

Resumen de los proyectos de la Región 1 de la EPA y la ORD del río

Este resumen del proyecto brinda una descripción general del trabajo que la Región 1 y la Oficina de Investigación y Desarrollo (ORD) de la EPA han realizado para el río Merrimack en el área de Lawrence, MA, de 2015 a 2019. La EPA produjo varias entregas durante este tiempo y recopiló conjuntos de datos para uso en investigación. A continuación se muestra una discusión sobre el historial del proyecto y los conjuntos de datos que recopiló la EPA.

Antecedentes del trabajo de la EPA en el río Merrimack

El río Merrimack es la fuente de agua potable de aproximadamente 600,000 personas en New Hampshire y Massachusetts. El río comienza en el norte de New Hampshire y desemboca en el Océano Atlántico en Newburyport, Massachusetts. La EPA participó en proyectos en el río Merrimack durante varias décadas.

En 2015, la EPA comenzó a trabajar directamente con la ciudad de Lawrence, Massachusetts, y otros socios como parte del proyecto regional “Marcar una diferencia sustancial en las comunidades”. De las cinco comunidades de Massachusetts asentadas a lo largo del río Merrimack que utilizan el río como su única fuente de agua potable, Lawrence es la más lejana río abajo. Las otras comunidades de Massachusetts que usan el río Merrimack como fuente de agua potable son Methuen, Andover, Tewksbury y Lowell.

El río Merrimack es un recurso crítico pero amenazado. Además de proporcionar agua potable, también recibe la descarga de efluentes de tratamiento de aguas residuales, desbordamiento de alcantarillados combinados (CSO) y descargas de aguas pluviales, muchas de las cuales provienen de comunidades situadas río arriba de Lawrence. La EPA se interiorizó más sobre las prioridades de la

comunidad al organizar reuniones de partes interesadas de 2015 a 2017 con funcionarios, ciudadanos, agencias de planificación, organizaciones sin fines de lucro y agencias estatales de la ciudad de Lawrence.



Cobertizo para botes Abe Bashara en el río Merrimack en Lawrence, Massachusetts

Las prioridades incluían abordar las preocupaciones sobre la calidad del agua y mejorar la capacidad de recuperación de la planta de tratamiento de agua potable.

En 2015, el personal de la Oficina de Investigación y Desarrollo (ORD), con sede en Cincinnati, visitó Lawrence para ver e interiorizarse sobre algunos de los problemas de calidad del agua y de inundaciones de la ciudad. Como parte del proyecto “Marcar una diferencia sustancial” de la Región 1 de la EPA en Lawrence, el personal de la ORD de la EPA pudo ofrecer asistencia técnica a la ciudad de Lawrence. Uno de los resultados de la visita de la ORD fue ayudar a la comunidad a desarrollar una “estrategia integral de agua” para el río. Esto incluyó la realización de investigaciones para evaluar los problemas y sus posibles soluciones.

La EPA trabajó en estrecha colaboración con los funcionarios de agua de Lawrence, Groundwork Lawrence, el Consejo para la Cuenca del Río Merrimack (MRWC) y el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE. UU. mientras se desarrollaba un plan de investigación. La investigación de la EPA se centró en tres objetivos:

- Vulnerabilidad ante inundaciones
- Calidad del agua
- Justicia ambiental

La planta de tratamiento de agua potable de Lawrence es vulnerable a las inundaciones, ya que está situada en la zona de inundación de 100 años. Un componente de la estrategia del agua fue desarrollar una evaluación de vulnerabilidad climática y a las inundaciones de la planta de tratamiento de agua potable de Lawrence, ubicada sobre la margen del río Merrimack. La estrategia del agua también incluyó mapeo y análisis de datos de calidad del agua para promover las prioridades de la comunidad. La EPA tuvo acceso al conocimiento de la comunidad local sobre sitios y ubicaciones sensibles donde los residentes de Lawrence navegan, nadan y pescan para identificar posibles lugares de exposición.

En colaboración con las partes interesadas, la EPA recopiló datos históricos sobre la calidad del agua e información sobre descargas de fuentes puntuales (por ejemplo, desbordamientos de alcantarillados) para mapear los parámetros de vulnerabilidad social y los puntos de exposición identificados. La EPA trazó un mapa y analizó las zonas inundables, utilizando un análisis actualizado de los datos de precipitación. Además desarrolló una herramienta de mapeo para la cuenca, reuniendo datos interactivos para visualizar los mayores desafíos y atributos de las cuencas. La herramienta de mapeo del río Merrimack se encuentra en la sección de mapeo de la página web del río Merrimack de la EPA (www.epa.gov/merrimackriver). Esta herramienta también permite a los usuarios agregar

sus propios datos, lo que posibilita a aquellos que no tienen acceso a herramientas de Sistemas Geográficos de Información (GIS) crear mapas para analizar múltiples capas de datos.

