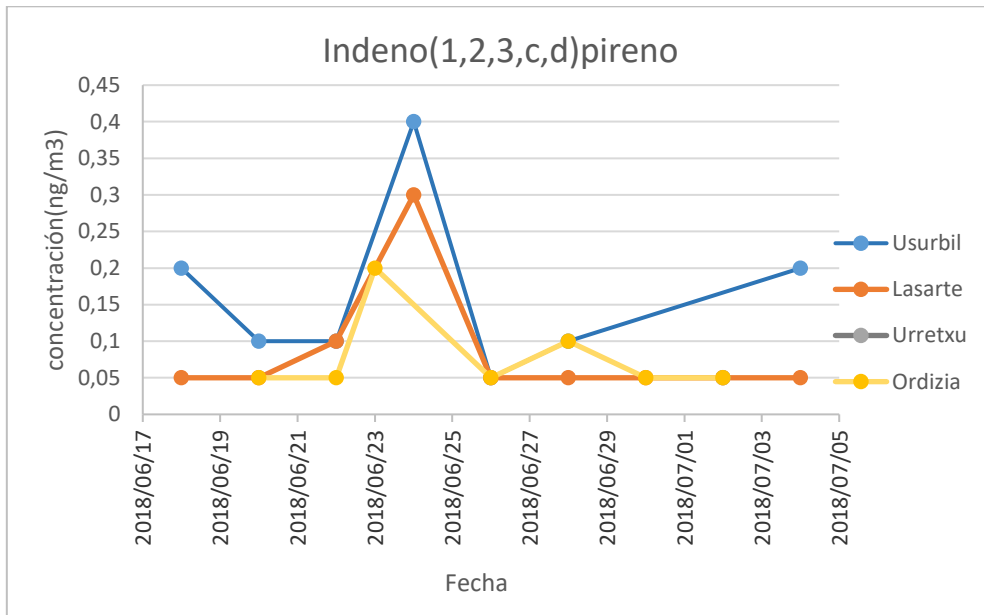


Figura 25: valores de concentración (ng/m³) de Indeno(1,2,3,c,d)pireno en los 4 municipios objeto del estudio epidemiológico.

2.2.2. Datos de la Red de Calidad del Aire

Se han analizado los valores por horas de los contaminantes disponibles en la Red de Calidad del Aire del Departamento de Medioambiente del Gobierno Vasco en las estaciones cercanas a nuestros puntos de muestreo:

- Zubieta: cerca de Usurbil
- Lasarte: mismo municipio del estudio
- Beasain: cerca de Ordizia
- Zumarraga: cerca de Urretxu

Los datos se muestran por municipio y por horas durante los días 23 y 24 de junio de 2018, con el fin de observar los cambios en los niveles de contaminantes durante la noche de San Juan. Se han construido 2 gráficas para cada población, la primera con los contaminantes con concentraciones más altas o los compuestos mayoritarios (PM2.5, PM10, NO_x, NO₂, O₃ y tolueno en caso de Beasain) y la segunda con los compuestos con niveles más bajos o minoritarios (SO₂, NO, Benceno, Etilbenceno, CO y tolueno en Zubieta).

Las gráficas mostraron un incremento de PM10 y PM2.5 a partir de las 20:00 horas en Zubieta, alcanzando su valor máximo a las 00:00 del 24/06/2018 en el caso de las PM2.5 (88 µg/m³) y a las 2:00 horas en PM10 (107 µg/m³). Los niveles bajaron gradualmente hasta alcanzar los valores habituales a las 12:00 horas del día 24/06/2018. Estos valores superaron ampliamente el límite establecido por la normativa vigente (Real Decreto 102/2011) para las PM10 (50 µg/m³ de valor límite diario o 40µg/m³ de valor límite anual) y PM2.5 (25 µg/m³ de valor límite anual)

También se detectó un pico de concentración de benceno (4.43 µg/m³) y tolueno (10.6 µg/m³) en el periodo entre 21.00 del 23/06/2018 y las 04:00 del 24/06/2018, aunque no se rebasó el límite establecido por la legislación vigente (5 µg/m³ según el Real Decreto 102/2011).

En Zumarraga también se pudo detectar un aumento de los valores de PM2.5 (40 µg/m³ y PM10 (43 µg/m³) hacia las 21:00 horas del 23/06/2018, superándose los valores límite establecidos por el Real Decreto 102/2011 (PM10: 50 µg/m³ de valor límite diario o 40µg/m³ de valor límite anual; PM2.5: 25 µg/m³ de valor límite anual).

En Lasarte, se observó un pico de los niveles de PM10 con el valor máximo ($74 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a las 01:00 horas del 24/06/2018, valor superior al indicado en la normativa vigente (Real Decreto 102/2011).

En el caso de Beasain, tanto las PM2.5 como las PM10 mostraron un patrón diferente de concentración al del resto de poblaciones analizadas, y se observaron varios picos de concentración durante el periodo analizado. El valor más alto de PM2.5 ($61 \mu\text{g}/\text{m}^3$) se detectó a las 01:00 horas del 24/06/2018. Sin embargo, el pico más alto de PM10 ($102 \mu\text{g}/\text{m}^3$) se registró a las 09:00 horas del 24/06/2014. Estas concentraciones rebasaron ampliamente el límite establecido por el Real Decreto 102/2011 tanto para las PM2.5 ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de valor límite anual) como para las PM10 ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de valor límite diario o $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de valor límite anual). También se detectaron picos en las concentraciones de benceno ($2,97 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y etilbenceno ($0,33 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a las 01:00 horas de 24/06/2018.

