



# COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

## FORMULACIÓN DEL PROGRAMA DE SANEAMIENTO DE LA FRONTERA NORTE A NIVEL GRAN VISIÓN

**CILA-JUA-LPN-6-2020**

INFORME FINAL

Agosto, 2021





## CONTENIDO

Resumen.....	9
1 Diagnóstico de los sistemas de saneamiento de la región.....	27
1.1 Recopilación y análisis de la información.....	27
1.1.1 Sistemas principales de drenaje.....	28
1.1.2 Sistemas de tratamiento de aguas residuales.....	35
1.1.3 Sistemas de reúso de agua tratada.....	48
1.1.4 Generalidades.....	51
1.2 Diagnóstico de la infraestructura de los sistemas de saneamiento.....	56
1.2.1 Estado actual de la infraestructura de saneamiento.....	57
1.2.2 Pertinencia de los manuales y políticas de operación.....	67
1.2.3 Situación sobre derechos de vía y tenencia de la tierra.....	67
1.2.4 Condiciones de los sitios de descarga y disposición final.....	68
1.2.5 Costos actuales de operación y mantenimiento.....	69
1.2.6 Capacidades financieras de los Organismos.....	70
1.2.7 Situación de los Organismos Operadores.....	71
1.3 Análisis del desarrollo urbano y crecimiento poblacional en la frontera norte.....	76
2 El déficit de saneamiento en la región.....	79
2.1 Comparación de capacidad de diseño contra demanda actual y futura.....	79
2.1.1 Demanda actual de saneamiento de aguas residuales.....	79
2.1.2 Determinación de la demanda futura de saneamiento de aguas residuales.....	80
2.1.3 Comparación demanda actual y futura de conducción de aguas residuales.....	81
2.1.4 Comparación demanda actual y futura de bombeo de aguas residuales.....	82
2.1.5 Comparación demanda actual y futura de tratamiento de aguas residuales.....	83
2.1.6 Comparación demanda actual y futura de reúso de agua.....	83
2.2 Determinación de las necesidades de infraestructura, operación y mantenimiento.....	84
2.2.1 Reemplazo de la infraestructura que ha rebasado su vida útil.....	84
2.2.2 Rehabilitación de la infraestructura deteriorada.....	85
2.2.3 Incremento de la capacidad de las plantas de bombeo y PTAR.....	86
2.2.4 Reforzamiento del sistema de saneamiento en general.....	87
2.2.5 Mejora en la calidad del efluente para cumplir con la normatividad aplicable (y su manejo y disposición de lodos).....	89
2.2.6 Cambios en los programas de operación y mantenimiento de los sistemas de saneamiento.....	91



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

3	Alternativas para atender la demanda futura de saneamiento en la región. ....	95
3.1	Planteamiento de alternativas. ....	95
3.1.1	Alternativas de captación y conducción de aguas residuales. ....	97
3.1.2	Alternativas de bombeo de aguas residuales. ....	107
3.1.3	Alternativas de tratamiento de aguas residuales. ....	110
3.1.4	Alternativas de reúso de agua.....	114
3.1.5	Alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación. ....	114
3.2	Dimensionamiento de alternativas usando criterios de resiliencia. ....	117
3.2.1	Dimensionamiento de proyectos de conducción de aguas residuales. ....	118
3.2.2	Dimensionamiento de proyectos de bombeo de aguas residuales. ....	128
3.2.3	Dimensionamiento de proyectos de tratamiento de aguas residuales. ....	131
3.2.4	Dimensionamiento de proyectos de reúso de agua. ....	133
3.2.5	Dimensionamiento de proyectos de infraestructura complementaria e instrumentación. ....	134
3.3	Evaluación comparativa de costos de inversión, operación y mantenimiento de alternativas.....	137
3.3.1	Comparación de alternativas de conducción de aguas residuales. ....	137
3.3.2	Comparación de alternativas de tratamiento de aguas residuales. ....	146
3.3.3	Comparación de alternativas de bombeo de aguas residuales. ....	149
3.3.4	Comparación de alternativas de reúso de agua.....	151
3.3.5	Comparación de alternativas de infraestructura complementaria.....	152
3.4	Selección de las alternativas más convenientes. ....	154
3.4.1	Selección de alternativas de captación y conducción de aguas residuales. ....	155
3.4.2	Selección de alternativas de bombeo de aguas residuales.....	167
3.4.3	Selección de alternativas de tratamiento de aguas residuales.....	172
3.4.4	Selección de alternativas de reúso de agua. ....	177
3.4.5	Selección de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación. ....	178
3.5	Integración de la cartera de acciones y proyectos.....	181
4	Organización y alternativas de financiamiento.....	183
4.1	Análisis de opciones de organización y modalidades de financiamiento. ....	183
4.1.1	Planteamiento de opciones de organización para la realización de estudios y proyectos.....	185
4.1.2	Planteamiento de opciones de organización para la ejecución.....	186
4.1.3	Planteamiento de opciones de organización para la operación y mantenimiento. ....	189
4.2	Análisis de riesgos y formas de absorberlos o mitigarlos. ....	189



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

4.2.3	Identificación de riesgos.....	189
4.2.2	Evaluación de riesgos. ....	191
4.2.4	Propuesta de mecanismos de mitigación. ....	195
4.3	Marco jurídico que sustenta la organización y financiamiento propuestos. ....	195
4.3.1	Marco de referencia del Programa PSFN-GV-GV. ....	197
4.3.2	Otros programas binacionales relacionados con el saneamiento. ....	210
4.3.3	Actas e instrumentos diplomáticos. ....	218
4.3.4	La naturaleza jurídica y las atribuciones de la CILA.....	219
5	Documentación para registro en la Unidad de Inversiones SHCP. ....	221
5.1	Programación de las acciones y proyectos. ....	221
5.2	Análisis socioeconómico. ....	223



## ANEXOS

Anexo 1. Análisis del desarrollo urbano y crecimiento poblacional en la Frontera Norte.

Anexo 2. Construcción del Sistema Unificado de Información de Saneamiento de la Frontera Norte.

Anexo 3. Análisis jurídico de CILA para ejecutar o promover inversiones derivadas del PSFN-GV y recibir fondos de diversas instituciones.

Anexo 4. Análisis T-MEC e implicaciones para la CILA y el saneamiento fronterizo.

Anexo 5. Análisis Socioeconómico del PSFN-GV a nivel Gran Visión.

Anexo 6. Acompañamiento para la divulgación y retroalimentación del PSFN-GV con los actores principales.

Anexo 7. Presentación ejecutiva.



## APÉNDICES

- Apéndice 1. Programa de Saneamiento de Tijuana, BC, a nivel Gran Visión.
- 1.A. Informe particular.
  - 1.B. Marco físico y normativo.
  - 1.C. Análisis de desarrollo urbano y crecimiento poblacional.
  - 1.D. Memoria fotográfica.
  - 1.E. Presentación ejecutiva.
- Apéndice 2. Programa de Saneamiento de Tecate, BC, a nivel Gran Visión.
- 2.A. Informe particular.
  - 2.B. Marco físico.
  - 2.C. Análisis de desarrollo urbano y crecimiento poblacional.
  - 2.D. Memoria fotográfica.
  - 2.E. Presentación ejecutiva.
- Apéndice 3. Programa de Saneamiento de Mexicali, BC, a nivel Gran Visión.
- 3.A. Informe particular.
  - 3.B. Análisis de desarrollo urbano y crecimiento poblacional.
  - 3.C. Memoria fotográfica.
  - 3.D. Presentación ejecutiva.
- Apéndice 4. Programa de Saneamiento de San Luis Río Colorado, SO, a nivel Gran Visión.
- 4.A. Informe particular.
  - 4.B. Análisis de desarrollo urbano y crecimiento poblacional.
  - 4.C. Memoria fotográfica.
  - 4.D. Presentación ejecutiva.
- Apéndice 5. Programa de Saneamiento de Nogales, SO, a nivel Gran Visión.
- 5.A. Informe particular.
  - 5.B. Análisis de desarrollo urbano y crecimiento poblacional.
  - 5.C. Memoria fotográfica.
  - 5.D. Presentación ejecutiva.
- Apéndice 6. Programa de Saneamiento de Naco, SO, a nivel Gran Visión.
- 6.A. Informe particular.
  - 6.B. Análisis de desarrollo urbano y crecimiento poblacional.
  - 6.C. Memoria fotográfica.
  - 6.D. Presentación ejecutiva.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

### Apéndice 7. Programa de Saneamiento de Ciudad Juárez, CH, a nivel Gran Visión.

- 7.A. Informe particular.
- 7.B. Análisis de desarrollo urbano y crecimiento poblacional.
- 7.C. Memoria fotográfica.
- 7.D. Presentación ejecutiva.

### Apéndice 8. Programa de Saneamiento de Valle de Juárez, CH, a nivel Gran Visión.

- 8.A. Informe particular.
- 8.B. Análisis de desarrollo urbano y crecimiento poblacional.
- 8.C. Memoria fotográfica.
- 8.D. Presentación ejecutiva.

### Apéndice 9. Programa de Saneamiento de Ojinaga, CH, a nivel Gran Visión.

- 9.A. Informe particular.
- 9.B. Análisis de desarrollo urbano y crecimiento poblacional.
- 9.C. Memoria fotográfica.
- 9.D. Presentación ejecutiva.

### Apéndice 10. Programa de Saneamiento de Ciudad Acuña, CO, a nivel Gran Visión.

- 10.A. Informe particular.
- 10.B. Análisis de desarrollo urbano y crecimiento poblacional.
- 10.C. Memoria fotográfica.
- 10.D. Presentación ejecutiva.

### Apéndice 11. Programa de Saneamiento de Piedras Negras, CO, a nivel Gran Visión.

- 11.A. Informe particular.
- 11.B. Análisis de desarrollo urbano y crecimiento poblacional.
- 11.C. Memoria fotográfica.
- 11.D. Presentación ejecutiva.

### Apéndice 12. Programa de Saneamiento de Nuevo Laredo, TM, a nivel Gran Visión.

- 12.A. Informe particular.
- 12.B. Análisis de desarrollo urbano y crecimiento poblacional.
- 12.C. Memoria fotográfica.
- 12.D. Presentación ejecutiva.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Apéndice 13. Programa de Saneamiento de Reynosa, TM, a nivel Gran Visión.

- 13.A. Informe particular.
- 13.B. Análisis de desarrollo urbano y crecimiento poblacional.
- 13.C. Memoria fotográfica.
- 13.D. Presentación ejecutiva.

Apéndice 14. Programa de Saneamiento de Matamoros, TM, a nivel Gran Visión.

- 14.A. Informe particular.
- 14.B. Análisis de desarrollo urbano y crecimiento poblacional.
- 14.C. Memoria fotográfica.
- 14.D. Presentación ejecutiva.

Apéndice 15. Programa de Saneamiento de la Frontera Chica, TM, a nivel Gran Visión.

- 15.A. Informe particular.
- 15.B. Análisis de desarrollo urbano y crecimiento poblacional.
- 15.C. Memoria fotográfica.
- 15.D. Presentación ejecutiva.





### Resumen.

El Programa de Saneamiento de la Frontera Norte a Nivel Gran Visión (PSFN-GV), se desarrolla en el marco del Tratado de Aguas de 1944, del Acuerdo de La Paz de 1983, y de otros instrumentos diplomáticos que comprometen a México para atender el problema fronterizo de saneamiento. Estos convenios de cooperación binacional han sido celebrados con el fin de abordar las problemáticas ambientales y de salud en la región fronteriza; en ellos, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), fungen como coordinadores nacionales, principalmente. No obstante, algunos de los tratados y convenios fueron celebrados por la Comisión Internacional de Límites y Aguas entre México y Estados Unidos (CILA), a fin de referirse a problemáticas específicas de alguna ciudad fronteriza.

En el 2019 el 80 % de los sistemas de saneamiento de las poblaciones fronterizas de México con Estados Unidos presentaron serias deficiencias en su infraestructura, así como en su operación y mantenimiento, lo que se tradujo en derrames de aguas residuales tratadas y no tratadas hacia Estados Unidos, hacia las aguas comunes del río Bravo o hacia aguas costeras y cuerpos de agua en cuencas compartidas. Lo anterior ha ocasionado una serie de reclamos del Gobierno estadounidense, particularmente en las ciudades de Tijuana y Mexicali, Baja California; Naco y Nogales, Sonora, y Nuevo Laredo, Tamaulipas.

México y Estados Unidos han realizado otros esfuerzos de planeación, logrando como resultado cuatro programas de cooperación binacional para la región fronteriza: i) el Programa Integral Ambiental Fronterizo (PIAF); ii) el Programa Frontera XXI; iii) el Programa Frontera 2012; y iv) el Programa Frontera 2020.

El PIAF, establecido en 1992, se enfocó en el monitoreo de las actividades de control y prevención de la contaminación en general, y en el fortalecimiento de la regulación ambiental. Los Programas Frontera XXI, Frontera 2012 y Frontera 2020, especifican los temas de contaminación ambiental y salud pública, a efecto de dar prioridad al cumplimiento de los compromisos binacionales en materia de saneamiento y desarrollo sustentable. El PSNF es congruente con estos programas.

El PSFN-GV-GV da continuidad a los logros binacionales en materia de saneamiento y salud pública en la región fronteriza, y pone de manifiesto que México mantiene vigente su compromiso por resolver los desafíos de saneamiento y derrames en los quince centros poblacionales más importantes de la frontera norte, con un enfoque local y regional en la definición de soluciones; y, a nivel federal y binacional, en el establecimiento de prioridades e implementación de los proyectos.

Al respecto, este programa atiende los desafíos de saneamiento más urgentes, así como los de largo plazo, en un horizonte de planeación de 30 años, dado que contempla no solo el crecimiento poblacional, sino también el desarrollo urbano y los cambios en las condiciones hidrológicas en escenarios de cambio climático. Lo anterior, considerando estrategias de implementación que aprovechan al máximo las bondades de los entes públicos y privados para el financiamiento y ejecución de cada obra.

Por otro lado, los principios rectores del Programa se alinean con: i) Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024; ii) Programa Sectorial de Medio Ambiente 2019-2024, y iii) Programa Nacional Hídrico 2020-2024. Dichos principios se enfocan principalmente en la construcción de un país con bienestar,



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

mejorando las condiciones de vida para todos los mexicanos; optimizar la conservación, uso y saneamiento de la biodiversidad, e incrementar el acceso y uso eficiente del agua, manejo de fenómenos hidrometeorológicos que afectan a la población, disponibilidad del agua por medio de cuencas y mantos acuíferos, y espacios democráticos para la gestión del agua en todos sus ámbitos, respondiendo a la problemática y a las necesidades de la población, medio ambiente, y entorno económico social, a través de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Los acuerdos, actas y tratados transfronterizos del agua en México son jurisdicción de la CILA en ambos lados de la frontera, mismos que contemplan las áreas de aguas subterráneas, superficiales, saneamiento fronterizo, límites territoriales, puentes y cruces. El problema fronterizo de saneamiento, definido en el Acta 261 desde 1979, es “cada uno de los casos en que [...] las aguas que crucen la frontera, incluyendo las aguas costeras, o escurran por los tramos limítrofes de los ríos Bravo y Colorado, tengan condiciones sanitarias tales que no representen un riesgo para la salud y el bienestar de los habitantes de cualquier lado de la frontera e impidan el uso benéfico de dichas aguas.”

Se recopiló toda la información disponible, con el fin de tener una visión más amplia de la problemática que se presenta en la operación, mantenimiento y desarrollo de la infraestructura de saneamiento en las quince ciudades de interés para el PSFN-GV-GV, y las posibles alternativas de solución, así como aquella información relacionada con los logros y acciones realizadas por los distintos actores involucrados en materia de saneamiento. Nos allegamos de documentación de carácter técnico, comercial, legal, financiero y jurídico, relativos al saneamiento en la frontera, existentes principalmente en las bibliotecas electrónicas del Gobierno federal, Secretaría de Relaciones Exteriores, CILA, Banco de Desarrollo de América del Norte (BDAN), CONAGUA, Comisiones Estatales del Agua y Organismos Operadores Municipales.

Este informe describe el análisis que sirvió de base para determinar las estrategias y líneas de acción, sus metas e indicadores, para establecer un catálogo de proyectos y acciones asociado a un programa de inversiones, como punto de partida para la conformación del Programa de Saneamiento de la Frontera a Nivel Gran Visión.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 1 Resumen de problemática, solución e inversión, Tijuana, BC.

<p><b>Problemática</b></p>	<p>La ciudad cuenta con más de 3,822 km de redes principales de alcantarillado sanitario (colectores y subcolectores), de las cuales el 57 por ciento son de concreto y presentan algún tipo de desgaste severo y sus fallas recurrentes o extraordinarias pueden derivar en escurrimientos hacia el río Tijuana.</p> <p>Los cárcamos de bombeo representan la primera defensa del sistema para evitar los flujos transfronterizos y los que se encuentran en la parte baja de la cuenca del río Tijuana se encuentran en estado crítico.</p> <p>La PTAR SAB de importancia binacional (Actas 270 y 298) se encuentra fuera de operación.</p> <p>Los manuales de operación de los sistemas de alcantarillado, bombeo y tratamiento están desactualizados.</p> <p>La descarga de agua tratada de las PTAR dentro de la cuenca del río Tijuana representa un costo para su traslado a la costa del Pacífico y, la mezcla con aguas negras para su disposición en la playa origina malos olores y contaminación. En tanto que las PTAR costeras disponen su efluente en arroyos generando problemas de encharcamiento y contaminación en su paso.</p> <p>Finalmente, se identifica un organismo operador con limitado margen financiero para hacer frente al reto del saneamiento.</p>
<p><b>Solución</b></p>	<p>Se propone la rehabilitación de la red de colectores con vida útil mayor a 50 años, ampliar la red de alcantarillado sanitario para atender a la población que carece del servicio, la rehabilitación de las líneas de alcantarillado que ayudará a reducir la infiltración potencial de aguas pluviales y/o freáticas al alcantarillado, reduciendo de forma importante los volúmenes de agua que reciben las PTAR., asimismo, se reduce la infiltración potencial de aguas residuales crudas a suelos y mantos freáticos, el proyecto ayudará a reducir la sobresaturación de líneas de alcantarillado y derrames de agua residual al río Tijuana, ocasionado por tuberías obstruidas y que presentan fugas.</p> <p>Entre las soluciones con mayor relevancia se encuentra la construcción de un cárcamo de bombeo para recolectar las aguas residuales generadas en cuenca del Cañón de Sainz con una línea de impulsión que envíe las aguas recolectadas la PTAR Arturo Herrera para dar solución a la problemática de la capacidad y tratamiento de aguas residuales de la PTAR SAB.</p> <p>Para darle solución a los escurrimientos de los Fraccionamientos Los Valles y Palma Real, se propone la construcción de un emisor a gravedad que conduzca estas aguas a la PTAR Natura I.</p> <p>Uno de los proyectos estratégicos que se plantea es la construcción de una línea de conducción a gravedad con una nueva obra toma del río Tijuana, misma que conducirá las aguas a gravedad hasta la línea de impulsión de la PB-CILA, para llegar hasta la estación de bombeo número 1 (PB1-A), esta sería una obra de defensa adicional a la existente, por lo que se minimiza la posibilidad de cruces transfronterizos de aguas.</p> <p>Para los escurrimientos de aguas residuales al vaso de la presa Abelardo L. Rodríguez se propone como solución definitiva la construcción de colector que permita sacar las aguas de la subcuenca e incorporarlas a gravedad a la PTAR José Arturo Herrera Solís, Para evitar la contaminación que produce la descarga de la PTAR SAB se requiere de su rehabilitación y ampliación.</p>
<p><b>Inversión</b></p>	<p>Se requiere de una inversión total de <b>14,554.87 mdp</b> para llevar a cabo <b>336 acciones</b> de las cuales 75 atenderán la problemática en colectores y emisores con una inversión de 7,643.1 mdp, 17 para plantas de bombeo y rebombeo con una inversión de 570.39 mdp, 7 para plantas de tratamiento con una inversión de 1,065.7 mdp, 1 acción de sistema de reúso de agua tratada con una inversión de 1,542 mdp y por último 236 acciones de infraestructura complementaria con una inversión de 3,733.6 mdp.</p>

Elaboración propia.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 2 Resumen problemática, solución e inversión, Tecate, B.C.

<p><b>Problemática</b></p>	<p>La ciudad de Tecate tiene algunos de problemas típicos de saneamiento, ya sea por la antigüedad de algunas líneas de alcantarillado y por la carencia de servicio de alcantarillado en diferentes zonas, se identifican más de 45.5 kilómetros de redes principales de alcantarillado sanitario (colectores y subcolectores), compuesta por aproximadamente 25 líneas, de las cuales gran parte son de concreto y presentan algún tipo de desgaste severo y sus fallas recurrentes o extraordinarias pueden derivar en escurrimientos hacia el río Tecate; la zona rural está desprovista de esta infraestructura.</p> <p>La ineficiencia en la operación y mantenimiento del sistema contribuye al vertimiento de aguas residuales sobre los cañones y cauces naturales de la ciudad. Además, el limitado presupuesto dedicado a la rehabilitación y reposición de las tuberías ha ocasionado que el organismo operador no haya podido dar respuesta al déficit generado y la demanda que ha superado la capacidad de respuesta.</p> <p>Dos de los problemas más importantes asociados al funcionamiento de la red de alcantarillado de la ciudad son la corrosión de las alcantarillas e instalaciones complementarias y el control de las emanaciones de gases malolientes en las alcantarillas. Ambos problemas están fuertemente relacionados a la producción de altas concentraciones de sulfuro de hidrógeno condición que es favorecida por las altas concentraciones de sulfatos de la fuente de suministro de agua potable (río Colorado).</p> <p>La PTAR Tecate (200 l/s) no asegurara el cumplimiento de la norma de manera continua para disposición del efluente en el arroyo Tecate, tributario del río Tijuana.</p> <p>Las dos PTAR del Municipio (Tecate y El Hongo) presentan un superávit de capacidad (64.5 l/s), sin embargo, presentan un deterioro considerable en su operación; a la vez que la demanda se origina en otras subcuencas que se encuentran deficitarias en este servicio.</p> <p>Uno de los colectores principales que tiene impacto directo de posibles escurrimientos hacia EE. UU. tiene graves problemas de desgaste. El sistema de saneamiento en general requiere reforzamiento en obras de bombeo y conducción del agua negra hacia la PTAR; así como la ampliación de redes de recolección en la periferia.</p> <p>Los programas de operación y mantenimiento son muy limitados y antiguos.</p>
<p><b>Solución</b></p>	<p>Se requieren proyectos para el remplazo de infraestructura de redes de recolección de alcantarillado sanitario, colectores y rehabilitación de cárcamos de bombeo.</p> <p>La rehabilitación de las líneas de alcantarillado ayudará a reducir la infiltración potencial de aguas pluviales y/o freáticas al alcantarillado, reduciendo de forma importante los volúmenes de agua que recibe la PTAR, lo que permitirá ampliar el horizonte de la capacidad instalada.</p> <p>La rehabilitación de los cárcamos de bombeo particularmente en los sistemas de pretratamiento (rejillas y desarenadores) es necesario para la operación continua de las estaciones y asegurar que las aguas no salgan del sistema y puedan impactar la salud de la población.</p> <p>Para dar cumplimiento a la normatividad de límites máximos permisibles, las condiciones de la infraestructura de la PTAR actual no presentan seguridad en la prestación del servicio, se recomienda la construcción de una nueva PTAR.</p>
<p><b>Inversión</b></p>	<p>Se presenta una cartera de acciones y proyectos para atender la demanda de saneamiento en Tecate al 2050 por un total de <b>894 mdp</b> para llevar a cabo <b>99 acciones</b> de los cuales 5 atenderán la problemática de colectores y emisores con una inversión de 96 mdp, 12 acciones para atender plantas de bombeo y rebombeo con una inversión de 31 mdp, 1 acción para plantas de tratamiento de aguas residuales con una inversión de 164 mdp, 1 para sistema de reúso con una inversión de 3 mdp y 80 acciones que serán destinados para infraestructura complementaria con una inversión de 600 mdp.</p>

Elaboración propia.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 3 Resumen problemática, solución e inversión, Mexicali, B.C.

<p><b>Problemática</b></p>	<p>Más del 41% de la longitud de líneas tiene pendientes menores a las 2 milésimas y más del 43% de la red muestra pendientes en el rango de 2 a 5 milésimas, todo esto como un reflejo directo de la zona plana en que se encuentra localizada la ciudad de Mexicali. Por lo que es común la necesidad de bombear las aguas residuales, los problemas presentados son los pequeños valores de velocidad que propician azolvamiento y deterioro, acumulación de azolve en conductos, se producen taponamientos y se reduce la eficiencia de operación, gran parte de la tubería es antigua y rebasa su vida útil, se han detectado más de 2000 puntos de interconexión del drenaje pluvial al drenaje sanitario.</p> <p>Existen algunos cárcamos y plantas de bombeo que tienen instalados equipos que ya cumplieron su vida útil, y requieren reemplazarse.</p> <p>La PTAR Arenitas ubicada al sur de Mexicali, y que atiende el 46% de la demanda de saneamiento, desde el año 2013 ha visto rebasada su capacidad de tratamiento que es de 840 l/s, y en algunos meses del año, el caudal de llegada es de 1044 l/s, por lo que se pretende su ampliación.</p> <p>La PTAR Zaragoza, que atiende el 54% de la demanda de saneamiento, con capacidad de tratamiento de 1300 l/s, recibe en promedio 1127 l/s de aguas residuales, en algunos meses del año incumple con algunos parámetros de la NOM-001-ECOL-1996, como Nitrógeno y Sólidos Suspendidos Totales.</p>
<p><b>Solución</b></p>	<p>Reposición de 400 km de tuberías dañadas y que ya cumplieron su vida útil es decir, si se programa el reemplazo de estas líneas en un periodo de 10 años, se requerirá en promedio programar 40 km/año de colectores y atarjeas antiguos, predominantemente PVC en diámetros de 8 a 14 pulgadas.</p> <p>Rehabilitación de 1,035 km de tuberías con daño y deterioro en el corto y mediano plazos, es decir en aproximadamente 10 años.</p> <p>Reposición de equipos de prácticamente la totalidad de los 19 cárcamos de bombeo de aguas residuales (CBAR) en el corto plazo.</p> <p>Con el fin de reducir el riesgo de fallas de bombeo de aguas negras, en lo inmediato se propone rehabilitar las instalaciones e infraestructura de 12 cárcamos existentes que presentan el mayor deterioro que equivalen al 60% de las instalaciones y los restantes 7, en los próximos 3 años, para que así en un periodo de 10 a 15 años se programe nuevamente su rehabilitación.</p> <p>El 45% del total de los 2871 km de atarjeas y colectores acumulan azolve que obstruye parte de su área hidráulica y obstaculiza su operación requerirán de su limpieza en el corto plazo. Si se considera que esto se haga en un plazo de 5 años se tendrán que desazolvar 1290 km a razón de 645 km/año de tuberías azolvadas.</p> <p>Se requiere, la ampliación de la capacidad de la planta de tratamiento las Arenitas que se encuentra rebasada en su capacidad, la adecuación y rehabilitación de las PTAR Zaragoza para obtener la calidad requerida, reponer y rehabilitar tuberías antiguas y deterioradas, sustitución de equipos de bombeo y modernización de las estaciones y cárcamos, así como la rehabilitación de colectores y emisores.</p>
<p><b>Inversión</b></p>	<p>Se presenta una cartera de acciones y proyectos para atender la demanda de saneamiento en Mexicali al 2050 por un total de <b>6,049 mdp</b> para llevar a cabo <b>70 acciones</b> de los cuales 53 atenderán la problemática de colectores y emisores con una inversión de 5,245 mdp, 10 acciones requeridas para plantas de bombeo y rebombeo con una inversión de 139 mdp, 4 para plantas de tratamiento de aguas residuales con una inversión de 537 mdp, 1 acción para sistema de reúso con una inversión de 71 mdp y 2 acciones que serán destinados para infraestructura complementaria con una inversión de 57 mdp.</p>

Elaboración propia.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

*Tabla 4 Resumen problemática, solución e inversión, Naco, SO.*

<p><b>Problemática</b></p>	<p>Por configuración topográfica del terreno de la localidad de Naco, SO, las aguas residuales escurren naturalmente hacia al Norte con dirección al campo de pozos que abastecen de agua potable a la ciudad de Bisbee, Arizona.</p> <p>Los principales problemas del sistema de alcantarillado y saneamiento de Naco se enlistan a continuación:</p> <p>Fugas de aguas residuales en las tuberías y pozos de visita por el mal estado y azolve de estas, que ocasionan escurrimientos de aguas residuales hacia los Estados Unidos.</p> <p>Caídos o colapsos ocasionados por la corrosión en las claves de los tubos de concreto simple, producidas en primer lugar, por la antigüedad de los conductos y en segundo lugar, por las bajas velocidades del flujo del agua debido a las reducidas pendientes con las que se construyeron; lo que en conjunto provoca una mayor exposición de las paredes de los tubos a los gases agresivos del agua residual.</p> <p>Redes de drenaje limitadas en su capacidad de conducción, por las condiciones topográficas de la región, ya que fueron construidas con mínimas pendientes que ahora restringen la capacidad de desalojo de las aguas residuales.</p> <p>Ingreso de objetos inapropiados a las tuberías como el caso de gran cantidad de tierra o basura proveniente de las calles no pavimentadas y que son arrastradas por la lluvia hacia el sistema de alcantarillado.</p> <p>Existen algunas calles que aún no cuentan con tuberías de drenaje como también algunas viviendas que aún no se han conectado al drenaje que pasa frente a sus predios</p>
<p><b>Solución</b></p>	<p>Se requiere el reemplazo de varias secciones y tramos de la infraestructura de recolección, conducción y disposición de las aguas residuales. Esto es en tramos de conducto la red primaria y tuberías de atarjeas deterioradas, pozos de visita, cajas de transferencia y cárcamos de bombeo, así como los emisores que conducen las aguas a las unidades de tratamiento.</p> <p>Los emisores de los que se hace referencia son en primer término el emisor que va de la Planta de bombeo internacional al sistema lagunar, que es un conducto de PVC de 1,7 km de longitud y 20 cm (8 pulgadas) de diámetro que se encuentra deteriorado y presenta fugas en varios sitios. El segundo emisor es el emisor de la calle internacional que es el que existe desde que se construyeron las lagunas del este.</p> <p>Rehabilitación mayor de los sistemas lagunares Este y el Oeste para que empiecen a funcionar como un verdadero sistema de depuración de las aguas residuales que se reciben en las mismas. Esto comprende la rehabilitación de los bordos de las lagunas, sistema de baipás lagunar, sistemas de interconexión lagunares, cárcamo y equipo de bombeo interlagunar y de bombeo, conducción y disposición final de las aguas tratadas en el riego agrícola.</p>
<p><b>Inversión</b></p>	<p>Se presenta una cartera de acciones y proyectos para atender la demanda de saneamiento en Naco, SO. al 2050 por un total de <b>231 mdp</b> para llevar a cabo <b>17 acciones</b> de los cuales 12 atenderán la problemática de colectores y emisores con una inversión de 219 mdp, 2 acciones requerida para plantas de bombeo y rebombeo con una inversión de 3 mdp, 1 para plantas de tratamiento de aguas residuales con una inversión de 7 mdp y 2 acciones que serán destinados para infraestructura complementaria con una inversión de 2 mdp.</p>

Elaboración propia.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

*Tabla 5 Resumen problemática, solución e inversión, Nogales, SO.*

<p><b>Problemática</b></p>	<p>El deterioro de la infraestructura de drenaje en la ciudad de Nogales puede manifestarse principalmente en roturas en la tubería, fugas y colapsos derivados de un deterioro físico vinculado generalmente al envejecimiento y tipo de materiales de las tuberías, otro aspecto es la disminución de la capacidad de conducción debido al estrechamiento de la sección interna (diámetro) de los tubos, causado por depósitos de sedimentos y corrosión o las fugas. Asimismo, otro tipo de deterioro se manifiesta por el incremento de caudales y es provocado por las infiltraciones de sustancias o algún material en las tuberías.</p> <p>Las plantas de tratamiento de aguas residuales y la infraestructura para conducir el agua hasta ellas operan al límite de sus capacidades o no se cuenta con las obras para la distribución óptima de los caudales a tratar y aprovechar la capacidad total de tratamiento en el lado mexicano, sobrepasando el caudal asignado a Nogales en la planta internacional lo cual genera costos adicionales para su tratamiento.</p> <p>En Nogales algunos de estos daños se manifiestan y se reflejan en derrames de aguas residuales, por una parte, se traducen en escurrimientos superficiales de aguas crudas que cruzan la frontera y se convierten en un problema. También se requiere infraestructura de alcantarillado en colonias dentro de la mancha urbana que aún no se han conectado a una red de alcantarillado y la correspondiente planta de tratamiento, como es el caso de Colinas del Sol.</p> <p>Otra problemática que presenta la red de alcantarillado y saneamiento se refiere a la entrada de aguas pluviales, azolve y basura a los conductos de la red, lo cual se traduce en diversos problemas como derrames y taponamientos que producen escurrimientos superficiales de aguas negras que incluso escurren al otro lado de la línea fronteriza.</p> <p>Así mismo el deterioro de la infraestructura como los pozos de visita que con el tiempo se van haciendo porosos por falta de mantenimiento permitiendo la entrada de agua de lluvia y azolve que provocan daños y desgaste en los equipos de la Estación de Bombeo Estadio, provocando en ocasiones el paro de bombas y por tanto evitando que se envíen las aguas residuales a tratamiento a la planta de los Alisos, derivando esto en que estas aguas escurran hacia el emisor principal Nogales que las conduce hacia la PITAR.</p>
<p><b>Solución</b></p>	<p>Se requiere la sustitución de aproximadamente 5.8 km de atarjeas deterioradas que ya cumplieron su vida útil en la zona centro de la ciudad, así como la rehabilitación en varias colonias.</p> <p>Sustitución de colectores deteriorados que han cumplido su vida útil como es el caso del colector Ruiz Cortines.</p> <p>Rehabilitación de los pozos de visita del emisor los Alisos en tramo de aproximadamente 3 km que se encuentran deteriorados ya que fueron construidos con tabique, pero han sufrido desgaste y han dejado de ser impermeables y existe el y el agua que se permea por sus paredes incrementa el flujo en la línea cuando llueve.</p> <p>Se necesitan adecuaciones del sistema de la red primaria y las ampliaciones a las plantas de tratamiento existentes que incluyen el equipamiento del tercer módulo de la planta los Alisos para disponer de una capacidad de tratamiento de 330 l/s; la rehabilitación y ampliación de 30 a 70 l/s de la planta de la Mesa con lo que se podrían disminuir los caudales que se envían a la PITAR de Río Rico Arizona y adicionalmente realizar la ampliación de la planta de tratamiento Puerta de Anza de 45 a 60 l/s para mejorar la capacidad de tratamiento en la zona poniente de la ciudad de Nogales.</p>
<p><b>Inversión</b></p>	<p>Se presenta una cartera de acciones y proyectos para atender la demanda de saneamiento en Nogales, SO. al 2050 por un total de <b>1,740 mdp</b> para llevar a cabo <b>54 acciones</b> de los cuales 40 atenderán la problemática de colectores y emisores con una inversión de 1,140 mdp, 2 acciones requeridas para plantas de bombeo y rebombeo con una inversión de 28 mdp, 9 para plantas de tratamiento de aguas residuales con una inversión de 485 mdp, 1 acción para atender sistemas de reúso con una inversión de 72 mdp y 2 acciones para infraestructura complementaria con una inversión de 15 mdp.</p>

Elaboración propia.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

*Tabla 6 Resumen problemática, solución e inversión, San Luis Río Colorado, SO.*

<p><b>Problemática</b></p>	<p>Actualmente, la cobertura del servicio de alcantarillado sanitario en la Ciudad de San Luis Río Colorado, Sonora es de 86 %. Pero a nivel del municipio es de 67.6 %. Por lo que es necesario construir la infraestructura sanitaria para incrementar la cobertura del servicio.</p> <p>La infraestructura de drenaje sanitario en San Luis Río Colorado sobre todo en la Zona Centro tiene una antigüedad superior a los 55 años y es urgente la reposición total de éstas tuberías, existe la necesidad de reponer o rehabilitar las tuberías e infraestructura de drenaje cuya antigüedad las relaciona con algunos eventos ligados al deterioro de las tuberías (roturas, fugas, colapsos), derivados de un deterioro físico vinculado generalmente al envejecimiento y tipo de materiales de las tuberías, se estima que aproximadamente 202 km de los 580 km con que cuenta la red de atarjeas presentan algunos daños y deterioro y que cumplieron o están por cumplir su vida útil otro aspecto es la disminución de la capacidad de conducción debido al estrechamiento de la sección interna (diámetro) de los tubos, causado por depósitos de sedimentos, azolves y erosión. Asimismo, otro tipo de deterioro se manifiesta por el incremento de caudales y es provocado por descargas de sustancias o algún material en las tuberías, circunstancias que se presentan sobre todo en la parte más antigua de la ciudad.</p> <p>Existen numerosos cruceros con gran tráfico vehicular que deberán de reforzarse para evitar que las tuberías sufran colapso por el sobrepeso y el impacto del tráfico. Por lo que en primer lugar el área a reforzar del sistema es el alcantarillado.</p>
<p><b>Solución</b></p>	<p>Las alternativas para mejorar el sistema, es aprovechar la infraestructura existente de colectores, subcolectores y red de atarjeas principalmente. Sin embargo, también existen sectores del sistema que requieren rehabilitación inmediata, como es el caso de la red de atarjeas de la zona centro, que cuentan con tubería muy antigua, obsoleta y dañada, por lo que según señalamientos se requiere sustituir aproximadamente 58 km de tubería, y en un futuro muy próximo otros 87 km.</p> <p>Las condiciones topográficas del área dónde se asienta San Luis Río Colorado requieren de apoyar las conducciones mediante bombeos de baja carga para hacer llegar el agua a la planta de bombeo principal "Cárcamo Sur" que fue dimensionada para concentrar las aguas residuales de todo el centro de población a largo plazo.</p> <p>Hacia esta planta de bombeo (PBAR) denominada Cárcamo Sur, se concentrarán también las aguas residuales de la zona de expansión que generará el crecimiento poblacional de la ciudad.</p> <p>La PBAR requiere el mantenimiento adecuado para su conservación. Debe considerarse que, al adoptarse el proyecto de ampliación de la PTAR, será necesario adecuar los bombeos a la nueva capacidad.</p> <p>La PTAR Cucapah requiere mantenimiento preventivo, además de realizar las acciones necesarias para mejorar la calidad de descarga, así mismo, en lo que respecta al sistema de bombeo es necesario dar mantenimiento preventivo, los colectores requieren sustitución de una parte de tubería, así como rehabilitación en cruces en la red de atarjeas en el sector central de la ciudad.</p>
<p><b>Inversión</b></p>	<p>Se presenta una cartera de acciones y proyectos para atender la demanda de saneamiento en San Luis Río Colorado, SO. al 2050 por un total de <b>1,333 mdp</b> para llevar a cabo <b>26 acciones</b> de los cuales 13 atenderán la problemática de colectores y emisores con una inversión de 540 mdp, 6 acciones requeridas para plantas de bombeo y rebombeo con una inversión de 86 mdp, 1 para plantas de tratamiento de aguas residuales con una inversión de 120 mdp y 6 acciones que atenderán infraestructura complementaria con una inversión de 587 mdp.</p>

Elaboración propia.





## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 7 Resumen problemática, solución e inversión, Ojinaga, CH.

<b>Problemática</b>	<p>En materia de alcantarillado y saneamiento, aun cuando el organismo operador Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Ojinaga (JMAS) no cuenta con un catastro completo de la red que conforma este sistema, se sabe que una parte considerable de la ciudad tiene tuberías que cuentan con una edad aproximada a los 40 años, y que fueron construidas con concreto simple y junta calafateada.</p> <p>En la zona centro de la ciudad (centro histórico) se considera que aún resta aproximadamente un 30% de la red con edades rondando los 40 años.</p> <p>Entre los problemas detectados en la localidad de Ojinaga, CH, se tienen colapsos de la red de atarjeas, subcolectores y colectores de la red de alcantarillado, descomposturas frecuentes en la Estación de Bombeo de Aguas Residuales, rupturas y desgarres de la geomembrana en las lagunas de la PTAR, Ruptura de la mampara de salida, y deterioro del filtro físico/biológico al final del humedal, provocando concentración de sólidos suspendidos y DBO.</p>
<b>Solución</b>	<p>Para atender las necesidades de corto plazo y futuras de la comunidad en materia de Alcantarillado y Saneamiento, es necesario desarrollar acciones paralelas que atiendan tres aspectos. Por una parte, la sustitución y rehabilitación de las redes de alcantarillado, atendiendo de manera prioritaria las zonas con tubería de más edad o más deterioradas de la ciudad lo que evitará fugas y derrames de aguas residuales que se infiltran y contaminan los mantos freáticos.</p> <p>Por otra parte, rehabilitar tanto la estación de bombeo e infraestructura para hacer llegar el fluido hasta la PTAR atendiendo la sustitución de equipos de desbaste (2 equipos automáticos), de bombeo (3 bombas), así como accesorios y equipo eléctrico, y finalmente, es preciso llevar a cabo trabajos de rehabilitación y mejoras a la PTA reponiendo la geomembrana en varios tramos de las lagunas, la construcción del filtro de piedra al final del humedal artificial, reposición de mamparas a las salidas de las lagunas, rehabilitación de los registros de entrada y salida de cada laguna, construcción de medidor de flujos a la entrada del sistema lagunar, y limpieza y pintura en general.</p> <p>Se requiere la ampliación de la red de alcantarillado en zonas sin servicio (zona poniente de la ciudad, y para la zona barrio Estación Ferrocarril y ejido Quivira), así como la construcción de cárcamo de bombeo de aguas residuales en el mismo barrio Estación Ferrocarril y ejido Quivira.</p> <p>Para el caso de la estación de bombeo principal y la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) se requiere rehabilitar ambas instalaciones, así como la construcción del bordo de protección de dicha infraestructura ante eventuales inundaciones ocasionadas por desbordes del río Bravo.</p>
<b>Inversión</b>	<p>Se presenta una cartera de acciones y proyectos para atender la demanda de saneamiento en Ojinaga, CH. al 2050 por un total de <b>218 mdp</b> para llevar a cabo <b>16 acciones</b> de los cuales 9 atenderán la problemática de colectores y emisores con una inversión de 81 mdp, 3 acciones requeridas para plantas de bombeo y rebombeo con una inversión de 35 mdp, 2 para plantas de tratamiento de aguas residuales con una inversión de 66 mdp y 2 acción correspondiente a infraestructura complementaria con una inversión de 37 mdp.</p>

Elaboración propia.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 8 Resumen problemática, solución e inversión, Valle de Juárez, CH.

<b>Problemática</b>	<p>En algunas de las comunidades existe tubería con más de 50 años de antigüedad, principalmente en las zonas de los centros históricos de estas localidades, presentando problemas de colapsos y taponamientos, provocando derrames en las calles.</p> <p>El saneamiento de las aguas residuales se realiza a través de 6 plantas de tratamiento de agua residual basada en métodos naturales (San Isidro trata sus aguas residuales en la planta Valle de Juárez o también llamada Sur-Sur), presentan daños y deterioro severo que en algunos casos no es factible operar en estas condiciones. Actualmente solo dos de ellas se encuentran en operación (Porfirio Parra y Práxedes G. Guerrero), el resto presenta diversos problemas en los equipos de bombeo y en los equipos eléctricos de las EB han ocasionado que dejen de operar, adicionalmente las lagunas de tratamiento presentan problemas de desgarres de la geomembrana y deterioro en los registros y tuberías de interconexión.</p> <p>De manera general los sistemas de saneamiento en esta región se encuentran en mal estado. Tanto las estaciones de bombeo como las plantas de tratamiento de aguas residuales presentan daños severos que en la mayoría de los casos hacen inoperantes dichos sistemas.</p>
<b>Solución</b>	<p>Para atender las necesidades de corto plazo y futuras de estas comunidades en materia de Alcantarillado y Saneamiento, es necesario desarrollar acciones paralelas que atiendan tres aspectos. Por una parte, la sustitución y rehabilitación de las redes de alcantarillado, atendiendo de manera prioritaria las zonas de más edad o más deterioradas de cada localidad. Por otra parte, rehabilitar tanto las estaciones de bombeo haciendo las reparaciones pertinentes en los sistemas eléctricos, de obra civil y de equipos de bombeo para reiniciar y/o mejorar la operación de las mismas e infraestructura para hacer llegar el fluido hasta las PTARs. Finalmente, es preciso llevar a cabo trabajos de la rehabilitación y mejoras a las diferentes PTARs con la reposición de la geomembrana de protección de los bordos de las lagunas, reparación de registros y tuberías de interconexión dañadas, limpieza de la zona dentro de los predios de las PTARs y trabajos diversos que aseguren su operación adecuada.</p> <p>En el caso específico de la comunidad de Guadalupe, se requiere el reemplazo tanto de tuberías, así como de pozos de visita que están en mal estado en la zona centro de la comunidad, esto evitará fugas y derrames de aguas residuales que se infiltran y contaminan los mantos freáticos.</p> <p>Asimismo, se reemplazarán las líneas de atarjeas que presentan pendientes negativas, produciendo asolvamientos, taponamientos y efectos sépticos de las aguas residuales.</p>
<b>Inversión</b>	<p>Se presenta una cartera de acciones y proyectos para atender la demanda de saneamiento en Valle de Juárez, CH. al 2050 por un total de <b>85 mdp</b> para llevar a cabo <b>20 acciones</b> de los cuales 6 atenderá la problemática de colectores y emisores con una inversión de 18 mdp, 2 acciones requeridas para plantas de bombeo y rebombeo con una inversión de 6 mdp y 12 para plantas de tratamiento de aguas residuales con una inversión de 62 mdp.</p>

Elaboración propia.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 9 Resumen problemática, solución e inversión, Cd. Juárez, CH.

