



MODELACIÓN DE CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO SAN SALVADOR

Natalia Neighbor

DINAMA-MVOTMA. Consultor Jr. División Calidad Ambiental-Dpto. de Evaluación Ambiental Integrada. Integrante del equipo interinstitucional de modelación de calidad de agua. Estudiante de Ingeniería Civil, perfil Hidráulico ambiental.

Luciana Badano

DINAMA-MVOTMA.

MSc. Ing. Pablo Kok

DINAMA-MVOTMA.

TEMA: 4

CUENCA: Cuenca del río San Salvador

ODS:

6-Agua limpia y saneamiento

POLÍTICA O PLAN NACIONAL:

Plan Ambiental Nacional, Plan Nacional de Aguas.



Colonia 1074 – Montevideo –CP:11100–Uruguay - Cel.: 098251641 – e-mail: natifing@gmail.com

RESUMEN

En el contexto de desarrollo de herramientas para la gestión de la calidad del agua se trabaja en la construcción de modelos de calidad de agua. En esta instancia se utilizó el software Aquatool, en particular los módulos específicos que permiten trabajar con las variables de cantidad y calidad de agua (SIMGES y GESCAL).

El proceso de construcción de estos modelos implica trabajar sobre subcuencas hidrológicas que sean de especial interés y que a su vez cuenten con monitoreos de calidad de agua, ya que esta es una necesidad inicial de este tipo de trabajos.

En este caso, se construyó un modelo para la cuenca del río San Salvador, el cual se ajustó mediante datos medidos por monitoreos de rutina de DINAMA de Nitrógeno Total (NT) y Fósforo Total (PT). Luego se construyeron, a modo de trabajo preliminar, distintos escenarios basados en el Decreto 253/79 y en las medidas de segunda generación del Plan de Acción de la Cuenca de Sta Lucía. Se cuantificaron las mejoras en la calidad del agua del cauce principal de la cuenca según la aplicación de cada medida, observándose que el efecto más importante se logra mediante la aplicación de una zona buffer en los márgenes de los cauces que amortigüe la llegada de nutrientes al agua.

Se concluyó que esta herramienta tiene potencial utilidad en la gestión de cuencas, como por ejemplo para evaluar efectos de modificación de las situaciones de aportación existentes, determinar condiciones críticas a lo largo de un período de estudio que permitan detectar caudales relevantes a considerar (caudal ambiental, caudal mínimo, etc.), estimar posibles concentraciones en masas de agua no monitoreadas, proponer modificaciones a los monitoreos de calidad y cantidad de agua y planificar la capacidad de recibir nuevas cargas contaminantes en la cuenca, así como también se identifican algunas debilidades.

Palabras Clave: Cuenca San Salvador, Calidad de agua, Modelación, Nutrientes, Gestión de cuenca.

1. OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fue elaborar un modelo de calidad de agua superficial para la cuenca del río San Salvador. Se pretendió que este representara los procesos que se dan en el cauce y aplicarlo a distintos escenarios de posibles medidas de gestión a aplicar en la cuenca.

2. INTRODUCCIÓN

El río San Salvador nace en la cuchilla del mismo nombre, en Cardona, bordea la ciudad de Dolores y desemboca en el Río Uruguay, a la altura de Colonia Concordia. El río tiene una longitud de 153 Km y la cuenca de aporte un área de 3092 km² aproximadamente.

La cuenca ocupa una de las más fértiles regiones agrícolas del Uruguay representando un 10% del área agrícola de todo el país, y el 70% de sus suelos son destinados a la agricultura. Se cultiva soja, trigo, maíz, girasol, canola, lino, arroz, etc. De esta superficie en agricultura unas 3000 has se producen bajo riego. Otras actividades agropecuarias son la lechería, la ganadería extensiva y establecimientos de engorde a corral (EEC). La intensa actividad que se presenta en esta cuenca hace indispensable la necesidad de contar con herramientas para mejorar la gestión de la misma.