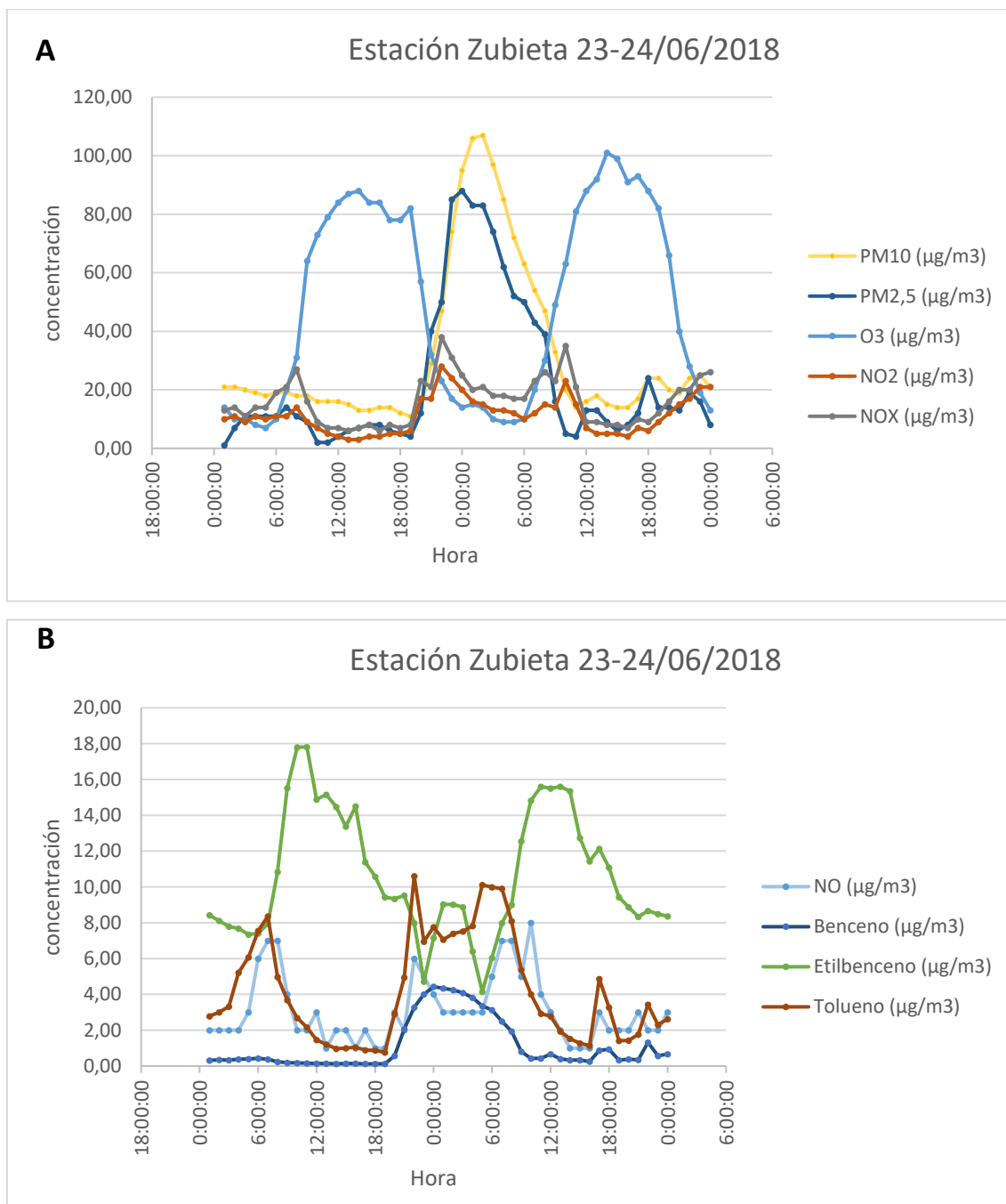


Figura 26: concentración de contaminantes mayoritarios (A) y minoritarios (B) detectados en la estación de Zubieta de la Red de Calidad del Aire del Departamento de Medioambiente del Gobierno Vasco en el periodo 23-24/06/2018.

