

## RESUMEN EJECUTIVO

Este informe es la culminación de un año de análisis técnico que investiga posibles soluciones de infraestructura para los caudales transfronterizos crónicos de aguas residuales de México a EE. UU. en la cuenca del río Tijuana y las áreas costeras adyacentes. Este análisis, realizado en nombre de los futuros receptores de fondos, responde a la Sección 821 de la legislación de implementación del [Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá](#) (T-MEC) que ordena a la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (Environmental Protection Agency, EPA) coordinar con las entidades públicas elegibles para identificar soluciones de infraestructura en la cuenca del río Tijuana. La EPA convocó a reuniones públicas y sostuvo conversaciones con el Grupo Coordinador de Entidades Públicas Elegibles, compuesto por organizaciones federales, estatales y locales, para promover la coordinación y el intercambio de información a medida que se desarrollaba el análisis.

El análisis técnico comenzó con una evaluación de la viabilidad de 10 proyectos de infraestructura, que representan más de 40 componentes individuales del proyecto, ubicados tanto en EE. UU. como en México. Estos componentes individuales se agruparon en alternativas (agrupaciones lógicas de proyectos) en función de sus costos de capital y su capacidad para reducir las aguas residuales no tratadas en el río Tijuana o el océano Pacífico, centrándose principalmente en las soluciones del lado estadounidense. Posteriormente, las alternativas se calificaron y clasificaron utilizando el Análisis de Alternativas Aumentadas de la EPA, una herramienta de evaluación sistemática, replicable y transparente con cuatro objetivos generales: salud pública y habitabilidad de la comunidad, administración de los recursos públicos, protección ecológica y resistencia del sistema. Este documento evalúa en profundidad tres de las alternativas de mayor puntuación por su potencial para mitigar los caudales transfronterizos de aguas residuales costeras y fluviales, entre otros impactos. Estas tres alternativas finales (Alternativas E-2, H e I-2) representan una amplia gama de soluciones de infraestructura que son técnicamente viables y cuentan con un amplio apoyo de la comunidad de interesados.

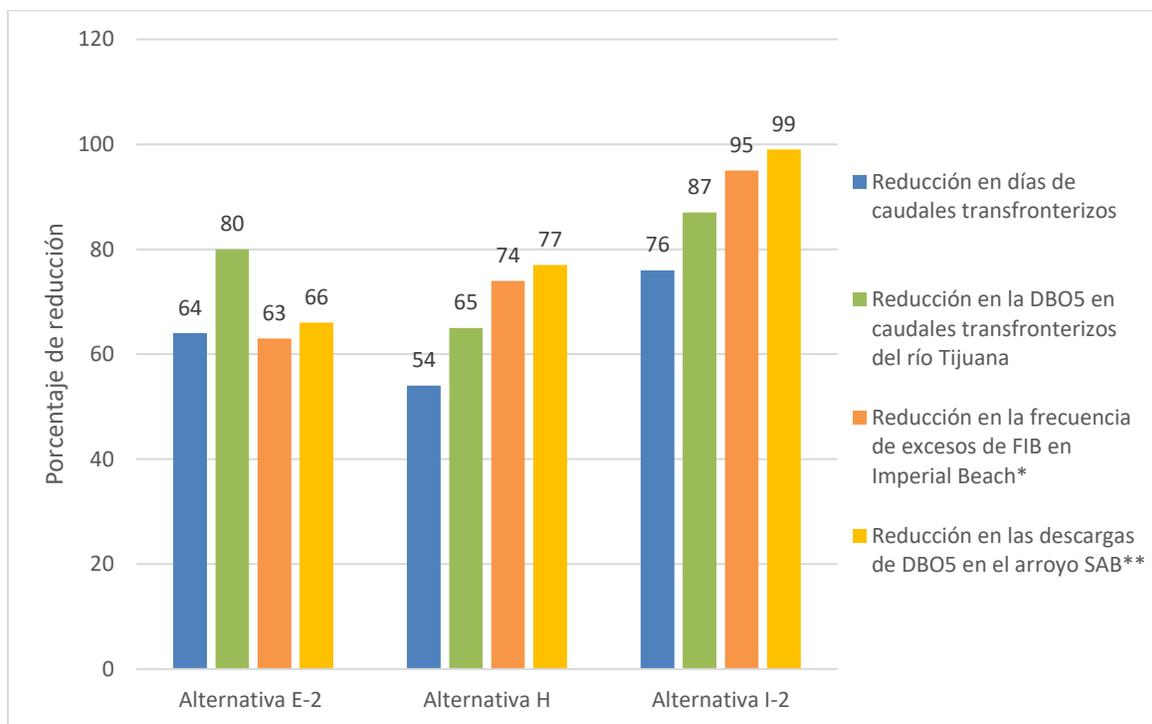
La alternativa de mayor puntuación es la Alternativa I-2. Si bien está por encima del presupuesto, representa la solución más completa para los caudales transfronterizos de aguas residuales costeras y fluviales. Las otras dos alternativas, E-2 y H, están dentro del presupuesto y se espera que mejoren significativamente la calidad del agua. Las tres alternativas se centran en la infraestructura del lado estadounidense que (1) desvía y trata los caudales contaminados cuando ya están en el río o (2) trata los caudales contaminados antes de que lleguen al río y a la costa. Estas tres alternativas representan una amplia gama de soluciones de infraestructura que se espera que sean evaluadas como parte del análisis de la Ley de Política Ambiental Nacional (National Environmental Policy Act, NEPA), lo que lleva a la selección de una alternativa para el diseño y la construcción.

