

Evaluación de la concentración de contaminantes emergentes en la cuenca baja del sistema Nervión-Ibaizábal

A. Ortuzar⁵, F. Mijangos¹, A. Sáez¹, I. González², S. Paunero², A. Santamaría³, A. Prieto^{3,4} y O. Zuloaga^{3,4}

¹Dpto. Ingeniería Química, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Barrio Sarriena s/n, 48940-Leioa. Bizkaia.

² Consorcio de Aguas Bilbao-Bizkaia. San Vicente nº 8, Edificio Albia I 4ª planta, 48001-Bilbao. Bizkaia.

³ Dpto. Química Analíticas, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Barrio Sarriena s/n, 48940-Leioa. Bizkaia.

⁴ Research Centre for Experimental Marine Biology and Biotechnology (PIE), Universidad del País Vasco (UPV/ EHU), Plentzia, Bizkaia

⁵ Dpto. Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales, Facultad de Educación de Bilbao, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Barrio Sarriena s/n, 48940-Leioa. Bizkaia.

federico.mijangos@ehu.eus

Resumen

En este estudio se evalúa la calidad del agua del río Nervión-Ibaizabal en un punto de control utilizando como indicador la concentración de un grupo reducido de contaminantes emergentes (CER). Este estudio permite evaluar los riesgos para la salud humana de las aguas del Nervión-Ibaizabal de cara a su potencial potabilización y, en su caso, seleccionar los tratamientos más adecuados para adaptarlas al consumo humano en situaciones de alta demanda social y escasez hídrica.

Este modelo de flujo puede ser una herramienta para la toma de decisiones, para la selección de operaciones y para la optimización de plantas de potabilización. Asimismo, el conocimiento de la evolución de los principales contaminantes a partir de los usos y consumos específicos servirá para establecer las tecnologías y los materiales más apropiados que puedan aplicarse en los próximos años para eliminar contaminantes emergentes y mejorar la calidad de las aguas de consumo humano.

Palabras Clave: Contaminantes emergentes, concentraciones ambientales, modelo de flujo, potabilización.

Introducción

Debido a que muchos contaminantes emergentes son solo parcialmente degradados en las plantas de tratamiento (EDAR) y debido a que grandes volúmenes de agua (escorrentía y núcleos dispersos) no reciben tratamiento alguno, en ocasiones se encuentran concentraciones preocupantes de tales productos, así como de sus metabolitos y/u otros productos derivados de su degradación en los ríos y estuarios (Arbelaez, 2015).

El Consorcio de Aguas Bilbao-Bizkaia (CABB) ha proyectado una planta piloto de 10 m³/h de capacidad para evaluar ensayos de tratamientos avanzados de potabilización de aguas a partir de un recurso de inferior calidad al habitualmente tratado en Venta Alta, de interés en situaciones de alta demanda social y escasez hídrica.

Se ha ubicado el punto de captación del agua el río Nervión a la altura de la población de Etxebarri, cerca de la estación hidrometeorológica de Abusu. Este estudio permite evaluar los riesgos para la salud humana de las aguas del Nervión-Ibaizabal de cara a su potencial potabilización y, en su caso, seleccionar los tratamientos más adecuados para adaptarlas al consumo seguro.

Este modelo hidrológico es una herramienta para la toma de decisiones, para la selección de operaciones y para la optimización de plantas de potabilización.

Para establecer este modelo predictivo de la evolución anual de la concentración de los CER, se ha planteado un modelo de flujo hidráulico sencillo, los datos históricos de caudales, vertidos de CER desde las EDARs y de los hábitos de consumo de la población adyacente a la cuenca.

El testeo y calibración de modelo propuesto se ha realizado utilizando datos ordinarios de la estación hidrometeorológicas (Abusu) sobre la evolución de parámetros tales como pH, temperatura, conductividad, materia orgánica, DBO₅, DQO y turbidez.

Finalmente, la validación definitiva se ha realizado utilizando los resultados analíticos de los contaminantes emergentes seleccionados.