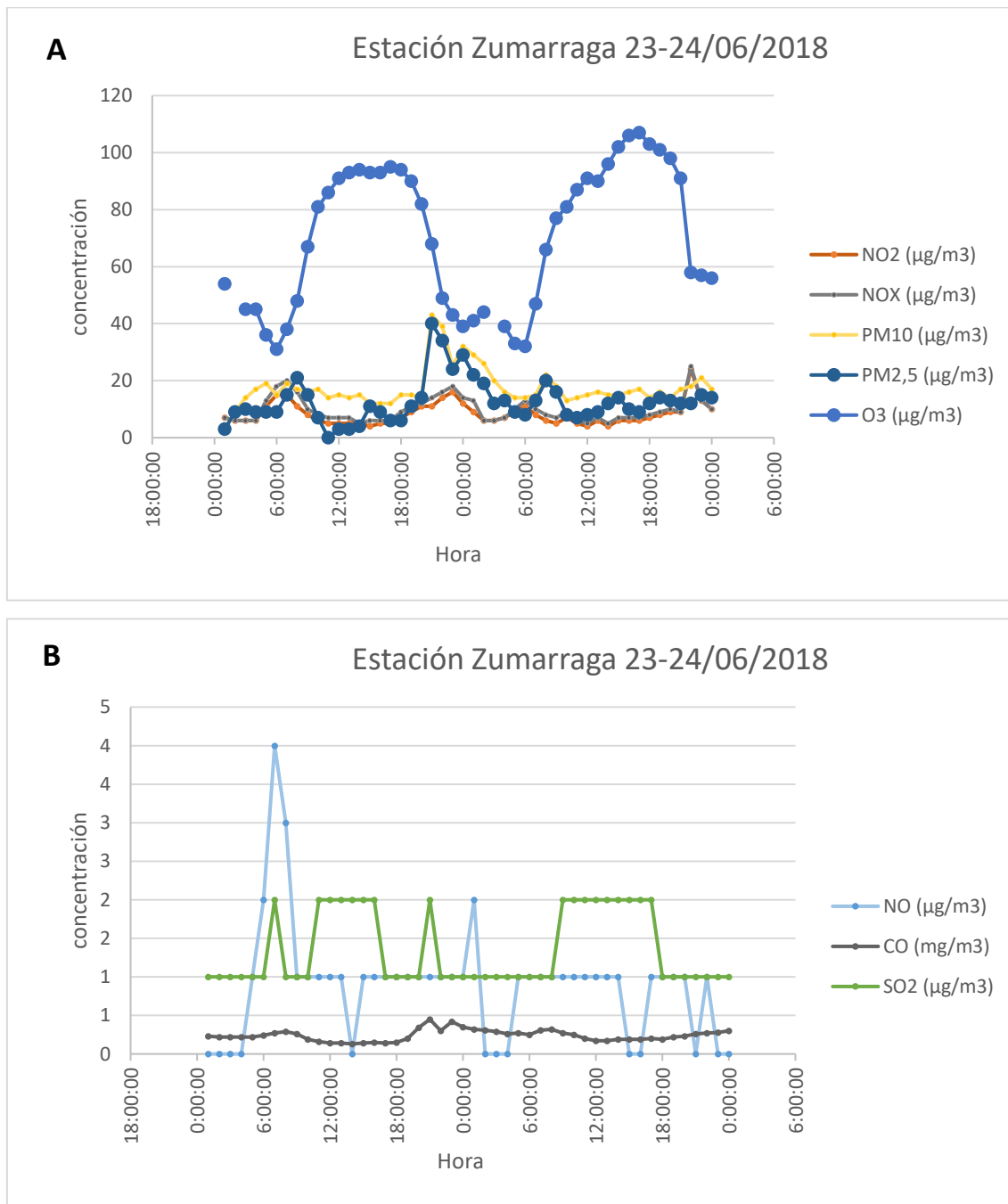


Figura 27: concentración de contaminantes mayoritarios (A) y minoritarios (B) detectados en la estación de Zumarraga de la Red de Calidad del Aire del Departamento de Medioambiente del Gobierno Vasco en el periodo 23-24/06/2018.