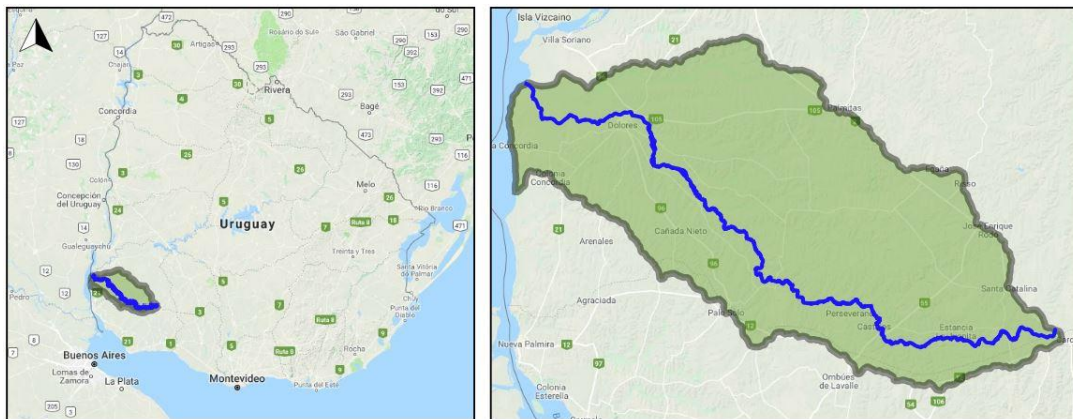


Figura 1: Ubicación de la cuenca del San Salvador y cauce principal.

3. DATOS DISPONIBLES Y UTILIZADOS

Información geográfica: Modelo digital del terreno (Dirección General de Recursos Naturales, MGAP) y Red de hidrografía (Observatorio Ambiental Nacional, MVOTMA).

Caudales circulantes: Balance de Temez.

Aportes puntuales: Aportes de tambos (Registros DICOSE 2016 y 2017), Guía de gestión integral de aguas en establecimientos lecheros (MVOTMA-DINAMA, 2008), cantidad de ganado en establecimientos de engorde a corral, aportes urbanos a partir de la población de Dolores estimados teóricamente (Metcalf y Eddy 1995).

Aportes difusos: Método de coeficientes de exportación (Perdomo, 2013), mapa de usos del suelo (Proyecto Land Cover DINOT-FAO).

Calidad de agua: Monitoreos de rutina realizados por DINAMA (período 2014 – 2017).

4. DESARROLLO DEL MODELO

Se presenta en la figura 2 un esquema del proceso de desarrollo del modelo.

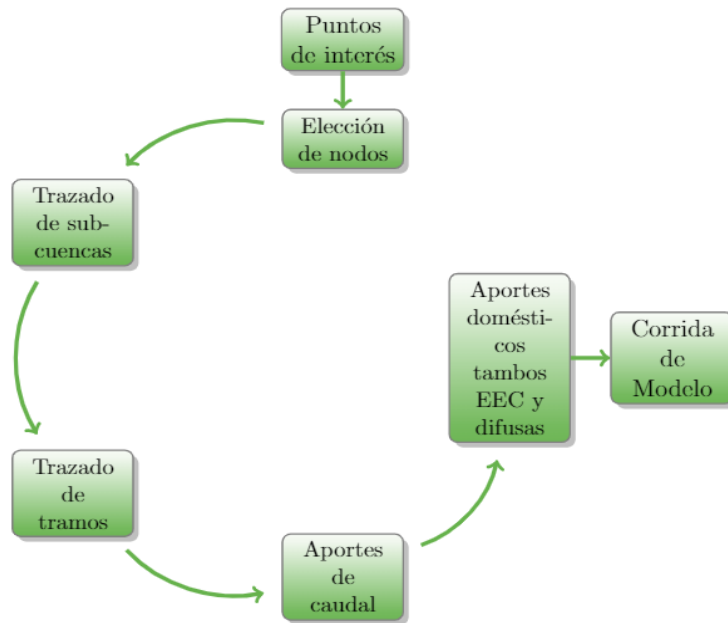


Figura 2: Diagrama con proceso de armado del modelo.

A partir de la información geográfica y de los antecedentes que caracterizan la cuenca (actividades existentes, puntos de interés, puntos de monitoreo de calidad de agua) se definen los puntos críticos que se quieren analizar. En ellos se ubican los distintos nodos del esquema del modelo. Luego a partir de las distintas subcuencas hidrológicas y los nodos definidos se construyen las subcuencas de aporte específicas para la modelación. Se introduce para cada subcuena los datos de caudal y concentración de aportaciones puntuales y para cada tramo de curso sus propiedades físicas, caudal aportado por la subcuena aguas arriba y la carga de aportación difusa.

