

## Resumen

El régimen del río Neuquén, comprendido entre la presa de Portezuelo Grande y el Dique Compensador El Chañar (antes de la restitución), dejó de funcionar naturalmente desde el inicio de la actividad de derivación de las aguas del Río Neuquén a partir del año 1972, donde el caudal erogado sería de 12 m<sup>3</sup>/s (Duke Energy Argentina, 2015). La extracción del agua para riego de las tierras cultivadas, para consumo humano en la localidad de Añelo y para la actividad hidrocarburífera, lo convierte en un recurso que puede limitar no sólo la disponibilidad de agua para los diferentes usos, sino también el caudal mínimo necesario para garantizar la estructura y funcionamiento ecológico del río.

El objetivo del presente trabajo fue contribuir al conocimiento de la calidad del agua del tramo mencionado, por estar este sujeto a actividad antrópica. Para esto, se utilizó AQUATOX release 3.1 (U. S. Environmental Protection Agency, 2012), un modelo de simulación de ecosistemas que permite predecir el destino de contaminantes, tales como el exceso de nutrientes y sus efectos sobre comunidades de organismos como macroinvertebrados.

En cuanto a la fase de calibración del modelo, se modificaron los parámetros de entrada y constantes hasta que las salidas igualaran de una forma satisfactoria el conjunto de datos observados, obteniendo la mejor bondad de ajuste (Park & Clough, 2012).

Se utilizaron los datos obtenidos en el proyecto de investigación 04/200 dirigido por Loewy y Savini (2014-2017) para los parámetros: temperatura del agua, pH, oxígeno disuelto, dióxido de carbono, nitrógeno, fósforo y sólidos inorgánicos. Se complementó la información con los datos aportados por el informe realizado por organismos del Gobierno de la Provincia del Neuquén (2014). La Dirección Provincial de Recursos Hídricos de Neuquén proporcionó datos de un muestreo de macroinvertebrados presentes en los diferentes sitios. En cuanto a las actividades desarrolladas en el área de estudio, se recurrió a información pública proporcionada por el INDEC, por el COPADE y por la Dirección Provincial de Catastro e Información Territorial.

Se propusieron distintos escenarios para evaluar los efectos de la modificación de ciertos parámetros fisicoquímicos e hidrológicos en el tramo en cuestión, posibilitando dimensionar las consecuencias de modificaciones futuras del mismo.

Obtenidos los resultados, se pudo observar que la principal limitación fue la escasez de datos observados en el tiempo simulado con una variabilidad de la muestra pobremente definida.

A lo largo del análisis de los escenarios se observó que el incremento de materia orgánica genera, entre otros efectos, una reducción de la concentración de oxígeno disuelto en el agua y un aumento de la concentración de nutrientes inorgánicos, como el amonio y el fosfato. Algunos de los macroinvertebrados analizados en este trabajo fueron sensibles a esta reducción de oxígeno disuelto. Por el contrario, otros grupos toleraron las bajas concentraciones, de tal manera que una elevada abundancia de los mismos con respecto a las condiciones naturales o de referencia podría ser indicadora de este tipo de contaminación. Asimismo, algunos taxa fueron también sensibles al aumento de la concentración de amonio. Teniendo en cuenta el comportamiento de los macroinvertebrados expresado en los distintos escenarios, se pudo determinar que entre los grupos más sensibles a las alteraciones del ecosistema están Trichoptera, Ephemeroptera, Naididae, *Hyalloa curvispina* y *Corbicula fluminea*. No obstante, otros grupos mostraron una alta resistencia a las perturbaciones y a la contaminación, como Sphaeriidae y Chironomidae. Por este motivo se pudo decir que la comunidad de macroinvertebrados es una buena indicadora de la calidad ecológica de los ríos, ya que ofrece distintas respuestas a las diferentes perturbaciones ambientales planteadas.