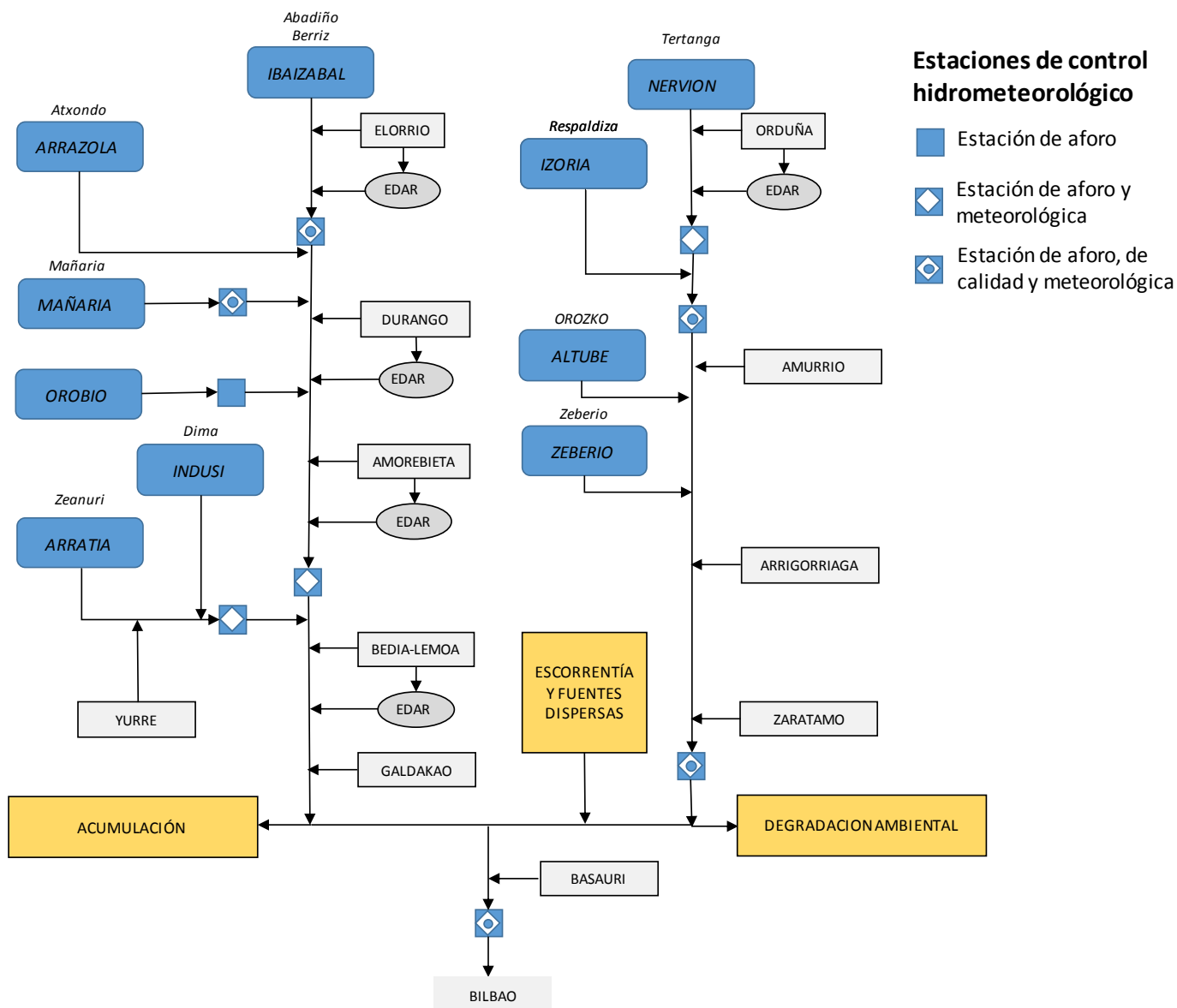


Figura 1. Modelo simplificado de flujo para las cuencas hidrográficas afectadas donde se indican los principales núcleos de población y EDAR

Materiales y Métodos

Para la elaboración del presente documento se ha utilizado las bases de datos del CABB (1) así como como la información hidrometeorológica de la Diputación de Bizkaia (2).