<p><b>Problemática</b></p>	<p>La red de alcantarillado en Cd. Juárez cuenta con más de 100 años de antigüedad, principalmente en la zona del centro histórico, con todos los problemas de contaminación de cauces naturales de la ciudad y derrames esporádicos al Río Bravo que esto implica, por fugas y derrames, en diversas zonas de la ciudad requieren rehabilitación, ampliación y construcción de nueva infraestructura.</p> <p>Los cruces de la red de alcantarillado con algunos elementos de la infraestructura vial se encuentran en mal estado, para evitar que las tuberías sufran colapso por el sobrepeso y el impacto del tráfico requieren reforzarse. Esta situación es desafortunadamente recurrente por lo que han presentado puntos de fuga.</p> <p>El sistema de saneamiento al no contar con drenaje pluvial se encuentra en forma general vulnerable en época de lluvias, en virtud de que en las zonas de inundación o encharcamiento la población destapa los pozos de visita para desalojar el agua de lluvia, lo que provoca entrada de azolve e incremento de la carga hidráulica a las tuberías que las lleva al colapso, provocando hundimientos y socavones en las calles y en otros, derrames que pueden llegar al Río Bravo, la falta de canalización de las aguas pluviales, ha ocasionado sobrecarga a la red de drenaje, provocando fallas, en la zona centro es preciso conducir adecuadamente las aguas pluviales hacia las acequias más cercanas.</p> <p>Se presentan problemas operativos y constantes paros en algunos RAN (2, 7, 8, 11, 12, entre otros), por lo que es necesario llevar a cabo su diagnóstico y rehabilitación.</p> <p>En virtud del crecimiento de la mancha urbana, se ha alcanzado la capacidad de tratamiento, por lo que es preciso ampliarla.</p>
<p><b>Solución</b></p>	<p>Es necesario desarrollar acciones paralelas que atiendan cinco aspectos. Por una parte, la sustitución y rehabilitación de las redes de alcantarillado y drenaje, atendiendo de manera prioritaria las zonas más antiguas y en desarrollo. Por otra parte, fortalecer la forma en que se maneja el agua residual (sistemas y cuencas), dotándolos de capacidad de bombeo e infraestructura para hacer llegar el fluido residual hasta las PTAR correspondientes.</p> <p>En otro sentido, es preciso llevar a cabo la ampliación de la PTAR Sur-Sur, duplicando su capacidad actual, y analizar la mejora en el proceso de tratamiento de las plantas Norte y Sur, elevando la calidad del efluente para atender las necesidades de saneamiento de largo plazo en la zona de desarrollo al sur poniente de Ciudad Juárez, será necesaria la construcción y entrada en operación de la PTAR El Chaparral, con una capacidad instalada de tratamiento de 400 lps, para el año 2034.</p> <p>Así mismo, desarrollar acciones para evitar que las aguas pluviales afecten a las instalaciones sanitarias, tanto internamente, al sumarse a las aguas residuales, como externamente, al incidir en su trayectoria por falta o problemas en las obras de desalojo y control. Finalmente desarrollar acciones para contrarrestar el déficit de infraestructura en la distribución de aguas tratadas.</p>
<p><b>Inversión</b></p>	<p>Se presenta una cartera de acciones y proyectos para atender la demanda de saneamiento en Cd. Juárez, CH. al 2050 por un total de <b>11,590 mdp</b> para llevar a cabo <b>27 acciones</b> de los cuales 15 atenderán la problemática de colectores y emisores con una inversión de 7,372 mdp, 2 acciones requeridas para plantas de bombeo y rebombeo con una inversión de 358 mdp, 4 acciones para plantas de tratamiento de aguas residuales con una inversión de 990 mdp, 3 para sistema de reúso con una inversión de 171 mdp y finalmente 3 acciones destinadas a la infraestructura complementario con una inversión de 2,700 mdp .</p>

Elaboración propia.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 10 Resumen problemática, solución e inversión, Cd Acuña, CO.

<p><b>Problemática</b></p>	<p>En lo que se refiere al servicio de alcantarillado y saneamiento de Cd. Acuña, aun cuando no se cuenta con un catastro completo de las redes que conforman el sistema que permita conocer con certeza la longitud y características de las tuberías, principalmente en cuanto a diámetro y materiales, se sabe a través de las diversas reparaciones realizadas, que la red tiene cerca de 100 años de antigüedad, principalmente en la zona del centro histórico, con todos los problemas que esto implica.</p> <p>Se estima que la zona metropolitana de Cd. Acuña cuenta con más de 200 kilómetros de red de alcantarillado, incluyendo subcolectores y colectores, de los cuales, cerca de dos terceras partes son sensiblemente antiguas y requieren sustituirse.</p> <p>Las Estaciones de Bombeo se encuentra en mal estado y sus equipos de bombeo han terminado su vida útil, presentan problemas de mantenimiento en la infraestructura y problemas operativos.</p> <p>El saneamiento de las aguas residuales se realiza en una PTAR ubicada en la porción este-sureste de la ciudad, que emplea el sistema de lodos activados en su modalidad de aireación extendida. La planta cuenta con aproximadamente 22 años de operación y se encuentra trabajando en un 91.26% de la capacidad instalada, por lo que se encuentra próxima a su máxima capacidad.</p>
<p><b>Solución</b></p>	<p>Para atender las necesidades de corto plazo y futuras de Cd. Acuña en materia de alcantarillado, drenaje y saneamiento, es necesario desarrollar acciones paralelas que atiendan tres aspectos.</p> <p>Por una parte, la sustitución y rehabilitación de las redes de alcantarillado, atendiendo de manera prioritaria las zonas más antiguas y aquellas de reciente creación que no cuentan con servicio.</p> <p>Por otra parte, asegurar el funcionamiento operativo de las estaciones de bombeo, dotándolos de equipamiento e infraestructura para hacer llegar el fluido hasta la PTAR.</p> <p>Finalmente, es preciso llevar a cabo la rehabilitación general de la actual PTAR y posteriormente la construcción de otra planta, con las mismas características, principalmente en cuanto al proceso de tratamiento, el cual ha demostrado ser eficiente, al cumplir con los requerimientos normativos.</p>
<p><b>Inversión</b></p>	<p>Se presenta una cartera de acciones y proyectos para atender la demanda de saneamiento en Cd. Acuña, CO. al 2050 por un total de <b>1,225 mdp</b> para llevar a cabo <b>19 acciones</b> de los cuales 13 atenderán la problemática de colectores y emisores con una inversión de 471 mdp, 2 acciones requeridas para plantas de bombeo y rebombeo con una inversión de 18 mdp y 3 acciones para plantas de tratamiento de aguas residuales con una inversión de 732 mdp y 1 acción para infraestructura complementaria con una inversión de 3 mdp.</p>

Elaboración propia.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 11 Resumen problemática, solución e inversión, Piedras Negras, CO.

<p><b>Problemática</b></p>	<p>En materia de alcantarillado y saneamiento, aun cuando el SIMAS Piedras Negras no cuenta con un catastro completo, ni actualizado de las redes que conforman el sistema, que permita conocer con certeza la longitud y características de las tuberías, principalmente en cuanto a diámetro y materiales, se sabe a través de las diversas reparaciones realizadas, que la red cuenta con más de 100 años de antigüedad, principalmente en la zona del centro histórico, con todos los problemas que esto implica.</p> <p>En términos generales se estima que la zona metropolitana de Piedras Negras cuenta con más de 300 kilómetros de Red de Alcantarillado, incluyendo subcolectores y colectores, de los cuales dos terceras partes son sensiblemente antiguas y requieren sustituirse.</p> <p>El saneamiento de las aguas residuales se realiza en una PTAR ubicada en la porción este-sureste de la ciudad, a poco más de 600 m del Río Bravo, que emplea el sistema de lodos activados en su modalidad de aireación extendida. La planta cuenta con aproximadamente 20 años de operación y se encuentra trabajando a un 88% de su capacidad instalada por lo que se encuentra próxima a su capacidad máxima.</p> <p>La Estación de Bombeo 3 se encuentra en mal estado, presenta problemas estructurales y ha rebasado su capacidad.</p> <p>No existe drenaje pluvial, se requieren canales de aguas pluviales que quiten presión al sistema de alcantarillado y conduzcan el agua de manera directa al Río Bravo.</p>
<p><b>Solución</b></p>	<p>Uno de los principales problemas en el corto plazo (2021-2024), es sustituir las tuberías antiguas del sistema de drenaje que se encuentran en mal estado y que han rebasado su vida útil, pues se estima que cuentan con una antigüedad de 100 años o más. Si bien se desconoce la longitud total, se estima en aproximadamente 200 km. Por ejemplo, la red de atarjeas y descargas domiciliarias de la Zona Centro (25 km). Sin embargo, para tener la certeza de las cantidades de obra y un programa ordenado para llevar a cabo el citado reemplazo, es necesario ejecutar un Plan Integral de Saneamiento que incluya el catastro de la red de drenaje.</p> <p>Es necesario la sustitución de la estación de bombeo 3 “Treviño” de manera prioritaria (2021), pues al igual que el caso anterior relativo a la tubería del sistema de drenaje, ha rebasado su vida útil y el riesgo de falla operativa es alta, debido al exceso de trabajo al que es sometida esta instalación.</p> <p>Se requiere llevar a cabo la construcción de dos estaciones de bombeo de aguas residuales, adicionales al Cárcamo 3 y Planta de Bombeo 4, con la finalidad de llevar a cabo una redistribución de las zonas de influencia, y estar en posibilidad de atender las necesidades futuras de manejo y gestión de dichos fluidos. Se determinó como viable establecer una planta de bombeo en la porción norte de la ciudad (Norte) y otra hacia el sur en la margen derecha del Río Escondido en las inmediaciones de la curva de Blvd. Centenario (Sur).</p> <p>Las obras de sustitución de drenaje, construcción de las 2 estaciones de bombeo citadas previamente y la redistribución del manejo de las aguas residuales se lleven a cabo, lo que aumentará las necesidades de tratamiento actual. Para responder al incremento que se presentará en el corto plazo (2021–2024), es necesario incorporar un módulo adicional de 180 lps.</p>
<p><b>Inversión</b></p>	<p>Se presenta una cartera de acciones y proyectos para atender la demanda de saneamiento en Piedras Negras, CO. al 2050 por un total de <b>1,949 mdp</b> para llevar a cabo <b>16 acciones</b> de los cuales 5 atenderán la problemática de colectores y emisores con una inversión de 382 mdp, 2 acciones requeridas para plantas de bombeo y rebombeo con una inversión de 299 mdp, 3 acciones para plantas de tratamiento de aguas residuales con una inversión de 812 mdp y 6 acciones para infraestructura complementaria con una inversión de 457 mdp.</p>

Elaboración propia.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 12 Resumen problemática, solución e inversión, Nuevo Laredo, TM.

<p><b>Problemática</b></p>	<p>En el sistema de alcantarillado la existencia de tuberías que han rebasado su vida útil representa un problema importante ya que constituye un riesgo de salud pública al generarse fugas y derrames que pueden llegar a contaminar el agua potable, el suelo y el medio ambiente, particularmente en la zona centro de la ciudad, donde algunas de las redes instaladas tienen más de 70 años de antigüedad, el deterioro y colapso de las tuberías puede ocasionar hundimientos de terreno “caídos” que se presentan con relativa frecuencia en las tuberías de drenaje, los cuales tienen elevados costos de rehabilitación.</p> <p>Taponamientos por acumulación de azolve, ingresos de objetos inapropiados y derrumbes ocasionados por la corrosión que generan las fugas en los tubos y que se detectan hasta que se llega al caído o hundimiento de la tubería.</p> <p>La mayor parte del problema en líneas de drenaje se debe a la basura en calles, mismos que obstruyen los pozos de visita y resultan en brotes de aguas negras.</p> <p>Sobrecarga hidráulica en algunos tramos que llegan a remansar y hasta derramarse ocasionando encharcamientos, generados principalmente por las mínimas pendientes o contrapendientes con las que funcionan algunos tramos de la red y los taponamientos.</p> <p>La PITAR empezó su funcionamiento desde 1996, y para el año 2036 se considera que ha cubierto su vida útil, período en tiempo para renovar o construir una nueva PITAR. La PTAR Norponiente, actualmente en su primera etapa, tiene una capacidad de (200 lps), por lo que para cubrir las demandas futuras será necesario ampliarla en módulos de 200 lps hasta su capacidad total de diseño que es de 600 lps, lo que permitirá cubrir el total de los requerimientos de tratamiento al período de estudio del programa, que comprende el período de planeación al año 2050.</p>
<p><b>Solución</b></p>	<p>Se requiere continuar con el programa de control de descargas enfocado principalmente a las descargas no domésticas, para dar cumplimiento a Norma oficial mexicana NOM-002-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.</p> <p>Las alternativas de funcionamiento futuro formuladas para el sistema de drenaje sanitario se basan en el máximo aprovechamiento de la infraestructura actual y la determinación de las necesidades de rehabilitar la infraestructura, consistentes en la sustitución de la tubería en las zonas en las que aún existe tubería de concreto, que corresponde a la de mayor antigüedad del sistema, llevar a cabo el mantenimiento y desazolve periódico de los tramos o redes que mayormente reportan situaciones de taponamiento de las tuberías, ampliar la cobertura de la red de alcantarillado sanitario, rehabilitar y reponer considerando la capacidad de subcolectores, colectores, estaciones de bombeo y las PTAR's, complementando la infraestructura con obras adicionales en las zonas de futuro crecimiento.</p> <p>Incrementar la capacidad de la Planta de tratamiento de Aguas Residuales Norponiente en módulos de 200 lps, hasta su capacidad total de diseño que es de 600 lps, lo que permitirá cubrir el total de los requerimientos de tratamiento al período de estudio del programa, que comprende el período de planeación al año 2050.</p>
<p><b>Inversión</b></p>	<p>Se presenta una cartera de acciones y proyectos para atender la demanda de saneamiento en Nuevo Laredo, TM. al 2050 por un total de <b>1,218 mdp</b> para llevar a cabo <b>47 acciones</b> de los cuales 24 atenderán la problemática de colectores y emisores con una inversión de 723 mdp, 3 acciones requeridas para plantas de bombeo y rebombeo con una inversión de 81 mdp, 4 acciones para plantas de tratamiento de aguas residuales con una inversión de 334 mdp, 1 acción para sistema de reúso con una inversión de 13 mdp y 15 acción para infraestructura complementaria con una inversión de 67 mdp.</p>

Elaboración propia.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 13 Resumen problemática, solución e inversión, Reynosa, TM.

<b>Problemática</b>	<p>Las tuberías de red de alcantarillado sanitario de la ciudad de Reynosa, en su mayoría se encuentran en condiciones aceptables, sin embargo, en algunos sectores y debido al paso del tiempo, estas se encuentran con daño crítico y moderado, lo que hace necesario que se programe su sustitución.</p> <p>Actualmente Reynosa cuenta con aproximadamente 13 kilómetros de tuberías de 20 hasta 91 centímetros de diámetro que han sufrido colapsos, por lo que se hace necesario su sustitución. Así mismo cerca de 500 kilómetros de tuberías de la red se encuentran con daños moderados y críticos, los que próximamente empezaran a presentar problemas de caídos.</p> <p>Existen sectores que no cuentan con el servicio de recolección de sus aguas residuales, y por último, podemos citar que la infraestructura existente como colectores, líneas de impulsión, pero sobre todo las redes de atarjeas, no cuentan con información de cotas de brocal, plantillas y profundidades de pozos de visita, así como algunas trayectorias de tuberías están mal trazadas; así mismo, las estructuras principales no cuentan con las coordenadas físicas reales, en resumen, no es confiable en trayectorias y en información de tuberías, por lo que es necesario que se lleve a cabo la actualización del catastro basado en datos reales obtenidos en campo a fin de que sea confiable para estudios posteriores y la toma de decisiones para los programas de mantenimiento preventivo y correctivo, así como los de rehabilitación y sustitución de la infraestructura de alcantarillado.</p> <p>El sistema de alcantarillado de la ciudad de Reynosa cuenta con 41 estaciones de bombeo, con el objeto de hacer llegar las aguas residuales a colectores, emisores, estaciones de bombeo o hasta los sitios de tratamiento, cabe señalar que la mayoría de ellas requieren una rehabilitación de forma general, ya que uno de los problemas generales es la falta de equipamiento electromecánico.</p> <p>En lo que respecta a las 3 plantas de tratamiento de aguas residuales, actualmente se encuentran operando dentro de rangos que le permiten cumplir con calidad de agua exigida en su permiso de descarga correspondiente, sin embargo, a futuro se requerirá hacerles una rehabilitación para mantenerlas en buenas condiciones de operación.</p>
<b>Solución</b>	<p>Para el año 2050 se requerirá de contar con infraestructura de saneamiento para 3,387.78 litros por segundo, que comparada con la capacidad instalada actual que es de 1,752 litros, se necesitaría construir sistemas de tratamiento por 1,635.78 litros por segundo, lo que permitiría dar el tratamiento a las aguas residuales generadas por el 100% de la población a ese año.</p> <p>Se requiere la rehabilitación de la red de alcantarillado en varios sectores de la ciudad, en su gran mayoría en la zona centro, así como su ampliación.</p> <p>Existen un poco menos de 300 kilómetros de tuberías de concreto muy antiguas que en breve iniciarán con problemas de caídos, por lo que es importante considerar su sustitución dentro de los programas de inversión inmediatos, en donde debe de conjuntarse recursos de los tres órdenes de gobierno.</p> <p>Rehabilitar estaciones de bombeo con problemas de falta de equipamiento electromecánico, EBAR 10, 14, así como cárcamos de bombeo PTAR No. 4 y 2.</p> <p>Rehabilitación de las PTAR 1 y 2, así como la ampliación de capacidad de las PTAR 2, 3 y 4 así como de la PTAR Pirámides para que permitan atender las necesidades de la población futura.</p>
<b>Inversión</b>	<p>Se presenta una cartera de acciones y proyectos para atender la demanda de saneamiento en Reynosa, TM. al 2050 por un total de <b>2,006 mdp</b> para llevar a cabo <b>40 acciones</b> de los cuales 11 atenderán la problemática de colectores y emisores con una inversión de 305 mdp, 5 acciones requeridas para plantas de bombeo y rebombeo con una inversión de 146 mdp, 12 acciones para plantas de tratamiento de aguas residuales con una inversión de 1,085 mdp y 12 acciones para infraestructura complementaria con una inversión de 471 mdp.</p>

Elaboración propia.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 14 Resumen problemática, solución e inversión, Matamoros, TM.

<p><b>Problemática</b></p>	<p>El sistema de saneamiento está integrado por una extensa red de atarjeas y colectores de 1,327 kilómetros de longitud, existen descargas de aguas residuales en las colonias del sur que no están conectadas a la red de atarjeas. En la zona centro presenta con frecuencia problemas de caídos, ocasionados por la obsolescencia de la tubería.</p> <p>Hay interconexiones a interceptores faltantes de conectar. Los drenes Principal y 32 Izq. son insuficientes para el desalojo de los escurrimientos pluviales, ocasionando complicaciones en el sistema de saneamiento, requiriéndose su rehabilitación.</p> <p>El sistema de saneamiento de la ciudad de Matamoros, Tamaulipas; cuenta con dos PTAR's una localizada en el extremo este de la ciudad y conocida como PTAR Este con una capacidad de 435 lps funcionando a su capacidad de diseño y la segunda en el extremo sur de la ciudad y conocida como PTAR Oeste de una capacidad de 540 lps y en proceso de llenado entre las dos se tiene una capacidad instalada de 975 lps para el tratamiento de las descargas que se estimó en 1,196 lps, es decir que actualmente ya requiere de un incremento de capacidad para cubrir el déficit de 211 lps.</p>
<p><b>Solución</b></p>	<p>Se requiere de la ampliación de la red de colectores en diversas colonias, reemplazar 957 metros que han rebasado su vida útil y rehabilitar 17,364 m de colectores.</p> <p>El sistema de drenaje funciona en forma mixta donde las pendientes lo permiten por gravedad y en las áreas donde las pendientes son adversas a presión, por lo que para poder hacer llegar en algunas partes las aguas residuales a los colectores o a las mismas PTAR, cuenta con 72 estaciones de bombeo operando ubicadas estratégicamente en la ciudad; de las cuales algunas operan en forma mixta auxiliando al drenaje pluvial, no obstante que se encuentran funcionando los equipos mecánicos y eléctricos requieren de rediseño y sustitución, para bombear el agua sin la necesidad de desfugarla en los terrenos adyacentes.</p> <p>Lo que respecta a las estaciones de bombeo 11 requieren de reingeniería, para mejorar su desempeño, tanto hídrico como energético, sustituir de manera integral el equipamiento de 4 EBARS a fin de que correspondan las demandas con equipos de consumo óptimo de energía y propicia un ahorro de energía y además contar con equipos de manejo más fácil.</p> <p>Es necesario incrementar la capacidad instalada de las PTAR Oeste. El reúso del efluente de la PTAR Oeste requiere de proyectos.</p>
<p><b>Inversión</b></p>	<p>Se presenta una cartera de acciones y proyectos para atender la demanda de saneamiento en Matamoros, TM. al 2050 por un total de <b>869 mdp</b> para llevar a cabo <b>12 acciones</b> de los cuales 7 atenderán la problemática de colectores y emisores con una inversión de 392 mdp, 3 acciones requeridas para plantas de bombeo y rebombeo con una inversión de 429 mdp, 1 acción para plantas de tratamiento de aguas residuales con una inversión de 40 mdp y 1 acción para infraestructura complementaria con una inversión de 8 mdp.</p>

Elaboración propia.





## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 15 Resumen problemática, solución e inversión, Frontera Chica, TM.

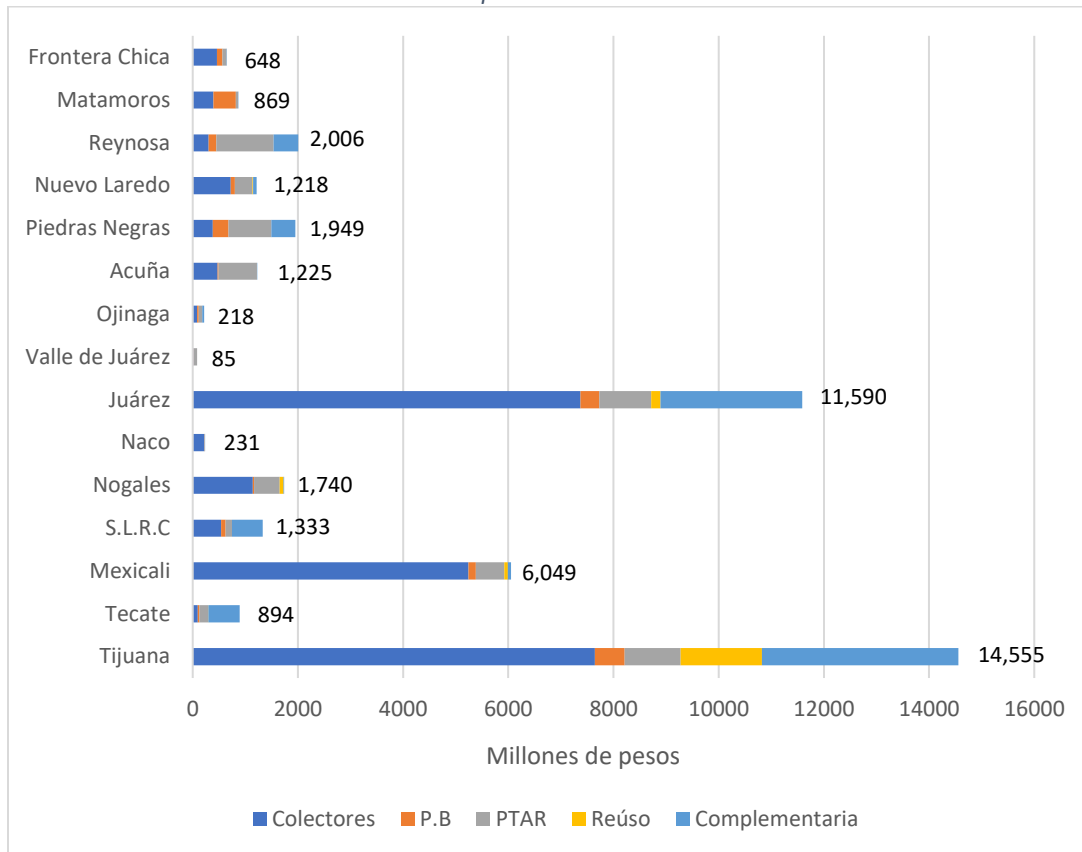
<p><b>Problemática</b></p>	<p>Las aguas residuales en Nueva Ciudad Guerrero se descargan a cielo abierto en un punto que se vierten hacia el arroyo “El Coronel”, afluente del Río Bravo, por lo que se afecta la calidad del agua del Río Bravo, y se constituye un riesgo de contaminación del manto freático.</p> <p>El servicio de alcantarillado de la cabecera municipal de Nueva Ciudad Guerrero tiene el problema principal la antigüedad de la red de alcantarillado, que conlleva a que algunos tramos de la red se encuentren en mal estado. La cobertura de tratamiento de aguas residuales es del 0%, carece de infraestructura de saneamiento, cuenta con un tanque Imhoff, actualmente fuera de operación.</p> <p>Las aportaciones de aguas residuales actualmente se descargan sin tratar en Ciudad Mier, ya que existen algunas deficiencias y fallas en el colector general y equipo de la estación de bombeo que no están en funcionamiento y en la PTAR de tipo Lagunar, compuesta por cinco lagunas de las que una de ellas tiene filtraciones, descargando el agua residual en consecuencia directamente sin tratamiento con la implicación que eso trae en cuanto a contaminación del medio ambiente.</p> <p>Los equipos de bombeo instalados en el cárcamo general tampoco están funcionando situación que provoca que no se haga llegar el agua hasta su destino final. La red de alcantarillado de la zona centro muy antigua y de concreto que causa colapsos, se requiere instalación del tramo completo entre pozos de visita en Camargo.</p> <p>La EBAR de Camargo opera inadecuadamente con 1 equipo de bombeo, el sistema lagunar de Camargo se encuentra en muy malas condiciones.</p> <p>La cobertura del servicio de alcantarillado sólo es del 19 por ciento en Ciudad Gustavo Díaz Ordaz, lo que equivale a que, de los 8,418 habitantes, solamente 1,600 cuentan con acceso a tan importante servicio, la poca red de alcantarillado sanitario con que cuenta la ciudad fue construida en los años setenta, con tuberías de concreto, la cual, se encuentra en malas condiciones, por lo que se propone su rehabilitación, desazolve o sustitución, el volumen de agua que llega a estas lagunas, además de evaporarse una gran parte, otra se infiltra en el suelo, siendo su tratamiento prácticamente nulo.</p> <p>Problema de caídos en las colonias INFONAVIT, Educación y Unidos Avanzamos en Miguel Alemán.</p>
<p><b>Solución</b></p>	<p>Construcción del emisor a gravedad en Nueva Ciudad Guerrero y la reposición de los colectores existentes con tubería de PVC por concreto, rehabilitar el alcantarillado sanitario en la zona poniente de la ciudad.</p> <p>Ampliar red de alcantarillado de Miguel Alemán, reemplazo electromecánico de EBARs, desazolve de lagunas de oxidación y reforzamiento de bordos, reemplazo de tuberías de concreto y PVC, principalmente en la zona centro.</p> <p>Rehabilitación de lagunas de estabilización en Mier, rehabilitación de caídos en la zona centro, reposición de colectores en varias zonas de la ciudad.</p> <p>Construcción de PTAR en Camargo, Díaz Ordaz y Nueva Ciudad Guerrero, rehabilitación del sistema de alcantarillado existente y sustitución de una EBAR en Díaz Ordaz, sustitución del equipo electromecánico de las estaciones de bombeo de aguas residuales.</p>
<p><b>Inversión</b></p>	<p>Se presenta una cartera de acciones y proyectos para atender la demanda de saneamiento en Matamoros, TM. al 2050 por un total de <b>648 mdp</b> para llevar a cabo <b>70 acciones</b> de los cuales 52 atenderán la problemática de colectores y emisores con una inversión de 461 mdp, 10 acciones requeridas para plantas de bombeo y rebombeo con una inversión de 105 mdp, 6 acciones para plantas de tratamiento de aguas residuales con una inversión de 78 mdp y 2 acciones para infraestructura complementaria con una inversión de 3 mdp.</p>

Elaboración propia.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 1. Resumen de inversión total por ciudad en la Frontera Norte



Elaboración propia.

De la ilustración 1 destaca la gran inversión necesaria en la ciudad de Tijuana para el saneamiento de la ciudad, requiriendo 14,555 millones de pesos para el periodo de ejecución 2021-2050, seguida de Cd. Juárez con una inversión de 11,590 millones de pesos.

Vale la pena señalar que se trata de un documento que resalta de forma sucinta los resultados en la frontera, es decir que se describen de forma general las ciudades en estudio; los informes específicos de cada ciudad de este estudio se presentan como Anexos a este documento, donde se puede apreciar el detalle de la información obtenida y su procesamiento.



# 1 Diagnóstico de los sistemas de saneamiento de la región.

## 1.1 Recopilación y análisis de la información.

Con la finalidad de establecer una visión amplia de la problemática de los principales sistemas de saneamiento en la frontera norte, que vierten sus aguas residuales hacia las aguas comunes del río Bravo o hacia aguas costeras y cuerpos de agua en cuencas compartidas, y conocer la infraestructura de saneamiento actual (sistemas principales de alcantarillado, bombeo y tratamiento), incluyendo los aspectos de operación y mantenimiento con que cuentan las localidades en estudio, se recopiló la información de estudios disponibles y planes que se han desarrollado en los últimos años, de carácter técnico, comercial, legal, financiero y jurídico, de los principales sistemas.

Esta recopilación se efectuó en dependencias, federales, estatales y municipales, tales como: la propia Comisión Internacional de Límites y Aguas entre México y Estados Unidos (CILA), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el Banco de Desarrollo de América del Norte (BDAN), las Comisiones Estatales del Agua de las entidades fronterizas y los Organismos Operadores de las ciudades de interés, así como en los sitios web del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y de la Comisión Nacional de Población (CONAPO).

Para conocer las características de las localidades y de la población, a fin de establecer un marco socioeconómico de las localidades en estudio, se consultó la información publicada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI); de igual manera, para el análisis de proyección de población en el horizonte de proyecto, se consideraron las publicadas por el Consejo Nacional de Población y Vivienda (CONAPO) en su página <https://www.gob.mx/conapo>.

Se recurrió a las oficinas de los Organismo de Cuenca o Direcciones locales de la CONAGUA, de las ciudades fronterizas, para recabar información que se tomó en consideración del “Programa Hídrico-Ambiental de la Frontera Norte 2009-2030”, elaborado por CONAGUA en el año 2009; además de consultar en la página web: <https://www.gob.mx/conagua>, así como consultar y recabar información del BDAN de la cartera de estudios y proyectos certificados, realizados y en proceso, que sean de utilidad para tener una visión más amplia de la problemática.

Para la mayoría de las ciudades en análisis se obtuvo información sobresaliente sobre los sistemas principales de alcantarillado, bombeo y tratamiento, sus coberturas e infraestructura, sitios de descarga y disposición final, volúmenes y tipo de aportaciones de aguas residuales, calidad y uso de los efluentes, así como de las políticas de operación, los costos actuales de operación y mantenimiento y las tarifas públicas e información financiera de algunos Organismos Operadores de Agua y Saneamiento.

Toda esta información se analizó, y también se realizaron diversos recorridos de campo en compañía de las autoridades del agua de las diferentes ciudades, con la finalidad de verificar su validez, particularmente del estado de la infraestructura principal de saneamiento y reúso. De la misma manera, se celebraron reuniones con la CILA, para confirmar que los hallazgos reportados son congruentes con los conflictos binacionales que la CILA debe atender, de acuerdo con las actas y compromisos celebrados.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Una vez verificada la información, se procesó para hacerla intervenir satisfactoriamente en las diferentes actividades encomendadas, y se podrá encontrar en los distintos apartados de este documento y en los informes particulares por ciudad que se han generado.

A continuación, se muestran los aspectos más relevantes de la información obtenida, organizada por tipo de sistema de saneamiento, a saber: de drenaje, de tratamiento de aguas residuales y de reúso, así como otros temas generales con los siguientes contenidos:

1. Sistemas principales de drenaje: coberturas, infraestructura de la red, sitios de descarga y disposición final, sistemas de bombeo y volúmenes y tipos de aportaciones de aguas residuales.
2. Sistemas de tratamiento de aguas residuales: porcentaje de tratamiento y áreas de cobertura de tratamiento, procesos y normas que cumplen las PTAR, así como capacidad instalada y de operación efectiva.
3. Sistemas de reúso: cobertura de la red de reúso, así como calidad y uso de los efluentes.
4. Generalidades: políticas de operación, derechos de vía y tenencia de la tierra, costos actuales de operación y mantenimiento, tarifas e información financiera de los Organismos Operadores.

### 1.1.1 Sistemas principales de drenaje.

Los sistemas de alcantarillado son los encargados de recolectar las aguas residuales originadas por la actividad de la población, para ser conducidas y tratadas y evitar efectos negativos en el medio ambiente y la salud pública. Generalmente se clasifican en redes de atarjeas, subcolectores, colectores, plantas de bombeo, emisores y plantas de tratamiento. En este apartado se consideraron con menor importancia las redes de atarjeas y alcantarillado.

Los sistemas de drenaje de las ciudades en estudio han rebasado, en la gran mayoría, su vida útil, donde algunas redes tienen más de 50 años o incluso más de 100 años, como es el caso de Juárez, CH., representando un riesgo para la población por ocasionar fugas y derrames que contaminan el agua, el suelo y el medio ambiente, lo que coadyuva al hundimiento de terrenos por colapso de tuberías.

Algunos tramos de tubería operan con velocidades menores a 0.3 m/s, como consecuencia de las bajas velocidades y las condiciones de contrapendientes; la red acumula material de azolve, condición que reduce la eficiencia de operación. En algunos puntos estas condiciones causan la formación y concentración de gases que producen corrosión en la tubería, principalmente en la clave, cuando el material de construcción es concreto simple o reforzado.

En cuanto a cobertura de drenaje sanitario, la media nacional se estima en un 91.4 % (CONAGUA 2019); el 66.6 % de las ciudades de interés se encuentran por debajo de este porcentaje, tan sólo cinco ciudades que corresponden al 33.4 % proporcionan una cobertura por encima de la media, siendo Piedras Negras, CO, el municipio que cuenta con mayor infraestructura de drenaje sanitario, brindando el servicio a un 97.5 % de la población.

Se analizaron los sitios de descarga y disposición final de las PTAR, donde el río Bravo es el más demandado, recibiendo un volumen aproximado de 829 449 metros cúbicos por día, de los cuales



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

el 34 % corresponde a aguas residuales no tratadas, debido a derrames por deficiencias en la infraestructura; este volumen no considera las áreas rurales que no cuentan con cobertura sanitaria.

Gran parte de los sistemas de alcantarillados son combinados, causando en época de lluvias severos problemas en la red, ya que se azolvan las tuberías y generan sobrepresiones importantes.

### 1.1.1.1 Cobertura de drenaje sanitario.

La expansión urbana no se ha visto acompañada por un crecimiento igual en la dotación de servicios básicos como agua potable y alcantarillado sanitario; asimismo, la urbanización ha reducido las áreas naturales de infiltración, que repercute en los tiempos de concentración de los escurrimientos que generan las lluvias mayores, debido al incremento de las superficies ocupadas por construcciones y vialidades pavimentadas, ocasionando avenidas de tránsito rápido, que descienden súbitamente por las cuestas lisas de las vialidades, ocasionando acumulaciones excesivas de agua en las partes bajas.

La tabla 16, así como la ilustración 2, indican la cobertura de red de drenaje sanitario por ciudad; el resto tiene descargas directas a terrenos aledaños y, en el mejor de los casos, a fosas sépticas; estas áreas sin servicio se localizan principalmente en las zonas periféricas de la ciudad.

Tabla 16. Cobertura de drenaje sanitario.

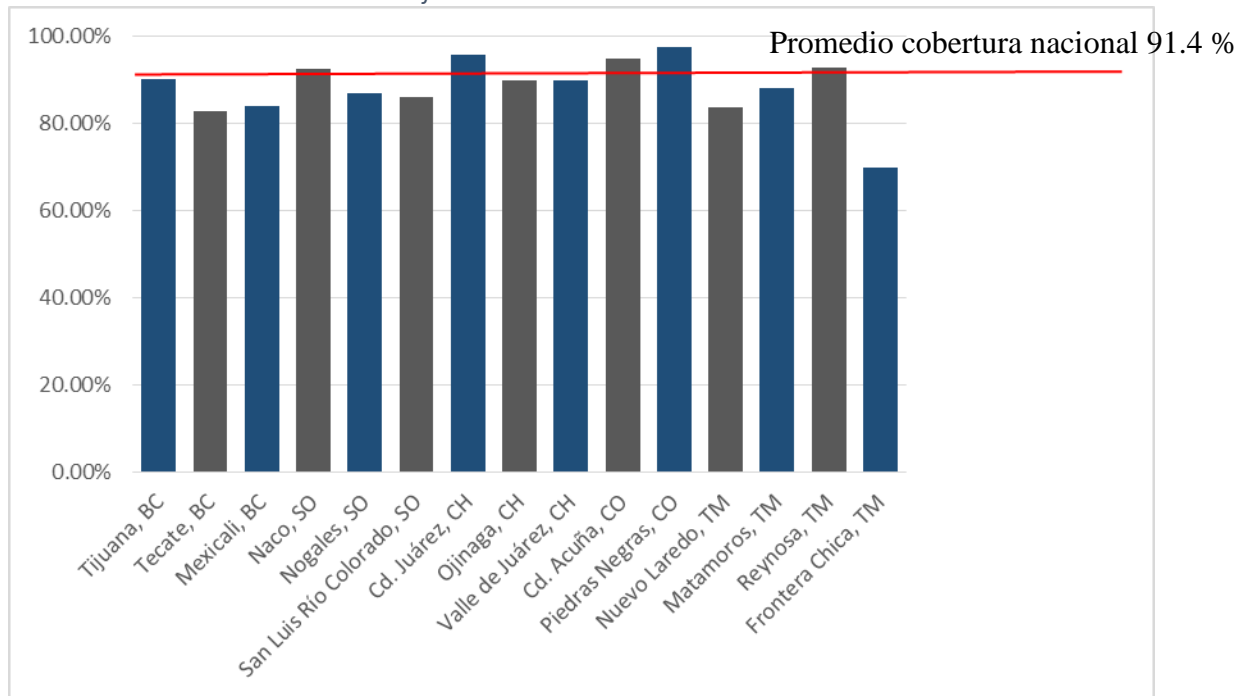
Región	Ciudad	Cobertura drenaje sanitario
I. TJ-TKT	Tijuana, BC	90.3 %
	Tecate, BC	82.9 %
II. MXL-SON	Mexicali, BC	84.0 %
	Naco, SO	92.7 %
	Nogales, SO	86.9 %
	San Luis Río Colorado, SO	86.0 %
III. CHIH-COAH	Juárez, CH	95.9 %
	Ojinaga, CH	90.0 %
	Valle de Juárez, CH	90.0 %
	Acuña, CO	95.0 %
	Piedras Negras, CO	97.5 %
IV. TAMPS	Nuevo Laredo, TM	83.8 %
	Matamoros, TM	88.3 %
	Reynosa, TM	93.0 %
	Frontera chica, TM	69.9 %

Elaboración propia.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 2. Cobertura de drenaje sanitario en las localidades de interés.



Elaboración propia.

### 1.1.1.2 Infraestructura de la red (colectores, subcolectores y emisores).

A través del diagnóstico se identificaron longitudes, diámetros, materiales y vida útil de las redes principales de alcantarillado sanitario (colectores, subcolectores y emisores); un gran porcentaje está compuesta por tuberías de concreto que han rebasado su vida útil, presentando algún tipo de desgaste severo, teniendo como resultado fallas recurrentes o extraordinarias, las cuales derivan en escurrimientos hacia los cuerpos receptores de agua, por lo que requieren ser sustituidas a la brevedad.

La ciudad de Tijuana, BC, cuenta con más de 114 kilómetros de colectores y subcolectores constituida por tuberías de concreto simple, concreto reforzado y polietileno, con diámetros que van desde 30 hasta 152 cm; funciona como un sistema combinado provocando derrames que llegan a los cauces, debido a taponamientos en los subcolectores y colectores. Por su parte, la ciudad de Tecate, BC, cuenta con una red de más de 45.5 km con diámetros que varían entre 30 y 76 cm de tubería de PVC, polietileno, concreto simple y reforzado; este último presenta serios problemas de corrosión y azolve por rebasar su vida útil, particularmente en la zona central de Tecate, donde algunas redes tienen más de 30 años de uso.

La red de colectores y subcolectores de Mexicali, BC, está conformada por cerca de 2871 km de líneas de diferentes materiales en las que predominan las de PVC y, en menor proporción, aún existen tuberías de concreto y barro; los municipios de Naco, Nogales y San Luis Río Colorado, SO, alcanzan longitudes de 4, 53 y 115 km, respectivamente.

En lo que respecta a la región 3, sobresale la antigüedad de las redes de alcantarillado, donde algunas tuberías llegan a más de 100 años, como es el caso de Juárez, CH; en Coahuila dos terceras partes son sensiblemente antiguas y requieren sustituirse. Por otra parte, en los municipios de



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ojinaga y Valle de Juárez, CH, derivado de la implementación de proyectos en 2002 y 2007 lograron extender su red de alcantarillado y tener una mayor cobertura.

En el estado de Tamaulipas, la ciudad de Matamoros cuenta con sistemas de drenaje combinado; por ende, en época de lluvias severas sufre de inundaciones y el sistema de alcantarillado manifiesta daños, no así en Nuevo Laredo, el cual cuenta con un sistema de drenaje separado, pero con daños severos, debido a que ha rebasado su vida útil; en general, las ciudades fronterizas cuentan con buena cobertura, pero deteriorada en las zonas céntricas, dejando la periferia sin la infraestructura necesaria para atender las demandas de la población. Esta información puede ser consultada en los informes particulares de cada ciudad.

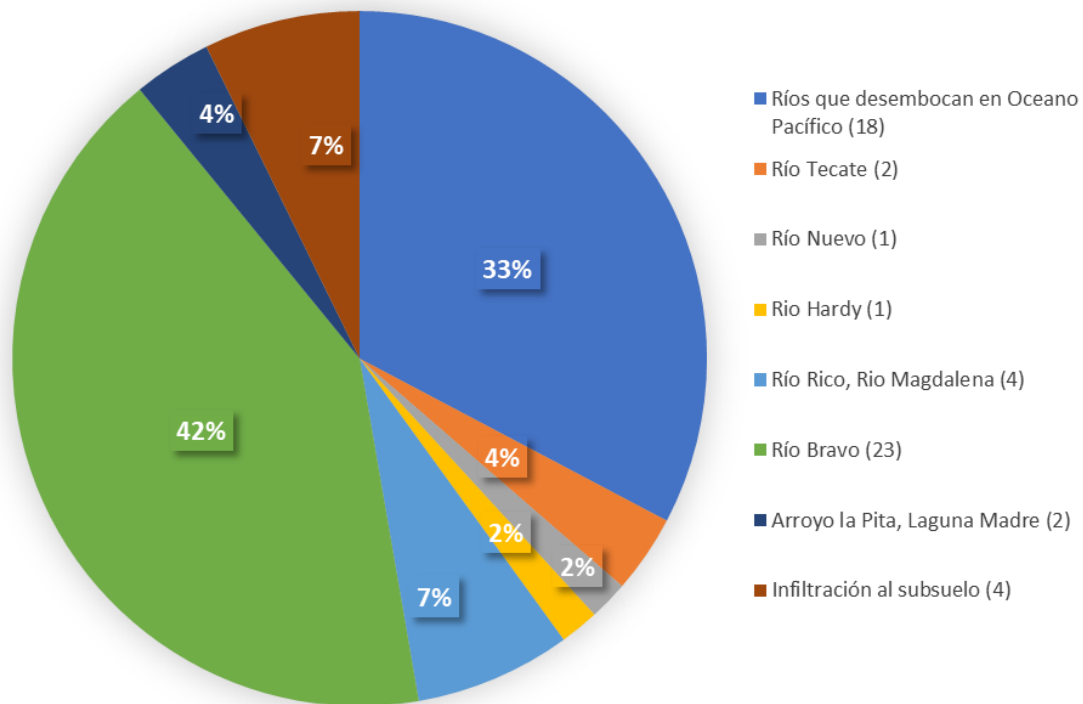
### *1.1.1.3 Sitios de descarga y disposición final.*

La descarga de aguas residuales es la acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor, de acuerdo con la Ley de Aguas Nacionales. Los puntos de descarga de aguas residuales tratadas se ubican normalmente en los alrededores del domicilio de cada una de las PTAR, salvo algunas excepciones.

Para la elaboración del diagnóstico de saneamiento de la frontera norte se consideraron 55 plantas de tratamiento de aguas residuales, de las cuales 18 se encuentran en la ciudad de Tijuana, BC, que corresponden al 33 % del total, descargan en ríos y arroyos que desembocan en el océano Pacífico; el río que recibe mayor número de descargas es el río Bravo, en donde descargan 23 PTAR, correspondientes al 42 %, 12 se localizan en Chihuahua, 2 en Coahuila y 9 en Tamaulipas, aunado a que los municipios de Nueva Ciudad Guerrero y Mier en Frontera Chica, TM, descargan a cielo abierto, directamente al río Bravo, las aguas residuales sin tratamiento previo.

La siguiente ilustración muestra la disposición final de las plantas de tratamiento de aguas residuales de las ciudades fronterizas con el porcentaje de confluencia para cada cuerpo receptor de descargas.

Ilustración 3. Sitios de descarga de las PTAR.



Elaboración propia.

#### 1.1.1.4 Sistemas de bombeo principales.

El sistema de alcantarillado sanitario trabaja, en su mayor parte, por gravedad, con excepción de algunas zonas que, por su orografía, requieren de sistemas de bombeo para conducir el agua residual hacia un colector principal o a una planta de tratamiento.

Algunas estaciones de bombeo de las comunidades no se encuentran operando, debido a problemas con los equipos de bombeo. Esto significa que el agua residual es descargada sin tratamiento previo a drenes agrícolas cercanos a estas estaciones.

La región 1, Tijuana, BC, cuenta con más de 50 cárcamos; sin embargo, dos son los principales sistemas, CILA y PB1; en conjunto manejan casi en su totalidad el agua residual generada en la ciudad; la ciudad de Tecate, BC, posee 12 cárcamos principales, siendo El Bajío el más grande que opera la CESPTE, el cual es el único que cuenta con planta de emergencia y lavador de gases.

Respecto a la región 2, la topografía en la ciudad de Mexicali, BC, es prácticamente plana, por lo que para desalojar y conducir las aguas residuales es necesaria la operación de 19 cárcamos y 14 plantas de bombeo, las principales son las PBAR No. 1, 3 y 8, que envían las aguas residuales a la PTAR Zaragoza y la PBAR No. 4 que hace lo propio hacia la PTAR Arenitas, en los municipios de Sonora; la estación de bombeo Estadio es el principal sistema de Nogales, que por medio de su infraestructura bombea hasta la PTAR Alisos, San Luis Río Colorado y Naco; cuentan con 6 y 1 cárcamos, respectivamente.