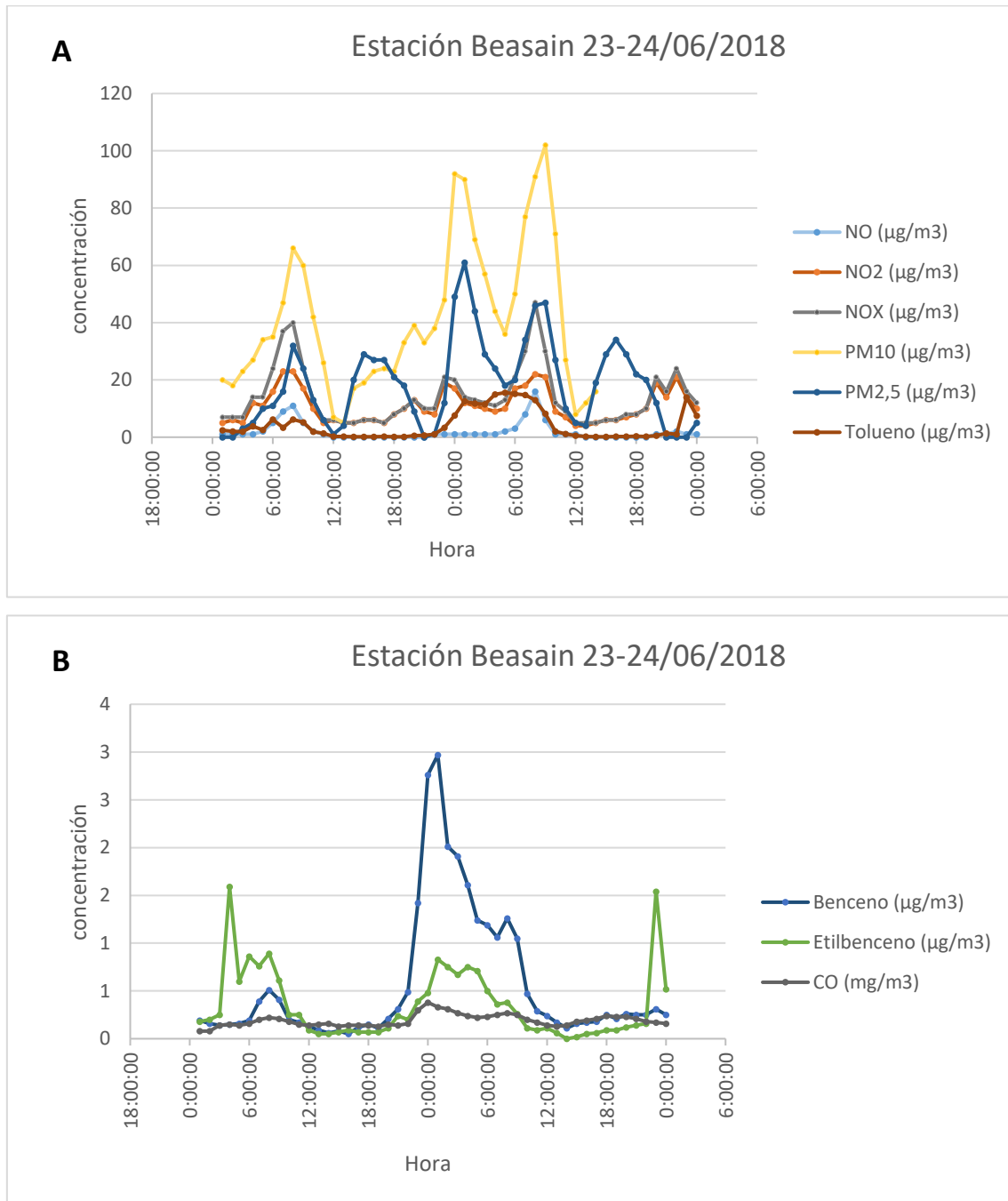


Figura 28: concentración de contaminantes mayoritarios (A) y minoritarios (B) detectados en la estación de Beasain de la Red de Calidad del Aire del Departamento de Medioambiente del Gobierno Vasco en el periodo 23-24/06/2018.