La selección de lo los CE de interés para su seguimiento y evaluación se ha realizado a partir del informe elaborado por Tekniker (2010 y 2011).

La muestra de agua se ha recogido mediante un muestreador de fase sólida para grandes volúmenes (hasta 50 litros) y el análisis se ha realizado mediante cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas de alta resolución en tándem LC-q-Orbitrap en la Estación Marina de Plentzia (PIE).

Resultados y Discusión

Teniendo en cuenta los contaminantes detectados en la EDAR de Galindo (Tekniker 2010 y 2011, González y cols, 2018), se ha realizado una selección de contaminantes emergentes de referencia para el punto de captación en el que se va a trabajar.

Los criterios empleados han sido: la concentración de entrada y de salida de la EDAR convencional, y la actividad medioambiental de cada uno de los CER, haciéndose especial énfasis en el porcentaje de eliminación total de una EDAR (Galindo) que aplica un tratamiento terciario.

La actividad ambiental se ha estimado como un número adimensional que representa el impacto ambiental de un contaminante a partir de la dosis equivalente, $LD50_{rata}$, según la ecuación:

$$A = \log \left[k \left(1 - \frac{E}{100} \right) \cdot \frac{C_o \cdot L_v}{LD_{50}} \right]$$

siendo $k = 91,17$; LD_{50} (Dosis letal, mg/kg rata); C_o (concentración entrada, mg/m³); L_v (caudal, m³/mes); E (eliminación EDAR, %).

Tabla 1. Lista prioritaria de contaminantes emergentes seleccionados para su seguimiento y control

	CER	EDAR Conc. entrada (ug/L)	EDAR Eliminación (%)	EDAR+Terciario Eliminación (%)	Actividad Ambiental (A)
1	Diclofenaco	3	0	100	7,1
2	Ibuprofeno	41	28 (?)	100	6,9
3	PFOA/PFOS	72	62	66	6,7
4	PFBS	77,9	54	100	6,5
5	Anfetamina	12,5	50	16	6,0
6	BE-bezoilecgonina	2,1	90	92	6,0
7	Carbamazepina	5,9	10	n.a.	5,7
8	Diazepan	3,6	0	n.a.	5,6
9	Sulfametoxazol	9	61	n.a.	5,5
10	EDDP	6,3	0	n.a.	5,4
11	Cafeina	132	98	100	6,4
12	Paracetamol	6,1	98	n.a.	3,9

Tabla 2. CE detectados en la estación hidrometeorológica de Abusu (Etxebarri, 9/5/2018). Analitos confirmados (nivel de identificación 1, Schymansky et al., 2014) con standards (RPLC-HESI-QOrbitrap en modo Full MS-ddMS2 positivo y negativo).

Paracetamol	Isoproturon	Furosemide	Galaxolidone
Hydroxybenzothiazol	Lidocaine	Gemfibrozil	Flecainide
Bezafibrate	Losartan	PFBS	Butylhydroxybenzoic
Bisoprolol	Metalaxyl	PFHxS	4-Formylaminoant
Cafeina	Mycophenolic	PFOA	Lamotrigine
Carbamazepine	Tramadol	PFOS	Bicalutamide
Cetirizine	Pentoxifylline	DEET	Phenacetin
Clozapine	Terbutryn	4-Acetamidoantipyrine	Pyroquilon
Cotinine	Propiconazole	Amitriptyline	Enalapril
Diclofenaco	Propyphenazone	Antipyrine	Sulfamethoxazol
Diuron	Sulfapyridine	Carbamazepine	Venlafaxine
Ketoprofen	Thiabendazole	Darunavir	Tridemorph
Fuconazole	Trimethoprim	Ethylbenzylidenesorbitol	Acamprosate
Irbesartan	Valsartan	Eprosartan	Flecainide

Todas las sustancias seleccionadas, excepto los PFBS, aparecen frecuentemente mencionadas en la "Lista suiza", o la correspondiente a los 30 contaminantes más comunes en aguas potables utilizada en los EEUU y en las listas de los distintos contaminantes emergentes detectados en distintos tipos de aguas (Castillo, 2016).