En la región 3, el estado de Coahuila opera cuatro estaciones de bombeo, dos ubicadas en el municipio de Piedras Negras, donde la principal es la estación Treviño que bombea poco más del 85





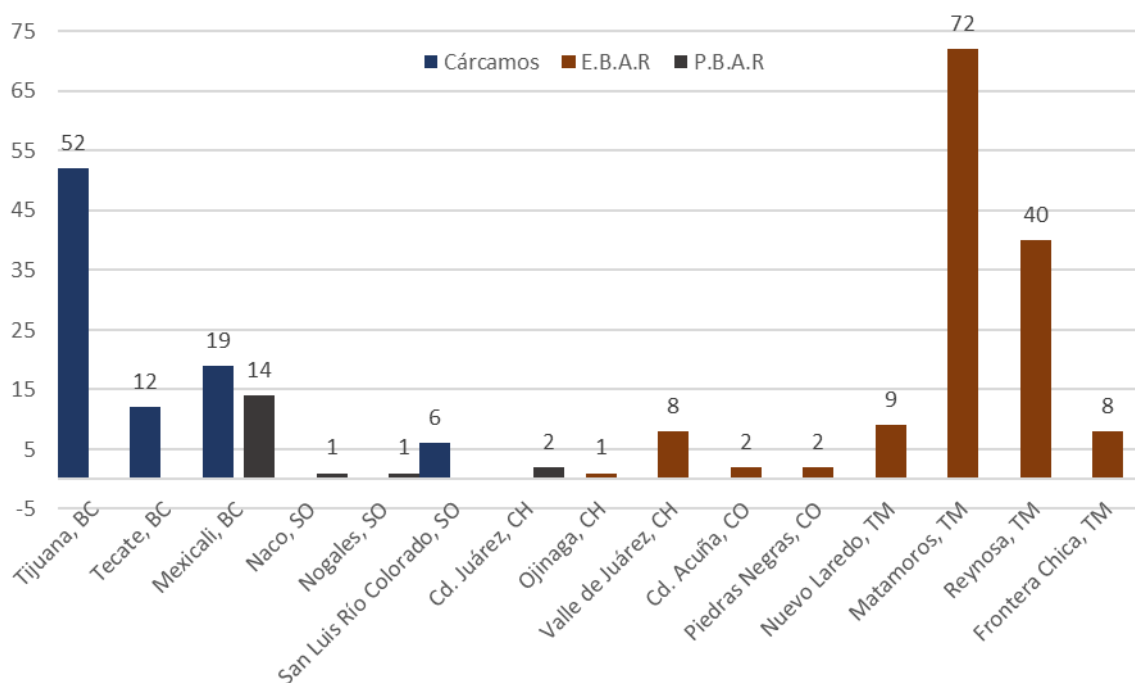
## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

% del total de aguas residuales aportadas por la ciudad, y dos más en Acuña, donde el rebomleo Puente Internacional bombea aproximadamente el 65 % del total generado. Asimismo, en la región 3, pero en el estado de Chihuahua, existen nueve estaciones y dos plantas de bombeo distribuidas en los municipios de Juárez, Ojinaga y Valle de Juárez.

Sobresale el número de estaciones de bombeo de la ciudad de Matamoros, TM, en la región 4, que debido a su topografía requiere de 72 estaciones para bombear y conducir las aguas residuales hasta las plantas de tratamiento; existen 55 estaciones más, distribuidas en los municipios de Reynosa, que aloja más de 40, Nuevo Laredo con nueve y Frontera Chica con siete estaciones.

En la siguiente ilustración se muestra el número total de cárcamos y plantas de bombeo que opera en cada municipio.

Ilustración 4. Cárcamos y plantas de bombeo en operación por municipio.



Elaboración propia.

### 1.1.1.5 Volúmenes y tipo de aportaciones de aguas residuales.

Los volúmenes de aguas residuales captados y cuantificados no son necesariamente iguales a los volúmenes generados, ya que presumiblemente existen flujos de aguas residuales que no llegan al sistema de alcantarillado, o que abandona este (fugas y derrames) antes de llegar a las plantas de bombeo o a las plantas de tratamiento.

La principal aportación de agua residual a las plantas de tratamiento es de origen doméstico; sin embargo, existen grandes empresas que con una descarga pueden afectar el sistema de tratamiento, ya sea por carga orgánica o por algún otro parámetro.

La ciudad de Tijuana, BC, presenta condiciones geográficas muy particulares, que tienen un impacto bastante marcado en los volúmenes y características de las aguas residuales que se generan en la región; por un lado, la colindancia con Estados Unidos; y, por otro lado, la ciudad se encuentra en



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

una zona árida con limitados recursos hídricos, por lo que trata un aproximado de 239,155 metros cúbicos por día; Tecate, BC, contribuye con un volumen de 12,614.4 metros cúbicos por día.

Los volúmenes de aguas negras generados en el municipio de Mexicali, BC, en el 2019 fueron del orden de 220,479 metros cúbicos por día; en el estado de Sonora se estima un aproximado de 102,806 m<sup>3</sup> por día de agua residual tratada, derivados de los municipios de Naco, Nogales y San Luis Río Colorado.

El municipio que genera mayor volumen de agua residual es Juárez, CH, con un estimado de 527,397 metros cúbicos por día, proveniente de una población cercana a 1.5 millones de habitantes, en Valle de Juárez, CH; las estaciones de bombeo no operan a excepción de San Isidro, Práxedis G. Guerrero, y El Porvenir, debido a problemas en equipos de bombeo; solo trabaja una bomba de achique que envía las aguas residuales a un dren agrícola, por lo que únicamente se tratan 1814 de los 5443 m<sup>3</sup>/día de aguas residuales generadas; Ojinaga, CH, aporta 8360 metros cúbicos por día, que corresponde a la máxima capacidad de la estación de bombeo; respecto a Piedras Negras y Acuña, en Coahuila, generan en conjunto 117,184 metros cúbicos por día.

Finalmente, Tamaulipas genera 286,066 metros cúbicos de agua residual por día de los municipios de Nuevo Laredo, Reynosa, Matamoros y Frontera Chica; este último con grandes problemas de cobertura de drenaje sanitario y tratamiento; por tal motivo, el volumen que logra tratarse es un porcentaje bajo del total del agua residual generada.

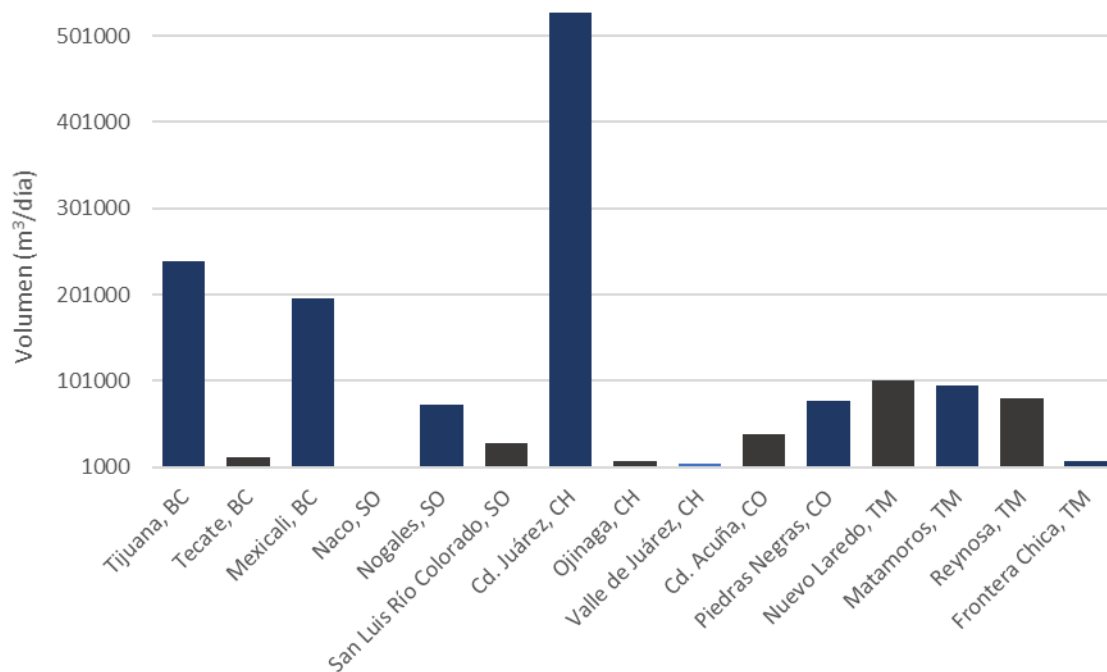
La siguiente tabla e ilustración muestran los volúmenes de aportación diaria al sistema de alcantarillado.

*Tabla 17. Volúmenes de aguas residuales frontera norte.*

Región	Ciudad	Volúmenes de aguas residuales (m <sup>3</sup> /día)
I. TJ-TKT	Tijuana, BC	239,155
	Tecate, BC	12,614
II. MXL-SON	Mexicali, BC	195,841
	Naco, SO	1,460
	Nogales, SO	73,094
	San Luis Río Colorado, SO	28,252
III. CHIH-COAH	Juárez, CH	527,397
	Ojinaga, CH	8,360
	Valle de Juárez, CH	5,443
	Acuña, CO	39,424
	Piedras Negras, CO	54,864
IV. TAMPS	Nuevo Laredo, TM	101,520
	Matamoros, TM	79,400
		15,984
	Reynosa, TM	80,524
	Frontera Chica, TM	8,639

Elaboración propia.

Ilustración 5. Volúmenes de aguas residuales por municipio.



Elaboración propia.

### 1.1.2 Sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Para analizar la infraestructura de saneamiento con la que cuentan las ciudades en estudio se requiere conocer la cobertura del servicio, la ubicación de las PTAR, los procesos y las normas que cumplen y las capacidades de diseño comparadas con la operación actual.

Con base en la información proporcionada por los Organismos Operadores, y de acuerdo con los datos oficiales de la CONAPO, se define la población total en cada localidad y la cobertura global de saneamiento o índice de tratamiento de las aguas residuales (ITRAT), el cual se calculó con la siguiente expresión:

$$(\%)ITRAT = \frac{\text{Volumen de aguas que sale de las PTAR y cumple con la NOM}}{\text{Volumen total producido de aguas residuales}}$$

La cobertura media nacional de tratamiento de aguas residuales se estima en un 64 % (CONAGUA 2019); el 86 % de las ciudades de interés se encuentran por arriba de la media, mientras que el 14 % restante carece de la infraestructura para satisfacer la demanda del servicio, haciendo notar que las ciudades de Reynosa, Matamoros y Frontera Chica, en Tamaulipas, cubren en conjunto tan solo el 46 % de las necesidades de la población, lo que implica que no se cumpla la norma mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, que indica la calidad mínima requerida en la descarga de aguas residuales.

Del total de las PTAR antes mencionadas, el 26 % no cumplen con esta norma.

La ubicación de las plantas de tratamiento propicia directamente un impacto social, debido a la generación de olores; el crecimiento poblacional que han tenido las ciudades ha provocado que las áreas donde se encuentran las PTAR queden inmersas dentro de las zonas urbanas, por lo que se



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

deben buscar prácticas que atiendan la problemática, así como la difusión de programas para la disposición de lodos.

En general, los sistemas de tratamientos que utilizan las ciudades fronterizas consisten en reactores de lodos activados, filtros percoladores, tratamiento primario avanzado (TPA) o sistema de lagunas. El proceso de tratamiento comienza con la recepción de agua residual que es bombeada desde los puntos bajos o conducida por gravedad hasta las PTAR.

Se ha hecho notorio el incremento del volumen de aguas residuales generado por las ciudades; las plantas de tratamiento se encuentran trabajando cerca de su máxima capacidad, o en algunos casos se han visto superadas; de las 55 PTAR en estudio, 10 operan por encima del 90 % de su capacidad y están próximas a su capacidad máxima, siete han operado por arriba de su diseño y 13 actualmente están fuera de operación, debido a problemas en la infraestructura de saneamiento, vertiendo las aguas residuales sin tratar a drenes cercanos o directamente a los ríos ya mencionados.

### 1.1.2.1 Cobertura de tratamiento de aguas residuales.

Considerando de manera general que las localidades en las que sus descargas cuentan con sistema de tratamiento, la cobertura del tratamiento de aguas residuales es proporcional a la cobertura del sistema de alcantarillado sanitario.

Sin embargo, no todos los municipios logran un tratamiento previo a sus aguas residuales, debido a problemas en los equipos de bombeo y a que, por tal motivo, no llega el agua a las plantas de tratamiento; otro motivo es que las plantas de tratamiento están fuera de operación o han rebasado su vida útil.

En Matamoros, TM, en los municipio de Río Bravo y Nuevo Progreso, la cobertura es del 0 %, puesto que la PTAR está fuera de operación, debido al colapso del colector marginal Río Bravo; el escaso influente de Nuevo Progreso no permite su operación; el tipo de tratamiento en Frontera Chica, TM, es mediante un sistema lagunar que ha cumplido con su vida útil, por lo que brinda un tratamiento deficiente y deja sin cobertura a municipios como Camargo y Gustavo Díaz Ordaz; las aguas residuales de Nuevo Progreso y Mier tampoco reciben tratamiento previo, debido a que las PTAR están fuera de operación.

La cobertura reportada indica la que se proporciona en el centro del municipio, siendo mucho menor en la periferia, debido a la falta de infraestructura sanitaria.

La siguiente tabla e ilustración muestran el porcentaje de tratamiento de aguas residuales en cada ciudad.

Tabla 18. Cobertura de tratamiento de aguas residuales.

Región	Ciudad	Cobertura de tratamiento de aguas residuales
I. TJ-TKT	Tijuana, BC	93.5 %
	Tecate, BC	85.0 %
II. MXL-SON	Mexicali, BC	88.8 %
	Naco, SO	92.7 %
	Nogales, SO	87.0 %
	San Luis Río Colorado, SO	90.3 %
III. CHIH-COAH	Juárez, CH	85.0 %
	Ojinaga, CH	90.0 %

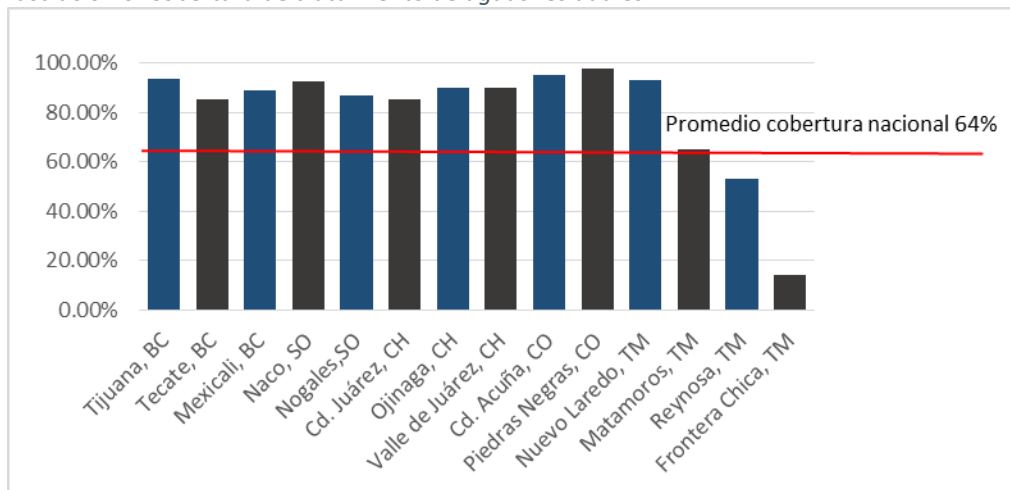


## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Región	Ciudad	Cobertura de tratamiento de aguas residuales
IV. TAMPS	Valle de Juárez, CH	90.0 %
	Acuña, CO	95.0 %
	Piedras Negras, CO	97.5 %
	Nuevo Laredo, TM	93.2 %
	Matamoros, TM	65.0 %
	Reynosa, TM	53.0 %
	Frontera Chica, TM	19.6 %

Elaboración propia.

Ilustración 6. Cobertura de tratamiento de aguas residuales.



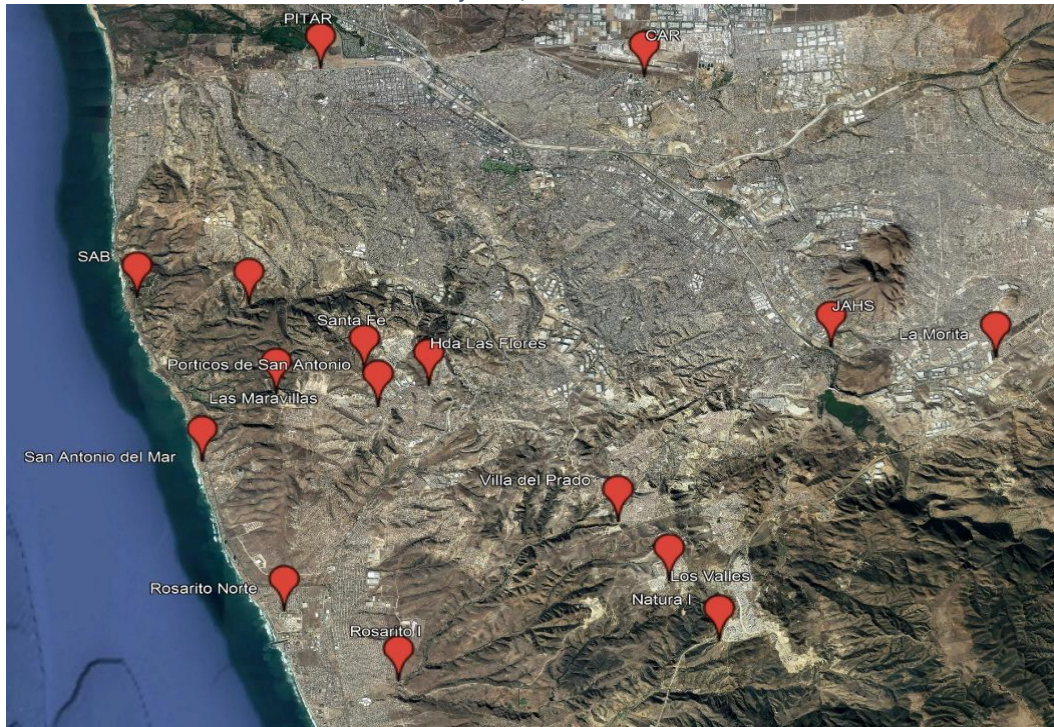
Elaboración propia.

### 1.1.2.2 Ubicación de las PTAR y áreas de aportación.

Los municipios de Tijuana y Playas de Rosarito cuentan con 18 PTAR: la PITAR ubicada en San Ysidro, PTAR SAB al suroeste de Tijuana, PTAR Arturo Herrera, PTAR La Morita, PTAR Villa del Prado, PTAR Santa Fe, PTAR Pórticos de San Antonio, PTAR San Antonio del Mar, PTAR San Pedro, PTAR Los Valles, PTAR Hacienda Las Flores, PTAR Centro de Alto Rendimiento, PTAR Natura I, PTAR Natura II, PTAR Las Maravillas, PTAR Rosarito Norte, PTAR Rosario I, PTAR San Antonio de los Buenos.

La ilustración siguiente muestra la ubicación de las plantas de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Tijuana, B.C.

*Ilustración 7. Ubicación de las PTAR de Tijuana, BC.*

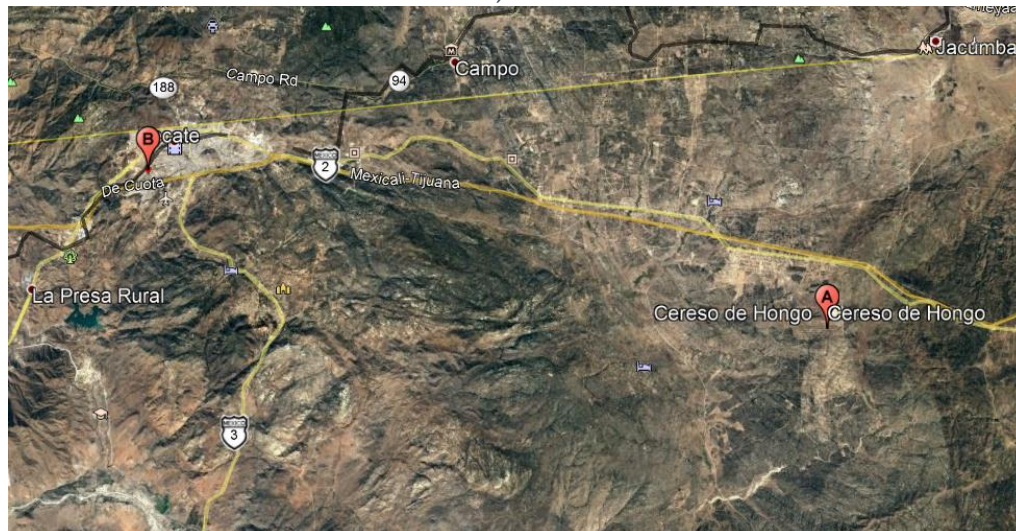


Elaboración propia.

En Tecate se proporciona el servicio de saneamiento a través de dos PTAR, una localizada en la ciudad de Tecate y la otra en el Centro de Rehabilitación y Reinserción Social (CERESO) El Hongo, ubicándose dentro de la mancha urbana.

La ilustración 8 muestra la ubicación de las plantas de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Tecate, BC.

*Ilustración 8. Ubicación de las PTAR de Tecate, BC.*



A PTAR Cereso El Hongo, Tecate, BC

B PTAR Tecate, Tecate, BC

Elaboración propia.

En Mexicali se brinda el servicio de saneamiento a través de dos PTAR: la PTAR Zaragoza, ubicada al sureste de la ciudad, en el km 2 de la carretera Mexicali-Tijuana, permaneciendo dentro de la zona urbana, y la PTAR Arenitas, localizada en el kilómetro 25 por la carretera a San Felipe, al sur de la ciudad.

Para el tratamiento de las aguas residuales del municipio de Naco, Sonora, existen dos lagunas de estabilización, las denominadas lagunas Oriente y Poniente; en Nogales, se proporciona el servicio de saneamiento por medio de las PTAR Los Alisos, PTAR Loma del Sol, PTAR Lomas de Anza y la PTAR Río Rico, en Arizona; el municipio de San Luis Río Colorado cuenta con la PTAR Cucapá.

La ilustración 9 muestra la ubicación de las plantas de tratamiento de aguas residuales de la región 2, comprendida por Mexicali-Sonora.

*Ilustración 9. Ubicación de las PTAR de la Región II MXL-SON.*



A PTAR Las Arenitas, Mexicali, BC  
B PTAR Zaragoza, Mexicali, BC  
C PTAR Cucapá, SLRC, SO  
D PTAR Los Alisos, Nogales, SO.

E PTAR Lomas del Sol, Nogales, SO  
F PTAR Lomas de Anza, Nogales, SO  
G Lagunas de estabilización Oriente y Poniente, Naco, SO

Elaboración propia.

Para la ubicación de las plantas de tratamiento de la región 3, se fraccionó por estado dada la cercanía entre las plantas de tratamiento en los municipios de Juárez y Valle de Juárez, con el fin de tener una mejor apreciación.

En Chihuahua, el municipio de Juárez cuenta con cinco PTAR: PTAR Anapra, PTAR Norte, PTAR Sur, PTAR Sur-Sur y Laguna de Patos, ubicadas en la periferia noreste de la ciudad; Valle de Juárez proporciona el servicio de tratamiento a través de seis PTAR: PTAR El Millón, PTAR Porfirio Parra, PTAR Guadalupe, PTAR Colonia Esperanza y PTAR El Porvenir. El municipio de Ojinaga cuenta con la PTAR Ojinaga para sanear las aguas residuales.

La ilustración 10 muestra la ubicación de las plantas de tratamiento de aguas residuales de los municipios de Juárez, Valle de Juárez y Ojinaga, en el estado de Chihuahua.

Ilustración 10. Ubicación de las PTAR de los municipios fronterizos de Chihuahua.



A PTAR Anapra, Juárez, CH

B PTAR Norte, Juárez, CH

C PTAR Sur, Juárez, CH

D PTAR Sur-Sur, Juárez, CH

E PTAR El Millón, Valle de Juárez, CH

F PTAR Porfirio Parra, Valle de Juárez, CH

G PTAR Guadalupe, Valle de Juárez, CH

H PTAR Práxedes G. Guerrero, Valle de Juárez, CH

I PTAR Colonia Esperanza, Valle de Juárez, CH

J PTAR El Porvenir, Valle de Juárez, CH

K PTAR Ojinaga, Ojinaga, CH

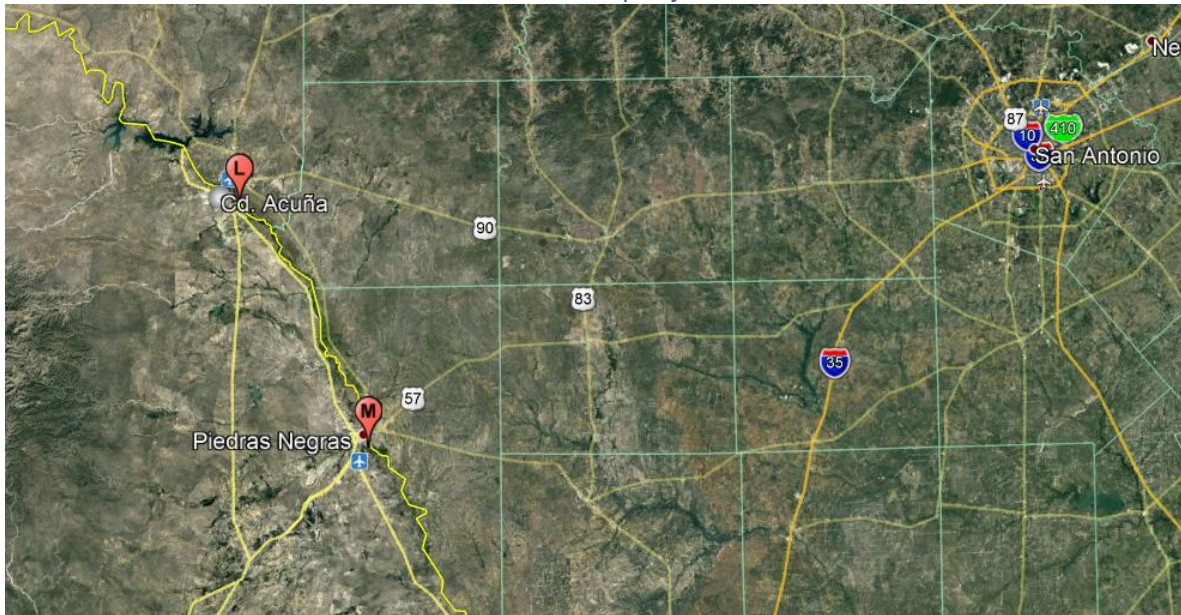
Elaboración propia.

El municipio de Acuña, CO, brinda el servicio de saneamiento mediante la PTAR Acuña, de la misma manera que el municipio de Piedras Negras al proporcionar el servicio de saneamiento por medio de la PTAR Piedras Negras.

La ilustración 11 muestra la ubicación de las plantas de tratamiento de aguas residuales de los municipios de Acuña y Piedras Negras, en el estado de Coahuila.



Ilustración 11. Ubicación de las PTAR de los municipios fronterizos de Coahuila.



L PTAR Acuña, Acuña, CO  
Elaboración propia.

M PTAR Piedras Negras, Piedras Negras, CO

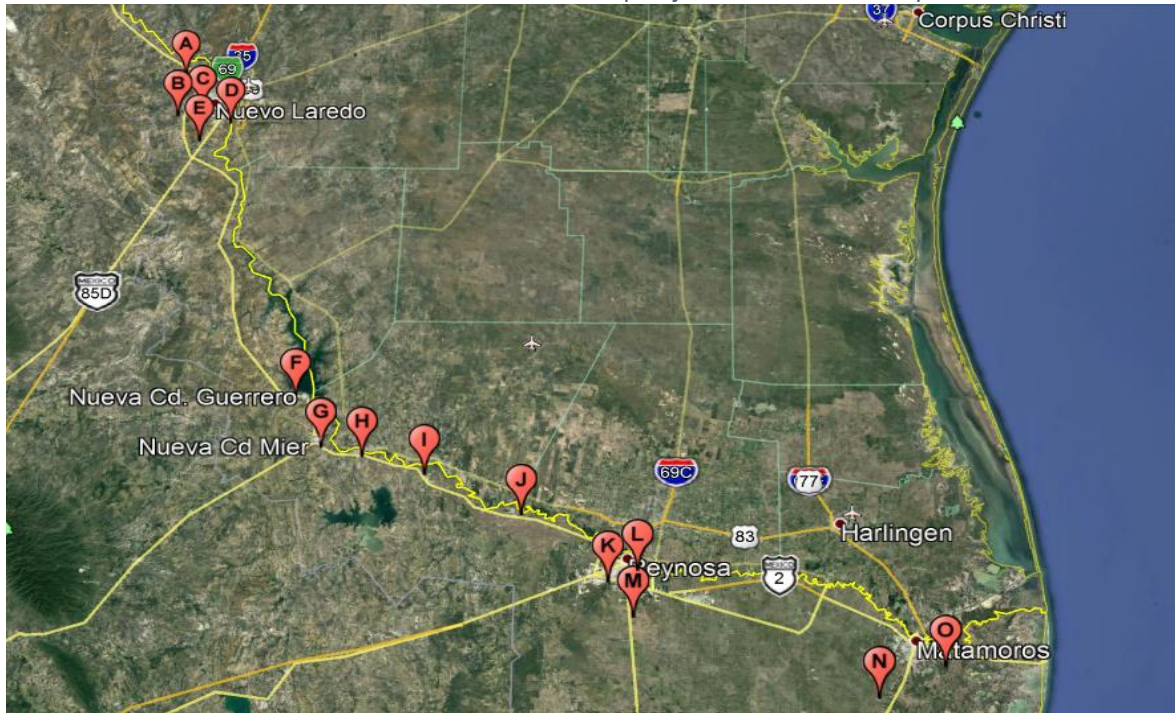
Nuevo Laredo, TM, da servicio de saneamiento mediante cinco PTAR: PTAR Norponiente, PTAR Industrial Oradel, PTAR Campanario, PITAR Nuevo Laredo. El municipio de Nueva Ciudad Guerrero, TM, cuenta con un tanque Imhoff, y Nueva Ciudad Mier, TM, con una PTAR; sin embargo, se encuentran fuera de operación.

Reynosa, TM, brinda el servicio de saneamiento por medio de tres PTAR: PTAR 1, PTAR 2 y PTAR Pirámides. Matamoros cuenta con dos PTAR: PTAR Oeste y PTAR Este.

En Frontera Chica, TM, el municipio de Camargo bombea el agua residual hasta las lagunas de oxidación ubicadas al norte, a una distancia aproximada de 1500 metros en las márgenes del río San Juan para su tratamiento; el municipio de Gustavo Días Ordaz recolecta el agua residual para enviarla a un sistema lagunar, ubicado entre la mancha urbana de la ciudad y el río Bravo, a una distancia aproximada de un kilómetro del río y de la ciudad; el municipio de Miguel Alemán cuenta con una planta de tratamiento tipo lagunar.

La ilustración 12 muestra la ubicación de las plantas de tratamiento de aguas residuales de la región 4, comprendida por el estado de Tamaulipas.

Ilustración 12. Ubicación de las PTAR de los municipios fronterizos de Tamaulipas.



- |  |   |
|--|---|
| A PTAR Norponiente, Nuevo Laredo, TM       | I Sistema lagunar Camargo, TM             |
| B PTAR Industrial Oradel, Nuevo Laredo, TM | J Laguna de estabilización Díaz Ordaz, TM |
| C PTAR Campanario, Nuevo Laredo, TM        | K PTAR 2, Reynosa, TM                     |
| D PITAR Nuevo Laredo, TM                   | L PTAR 1, Reynosa, TM                     |
| E PTAR Hacienda San Agustín, TM            | M PTAR Pirámides, Reynosa, TM             |
| F Tanque Imhoff, Nueva Ciudad Guerrero, TM | N PTAR Oeste, Matamoros, TM               |
| G PTAR Ciudad Mier, TM                     | O PTAR Este, Matamoros, TM                |
| H PTAR Miguel Alemán, TM                   |   |

Elaboración propia.

### 1.1.2.3 Proceso y normas que cumplen las PTAR.

Los procesos de tratamiento de las aguas residuales que utilizan las ciudades en estudio consisten en reactores de lodos activados; este proceso lo aplican las PTAR de los municipios de Tijuana, Tecate, Nogales, Juárez, Acuña, Piedras Negras y Nuevo Laredo; otro proceso de tratamiento utilizado es un sistema de lagunas, siendo el más recurrente en los municipios de Mexicali, Naco, Nogales, San Luis Río Colorado, Ojinaga, Valle de Juárez, Matamoros, Reynosa y Frontera Chica.

Las plantas de tratamiento deben cumplir con la calidad en sus efluentes para su posterior descarga a los cuerpos de agua y no representar un riesgo para la salud pública y el medio ambiente.

La norma mexicana que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales es la NOM-001-SEMARNAT-1996, así como la NOM-003-SEMARNAT para límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público; es cumplida por los municipios de Tijuana, BC, Tecate, BC, Juárez, CH, Nogales, SO, y San Luis Río Colorado, SO.

De las 55 PTAR, 12 plantas no cumplen con la calidad en sus descargas por deficiencia en los procesos de tratamiento, problemas con los equipos de bombeo que evitan la conducción de las aguas residuales hacia las PTAR, o bien que estas se encuentren fuera de operación.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

La tabla 19 muestra el cumplimiento de las normas en la calidad de descarga de las PTAR de las ciudades fronterizas.

Tabla 19. Proceso y normas que cumplen las PTAR.

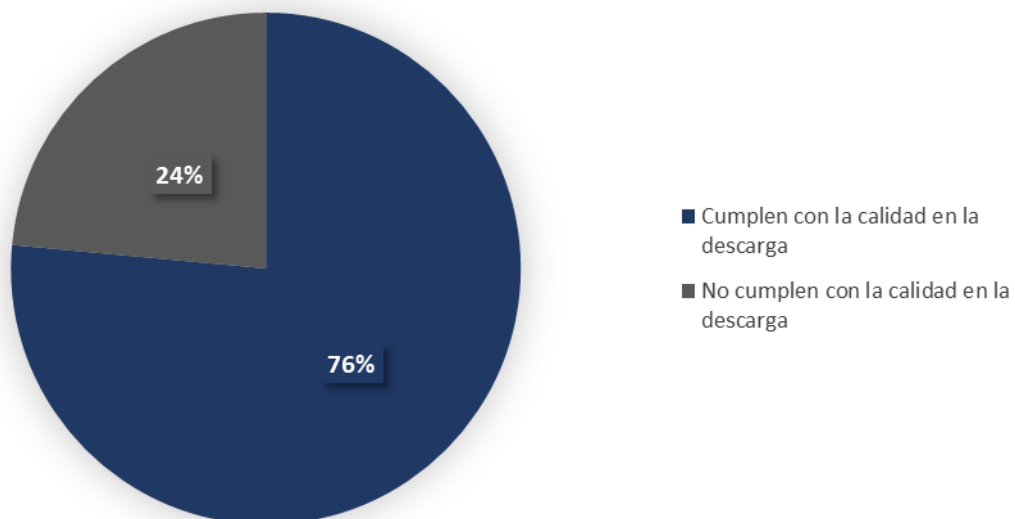
Región	Ciudad	NOM- 001- SEMARNAT-1996
I. TJ-TKT	Tijuana, BC	66 % cumple; 34 % no cumple
	Tecate, BC	Cumple
II. MXL-SON	Mexicali, BC	Cumple
	Naco, SO	Cumple
	Nogales, SO	Cumple
	San Luis Río Colorado, SO	Cumple
III. CHIH-COAH	Juárez, CH	Cumple
	Ojinaga, CH	Cumple
	Valle de Juárez, CH	Cumple
	Acuña, CO	Cumple
	Piedras Negras, CO	Cumple
IV. TAMPS	Nuevo Laredo, TM	Cumple
	Matamoros, TM	66 % cumple; 34 % no cumple
	Reynosa, TM	Cumple
	Frontera Chica, TM	20 % cumple; 80 % no cumple

Elaboración propia.

Algunos municipios integrados en Frontera Chica, como consecuencia de no contar con un sistema de tratamiento, vierten el agua cruda al cuerpo receptor, incumpliendo la norma y representando un riesgo para la salud pública y el medio ambiente.

La siguiente ilustración indica el porcentaje de plantas de tratamiento que cumplen con la calidad en sus descargas.

Ilustración 13. Porcentaje de cumplimiento de NOM-001-SEMARNAT-1996.



Elaboración propia.

### 1.1.2.4 Capacidad instalada y operación actual

La capacidad Instalada de las plantas de tratamientos es suficiente para recibir y tratar el posible crecimiento poblacional, así como la ampliación de la red de recolección en el corto y mediano plazo, en la mayoría de los casos; sin embargo, actualmente algunas de las plantas de tratamiento se



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

encuentran trabajando a su máxima capacidad, o sin operar, por fallas en los equipos de bombeo o deficiencias en el sistema de recolección.

Como se mencionó anteriormente, los volúmenes de aguas residuales captados y cuantificados no son necesariamente iguales a los volúmenes generados, por lo que las PTAR no logran tratar el 100% de las aguas residuales generadas en la localidad.

Del total de las PTAR, 10 operan por encima del 90 % de su capacidad total y están próximas a su máxima capacidad, siete se encuentran trabajando por arriba de su capacidad de diseño y 13 se encuentran fuera de operación; el resto opera entre el 17 y el 89 % de su capacidad.

La siguiente tabla muestra las capacidades instaladas, en comparación con la operación actual de cada ciudad, dejando ver si las plantas cuentan con un superávit o un déficit en el servicio que se brinda.

*Tabla 20. Capacidad instalada y operación actual frontera norte.*

Región	Ciudad	Localidad / PTAR	Capacidad Instalada Total (l/s)	Caudal Tratado Promedio (l/s)
I. TJ-TKT	Tijuana, BC	Tijuana	3 189	2 615
		Rosarito	338 l	125
	Tecate, BC	Tecate	200	151
		Cereso	27.5	14
II. MXL-SON	Mexicali, BC	Zaragoza	1 300	899
		Arenitas	840	986
	Naco, SO	Oriente	27	18.77
		Poniente	3.6	0
Nogales, SO	Nogales	940	846	
	San Luis Río Colorado, SO	SLRC	600	327
III. CHIH-COAH	Juárez, CH	Anapra	62.2	24.2
		Norte	1 600	1 407
		Sur	2 000	1 370
		Sur-Sur	500	474
		Laguna de Patos	25	21
		Ojinaga, CH	Ojinaga	110
	Valle de Juárez, CH	El Millón	5.8	0
		Porfirio Parra	14.3	10
		Guadalupe	18	0
		Práxedes G. Guerrero	15	11
		Colonia Esperanza	5.6	0
		El Porvenir	15	0
	Acuña, CO	Acuña	500	446
Piedras Negras, CO	Piedras Negras	720	719.91	
IV. TAMP	Nuevo Laredo, TM	PITAR	1 360	950
		Norponiente	200	125
		Parque Industrial Oradel	9	7
		Las Torres	3	3
		Hacienda San Agustín	45	9
	Matamoros, TM	Este	435	435
		Oeste	540	Desconocido
	Reynosa, TM	Reynosa	1 752	932
		Río Bravo	240	0
	Frontera Chica, TM	Díaz Ordaz	20	0
		Camargo	20	0
		Miguel Alemán	75	45
Nueva Ciudad Guerrero		11	0	
Mier		20	0	

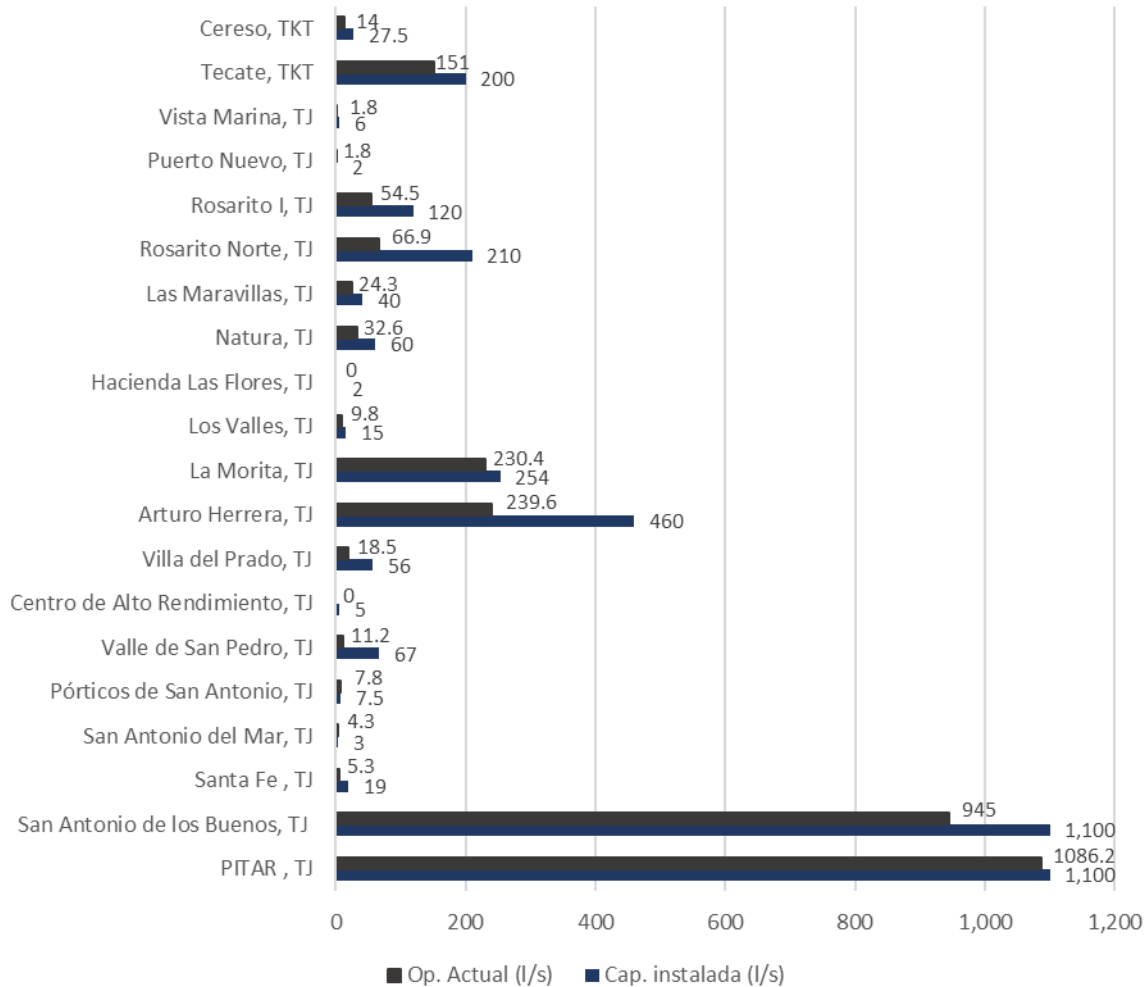
Elaboración propia.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Las siguientes ilustraciones muestran la comparación de la capacidad instalada contra la operación actual de cada planta de tratamiento de aguas residuales por región.

Ilustración 14. Capacidad instalada y operación actual Región I.

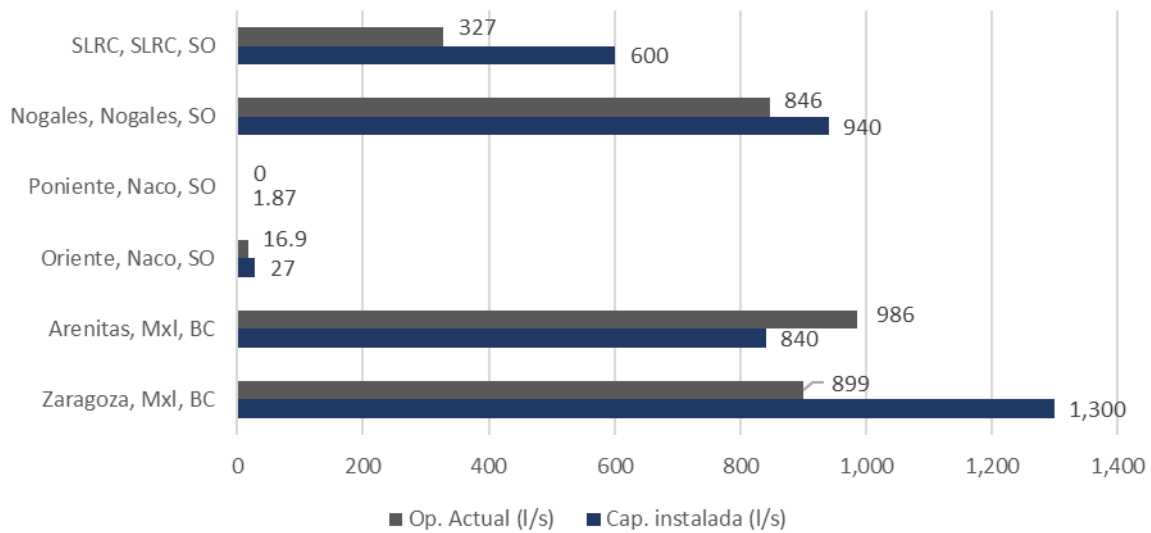


Elaboración propia.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 15. Capacidad instalada y operación actual Región II.



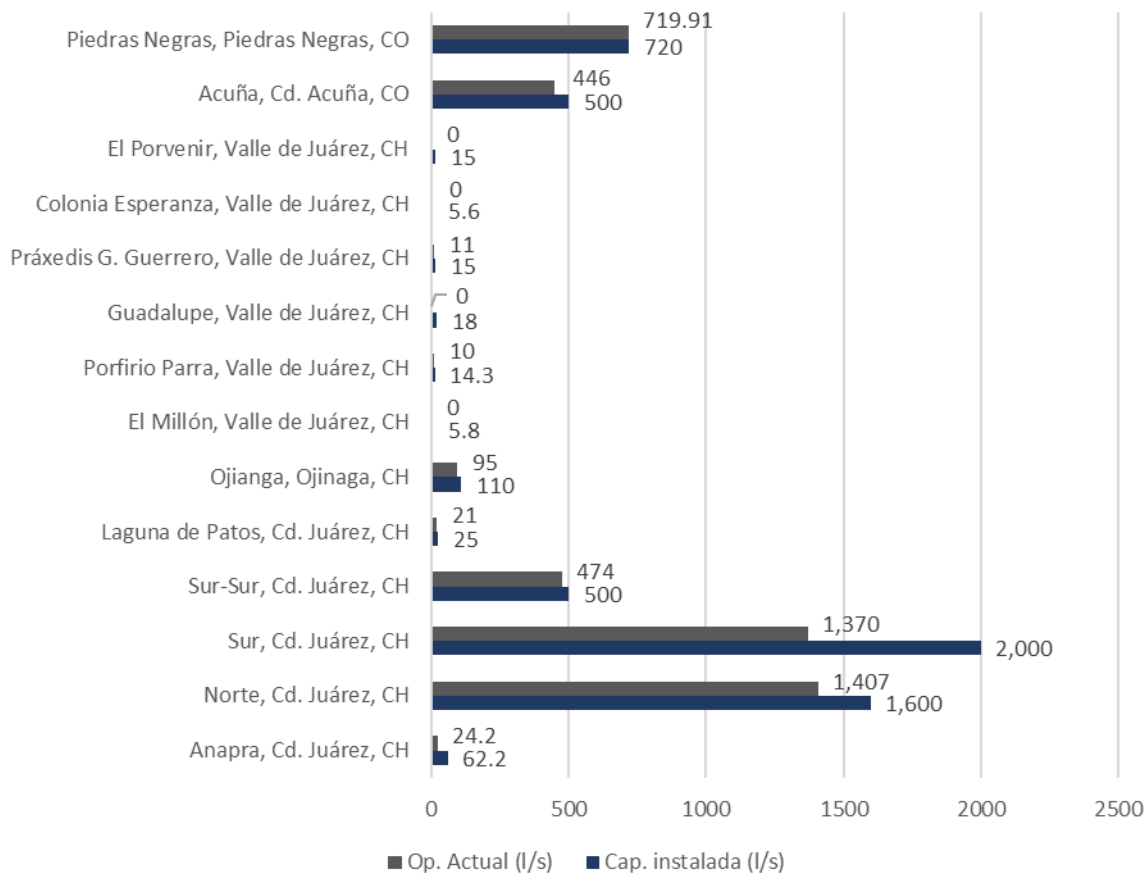
Elaboración propia.