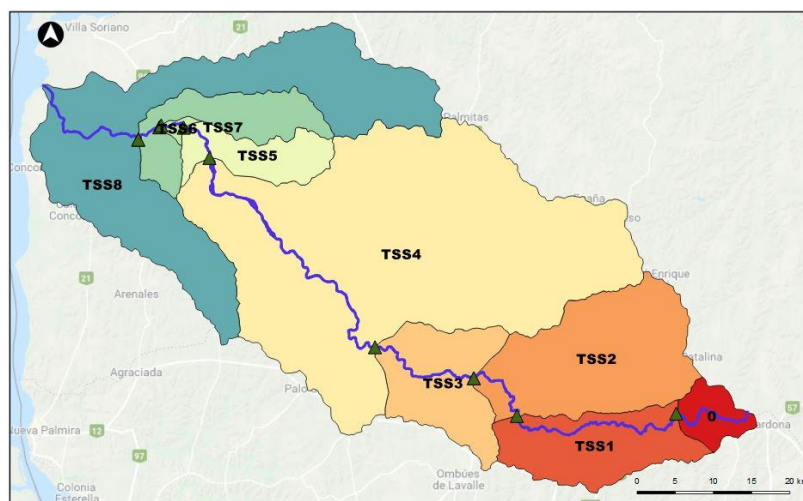


Figura 3: Ubicación de puntos de monitoreo y esquema de áreas de aporte a cada nodo.

Se introducen las variables necesarias para trabajar en el análisis de Nitrógeno Total (NT) y Fósforo Total (PT), como parámetros específicos en la evaluación de la calidad de agua.

5.RESULTADOS

Los resultados de la simulación calibrada cubren el espectro de valores que se encuentran en los datos observados. Se puede observar que tanto el PT como el NT simulado se ajusta al medido en campo, salvo por algunos picos. Las concentraciones medidas están en el rango de variación de las simuladas.

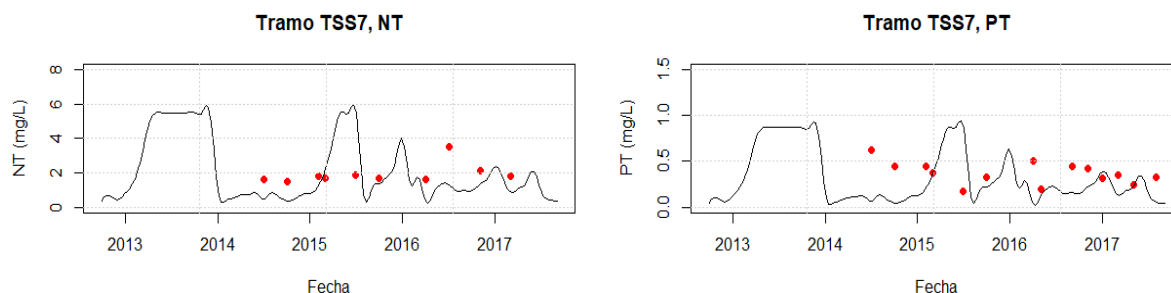


Figura 4: Comparación entre NT y PT medido (puntos rojos) y NT simulado (línea continua negra)

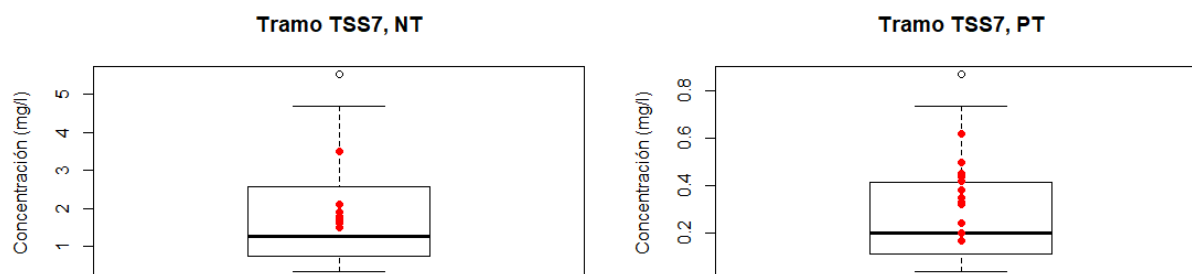


Figura 5: Comparación entre PT medido (puntos rojos) y PT simulado (línea continua negra)

6. ESCENARIOS

A continuación se detallan los escenarios que se simularon con el fin de estimar el efecto de algunas acciones en la cuenca. El análisis realizado tuvo como objetivo observar cuál sería la situación existente si las condiciones de aportación fueran modificadas de diferente manera.