En cuanto a la atorvastatina, es un fármaco utilizado para disminuir los niveles de colesterol en sangre y en la prevención de enfermedades cardiovasculares.

Aunque no se ha incluido en la Tabla 1 porque su concentración en aguas residuales es muy baja (del orden de 100 microgramos/m³) también ha sido considerada por ser uno de los contaminantes con mayor tasa de actividad y además presentar una eliminación nula.

Durante el estudio, se han llevado a cabo diferentes mediciones “in-situ” en el punto de captación (Tabla 2). En la Tabla 2 se recogen las principales sustancias detectadas en el punto de captación. Aparecen marcados (negrita) los CER propuestos en este trabajo (Tabla 1).

Además, aparecen numerosos productos relacionados con la actividad agrícola: Diuron, Terbutryn y Isoproturon (herbicidas), Metalaxyl y fuconazole(fungicidas) y Propiconazole (plaguicida). En la Tabla 3 se indican los valores previstos (promedio anual) y los medidos en el punto de control (9/5/2018) tras un periodo de largas lluvias e inundaciones.

Tabla 3. Valores promedios anuales de la concentración en el agua del río Nervión para la lista prioritaria de contaminantes emergentes en la estación de Abusu. (n.d.: no detectado, s.p.: patrón no disponible)

	CER	Valor estimado (ng/L)	Valor Analítico (ng/L)
1	Diclofenaco	26	1,1
2	Ibuprofeno	302	n.d.
3	PFOA/PFOS	378	0,03
4	PFBS	183	0,51
5	Anfetamina	80	n.d.
6	BE-bezoilecgonina	10	n.d.
7	Carbamazepina	48	0,18
8	Diazepan	31	n.d.
9	Sulfametoxazol	52	Confirmado (s.p.)
10	EDDP	54	n.d.
11	Cafeína	600	25
12	Paracetamol	25	7,1
	Valsartan	-	10,9
	Metformin	-	10,9
	Cotinine	-	4,0
	Naproxeno	-	3,72
	Lidocaina	-	1,54

Conclusiones

En este trabajo se ha establecido una lista de doce contaminantes emergentes cuyo seguimiento permitirá evaluar la calidad potencial de agua del río Nervión para su potabilización.

La selección se ha realizado según la facilidad para su seguimiento (concentraciones habituales) y riesgo ambiental, que está determinado por la capacidad para eliminarlos (EDAR y métodos avanzados) así como su toxicidad (LD₅₀).

El modelo de flujo, conjuntamente con los valores establecidos de la tasa específica de emisión de CER, han permitido establecer las concentraciones promedio de estas sustancias en el punto de captación, así como sus fluctuaciones al largo del ciclo anual. Este planeamiento ha sido validado mediante análisis RPLC-HESI-Q que permitirá la selección final de las sustancias a monitorizar.

Referencias

- Arbeláez, P.A. (2015). *contaminantes emergentes en aguas residuales y de río y fangos de depuradora*.
- Castillo, J.R. (2016). *Ciencia Analítica sin fronteras: contaminantes emergentes*.
- González, I., Muga, I.; Rodríguez, J. y Blanco, M. (2018) *Contaminantes emergentes en aguas residuales urbanas y efluentes hospitalarios, Tecnoaqua, 29. Ene-Feb, 42-54.*
- Tekniker (2010 y 2011). *Contaminantes emergentes en el agua caracterización, degradación y monitorización*.
- Schymansky E.L., JEon J., Gulde R., Fenner K., Ruff M., Singer H.P. y Hollender J., *Identifying small molecules via high resolution mas spectrometry: communicating confidence, Environmental Science and Technology, 2014, 48, 2097-2098.*