En el caso particular de Valle de Juárez, el problema radica en las estaciones de bombeo que se encuentran fuera de operación, debido a problemas con los equipos de bombeo. Esto significa que el agua residual en las localidades es descargada sin tratamiento previo a drenes agrícolas cercanos a estas.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 16. Capacidad instalada y operación actual Región III.

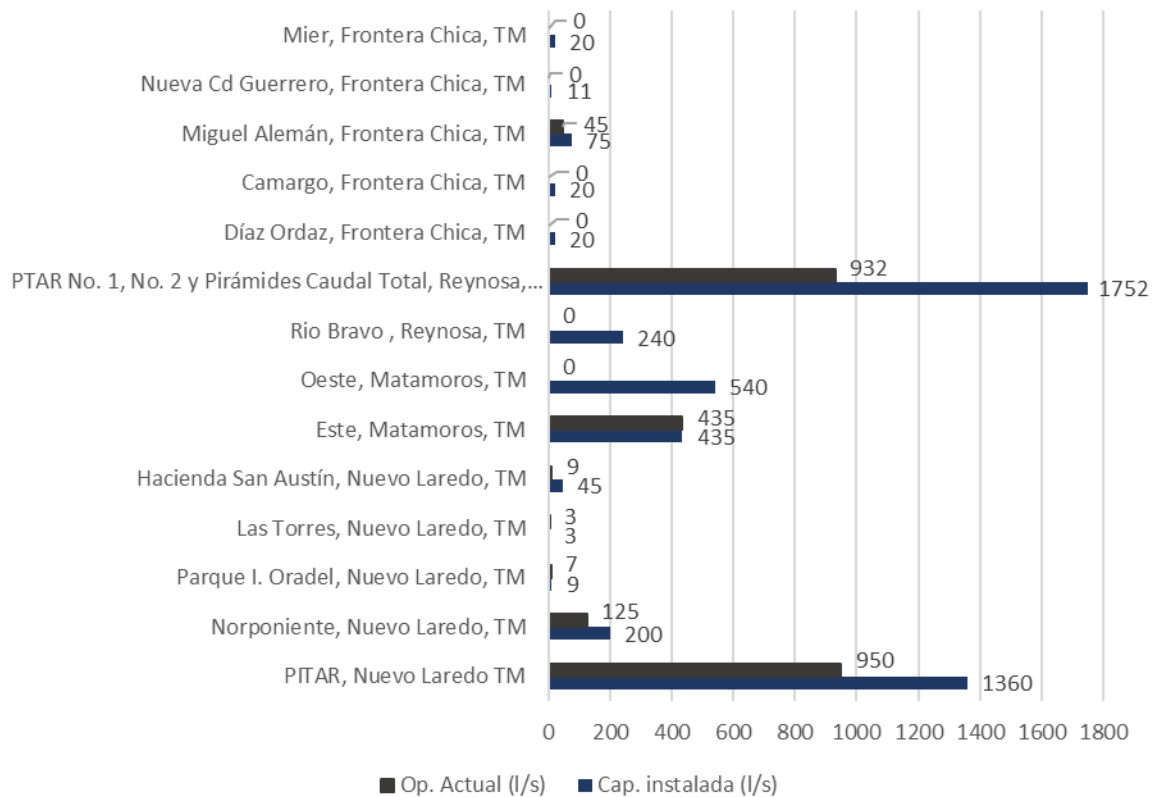


Elaboración propia.

Para la región 4, específicamente en los municipios de Frontera Chica, los sistemas de tratamiento han rebasado su vida útil, los sistemas lagunares son deficientes o se encuentran fuera de operación; para el caso de la PTAR Oeste, en Matamoros, esta se encuentra en proceso de llenado y, en el caso de la PTAR Río Bravo, está fuera de operación, debido al colapso del colector marginal Río Bravo, y el escaso influente de Nuevo Progreso no permite su operación; por tanto, su cobertura de saneamiento es nula.



Ilustración 17. Capacidad instalada y operación actual Región IV.



Elaboración propia.

### 1.1.3 Sistemas de reúso de agua tratada.

Las aguas residuales requieren sistemas de canalización, tratamiento y desalojo, así como cumplir con los parámetros de calidad para su posterior aprovechamiento.

El reúso de las aguas residuales tratadas se plantea como una alternativa en las estrategias de planeación y gestión integrada del recurso hídrico, lo que permite combatir la escasez de agua con su aprovechamiento en el desarrollo de actividades de riego e industriales, permitiendo la conservación del recurso hídrico, como el uso eficiente y sostenible del mismo.

Sin embargo, en las ciudades fronterizas esta práctica es poco común, dejando sin un segundo uso el 82 % del total de las aguas residuales tratadas, ya que son descargadas directamente sobre los cuerpos de agua receptores.

Como se mencionó en el subcapítulo 1.1.2.3, las PTAR deben cumplir con los parámetros mínimos de calidad establecidos en las normas mexicanas para la descarga y reúso de aguas residuales tratadas; en cuanto a los resultados de los análisis de laboratorio, proporcionados por los Organismos Operadores, los indicadores de calidad como Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Sólidos Suspendidos Totales (SST) y Coliformes Fecales (CF) se consideraron los valores promedio correspondientes al año 2019.





## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

### 1.1.3.1 Cobertura de red reúso.

Solo una pequeña parte de las aguas residuales tratadas es reutilizada, la mayor proporción en riego de áreas verdes, mantenimiento de humedales y actividades relacionadas con la construcción, a excepción de Acuña y Piedras Negras, en Coahuila, las cuales aprovechan el 100 % de sus aguas residuales tratadas en la generación de energía eléctrica.

La tabla 21 muestra la cobertura de reúso medida en porcentaje del agua residual tratada por ciudad. Para mayor detalle verificar la información en los informes particulares de cada ciudad.

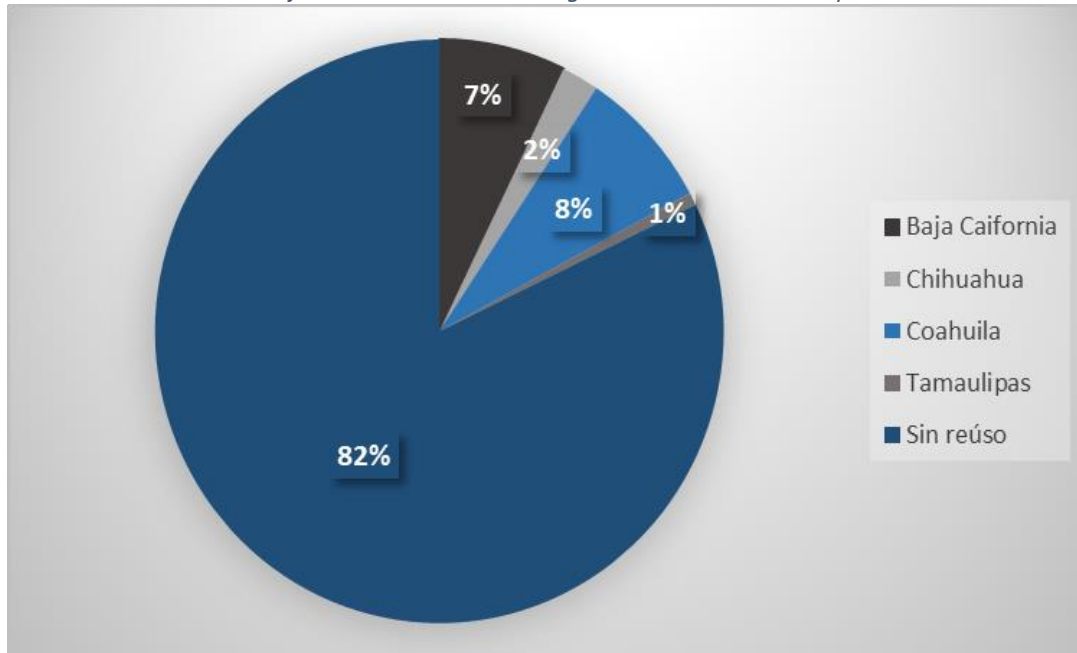
Tabla 21. Cobertura de red reúso.

Región	Ciudad	Cobertura de red reúso
I. TJ-TKT	Tijuana, BC	8.3 %
	Tecate, BC	43 %
II. MXL-SON	Mexicali, BC	42 %
	Naco, SO	0 %
	Nogales, SO	0 %
	San Luis Río Colorado, SO	0 %
III. CHIH-COAH	Juárez, CH	6 %
	Ojinaga, CH	0 %
	Valle de Juárez, CH	0 %
	Acuña, CO	100 %
	Piedras Negras, CO	100 %
IV. TAMPS	Nuevo Laredo, TM	6 %
	Matamoros, TM	0 %
	Reynosa, TM	5 %
	Frontera Chica, TM	2 %

Elaboración propia.

El volumen total de agua residual tratada, derivado de las 55 PTAR en estudio en la frontera, es de 1,494,868.55 m<sup>3</sup> por día, de los cuales se reutiliza un 18 %; bajo este contexto, Baja California reutiliza un total de 7 %; Sonora no reutiliza sus aguas residuales en ninguna actividad; Chihuahua alcanza un 2 %; Coahuila el 8 %, y Tamaulipas con un mínimo de 1 %. La ilustración siguiente muestra el porcentaje utilizado por ciudad.

Ilustración 18. Porcentaje total de utilización de aguas residuales tratadas por entidad.



Elaboración propia.

1.1.3.2 Calidad y uso de los efluentes.

Las aguas residuales se caracterizan por ser una mezcla de contaminantes físicos, químicos y biológicos, con propiedades específicas. Las características varían dependiendo del origen del agua residual.

Para poder ser descargadas, las aguas residuales tratadas deben cumplir con los límites máximos permisibles de contaminantes establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas que señalan las condiciones mínimas que deben cumplirse para cada una de las actividades contempladas, relacionadas con el control de la contaminación de las aguas y actividades afines, que garanticen la calidad y no represente un factor de riesgo para la salud pública.

La tabla 22 muestra la calidad en las descargas de las PTAR reportadas por los Organismos Operadores, así como las actividades en las que estas son utilizadas.

Tabla 22. Calidad y uso de los efluentes.

Región	Ciudad	Calidad de los efluentes	Uso de los efluentes
I. TJ-TKT	Tijuana, BC	64 % < 75/75 mg/l DBO SST 36 % no cumplen	Riego de áreas verdes y actividades de la construcción.
	Tecate, BC	Tecate: 40/40 mg/l DBO/SST El Hongo 20/20 mg/l DBO/SST	Mantenimiento de humedales
II. MXL-SON	Mexicali, BC	Zaragoza: 75/75 mg/l DBO/SST Arenitas: 28/54 mg/l DBO/SST	Riego de áreas forestadas, agricultura, compensación ambiental
	Naco, SO	No hay datos, no se realizan estudios.	Las lagunas descargan el agua tratada en una zona al sur de las instalaciones.
	Nogales, SO	PITAR 3/5 mg/l DBO/SST Los Alisos total 7/5 mg/l DBO/SST	No existe reúso, las PTAR descargan en río Santa Cruz, en los Estados Unidos, y la descarga de Los Alisos se descarga a un afluente del río Magdalena.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Región	Ciudad	Calidad de los efluentes	Uso de los efluentes
	San Luis Río Colorado, SO	75/75 mg/l DBO SST y menos de 1,000 nmp en 100 ml de CF	El efluente del agua residual tratada descarga en un humedal artificial al final del tratamiento.
III. CHIH-COAH	Juárez, CH	Ciudad: 75/75 mg/l DBO/SST Laguna de Patos 20/20 mg/l DBO/SST	No existe reúso; descargan en Dren Interceptor; posteriormente estos alcanzan el río Bravo.
	Ojinaga, CH	75/75 mg/l DBO SST y menos de 1,000 nmp en 100 ml de CF	No existe reúso; descarga al río Bravo.
	Valle de Juárez, CH	75/75 mg/l DBO SST y menos de 1,000 nmp en 100 ml de CF	No existe reúso; descarga al río Bravo.
	Acuña, CO	3.4/7.3 mg/l DBO/SST	Generación de energía eléctrica.
	Piedras Negras, CO	3.4/7.3 mg/l DBO/ SST	Generación de energía eléctrica.
IV. TAMPS	Nuevo Laredo, TM	30/30 mg/l DBO/SST	Riego de áreas verdes (6 %). Descarga al río Bravo (94 %).
	Matamoros, TM	Matamoros: 30/30 mg/l DBO/SST	-Matamoros: PTAR Esta descarga al arroyo La Pita; PTAR Oeste conduce sus aguas a la Laguna Madre
	Reynosa, TM	Reynosa: 75/75 mg/l DBO/SST Río Bravo: 20/20 mg/l DBO/SST Nuevo Progreso: 20/20 mg/l DBO/SST	Reynosa: reúso en sector agrícola Río Bravo y Nuevo Progreso descargan a dren agrícola Río Bravo, que finalmente descarga a la Laguna Madre
	Frontera Chica, TM	Miguel Alemán. 4.9/2.2 mg/l DBO/SST El resto de las ciudades no cumplen.	Poco uso en agricultura. Descarga al río Bravo.

Elaboración propia.

### 1.1.4 Generalidades.

En este estudio se investigaron factores de carácter técnico, comercial, legal, financiero y jurídico, de los principales sistemas de saneamiento.

Se obtuvo información de la implementación de las políticas de operación; en algunos casos se detectó la falta de Manuales de Operación y Mantenimiento, lo que propicia desinformación para los operadores, correspondiente a las acciones a realizarse en situaciones de emergencia; se verificó que los Organismos cuenten con instrumentos legales que amparen sus instalaciones, así como la localización dentro de vías de comunicación pública o derechos de vía federal.

Las tarifas mostradas en las tablas siguientes son las autorizadas por los órganos de Gobierno con la atribución para ello, y que fueron publicadas en las gacetas o periódicos oficiales de los Gobiernos estatales o municipales; esta información se encuentra alojada en el Sistema Nacional de Tarifas.

En unos casos estas cuotas se asemejan a las estructuras tarifarias de agua potable, ya que se van incrementando conforme aumenta el volumen, y en otros casos representan un porcentaje del cobro por consumo de agua potable; este porcentaje puede variar conforme a lo señalado en cada ordenamiento legal de los Organismos Operadores de Agua; también hay casos en los que no se cobran estos servicios, o que al menos no se cobran de forma explícita, al quedar integrados en la tarifa de agua potable.

Se presenta información de la tarifa de agua para 15 ciudades de la frontera norte, considerando el costo excedente a 30 metros cúbicos; se puede apreciar que las tarifas más altas, incluyendo todos los servicios, se presentan en Tijuana, BC, Tecate, BC y Juárez, CH, la media para este grupo de ciudades es 11.21 pesos por metro cúbico, encontrándose 12 ciudades por debajo de esta cifra; la tarifa más baja es la de San Luis Río Colorado, SO.



### 1.1.4.1 Políticas de operación.

Las políticas de operación son indispensables para el buen funcionamiento de las plantas de tratamiento, dado que permiten que los Organismos Operados actúen bajo ciertos parámetros y procedimientos, indicando instrucciones para cada uno de los procesos de tratamiento de las aguas residuales, de manera oportuna y eficiente, así como prevenir fallas en la infraestructura hidráulica.

La operación y mantenimiento de las PTAR están a cargo, en su mayoría, de los Organismos Operadores; sin embargo, municipios como Naco, Ojinaga, Valle de Juárez, Acuña, Piedras Negras y algunos municipios de Frontera Chica no cuentan con su Manual de Operación y Mantenimiento.

El propósito del Manual de Operación y Mantenimiento, y el Manual de Procedimientos, elementos con los que cuentan algunos Organismos, es dar a los operadores la información básica necesaria para que el sistema de tratamiento diseñado se mantenga en condiciones apropiadas de funcionamiento y produzca un efluente de calidad. Las actividades que se desarrollan comúnmente, y que forman parte de las políticas de operación del sistema, se agrupan en los siguientes procesos:

- a) Procesos de control.
- b) Procesos de evaluación del funcionamiento.
- c) Procesos de capacitación y desarrollo de recursos humanos.
- d) Procesamiento de información.
- e) Proceso de evaluación.

#### a) Procesos de control.

Actividades están orientadas a medir el caudal, concentración y características del afluente y del efluente. Estos controles se realizan mediante monitoreos diarios, semanales, quincenales, mensuales o semestrales, y las características comúnmente determinadas:

**Físicas:** Temperatura, turbidez, la gama de sólidos (totales, en suspensión, disueltos, sedimentables, fijos y volátiles), olor, color, material retirado y producido.

**Químicas:** DBO, DQO, formas de nitrógeno (orgánico, amoniacal, nitritos y nitratos), fósforo, grasas y aceites, metales, pH, alcalinidad y oxígeno disuelto (GD).

**Biológicas:** número y tipo de microorganismos, generalmente coliformes fecales y totales.

#### b) Procesos de evaluación del funcionamiento de las plantas de tratamiento.

El funcionamiento de cada PTAR es evaluado mediante la determinación de los indicadores y parámetros principales que, entre otros, se mencionan enseguida:

- Caudal medio.
- Caudal máximo y coeficiente de pico.
- Carga de DBO afluente y efluente.
- Carga de SST afluente y efluente.
- Eficiencia de remoción de DBO.
- Eficiencia de remoción de SST.
- Eficiencia de nitrificación/desnitrificación.
- Eficiencia de remoción de fósforo (P).
- Eficiencia de desinfección.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

La evaluación de estos parámetros, que miden las eficiencias y el desempeño de la PTAR, son efectuados juntamente con el análisis del funcionamiento de las unidades.

### c) Procesos de capacitación y desarrollo de recursos humanos.

Cada operador de las plantas de tratamiento de aguas residuales, y de las plantas de bombeo, debe estar consciente de la importancia de su labor y del hecho de que un sistema mal operado, o no suficientemente mantenido, produce efluentes de baja calidad y puede convertirse en un problema de malestar público y ambiental.

### d) Procesamiento de la información de la operación de las plantas de tratamiento.

Con el fin de almacenar y procesar la información arrojada por las actividades de control, mantenimiento, recursos humanos e infraestructura, y poder dar una información diaria, o en el momento requerido, este proceso se trabaja con cuatro enfoques:

Información diaria: con base en las mediciones a diferentes horas del día.

Información de resultados: información de resultados que se asientan en formatos que se presentan cada quince (15) días.

Informes técnicos mensuales: informe mensual de las actividades realizadas en el mes, donde se detallan los resultados de las labores de operación y mantenimiento de la planta, los problemas encontrados y las soluciones acordadas. Se incluyen en este informe: un análisis sobre el funcionamiento de la planta, eficiencias encontradas, cumplimiento de las normas de calidad del efluente y consideraciones sobre cambios en la red de alcantarillado como, por ejemplo, conexiones industriales.

Informe anual de operación: informe anual de los trabajos realizados, criterios y políticas trazadas en estos. Se incluye un análisis estadístico de todos los resultados obtenidos en el programa de monitoreo, estableciendo las variaciones de cada parámetro.

### e) Procesos de operación.

Los procesos de operación se extienden en cada una de las plantas de tratamiento de aguas residuales a las acciones que garantizan el funcionamiento adecuado del sistema y del proceso de tratamiento de cada planta, así como al buen funcionamiento de la infraestructura de las redes de alcantarillado.

El proceso de operación considera el desarrollo de la operación del sistema desde las siguientes perspectivas:

- a) Perspectiva sanitaria. Las operaciones que comúnmente se llevan a cabo con esta perspectiva son: medición de caudal, muestreo afluente y efluente, observación del efluente, muestreo y evaluación de lodos y control de carga.
- b) Perspectiva hidráulica. Las operaciones que comúnmente se efectúan implican entrar en los registros de inspección para sacar los sedimentos y obstrucciones acumuladas en los conductos, control de caudal de entrada a la planta, cierre de unidades de tratamiento biológico y tubería o cámara de alimentación.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

- c) Perspectiva mecánica. Los componentes mecánicos más comunes, encontrados en las plantas de tratamiento de aguas residuales, incluyen lo relativo a bombas hidráulicas, compuertas, válvulas, rejillas y equipos aireadores.
- d) Perspectiva eléctrica. Equipos de alimentación y controles eléctricos: en una estación de tratamiento de aguas residuales existe el requerimiento de electricidad para el movimiento de equipos electromecánicos, su control y alimentación de electricidad. Comúnmente, en las estaciones su funcionamiento es esencial, y como recomendación general debe buscarse que existan dos alimentaciones independientes de distintos transformadores de la compañía eléctrica. Si una de ellas falla, la otra entra en servicio automáticamente. Los paneles de los arrancadores de los motores y los controles deben estar situados en un conjunto de control, ubicado a nivel del terreno en una zona limpia y seca.

### *1.1.4.2 Derechos de vía y tenencia de la tierra*

El derecho de vía se refiere al área destinada a los conductos hidráulicos naturales o artificiales para protección y realización de mantenimientos preventivos y correctivos.

Las instalaciones deben estar comprendidas en vías de comunicación pública o derechos de vía federal, así como cumplir con los instrumentos legales que amparen las instalaciones del Organismo Operador; en caso de que se encuentren en propiedades particulares, debe contarse con los documentos que amparan los permisos correspondientes para su instalación, y su libre acceso para la operación y mantenimiento.

Estos organismos cuentan con las facultades legales, administrativas y técnicas necesarias para brindar estos servicios a la población.

En general todos los municipios, Mexicali, en Baja California; Naco, Nogales y San Luis Río Colorado en Sonora; Ciudad Juárez, Valle de Juárez y Ojinaga, en Chihuahua; Acuña y Piedras Negras, en Coahuila; Nuevo Laredo, Reynosa, Matamoros y Frontera Chica, en Tamaulipas, tienen su infraestructura de alcantarillado construida de manera general en calles o terrenos municipales adquiridos, o en terrenos federales; los colectores y subcolectores fueron construidos en derechos de vía de calles, es decir en terrenos municipales y en algunos tramos en terrenos federales autorizados por la autoridad correspondiente, las instalaciones de los organismos se encuentran amparadas con instrumentos legales, y las tuberías mayormente están ubicadas en vías de comunicación pública o derechos de vías federal, con excepción de Tijuana y Tecate, donde no se obtuvo información por el Organismo Operador.

Para más detalle, puede verificarse la información en los informes particulares de cada ciudad.

### *1.1.4.3 Costos actuales de operación y mantenimiento de los sistemas de saneamiento.*

Matamoros y Frontera Chica reportan un costo anual de materiales y químicos, toda vez que no hay un manejo administrativo adecuado de estas instalaciones; no cuentan con un estimado de los costos asociados a otros conceptos de los sistemas de saneamiento. Algunos de los sistemas de bombeo y de tratamiento de agua residual tienen tiempo sin operar, por lo que no cuentan con esa información.

La siguiente tabla muestra la información proporcionada por los Organismos Operadores; para mayor detalle se anexan los informes particulares de las ciudades en estudio.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 23. Costos de operación y mantenimiento de los sistemas de saneamiento.

Región	Ciudad	Costos actuales de operación y mantenimiento de los sistemas de saneamiento
I. TJ-TKT	Tijuana, BC	Personal <b>\$1,029,300,000</b> anual Materiales y suministros: <b>\$208,300,000</b> anual Servicios generales: <b>\$2,118,000,000</b> anual
	Tecate, BC	Personal: <b>\$8,749,545</b> anual Energía eléctrica: <b>\$3,043,802</b> anual Mantenimiento: <b>\$2,457,033</b> anual
II. MXL-SON	Mexicali, BC	Costo neto de producción de agua: <b>\$325,797,457</b> anual Costo neto de recolección de aguas residuales: <b>\$348,518,007</b> anual Costo neto de tratamiento de aguas residuales: <b>\$172,824,970</b> anual Costos operativos: <b>\$1,302,774,472</b> anual
	Naco, SO	Personal: <b>\$985,488</b> anual Energía eléctrica: <b>1,942,953</b> anual Mantenimiento: <b>166,737</b> anual
	Nogales, SO	Costo de tratamiento PITAR <b>\$36,910,000</b> anual Costo de tratamiento PTARs <b>\$11,280,000</b> anual
	San Luis Río Colorado, SO	Operación y mantenimiento: <b>\$2,870,000</b> anual
III. CHIH-COAH	Juárez, CH	Administradas por la JMAS total: Operación: <b>\$8,586,000</b> anual Mantenimiento: <b>\$1,560,000</b> anual Energía eléctrica: <b>\$1,943,316</b> anual Concesionadas total: Operación, mantenimiento y energía eléctrica: <b>\$186,073,800</b> anual
	Ojinaga, CH	Los costos actuales de operación y mantenimiento no fueron proporcionados por los Organismos Operadores
	Valle de Juárez, CH	Los costos actuales de operación y mantenimiento no fueron proporcionados por los Organismos Operadores
	Acuña, CO	Operación: <b>\$9,423,120</b> anual Mantenimiento: <b>\$5,108,052</b> anual Energía eléctrica: <b>\$6,872,868</b> anual
	Piedras Negras, CO	Operación: <b>\$18,614,388</b> Mantenimiento: <b>\$8,400,000</b> anual Energía eléctrica: <b>\$6,283,572</b> anual
IV. TAMPS	Nuevo Laredo, TM	Personal: <b>\$29,075,145</b> anual Energía: <b>\$19,774,485</b> anual Materiales, químicos y generales <b>\$9,593,652</b> anual
	Matamoros, TM	Materiales y químicos: <b>\$20,010,000</b> anual
	Reynosa, TM	Consumo energía eléctrica: <b>\$11,190,000</b> anual
	Frontera Chica, TM	Materiales, químicos y generales <b>\$6,304,339</b> anual Energía eléctrica <b>\$646,065</b> anual

Elaboración propia.

### 1.1.4.4 Tarifas e información financiera de los Organismos de Agua y Saneamiento.

En este apartado observamos el esquema tarifario que utilizan los Organismos Operadores, considerando que la mayoría de las comunidades pertenecen al tipo de usuario doméstico con micromedición. En la tabla 24 se muestra la tarifa de consumo por metro cúbico, considerando costo por excedente a 30 metros cúbicos; para los que no cuenten con micromedidor en su toma domiciliaria, se aplican cuotas fijas mensuales, dependiendo del tipo de usuario.

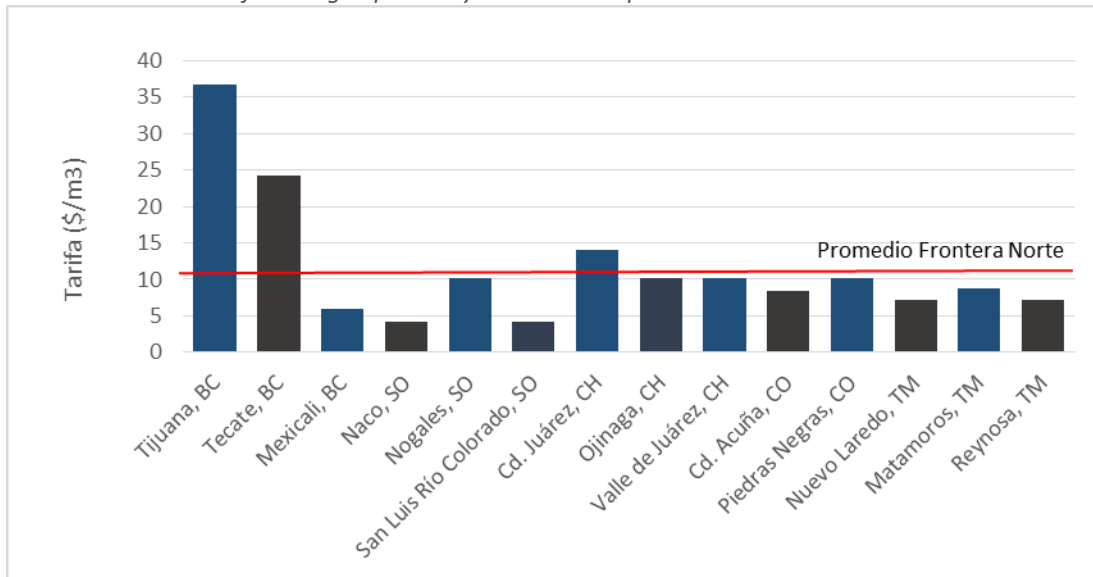
Es importante señalar que aun cuando se reflejan tarifas más altas (residenciales, comerciales), existen rangos domésticos, denominados medios o populares, donde se encuentran diferentes porcentajes de la población a los que se les otorgan diferentes tipos de subsidios; para el caso se consideró el costo doméstico con fines comparativos.

Tabla 24. Tarifas e información de los Organismos de Agua y Saneamiento.

Región	Ciudad	Tarifas por el excedente de 30 m <sup>3</sup>
I. TJ-TKT	Tijuana, BC	\$36.54
	Tecate, BC	\$24.31
II. MXL-SON	Mexicali, BC	\$5.90
	Naco, SO	\$4.24
	Nogales, SO	\$10.23
	San Luis Río Colorado, SO	\$4.16
III. CHIH-COAH	Juárez, CH	\$14.00
	Ojinaga, CH	\$10.25
	Valle de Juárez, CH	\$10.23
	Acuña, CO	\$8.50
	Piedras Negras, CO	\$10.11
IV. TAMPS	Nuevo Laredo, TM	\$7.11
	Matamoros, TM	\$8.83
	Reynosa, TM	\$7.21
	Frontera Chica, TM	\$6.58

Elaboración propia.

Ilustración 19. Tarifas de agua potable y saneamiento para uso doméstico.



Elaboración propia.

### 1.2 Diagnóstico de la infraestructura de los sistemas de saneamiento.

Con la información recopilada, y los recorridos de campo, se elaboró un diagnóstico de las condiciones actuales de la infraestructura de los sistemas de saneamiento de las distintas ciudades fronterizas en estudio, así como de su operación. Se identificó el estado actual y la problemática de los distintos sistemas de saneamiento, particularmente de descargas no controladas o derrames hacia cuerpos binacionales. Para lo anterior se realizó una revisión especial de los escurrimientos pluviales en el funcionamiento de la infraestructura de drenaje sanitario, ya que su impacto puede ser muchas veces perjudicial y requiere de atención para mitigar dichos efectos negativos.

El análisis descrito se realizó con la finalidad de proponer la reasignación o ampliación de capacidades de captación, regulación o bombeo, si fuera necesario, considerando la planificación en cada sistema; además, se realizó un análisis de las proyecciones de crecimiento previstas en los Planes Municipales de Desarrollo y en el Consejo Nacional de Población (CONAPO).





## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

En los apartados siguientes se encuentra la descripción de la infraestructura de saneamiento, con un indicador que permite clasificar su estado actual con un sistema tipo semáforo; asimismo, se revisaron los manuales y políticas de operación, los costos de operación y mantenimiento y las capacidades financieras de los Organismos, con la finalidad de determinar las necesidades de la infraestructura de saneamiento y la aplicabilidad de las posibles soluciones.

### 1.2.1 Estado actual de la infraestructura de saneamiento.

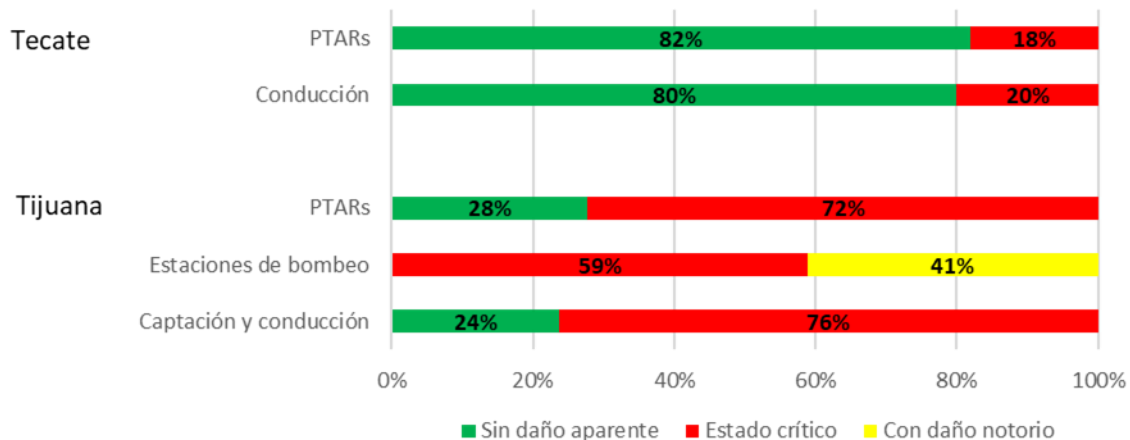
La técnica del semáforo permite, de una forma rápida y clara, el seguimiento del estado de la infraestructura de saneamiento; además, esta metodología, al representarse en forma gráfica, posibilita que los resultados se interpreten de una manera más fácil, identificando los casos más críticos y que requieren de una intervención inmediata para su adecuado funcionamiento.

En las siguientes ilustraciones se muestran, de una manera esquemática, los elementos principales del sistema de saneamiento y el indicador por medio del semáforo para cada ciudad. La mayor parte de la infraestructura de saneamiento de las localidades se encuentra muy deteriorada por haber rebasado su vida útil, lo que representa en casi todos sus elementos necesidad de intervención inmediata, dado que significa un riesgo para la salud pública y el medio ambiente.

Los colectores representan el mayor porcentaje de infraestructura con daños severos, debido a la antigüedad de los proyectos y al poco mantenimiento que estos han recibido; Tijuana, BC, requiere de intervención inmediata para la sustitución de tubería, ya que el 76 % de su red se encuentra en estado crítico; de igual manera, con alto porcentaje de daño en colectores, están los municipios de Naco, SO.; Juárez, CH.; Valle de Juárez, CH.; Ojinaga, CH.; Acuña, CO.; Piedras Negras, CO.; Frontera Chica, TM., y Nuevo Laredo, TM, este último con el 70 % de su infraestructura severamente dañada.

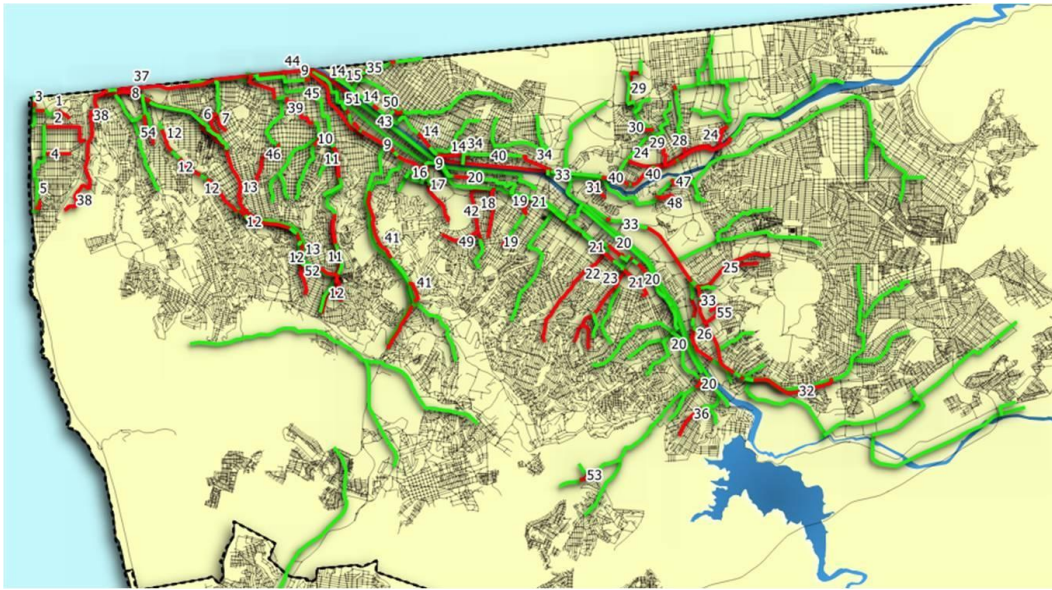
Las siguientes ilustraciones indican el estado actual de la infraestructura de cada ciudad en estudio, complementado con el mapa que permite apreciar las zonas de las regiones con daños severos o notorios.

*Ilustración 20. Estado actual de la infraestructura Región I.*



Elaboración propia.

Ilustración 21. Ubicación del estado actual de la red primaria de alcantarillado, Tijuana, BC.



Elaboración propia.

Ilustración 22. Plano de ubicación de colectores en mal estado, Tecate, BC.

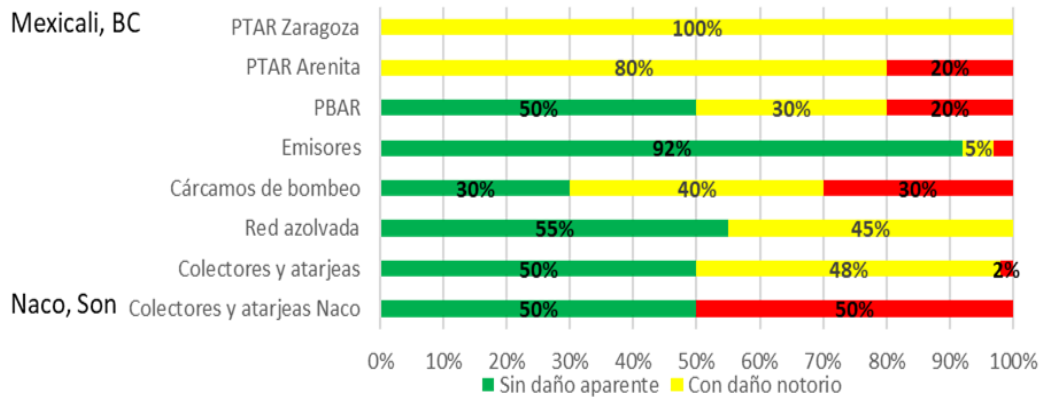


Elaboración propia.



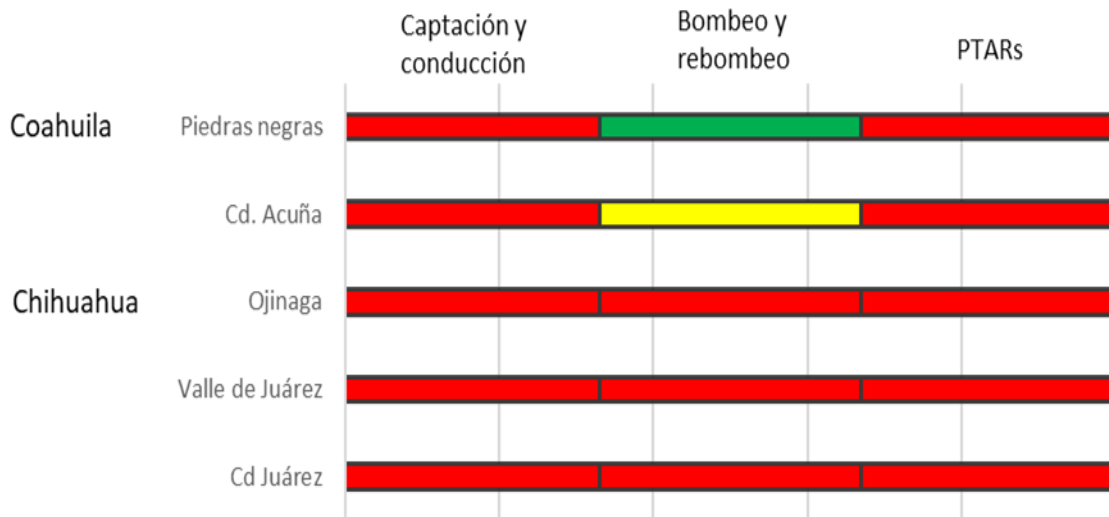
## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 23. Estado actual de la infraestructura Región II.



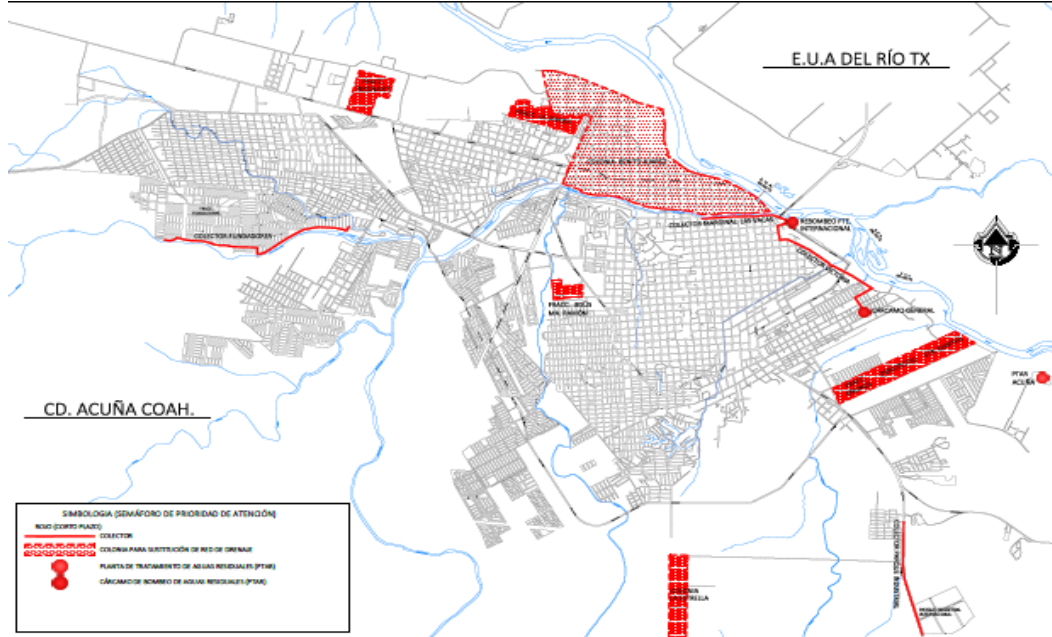
Elaboración propia.

Ilustración 24. Estado actual de la infraestructura Región III.



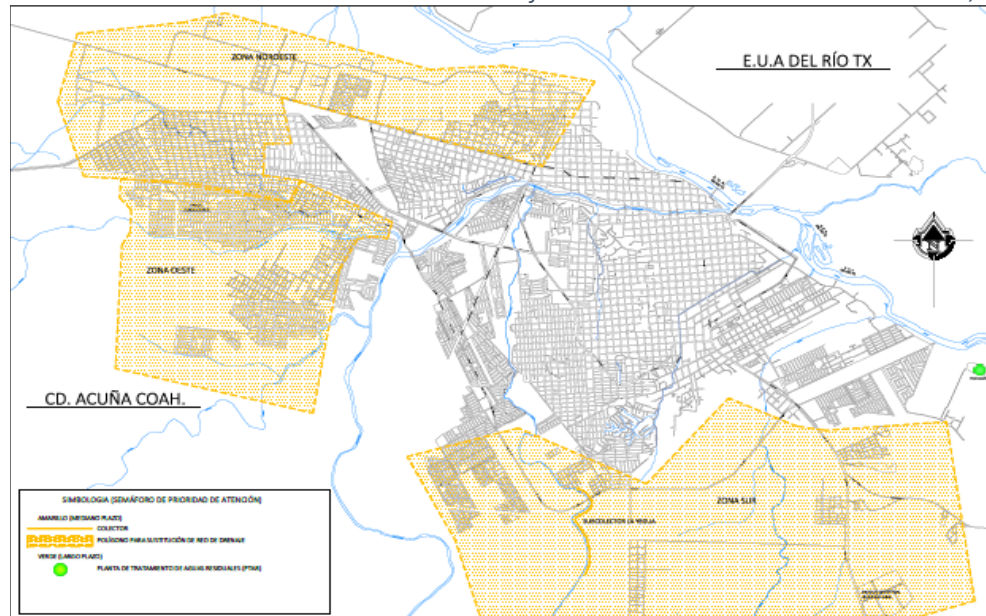
Elaboración propia.

Ilustración 25. Ubicación de infraestructura actual de saneamiento con daño severo, Acuña, CO.



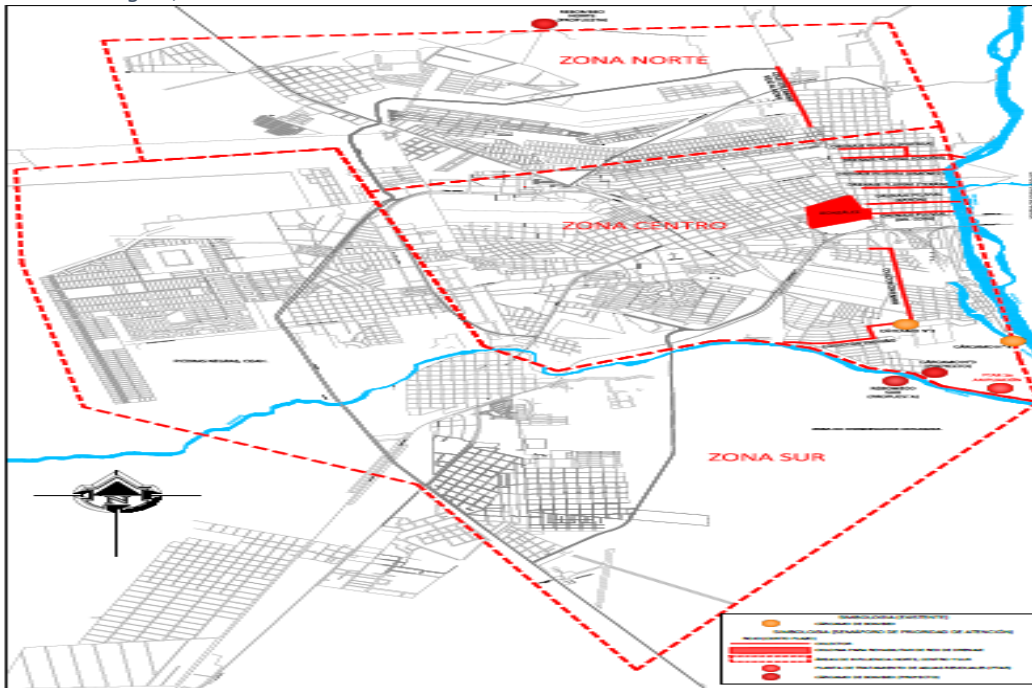
Elaboración propia.