Para apoyar estas iniciativas, la EPA recopiló datos adicionales sobre la calidad del agua de dos estaciones de monitoreo en el río. Las estaciones fueron financiadas por la ORD (<https://www.epa.gov/merrimackriver/basic-information-about-lower-merrimack-river-monitoring-station>) y operadas por el Laboratorio Regional de la EPA. Los datos de monitoreo de la calidad del agua se utilizaron para caracterizar la variabilidad de las condiciones del río y para desarrollar modelos predictivos de los niveles de contaminación que afectan su uso. La EPA recopiló mediciones de la química del agua en tiempo real, así como muestras para análisis microbianos durante clima húmedo y seco. Estos datos permitieron a la ORD evaluar la posibilidad de hacer pronósticos inmediatos (*nowcasting*) sobre la calidad del agua utilizando monitoreo en tiempo real, información meteorológica observada y datos de caudal del río. *Nowcasting* es un pronóstico a corto plazo de la calidad del agua.

Datos recolectados

Durante el monitoreo e investigación ambiental, la EPA produjo conjuntos de datos originales y recopiló datos de otras fuentes para completar sus análisis.

La EPA puso en funcionamiento dos monitores en tiempo real que recopilaron datos cada 15 minutos, desde diciembre de 2016 hasta 2019. Los datos preliminares se mostraron casi en tiempo real en el sitio web público de la EPA (<https://www.epa.gov/merrimackriver>).

Las mediciones están disponibles en el sitio web de la EPA e incluyen lo siguiente:

- Temperatura
- Oxígeno disuelto
- Conductancia específica (conductividad)

- pH
- Turbidez
- Clorofila
- Ficocianina

Se recolectaron parámetros adicionales de calidad del agua cada 15 minutos en cada estación. Dichos parámetros no se transmitieron a la página web de la EPA porque estos datos se consideran preliminares debido a la naturaleza experimental de operar este equipo en el campo. Los científicos y los gerentes de calidad del agua de la EPA utilizaron datos de estas dos estaciones para evaluar y comprender las condiciones de la calidad del agua. Los datos de investigación experimental que se recopilaban incluyeron:

- Carbono orgánico total (TOC)
- Materia orgánica disuelta fluorescente (FDOM)
- Nitrato
- Fosfato

Los conjuntos de datos que anteceden no han sido publicados ni revisados mediante un proceso de Garantía de Calidad/Control de Calidad (QA/QC).

Por último, entre 2016 y 2018, la EPA llevó a cabo diecisiete muestreos individuales en el área de Lawrence para examinar los niveles de bacterias. La EPA evaluó la presencia de *Escherichia coli* y nutrientes en seis sitios durante condiciones climáticas secas y húmedas. Estos datos han pasado por el proceso de revisión y autorización interna de la EPA, y están disponibles a pedido.

La EPA también recopiló conjuntos de datos secundarios adicionales para usar en sus análisis:

- Datos del nivel del agua del río Merrimack para las estaciones del Servicio Geológico de EE. UU. (USGS)
- Conjuntos de datos de precipitación para Lawrence y Lowell, MA

- Fechas de eventos de desbordamiento de alcantarillados combinados (CSO) de Lowell y volúmenes de descarga

Análisis realizados

- **Análisis de inundaciones:** Se realizó un análisis detallado de inundaciones para Lawrence. Los resultados se refieren a la probabilidad de que los niveles de inundación superen el terraplén protector de la planta de agua potable de Lawrence ubicada en el lado norte del río. Además, se analizó el riesgo de inundaciones en el río Spicket para determinar el posible impacto en el suministro de agua de Lawrence y los sistemas de recolección de aguas residuales. Los resultados y conjuntos de datos incluyen:
 - Perfiles hidráulicos relacionados con el río y la planta de tratamiento de agua
 - Caudal del río y modelización de escenarios
 - Variaciones de la precipitación en el área y del nivel del río en la modelización hidrológica
 - Intervalo de recurrencia de inundaciones y niveles del río diseñados en el análisis hidrológico
 - Conjuntos de datos para Lawrence y Lowell
 - Reconstrucción del mapa de la inundación histórica de 2006 para Lawrence
 - Riesgo de inundación y niveles de agua para el río Spicket desarrollados para inundaciones de baja probabilidad
- **Indicadores de niveles de patógenos:** se realizaron análisis y pronósticos inmediatos (modelos) de la calidad del agua de los ríos basados en conjuntos de datos de los datos de monitoreo del sensor, datos de caudal del río, datos de descarga de CSO y otros conjuntos de datos hidrológicos. Los resultados constan en una presentación resumida que está disponible

a pedido. Los conjuntos de datos del análisis de pronóstico inmediato incluyen:

- Ecuaciones y métodos de pronóstico inmediato para estimar la presencia de *E. coli* en el agua del río según los resultados del monitoreo del sensor en tiempo real, los datos de CSO en Lowell y la precipitación del área
- Pronóstico inmediato de la turbidez del agua del río utilizando las variaciones de caudal del río y de turbidez del agua, y sus correlaciones
- Conjuntos de datos para identificar eventos contaminantes del caudal utilizando estaciones de sensores acopladas y datos del nivel del río

Mediante la modelización y el análisis del diseño preliminar, la EPA descubrió que los cambios en las precipitaciones, la hidrología de la cuenca y el envejecimiento de la infraestructura hídrica son los principales factores que afectan la calidad del agua y la capacidad de recuperación del suministro de agua. La EPA le presentó su investigación a la ciudad de Lawrence en 2017 para ayudar a la ciudad a comprender los riesgos para su suministro de agua en caso de producirse inundaciones extremas o un corte de energía eléctrica.

Futuras áreas de investigación

Este trabajo podría conducir a una investigación más exhaustiva por parte de los interesados en el río Merrimack. A continuación se presentan posibles preguntas de investigación y necesidades de soporte técnico que podrían explorarse más a fondo.

Los modelos de predicción inmediata de bacterias indicadoras de materia fecal podrían usarse para desarrollar un sistema de notificación en tiempo real para actividades recreativas en el río Merrimack. Dicho sistema codificaría por colores las condiciones de calidad del agua a través de una

aplicación web o un sistema de señalización para informar al público sobre los niveles de contaminación anticipados que excedan los umbrales aceptables.

Estos umbrales podrían basarse directamente en los criterios de calidad del agua recreativa para *E. coli*, o en los riesgos de infección por patógenos predichos mediante la evaluación cuantitativa del riesgo microbiano (QMRA). La QMRA utilizaría las concentraciones de indicadores de materia fecal para modelizar los niveles probables de patógenos en función de sus respectivas densidades en las aguas residuales (sobre la hipótesis del peor caso posible) y el destino y transporte de cada uno; combinaría estos con las tasas de ingestión de agua informadas para estimar las dosis de exposición durante diversas actividades recreativas; y luego usaría relaciones dosis-respuesta a patógenos específicos para cuantificar los riesgos de infección asociados a fin de compararlos con tasas aceptables definidas.

Si bien este modelo introduce incertidumbre adicional a través de sus hipótesis, tiene la ventaja de relacionar los eventos de contaminación con conclusiones explícitas basadas en el riesgo. Al hacerlo, los diferentes niveles de riesgo asociados con la natación o la recreación sin contacto (por ejemplo, paseos en bote o pesca) podrían diferenciarse, informando qué tipos de actividades son adecuadas en las condiciones actuales de calidad del agua. Sin embargo, dado que los sensores de calidad del agua utilizados para desarrollar el modelo de pronóstico inmediato ya no están en uso, y si no se pueden reemplazar, se necesitaría desarrollar nuevas correlaciones que utilizaran fuentes de datos de fácil acceso (por ejemplo, niveles de precipitación e informes de CSO) para implementar el sistema de notificación.

Se necesitaría una supervisión adicional para respaldar investigaciones futuras que involucren la modelización de las condiciones de calidad del

agua. Se podría realizar un seguimiento para respaldar el desarrollo o la validación del modelo. Se desarrollaría un plan de seguimiento como parte de las necesidades de investigación.

Las opiniones expresadas en este documento pertenecen a los autores y no representan necesariamente las opiniones o las políticas de la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. Este documento ha sido revisado de acuerdo con la política de la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. y aprobado para su publicación.

Contactos:

Modelización

Jeff Yang, Oficina de Investigación y Desarrollo,
Modelización de la Calidad del Agua,
yang.jeff@epa.gov

Michael Jahne, Oficina de Investigación y
Desarrollo, Modelización de Riesgo Microbiano,
Jahne.michael@epa.gov

Dan Murray, Oficina de Investigación y
Desarrollo, Soporte Técnico de Infraestructura de
CSO, murray.dan@epa.gov

Supervisión

Tom Faber, Región 1, Servicios de Laboratorio y
Ciencias Aplicadas, faber.tom@epa.gov

Programa de agua potable

Kira Jacobs, Región 1, División de Agua,
Protección de Fuentes de Agua,
jacobs.kira@epa.gov

Exención de responsabilidad