



II CONGRESO CHILENO DE INGENIERÍA AMBIENTAL EN SISTEMAS ACUÁTICOS, CChIASA

CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DE LA ESCORRENTÍA DE AGUAS LLUVIAS EN ÁREAS PERIURBANAS E IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE CONTAMINANTES

GUILLERMO ARCE¹
PABLO MOYA²
ALEJANDRA VEGA³
MELVIN GRANADEÑO⁴
PABLO PASTÉN⁵
JORGE GIRONÁS⁶

RESUMEN EXTENDIDO

La escorrentía de aguas lluvias urbanas es una conocida fuente difusa de contaminación, ya que transporta contaminantes acumulados sobre la superficie de la ciudad, como sólidos y metales, a cuerpos de agua receptores (Lee y Bang, 2000). Las áreas periurbanas, compuestas por áreas naturales, rurales y urbanas, son muy sensibles e importantes para el equilibrio ambiental de la ciudad. Desgraciadamente, la calidad de su escorrentía ha sido escasamente estudiada en el mundo y en Chile en particular.

Este trabajo busca caracterizar la calidad de la escorrentía de aguas lluvias en áreas periurbanas e identificar cuantitativamente las distintas fuentes contaminantes involucradas. Con este propósito, se tomaron muestras de agua para analizar parámetros de calidad (i.e. sólidos suspendidos, aceites y grasas, cationes, aniones, entre otros) en dos puntos del Estero El Guindo, ubicado en la cuenca del estero Las Hualtatas, en el área periurbana de Santiago, Chile. Se realizaron 6 campañas, 2 en la época seca y 4 durante eventos de lluvia. Mediante análisis estadístico y la aplicación del modelo de factorización de matriz positiva (PMF),

¹ Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS), gjarce@uc.cl

² Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS), pmmoya@uc.cl

³ Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS), asvega@uc.cl

⁴ rmelvinandres@yahoo.es

⁵ Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental, Pontificia Universidad Católica de Chile
Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS), ppasten@ing.puc.cl

⁶ Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental, Pontificia Universidad Católica de Chile
Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS)

Centro Nacional de Investigación para la Gestión Integrada de Desastres Naturales (CIGIDEN),
jgironas@ing.puc.cl

implementado por la EPA (EPA, 2014; Paatero y Tapper, 1994), se evaluó las posibles fuentes de contaminación.