Ilustración 26. Ubicación del estado actual de la infraestructura con daño notorio en Acuña, CO.



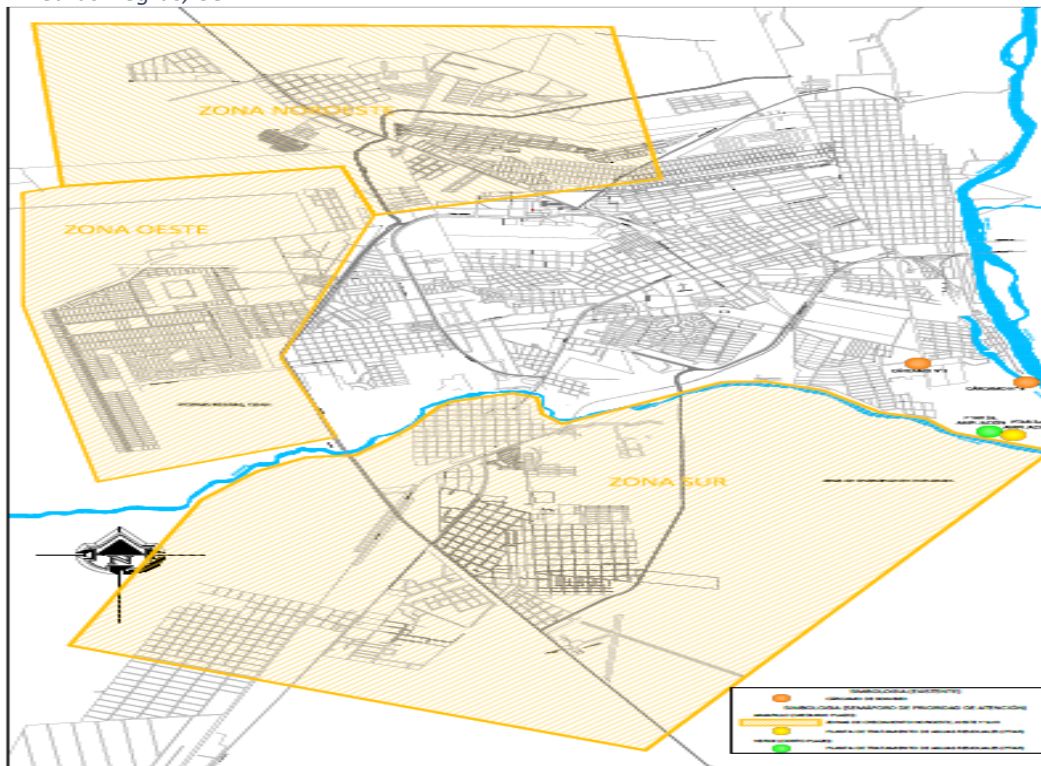
Elaboración propia.

Ilustración 27. Ubicación del estado actual de la infraestructura de saneamiento con daño severo en Piedras Negras, CO.



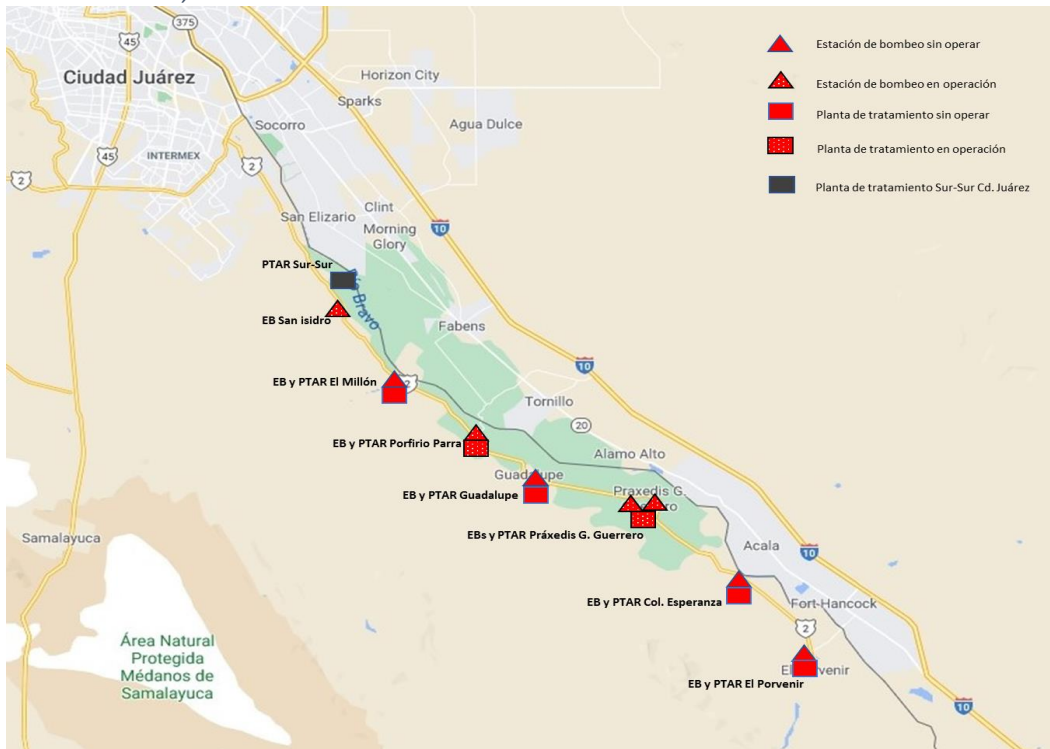
Elaboración propia.

Ilustración 28. Ubicación del estado actual de la infraestructura de saneamiento con daño notorio en Piedras Negras, CO.



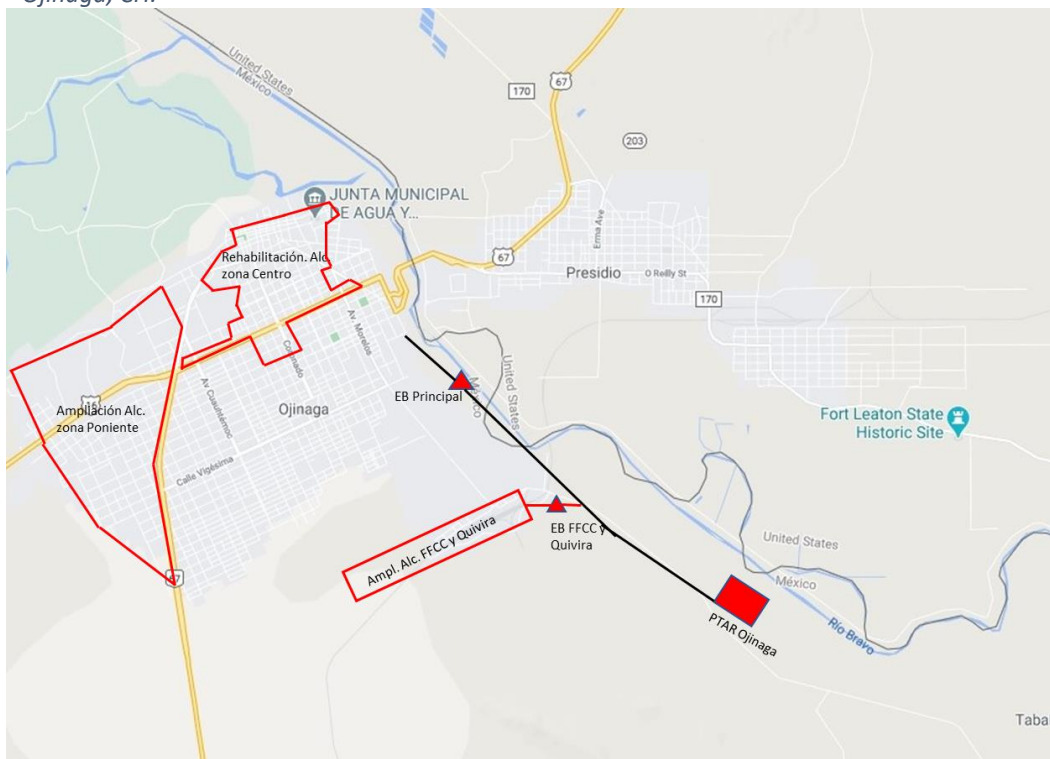
Elaboración propia.

Ilustración 29. Ubicación del estado actual de la infraestructura de saneamiento con daño severo en Valle de Juárez, CH.



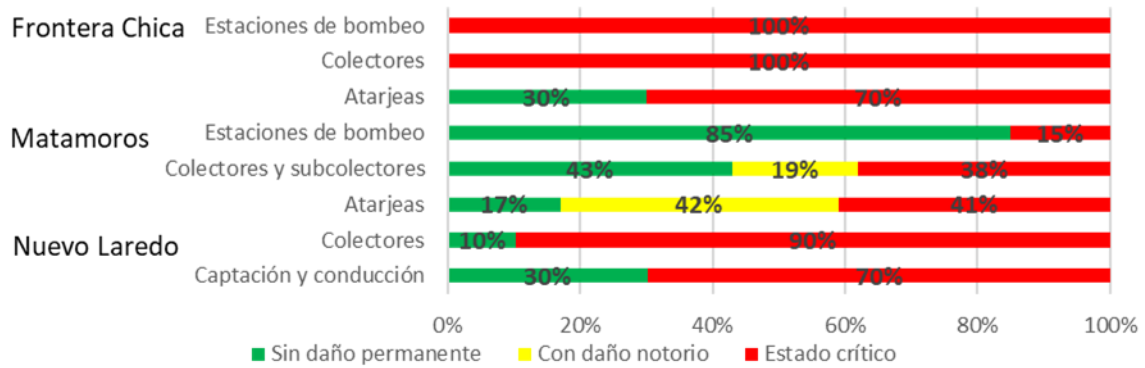
Elaboración propia.

Ilustración 30. Ubicación del estado actual de la infraestructura de saneamiento con daño severo, Ojinaga, CH.



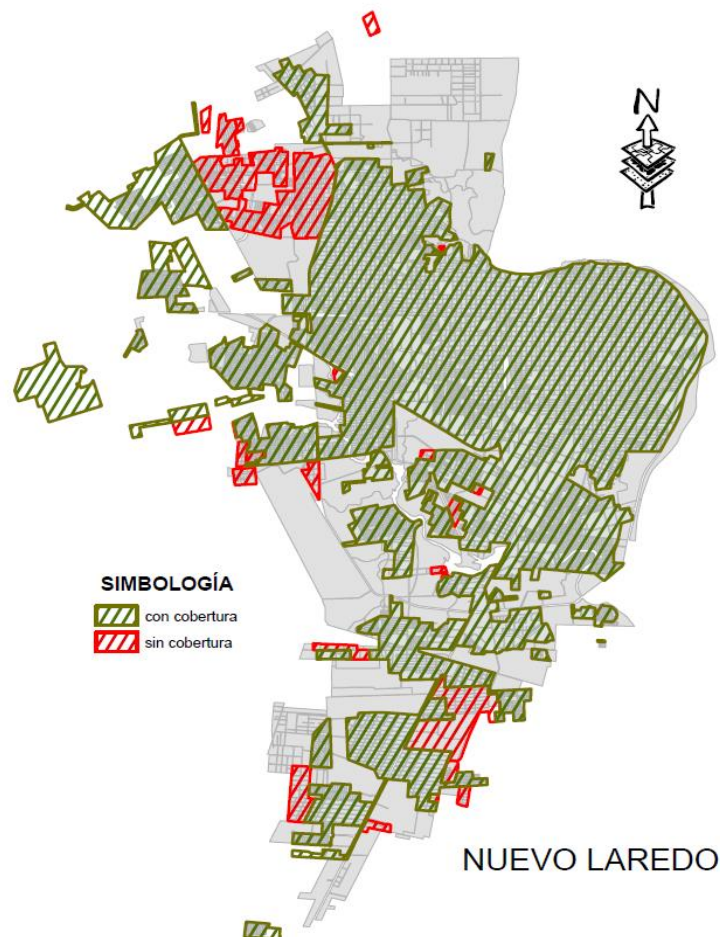
Elaboración propia.

Ilustración 31. Estado actual de la infraestructura Región IV.



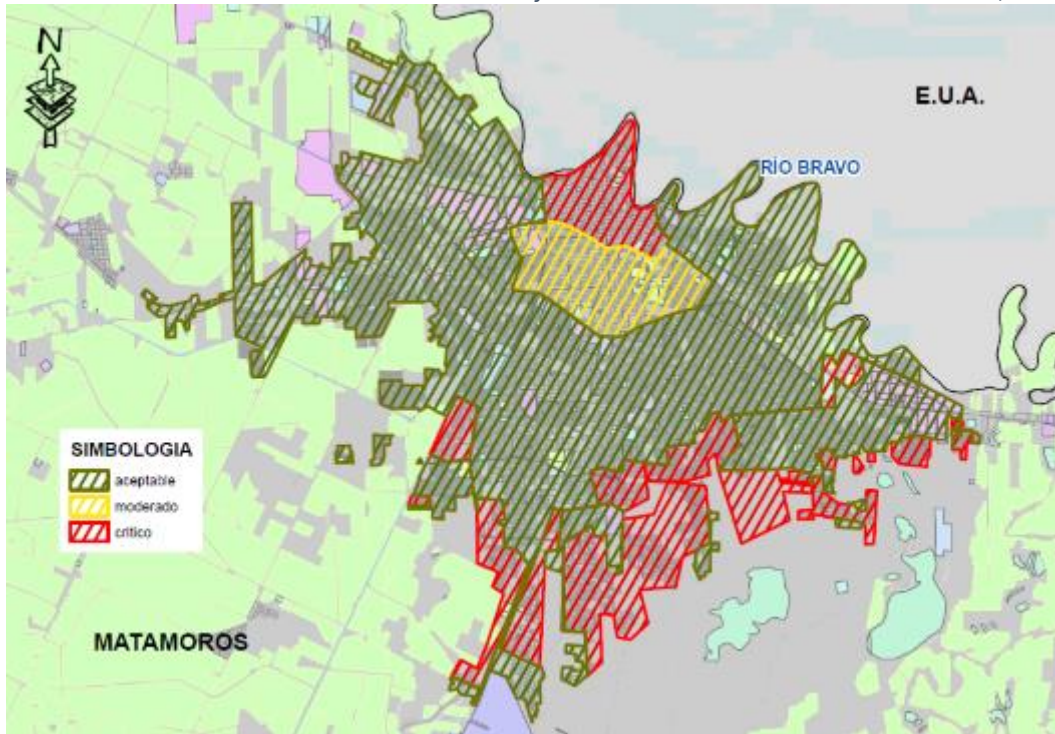
Elaboración propia.

Ilustración 32. Plano de ubicación del estado actual de infraestructura de alcantarillado en Nuevo Laredo, TM.



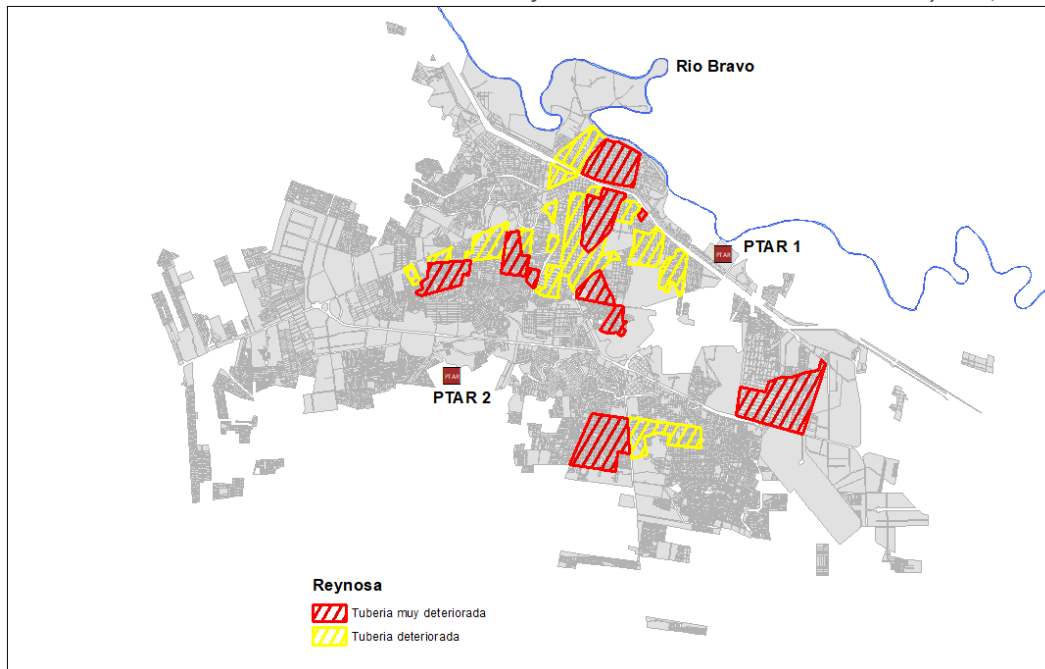
Elaboración propia.

Ilustración 33. Ubicación del estado actual de infraestructura de alcantarillado Matamoros, TM.



Elaboración propia.

Ilustración 34. Ubicación del estado actual de infraestructura de alcantarillado en Reynosa, TM.



Elaboración propia.



Las siguientes imágenes muestran los deterioros que sufre la infraestructura en algunas ciudades fronterizas.

*Ilustración 35. Falta de protección en colector Poniente, colonia Arboledas La Mesa, Tijuana, BC.*



Elaboración propia.

*Ilustración 36. Tuberías colapsadas causan socavones y hundimientos en las calles, Mexicali, BC.*



Elaboración propia.

*Ilustración 37. Laguna Anaerobia mostrando deterioro evidente, Valle de Juárez, CH.*



Elaboración propia.

*Ilustración 38. Subcolector Coyote Alto, calle de Los Pilotos y Mar de Plata, Nuevo Laredo, TM.*



Elaboración propia.



### 1.2.2 Pertinencia de los manuales y políticas de operación.

La importancia de contar con manuales y políticas de operación y mantenimiento en instalaciones de manejo de agua, como las plantas de bombeo y plantas de tratamiento de aguas residuales, radica en diversos beneficios, como son: asegurar la operatividad de los sistemas, alargar la vida útil de los equipos y dar cumplimiento a la normatividad en materia de agua hasta reducir costos de energía. Sin embargo, no es una práctica habitual, lo que pudiera generar accidentes y repercusiones en el entorno social y político, como es el daño a los ecosistemas y a la salud de la población, sin dejar de mencionar los impactos transfronterizos.

La creación de manuales y políticas de operación involucran una responsabilidad compartida entre el que las supervisa o proporciona el recurso y quien las debe de cumplir, de acuerdo con el manual o la política de operación; en este caso, los encargados de operar y mantener los sistemas de recolección, tratamiento de aguas residuales y mantenimiento electromecánico. Contar con un documento o manual, que será usado para operar y mantener, asume la responsabilidad de que los métodos y procedimientos contenidos en ellos sean los más adecuados para la ejecución de las tareas que le conciernen a los operadores y mantenedores, asumiendo, por tanto, la responsabilidad de la idoneidad de que dichos procedimientos permitan la continuidad en la prestación del servicio y el cumplimiento de las normas, por lo que no deberá salirse de los procedimientos allí establecidos.

Es responsabilidad del personal encargado de la operación, así como el de mantenimiento, conservar los manuales actualizados; es muy importante tener en cuenta el nivel de preparación del personal hacia quien están dirigidos, y tener programas de capacitación continuos, asegurarse de su pertinencia, según lo requerido por cada instalación, siendo esta manera el camino seguro para lograr la continuidad de los servicios de saneamiento, sin dejar de mencionar la relación directa con la disponibilidad de recursos económicos, que permitan dar continuidad a los requerimientos inherentes a la operación, mantenimiento y recambio de equipos.

Los Organismos Operadores de Naco, Ojinaga, Valle de Juárez, Acuña, Piedras Negras y algunos municipios de Frontera Chica manifiestan no contar con manuales de operación; tienen lineamientos de carácter operativo; sin embargo, se sugiere la creación y formalización de los manuales.

En cada ciudad se analizaron los manuales y políticas de operación de los Organismos Operadores, resaltando la importancia de contar con ellos de manera clara y oportuna, estableciendo la utilidad de estos, sabiendo con exactitud el personal al que van dirigidos y las actividades que deben de realizar agrupados por proceso. Para mayor detalle, verificar la información en los informes particulares de cada ciudad.

### 1.2.3 Situación sobre derechos de vía y tenencia de la tierra.

Se verificó la documentación legal que ampara las instalaciones de los Organismos Operadores, así como la localización de las redes de saneamiento dentro de vías de comunicación públicas o derechos de vías federales; en el resto de los casos, las propiedades particulares cuentan con los documentos que avalan los permisos correspondientes para su instalación y libre acceso para la operación y mantenimiento.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

No se reportan problemas relacionados con los derechos de vías en alguna ciudad de estudio, así como tampoco de tenencia de la tierra.

Para más detalle se anexan los informes de cada ciudad, en los que manifiestan su situación sobre derechos de vía y tenencia de la tierra.

### 1.2.4 Condiciones de los sitios de descarga y disposición final.

Las condiciones de los sitios de descarga deben ser lugares especialmente seleccionados, diseñados y debidamente autorizados, para evitar la contaminación, daños o riesgos a la salud pública y al medio ambiente.

Los sitios de descarga reportados indican ser en los márgenes de los ríos, sin tener problema para ello; las plantas de tratamiento de Tijuana descargan directamente en algún arroyo que conduce las descargas al río Tijuana o a la costa del Pacífico y algunas se infiltran durante dicho recorrido; los sitios de descarga para las PTAR, que se ubican en el municipio de Tecate, son los ríos o arroyos con los que colinda; para la PTAR Tecate es el río del mismo nombre; este río es del tipo intermitente, se introduce a EE. UU. en una sección donde se une con el río Lower Cottonwood, para posteriormente cambiar de nombre a río Alamar, ya en el territorio mexicano, y unirse con el río Tijuana; la disposición final es el océano Pacífico.

El sitio ubicado en la zona denominada “Las Arenitas”, en Mexicali, se localiza a 26 km al sur de la PBAR 4, a un costado de la carretera Mexicali-San Felipe; tiene un área de 605 hectáreas suficientes para las necesidades y requerimientos de la PTAR; en los alrededores no existe población y el terreno que la rodea no tiene algún uso, y el tipo de vegetación es matorral conocido como chamizo. El efluente puede ser aprovechado en diferentes usos o ser descargado al río Hardy.

Los sistemas de tratamiento en las condiciones actuales, en el municipio de Naco, prácticamente operan como sistemas cerrados, ya que no cuentan con infraestructura de descarga, no se tienen efluentes que puedan ser reutilizados en la agricultura o dispuestos hacia algún cuerpo receptor o terreno de infiltración, ya sea de propiedad nacional, particular, ejidal o comunitario.

Para el municipio de Nogales, la planta de tratamiento de aguas Residuales Los Alisos se ubica a 25 km al sur de la línea fronteriza, y la selección, tanto del sitio como de la capacidad y tipo de tratamiento, fueron recomendados a través de diversos estudios previos a su construcción, entre los cuales se destaca el Plan Maestro y la Ingeniería Básica; en San Luis Río Colorado los terrenos donde se ubica la PTAR están en una amplia zona, despejada de construcciones y poblaciones cercanas, y se dispone de la superficie necesaria y suficiente para operar el sistema; el agua residual tratada está recargando el acuífero debajo de la planta.

Los municipios de Juárez, Ojinaga y Valle de Juárez descargan después del tratamiento al río Bravo, sin tener problemas para ello; en Piedras Negras y Acuña la descarga se hace directamente a la margen derecha del río Bravo, ambos con permisos de descarga; el lodo se emplea como material de cobertura.

Nuevo Laredo y algunos municipios de Frontera Chica descargan al río Bravo; actualmente las condiciones de los sitios de descarga no presentan problemas y operan aceptablemente; Matamoros y Reynosa no registran inconvenientes en los sitios de descarga. Para verificar la información se anexan los informes particulares de cada ciudad para más detalle.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

### 1.2.5 Costos actuales de operación y mantenimiento.

Los costos de operación y mantenimiento de una planta de tratamiento nos permiten visualizar de manera rápida el buen desempeño de los procesos de tratamiento de las aguas residuales, así como observar los impactos que tiene en la economía de escala para la toma de decisiones. Los factores que determinan los costos de operación y mantenimiento de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales están asociados a la complejidad de la tecnología utilizada (grado de automatización), así como al tamaño de la planta.

En la tabla siguiente se muestran los costos de operación y mantenimiento de las principales plantas de tratamiento, los cuales fueron proporcionados por los Organismos Operadores; estos costos se encuentran actualizados al año 2019.

Tabla 25. Costos de operación y mantenimiento.

Región	Ciudad	Nombre de la PTAR	Costo \$/m <sup>3</sup>
I. TJ-TKT	Tijuana, BC	PITAR (Operada por la CILA USA)	2.22
		San Antonio de los Buenos (SAB)	1.75
		José Arturo Herrera Solís	4.66
		La Morita	3.67
		Natura I	5.90
		Santa Fe	6.26
		San Antonio del Mar	11.36
		Pórticos de San Antonio	11.76
		San Pedro	27.83
		Villa Del Prado	6.54
		Las Maravillas	2.34
	Los Valles	6.51	
	Playas de Rosarito, BC	Rosarito I	4.78
		Rosarito Norte	13.55
		Puerto Nuevo	19.51
Vista Marina		87.65	
Tecate, BC	Tecate	4.04	
	El Hongo	8.78	
II. MXL-SON	Mexicali, BC	Costo unitario recolección de aguas residuales:	4.88
		Costo unitario tratamiento de aguas residuales:	2.71
		Costo total unitario:	7.59
	Naco, SO	Monto del costo de energía eléctrica:	3.60
		Monto del costo de personal:	1.84
Nogales, SO	Monto del costo operativo (mantenimiento, E.E, personal)	5.80	
	PITAR Arizona	2.05	
San Luis Río Colorado, SO	PTAR Alisos	1.93	
III. CHIH-COAH	Juárez, CH	O&M PTAR SLRC (2019)	0.57
		Anapra	8.92
		Norte	1.7
		Sur	2.0
		Sur-Sur	1.7
	Laguna de Patos	8.26	
	Ojinaga, CH	Los costos no fueron proporcionados por el Organismo Operador.	s/d
Valle de Juárez, CH	Los costos no fueron proporcionados por el Organismo Operador.	s/d	
IV. TAMPS	Acuña, CO	Acuña	1.03
	Piedras Negras, CO	Piedras Negras	1.18
	Nuevo Laredo, TM	Promedio	1.71
	Matamoros, TM	Promedio	1.45*
	Reynosa, TM	Promedio	0.76*
	Frontera Chica, TM	Promedio	1.17*

Elaboración propia.



### 1.2.6 Capacidades financieras de los Organismos.

El Organismo Operador de Tijuana presenta una tendencia inestable en el resultado de los ejercicios financieros de los últimos 15 años. Cerca del 96 % de los ingresos son por concepto de derechos que incluyen servicio de agua, tomas y descargas, saneamiento, recargos, multas y otros. De la deuda pública que sostiene el Organismo Operador, el 57 % tiene como aval solidario al Estado; el 43 % de la deuda vence el año 2030, 12 % el 2034, y 45 % el año 2035.

El Organismo Operador de Tecate presenta una tendencia inestable en el resultado de los ejercicios financieros de los últimos 10 años, cerca del 94 % de los ingresos son por concepto de derechos que incluyen servicio de agua, tomas y descargas, saneamiento, recargos, multas y otros; los ingresos no son tan dinámicos para garantizar la estabilidad financiera. En el rubro de egresos el Organismo Operador tiene una alta sensibilidad al comportamiento de la tarifa eléctrica, en especial la utilizada para la conducción del agua en bloque desde Mexicali, BC.

Por otra parte, al Fitch Ratings-Monterrey, con fecha 07 octubre del 2019 subió la calificación nacional de largo plazo de la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Mexicali (CESPM), calificándola como con perspectiva crediticia estable; se evalúa como rango medio la legitimidad del ingreso y el riesgo operativo. También contempla el perfil financiero como débil, el cual toma en cuenta la combinación del perfil de apalancamiento y el de liquidez. Además, la ausencia de riesgos asimétricos contingentes.

La capacidad financiera del OOMAPAS Naco es muy limitada, ya que opera con déficit presupuestal; sus ingresos en el 2019 fueron de \$3,185,644, y los egresos totales \$4,059,877; en el municipio de Nogales actualmente el Organismo opera con un importante déficit presupuestal, ya que los ingresos al 2019 fueron de 338.21 mdp y los egresos fueron de 360.35 mdp, es decir el déficit directo fue de 22.14 mdp; para finalizar con Sonora, en junio del 2017 la calificadora Fitch Ratings-Monterrey ratificó la calificación a la calidad crediticia del Organismo Operador Municipal de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (OOMAPAS) de San Luis Río Colorado, como una entidad de perspectiva crediticia estable, en el ejercicio 2019; los ingresos totales del Organismo fueron de 196.04 mdp, mientras los egresos fueron por 197.01 mdp en inversiones, lo que deja un balance negativo de 0.97 mdp.

La capacidad financiera del Organismo Operador de Ojinaga es baja; aun cuando puede solventar los gastos corrientes y de operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento, presenta una recaudación de baja a media, lo que lo hace vulnerable en este aspecto, con una capacidad de endeudamiento baja. De la misma manera, en el Organismo Operador de Valle de Juárez la capacidad financiera es muy baja, pudiendo apenas cumplir con lo básico de operación de los sistemas de agua potable y alcantarillado; sin embargo, dependen totalmente del apoyo técnico y financiero de la Junta Central de Agua y Saneamiento de Chihuahua (JCAS); la recaudación es de baja a media, y en ocasiones hace uso de subsidios, por parte de la misma JCAS, para solventar sus compromisos operacionales en la región.

Respecto a Nuevo Laredo, se tiene un ingreso de 456.80 mdp que, menos el total de egresos por 417.36 mdp, da como resultado el saldo de caja operacional de 39.44 mdp; sin embargo, a esta cifra se le resta el pago de créditos y se obtiene la cantidad de 37.32 mdp, que en este caso en particular son los remanentes del ejercicio representados en el balance general, lo cual indica que la COMAPA del municipio de Nuevo Laredo trabaja con cifras positivas en su operatividad y tiene capacidad



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

financiera para soportar el financiamiento acorde a sus números presentados; la COMAPA de Reynosa indica que la facturación anual por los servicios que presta fue de 882.33 mdp, y el importe de lo recaudado fue de 674.43 mdp. Por otra parte, los egresos del mismo periodo fueron por un importe de 608.62 mdp, por lo que tuvo un saldo de 65.81 mdp, cantidad insuficiente para hacer frente a las necesidades de obras de rehabilitación o construcción de la infraestructura.

Con base en lo anterior, los Organismos se pueden clasificar con capacidad financiera baja, como los son Naco y Nogales, SO; Ojinaga, CH; Valle de Juárez y Reynosa, TM, los cuales no tienen la capacidad financiera para llevar a cabo proyectos de inversiones importantes con recursos propios; esto implica que cuando los costos totales necesarios para su ejecución no pueden ser recuperados mediante tarifas o precios para los servicios que el proyecto necesita, se requiere de subsidios gubernamentales para su realización; por tanto, el Organismo requiere recursos fiscales, que cada vez son más escasos. Esta condición impera en muchos de los Organismos medianos y pequeños donde los gastos de operatividad son tan grandes que limitan sus posibilidades de inversión.

Los municipios con capacidad financiera estable son Mexicali, BC; San Luis Río Colorado, SO.; Acuña, CO; Piedras Negras, CO, y Nuevo Laredo, TM.; por último, los Organismos que se consideran inestables financieramente son Tijuana y Tecate, en Baja California.

### 1.2.7 Situación de los Organismos Operadores.

Como parte del análisis de la capacidad de los operadores para hacerse cargo de la operación de los sistemas de saneamiento, es importante revisar su situación general. Para ello se hizo un análisis basado en la información que reportan al Programa de Indicadores de Organismos Operadores (PIGOO) del IMTA. Aunque la información disponible en el PIGOO corresponde al año 2017, y no se encuentran todos los datos de los Organismos en estudio, sí nos dan una visión general de la situación de estos sistemas<sup>1</sup>.

Las siguientes ilustraciones muestra la tendencia de los años recientes en los sistemas que han reportado información de manera más consistente.

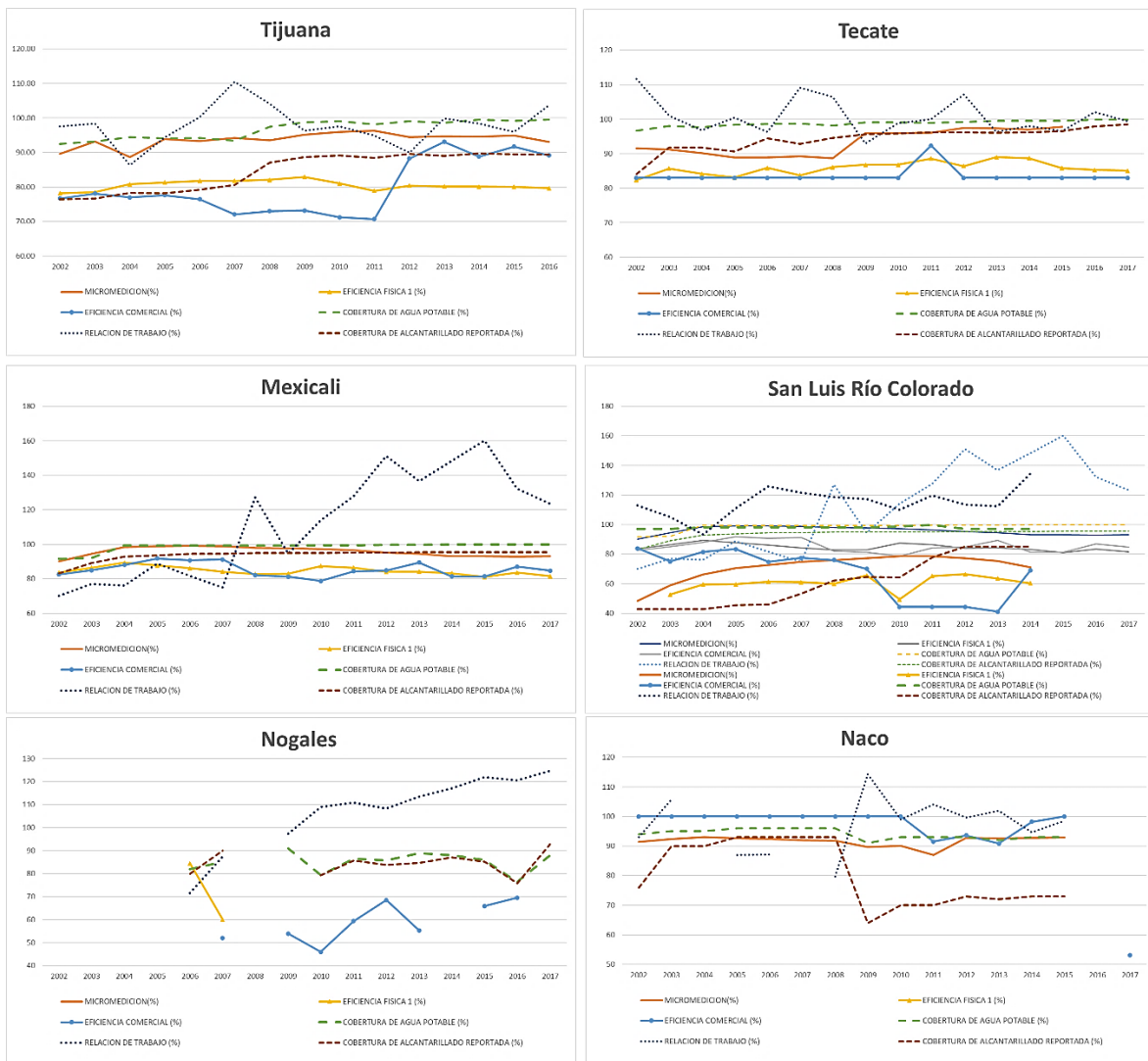
---

<sup>1</sup> No hay datos de San Luis Río Colorado, Valle de Juárez, Nuevo Laredo y Frontera Chica. La información de Tijuana y Reynosa es del 2016; el resto del 2017. Algunos operadores reportaron datos incompletos. La información de PIGOO no es auditada ni verificada.



# COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 39. Tendencias en los indicadores de Organismos Operadores de la región (1/2).



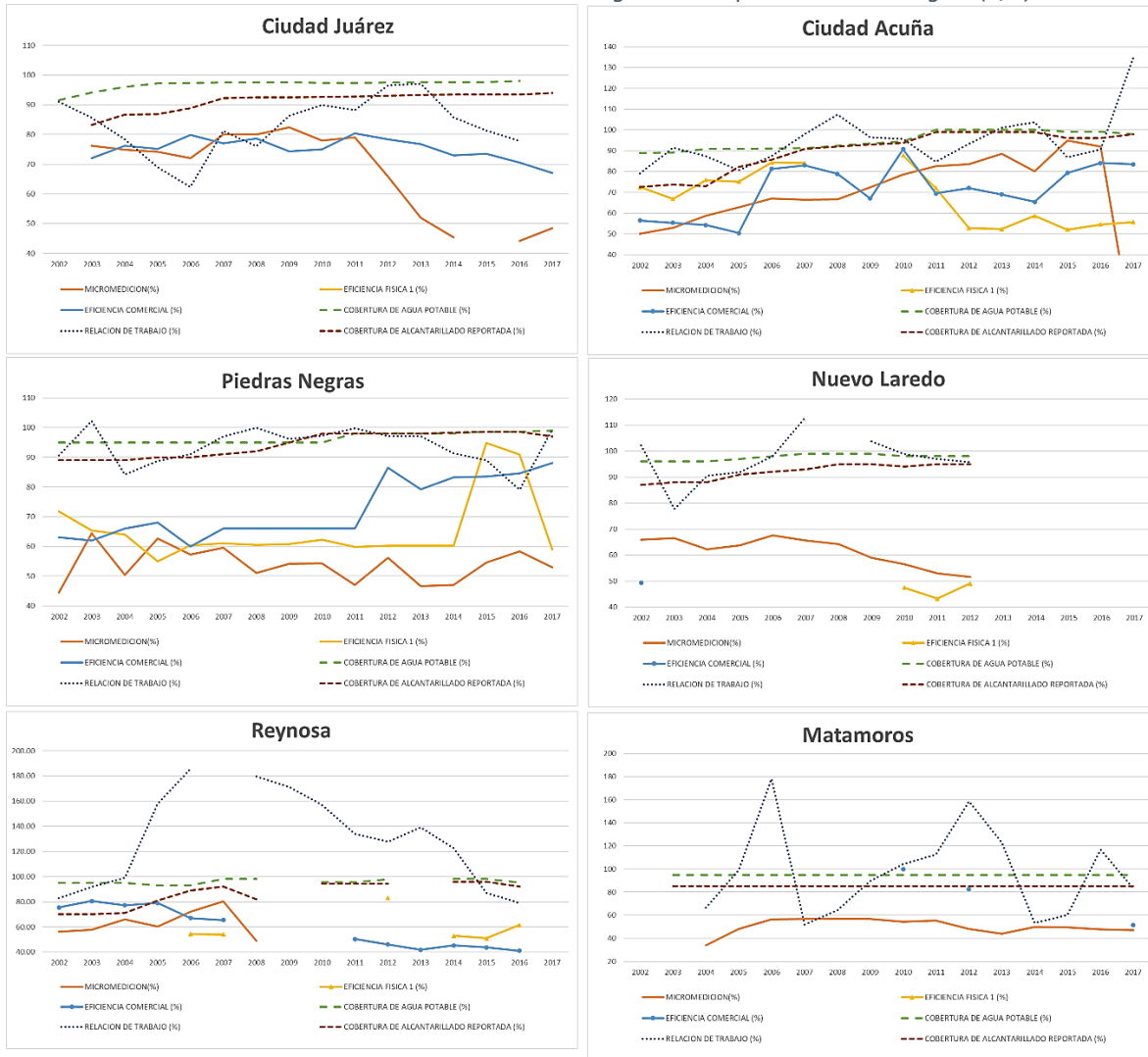
Elaboración propia.





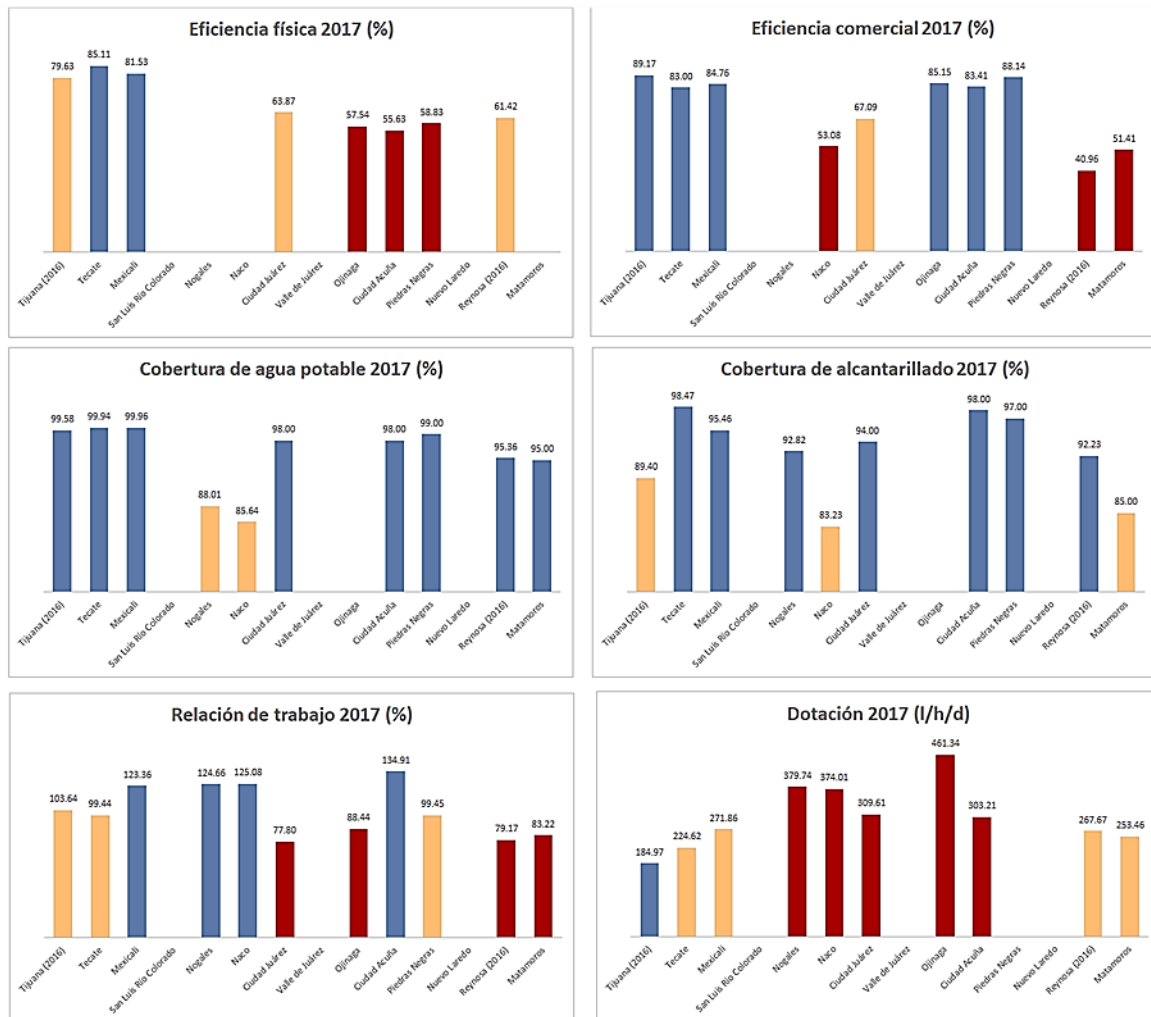
# COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 40. Tendencias en los indicadores de Organismos Operadores de la región (2/2).



Elaboración propia.

Ilustración 41. Indicadores de los Organismos Operadores en estudio.



Elaboración propia con base en datos del PIGOO-IMTA. [http://pigoo.imta.mx/Informes/Formatos\\_Pigoo/BasePIGOO2018.csv](http://pigoo.imta.mx/Informes/Formatos_Pigoo/BasePIGOO2018.csv)

Los principales rasgos de los sistemas son:

- Con excepción de Nogales, que reportó sólo 33.4 % de las tomas con **servicio continuo**, el resto de los Organismos reportaron altos niveles de continuidad.
- Los operadores que reportaron manifestaron tener su **padrón de usuarios** actualizado, excepto Nogales que reportó 78.9 %.
- Sólo cuatro manifestaron tener 100 % de **macromedición**. Nogales y Ciudad Juárez reportaron poco menos de 70 %.
- Sólo Tijuana y Mexicali indicaron tener niveles de **micromedición** encima del 90 %. Ciudad Juárez y Piedras Negras cerca de 50 %. Reynosa, 38.1 % y Nogales 15.7 %.
- Ninguno reportó **pago oportuno** de los usuarios por encima de 60 %. Piedras Negras y Matamoros reportaron cerca del 30 %, y Mexicali 21.4 %.
- Nueve operadores reportan menos de cinco trabajadores por cada 1000 tomas, excepto Matamoros, con 5.6, y Nogales que reportó 10.2.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

- Tijuana, Tecate y Mexicali reportan **eficiencia física** cercana o superior al 80 %; otros cinco operadores notificaron cerca de 60 %.
- Seis operadores señalaron **eficiencia comercial** por encima del 80 %. Naco, Reynosa y Matamoros reportaron cerca o por debajo de 50 %.
- Sólo Nogales y Naco reportaron coberturas de agua potable por debajo del 90 %.
- Tijuana, Naco y Matamoros notificaron coberturas de alcantarillado inferiores al 90 %. Sólo Tecate, Mexicali, Ciudad Acuña y Reynosa reportaron por encima de 95 %.
- Ciudad Juárez, Ojinaga, Reynosa y Matamoros informaron que sus ingresos brutos no cubren sus gastos totales (excluyendo depreciación y pago de deuda), con valores inferiores al 100 % en su “relación de trabajo” (*working ratio*). Tijuana, Tecate y Piedras Negras señalan valores cercanos al 100 %. Mexicali, Nogales, Naco y Ciudad Acuña reportan por encima de 120 % de ingresos contra gastos.

Puede decirse, en general, que los Organismos en estudio presentan importantes retos de cobertura, eficiencia física o comercial. Llama la atención la elevada morosidad y eficiencia física de la mayoría. De acuerdo con lo reportado, la mayoría tiene un equilibrio precario. Tijuana y Tecate muestran el mejor desempeño general; Reynosa y Ciudad Juárez tienen un desempeño intermedio, con importantes áreas de mejora potencial. La generalidad muestra una debilidad estructural para hacerse cargo de las inversiones y costos operativos del saneamiento.