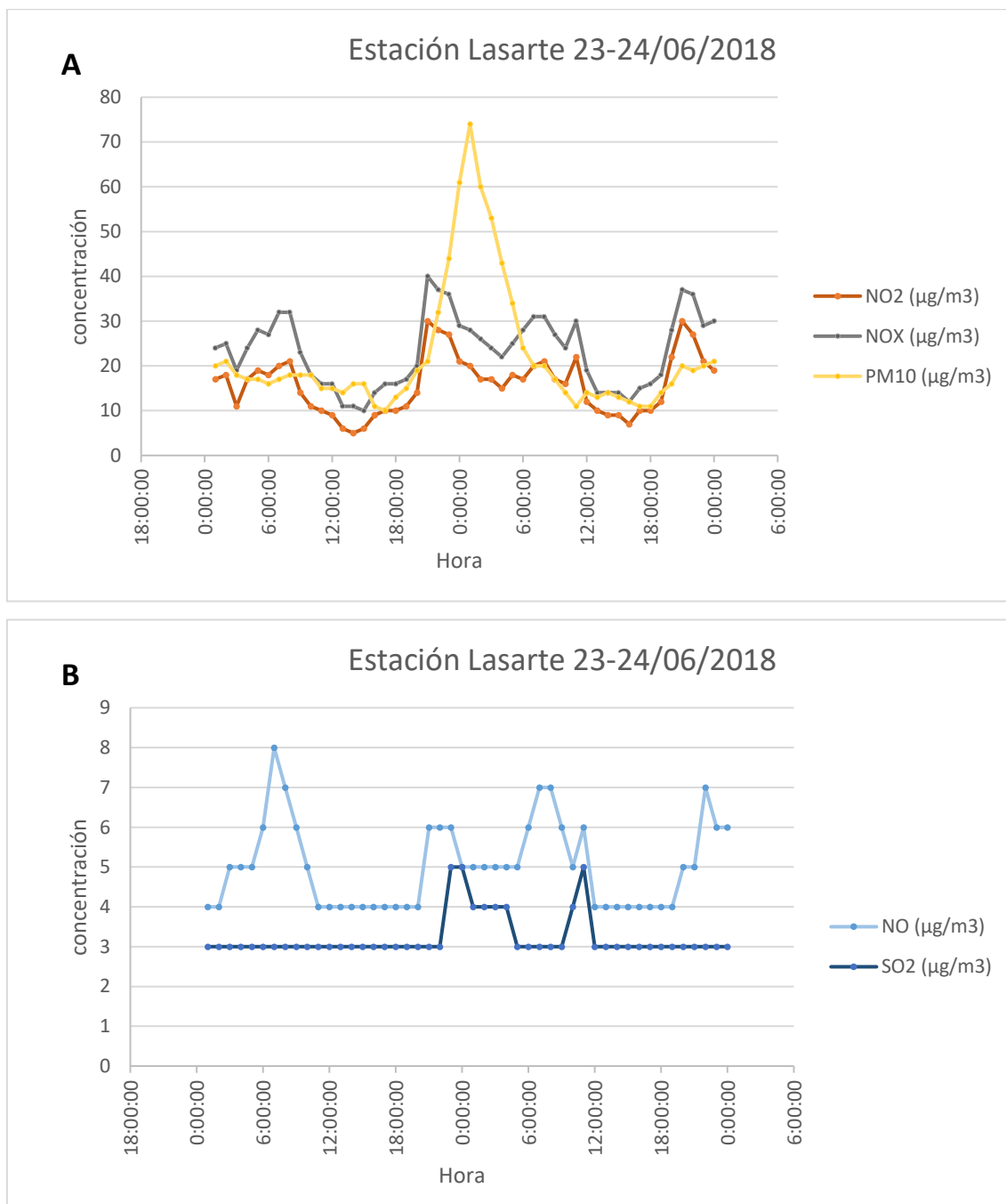


Figura 29: concentración de contaminantes mayoritarios (A) y minoritarios (B) detectados en la estación de Lasarte de la Red de Calidad del Aire del Departamento de Medioambiente del Gobierno Vasco en el periodo 23-24/06/2018.

2.3. Factores ambientales: Viento

La dirección y la fuerza del viento son factores determinantes a la hora de analizar la difusión de los contaminantes por aire. Las dioxinas, al ser compuestos muy estables a

temperatura ambiente, son muy persistentes (no se degradan ni se transforman en otros compuestos) y pueden ser transportadas por el viento con mucha facilidad.

Con el fin de entender el papel que pudo tener el viento en el periodo 23-24/06/2018 en las altas concentraciones de dioxinas detectadas en Usurbil, se ha procedido a realizar un análisis del viento en las fechas indicadas.

El análisis de los datos de la dirección y la velocidad del viento se realizaron con los datos de las estaciones de Hernani como referencia de la zona expuesta, y de Beasain y Zumarraga como referencia de Ordizia y Urretxu consecutivamente.

Los datos mostraron que la velocidad del viento fue baja (<6 m/s) tanto en la zona control como en la zona expuesta del estudio en la noche del 23/06/2018. En cuanto a la dirección del viento, éste sopló con dirección noreste en Hernani y en Beasain, y fue de componente oeste en Zumarraga.

Teniendo en cuenta la localización de las quemas incontroladas (hogeras de Jan Juan) en cada municipio y la dirección del viento, se pudo observar que en Usurbil la trayectoria del humo emitido por las hogueras coincide con la localización del captador del estudio, ya que este se encuentra en dirección suroeste teniendo como referencia las hogueras. En cuanto a Lasarte, el captador se encuentra al sur de la ubicación de la hoguera de San Juan, por lo que la cantidad de humo que pudo llegar al captador podría haber sido menor. En cuanto a la estación de Zubieta, ésta se encuentra en dirección suroeste de industrias contaminantes y en dirección oeste de la hoguera de Lasarte.

En cuanto a la zona control del estudio, en Urretxu el captador se ubica al norte de la hoguera de San Juan, y el viento fue de componente oeste. En Ordizia, el viento fue de componente noreste y el captador del estudio se localiza en dirección norte.