- “Base”: Escenario base obtenido a partir del modelo de calidad de agua calibrado.
- “Puntual”: Reducción de la aportación del vertido puntual utilizando condiciones de vertido iguales a las que indica el estándar de vertido (Decreto 253/79).
- “Tambos”: Reducción de la aportación de tambos utilizando condiciones de vertido iguales a las que indica el estándar de vertido (Decreto 253/79).
- “Buffer”: implementación de una medida buffer como se propone en el Segundo plan de acción para la cuenca del Santa Lucía.
- “Buffer + Puntual + Tambos”: implementación de los 3 escenarios en simultáneo.

Se muestra en la figura 6 la delimitación de las subcuencas identificadas cuyo escurrimiento pasa directamente a través de la nueva zona buffer modelada. A estas áreas se les aplicó una reducción del aporte de nutrientes en un 90% para su fracción particulada y un 8% para su fracción disuelta. Se debe tener en cuenta que la medida se supuso aplicada a todos los cursos que aparecen en la carta 1:50.000 del SGM y no se tuvieron en cuenta para la reducción las superficies que actualmente ya escurren hacia un curso cuyos márgenes están cubiertos por monte nativo.

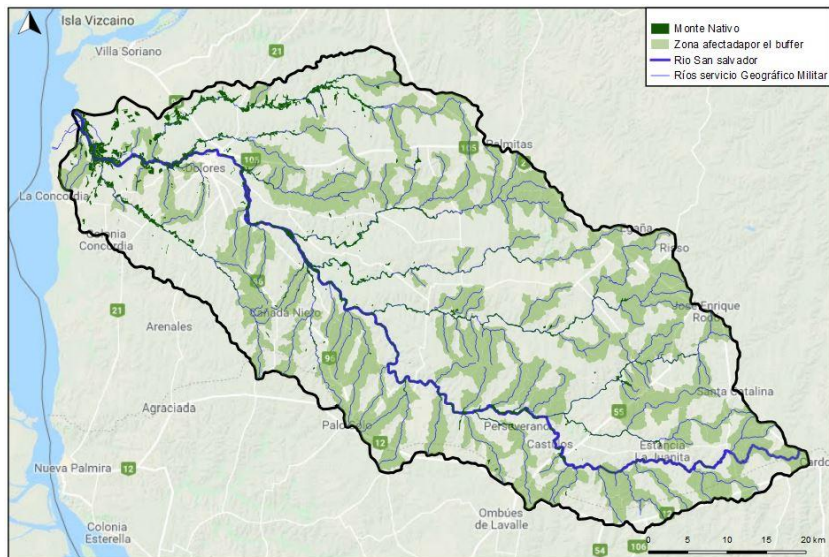


Figura 6: Zonas afectadas si se implementara medida buffer en la Cuenca del río San Salvador

6.1 RESULTADOS DE ESCENARIOS

De los diferentes escenarios, el que tuvo más incidencia en la reducción de la concentración de los contaminantes analizados fue la implementación de la zona buffer. El escenario de reducción a los efluentes domésticos tuvo un nulo efecto sobre las concentraciones en el cauce principal. En todos los escenarios se utilizó la misma serie de caudales, lo único que varió fue los aportes aguas arriba de cada tramo.

En las figuras 7 y 8 se puede ver en un tramo cercano al cierre de cuenca (TSS7) los resultados de concentración de NT y PT obtenidos para los diferentes casos de estudio. Se muestran de forma comparativa de manera de poder visualizar el efecto específico en cada situación.

Se incluyen gráficos de toda la serie de años simulada. Se observa que en los meses que ocurren los picos de concentración, las diferencias entre los escenarios son mayores.