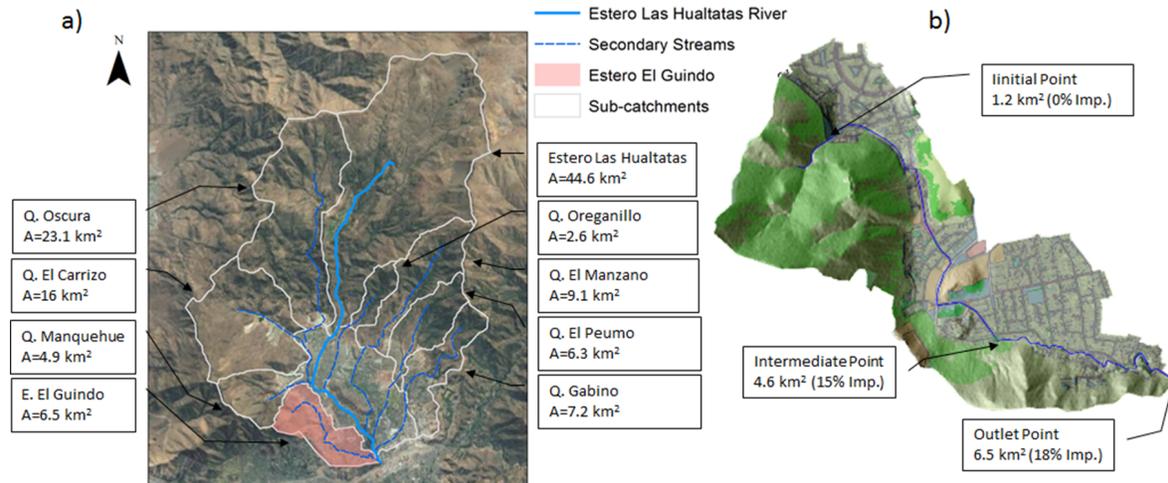


Figura 1: (a) Subcuencas de la cuenca del Estero Las Hualtatas, con la subcuenca del Estero El Guindo destacada en rojo. (b) Detalle de la subcuenca Estero El Guindo; las muestras se tomaron en el punto intermedio (*intermediate*) y el punto de salida (*outlet*).

Las concentraciones de parámetros químicos presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los eventos de lluvia y el periodo seco, sugiriendo un rol de los eventos de lluvia en la calidad del agua del estero. Además, las concentraciones medidas durante los eventos de lluvia están dentro de los rangos reportados en la literatura para escorrentía urbana.

El modelo PMF presentó un buen rendimiento, con valores del coeficiente de Nash-Sutcliffe entre 0,75 y 0,98 para los parámetros químicos. Se identificó 3 fuentes distintivas asociadas a la escorrentía proveniente del área impermeable, la escorrentía del área natural y rural, y al flujo base del estero (Figura 2). La escorrentía del área impermeable se caracterizó por un aporte intermedio al caudal (~13%), así como a la mayor concentración (~220 mg L⁻¹) y contribución de sólidos suspendidos totales (~90). El flujo base se caracterizó por un aporte bajo al caudal durante los eventos de lluvia (~5%), pero una contribución importante en concentraciones de cationes y aniones (>75%), propios de aguas subsuperficiales. Finalmente, la escorrentía del área natural y rural se caracterizó por un aporte importante al caudal (~80%), y uno de carácter intermedio a sólidos suspendidos (~10%) e iones (<25%).