Además de proporcionar un análisis equilibrado de las tres alternativas finales, este informe analiza las incertidumbres técnicas, las limitaciones de los datos, los desafíos de la implementación y las incertidumbres, tanto en EE. UU. como en México, que podrían alterar el análisis si las condiciones cambiaran en el futuro.

### **Resumen y hallazgos clave para cada alternativa**

Como se señaló anteriormente, tres de las alternativas de mayor puntuación se evaluaron más a fondo por su potencial para mitigar los caudales transfronterizos de aguas residuales costeras y fluviales, entre otros impactos. Esta evaluación considera cuatro criterios basados en datos que indican el potencial de cada alternativa para reducir el número de días de caudal transfronterizo en el río Tijuana, reducir las descargas de la demanda bioquímica de oxígeno de cinco días (DBO<sub>5</sub>, un sustituto de las aguas residuales no tratadas) en el océano Pacífico y en el río Tijuana, y reducir la frecuencia de las concentraciones de bacterias indicadoras fecales (fecal indicator bacteria, FIB) que superan el valor de acción de la EPA en la playa (referido de aquí en adelante como, “excesos de FIB”) en Imperial Beach durante la temporada turística (del 22 de mayo al 8 de septiembre). Para este análisis, PG evaluó las mejoras en la calidad del agua en Imperial Beach, pero se pueden esperar mejoras similares en otras playas a lo largo de la costa del Pacífico en la región

de San Diego. La Figura ES-1, a continuación, presenta el desempeño previsto de cada alternativa según lo indicado por los cuatro criterios basados en datos. Los resúmenes y hallazgos clave para cada alternativa incluyen una descripción, los beneficios previstos, los posibles inconvenientes y las estimaciones de costos. Los beneficios previstos se basan en los datos presentados en la figura.



\* Los "excesos de FIB" se refieren a las concentraciones de bacterias indicadoras fecales que superan el valor de acción de la EPA en la playa.

\*\* Las descargas al arroyo San Antonio de los Buenos (arroyo SAB) ingresan al océano Pacífico a 6 millas al sur de la frontera, afectando las playas de Estados Unidos cuando hay corrientes hacia el norte, las cuales ocurren predominantemente durante la temporada turística (Feddersen et al. 2020).

**Figura ES-1. Comparación de los impactos en la calidad del agua de cada alternativa**

### **Alternativa E-2**

La Alternativa E-2 proporciona tratamiento tanto del agua del río como de las aguas residuales no tratadas generadas en Tijuana. La Alternativa E-2 trataría las aguas residuales contaminadas en EE. UU. después de que estén en el río a través de una nueva desviación del río de 35 MGD en el lado de EE. UU. y una Planta de Tratamiento Primario Avanzado (Advanced Primary Treatment Plant, APTP). Los caudales de los ríos que actualmente se desvían en México se transportarían a la APTP en EE. UU. La alternativa E-2 también trataría todas las aguas residuales no tratadas actualmente del centro de Tijuana a través de una expansión de 15 MGD de la Planta Internacional de Tratamiento de Aguas Residuales (PITAR) de South Bay. La Alternativa E-2 está dentro del presupuesto combinado de las asignaciones del T-MEC y el financiamiento suplementario.