En los escenarios analizados, se comprobó la importancia del análisis ecotoxicológico sobre los organismos acuáticos ya que reflejaron posibles impactos, mientras que los análisis fisicoquímicos del agua por si solos permiten comparar los valores obtenidos con los valores guía de calidad del agua.

La información generada sirve como antecedente en la toma de decisiones para emprender operaciones de diagnóstico y remediación de eventos de contaminación.

#### Palabras clave

Modelado de ecosistemas, regulación de caudal, oxígeno disuelto, nutrientes, macroinvertebrados

## Abstract

The flow rate of the river "Río Neuquén", between the dam "Portezuelo Grande" and the dam "Dique Compensador El Chañar" (before restitution), ceased to function naturally since the beginning of the derivation of the waters of Neuquén's River from 1972, where the flow would be 12 m<sup>3</sup>/s (Duke Energy Argentina, 2015). The extraction of water for irrigation of cultivated land, for human consumption in Añelo's location and oil and gas activity, makes it a resource that can limit not only the availability of water for different uses, but also the minimum flow required to ensure the structure and ecological functioning of the river.

The objective of this work was to contribute to the knowledge of the water quality of the mentioned segment, as this is subject to human activity. For this, it was used AQUATOX release 3.1 (U. S. Environmental Protection Agency, 2012), an ecosystem simulation model that predicts the fate of contaminants such as excess nutrients and their effects on communities of organisms such as macroinvertebrates.

As for the calibration model's phase, input parameters and constants were modified until the outputs match in a satisfactory manner with the set of observed data, obtaining the best goodness of fit (Park & Clough, 2012).

For parameters such as water temperature, water pH, dissolved oxygen, carbon dioxide, nitrogen, phosphorous and inorganic solids, it was used data obtained from the research project 04I200 directed by Loewy and Savini (2014-2017). This information was complemented with data from a report by "Gobierno de la Provincia del Neuquén" (2014). "Dirección Provincial de Recursos Hídricos de Neuquén" provided data from a sampling of macroinvertebrates present in the different sites. As for the activities developed in the study area, it was used public information from INDEC, COPADE and "Dirección Provincial de Catastro e Información Territorial".

Different scenarios were proposed to evaluate the effects of modifying certain physicochemical and hydrological parameters in the section in question, making it possible to dimension the consequences of future modifications.

When results were obtained, it could be seen that the main limitation was the few observed data in the simulated time with a poorly defined sample's variability.

Throughout the scenario analysis it was showed that the increase of organic matter in water produces, among other effects, a reduction in the concentration of dissolved oxygen and an increase on

the concentration of inorganic nutrients such as ammonium and phosphate. Some macroinvertebrates analyzed in this work were sensitive to the reduction of dissolved oxygen so that they reduce their abundance, or even disappear. On the contrary, other groups tolerated low concentrations of dissolved oxygen, so that a high abundance of these groups with respect to the natural or reference conditions may be indicative of such pollution. Likewise, some taxa were also sensitive to the increase in ammonium's concentration. Given the behavior of macroinvertebrates expressed in the scenarios, it could be determined that Trichoptera, Ephemeroptera, Naididae, *Hyalloa curvispina* y *Corbicula fluminea* were between the most sensitive groups to ecosystem alterations. However, other groups showed a high resistance to disturbance and pollution, as Sphaeriidae and Chironomidae. For this reason it could be said that the macroinvertebrate's community is a good indicator of the ecological quality of rivers, offering several responses to different environmental disturbances raised.

In the analyzed scenarios, it was checked the importance of ecotoxicological analysis on aquatic organisms as they reflected potential impacts, while physicochemical analysis of water alone allow to compare the obtained values with the guide values of water quality.

The generated information serves as a precedent in decision making to undertake diagnostic operations and remediation of contamination events.

#### Key words

Ecosystem modeling, flow regulation, dissolved oxygen, nutrients, macroinvertebrates