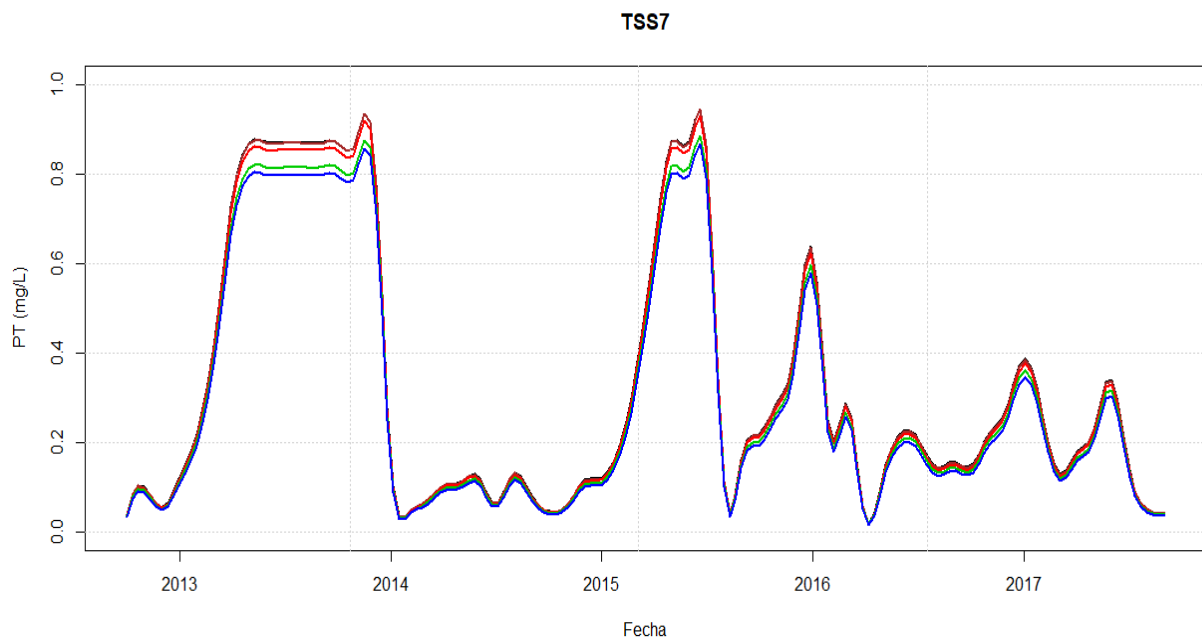


Figura 7: Resultados de concentración de PT en distintos escenarios al cierre de la cuenca

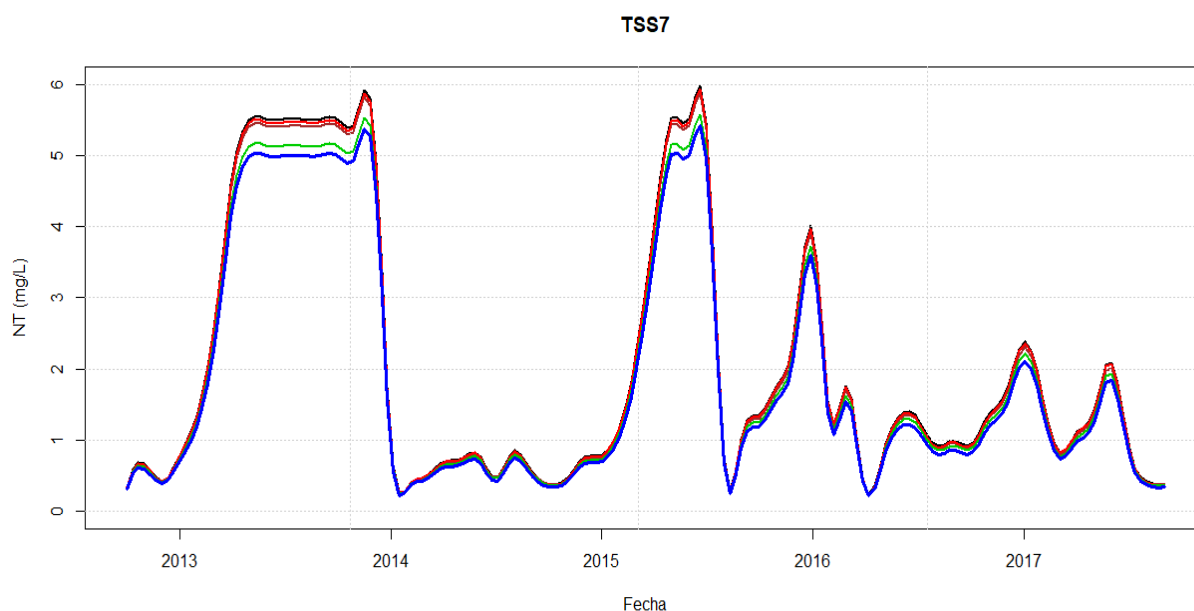


Figura 8: Resultados de concentración de NT en distintos escenarios al cierre de la cuenca

Para el caso del PT, en ningún momento se obtuvo valores inferiores al estándar nacional existente (de 0,025 mg/L en PT para cursos clase 3 según decreto 253/79). Para el NT se alcanzó un cumplimiento del estándar (comparando con el valor para nitratos, 10 mg/L en N) en todas las situaciones.

7. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en el escenario base, se puede ver que los mismos cubren el rango de valores que se encuentran en los datos observados, se elaboró un modelo de calidad de agua para la Cuenca del río San Salvador. Se pudo desarrollar una herramienta que integra las diferentes variables que gobiernan las condiciones de calidad de agua en la cuenca.

Los datos con los que se cuentan son escasos, tanto en caudales como en aportaciones. La escasez de datos genera limitaciones en el modelo pero el rango de variación de los valores simulados se asemeja al de los observados.

No se contó con datos de caudal para introducir en el modelo por lo que fue necesaria la simulación de caudal a través del balance de Temez. Para ello se utilizaron varias estaciones pluviométricas ubicadas en la cuenca del río San Salvador y en sus alrededores. El principal cuestionamiento de este método es que no se calibraron los datos de salida del balance con ningún dato observado.

Al someter el modelo a los distintos escenarios, el escenario con más influencia en bajar las concentraciones de nutrientes en el curso es el "Buffer".

En cuanto a las utilidades que puede tener el modelo desarrollado como herramienta de gestión, se incluyen:

- Evaluar efectos de modificación de las situaciones de aportación existentes.
- Determinar condiciones críticas a lo largo de un período de estudio que permitan detectar caudales relevantes a considerar (caudal ambiental, caudal mínimo, etc.).
- Estimar posibles concentraciones en masas de agua no monitoreadas.
- Proponer modificaciones a los monitoreos de calidad y cantidad de agua.
- Planificar la capacidad de recibir cargas contaminantes en la cuenca.

Se identificaron algunas limitaciones que tienen que ver con la herramienta desarrollada, con los datos que se incluyeron y con información existente a integrar. Las mismas se detallan a continuación:

- La cuenca de estudio no cuenta con estaciones de aforo actualmente activas como para utilizarse en la modelación. Si bien se realiza un ajuste de los parámetros simulados con la serie de caudales obtenidos del balance de Temez, se lograría un mejor ajuste con información real de caudales.

- Los datos de aportación difusa obtenidos del método de coeficientes de exportación son anuales, por lo que para los valores mensuales se realizó la aproximación de que el aporte es uniforme durante el año. Como mejora para este u otro caso de estudio, resulta relevante relacionar los aportes difusos con los eventos de precipitación. También los ciclos anuales de usos de suelo se podrían incluir para modelar con mayor detalle la variación de estos aportes.
- Los datos de aportación puntual se debieron estimar para varios meses ya que no se cuenta con información para cada mes analizado.

En cuanto al alcance que se tiene para este tipo de desarrollos y su aplicación en la gestión, se observa que se puede cubrir un área de planificación a nivel de cuenca con buen sustento.

8. REFERENCIAS

1. MVOTMA-DINAMA (2017a). Informe Interno. Río Negro-evaluación de la calidad 2009-2016. División de calidad Ambiental.
2. MVOTMA-DINAMA (2017b). Guía de buenas prácticas ambientales y sanitarias de establecimientos de engorde de bovinos a corral. %Cuadro 6-4 página 33.
3. MVOTMA-DINAMA (2008). Guía de gestión integral de aguas en establecimientos lecheros.
4. Arocena (2018). Informe Final. Evaluación ecológica de cursos de agua Y biomonitorio Cuenca del Río Negro. Universidad de la república (Facultad de Ciencias).
5. Perdomo (2013). Metodología de Estimación de Aportes difusos de Nitrógeno y Fósforo a aguas superficiales desde suelos bajo uso agropecuario.
6. Metcalf y Eddy (1995). Ingeniería de aguas residuales, tratamiento, vertido y reutilización.
7. Manual de usuario. Programa Aquatool (2013). INSTITUTO DE INGENIERÍA DEL AGUA Y MEDIO AMBIENTE UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA Versión 2.0.