Se espera que la Alternativa E-2 reduzca los días de caudal transfronterizo en el río Tijuana en un 64%, la DBO<sub>5</sub> en el agua del río en un 80%, la frecuencia de los excesos de FIB en Imperial Beach durante la temporada turística (del 22 de mayo al 8 de septiembre) en un 63% y la DBO<sub>5</sub> en las descargas al océano Pacífico a través del arroyo SAB en un 66%, como se muestra en la Figura ES-1. Se espera que el desvío de los caudales de la planta de bombeo CILA (PB-CILA), que actualmente se envían al océano Pacífico a través del arroyo SAB, y su envío a la APTP, en combinación con la ampliación de la PITAR, reduzca la descarga de aguas residuales no tratadas al océano Pacífico, reduciendo así los impactos en Imperial Beach. Se espera que el desvío del río del lado de EE. UU. en

la Alternativa E-2 proporcione respaldo al desvío del río existente del lado de México, reduzca los días de caudal transfronterizo y opere durante tasas de caudal más altas en el río cuando el desvío del lado de México se cierre debido a los límites del umbral operativo. Sin embargo, el desvío del río del lado de EE. UU. podría interferir en las operaciones de Aduanas y Protección Fronteriza (Customs and Border Protection, CBP), y su implementación podría ser lenta debido a los requisitos reglamentarios y de recopilación de datos necesarios. Además, es poco probable que la expansión de 15 MGD de la PITAR tenga capacidad de reserva para hacer frente al futuro crecimiento de la población. La Alternativa E-2 se basa en la implementación y el mantenimiento de la infraestructura actual y futura de México para proporcionar los mayores beneficios para el río Tijuana. Las aguas residuales no tratadas de las estaciones de bombeo en los cañones y las comunidades costeras de México continuarían descargándose en el océano Pacífico.

Este análisis incluye las siguientes estimaciones de costos<sup>1</sup> para la Alternativa E-2: \$367 millones en costos de capital, \$15 millones en costos anuales de operaciones y mantenimiento y \$951 millones en costos de ciclo de vida de 40 años.

### **Alternativa H**

La Alternativa H se centra en la ampliación de la PITAR en 25 MGD para tratar las aguas residuales recolectadas en Tijuana y en las estaciones de bombeo en los cañones del lado de México. La ampliación de la PITAR también incluye capacidad de reserva para hacer frente al futuro crecimiento de la población en Tijuana. Esta alternativa también implicaría el desmantelamiento de las estaciones de bombeo en los cañones en México y el transporte de las aguas residuales no tratadas generadas en los cañones por gravedad hasta la PITAR para su tratamiento. La Alternativa H está dentro del presupuesto combinado de las asignaciones del T-MEC y el financiamiento suplementario.

Se espera que la Alternativa H reduzca los días de caudales transfronterizos en el río Tijuana en un 54%, la DBO<sub>5</sub> en el agua del río en un 65%, la frecuencia de los excesos de FIB en Imperial Beach durante la temporada turística en un 74% y la DBO<sub>5</sub> en las descargas al océano Pacífico a través del arroyo SAB en un 77%, como se muestra en la Figura ES-1. Se espera que la ampliación de la PITAR en la Alternativa H tenga la capacidad suficiente para hacer frente al futuro crecimiento de la población hasta el 2030, reduciendo así la dependencia de México para tratar las aguas residuales no tratadas que actualmente se descargan a la costa y que contribuyen al deterioro de la calidad del agua en Imperial Beach. Además, al desmantelar las estaciones de bombeo en los cañones y transportar las aguas residuales de esos cañones por gravedad hasta la PITAR, se reducirían aún más las aguas residuales no tratadas descargadas al océano Pacífico a través del arroyo SAB. Los caudales transfronterizos de clima seco existentes en los cañones probablemente también se reducirían, protegiendo a los agentes de CBP que trabajan en los cañones. Sin embargo, la Alternativa H depende de la implementación y el mantenimiento de la infraestructura actual y futura de México para lograr los beneficios esperados en cuanto a la calidad del agua en el río Tijuana y el océano Pacífico. El agua de río desviada y las aguas residuales de las comunidades costeras de México continuarían descargándose en el océano Pacífico sin tratamiento.

Este análisis incluye las siguientes estimaciones de costos para la Alternativa H: \$368 millones en costos de capital, \$11 millones en costos anuales de operaciones y mantenimiento y \$817 millones en costos del ciclo de vida 40 años.