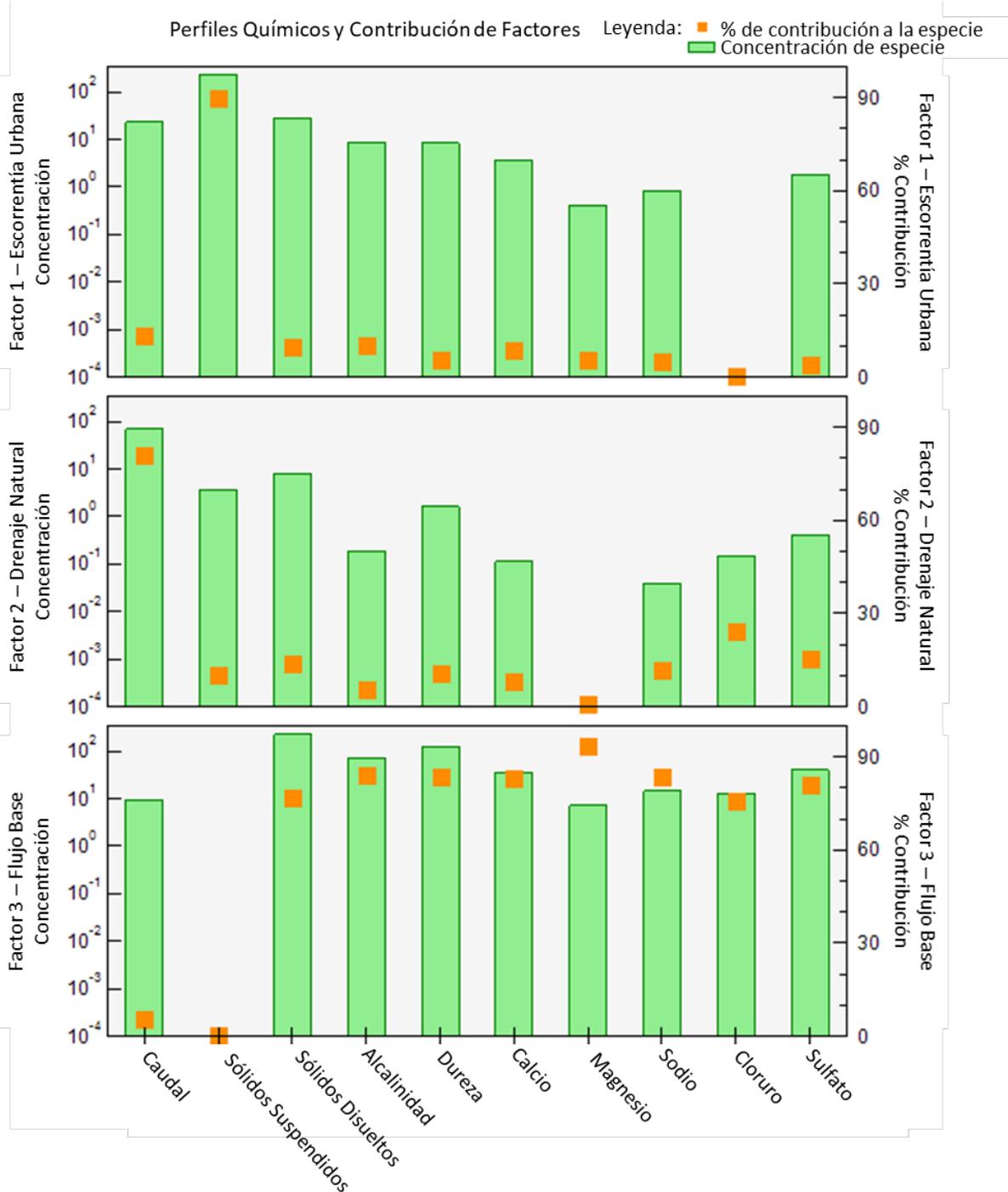


Figura 2: Perfil químico (concentración de especies) y contribución promedio del factor a cada especie, para cada uno de los 3 factores identificados. El Factor 1 fue atribuido a la escorrentía del área impermeable, mientras que el Factor 2 y el Factor 3 fueron atribuidos a la escorrentía del área natural/rural y al flujo base, respectivamente.



Estos resultados muestran que las áreas periurbanas también son fuente de contaminantes, a pesar de la menor presencia de áreas impermeables y el menor grado de modificación producto de un proceso de urbanización incipiente. Más aún, el trabajo muestra que el modelo PMF puede ser aplicado a la identificación de la escorrentía de aguas lluvias como una fuente de contaminantes de un curso de aguas receptor. Una recomendación final que surge del trabajo es la incorporación de otros parámetros químicos como metales (zinc, cobre, plomo), también identificados por la literatura en la escorrentía urbana (Davis et al., 2001), para facilitar la identificación de las fuentes.

Agradecimientos

Los autores de este trabajo agradecen el financiamiento de CONICYT/FONDECYT 1131131 y CONICYT/FONDAP 15110020.

Referencias

- Braud, I., Fletcher, T.D., Andrieu, H., 2013. Hydrology of peri-urban catchments: Processes and modelling. *J. Hydrol.* 485, 1–4. doi:10.1016/j.jhydrol.2013.02.045
- Davis, A.P., Shokouhian, M., Ni, S., 2001. Loading estimates of lead, copper, cadmium, and zinc in urban runoff from specific sources. *Chemosphere* 44, 997–1009. doi:10.1016/S0045-6535(00)00561-0
- EPA, U., 2014. EPA Positive Matrix Factorization (PMF) 5.0 User Guide.
- Lee, J.H., Bang, K.W., 2000. Characterization of urban stormwater runoff. *Water Res.* 34, 1773–1780. doi:10.1016/S0043-1354(99)00325-5
- Paatero, P., Tapper, U., 1994. Positive matrix factorization: A non-negative factor model with optimal utilization of error estimates of data values. *Environmetrics* 5, 111–126. doi:10.1002/env.3170050203