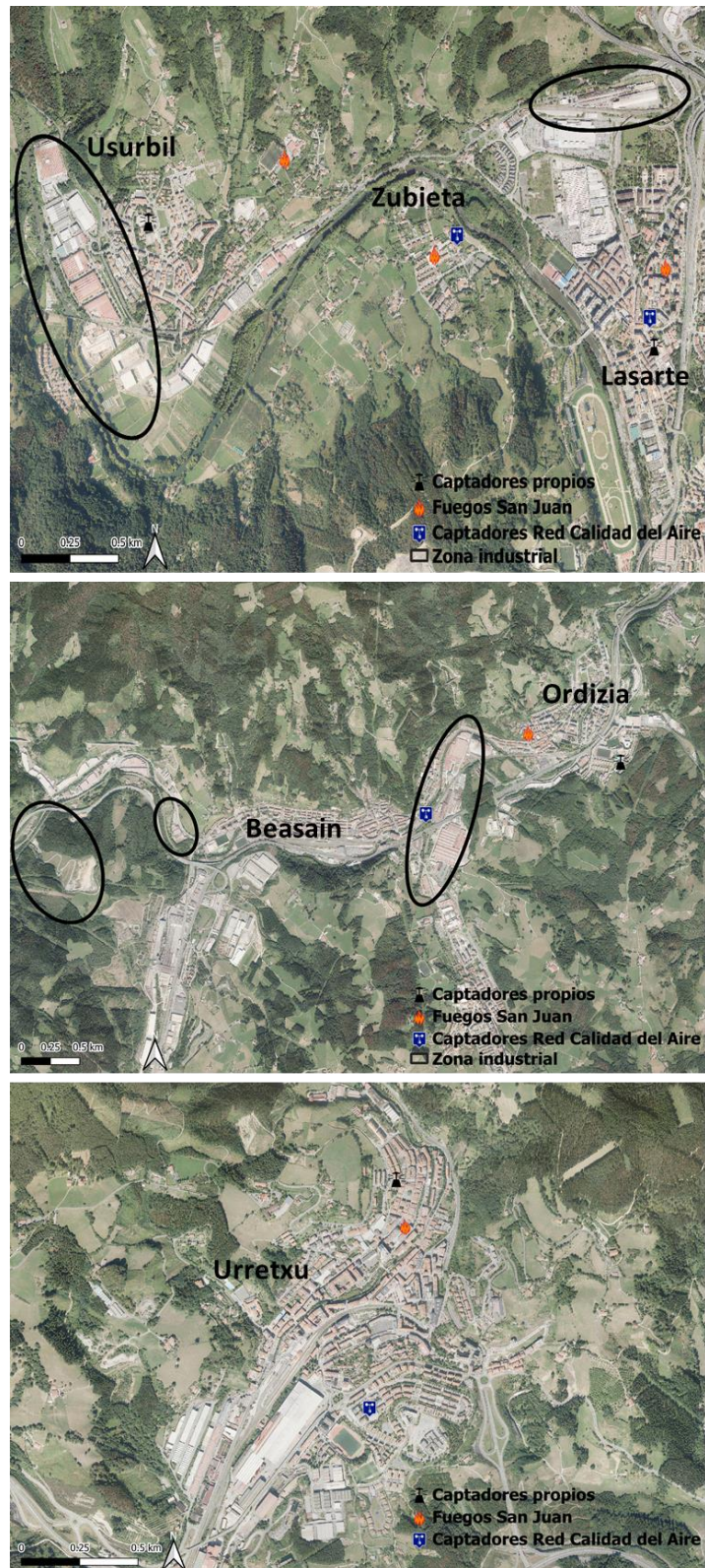


Figura 30: Localización de los captadores propios del estudio (captadores propios), los captadores de la Red de Calidad del Aire, los Fuegos del día de San Juan y las industrias contaminantes (según PRTR) en la zona expuesta del estudio (A) y la zona control (B).