### **Alternativa I-2**

La Alternativa I-2 combina y amplía las dos alternativas anteriores. La Alternativa I-2 brindaría tratamiento

---

<sup>1</sup> Las metodologías de cálculos, suposiciones e incertidumbres relativas a las estimaciones de costos se detallan en el cuerpo del informe.

a las aguas residuales que ya están en el río con un nuevo desvío fluvial de 60 MGD en el lado de EE. UU. y una APTP, que también recibiría los caudales fluviales que actualmente se desvían a México. Una ampliación de 35 MGD de la PITAR permitiría afrontar el futuro crecimiento de la población de Tijuana. Esta alternativa implicaría dismantelar las estaciones de bombeo en los cañones en México y el transporte de las aguas residuales no tratadas que se generan en los cañones por gravedad hasta la PITAR para su tratamiento. También permitiría la reutilización beneficiosa en México del efluente tratado de la PITAR. Por último, la Alternativa I-2 incluiría una nueva planta de tratamiento de 5 MGD en el emplazamiento actual de la planta de tratamiento de aguas residuales de San Antonio de los Buenos para tratar las aguas residuales de las comunidades costeras de México, reduciendo así aun más los excesos de FIB en Imperial Beach durante la temporada turística. Esta alternativa trataría las aguas residuales que ya están en el río, mientras que también reduciría las aguas residuales que llegan al río y a la costa. La Alternativa I-2 está por encima del presupuesto combinado de la asignación del T-MEC y la financiación complementaria.

En el informe se describe de qué manera la Alternativa E-2 o la Alternativa H podría actuar como pilar inicial para implementar totalmente la Alternativa I-2 si cambian los niveles de financiación disponibles. También se destaca que los componentes de infraestructura de cada alternativa individual podrían construirse de forma secuencial dentro del presupuesto existente. Las secuencias potenciales de los proyectos individuales se considerarían durante el análisis de la NEPA y durante las conversaciones continuas y el intercambio de información con el Grupo Coordinador de Entidades Públicas Elegibles y el público en general.

Se espera que la Alternativa I-2 reduzca los días de caudales transfronterizos en el río Tijuana en un 76%, la DBO<sub>5</sub> en agua de río en un 87%, la frecuencia de los excesos de FIB en Imperial Beach durante la temporada turística en un 95% y la DBO<sub>5</sub> en las descargas al océano Pacífico a través del arroyo SAB en un 99%, como se muestra en la Figura ES-1. Se espera que el desvío de los caudales de la PB-CILA que actualmente se vierten en el océano Pacífico a través del arroyo SAB y que se envían a la APTP reduzca las descargas de aguas residuales no tratadas en la costa que contribuyen a los impactos en las playas de EE. UU. Se espera que el desvío del río del lado de EE. UU. en la Alternativa I-2 proporcione un respaldo al desvío actual del río del lado de México, reduzca los días de caudales transfronterizos y funcione durante los caudales de agua más altos en el río si el desvío del lado de México se cerrara debido a los límites del umbral operativo. Sin embargo, el desvío del río del lado de EE. UU. podría interferir en las operaciones de CBP, y su implementación podría ser lenta debido a los requisitos reglamentarios y de recopilación de datos necesarios. Se espera que la gran ampliación de la PITAR tenga capacidad suficiente para afrontar el futuro crecimiento de la población hasta 2050, reduciendo así la dependencia de México para tratar las aguas residuales no tratadas que se vierten en la costa y que contribuyen al deterioro de la calidad del agua en Imperial Beach.

Este análisis incluye las siguientes estimaciones de costos para la Alternativa I-2: \$627 millones en gastos de capital, \$26 millones en costos anuales de operaciones y mantenimiento y \$1.65 mil millones en costos del ciclo de vida 40 años.