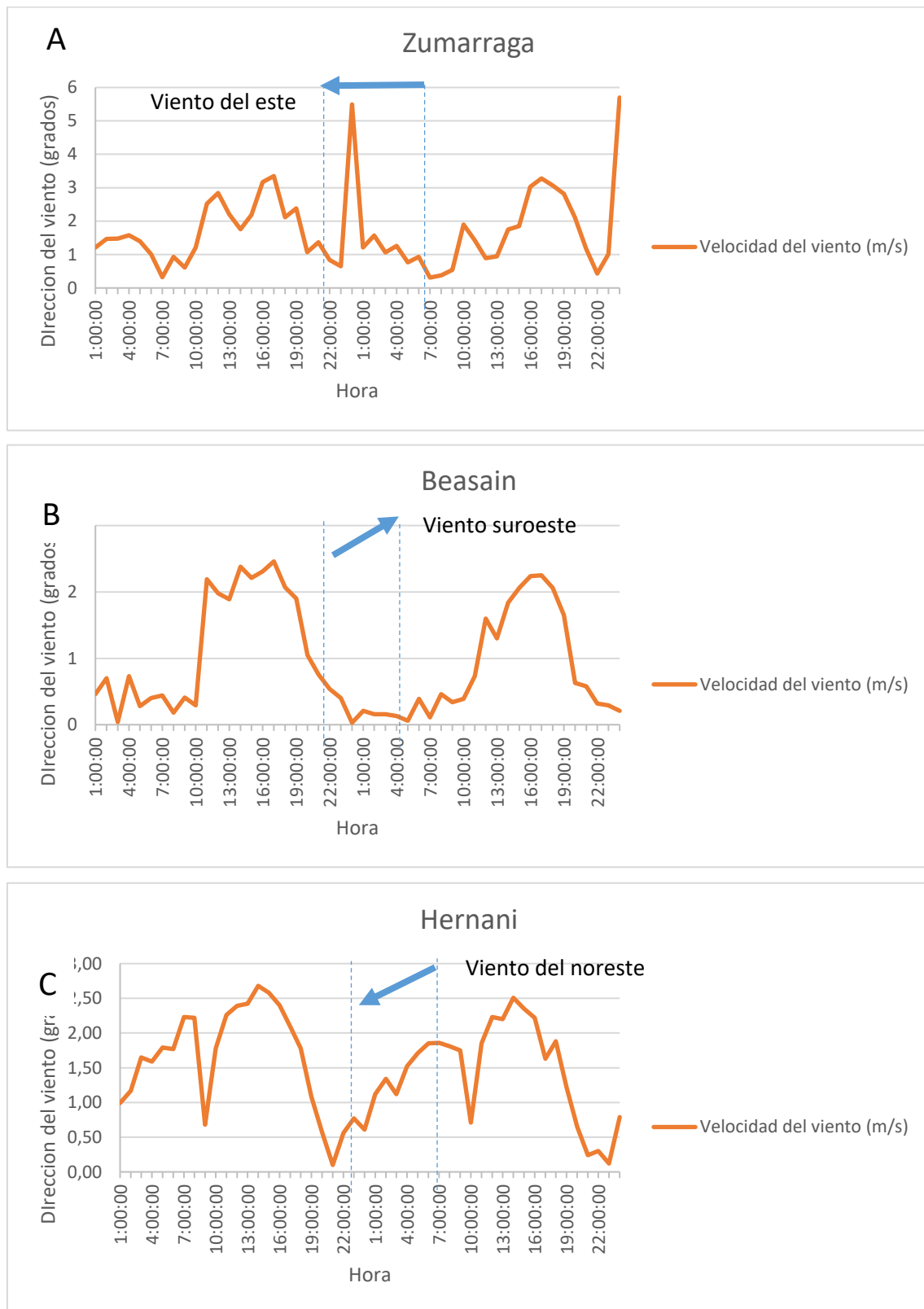


Figura 31: Datos sobre la velocidad del viento (m/s) y su dirección en las estaciones de Zumarraga (A), Beasain (B) y Hernani (C) en el periodo 23-24/06/2018.

3. DISCUSIÓN

El Estudio epidemiológico sobre la planta de valorización energética que forma parte del complejo mediambiental de Gipuzkoa ha realizado la evaluación de los contaminantes atmosféricos en los municipios de Usurbil, Lasarte, Urretxu y Ordizia desde septiembre del año 2017. Esta vigilancia ha permitido observar una alta concentración de dioxinas y furanos en la localidad de Usurbil durante el periodo 23-24/06/2018, coincidiendo con la noche de San Juan. No en muchos, si no es en todos los municipios de la CAPV se celebra la llegada del solsticio de verano mediante el encendido de hogueras que podrían explicar en parte el aumento de PCDD/Fs en esta localidad.

Los niveles de PCDD/Fs que se alcanzaron en Usurbil durante el fin de semana de San Juan en el año 2018 fueron muy superiores a los habituales medidos en esa población durante otros fines de semana. Un estudio que analizó las concentraciones de estos compuestos en las fallas de Valencia y la noche de San Juan en Barcelona también observó valores más altos de lo habitual, pero inferiores a 1000 fg/m^3 y 450 fg/m^3 respectivamente (datos no publicados). En Usurbil, la concentración de dioxinas y furanos fue de $6797,10 \text{ fg/m}^3$, ($329,27 \text{ fg/m}^3$ iTEQ) muy superior a los valores medidos en el mencionado estudio. Sin embargo, estos niveles no son infrecuentes en la literatura. Así, el valor medido en Usurbil está dentro del rango de valores detectados en zonas industriales y zonas con tráfico durante el periodo 1994-2004 en Cataluña (Abad et al., 2007). En este estudio se recogieron valores entre $5\text{-}1195 \text{ fg/m}^3$ iTEQ en zonas industriales y $10\text{-}357 \text{ fg/m}^3$ iTEQ en zonas urbanas con tráfico, rangos en los que se ubica la concentración de dioxinas y furanos de Usurbil de $329,27 \text{ fg/m}^3$ iTEQ. La Red Nacional de Monitorización de Dioxinas de Los Estados Unidos (The National Dioxin Air Monitoring Network (NDAMN)) en su trabajo llevado a cabo entre 1998 y 2004, hace referencia específica a las 4 mediciones más altas recogidas en las 35 estaciones de monitorización. Estos valores fueron muy superiores a los medidos en Usurbil, llegando a concentraciones tan altas como 45000 fg/m^3 en una zona cercana a una central nuclear.

Además de la concentración de dioxinas, los valores de otros contaminantes atmosféricos sufrieron un importante aumento en la noche de San Juan, no solamente en Usurbil, sino en los otros municipios analizados. Los niveles de las PM_{2.5}, PM₁₀ y benceno sufrieron un incremento acusado durante la noche del día 23/06/2018 en las poblaciones analizadas. Se superaron en todas las estaciones de la Red de Calidad del Aire analizadas los valores límite establecidos por la legislación vigente (Real Decreto 102/2011), y los captadores del estudio epidemiológico ubicados en Usurbil, Lasarte y Ordizia también mostraron niveles

superiores a la media detectada durante el periodo de estudio (media [IC95%]: Lasarte: 10.00 [9.62;10.38]; Usurbil: 10.87 [10.33;11.40]; Ordizia: 12.54 [12.07;13.01]; Urretxu: 10.58 [10.03;11.12]) rebasando el límite de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para PM2.5 en Usurbil y Ordizia. Los mayores niveles de PM10 y PM2.5 se detectaron en Zubieta, donde la hoguera de San Juan se hizo justo al lado de la estación de la Red de Calidad del Aire.

Los niveles de HAPs, generados mayormente en procesos de combustión, sufrieron también un aumento importante el día 24/06/2018 en Usurbil, apuntando también a las hogueras de San Juan como posibles emisores de estos compuestos. Además, aunque los niveles de PM 2.5 aumentaron, no se detectó un incremento en los valores de metales asociados a partículas durante el periodo analizado en el presente informe, sugiriendo que las partículas no fueron de origen industrial. Sin embargo, el bario y el cerio alcanzaron niveles altos en comparación con días cercanos. El bario suele utilizarse en pirotecnia para dar color verde a los fuegos artificiales, por lo que podría estar relacionado con las celebraciones de la noche de San Juan. En cuanto al cerio, está mayormente relacionado con el tráfico, por lo que la hoguera de San Juan no parece ser la responsable de su aumento. En cuanto al cadmio, metal cuya concentración también sufrió un aumento el día 23/06/2018 en Usurbil, se utiliza también en pirotecnia.

Sin embargo, el aumento de dioxinas y furanos que se detectó en Usurbil durante el fin de semana de San Juan no se detectó en Urretxu, donde también se realizó una hoguera durante la noche del 23/06/2018. Un factor que podría explicar en parte esta diferencia es la dirección y la velocidad del viento durante el periodo 23-24/06/2018, así como la ubicación de los captadores en cada uno de los municipios en relación a las hogueras. El captador de aire en Usurbil se ubica en dirección del viento predominante, estando en Urretxu ubicado al norte de la hoguera, y el viento de componente oeste habría alejado el humo del captador.

Otra de las razones que podría explicar la diferencia en la concentración de dioxinas y furanos entre Usurbil y Urretxu podría estar relacionado con la cantidad y tipo de material quemado en las respectivas hogueras. La quema de materiales inadecuados como productos inflamables, espráis, neumáticos, plásticos, etc. podría haber generado humos con mayor concentración de dioxinas.

No obstante, no se puede descartar otras posibles fuentes como industrias presentes en la zona.

Aunque no se observara ningún aumento importante en los niveles de metales el día 23/06/2018, no disponemos de datos del día 24/06/2018, que podrían haber aportado más información sobre esta hipótesis.

4. CONCLUSIONES

Los niveles de PCDD/Fs medidos en Usurbil durante el fin de semana de San Juan en el año 2018 han superado de forma importante el nivel medio en esa población.

El aumento de dioxinas en esa fecha coincide con el aumento de otros contaminantes atmosféricos (PM2.5 y HAPs). Esta situación es compatible con la quema incontrolada de materiales en las hogueras de San Juan. De la misma forma, la dirección y velocidad del viento durante la noche de San Juan podrían explicar las altas concentraciones de dioxinas y furanos registradas en la población de Usurbil.

5. REFERENCIAS

- Abad E, Martinez K, Gustems L, Gomez R, Guinart X, Hernandez I, Rivera J. 2007. Ten years measuring PCDDs/PCDFs in ambient air in Catalonia (Spain). *Chemosphere* 67:1709–14. doi:10.1016/j.chemosphere. 2006.05.083
- Aittola J, Paasivirta J, Vattulainen A. 1992. Measurements of organochloro compounds at a metal reclamation plant. *Organohalogen Compd* 9:9–12
- Clement RE, Tosine HM, Osborne J, Ozvacic V, Wong G. 1985. Levels of chlorinated organics in a municipal incinerator. In: Keith LH, editor; , Rappe C, editor; , Choudhary G, editor., eds. *Chlorinated Dioxins and Dibenzofurans in the Total Environment II* . Boston, MA: Butterworth Publishers. Pp.489–514.
- EEA. European Union emission inventory report 1990-2017.
- EPA. 2000. *Exposure and Human Health Reassessment of 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-Dioxin (TCDD) and Related Compounds* . Draft Final Report. Washington, DC: EPA.
- EPA (U.S. Environmental Protection Agency). 1987. *EPA Contract Laboratory Program: Statement of Work for Organic Analysis* . Washington, DC: EPA.
- EPA. 1997. Standards of performance for new stationary sources and emission guidelines for existing sources: Hospital/medical/infectious waste incinerators; Final rule. *Fed Regist* 62:48348.

- Lahl U. 1993. Sintering plants of steel industry—The most important thermal PCDD/CDF source in industrialized regions. *Organohalogen Compd* 11:311–314.
- Lahl U. 1994. Sintering plants of steel industry—PCDD/F emission status and perspectives. *Chemosphere* 29:1939–1945.
- Lexen K, De Wit C, Jansson B, Kjeller LO, Kulp SE, Ljung K, Söderstrom G, Rappe C. 1993. Polychlorinated dibenzo-*p*-dioxin and dibenzofuran levels and patterns in samples from different Swedish industries analyzed within the Swedish dioxin survey. *Chemosphere* 27:163–170.
- Rappe C. 1992. Sources of PCDDs and PCDFs. Introduction. Reactions, levels, patterns, profiles and trends. *Chemosphere* 25:41–44.
- OMS. Organización Mundial de la Salud. [https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- The National Dioxin Air Monitoring Network (NDAMN). Report of the Results of Atmospheric Measurements of Polychlorinated Dibenzo-*p*-Dioxins (PCDDs), Polychlorinated Dibenzofurans (PCDFs), and Dioxin-Like Polychlorinated Biphenyls (PCBs) in Rural and Remote Areas of the United States from June 1998 through November 2004. National Center for Environmental Assessment Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency.
- Thoma H. 1988. PCDD-F concentrations in chimney soot from house heating systems. *Chemosphere* 17:1369–1379.
- Zook DR, Rappe C. 1994. Environmental sources, distribution, and fate of polychlorinated dibenzodioxins, dibenzofurans, and related organochlorines. In: Schecter A, editor. , ed. *Dioxins and Health* . New York: Plenum Press. Pp.80–113.