### **Común a las tres alternativas**

Se espera que las tres alternativas reduzcan los días de caudales transfronterizos en el río Tijuana, la carga de DBO<sub>5</sub> en el río, la carga de DBO<sub>5</sub> vertida en el océano Pacífico a través del arroyo SAB y la frecuencia de los excesos de FIB en Imperial Beach durante la temporada turística. Las tres alternativas también incluyen reparaciones específicas de colectores de alcantarillado en Tijuana, modificaciones en las estructuras de desviación del caudal de cañones del lado de EE. UU., una barrera de basura en el río Tijuana y el desvío del efluente tratado a la presa Rodríguez para su reutilización. Se espera que las reparaciones específicas de los colectores en Tijuana reduzcan las descargas de aguas residuales no tratadas en el río Tijuana. Se prevé que esto mejore las condiciones para las operaciones de la Marina de EE. UU. y los residentes en la cuenca del río Tijuana y las zonas costeras vecinas. Se espera que las modificaciones en la estructura de desviación del caudal de cañones del lado de EE. UU. beneficien a las operaciones de CBP al reducir las acumulaciones en las estructuras de desviación del caudal de cañones. Una barrera de basura en el canal principal del río Tijuana

reduciría el volumen de basura que se deposita en el valle del río Tijuana y el estuario del río Tijuana. El desvío del efluente tratado a la presa Rodríguez permitiría que los desvíos del río del lado de EE. UU. y de México operaran con mayor frecuencia y brindaran a México una posible fuente de reutilización de agua.

Un beneficio importante de las tres alternativas es una reducción significativa de la necesidad de bombear aguas residuales no tratadas en Tijuana. Cada alternativa aumentaría la transmisión de aguas residuales no tratadas por gravedad y reduciría la transmisión de aguas residuales no tratadas por bombeo mecánico, reduciendo así el uso, los costos y la dependencia de las plantas de bombeo en México. Otro beneficio común es la instalación de digestores anaerobios como parte de cualquier proyecto de ampliación de la PITAR, lo cual eliminaría la mitad de los sólidos de los lodos producidos en la PITAR. También existe la posibilidad de convertir en el futuro el metano producido por los digestores anaerobios en energía eléctrica para compensar el aumento de las necesidades de energía.

Un inconveniente previsto de las tres alternativas son los posibles efectos adversos de los cambios y requisitos operativos de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales en las comunidades locales, como el aumento del tráfico para transportar la basura y los sedimentos. Además, una PITAR ampliada que incluya digestores anaerobios sería más compleja de operar que la PITAR existente. Otro posible inconveniente son los efectos adversos sobre el hábitat aguas abajo y la vegetación ribereña debido a la reducción del caudal del río Tijuana. Además, un mantenimiento inadecuado de las barreras de basura del río Tijuana podría obstaculizar las operaciones de CBP. Por último, el aumento considerable en operaciones y mantenimiento en cualquiera de las alternativas es un inconveniente y un desafío que requeriría garantizar la financiación a largo plazo en ambos lados de la frontera.

Las incertidumbres e incógnitas técnicas incluyen la eficacia y las operaciones futuras de la planta de bombeo y el desvío fluvial recientemente actualizado en México, así como la cantidad de basura y sedimentos en el río Tijuana que sería necesario eliminar en un sistema de desvío y tratamiento fluvial en el lado de EE. UU. Además, la viabilidad de algunos proyectos de las Alternativas E-2, H e I-2 depende de los proyectos que se consideran actualmente en México, así como de la confiabilidad de sus operaciones y mantenimiento. La integridad estructural de la presa Rodríguez es otra incógnita que requeriría una inspección antes de que el efluente tratado se desvíe para su posible reutilización en México.

### **Próximos pasos esenciales**

Como se señaló anteriormente, la Sección 821 del T-MEC ordenó a la EPA que coordinara con las entidades públicas elegibles para identificar soluciones de infraestructura para los caudales transfronterizos crónicos de aguas residuales en la cuenca del río Tijuana. El análisis de alternativas presentado en este documento es un hito significativo. Describe el proceso por el cual la EPA, con el apoyo de PG Environmental, identificó una amplia gama de alternativas de infraestructura con el potencial de abordar integralmente los problemas de calidad del agua en los caudales transfronterizos en el río Tijuana y en las zonas costeras adyacentes. Los próximos pasos esenciales incluyen la ejecución completa de los requisitos de la NEPA para estas alternativas, incluido el desarrollo de una Declaración de Impacto Ambiental, que evaluaría en mayor medida los requisitos de permisos reglamentarios para estas soluciones de infraestructura. Se necesitan negociaciones binacionales con México para identificar los proyectos prioritarios y llegar a un acuerdo sobre la distribución de costos de construcción y operaciones. Las conversaciones con México también permitirían avanzar en el marco de la codificación de futuros acuerdos binacionales. Por último, independientemente de la alternativa elegida para implementar, se deben garantizar las fuentes de financiación para operaciones y mantenimiento antes de obtener cualquier beneficio ambiental proyectado.