Por lo anterior, es recomendable que a la par del programa de saneamiento se lleven a cabo o actualicen los diagnósticos y programas de mejora necesarios para dar una mayor solidez empresarial a los Organismos Operadores. O bien, alternativamente, considerar esquemas de construcción y operación de los sistemas de saneamiento que no dependan de manera central de los Organismos Operadores, ya que eso arriesgaría la sostenibilidad del programa.

En la tabla 26 se sintetizan en forma de mapa semáforo los principales indicadores reportados.

Tabla 26. Tabla semáforo de los principales indicadores reportados.

CIUDAD	ENTIDAD FEDERATIVA	TOMAS CON SERVICIO CONTINUO (%)	PADRON DE USUARIOS (%)	MACROMEDICION (%)	MICROMEDICION (%)	VOLUMEN TRATADO (%)	USUARIOS CON PAGO A TIEMPO (%)	EMPLADOS POR CADA MIL TOMAS (NUM)	DOTACION (L/H/D)	EFICIENCIA FISICA-1 (%)	EFICIENCIA COMERCIAL (%)	CONSUMO (L/H/D)	COBERTURA DE AGUA POTABLE (%)	COBERTURA DE ALCANTARILLADO REPORTADA (%)	RELACION DE TRABAJO (%)
1 Tijuana (2016)	BC	100.00	100.00		93.06	98.88	56.63	2.67	184.97	79.63	89.17	147.28	99.58	89.40	103.64
2 Tecate	BC	98.74	98.74	100.00		77.62		4.86	224.62	85.11	83.00	191.16	99.94	98.47	99.44
3 Mexicali	BC	100.00	100.00	100.00	93.07		21.39	3.83	271.86	81.53	84.76	221.64	99.96	95.46	123.36
4 San Luis Río Colorado	SO														
5 Nogales	SO	33.40	78.99	58.46	15.74		54.39	10.18	379.74				88.01	92.82	124.66
6 Naco	SO	100.00	100.00					4.05	374.01		53.08		85.64	83.23	125.08
7 Ciudad Juárez	CH	99.87	99.87	67.89	48.48	66.98	55.30	2.74	309.61	63.87	67.09	197.75	98.00	94.00	77.80
8 Valle de Juárez	CH														
9 Ojinaga	CH	100.00	100.00			42.96		3.50	461.34	57.54	85.15	265.47			88.44
10 Ciudad Acuña	CO	100.00	100.00		0.01		52.21	3.79	303.21	55.63	83.41	168.67	98.00	98.00	134.91
11 Piedras Negras	CO	100.00	100.00		52.93	0.13	31.20	3.86		58.83	88.14		99.00	97.00	99.45
12 Nuevo Laredo	TM														
13 Reynosa (2016)	TM	84.20	100.00	100.00	38.10	89.83	59.93	4.40	267.67	61.42	40.96	164.40	95.36	92.23	79.17
14 Matamoros	TM	100.00	99.92		47.11	17.61	27.63	5.56	253.46		51.41		95.00	85.00	83.22
15 Frontera Chica	TM														

NOTAS  
 - Nvo. Laredo no envía datos desde 2012  
 -San Luis Río Colorado no envía datos desde 2014  
 -Tijuana y Reynosa no enviaron datos en 2017

Valores positivos  
 Áreas de mejora  
 Valores negativos  
 No reportó información

Elaboración propia con base en datos del PIGOO-IMTA. [http://pigoo.imta.mx/Informes/Formatos\\_Pigoo/BasePIGOO2018.csv](http://pigoo.imta.mx/Informes/Formatos_Pigoo/BasePIGOO2018.csv)

## 1.3 Análisis del desarrollo urbano y crecimiento poblacional en la frontera norte.

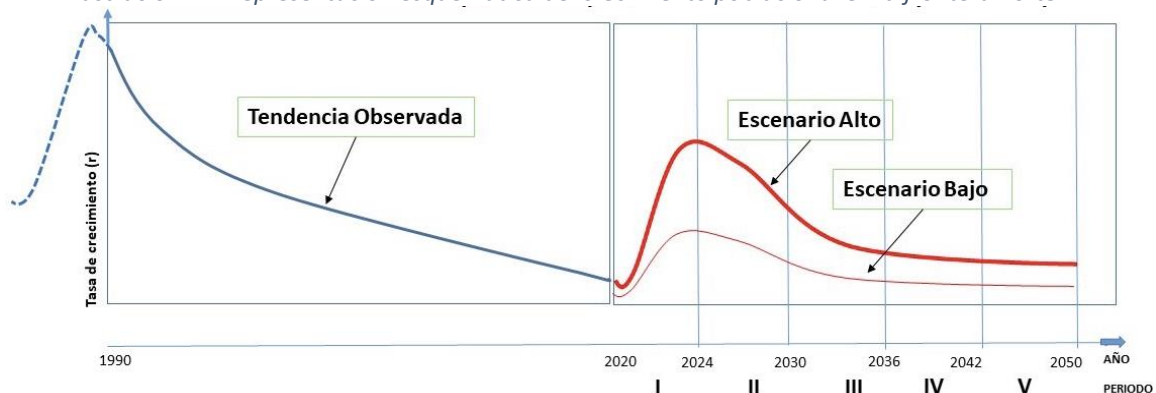
Se realizó un análisis y diagnóstico de desarrollo urbano y del crecimiento de la demanda de saneamiento, determinado por escenarios de crecimiento de población y de expansión urbana para las 15 ciudades que forman parte del Programa de Saneamiento de la Frontera Norte a Nivel Gran Visión.

En el anexo correspondiente se analiza la población y el desarrollo urbano, y se presenta el marco jurídico–legal y administrativo en la materia, y la identificación de los programas o planes de desarrollo urbano (PDU) en sus distintas escalas territoriales, también denominados instrumentos de planeación territorial. A partir del análisis de cada PDU se elaboraron los cuadros síntesis con información oficial, con el objetivo de proporcionar de manera breve y concisa los elementos más relevantes que permitan identificar las políticas públicas para el futuro de las ciudades. Los PDU son documentos con información diversa y compleja, comprenden la visión local de la evolución territorial de la ciudad, sus problemáticas, retos y oportunidades al desarrollo urbano futuro. En el anexo se integrará información con mayor detalle como mapas y cuadros e información estadística clave para la comprensión de las políticas territoriales. Es importante señalar la heterogeneidad en los contenidos de cada PDU, por lo que en algunos cuadros la información es distinta.

Los escenarios de población y expansión urbana, del 2020 al 2050, se estimaron considerando la continuidad de las tendencias determinadas por CONAPO en sus proyecciones al 2030, y en algunos casos al 2050, y se proponen dos casos adicionales que parten del análisis de las ciudades mexicanas de la frontera norte antes del 2020, como se muestra en la ilustración 42.

Para definir los valores de cada una de las ciudades medianas y grandes, en el Escenario Alto T-MEC, se tomaron en cuenta los valores de las tendencias observadas en los últimos años, y para el Escenario Bajo T-MEC se definió cercano a la mitad de los valores de las tasas de crecimiento del EA correspondiente. En el caso de las localidades pequeñas, resultó difícil llevar a cabo escenarios, debido a que cualquier asentamiento nuevo de tipo industrial puede causar grandes impactos en la velocidad de crecimiento de las localidades. Por esta razón, las proyecciones siguen una diferente, pero simple metodología: debido a los valores negativos de tasas de crecimiento de tres localidades se hace la suposición de que todas crecen con una tasa de crecimiento constante de valor del 1.18 % anual, obtenido a partir del promedio de las tasas de las localidades con valores positivos de crecimiento.

Ilustración 42. Representación esquemática del crecimiento poblacional en la frontera norte.



Elaboración propia.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

En la ilustración se observan:

- **Tendencia Observada (TO):** Tendencia de crecimiento demográfico en las 10 ciudades principales de la frontera durante el período 1990-2020.
- **Escenario Alto (EA):** Nunca antes en la historia moderna del país se habían alcanzado niveles tan bajos de desempleo como los observados en el 2020; se supone que con el inicio del TMEC, y entrado el país a la etapa de la “Nueva Realidad” (con bajos índices de contagio del COVID-19), se presente un flujo migratorio hacia las principales ciudades mexicanas de la frontera norte, similar al observado a finales del siglo XX, alcanzando un máximo de valor en el 2024, y de ahí iniciar un descenso similar al observado.
- **Escenario Bajo (EB):** similar en tendencia al Escenario Alto, pero reducida en magnitud.

Como ya se mencionó, pueden revisarse los detalles de estas proyecciones en el anexo correspondiente. Algunas de las ciudades fronterizas de interés como Tijuana, Juárez y Nuevo Laredo, presentan poblaciones altas de gran expansión territorial y demanda de servicios, cuyo crecimiento se explica, en gran parte, por el tipo de migración proveniente de todo México, del Caribe, Centro y Sudamérica, que busca empleo, y por migrantes que al no poder cruzar la frontera permanecen en las ciudades.

Se sugiere que se sigan los resultados del Escenario CONAPO, dado que contiene las tendencias oficiales, sin dejar de observar el comportamiento de las localidades en los siguientes años, de modo que pueda confirmar cuál línea de tendencia se aproxima mejor a la realidad y, de este modo, se destinen los recursos necesarios para la adecuada operación y mantenimiento de los servicios urbanos que estas localidades estratégicas demandarán en términos de la sana relación binacional entre México y Estados Unidos.

Como ejemplo de lo anterior, están las hipótesis planteadas para el crecimiento de las localidades que integran el Valle Juárez y la Frontera Chica, en Chihuahua y Tamaulipas, respectivamente. La población de dichas localidades se ha visto reducida en los últimos diez años, principalmente por problemas relacionados con la inseguridad y el narcotráfico; sin embargo, no son recomendables proyecciones de tendencias negativas, pues se les estaría condenando a su desaparición o abandono total antes del 2050, razón por la cual los escenarios propuestos contemplan migración interna (que podría significar reducción de alguna localidad, pero no de la región). Este enfoque fue considerado en los tres escenarios analizados, es decir, CONAPO, Alta T-MEC y Baja T-MEC.

En caso de que los Gobiernos locales (estatales o municipales) se manifiesten en desacuerdo con estas proyecciones, será necesario realizar un estudio detallado.

Las siguientes recomendaciones se emiten con la finalidad de coadyuvar a la conducción de un crecimiento ordenado de las ciudades y sus servicios de agua potable, drenaje y saneamiento de la frontera norte y de las ciudades mexicanas en general.

1. En primera instancia, se considera muy importante el establecimiento de oficinas de enlace entre las Secretarías/Departamentos de planeación de abastecimiento y distribución de agua potable y saneamiento con los institutos municipales de planeación, para lograr una comunicación constante y en tiempo real sobre los cambios relevantes en las autorizaciones otorgadas hacia nuevos desarrollos urbanos que modifican los usos del suelo y la expansión urbana.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

2. En segundo lugar, se considera pertinente la revisión frecuente de los escenarios futuros de la demanda, para identificar y planificar el uso eficiente del agua y la infraestructura necesaria para el área geográfica en que se está presentando la expansión del desarrollo urbano, para así evitar crisis en la falta de cobertura.
3. Como tercer punto se recomienda implementar estrategias, programas y proyectos de una política pública que apoye las vocaciones actuales y futuras de nuestras ciudades y faciliten directamente su desarrollo, diversificación y crecimiento de sus economías, con infraestructura, equipamiento y servicios urbanos de clase mundial. El principal objetivo debe ser fomentar ciudades competitivas sustentables con una visión social que permitan generar empleos estables para que un mayor número de población pueda acceder a mejores niveles de bienestar y calidad de vida.



## 2 El déficit de saneamiento en la región.

En este capítulo se analizan los volúmenes de agua residual generada por cada ciudad, revisando la capacidad teórica de cada una de las plantas de tratamiento y de la infraestructura primaria de alcantarillado sanitario, así como llevar a cabo una estimación de generación de agua residual para los siguientes 30 años, comparando con ello la capacidad de la infraestructura y proponiendo aquellas mejoras que se requieran para cumplir con los requerimientos técnicos, ambientales y de salud humana, respecto a la recolección, tratamiento y alejamiento de las aguas residuales.

### 2.1 Comparación de capacidad de diseño contra demanda actual y futura.

De acuerdo con la información recopilada en gabinete y levantada en campo, se estimó la capacidad de diseño de los colectores, estaciones de bombeo y plantas de tratamiento contra la demanda actual y futura de la población. La estimación de las capacidades de diseño se contrastó con las capacidades instaladas y operativas para así determinar las necesidades de ampliación o de nueva infraestructura para atender la demanda actual y futura.

Se comparó la capacidad de los colectores, estaciones de bombeo y plantas de tratamiento con las condiciones a que se obliga México en términos del artículo 3 del Tratado de Aguas Internacionales de 1944 sobre los derrames de aguas residuales no tratadas o parcialmente tratadas hacia los ríos internacionales, cauces transfronterizos y aguas costeras, así como a las normas de calidad del agua establecidas.

Para determinar la demanda futura de saneamiento de aguas residuales se realizó un análisis de las proyecciones de crecimiento futuro, previstas en los Planes Municipales de Desarrollo, Planes Maestros, elaborados por los Organismos Operadores, y en cualquier otro documento de planeación aplicable que considerara la proyección de crecimiento de la población. El horizonte de planeación fue de 30 años y se consideraron los volúmenes de aguas residuales generados actualmente, los derechos de agua existentes, las extracciones reales (de acuerdo con los registros), los posibles ajustes en dotaciones y descargas per-cápita, el incremento en el reúso de las aguas residuales tratadas y la disponibilidad actual y futura de agua con base en las predicciones asociadas al cambio climático.

Con la información analizada se infirió el comportamiento de las aportaciones de aguas residuales a los sistemas de saneamiento de las ciudades de interés (con las salvedades estadísticas pertinentes) a 10, 20 y 30 años. En todos los casos se estimó la incertidumbre asociada con las proyecciones/escenarios desarrollados. Estos análisis se extendieron para sugerir las implicaciones de dichos cambios en la formulación de políticas y en la gestión (administración) del recurso hídrico ante los escenarios definidos.

#### 2.1.1 Demanda actual de saneamiento de aguas residuales.

La demanda actual del sistema de saneamiento está dada por el registro de volúmenes de agua residual generada y captada en los indicadores gerenciales de los Organismos Operadores.

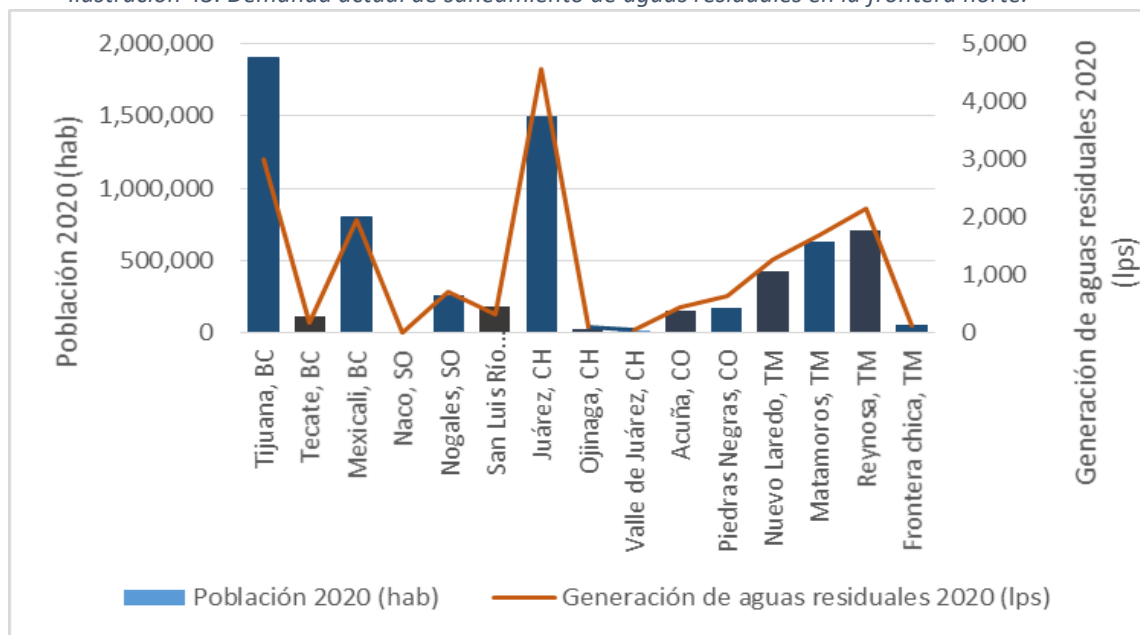
La siguiente tabla muestra la demanda actual de saneamiento de aguas residuales.

Tabla 27. Demanda actual de saneamiento de aguas residuales en la frontera norte.

Región	Ciudad	Población 2020 (hab)	Generación de aguas residuales 2020 (lps)
I. TJ-TKT	Tijuana, BC	1,897,390	2,990
	Tecate, BC	113,857	170
II. MXL-SON	Mexicali, BC	797,360	1,943
	Naco, SO	6,430	19
	Nogales, SO	261,081	713
III. CHIH-COAH	San Luis Río Colorado, SO	186,467	327
	Juárez, CH	1,499,445	4,555
	Ojinaga, CH	30,440	95
	Valle de Juárez, CH	22,197	63
	Acuña, CO	151,265	456
IV. TAMPS	Piedras Negras, CO	168,930	635
	Nuevo Laredo, TM	422,572	1,283
	Matamoros, TM	628,276	1,687
	Reynosa, TM	707,935	2,143
	Frontera Chica, TM	56,187	121

Elaboración propia.

Ilustración 43. Demanda actual de saneamiento de aguas residuales en la frontera norte.



Elaboración propia.

### 2.1.2 Determinación de la demanda futura de saneamiento de aguas residuales.

Para efectos de la determinación de la generación de aguas residuales futuras, con el horizonte del año 2050, se consideró la proyección de CONAPO, tal como se menciona en el subcapítulo 1.3 *Análisis del desarrollo urbano y crecimiento poblacional en la frontera norte*; puesto que son datos provenientes de fuentes oficiales, se tomó como dato base del proyecto.

La siguiente tabla indica la población estimada para el año 2050, así como la demanda futura de saneamiento con base en los resultados obtenidos.





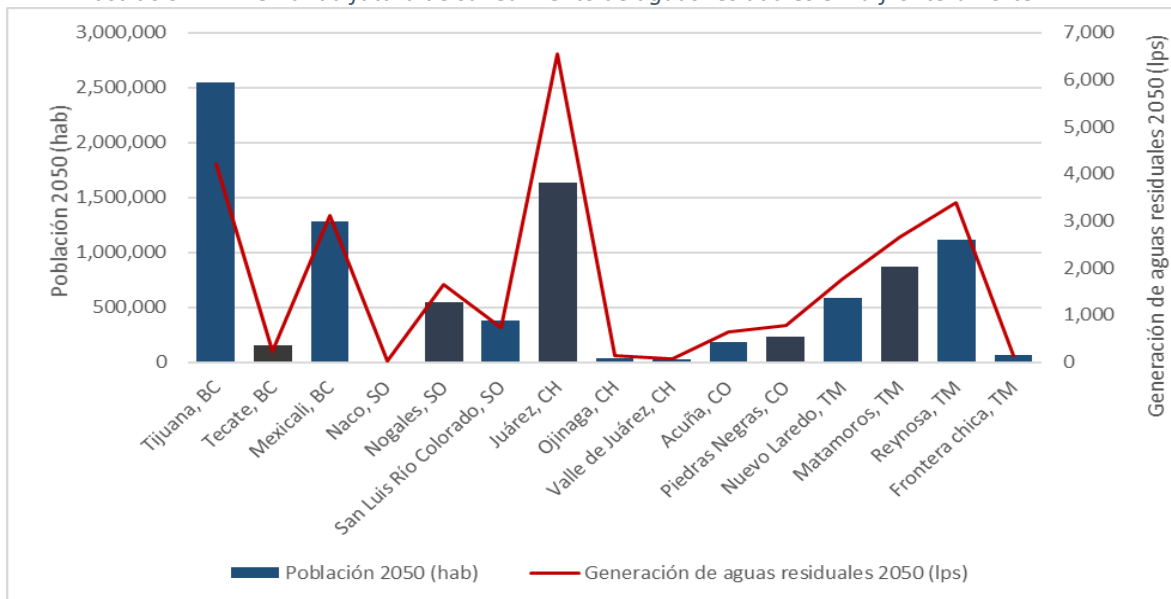
## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 28. Demanda futura de saneamiento de aguas residuales en la frontera norte.

Región	Ciudad	Población 2050 (hab)	Generación de aguas residuales 2050 (lps)
I. TJ-TKT	Tijuana, BC	2,546,441	4,225
	Tecate, BC	150,487	237
II. MXL-SON	Mexicali, BC	1,283,857	3,120
	Naco, SO	9,017	31.19
	Nogales, SO	542,281	1,648
III. CHIH-COAH	San Luis Río Colorado, SO	378,613	737
	Juárez, CH	1,635,492	6555
	Ojinaga, CH	39,250	136
	Valle de Juárez, CH	26,468	76
	Acuña, CO	183,531	637
IV. TAMP	Piedras Negras, CO	226,306	785
	Nuevo Laredo, TM	582,872	1,771
	Matamoros, TM	871,859	2,646
	Reynosa, TM	1,115,063	3,388
	Frontera Chica, TM	64,300	139

Elaboración propia.

Ilustración 44. Demanda futura de saneamiento de aguas residuales en la frontera norte.



Elaboración propia.

### 2.1.3 Comparación demanda actual y futura de conducción de aguas residuales.

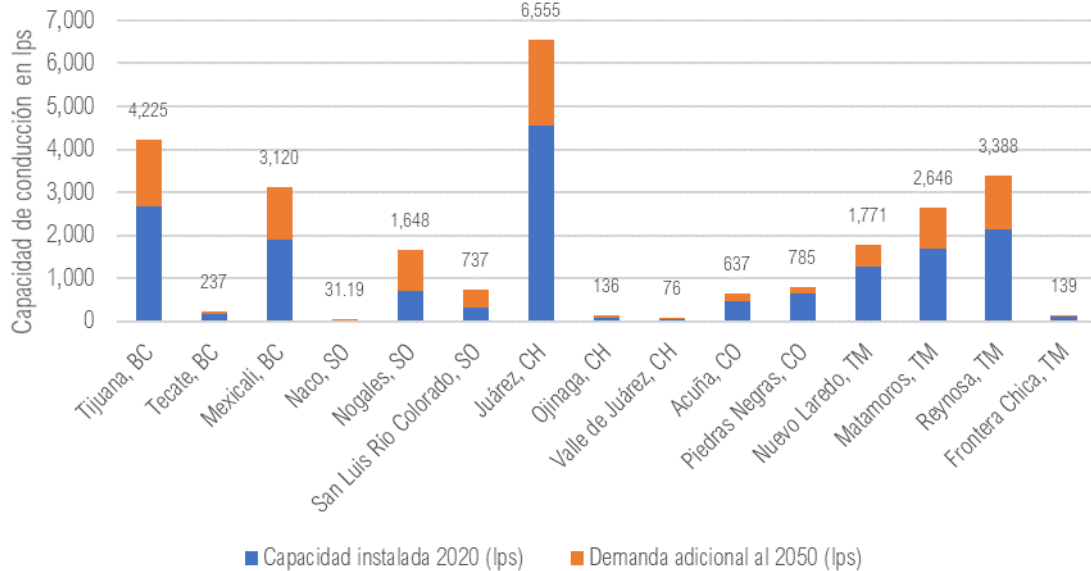
Al margen de atender las zonas de crecimiento futuro en las regiones de la frontera, cuyo crecimiento esperado es paulatino y moderado, el principal problema es sustituir las tuberías antiguas, cuya longitud total es incierta. En términos generales se estima que será necesario ampliar la red principal de drenaje, a fin de atender la demanda del servicio para el 2050.

La ilustración siguiente indica, con base en las aguas residuales recolectadas proyectadas al 2050, si la capacidad es suficiente o presenta un déficit.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 45. Demanda actual y futura de conducción de aguas residuales en redes primarias (colectores principales).



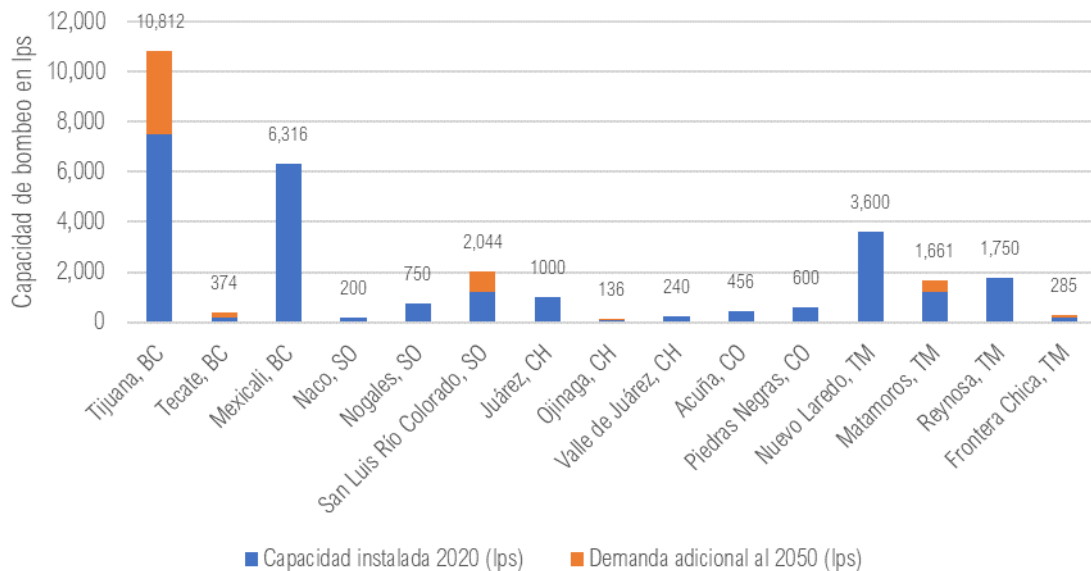
Elaboración propia.

En las ciudades de Tijuana y Tecate se identificaron dos colectores con déficit en su capacidad de captación y conducción, los cuales son Alamar, en Tijuana por 20 lps, y Nopalera, en Tecate, por 179 lps.

### 2.1.4 Comparación demanda actual y futura de bombeo de aguas residuales.

La ilustración indica, con base en la demanda futura de aguas residuales recolectadas proyectadas al 2050, si la capacidad de las estaciones de bombeo es suficiente o presenta un déficit.

Ilustración 46. Demanda actual y futura de bombeo (en estaciones de bombeo principales).



Elaboración propia.



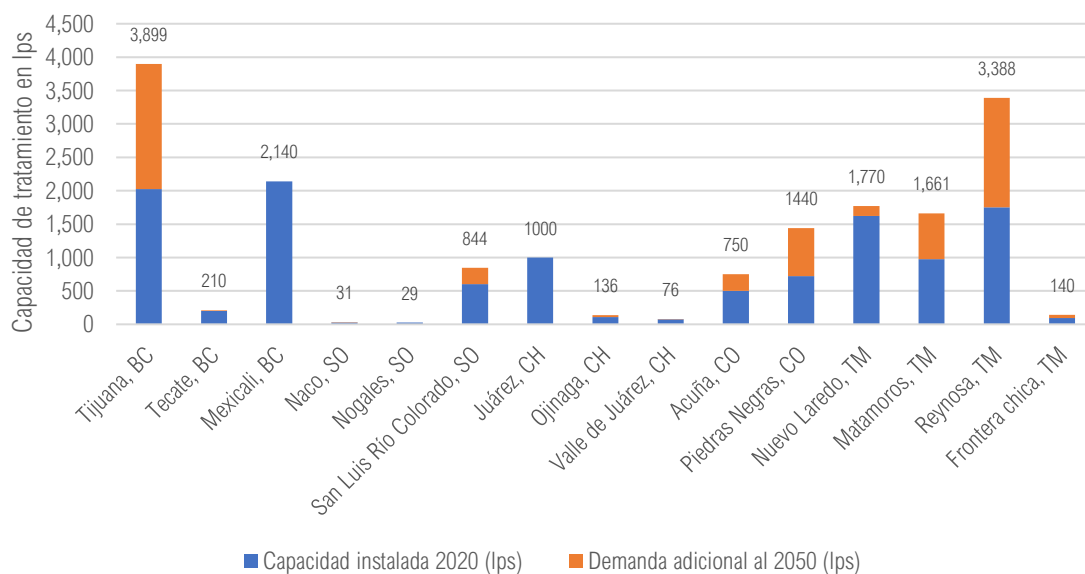
## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

En las ciudades en las que no se observa un incremento en la capacidad de bombeo, se debe a que las demandas actuales y futuras están resueltas con las capacidades instaladas actuales, siempre y cuando se mantengan en condiciones óptimas.

### 2.1.5 Comparación demanda actual y futura de tratamiento de aguas residuales.

Con base en las proyecciones al año 2050, respecto al crecimiento poblacional, se estiman los volúmenes generados de aguas residuales; esto conlleva al análisis de las capacidades actuales y futuras de las plantas de tratamiento para evaluar si la infraestructura actual cumple con las necesidades de saneamiento de la población. En la mayoría de los casos se requiere renovar y ampliar las PTAR, lo que permitirá cubrir la demanda requerida para el periodo de planeación 2050. La siguiente ilustración nos muestra la demanda actual contra las proyecciones futuras.

Ilustración 47. Demanda actual y futura de tratamiento de aguas residuales.



Elaboración propia.

### 2.1.6 Comparación demanda actual y futura de reúso de agua.

Un bajo porcentaje de las aguas tratadas son reutilizadas en actividades como riego de parques, jardines, actividades agrícolas, industriales, recreativas y recarga de acuíferos; los municipios indican que no estiman que se vayan a implementar esquemas de reúso de agua residual tratada, dada la ubicación de las PTAR, ya que el crecimiento de las localidades no está previsto hacia esas zonas; en caso de que así fuera, propiciaría que su efluente pudiera utilizarse en riego de áreas verdes u otros usos.

En los municipios de Acuña y Piedras Negras, en Tamaulipas, el 100 % de las aguas tratadas son empleadas en los sistemas de enfriamiento de las termoeléctricas de CFE, Carbón I y II, a través de un contrato que vence en el año 2020, y se estima ampliar por un periodo de 20 años más.



### 2.2 Determinación de las necesidades de infraestructura, operación y mantenimiento.

Con los resultados del apartado anterior, se identificaron aquellos sistemas de saneamiento fronterizos que, por la falta de capacidad disponible o condiciones de deterioro de la infraestructura, requieren de intervención o reforzamiento para funcionar adecuadamente y asegurar el cumplimiento de los acuerdos internacionales correspondientes, de manera que puedan prevenirse colapsos y derrames de aguas residuales, o bien la falla u obsolescencia de los sistemas; estos son, de manera enunciativa:

1. Reemplazo de la infraestructura que ha rebasado su vida útil.
2. Rehabilitación de la infraestructura deteriorada.
3. Incremento de la capacidad de las plantas de bombeo y plantas de tratamiento de aguas residuales.
4. Reforzamiento del sistema de saneamiento en general.
5. Mejora en la calidad del efluente para cumplir con la normatividad aplicable (y su manejo y disposición de lodos).
6. Cambios en los programas de operación y mantenimiento de los sistemas de saneamiento.

#### 2.2.1 Reemplazo de la infraestructura que ha rebasado su vida útil.

Gran parte de las líneas de recolección de aguas residuales han rebasado su vida útil en las ciudades fronterizas y se encuentran en deterioro. Por otra parte, la acumulación constante de azolves en la tubería, así como flujos elevados durante la temporada de lluvias, al no contar con un sistema de drenaje separado, reducen aún más la capacidad del sistema.

Estos problemas han causado derrames crónicos de aguas negras que fluyen por las calles o forman charcos a cielo abierto. Finalmente, las aguas negras no tratadas fluyen hacia los cuerpos de agua, representando un riesgo a la salud de los habitantes de las regiones fronterizas.

A continuación, se resalta la infraestructura que ha rebasado su vida útil en las ciudades en estudio.

- Tijuana, BC: el interceptor Internacional, el colector Rosario Castellanos, el colector Insurgentes, el colector Poniente Antiguo, el interceptor Oriente, el colector Sánchez Taboada, el emisor Líneas Cuatas, la línea de impulsión del cárcamo de bombeo de aguas residuales emisor Rosarito a la PTAR Rosarito I y, en general, la red de alcantarillado, incluyendo atarjeas, alcantarillas y bocatomas.
- Tecate, BC: el subcolector Industrial (1.6 km), el colector Bella Vista (1.2 km), el subcolector Morelos (1.3 km), el colector Lázaro Cárdenas (1.7 km), el colector Nopalera (5.8 km) y más de 126 km de la red de alcantarillado en diversas colonias, incluyendo la zona centro.
- Mexicali, BC: más de 400 km de colectores y redes de alcantarillado en general.
- San Luis Río Colorado, SO: más de 58 km de colectores y redes de alcantarillado en general.
- Nogales, SO: el colector Ruíz Cortines (3.1 km), más de 40 km de alcantarillado sanitario en la zona centro y la PTAR Los Alisos.
- Naco, SO: más de 21 km de colectores y redes de alcantarillado en general.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

- Juárez, CH: más de 32 km de colectores en el Centro Histórico de la ciudad, 214 km de colectores dañados en el resto de la ciudad, 14.8 km de colectores dentro del polígono APM2011.
- Ojinaga, CH: redes de alcantarillado en general, pozos de visita que están en mal estado, así como líneas de atarjeas que presentan pendientes negativas.
- Valle de Juárez, CH: redes de alcantarillado en general, pozos de visita que están en mal estado, así como líneas de atarjeas que presentan pendientes negativas.
- Acuña, CO: seis equipos de bombeo en cárcamo general, cuatro equipos de bombeo en el rebombeo Puente Internacional, más de 100 km de tubería del sistema de drenaje.
- Piedras Negras, CO: la estación de bombeo de aguas residuales 3 “Treviño” y más de 200 km de tubería del sistema de drenaje.
- Nuevo Laredo, TM: colectores y redes de alcantarillado en general, así como equipo de bombeo.
- Matamoros, TM: más de 34,027 m de colectores, 957 m de colectores en Río Bravo y Nuevo Progreso, nueve estaciones de bombeo de aguas residuales.
- Reynosa, TM: Más de 300 kilómetros de tubería de concreto, 30 kilómetros de colectores de concreto, la EBAR No. 1.
- Frontera Chica, TM: la estación de bombeo general, el sistema de lagunas, la red de alcantarillado sanitario en general en Díaz Ordaz, el equipo de bombeo en Camargo, red de alcantarilla en general en Miguel Alemán.

### 2.2.2 Rehabilitación de la infraestructura deteriorada.

La rehabilitación de la infraestructura deteriorada, de acuerdo con los requerimientos que exige la normatividad correspondiente, ayudará a reducir la infiltración potencial de aguas pluviales y freáticas al alcantarillado, lo que permitirá extender el horizonte de las capacidades instaladas y futuras de las mismas.

A continuación, se resalta la infraestructura deteriorada en las ciudades en estudio.

- Tijuana, BC: PB-Matadero, PB-Los Laureles, PB-Los Laureles II, rehabilitación de la PB1-A, cárcamo de bombeo de agua residual emisor Rosarito 1, y en general subcolectores, equipo electromecánico, cárcamos de bombeo, sistemas de tratamiento en las PTAR, equipo de bombeo.
- Tecate, BC: PTAR Cereso-El Hongo.
- Mexicali, BC: más de 1,035 km de tubería dañada, instalaciones e infraestructura de los 19 cárcamos, red de atarjeas y colectores en general.
- Naco, SO: más de 212 km de la red de alcantarillado.
- Nogales, SO: red de alcantarillado en general, pozos de visita del emisor Los Alisos (tramo de 3 km) y emisor Internacional.
- San Luis Río Colorado, SO: más de 580 km de red de atarjeas.
- Juárez, CH: más de 14 km de colectores dentro del polígono APM2011 y 600 km de la red de atarjeas en la totalidad de la ciudad.
- Ojinaga, CH: sistemas de alcantarillado que están a punto de colapsarse por su deterioro, la PTAR Ojinaga en general.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

- Valle de Juárez, CH: sistemas de alcantarillado que están a punto de colapsarse por su deterioro, la estación de bombeo y plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Acuña, CO: el cárcamo de aguas residuales “Rebombeo Puente Internacional”; el cárcamo de aguas residuales “Cárcamo General”; la PTAR Ciudad Acuña; el colector Victoria; la red de atarjeas y descargas sanitarias, en el Centenario, en fraccionamientos: Encinos, Periodistas y Santa Martha; red de atarjeas en Fraccionamientos La Rivera e INFONAVIT.
- Piedras Negras, CO: el colector Treviño en la colonia Presidentes, red de atarjeas y descargas domiciliarias en la zona centro, red de atarjeas y descargas sanitarias en el Centenario, en las colonias Bravo y Buenos Aires; red de atarjeas en la colonia González.
- Nuevo Laredo, TM: el colector Ribereño Sector Centro y subcolectores sur poniente: Oradel, Anáhuac, Donato Guerra, Maclovio Herrera, Degollado, La Joya, Perú, 15 de septiembre, y Toboganes, atarjeas de 20 cm Ø en la calle Pedro J. Méndez, entre Madero y Arteaga, e Independencia entre Degollado y José de Escandón, atarjeas de 20 cm Ø en la calle Yucatán, entre González y Canales, y en calle Canales, entre Yucatán y Monterrey, atarjeas de 20 cm Ø en la calle Riva Palacio, entre González y Mina, la PITAR, principalmente la estación de bombeo, obra de cabeza, zanjas de oxidación, edificio eléctrico, clarificadores, estación de retorno de lodos, tanque de retención de lodos de desechos, lechos de secado, sistema de cloración, laboratorio y maquinaria de trabajo, las PTAR Norponiente y Parque Industrial Oradel.
- Matamoros, TM: diez estaciones de bombeo y 17,364 m de colectores en Matamoros, más de 3,279 m de colectores, el colector marginal y la línea de impulsión en Río Bravo.
- Reynosa, TM: más de 200 km de tuberías, los equipos de bombeo, red de alcantarillado en general.
- Frontera Chica, TM: más de 35,434 m de alcantarillado sanitario en las zonas Poniente, Maquiladora y Oriente de Nueva Ciudad Guerrero, más de 200 m de alcantarillado sanitario y de los colectores norte y sur en Mier, 13 km de la red de alcantarillado sanitario en Díaz Ordaz, redes de alcantarillado de concreto en Camargo, nueve estaciones de bombeo y la PTAR en Miguel Alemán.

### 2.2.3 Incremento de la capacidad de las plantas de bombeo y PTAR.

El incremento en las capacidades de las plantas de bombeo y PTARs se debe principalmente para evitar la contaminación que puedan producir las descargas de las plantas y así poder alejar las aguas residuales.

De los análisis realizados podemos observar que muchas ciudades requieren incrementar su capacidad, a fin de dar cumplimiento a las Actas de la CILA, así como para mejorar los efluentes y sanear las playas y cuerpos de aguas que se están viendo afectados.

En seguida se listan los proyectos de rehabilitación y ampliación de plantas de bombeo y tratamiento de aguas residuales:

- Tijuana, BC. Requiere la rehabilitación y ampliación de la PTAR San Antonio de los Buenos, con tres módulos de zanjas de oxidación para una capacidad total de 1,765 lps y la ampliación de la PTAR La Morita, con un módulo de 127 lps, o construcción de nueva PTAR en la parte baja de subcuenca Matanuco Sur.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

- Tecate, BC. Requiere la construcción de la PTAR Tecate de 210 lps, en el municipio de Tecate.
- Mexicali, BC. Requiere la ampliación de PTAR Arenitas de 840 lps a 1900 lps.
- Naco, SO. Se plantea la rehabilitación y mejoramiento en equipamiento y proceso de las dos plantas de tratamiento.
- Nogales, SO. Es necesaria la ampliación de la PTAR Los Alisos de dos a tres módulos de tratamiento de 110 lps; la ampliación de PTAR Lomas de Anza de 45 a 60 lps, y la rehabilitación y ampliación de 30 a 70 lps de la planta de la Mesa.
- San Luis Río Colorado, SO. No requiere incremento de capacidad en la PTAR, pues aún con el crecimiento urbano al 2050 cuenta con capacidad suficiente.
- Juárez, CH. Se requiere la ampliación de la PTAR Valle de Juárez (Sur-Sur) y el incremento de la capacidad de las PBAR de Anapra y conducción al colector Nadadores.
- Ojinaga, CH. Actualmente no se requiere incrementar las capacidades de las plantas de bombeo ni de la PTAR, puesto que son suficientes para la demanda actual. Sin embargo, en el largo plazo se requerirá la ampliación, tanto en unas como en la otra (estaciones de bombeo y PTAR).
- Valle de Juárez, CH. En el corto plazo no se requiere incrementar la capacidad de la planta de bombeo ni de la PTAR, puesto que son suficientes para la demanda actual. Sin embargo, en el mediano y largo plazo se requerirá la ampliación, tanto en una como en la otra (estación de bombeo y PTAR).
- Acuña, CO. Se requiere de la sustitución de las cuatro bombas del cárcamo Rebombeo Puente Internacional y seis bombas del cárcamo General.
- Piedras Negras, CO. Requiere la construcción de dos estaciones de bombeo de aguas residuales adicionales, e incrementar la capacidad de tratamiento actual de la actual PTAR en un 25 %.
- Nuevo Laredo, TM. Requiere ampliar en 153.88 lps la capacidad instalada actualmente en 1,617 lps.
- Matamoros, TM. Se requiere la ampliación de la PTAR Oeste de 540 a 1,080 lps, y de la PTAR Este de 435 a 652 lps en Matamoros, así como de la PTAR Río Bravo de 240 a 360 lps en Río Bravo.
- Reynosa, TM. Es necesario ampliar capacidad de la PTAR a 391 lps.
- Frontera Chica, TM. En Nueva Ciudad Guerrero, Mier y Miguel Alemán no se requiere incremento; sin embargo, en Díaz Ordaz y en Camargo se necesita una nueva PTAR, que consiste en una laguna anaeróbica, con capacidad para tratar un gasto de 26 y 25 lps, respectivamente.

### 2.2.4 Reforzamiento del sistema de saneamiento en general.

Dentro de la diversidad de factores que dan origen a la problemática de la capacidad y tratamiento de aguas residuales, principalmente en época de lluvias, como las inundaciones o encharcamientos, dando origen al incremento de carga hidráulica a las tuberías que las lleva al colapso y vulneran o ponen en riesgo el abastecimiento de agua potable y condiciones de salud e higiene de la población, por lo que el reforzamiento del sistema de saneamiento es un componente significativo que reduce las afecciones de bienestar de la ciudad.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Se están realizando distintas acciones para reforzar los sistemas de saneamiento de las ciudades de la región fronteriza que permitan mejorar el bienestar de la población, como sigue:

- Tijuana, BC. Se pretende construir un cárcamo de bombeo de 100 HP y 1,753 m tubería, para recolectar las aguas residuales en cuenca del Cañón de Sainz con una línea de impulsión a la PTAR Arturo Herrera; de igual manera, la construcción del emisor de gravedad que conduzca a la PTAR Natura I, con línea de impulsión de 400 m y régimen a gravedad con longitud de 2.5 km; en el cárcamo PB-CILA se plantea una línea de conducción a gravedad de 48", perforación direccional, colocación de 800 m de tubería de PVC, la construcción de emisor subacuático para descargar en la PTAR Rosarito y el colector que permita sacar las aguas de la cuenca e incorporarlas a la PTAR José Arturo Herrera Solís.
- Tecate, BC. Se requiere de la ampliación del sistema de alcantarillado sanitario, identificado tanto para la zona urbana como para la zona rural de 64,537 m.
- Mexicali, BC. Las acciones mencionadas anteriormente de rehabilitación y ampliación de la PTAR, rehabilitación de colectores, sustitución de equipos de bombeo, modernización de las estaciones y cárcamos de bombeo, permitirán reforzar el sistema de saneamiento.
- Nogales, SO. Con las acciones del incremento en las capacidades de la PTAR se reforzará el sistema de saneamiento; éstas son la ampliación de la PTAR Los Alisos de dos a tres 3 módulos de tratamiento de 110 lps; la ampliación de la PTAR Lomas de Anza de 45 a 60 lps, y la rehabilitación y ampliación de 30 a 70 lps de la planta de la Mesa.
- San Luis Río Colorado, SO. Se requiere la reducción de los requisitos totales de área de lagunas, mediante el empleo de unidades en serie. Este concepto no solamente es compatible con el propósito de cada laguna, sino que para climas tropicales es el único método de alcanzar altas eficiencias.
- Juárez, CH. Con las acciones de canalización de agua tratada de la PTAR Sur al Dren Interceptor, estudio detallado de colectores-subcolectores en la zona norte de la colonia Anapra, estudio detallado de colectores, incluyendo sondeos de campo de suelos y otros, estudio para evaluar la factibilidad técnica, económica y contractual para pasar a una calidad 20/20 en el caudal efluente de las PTAR Norte y Sur, ampliación de la red de agua tratada, construcción de la ampliación de la red morada para dar servicio a los nuevos usuarios, medición permanente de gastos en colectores y la actualización del padrón de usuarios del servicio de captación de aguas residuales, se considera quedará reforzado el sistema de saneamiento.
- Ojinaga, CH. Se plantea la rehabilitación de las redes de atarjeas en la zona centro de la ciudad, ampliación de la red de atarjeas a zonas sin servicio y la rehabilitación de la estación de bombeo y planta de tratamiento.
- Valle de Juárez, CH. Requiere de la rehabilitación de atarjeas en la zona centro de Guadalupe, y rehabilitación de estaciones de bombeo y plantas de tratamiento.
- Acuña, CO. Es necesaria la sustitución de tubería antigua, rehabilitar y reequipar las estaciones de bombeo, ampliar la red de drenaje y alcantarillado e incrementar capacidad actual de la PTAR.
- Piedras Negras, CO. Es necesaria la sustitución de tubería antigua, reposición del cárcamo 3, construcción de dos EBARS e incrementar la capacidad de planta actual.





## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

- Nuevo Laredo, TM. Se requiere mantenimiento en la PITAR de la estación de bombeo, obra de cabeza, zanjas de oxidación, edificio eléctrico, clarificadores, estación de retorno de lodos, tanque de retención de lodos de desechos, lechos de secado, sistema de cloración, laboratorio y maquinaria de trabajo.
- Matamoros, TM. Es necesario realizar un diagnóstico o auditoría energética para tener elementos para emprender la reingeniería de las EBAR's, lo que redundará en una operación más eficiente en los aspectos técnico y económico, proporcionar herramientas tecnológicas que permitan monitorear la operación y la recuperación, para lo cual deberá llevarse a cabo un catastro georreferenciado, para formular mapas de análisis que permitan evaluar la operación y la recuperación.
- Reynosa, TM. Se requiere el mantenimiento a las PTAR para mantener la calidad del agua exigida en la normatividad vigente, así como el reforzamiento del Reglamento para Descargas de Aguas Residuales en Redes de Alcantarillado e Infraestructura de la Comisión Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del municipio de Reynosa, Tamaulipas.
- Frontera Chica, TM. En el municipio de Nueva Ciudad Guerrero es necesaria la construcción de una PTAR con capacidad de 12 lps, y la clausura del sistema de tratamiento existente; en Mier se requiere la reparación de la PTAR, que consta de dos lagunas anaeróbicas, dos lagunas facultativas y laguna de maduración, de las cuales una de ellas tiene filtraciones; actualmente se encuentran fuera de operación y requiere rehabilitación. Díaz Ordaz requiere de la construcción del sistema de tratamiento, que consiste en lagunas de oxidación para una capacidad de 26 lps, así como la cancelación de las lagunas actuales; el municipio de Camargo necesita la construcción del sistema de tratamiento, que consiste en lagunas de oxidación para una capacidad de 25 lps; de igual manera, el emisor de descarga al río San Juan. Por último, en Miguel Alemán la gestión para la reactivación del programa de la, CONAGUA, denominado Operación y Mantenimiento de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.

### 2.2.5 Mejora en la calidad del efluente para cumplir con la normatividad aplicable (y su manejo y disposición de lodos).

En lo referente a las características principales que deben reunir las aguas residuales tratadas, se establecen en la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEMARNAT-1996 los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

- Tijuana, BC: A principios del 2020 se contrató el servicio para disponer los lodos y biosólidos en un sitio ubicado dentro de la ciudad de Tijuana, por lo que se requiere comenzare con la implementación de una metodología y un plan programático para la clausura del sitio actual de disposición de lodos, además de encontrar un lugar alterno para realizar la disposición que cumpla con todas las características marcadas en la normatividad y posea área suficiente para disponer los lodos durante los siguientes 30 años. El Plan Maestro de Lodos realizó los estudios (topografía, geotecnia, etcétera) en un predio denominado El Morro, localizado en el lado este de la carretera libre Tijuana–Ensenada, a la altura del km 35.50, en Playas de Rosarito; cuenta con un área disponible de 142 ha.
- Tecate, BC: en la elaboración de los nuevos proyectos para la construcción de la PTAR es importante y primordial realizar una planeación detallada, que no omita ningún aspecto



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

relevante en las fases del diseño; que la información base utilizada se revise y valide, buscando con esto que los nuevos proyectos consideren las variaciones reales que deberán soportar, principalmente en términos de cantidad y calidad del agua residual que ingresa al tratamiento. Con el estricto cumplimiento de lo anterior, será posible producir un efluente con la calidad establecida y acorde al tipo de reúso y aprovechamiento considerado en las Normas Oficiales Mexicanas. La implementación sistemática de estos procedimientos garantizará que todos los nuevos proyectos sean exitosos.

- Mexicali, BC: se requieren adecuaciones y arreglos en la PTAR Zaragoza para cumplir con la normatividad en el parámetro de nitrógeno total.
- Naco, SO: es fundamental revisar la eficiencia del proceso de tratamiento en las dos plantas de tratamiento y proponer el equipamiento e infraestructura complementaria que permita una operación sin problemas ni fallas frecuentes y, lo más importante, que la calidad del agua tratada cumpla con la normatividad y pueda ser reutilizada sin problema.
- Nogales, SO: actualmente se cumple con la normatividad exigida por la NOM-001-SEMARNAT-1996 y la PITAR cumple con las normas de los Estados Unidos.
- San Luis Río Colorado, SO: para la mejora de la calidad del efluente se construyeron lechos de infiltración y un humedal para que el agua residual se infiltre con mejor calidad. En el diseño y construcción una de las formas más efectivas de abaratar los costos de construcción de un proyecto de lagunas de estabilización es la reducción de los requisitos totales de área, mediante el empleo de unidades en serie.
- Juárez, CH: actualmente cumple con la normatividad.
- Ojinaga, CH: cuando los sistemas de bombeo y tratamiento sean rehabilitados, estos serán suficientes para cumplir con la calidad establecida en la norma correspondiente. En el caso de los lodos subproducto del tratamiento, estos son estabilizados dentro de las mismas lagunas y son retirados cada determinado tiempo (cinco años al menos), en el que se consideran estabilizados o inocuos.
- Valle de Juárez, CH: cuando los sistemas de bombeo y tratamiento sean rehabilitados, estos serán suficientes para cumplir con la calidad establecida en la norma correspondiente. En el caso de los lodos subproducto del tratamiento, estos son estabilizados dentro de las mismas lagunas y son retirados cada determinado tiempo (cinco años al menos), en el que se consideran estabilizados o inocuos.
- Acuña, CO: cumple con los requerimientos normativos; el tratamiento y manejo actuales de los lodos son adecuados, lo mismo que la disposición final en el relleno sanitario municipal y su uso como material de cobertura.
- Piedras Negras, CO: cumple con los requerimientos normativos; el tratamiento y manejo actuales de los lodos son adecuados, lo mismo que la disposición final en el relleno sanitario municipal y su uso como material de cobertura.
- Nuevo Laredo, TM: actualmente se tiene la intención de desarrollar proyectos piloto que mejoren el manejo de los lodos, para su disposición final fuera de la planta; se explora la posibilidad de extender el proyecto de composta a gran escala.
- Matamoros, TM: La PTAR Este en Matamoros tiene un efluente con DBO de 75 mg/l y SST de 75 mg/l, y se espera que por sus características de diseño la PTAR Oeste cumpla también; el mantenimiento de las lagunas debe de programarse y realizarse, a fin de conservar la vida útil de las lagunas y, sobre todo, su eficiencia; en el caso de Río Bravo y Nuevo Progreso, la



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

PTAR se encuentra fuera de operación; en reportes de años anteriores la calidad rebasaba la mínima requerida por norma, por lo que no se consideran acciones para mejorar la calidad del efluente.

- Reynosa, TM: se cumple con la calidad de agua establecida en la NOM-001-SEMARNAT-1996, por lo que deben seguirse realizando los procesos en ambas plantas de tratamiento, de forma que se garantice su continuidad en el cumplimiento de los parámetros establecidos.
- Frontera Chica, TM: La PTAR de Miguel Alemán cumple con la calidad de agua establecida en la NOM-001-SEMARNAT-1996, por lo que deberá continuarse trabajando en el área operativa para no descuidar el proceso de tratamiento. Las PTAR de Nueva Ciudad Guerrero, Díaz Ordaz y Camargo producirán un efluente con la NOM-001-SEMARNAT-1996, y los lodos que generen serán almacenados y estabilizados dentro de las mismas lagunas, o serán removidos y depositados en el relleno sanitario municipal; si los análisis correspondientes son favorables, los lodos se podrían utilizar como mejoradores de suelo agrícola.

### 2.2.6 Cambios en los programas de operación y mantenimiento de los sistemas de saneamiento

Los programas de operación y mantenimiento deberán estar sujetos a mejoras; los sistemas de saneamiento presentan muchos aspectos y características que provocan que sea totalmente necesario supervisar su funcionamiento correcto.

- Tijuana, BC: se identifican necesidades del sistema de saneamiento, como reemplazar la red de recolección y alejamiento, rehabilitar plantas de bombeo y PTAR, ampliar el sistema de reúso, contar con un sitio adecuado para disposición de lodos. Los manuales de operación no detallan los programas de mantenimiento, de reposición o sustitución de equipo que perdió su vida útil ni los procedimientos para realizar mantenimientos preventivos o predictivos. En tal sentido, será de utilidad la implementación de un Plan Integral de Mantenimiento de los sistemas de saneamiento, lo que implica el desarrollo de una secuencia ordenada de actividades para mantener los equipos y las instalaciones en condiciones óptimas; esto es, mantenimiento preventivo, predictivo, correctivo y auditoría.
- Tecate, BC: se identifican necesidades del sistema de saneamiento; 46 % de la red de recolección requiere reemplazo; se necesita la rehabilitación inmediata a plantas de bombeo y PTAR, ya que están rebasadas por la demanda; ampliar el sistema de reúso y contar con un sitio adecuado para disposición de lodos. Los manuales de operación no detallan los programas de mantenimiento, de reposición o sustitución de equipo que perdió su vida útil ni los procedimientos para realizar mantenimientos preventivos o predictivos. En tal sentido, será de utilidad la implementación de un Plan Integral de Mantenimiento de los sistemas de saneamiento; esto implica el desarrollo de una secuencia ordenada de actividades para mantener los equipos y las instalaciones en condiciones óptimas, esto es mantenimiento preventivo, predictivo, correctivo y auditoría.
- Mexicali, BC: el manual de operación y mantenimiento debe tener en cuenta el nivel de preparación de la persona hacia quien está dirigido. Es muy común encontrar manuales escritos con un lenguaje técnico elevado, cuando los equipos y unidades son operados por obreros o técnicos de menor preparación académica, lo que conduce a que se haga caso



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

omiso del manual, al encontrarse inentendible por su redacción. Asimismo, de nada sirve contar con buenos manuales si no se da la oportunidad de capacitación a los operadores, por lo que los programas de capacitación son imprescindibles.

- Naco, SO: en las condiciones actuales del sistema de alcantarillado y saneamiento es muy importante contar con los planos del sistema y llevar el control de la vigilancia permanente de su mantenimiento para prevenir problemas posteriores. Llevar un control de un programa de mantenimiento para llevar un control más estricto de la vigilancia de su ejecución. Otro aspecto básico es promover que no se utilice el alcantarillado sanitario para evacuar aguas de lluvia, pues ahí se arrastra suelo y arena que sedimentan y azolvan los tubos.
- Nogales, SO: La preparación de cada manual de operación y mantenimiento debe tener en cuenta el nivel de preparación de la persona hacia quien está dirigido. Es muy común encontrar manuales escritos con un lenguaje técnico elevado, cuando los equipos y unidades son operados por obreros o técnicos de menor preparación académica, lo que conduce a que se haga caso omiso del manual, al encontrarse ininteligible por su redacción. Asimismo, de nada sirve contar con buenos manuales si no se da la oportunidad de capacitación a los operadores, por lo que los programas de capacitación son imprescindibles.
- San Luis Río Colorado, SO: La preparación de cada manual de operación y mantenimiento debe tener en cuenta el nivel de preparación de la persona hacia quien está dirigido. Es muy común encontrar manuales escritos con un lenguaje técnico elevado, cuando los equipos y unidades son operados por obreros o técnicos de menor preparación académica, lo que conduce a que se haga caso omiso del manual, al encontrarse ininteligible por su redacción. Asimismo, de nada sirve contar con buenos manuales si no se da la oportunidad de capacitación a los operadores, por lo que los programas de capacitación son imprescindibles.
- Juárez, CH: Es necesario un cambio, ya que no se controla la cantidad de agua bombeada a la presa Benito Juárez. Se hace necesaria la labor social para que el sistema de agua tratada interno en la colonia Anapra vuelva a funcionar.
- Ojinaga, CH: Se requiere establecer los programas de operación y mantenimiento para el sistema de alcantarillado.
- Valle de Juárez, CH: Se requiere establecer los programas de operación y mantenimiento para el sistema de alcantarillado.
- Acuña, CO: Es necesario desarrollar y establecer de manera formal los Manuales y Políticas de Operación del Sistema de Alcantarillado y Saneamiento, incluyendo la estructura y especificaciones para la elaboración sistemática de los programas de operación y mantenimiento, tanto preventivo como correctivo.
- Piedras Negras, CO: No existen manuales de operación establecido formalmente, especialmente para el caso del sistema de alcantarillado, donde no existen ni programas de operación ni el mantenimiento preventivo.
- Nuevo Laredo, TM: Todo tipo de trabajo de mantenimiento debe ser evaluado y documentado, llevando una descripción de los procesos con el mejoramiento continuo; la planificación ayuda a evaluar y mejorará la ejecución del mantenimiento y la operación.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

- Matamoros, TM: La situación actual que presenta el sistema de saneamiento de la ciudad de Matamoros indica la presencia de problemas recurrentes, tales como caídos y operación ineficiente de las estaciones de bombeo de aguas residuales, lo cual es indicativo de la pertinencia de llevar a cabo cambios en los programas de operación y mantenimiento; debe de existir un protocolo de seguimiento a través de bitácora dónde se reporte el gasto con el cual operan las EBARs; en cuanto a los colectores, deben de reportarse periódicamente tirantes, velocidades y anomalías que se detecten. Para Río Bravo y Nuevo Progreso se observa la necesidad de contar con un manual de operación y mantenimiento en donde se tenga perfectamente establecido el cumplimiento de los señalamientos por parte del personal operativo, para que se cuente con los reportes para los reemplazos, rehabilitaciones, determinando los elementos que forma parte del sistema de saneamiento.
- Reynosa, TM: Las fallas causadas por falta de mantenimiento pueden elevar considerablemente los costos de operación. La operación correcta de un alcantarillado sanitario se lleva a cabo con un mantenimiento permanente de las instalaciones comunes, mecánicas y electromecánicas, para lograr la eficiencia máxima de los recursos invertidos diariamente, la COMAPA Reynosa no cuenta con el equipo suficiente para dar el mantenimiento a sus redes de alcantarillado sanitario, por lo que parte de la infraestructura ya no es localizada por el personal operativo. En el presente estudio se propone la elaboración de un catastro que le permita conocer al Organismo Operador la ubicación precisa de su infraestructura.
- Frontera Chica, TM: Se tiene contemplado, con el proyecto en proceso de certificación, incorporar los nuevos componentes del sistema de Nueva Ciudad Guerrero; se tiene programado realizar y actualizar cambios en los programas de operación y mantenimiento y se entregará a la COMAPA, a la terminación del proyecto; su personal también recibirá capacitación en los procesos de la nueva PTAR, para asegurar su correcta operación y mantenimiento. En el caso de Mier se requiere actualizar el programa de operación y mantenimiento para incorporar los procesos básicos de la administración: planeación, organización, ejecución y control. La COMAPA de la ciudad de Gustavo Díaz Ordaz actualmente no cuenta con manuales de operación de su sistema de alcantarillado y saneamiento; sin embargo, al concluir los trabajos considerados dentro del proyecto certificado por el BDAN, está considerada la implementación de un manual de operación y mantenimiento que incluye las tareas rutinarias y los procedimientos necesarios para atender condiciones inesperadas y asegurar la correcta operación del sistema.

Actualmente La COMAPA de la ciudad de Camargo no cuenta con manuales de operación de su sistema de alcantarillado y saneamiento; sin embargo, al concluir los trabajos considerados dentro del proyecto certificado por el BDAN, que hemos descrito con anterioridad, está considerada la implementación de un manual de operación y mantenimiento que incluye las tareas rutinarias y los procedimientos necesarios para atender condiciones inesperadas y asegurar la correcta operación del sistema.

El Organismo Operador de la ciudad de Miguel Alemán debe implementar medidas, de tal forma que la infraestructura de saneamiento se encuentre en condiciones óptimas de operación, debido a que en la mayoría de las nueve estaciones de bombeo de aguas residuales se requiere la sustitución de equipos de bombeo por varios motivos: la falta de recursos económicos para su



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

mantenimiento y reposición, y la falta del personal técnico suficiente que les de mantenimiento electromecánico necesario al equipo, por lo que deben implementarse cursos de capacitación y actualización al personal encargado en estas áreas.



### 3 Alternativas para atender la demanda futura de saneamiento en la región.

#### 3.1 Planteamiento de alternativas.

Se propusieron las acciones necesarias para la resolución de los problemas binacionales en cuestión de saneamiento, con base en las necesidades definidas de infraestructura, operación y mantenimiento.

Se formularon hasta dos alternativas a nivel conceptual sobre cada problema identificado para mejorar cada sistema, proponiendo la rehabilitación, sustitución o construcción de infraestructura como:

- Colectores y obras de captación y conducción.
- Plantas de bombeo.
- Plantas de tratamiento.
- Infraestructura para el reúso de agua.
- Instrumentación y monitoreo.
- Infraestructura complementaria.

Para este concepto fue de alta importancia considerar la implementación de proyectos de reúso de agua que demanden una calidad específica del agua tratada, para lo cual serán necesarias inversiones particulares de acuerdo con los niveles de tratamiento requeridos.

Para la conceptualización de alternativas se tomaron en cuenta los aspectos técnicos, como topografía, mecánica de suelos, aspectos ambientales y de eficiencia energética, así como aprovechamiento de lodos residuales, donde sea posible.

Debido a la extensa cartera propuesta, en este capítulo se desarrollan los proyectos prioritarios con periodo de ejecución en el corto y mediano plazo, sin embargo en el resumen de la cartera de proyectos se contemplan todos los proyectos para el periodo de ejecución 2021-2050.

*Tabla 29. Problemática principal en las ciudades fronterizas.*

Ciudad	Resumen de la problemática identificada para el planteamiento de alternativas
<b>Tijuana, BC</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Redes obsoletas con &gt; 50 años de uso. Redes de concreto simple con problemas de corrosión y azolve.</li> <li>- 12 % de la población carece del servicio de alcantarillado.</li> <li>- Ineficiencias en el mantenimiento.</li> <li>- PB-1, PB-3, Laureles, Laureles II y PB CILA derraman aguas residuales cuando el caudal rebasa su capacidad de bombeo.</li> <li>- Falta de mantenimiento y reemplazo de los equipos electromecánicos y equipos generadores de energía.</li> <li>- Falta de equipamiento para el cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-1996.</li> <li>- 93 % del agua tratada se tira al mar.</li> </ul>
<b>Tecate, BC</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No hay un esquema de saneamiento.</li> <li>- Importante rehabilitar PTARs por funcionamiento deficiente.</li> <li>- 57 % del agua tratada no se reusa.</li> </ul>
<b>Mexicali, BC</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Parte de la red de alcantarillado &gt;50 años y otra de &gt;30 años.</li> <li>- Se presentan colapsos y problemas de azolvamiento en diversos sitios.</li> <li>- La PTAR Arenitas está rebasada.</li> <li>- La PTAR Zaragoza no cumple con la calidad exigida por la NOM.</li> </ul>
<b>Naco, SO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Problemas serios en el manejo de aguas residuales, con azolves, taponamientos y colapsos.</li> <li>- Operación discontinua de las PTARs.</li> <li>- Las lagunas no funcionan adecuadamente y se vierte agua de menor calidad.</li> </ul>



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ciudad	Resumen de la problemática identificada para el planteamiento de alternativas
<b>Nogales, SO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asentamientos irregulares que ocasionan rezagos en la prestación de servicios.</li> <li>- Red de alcantarillado &gt;50 años y no cuenta con la capacidad para conducir AR.</li> <li>- Colapsos en las zonas más antiguas y derrames de aguas negras.</li> <li>- La PTAR Alisos se encuentra rebasada en su capacidad y falta de equipamiento.</li> </ul>
<b>San Luis Río Colorado, SO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Necesario construir infraestructura sanitaria para incrementar cobertura de servicio en el municipio (67.6 %).</li> <li>- Ampliación de la red a las colonias Reforma, Mezquites y Solidaridad en beneficio de 44 000 habitantes.</li> </ul>
<b>Juárez, CH</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rezagó en la prestación del servicio.</li> <li>- Infraestructura trabajando al límite de su capacidad, PTARs Anapra, Norte y Sur; y otra se encuentra sobredimensionada PBAR Tarento.</li> <li>- Aumentar capacidad a la PTAR Sur-Sur.</li> <li>- Ineficiencia en la operación y mantenimiento de vertimiento de aguas residuales sobre arroyos y cauces.</li> <li>- Uso indebido del alcantarillado sanitario para desalojar el agua por falta de infraestructura pluvial.</li> </ul>
<b>Ojinaga, CH</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colapsos de la red de atarjeas, subcolectores y colectores de la red de alcantarillado.</li> <li>- Descomposturas frecuentes en la EBAR.</li> <li>- Rupturas y desgarras de la geomembrana en las lagunas de la PTAR.</li> <li>- Ruptura de la mampara de salida y deterioro del filtro físico/biológico al final del humedal, provocando concentración de sólidos suspendidos y DBO.</li> </ul>
<b>Valle de Juárez, CH</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deterioro de la infraestructura por falta de recursos financieros de los OO.</li> <li>- Falta de trabajos y acciones de mantenimiento a las instalaciones, reparación o reposición de equipos de bombeo, tuberías, válvulas e infraestructura en general.</li> </ul>
<b>Acuña, CO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diversas zonas sin servicio; se requiere ampliar cobertura de alcantarillado sanitario.</li> <li>- Concentración de aguas residuales en el cárcamo General.</li> <li>- Ineficiencias en la operación de los sistemas de bombeo derivado de su antigüedad. (sustitución).</li> <li>- Problemas en la red de drenaje, ya que rebasó su vida útil.</li> <li>- Rehabilitación de la PTAR- mantenimiento mayor &gt;22 años de operación.</li> <li>- Construcción de nueva PTAR para atender los requerimientos de aguas residuales, del 2025 al 2050.</li> </ul>
<b>Piedras Negras, CO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rezagó en la prestación del servicio, afectando a la población en la porción sur y oeste de la ciudad.</li> <li>- Desequilibrio en las áreas de influencia de los cárcamos de bombeo.</li> <li>- Ineficiencia en la operación del sistema de drenaje, debido a su antigüedad, lo que provoca el vertido al subsuelo y cauces naturales de la ciudad.</li> <li>- 67 % de la red de drenaje es obsoleta y cumplió su vida útil.</li> <li>- Rehabilitación de la PTAR actual &gt;20 años de operación</li> <li>- Construcción de nueva PTAR para atender los requerimientos de aguas residuales, del 2025 al 2050.</li> </ul>
<b>Nuevo Laredo, TM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La vida útil de la red sanitaria está por concluir, presentándose problemas en los ramales de los colectores construidos, conforme al Acta 279 (Ribereño y Coyote).</li> <li>- Identificar requerimientos de colectores, emisores, estaciones de bombeo, para reforzamiento y rehabilitación.</li> <li>- Sustitución de la tubería en las zonas donde existe concreto simple de mayor antigüedad.</li> <li>- Construir y conectar colectores nuevos a colectores marginales para conducir y alejar la totalidad del agua residual generada por la ciudad.</li> <li>- Reingeniería y equipamiento de las EBAR para rehabilitación y mantenimiento. electromecánico y civil de cárcamos de bombeo</li> <li>- PITAR, PTAR Norponiente, Oradel Industrial requieren mejoras urgentes y equipamiento de los 12 sitios de descarga de AR, seis no están siendo conducidas a PTARs y descargan al río Bravo.</li> </ul>
<b>Matamoros, TM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema de drenaje mixto que requiere rediseño y sustitución para bombeo del agua.</li> <li>- Obras de adecuación, rehabilitación y reforzamiento de colectores existentes.</li> <li>- Instrumentar programa de sustitución o rehabilitación de colectores y subcolectores con problemas estructurales o taponamientos.</li> <li>- Reingeniería y sustitución de EBARs.</li> <li>- Ampliación de la PTAR Oeste.</li> <li>- Rehabilitación del colector Poniente y línea de impulsión que opere la PTAR.</li> <li>- Rehabilitación de la línea de impulsión de Nuevo Progreso.</li> </ul>





## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ciudad	Resumen de la problemática identificada para el planteamiento de alternativas
Reynosa, TM	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ampliar red de alcantarillado.</li> <li>- EBARs en malas condiciones; requieren sustitución de equipos de bombeo.</li> <li>- PTARs no operan a máxima capacidad y falta de mantenimiento</li> </ul>
Frontera Chica, TM	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rehabilitación del sistema de alcantarillado y sustitución de una EBAR en Díaz Ordaz</li> <li>- Construcción de nueva PTAR y EBAR en Díaz Ordaz.</li> <li>- Red de alcantarillado de la zona centro muy antigua y de concreto, lo que causa colapsos; se requiere instalación del tramo completo entre pozos de visita en Camargo.</li> <li>- EBAR de Camargo opera inadecuadamente con un equipo de bombeo.</li> <li>- Sistema lagunar de Camargo en muy malas condiciones.</li> <li>- Construcción de PTAR en Camargo.</li> <li>- Reemplazo de tuberías de concreto y PVC, principalmente en la zona centro de Miguel Alemán.</li> <li>- Problema de caídos en las colonias INFONAVIT, Educación y Unidos Avanzamos en Miguel Alemán.</li> <li>- Ampliar la red de alcantarillado de Miguel Alemán.</li> <li>- Reemplazo electromecánico de EBARs de Miguel Alemán.</li> <li>- Desazolve de lagunas de oxidación y reforzamiento de bordos en Miguel Alemán.</li> </ul>

Elaboración propia.

### 3.1.1 Alternativas de captación y conducción de aguas residuales.

Se realizó el análisis de alternativas considerando las siguientes propuestas de solución para cada proyecto:

*Tabla 30. Acciones y proyectos de conducción de aguas residuales en Tijuana, BC.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación del interceptor Internacional	Restitución con instalación de tubería de hierro dúctil a zanja abierta.	Restitución con manga de material fibra poliéster.
Rehabilitación del colector Insurgentes	Sustitución por tubería de PVC a zanja abierta en un trazo paralelo al existente.	Sustitución por tubería de PVC a zanja abierta en trazo alterno por vialidades secundarias.
Rehabilitación del colector Oriente		
Rehabilitación del colector Poniente	Sustitución por tubería de PVC a zanja abierta en el trazo actual.	Sustitución por tubería de PEAD con el método de estallamiento o perforación direccional en el trazo actual.
Rehabilitación del colector Rosario Castellanos		
Rehabilitación del colector Poniente Viejo		
Rehabilitación del colector Sánchez Taboada		
Construcción del colector Costero 2	Trazo por caminos vecinales y propiedad privada, con puente y sifón para cruce de arroyos. Procedimiento a zanja abierta e instalación de tubo PVC.	Trazo por caminos vecinales y propiedad privada, procedimiento a zanja abierta e instalación de tubo PVC.
Rehabilitación del emisor Líneas Cuatas	Sustitución por tubería de PVC a zanja abierta en un trazo paralelo al existente.	Sustitución por tubería de PVC a zanja abierta en trazo alterno por vialidades secundarias.
Construcción del bombeo Sainz–Arturo Herrera	En el terreno próximo a la fuente de agua residual, con procedimiento a zanja abierta instalar tubo PVC en lateral de la vía rápida Oriente; se requiere cruzar el río Tijuana.	En el terreno a 130 m de la fuente de agua residual, con procedimiento a zanja abierta instalar tubo PVC en lateral de la vía rápida Oriente; se requiere cruzar el río Tijuana y 130 m de colector para conectarlo con el colector Poniente.

Elaboración propia.

*Tabla 31. Acciones y proyectos de conducción de aguas residuales en Tecate, BC.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación del subcolector Industrial	Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Rehabilitación del colector Bella Vista		
Rehabilitación del subcolector Morelos		
Rehabilitación del colector Lázaro Cárdenas		



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación del colector Nopalera		

Elaboración propia.

*Tabla 32. Acciones y proyectos de conducción de aguas residuales en Mexicali, BC.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Colector Recuerdos (emisor Zaragoza)		
Colector Camino Nacional		
Colector Recuerdos B		
Colector Recuerdos		
Subcolector Coronita		
Colector H Aja		
Colector Progreso		
Emisor Sur		
Emisor Efluente Sur		
Colector del Sur TRAMO A		
Subcolector la Pluma		
Colector del Sur TRAMO B		
Colector Noreste TRAMO A		
Colector Noreste TRAMO B		
Colector Choropo		
Colector del Sur TRAMO C		
Subcolector		
Subcolector Roa		
Subcolector Choropo 1		
Subcolector Choropo 2		
Subcolector Choropo 3		
Subcolector Choropo 4		
Subcolector Choropo 5		
Subcolector Choropo Aux		
Colector Puebla		

Construcción a cielo abierto con instalación de tubería de PVC.

Construcción a cielo abierto con instalación de tubería de PEAD.

Elaboración propia.

*Tabla 33. Acciones y proyectos de conducción de aguas residuales en San Luis Río Colorado, SO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Ampliación de la red de colectores REMESOL		
Construcción de colector Noreste		
Construcción de colector Libramiento		
Construcción de colector Adelitas		
Construcción de subcolector 1		
Construcción de colector Sureste		
Construcción de subcolector 2		
Construcción de subcolector 3		
Construcción de colector Oriente		
Construcción de colector REMESOL		
Construcción de colector Oriente		
Emisor a presión a PTAR		

Construcción a cielo abierto con instalación de tubería de PVC.

con el método de perforación direccional con instalación de tubería de PEAD.

Elaboración propia.

*Tabla 34. Acciones y proyectos de conducción de aguas residuales en Nogales, SO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Emisor Los Alisos II		
Subcolector Recinto Fiscal		
Colector UTN-Aeropuerto		
Subcolector Los Altos		
Subcolector Periférico Oriente A		
Colector Periférico Oriente		

Construcción a cielo abierto con instalación de tubería de PVC.

con el método de perforación direccional con instalación de tubería de PEAD.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Subcolector Pedregoso		
Colector Pedregoso		
Subcolector El Álamo		
Colector PBAR		
Prolongación subcolector Reforma		
Prolongación subcolector Ensueño		
Prolongación subcolector 5 de Febrero		
Prolongación subcolector Pirineos-R. Campodónico		
Prolongación subcolector Ricardo Flores Magón		
Prolongación subcolector Tecnológico		
Subcolector Unison		
Prolongación subcolector Búhos		
Subcolector San Carlos 1		
Subcolector San Carlos 2		
Subcolector San Carlos 3		
Subcolector San Carlos 4		
Colector Peñitas		
Colector Puerta de Anza		
Colector Mascareñas		

Elaboración propia.

*Tabla 35. Acciones y proyectos de conducción de aguas residuales en Naco, SO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Prolongación de colector Oeste		
Colector interceptor Oeste		
Prolongación de colector Central		
Colector Central (a reponerse)		
Colector Este (Oriente)		
Colector interceptor Benito Juárez		

Elaboración propia.

*Tabla 36. Acciones y proyectos de conducción de aguas residuales en Juárez, CH.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Construcción de la red de alcantarillado del poblado de Samalayuca.		
Rehabilitación de 600 km de la red de atarjeas en Ciudad Juárez.		
Introducción de la red de alcantarillado en las colonias Km 27 y Km 29.		
Rehabilitación y renovación de colectores en el Centro Histórico y polígono AMP2011.		
Renovación de 214.10 km de colectores dañados en Ciudad Juárez.		
Rehabilitación de los colectores Nadadores, Norzagaray, Arroyo El Mimbres y Arroyo Las Víboras.		
Construcción y ampliación de 19 km del colector Profundo.		
Construcción de la red de colectores en la zona poniente de Ciudad Juárez.		

Elaboración propia.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

*Tabla 37. Acciones y proyectos de conducción de aguas residuales en Valle de Juárez, CH.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de la red de atarjeas en el centro de Guadalupe.	Rehabilitación de la red de alcantarillado, sustitución de tuberías y reposición de pozos de visita en el trazo original, así como la reposición de descargas domiciliarias a pie de banqueta.	Prevalecen las condiciones actuales de la tubería, siguiendo solamente los programas vigentes que llevan a reparaciones solo en los colapsos.

Elaboración propia.

*Tabla 38. Acciones y proyectos de conducción de aguas residuales en Ojinaga, CH.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de la red de atarjeas en la zona centro.	Sustitución de tuberías y reposición de pozos de visita en el trazo original, así como la reposición de descargas domiciliarias a pie de banqueta.	Prevalecen las condiciones actuales de la tubería, siguiendo solamente los programas vigentes que llevan a reparaciones solo en los colapsos.
Ampliación de la red de alcantarillado en el barrio Estación Ferrocarril y ejido Quivira.	Suministro e instalación de tubería, construcción de pozos de visita y construcción de descargas domiciliarias.	Continuar con las condiciones actuales de deterioro del medio ambiente, y los riesgos en la salud humana.
Ampliación de la red de alcantarillado en la zona poniente (sin servicio).	Ampliación de la red de alcantarillado en la tubería seleccionada (material y diámetro), mediante zanjas excavadas a cielo abierto.	Continuar con las condiciones actuales de deterioro del medio ambiente, y los riesgos en la salud humana.

Elaboración propia.

*Tabla 39. Acciones y proyectos de conducción de aguas residuales en Acuña, CO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Red de atarjeas en la colonia Estrella	Instalación de la tubería seleccionada (material y diámetro), mediante zanjas excavadas a cielo abierto, conservando el trazo previo.	Instalación de tubería de PEAD (con o sin refuerzo de acero), exclusivamente, y empleando el método de perforación direccional.
Red de atarjeas en la colonia Benito Juárez		
Red de atarjeas en fraccionamientos Los Encinos, Periodistas y Santa Marta		
Red de Atarjeas en fraccionamiento La Rivera		
Red de atarjeas en fraccionamiento INFONAVIT		
Red de atarjeas en fraccionamiento Jesús Ma. Ramón		
Colector Victoria		
Colector Parque Internacional		
Colector Fundadores		
Subcolector La Yegua		
Colectores en las zonas de crecimiento NW, W y SSE de mancha urbana actual		
Colectores en espacios no poblados en la zona urbana actual		

Elaboración propia.

*Tabla 40. Acciones y proyectos de conducción de aguas residuales en Piedras Negras, CO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Red primaria de alcantarillado en áreas de influencia Norte, Sur y Centro.	Instalación de la tubería seleccionada (material y diámetro) mediante zanjas excavadas a cielo abierto, conservando el trazo previo.	Instalación de tubería de PEAD (con o sin refuerzo de acero), exclusivamente, y empleando el método de perforación direccional.
Red de atarjeas en la colonia González.		
Red de atarjeas y descargas domiciliarias en la zona centro.		
Colector Treviño en la colonia Presidentes.		
Colector Centenario en las colonias Bravo y Buenos Aires.		



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Colector calle Camino Viejo al Moral en la colonia Francisco I. Madero.		
Colectores en zonas de crecimiento NW, W y S de la mancha urbana actual.		

Elaboración propia.

*Tabla 41. Acciones y proyectos de conducción de aguas residuales en Nuevo Laredo, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Estudio integral de saneamiento para elaborar el plan rector que identifique los requerimientos de ampliaciones, rehabilitación de atarjeas, colectores y emisores.	Estudio	NA
Estudio para la elaboración del catastro técnico de la infraestructura de alcantarillado y saneamiento.	Estudio	NA
Rehabilitación del subcolector de drenaje sanitario Coyote Bajo.	Tubería de PVC por el método tradicional	Tubería de concreto reforzado
Rehabilitación del sifón del subcolector de drenaje sanitario Coyote Alto, en el cruce del arroyo El Coyote y la calle Anzures, en la colonia Los Ciruelos–Compromiso Internacional.	Tubería de PVC por el método tradicional	Tubería de acero al carbón extremos biselados
Rehabilitación del subcolector de drenaje sanitario sur poniente del pozo #41 al #48.	Tubería de PVC RD/26	Tubería de acero al carbón extremos biselados
Rehabilitación del sifón del subcolector de drenaje sanitario sur-poniente en la calle Miguel Trillo y arroyo El Coyote.	Tubería de PVC RD/26	Tubería de acero al carbón extremos biselados
Rehabilitación del subcolector de drenaje sanitario Oradel–Compromiso Internacional.	Tubería de PVC RD/26	Tubería de acero al carbón extremos biselados
Rehabilitación del colector Ribereño, sector centro, primera etapa del pozo #43 al # 72.	Tubería de PVC RD/26	Tubería de acero al carbón extremos biselados
Eliminación de descargas sanitarias en arroyo Las Alazanas.	Tubería de PVC RD/26	Tubería de acero al carbón extremos biselados
Eliminación de descargas sanitarias, Monterrey.	Cámara filtro de efluente	NA
Eliminación de descargas sanitarias Campestre.	Cámara filtro de efluente	NA
Rehabilitación del colector Ribereño, sector centro.	Tubería de PVC RD/26	Tubería de acero al carbón extremos biselados
Rehabilitación del subcolector Anáhuac, parte alta.	Tubería de PVC RD/26	Tubería de acero al carbón extremos biselados
Rehabilitación del subcolector Anáhuac, parte alta, tercera etapa (bulevar Anáhuac y Cto. Jesús González Bastien hasta avenida Eva Samano y calle Chicago)–Compromiso Internacional.	Tubería de PVC por el método tradicional	Tubería de concreto reforzado
Rehabilitación del subcolector Anáhuac entre Ocampo y Río Tamesí (pozo #34 al #50).	Tubería de PVC por el método tradicional	Tubería de concreto reforzado
Rehabilitación del subcolector de drenaje sanitario Donato Guerra en la calle Donato Guerra entre Guanajuato y Anáhuac–Compromiso Internacional.	Tubería de PVC RD/26	Tubería de acero al carbón extremos biselados
Rehabilitación del subcolector Maclovio Herrera, parte baja.	Tubería de PVC RD/26	Tubería de acero al carbón extremos biselados
Rehabilitación del subcolector de drenaje sanitario en Degollado entre las calles 15	Tubería de PVC RD/26	Tubería de acero al carbón extremos biselados



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
de Septiembre y 13 de Septiembre, en la colonia Campestre–Compromiso Internacional.		
Rehabilitación del subcolector La Joya, segunda etapa (río Eufrates a río Loira).	Tubería de PVC RD/26	Tubería de acero al carbón extremos biselados
Rehabilitación del subcolector Perú, entre Constanza García y Justo Sierra.	Tubería de PVC RD/26	Tubería de acero al carbón extremos biselados
Eliminación de descargas sanitarias al colector pluvial 5 de Febrero, y reubicación del tramo por la calle Venustiano Carranza, entre Porfirio Díaz y bulevar Ruíz Cortínez en la colonia Mier y Terán.	Tubería de PVC RD/26	Tubería de acero al carbón extremos biselados
Rehabilitación del colector pluvial Lincoln, entre el bulevar Luis Donaldo Colosio y avenida Nezahualcóyotl, en la colonia S.A.S.	Tubería de PVC RD/26	Tubería de acero al carbón extremos biselados
Rehabilitación del subcolector pluvial 5 de Febrero.	Tubería de PVC RD/26	Tubería de acero al carbón extremos biselados
Rehabilitación del subcolector 15 de Septiembre (colonia Burócratas).	Tubería de PVC RD/26	Tubería de acero al carbón extremos biselados
Rehabilitación del subcolector de drenaje sanitario Toboganes del pozo #1 al #20.	Tubería de PVC RD/26	Tubería de acero al carbón extremos biselados
Colector ribereño La Sandía.	Tubería de PVC por el método tradicional	Tubería de concreto reforzado
Subcolector sur-poniente del pozo #48 al pozo #78 (colonia Francisco Villa).	Tubería de PVC por el método tradicional	Tubería de concreto reforzado
Rehabilitación de atarjeas de 20 cm Ø en la calle Pedro J. Méndez, entre Madero y Arteaga, e Independencia entre Degollado y José de Escandón–Compromiso Internacional.	Tubería de PVC por el método tradicional	Tubería de concreto reforzado
Rehabilitación de atarjeas de 20 cm Ø en la calle Yucatán, entre González y Canales, y en calle Canales, entre Yucatán y Monterrey–Compromiso Internacional.	Tubería de PVC por el método tradicional	Tubería de concreto reforzado
Rehabilitación de la atarjea de 20 cm Ø en la calle Riva Palacio entre González y Mina–Compromiso Internacional.	Tubería de PVC por el método tradicional	Tubería de concreto reforzado
Instalación de la red de drenaje sanitario en las colonias Independencia Nacional, sector poniente, y San Roberto, sector poniente.	Tubería de PVC por el método tradicional	Tubería de concreto reforzado
Instalación de la red de drenaje sanitario para la colonia Ampliación Vamos Tamaulipas, sector poniente.	Tubería de PVC por el método tradicional	Tubería de concreto reforzado
Construcción de línea de drenaje sanitario en carretera aeropuerto.	Tubería de PVC por el método tradicional	Tubería de concreto reforzado

Elaboración propia.

*Tabla 42. Acciones y proyectos de conducción de aguas residuales en Reynosa, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Colector de la calle Durango a la nueva PTAR No. 3.	Tubería de PVC	Tubería de hierro dúctil
Colector para conducir las aguas residuales de nuevas factibilidades a la PTAR No. 2.	Tubería de PVC	Tubería de PEAD
Colector para conducir las aguas residuales a la nueva PTAR No. 4.		
Colector de 0.76 m (30") de diámetro en una longitud de 9 674 m hacia la PTAR 2.	Tubería de PVC	Tubería de PEAD



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Colector de 0.76 m (30") de diámetro en una longitud de 2929 m hacia la PTAR 4.	Tubería de PVC	Tubería de PEAD
Colector de 0.45 m (18") de diámetro en una longitud de 2000 m hacia la PTAR Pirámide.	Tubería de PVC	Tubería de PEAD
Colector de 0.76 m (30") de diámetro en una longitud de 7363 m hacia la PTAR 3.	Tubería de PVC	Tubería de PEAD
Emisor a presión a la PTAR 4, tubería de 12 pulgadas 1800 metros.	Tubería de PEAD	Tubería de hierro dúctil
Emisor a presión tubería de 36 pulgadas 200 metros de cárcamo a la PTAR No. 2.	Tubería de PEAD	Tubería de hierro dúctil
Catastro del sistema de alcantarillado, que incluye red de atarjeas, pozos de visita, subcolectores, colectores, emisores y líneas a presión, identificando las descargas industriales.	Estudio	Estudio
Proyecto ejecutivo para la ampliación de la red de alcantarillado sanitario a zonas sin servicio.	Proyecto ejecutivo	Anteproyecto
Estudio y adecuación del proyecto ejecutivo de la red de alcantarillado sanitario, subcolectores, colectores, líneas a presión, EBAR's, considerando la desconexión del drenaje pluvial, para encaminar las aguas residuales producidas hasta la zona de tratamiento.	Estudio	Estudio
Rehabilitación de la red de alcantarillado en varios sectores de la ciudad, en su gran mayoría en la zona centro.	Tubería de PVC	Tubería de PEAD
Ampliación de la red de alcantarillado sanitario en varios sectores.	Tubería de PVC	Tubería de PEAD
Refuerzo y sustitución de tuberías en red, subcolectores, colectores y líneas a presión.	Tubería de PVC	Tubería de PEAD

Elaboración propia.

*Tabla 43. Acciones y proyectos de conducción de aguas residuales en Matamoros, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de tubería deteriorada en la zona centro.	Se realiza por medio de LINERS o encamisado.	Procedimientos constructivos clásicos.
Construcción de los colectores 12 de Marzo, Expofiesta, ramales EBARs 16,17,21 y 35, y Santa Anita.	Tubería de PVC	Tubería de PEAD
Conexión de EBAR número 75, Quinta Real al interceptor.	Se realiza por medio de LINERS o encamisado.	Procedimientos constructivos clásicos.
Saneamiento dren Principal.	Limpieza y revestimiento del canal para lograr la sección hidráulica requerida.	Nuevo trazo auxiliar para disminuir el gasto de aportación.
Saneamiento del dren 32 izq.	Limpieza y revestimiento para mejorar la capacidad hidráulica del dren.	Trabajar de forma conjunta el trazo auxiliar sustituto, el dren 32 izq. y el dren Principal
Ampliación de colectores y atarjeas.	Tubería de PVC	Tubería de PEAD
Rehabilitación del colector marginal de Río Bravo.	Tubería de PVC	Tubería de PEAD
Rehabilitación de colectores colapsados en Río Bravo.	Se realiza por medio de LINERS o encamisado.	Procedimientos constructivos clásicos.
Rehabilitación de colectores dañados en Río Bravo.	Se realiza por medio de LINERS o encamisado.	Procedimientos constructivos clásicos.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Construcción de red de atarjeas en Río Bravo.	Tubería de PVC	Tubería de PEAD
Construcción de red de atarjeas en Nuevo Progreso.	Tubería de PVC	Tubería de PEAD

Elaboración propia.

*Tabla 44. Acciones y proyectos de conducción de aguas residuales en la Frontera Chica, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de la red de atarjeas de la zona oriente, Nueva Ciudad Guerrero. – Compromiso Internacional.	Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Rehabilitación de la red de atarjeas de la zona poniente, Nueva Ciudad Guerrero. – Compromiso Internacional.	Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Rehabilitación de la red de atarjeas en la zona "Maquiladora", Nueva Ciudad Guerrero. –Compromiso Internacional.	Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Rehabilitación de colector de drenaje sanitario en la calle Javier Sánchez, Nueva Ciudad Guerrero.	Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Ampliación de red de alcantarillado en calle Rayón de Enrique Barrera Guerra a Gorgonio López, Nueva Ciudad Guerrero.	Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Estudio y proyecto integral para rehabilitación, reposición y ampliación del SDS de Nueva Ciudad Guerrero.	Proyecto ejecutivo	Anteproyecto
Actualización del catastro de infraestructura de alcantarillado y saneamiento de Nueva Ciudad Guerrero.	Estudio integral.	NA
Rehabilitación de 200 m de alcantarillado sanitario, de 200 mm de diámetro, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle América, de Hidalgo a Eulalio González, sube a Cuauhtémoc, Mier.	Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Rehabilitación de 660 m de alcantarillado sanitario, de 200 mm de diámetro, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Victoria de Abasolo a Guerrero; calle Guerrero, de Victoria a Mercaderes, y calle Marroquín, de Terán a América, Mier.	Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Rehabilitación de 100 m de alcantarillado sanitario, de 200 mm de diámetro, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Morelos entre Colón y Marroquín, Mier.	Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Rehabilitación de 180 m de alcantarillado sanitario, de 200 mm de diámetro, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Zaragoza entre Colón y Marroquín, Mier.	Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Rehabilitación de 200 m de alcantarillado sanitario, de 200 mm de diámetro, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Hidalgo entre 16 de Junio y Mercaderes, Mier.	Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Rehabilitación de 260 m de alcantarillado sanitario, de 200 mm de diámetro, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Mercado entre calle Belisario Domínguez a Obregón, Mier.	Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.





## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de 240 m de alcantarillado sanitario, de 200 mm de diámetro, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Iturbide entre Obregón y J H Palacios, Mier.	Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Rehabilitación drenaje sanitario en la zona centro, Mier.	Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Ampliación del drenaje sanitario, Mier.	Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Ampliación de la red de alcantarillado, 500 metros de 200 y 400 mm, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Jesús Peña entre Degollado y calle Veracruz, Mier.	Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Ampliación de la red de alcantarillado, 1,550 metros de 200 y 400 mm, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Rayón, de Enrique Barrera Guerra a Gorgonio López, Mier.	Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Ampliación de la red de alcantarillado, 1,400 metros de 200 y 400 mm, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Puebla, de Gorgonio López a Jesús Peña, Mier.	Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Ampliación de la red de alcantarillado, 600 metros de 200 y 400 mm, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Veracruz, de la calle J H Palacios a Gorgonio López, Mier.	Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Ampliación de la red de alcantarillado, 860 metros de 200 y 400 mm, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Aldama a José A. Guerra a Belisario Domínguez, Mier.	Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Ampliación de la red de alcantarillado, 500 metros de 200 y 400 mm, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Gorgonio López, de calle Puebla a Degollado, Mier.	Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Ampliación de la red de alcantarillado, 480 metros de 200 y 400 mm, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Bravo de José maría García a Degollado, Mier.	Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Ampliación de la red de alcantarillado, 720 metros de 200 y 400 mm, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Pedro J. Méndez de Veracruz a Degollado, Mier.	Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Estudio y proyecto integral para reposición del sistema de alcantarillado sanitario, Mier.	Estudio	NA
Estudio para la elaboración del catastro técnico de la infraestructura de alcantarillado y saneamiento, Mier.	Estudio	NA
Reposición del colector general de 61 cm de diámetro, longitud 1100 m.	Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Reposición de colector sur, tubería de concreto a PVC, consiste en: 1963 m, diámetros: 30, 38 y 60 cm.	Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Reposición del colector sur, tubería de concreto a PVC, consiste en: 2531 m, diámetros: 30, 38 y 45 cm.	Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Rehabilitación de 13,450 metros de tubería de alcantarillado sanitario de 200, 315, 380 y 630 mm de diámetro, Díaz Ordaz.	Instalación de tubería de PVC	Instalación de tubería PEAD
Ampliación de 47,650 metros de la red de alcantarillado sanitario, formada por tuberías de 200, 250, 315 y 380 mm de diámetro, Díaz Ordaz.	Instalación de tubería de PVC	Instalación de tubería PEAD
Construcción de emisor a presión de la estación de bombeo general de aguas residuales a la planta de tratamiento (lagunas de oxidación), Díaz Ordaz.	Instalación de tubería de PVC	Instalación de tubería PEAD
Sustitución del emisor de la calle Quinta, Díaz Ordaz.	Instalación de tubería de PVC	Instalación de tubería PEAD
Rehabilitación de caídos en la zona centro, Camargo.	Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Ampliación de la red de alcantarillado formada por 1280 metros de tubería de 200 mm y 176, y descargas domiciliarias, en la colonia Benito Garza Barrera, Camargo.	Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Ampliación de la red de alcantarillado formada por 500 metros de tubería de 300 mm, 3215 metros de tubería de 200 mm y 500, y descargas domiciliarias en la colonia Las Flores, Camargo.	Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Ampliación de red de alcantarillado en colonia Unidos Avanzamos Más, Camargo.	Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Reposición 1690 metros de tuberías de 250 mm y descargas domiciliarias en la colonia INFONAVIT Industrial.	Instalación de tubería de PVC	Instalación de tubería PEAD
Reposición 1,220 metros de tubería de 250 mm y descargas domiciliarias en colonia INFONAVIT poniente.	Instalación de tubería de PVC	Instalación de tubería PEAD
Desazolve de 3254 metros de la red de drenaje, y reposición de 45 brocales y tapas de pozos de visita en la colonia Unidos Avanzamos Más.	Instalación de tubería de PVC	Instalación de tubería PEAD
Reposición de 550 metros de tubería de 350 mm del colector industrial.	Instalación de tubería de PVC	Instalación de tubería PEAD
Reposición de tubería de 350 mm del colector cap. José Ángel Guerra.	Instalación de tubería de PVC	Instalación de tubería PEAD
Reposición 2050 metros de tubería polietileno de alta densidad de 601 mm del colector Libramiento 5 de Junio.	Instalación de tubería de PVC	Instalación de tubería PEAD
Reposición 3300 metros de tubería de 250 mm y descargas domiciliarias de drenaje en la colonia Educación.	Instalación de tubería de PVC	Instalación de tubería PEAD
Introducción del alcantarillado sanitario formado por 18,150 metros de tubería de 200 a 400 mm y 179 pozos de visita, así como descargas domiciliarias en las colonias, Montebello, Mirador y Presidentes.	Instalación de tubería de PVC	Instalación de tubería PEAD
Introducción del colector formado por 4640 metros de tubería de 250 y 500 mm y 47	Instalación de tubería de PVC	Instalación de tubería PEAD



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
pozos de visita para las colonias Mirador, Montebello y Presidentes.		

Elaboración propia.

### 3.1.2 Alternativas de bombeo de aguas residuales.

Se realizó el análisis de alternativas, considerando las siguientes propuestas de solución para cada proyecto:

*Tabla 45. Acciones y proyectos de bombeo de aguas residuales en Tijuana, BC.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Rehabilitación de la PB 1 A y B	Enviar 1078 lps de agua residual excedente para que sea tratada en una nueva PITAR y su efluente sea dispuesto en el emisor submarino de los EE UU.	Mezclar los escurrimientos del río Tijuana con las aguas residuales tratadas de las PTAR Arturo Herrera, La Morita y Tecate, y enviarlos a tratamiento a la PTAR SAB.	Rehabilitación de las plantas de bombeo PB1-A y PB1-B.
Rehabilitación de la PB Matadero (PB3)	Utilizar el predio actual modificando las instalaciones existentes.	Usar el predio aledaño, propiedad del Organismo Operador, y hacer modificaciones a la infraestructura para conectar el afluente y el efluente.	No acción. Continuar con la operación de las instalaciones existentes; la instalación esta propensa a los paros de operación por fallas en el suministro de energía eléctrica.
Rehabilitación de la PB Laureles	Instalar equipo de respaldo de energía eléctrica.	Construcción de una PB nueva en un predio alternativo de 2577 m <sup>2</sup> .	No acción. Continuar con la operación de las instalaciones; la instalación esta propensa a los paros de operación por fallas en el suministro de energía eléctrica.
Rehabilitación de la PB Laureles II	Instalación de cuatro motores, conectados en serie de dos, arrancadores tipo suave.	Construcción de una PB en un predio alternativo de 1700 m <sup>2</sup> .	No acción. Continuar con la operación de las instalaciones. El sistema actual de pretratamiento no está en operación y la rejilla mecánica no funciona.

Elaboración propia.

*Tabla 46. Acciones y proyectos de bombeo de aguas residuales en Mexicali, BC.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Planta de bombeo Sur	Cárcamo seco	Cárcamo húmedo
Cárcamo de bombeo Puebla		
Cárcamo de bombeo Choropo		
Planta de bombeo Zaragoza		
Planta de bombeo Sta. Isabel		
Cárcamo Progreso		

Elaboración propia.

*Tabla 47. Acciones y proyectos de bombeo de aguas residuales en SLRC, SO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Cárcamo 1		



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Cárcamo 2	Cárcamo de bombes de baja carga hidráulica para conducir las aguas residuales captadas hasta la planta de bombeo REMESOL, tubería PVC.	Cárcamo de bombes de baja carga hidráulica para conducir las aguas residuales captadas hasta la planta de bombeo REMESOL, tubería PEAD.
Cárcamo 3		
Cárcamo 4		
Cárcamo 5		
Cárcamo 6		

Elaboración propia.

*Tabla 48. Acciones y proyectos de bombeo de aguas residuales en Nogales, SO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación electromecánica y actualización de equipo eléctrico de CBAR "Estadio".	Sustitución de equipos dañados	NA
PBAR Ruiz Cortines	Tubería PVC	Tubería PEAD

Elaboración propia.

*Tabla 49. Acciones y proyectos de bombeo de aguas residuales en Naco, SO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Adecuación y mejoramiento de la planta de bombeo Internacional.	Reequipamiento de cárcamos de bombeo interlagunas Oriente con paneles solares (47 kW).	NA

Elaboración propia.

*Tabla 50. Acciones y proyectos de bombeo de aguas residuales en Juárez, CH.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Construcción de la planta de bombeo de aguas residuales y línea de conducción de la zona poniente de Ciudad Juárez a la PTAR Sur-Sur.	Suministro e instalación de equipos de bombeo de marcas nacionales y americanas.	Suministro e instalación de equipos de bombeo de marcas extranjeras no americanas.
Diagnóstico y rehabilitación de estructura de rebombes y cárcamos de bombeo No. 2, 7, 8, 11, 12, 16, 17, 19, 22, 23, 25 y 30.	Suministro e instalación de equipos de bombeo de marcas nacionales y americanas.	Suministro e instalación de equipos de bombeo de marcas extranjeras no americanas.

Elaboración propia.

*Tabla 51. Acciones y proyectos de bombeo de aguas residuales en Valle de Juárez, CH.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de sistema de bombeo de aguas residuales.	Rehabilitación de ocho estaciones de bombeo de aguas residuales en siete localidades que dan servicio al 90 % de la población del Valle de Juárez.	Prevalecen las condiciones actuales, siguiendo solamente los programas vigentes que llevan a reparaciones ante fallas.

Elaboración propia.

*Tabla 52. Acciones y proyectos de bombeo de aguas residuales en Ojinaga, CH.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de la estación de bombeo Ojinaga.	Equipos de desbaste y bombeo, accesorios y equipo eléctrico nuevos.	Prevalecen las condiciones actuales, siguiendo solamente los programas vigentes que llevan a reparaciones ante fallas.
Construcción de cárcamo de bombeo de aguas residuales para barrios Ferrocarril y Quivira.	Obra civil, equipamiento electromecánico, hidrosanitario y eléctrico.	No acción.

Elaboración propia.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

*Tabla 53. Acciones y proyectos de bombeo de aguas residuales en Acuña, CH.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación del cárcamo "Rebombeo Puente Internacional".	Suministro e instalación de equipos de bombeo de marcas nacionales y americanas.	Suministro e instalación de equipos de bombeo de marcas extranjeras no americanas.
Rehabilitación del "Cárcamo General".		

Elaboración propia.

*Tabla 54. Acciones y proyectos de bombeo de aguas residuales en Piedras Negras, CO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de EBAR No. 3.	Cambiar su ubicación respecto de la actual posición, con la finalidad de acercar dicha instalación a la PTAR.	Labores de reconstrucción, conservando su geometría y dimensiones.
Construcción de EBARs Norte y Sur, y líneas a presión.	Cárcamos de concreto armado, con paredes exteriores situadas debajo del terreno y cámaras de succión por debajo del nivel máximo del agua, con tratamiento impermeabilizante para evitar filtraciones; considera una operación automática sin personal permanente.	Cárcamos de concreto armado, con paredes exteriores situadas debajo del terreno y cámaras de succión por debajo del nivel máximo del agua, con tratamiento impermeabilizante para evitar filtraciones; considera una operación semiautomática, con la participación de personal.

Elaboración propia.

*Tabla 55. Acciones y proyectos de bombeo de aguas residuales en Nuevo Laredo, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Proyecto ejecutivo de reingeniería y equipamiento de las EBAR's.	Diagnóstico del sistema de saneamiento en el que se requiere realizar reingeniería de las 14 estaciones de bombeo.	NA
Rehabilitación y equipamiento electromecánico de estaciones de bombeo de aguas residuales.	Sustitución de equipos dañados.	NA
Estación de bombeo PITAR.	Rehabilitación y equipamiento de la estación de bombeo PITAR.	NA

Elaboración propia.

*Tabla 56. Acciones y proyectos de bombeo de aguas residuales en Reynosa, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Equipamiento de la EBAR 10 con equipos de acero.	Equipar las estaciones citadas con equipos de bombeo sumergibles para aguas negras, con cuerpo de acero inoxidable.	Equipar las estaciones citadas con equipos de bombeo sumergibles, con cuerpo de fierro.
Equipamiento de la EBAR 14 con equipos de acero.	Equipar las estaciones citadas con equipos de bombeo sumergibles para aguas negras, con cuerpo de acero inoxidable.	Equipar las estaciones citadas con equipos de bombeo sumergibles, con cuerpo de fierro.
Rehabilitación de estaciones de bombeo.	Equipar las estaciones citadas con equipos de bombeo sumergibles para aguas negras, con cuerpo de acero inoxidable.	Equipar las estaciones citadas con equipos de bombeo sumergibles, con cuerpo de fierro.
Cárcamo bombeo PTAR No. 4 con equipos de acero.	Equipar las estaciones citadas con equipos de bombeo sumergibles para aguas negras, con cuerpo de acero inoxidable.	Equipar las estaciones citadas con equipos de bombeo sumergibles, con cuerpo de fierro.
Cárcamo bombeo PTAR No. 2 con equipos de acero.	Equipar las estaciones citadas con equipos de bombeo sumergibles para aguas negras, con cuerpo de acero inoxidable.	Equipar las estaciones citadas con equipos de bombeo sumergibles, con cuerpo de fierro.

Elaboración propia.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

*Tabla 57. Acciones y proyectos de bombeo de aguas residuales en Matamoros, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Reingeniería de las EBARs 3, 10, 11, 36, 37, 44, 49, 58, 73, 86 y 91.	Reposición de equipos dañados de cada EBAR.	Sustitución de manera integral del equipamiento de las EBAR.
Estaciones de bombeo 35, 17, 16 y 21.	Reposición de equipos dañados de cada EBAR.	Sustitución de manera integral del equipamiento de las EBAR.
Rehabilitación de la línea de impulsión de Río Bravo a PTAR; incluye Proyecto Ejecutivo	Rehabilitación del proyecto conservando el mismo tipo de tubería PAD con los coeficientes de rugosidad y espesores requeridos para las cargas externas.	Sustitución del tipo de tubería por PRFV.
Rehabilitación de la línea de impulsión de Nuevo Progreso a PTAR	Rehabilitación del proyecto conservando el mismo tipo de tubería PAD con los coeficientes de rugosidad y espesores requeridos para las cargas externas.	Sustitución del tipo de tubería por PRFV.

Elaboración propia.

*Tabla 58. Acciones y proyectos de bombeo de aguas residuales en la Frontera Chica, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Sustitución de equipo electromecánico cárcamos de bombeo aguas residuales en calle Aldama y González.	Sustitución de equipo electromecánico cárcamos de bombeo aguas residuales.	NA
Construcción de estación de bombeo y emisor a presión de aguas residuales en la zona poniente de Nueva Ciudad Guerrero.	Construcción de estación de bombeo y emisor a presión de aguas residuales, zona poniente de Nueva Ciudad Guerrero.	NA
Sustitución de equipo electromecánico cárcamo general de bombeo de aguas residuales de Mier.	Sustitución de equipo electromecánico cárcamos de bombeo aguas residuales.	NA.
Estaciones de bombeo en Díaz Ordaz.	Construcción de estación de bombeo general de aguas residuales.	NA
Estaciones de bombeo en Camargo	Sustitución de estación de bombeo principal para un caudal de 25 lps.	NA
Rehabilitación de la estación de bombeo general Miguel Alemán.	Sustitución de equipo electromecánico de las estaciones de bombeo de aguas residuales.	NA

Elaboración propia.

### 3.1.3 Alternativas de tratamiento de aguas residuales.

Se realizó el análisis de alternativas considerando las siguientes propuestas de solución para cada proyecto:

*Tabla 59. Acciones y proyectos de tratamiento de aguas residuales en Tijuana, BC.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Rehabilitación de la PTAR San Antonio de los Buenos.	Construcción de nueva planta en el sitio actual de lodos activados para 1800 lps en módulos de 600 lps. Se evalúa la alternativa de dos módulos (1200 lps). Incluye cárcamo de bombeo para incorporar efluente de la subcuenca San Antonio de los Buenos.	Construcción de una planta de lodos activados en un nuevo sitio para 1800 lps, en módulos de 600 lps. Se evalúa la alternativa de dos módulos (1200 lps).	Dar tratamiento a 1078 lps de aguas residuales en una nueva PITAR; incluye el paro de operación de la PB 1B. El efluente se enviaría al emisor submarino.
Ampliación de la PTAR La Morita	Construcción de un módulo de capacidad 127 lps, con las mismas especificaciones de diseño que la planta actual.	Construcción de una nueva PTAR de 127 lps de capacidad, del tipo lodos activados, en un predio de dos hectáreas, a un costado del Fideicomiso El Florido;	NA



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
		con los mismos parámetros de diseño que la actual PTAR La Morita.	

Elaboración propia.

*Tabla 60. Acciones y proyectos de tratamiento de aguas residuales en Tecate, BC.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Modernización de la PTAR Tecate.	Construcción en el mismo sitio. Construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad de 210 l/s de lodos activados en la modalidad aireación extendida, en el mismo sitio de la actual planta.	Construcción en un nuevo sitio. Construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad de 210 l/s de lodos activados en la modalidad aireación extendida, en un nuevo sitio a dos kilómetros aguas abajo de la PTAR actual.

Elaboración propia.

*Tabla 61. Acciones y proyectos de tratamiento de aguas residuales en Mexicali, BC.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
PTAR Zaragoza	Rehabilitación y mejora del proceso de tratamiento de la PTAR Zaragoza para cumplimiento de calidad NOM y requerimientos por acuerdos internacionales.	NA
Proyecto de ampliación de la PTAR Arenitas.	Cumplimiento de la NOM vigente para descarga de aguas residuales, mediante aireación sobre extendida, con pulimento en humedales y recuperación de los gases para la generación de electricidad.	NA

Elaboración propia.

*Tabla 62. Acciones y proyectos de tratamiento de aguas residuales en SLRC, SO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Planta de tratamiento Cucapá	Construcción y equipamiento del cuarto módulo para la ampliación de la PTAR Cucapá.	NA

*Tabla 63. Acciones y proyectos de tratamiento de aguas residuales en Nogales, SO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Equipamiento PTAR Los Alisos	Equipamiento de la 2da. etapa PTAR Los Alisos (110 l/s, la obra civil ya existe).	NA
PTAR Fraccionamiento La Mesa	Ampliación y rehabilitación de PTAR Fraccionamiento La Mesa.	NA
Ampliación PTAR Los Alisos	Ampliación del 4to. módulo PTAR Los Alisos, con capacidad de 110 lps.	NA
PTAR Puerta Lomas de Anza	Ampliación de PTAR Puerta Lomas de Anza, II etapa con un módulo de 15 lps (de 45 a 60 lps).	NA
PTAR modular	Construcción y puesta en marcha de PTAR modular para 750 lps.	NA

Elaboración propia.

*Tabla 64. Acciones y proyectos de tratamiento de aguas residuales en Naco, SO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Mantenimiento y rehabilitación de PTAR existentes	Mantenimiento y rehabilitación de PTAR existentes	NA



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Elaboración de proyecto de rehabilitación y ampliación de PTAR	Proyecto ejecutivo	NA

Elaboración propia.

*Tabla 65. Acciones y proyectos de tratamiento de aguas residuales en Juárez, CH.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Ampliación PTAR Valle de Juárez	Lodos convencionales	Lodos alta carga	Lodos aireación extendida
Construcción PTAR El Chaparral			
PTAR Samalayuca			

Elaboración propia.

*Tabla 66. Acciones y proyectos de tratamiento de aguas residuales en Valle de Juárez, CH.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de PTAR El Millón	Reposición de la geomembrana de protección de los bordos de las lagunas, reparación de registros y tuberías de interconexión dañadas, limpieza de la zona dentro de los predios de las PTAR y trabajos diversos que aseguren su operación adecuada.	No acción
Rehabilitación de PTAR Dr. Porfirio Parra y Guadalupe		
Rehabilitación de PTAR Práxedes G Guerrero, colonia Esperanza y El Porvenir		

Elaboración propia.

*Tabla 67. Acciones y proyectos de tratamiento de aguas residuales en Ojinaga, CH.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de la PTAR Ojinaga	Reposición de geomembranas, construcción de filtro de piedra, mamparas, medidor de flujo, limpieza y pintura.	No acción

Elaboración propia.

*Tabla 68. Acciones y proyectos de tratamiento de aguas residuales en Acuña, CO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Rehabilitación general de la actual PTAR	Obra de llegada a la PTAR, con la administración directa y dirección técnica y operativa del SIMAS Acuña.	Obra de llegada a la PTAR, con la administración directa y dirección técnica y operativa de empresa privada, labores de supervisión por el Organismo Operador.	NA
Construcción de nueva PTAR, 1ra. etapa	Lagunas de estabilización	Lodos activados Convencional	Aireación extendida

Elaboración propia.

*Tabla 69. Acciones y proyectos de tratamiento de aguas residuales en Piedras Negras, CO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Ampliación de la actual PTAR	Lagunas de estabilización	Lodos activados Convencional	Aireación extendida

Elaboración propia.

*Tabla 70. Acciones y proyectos de tratamiento de aguas residuales en Nuevo Laredo, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Proyecto ejecutivo de reingeniería y equipamiento de las PTAR	Proyecto ejecutivo	NA
Rehabilitación de la PITAR Nuevo Laredo	Sustitución de equipo electromecánico	NA
Ampliación de la PTAR Norponiente, módulo de 200 lps	Ampliación de la PTAR Norponiente, módulo de 200 lps	NA
Disposición de biosólidos de la PITAR Nuevo Laredo	Disposición de biosólidos de la PITAR Nuevo Laredo	NA





## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Elaboración propia.

*Tabla 71. Acciones y proyectos de tratamiento de aguas residuales en Reynosa, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de la PTAR No. 1.	Rehabilitación total de la PTAR	NA
Rehabilitación de la PTAR No. 2.	Rehabilitación total de la PTAR.	NA
Construcción de planta de tratamiento de aguas residuales No. 3 de 550 lps, a base de lagunas de oxidación.	Sistema lagunar	Sistema mecanizado
Adquisición de 35 has para construcción de planta de tratamiento de aguas residuales No. 4 (lagunas de oxidación).	Sistema lagunar	Sistema mecanizado
Ampliación en 60 lps de la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR 3, a base de lagunas de oxidación.	Mismo proceso de tratamiento a través de filtros percoladores.	Sistema mecanizado
Construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales No. 4 de 66 lps, a base de lagunas de oxidación.	Mismo proceso de tratamiento a través de filtros percoladores.	Sistema mecanizado
Ampliación en 100 lps de la planta de tratamiento de aguas residuales No. 2 mecanizada.	Mismo proceso de tratamiento a través de filtros percoladores.	Sistema mecanizado
Ampliación en 400 lps de la planta de tratamiento de aguas residuales No. 2, mecanizada.	Mismo proceso de tratamiento a través de filtros percoladores.	Sistema mecanizado
Ampliación en 227 lps de la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR 3, a base de lagunas de oxidación.	Sistema lagunar	Sistema mecanizado
Ampliación en 211 lps de la planta de tratamiento de aguas residuales No. 4, a base de lagunas de oxidación.	Sistema lagunar	Sistema mecanizado
Ampliación en 18 lps de la planta de tratamiento de aguas residuales Pirámides, tipo mecanizada.	Mismo proceso de tratamiento actual.	Sistema mecanizado.
Estudio y proyecto ejecutivo de subcolectores, colectores, líneas a presión, EBAR's y PTAR No. 3.	Estudio	NA
Estudio y proyecto para la construcción de emisores y PTAR No.4	Estudio	NA

Elaboración propia.

*Tabla 72. Acciones y proyectos de tratamiento de aguas residuales en Matamoros, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Ampliación de la PTAR Oeste.	Ampliación de los módulos existentes.	Construcción de modulo adicional.
Rehabilitación de PTAR en Ciudad Río Bravo.	Reparación de las estructuras de operación y equipos actuales deteriorados.	Sustitución de las estructuras y equipos dañados por otros de mayor eficiencia.

Elaboración propia.

*Tabla 73. Acciones y proyectos de tratamiento de aguas residuales en la Frontera Chica, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
PTAR en Nueva Ciudad Guerrero	Construcción de sistema lagunar	NA	NA	NA
PTAR en Mier	Rehabilitación de lagunas de estabilización	NA	NA	NA
PTAR en Díaz Ordaz	Laguna anaerobia seguida de dos lagunas facultativas y finalmente dos lagunas de maduración.	Laguna anaeróbica seguida de un humedal.	NA	NA



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
PTAR en Camargo	Laguna anaerobia seguida de dos lagunas facultativas, y finalmente dos lagunas de maduración.	Laguna facultativa seguida de una laguna de maduración.	Dos lagunas facultativas en serie, y finalmente una laguna de maduración.	Laguna aireada seguida de una laguna de sedimentación, y finalmente desinfección por radiación ultravioleta.
PTAR en Miguel Alemán.	Rehabilitación de lagunas de oxidación	NA	NA	NA

Elaboración propia.

### 3.1.4 Alternativas de reúso de agua.

Se realizó el análisis de alternativas considerando las siguientes propuestas de solución para cada proyecto:

*Tabla 74. Acciones y proyectos de reúso de agua en Tijuana, BC.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Construcción del sistema de infiltración Valle de las Palmas.	Trazo 1 siguiendo las vialidades existentes, los caminos vecinales (dentro del arroyo afluente a la presa Abelardo L. Rodríguez) y topografía de la zona; incluye dos estaciones de bombeo y tres tanques de regulación. El procedimiento constructivo es zanja a cielo abierto.	Trazo 2 siguiendo las vialidades existentes, los caminos vecinales y topografía de la zona; contempla dos estaciones de bombeo y dos tanques de regulación. El procedimiento constructivo es zanja a cielo abierto.

Elaboración propia.

*Tabla 75. Acciones y proyectos de reúso de agua en Tecate, BC.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Ampliación de la línea de distribución de agua de reúso.	Ampliación de la línea morada mediante la construcción de 2200 metros de tubería de PVC de 20 cm de diámetro para ampliar la zona de infiltración en el área conocida como Agua Fría.	Ampliación de línea morada mediante la construcción de 3700 metros de tubería de PVC de 20 cm de diámetro para ampliar la zona de infiltración conocida como cañón Joe Bill.

Elaboración propia.

*Tabla 76. Acciones y proyectos de reúso de agua en Juárez, CH.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Construcción del acueducto de la PTAR Sur a la PTAR Laguna de Patos.	Instalación de la tubería seleccionada (material y diámetro) mediante zanjas excavadas a cielo abierto.	Instalación de tubería de polietileno de alta densidad (con o sin refuerzo de acero), exclusivamente, y empleando el método de perforación direccional.
Ampliación de la red de agua tratada para dar servicio a los nuevos usuarios.		
Canalización de agua tratada de la PTAR Sur al Dren Interceptor.		

Elaboración propia.

*Tabla 77. Acciones y proyectos de reúso de agua en Nuevo Laredo, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Ampliar la zona de cobertura para riego de parques y jardines.	Construcción de líneas de agua tratada tuberías de PVC de 4", 6", 8", 10", 12" 16" y 20" de diámetro.	NA

Elaboración propia.

### 3.1.5 Alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación.

Se realizó el análisis de alternativas considerando las siguientes propuestas de solución para cada proyecto:



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

*Tabla 78. Acciones y proyectos de infraestructura complementaria e instrumentación en Tijuana, BC.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Construcción de obra de toma a gravedad PB CILA.	Construcción de obra de toma en el río Tijuana, 850 m aguas arriba de la obra de toma actual con PAD, y el hincado de 77 m de tubería de acero para cruzar el bordo del río Tijuana.	Construcción de obra de toma en el río Tijuana, instalando 80 m de tubería de PVC FR en la plantilla del río Tijuana, para después, mediante el hincado de 77 m de tubería de acero, cruzar el bordo del río Tijuana.	NA
Construcción de sitio para la disposición de biosólidos de las PTAR.	Continuar con subcontratación de una empresa para la prestación del servicio de disposición final de los residuos generados del tratamiento de las aguas residuales.	Construcción de un incinerador para la reducción de volumen de los lodos y manejo final mediante celdas de mono relleno, en un predio aledaño al cárcamo Matadero; incluye un lododucto.	Comprar y habilitar las celdas de confinamiento para disponer de lodos y biosólidos generados en el tratamiento de las aguas residuales.
Automatización y monitoreo de estaciones de bombeo.	Continuar operando los sistemas de bombeo de forma manual.	Instalar un sistema de telemetría automatizado.	NA

Elaboración propia.

*Tabla 79. Acciones y proyectos de infraestructura complementaria e instrumentación en Tecate, BC.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Medición y adquisición de datos	Implantación de SCADA. Implementación de un sistema de telemetría para los principales cárcamos de bombeo de la ciudad y la PTAR de Tecate.	No acción. Continuar operando de manera manual todos los sistemas, así como seguir con la contratación del servicio de seguridad.

Elaboración propia.

*Tabla 80. Acciones y proyectos de infraestructura complementaria e instrumentación en Mexicali, BC.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Parque Metropolitano Las Arenitas	Usos recreativos y en instalaciones deportivas del agua regenerada	NA
Estudio de clasificación de contaminantes del río Hardy	Estudio	NA

Elaboración propia.

*Tabla 81. Acciones y proyectos de infraestructura complementaria e instrumentación en Naco, SO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Implementación y operación de sistemas administrativos, comerciales y contables.	Implementación y operación de sistemas administrativos, comerciales y contables.	NA
Planeación integral (operativa y administrativa).	Planeación integral (operativa y administrativa).	NA

Elaboración propia.

*Tabla 82. Acciones y proyectos de infraestructura complementaria e instrumentación en Cd. Juárez, CH.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación y reforzamiento de cruces especiales de alto riesgo	Instalación de tubería de polietileno de alta densidad (con y sin refuerzo de acero, dependiendo de los requerimientos estructurales), exclusivamente, y empleando el método de perforación direccional.	Instalación de la tubería seleccionada (material y diámetro) y construcción de estructuras mediante zanjas y pozos excavados a cielo abierto, conservando en sitios determinados.
Construcción del drenaje pluvial en la zona centro.		
Medición permanente de gasto en colectores y suministro de 15 macromedidores de aguas residuales.		



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Ampliación del Acuaférico Conejos Médanos.		
Construcción de la planta potabilizadora en la presa Internacional.		

Elaboración propia.

*Tabla 83. Acciones y proyectos de infraestructura complementaria e instrumentación en Ojinaga, CH.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Protección de la infraestructura hidráulica susceptible a crecidas del río Bravo.	Construcción de bordo de protección.	Prevalecen las condiciones actuales, siguiendo solamente los programas vigentes que llevan a reparaciones solo en caso de falla.

Elaboración propia.

*Tabla 84. Acciones y proyectos de infraestructura complementaria e instrumentación en Acuña, CH.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Obras de protección del colector marginal del arroyo Las Vacas.	Construcción de las estructuras de protección mediante el procedimiento tradicional de elementos trapezoidales a base de tabiques, con base y uniones de concreto armado y repellido de concreto.	Estructura completa de concreto armado, con cimbrado de madera hecho en obra, al igual que el concreto, con $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ como mínimo.

Elaboración propia.

*Tabla 85. Acciones y proyectos de infraestructura complementaria e instrumentación en Piedras Negras, CO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Drenaje pluvial en la zona centro, primera etapa (Puebla, Colón y Dr. Coss).	Construcción de los canales mediante zanjas excavadas a cielo abierto y mediante concreto armado con malla electrosoldada.	Instalación de canales prefabricados en tramos de dimensiones variables.
Drenaje pluvial en la zona centro, segunda etapa (Jiménez, Terán y Rayón)		

Elaboración propia.

*Tabla 86. Acciones y proyectos de infraestructura complementaria e instrumentación en Nuevo Laredo, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Laboratorio, instrumentación y operación.	Instalación de equipos que faciliten y sistematicen la operación conjunta de EBARs y PTARs	NA

Elaboración propia.

*Tabla 87. Acciones y proyectos de infraestructura complementaria e instrumentación en Reynosa, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Estudio de calidad de agua de los drenes Santa Anita y El Anheló, y proyecto para el tratamiento del agua de la laguna la escondida.	Estudio	NA
Estudio de modelación hidráulica de la Laguna La Escondida, y proyecto ejecutivo para la adecuación de su descarga al río Bravo a través del dren El Anheló.	Estudio	NA
Estudio y proyecto ejecutivo para la captación de derrame de sustancias tóxicas, en caso de accidentes del transporte público de carga, su alejamiento y confinamiento en el puente internacional Reynosa-Pharr, para evitar la contaminación del río Bravo.	Estudio	NA



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Estudio para tratar los retornos agrícolas al río Bravo, procedentes de los distritos de riego 025 Bajo Río Bravo, y 026 Bajo Río San Juan, en el estado de Tamaulipas.	Estudio	NA
Estudio y proyecto de la factibilidad técnica y económica de la construcción de la planta desalinizadora de las aguas del dren El Morillo, y alternativas del reúso de las aguas tratadas.	Estudio	NA
Estudio para la reubicación de tiraderos de basura ubicados en la zona del cauce internacional del río Bravo, en el municipio de Reynosa Tamaulipas	Estudio	NA

Elaboración propia.

*Tabla 88. Acciones y proyectos de infraestructura complementaria e instrumentación en Matamoros, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Estudio para la elaboración del catastro técnico de la infraestructura de alcantarillado y saneamiento, Matamoros.	Estudio	N/A
Estudio para la elaboración del catastro técnico de la infraestructura de alcantarillado y saneamiento, Río Bravo	Estudio	N/A
Estudio para la elaboración del catastro técnico de la infraestructura de alcantarillado y saneamiento, Nuevo Progreso.	Estudio	N/A

Elaboración propia.

### 3.2 Dimensionamiento de alternativas usando criterios de resiliencia.

Se dimensionaron las obras requeridas para atender las necesidades actuales y de crecimiento futuro en cada sistema a nivel de esquemas, considerando como insumo principal los análisis realizados por los Organismos Operadores, en los que se han definido diámetros y espesores o clases de tubería, ubicación y capacidad de las estructuras requeridas, características preliminares de la captación, plantas de bombeo, tratamiento, sitios de descarga y las adecuaciones identificadas en la infraestructura.

Los procesos de tratamiento planteados fueron dimensionados con ayuda de procedimientos asistidos por computadora, considerando las condiciones locales. De igual manera, se realizaron análisis hidráulicos simplificados de las diversas alternativas, con el objeto de conocer su funcionamiento, capacidad de conducción, velocidades, pendientes hidráulicas y presiones de trabajo, así como las cargas de bombeo requeridas. Estos análisis se hicieron siguiendo las normas y lineamientos de CONAGUA.

Se aplicaron criterios de resiliencia en el dimensionamiento de estas alternativas:

1. Robustez. Capacidad de no colapsarse totalmente ante picos o accidentes operativos; disponibilidad de la infraestructura.
2. Redundancia. Suficientes respaldos o elementos para evitar cuellos de botella o la falla completa.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

3. Recursos para la adaptación. Recursos para atender una emergencia y estrategias de adaptación de soluciones temporales.
4. Rapidez de recuperación de niveles de servicio. Tasa de recuperación de la funcionalidad del sistema.

### 3.2.1 Dimensionamiento de proyectos de conducción de aguas residuales.

En las tablas siguientes se muestran los resultados de las modelaciones hidráulicas, considerando las características hidráulicas de los materiales propuestos, su diámetro ( $\Phi$ ), la pendiente ( $s$ ) promedio y la longitud ( $L$ ); como resultado se obtuvo el gasto máximo ( $Q_{max}$ ) que puede conducirse con la rehabilitación propuesta, y se comparó contra el gasto medio ( $Q_{med_{2050}}$ ) y máximo ( $Q_{max_{2050}}$ ) calculado para el año 2050, de acuerdo con las proyecciones de crecimiento urbano, dando como resultado un déficit o superávit que permite visualizar si la alternativa es técnicamente viable.

*Tabla 89. Dimensionamiento de alternativas de conducción de aguas residuales en Tijuana, BC.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación del interceptor Internacional $Q_{med2050} = 1,867$ lps $Q_{max2050} = 5,042$ lps	$\Phi = 183$ cm $s = 0.12\%$ $Q_{max} = 5,410$ lps $L = 2.47$ km Superávit/ Déficit = 368	$\Phi = 183$ cm $s = 0.12\%$ $Q_{max} = 5,050$ lps $L = 2.47$ km Superávit/ Déficit = 8
Rehabilitación del colector Insurgentes $Q_{med2050} = 287$ lps $Q_{max2050} = 934$ lps	$\Phi = 91$ cm $s = 0.70\%$ $Q_{max} = 2,814$ lps $L = 5.42$ km Superávit/ Déficit = 1,880	$\Phi = 91$ cm $s = 1.0\%$ $Q_{max} = 2,387$ lps $L = 6.76$ km Superávit/ Déficit = 1,453
Rehabilitación del colector Oriente $Q_{med2050} = 1,051$ lps $Q_{max2050} = 2,836$ lps	$\Phi = 122$ cm $s = 0.40\%$ $Q_{max} = 2,430$ lps $L = 6.79$ km Superávit/ Déficit = 6,632	$\Phi = 107$ cm $s = 0.34\%$ $Q_{max} = 2,177$ lps $L = 8.41$ km Superávit/ Déficit = 6,632
Rehabilitación del colector Poniente $Q_{med2050} = 595$ lps $Q_{max2050} = 1,606$ lps	$\Phi = 107$ cm $s = 0.31\%$ $Q_{max} = 2,066$ lps $L = 0.35$ km Superávit/ Déficit = 460	$\Phi = 122$ cm $s = 0.44\%$ $Q_{max} = 3,524$ lps $L = 0.29$ km Superávit/ Déficit = 1,918
Rehabilitación del colector R. Castellanos $Q_{med2050} = 98$ lps $Q_{max2050} = 328$ lps	$\Phi = 45$ cm $s = 2.50\%$ $Q_{max} = 733$ lps $L = 2.49$ km Superávit/ Déficit = 405	$\Phi = 45$ cm $s = 2.50\%$ $Q_{max} = 733$ lps $L = 2.49$ km Superávit/ Déficit = 405
Rehabilitación del colector Poniente Viejo $Q_{med2050} = 47$ lps $Q_{max2050} = 178$ lps	$\Phi = 30$ cm $s = 0.37\%$ $Q_{max} = 398$ lps $L = 2.57$ km Superávit/ Déficit = 220	$\Phi = 30$ cm $s = 0.37\%$ $Q_{max} = 398$ lps $L = 2.57$ km Superávit/ Déficit = 220
Rehabilitación del colector Sánchez Taboada $Q_{med2050} = 281$ lps $Q_{max2050} = 913$ lps	$\Phi = 107$ cm $s = 0.14\%$ $Q_{max} = 1394$ lps $L = 0.13$ km Superávit/ Déficit = 481	$\Phi = 107$ cm $s = 0.14\%$ $Q_{max} = 1394$ lps $L = 0.13$ km Superávit/ Déficit = 481
Construcción del colector Costero 2 $Q_{med2050} = 253$ lps $Q_{max2050} = 825$ lps	$\Phi = 91$ cm $s = 2.3\%$ $Q_{max} = 4,600$ lps $L = 8.57$ km Superávit/ Déficit = 3,755	$\Phi = 91$ cm $s = 27\%$ $Q_{max} = 3,620$ lps $L = 9.61$ km Superávit/ Déficit = 2,795
Rehabilitación del emisor Líneas Cuatas $Q_1 = 958$ lps $Q = 1,080$ lps	$L_1 = 1.64$ km   $\Phi = 91$ cm $v = 1.46$ hf = 3.54 m $L_2 = 0.24$ km   $\Phi = 91$ cm $v = 1.65$ hf = 0.64 m	$L_1 = 1.07$ km   $\Phi = 91$ cm $v = 1.46$ hf = 2.32 m $L_2 = 0.30$ km   $\Phi = 91$ cm $v = 1.65$ hf = 0.80 m
Construcción del bombeo Sainz – Herrera $Q = 100$ lps	$L = 1.75$ km   $\Phi = 31$ cm hf = 12.13 m	$L_1 = 1.87$ km   $\Phi = 31$ cm hf = 12.96 m

Elaboración propia.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

En aquellas alternativas donde los resultados del análisis hidráulico son iguales, la diferencia estriba en el procedimiento constructivo.

*Tabla 90. Dimensionamiento de alternativas de conducción de aguas residuales en Tecate, BC.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación del subcolector Industrial. Qmed2050= 30 lps Qmax2050 = 123 lps	$\Phi = 25 \text{ cm}$ $s = 1.5 \%$ $Q_{\text{max}} = 96 \text{ lps}$ $L = 0.85 \text{ km}$ Superávit/ Déficit = - 27	$\Phi = 30 \text{ cm}$ $s = 1.2 \%$ $Q_{\text{max}} = 139 \text{ lps}$ $L = 0.85 \text{ km}$ Superávit/ Déficit = 16
Rehabilitación del colector Bella Vista. Qmed2050= 49 lps Qmax2050 = 186 lps	$\Phi = 30 \text{ cm}$ $s = 1.8 \%$ $Q_{\text{max}} = 167 \text{ lps}$ $L = 1.15 \text{ km}$ Superávit/ Déficit = - 19	$\Phi = 30 \text{ cm}$ $s = 2.5 \%$ $Q_{\text{max}} = 190 \text{ lps}$ $L = 1.15 \text{ km}$ Superávit/ Déficit = 4
Rehabilitación del subcolector Morelos. Qmed2050= 14 lps Qmax2050 = 63 lps	$\Phi = 30 \text{ cm}$ $s = 2.9 \%$ $Q_{\text{max}} = 217 \text{ lps}$ $L = 1.30 \text{ km}$ Superávit/ Déficit = 154	$\Phi = 30 \text{ cm}$ $s = 3.1 \%$ $Q_{\text{max}} = 224 \text{ lps}$ $L = 1.29 \text{ km}$ Superávit/ Déficit = 161
Rehabilitación del colector Lázaro Cárdenas. Qmed2050= 26 lps Qmax2050 = 110 lps	$\Phi = 38 \text{ cm}$ $s = 1.0 \%$ $Q_{\text{max}} = 237 \text{ lps}$ $L = 1.67 \text{ km}$ Superávit/ Déficit = 127	$\Phi = 38 \text{ cm}$ $s = 1.0 \%$ $Q_{\text{max}} = 237 \text{ lps}$ $L = 1.67 \text{ km}$ Superávit/ Déficit = 127
Rehabilitación del colector Nopalera. Qmed2050= 171 lps Qmax2050 = 555 lps	$\Phi = 45 \text{ cm}$ $s = 1.0 \%$ $Q_{\text{max}} = 930 \text{ lps}$ $L = 5.78 \text{ km}$ Superávit/ Déficit = 375	$\Phi = 45 \text{ cm}$ $s = 1.0 \%$ $Q_{\text{max}} = 930 \text{ lps}$ $L = 5.78 \text{ km}$ Superávit/ Déficit = 375

Elaboración propia.

En aquellas alternativas donde los resultados del análisis hidráulico son iguales, la diferencia estriba en el procedimiento constructivo.

*Tabla 91. Dimensionamiento de alternativas de conducción de aguas residuales en Mexicali, BC.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Colector Recuerdos (emisor Zaragoza)	$L = 4025 \text{ m}$ . $\Phi = 36''$	$L = 4025 \text{ m}$ . $\Phi = 36''$
Colector Camino Nacional	$L = 5670 \text{ m}$ . $\Phi = 20''$	$L = 5670 \text{ m}$ . $\Phi = 20''$
Colector Recuerdos B	$L = 5965 \text{ m}$ . $\Phi = 20''$	$L = 5965 \text{ m}$ . $\Phi = 20''$
Colector Recuerdos	$L = 5305 \text{ m}$ . $\Phi = 30''$	$L = 5305 \text{ m}$ . $\Phi = 30''$
Subcolector Coronita	$L = 3200 \text{ m}$ . $\Phi = 18''$	$L = 3200 \text{ m}$ . $\Phi = 18''$
Colector H Aja	$L = 4025 \text{ m}$ . $\Phi = 36''$	$L = 4025 \text{ m}$ . $\Phi = 36''$
Colector Progreso	$L = 5635 \text{ m}$ . $\Phi = 24''$	$L = 5635 \text{ m}$ . $\Phi = 24''$
Emisor Sur	$L = 18400 \text{ m}$ . $\Phi = 48''$	$L = 18400 \text{ m}$ . $\Phi = 48''$
Emisor Efluente Sur	$L = 9500 \text{ m}$ . $\Phi = 60''$	$L = 9500 \text{ m}$ . $\Phi = 60''$
Colector del Sur TRAMO A	$L = 5023 \text{ m}$ . $\Phi = 36''$	$L = 5023 \text{ m}$ . $\Phi = 36''$
Subcolector La Pluma	$L = 4170 \text{ m}$ . $\Phi = 18''$	$L = 4170 \text{ m}$ . $\Phi = 18''$
Colector del Sur TRAMO B	$L = 3480 \text{ m}$ . $\Phi = 30''$	$L = 3480 \text{ m}$ . $\Phi = 30''$
Colector Noreste TRAMO A	$L = 6370 \text{ m}$ . $\Phi = 30''$	$L = 6370 \text{ m}$ . $\Phi = 30''$
Colector Noreste TRAMO B	$L = 7826 \text{ m}$ . $\Phi = 24''$	$L = 7826 \text{ m}$ . $\Phi = 24''$
Colector Choropo	$L = 9500 \text{ m}$ . $\Phi = 30''$	$L = 9500 \text{ m}$ . $\Phi = 30''$
Colector del Sur TRAMO C	$L = 5862 \text{ m}$ . $\Phi = 24''$	$L = 5862 \text{ m}$ . $\Phi = 24''$
Subcolector	$L = 4625 \text{ m}$ . $\Phi = 20''$	$L = 4625 \text{ m}$ . $\Phi = 20''$
Subcolector Roa	$L = 4090 \text{ m}$ . $\Phi = 20''$	$L = 4090 \text{ m}$ . $\Phi = 20''$
Subcolector Choropo 1	$L = 4275 \text{ m}$ . $\Phi = 18''$	$L = 4275 \text{ m}$ . $\Phi = 18''$
Subcolector Choropo 2	$L = 3710 \text{ m}$ . $\Phi = 18''$	$L = 3710 \text{ m}$ . $\Phi = 18''$
Subcolector Choropo 3	$L = 3340 \text{ m}$ . $\Phi = 18''$	$L = 3340 \text{ m}$ . $\Phi = 18''$
Subcolector Choropo 4	$L = 4860 \text{ m}$ . $\Phi = 20''$	$L = 4860 \text{ m}$ . $\Phi = 20''$
Subcolector Choropo 5	$L = 2466 \text{ m}$ . $\Phi = 18''$	$L = 2466 \text{ m}$ . $\Phi = 18''$
Subcolector Choropo Aux	$L = 2726 \text{ m}$ . $\Phi = 18''$	$L = 2726 \text{ m}$ . $\Phi = 18''$
Colector Puebla	$L = 6070 \text{ m}$ . $\Phi = 24''$	$L = 6070 \text{ m}$ . $\Phi = 24''$

Elaboración propia.

En todos los casos los resultados del análisis hidráulico son iguales; la diferencia estriba en el procedimiento constructivo.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 92. Dimensionamiento de alternativas de conducción de aguas residuales en San Luis Río Colorado, SO.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Ampliación de la red de colectores REMESOL	L= 17.95	L=17.95
Construcción de colector Noreste	L= 2.55 km., $\Phi=18''$	L= 2.55 km., $\Phi=18''$
Construcción de colector Libramiento	L= 11.31 km., $\Phi=20''$	L= 11.31 km., $\Phi=20''$
Construcción de colector Adelitas	L= 4.09 km., $\Phi=18''$	L= 4.09 km., $\Phi=18''$
Construcción de subcolector 1	L= 1.61 km., $\Phi=16''$	L= 1.61 km., $\Phi=16''$
Construcción de colector Sureste	L= 1.25 km., $\Phi=18''$	L= 1.25 km., $\Phi=18''$
Construcción de subcolector 2	L= 1.31 km., $\Phi=16''$	L= 1.31 km., $\Phi=16''$
Construcción de subcolector 3	L= 1.31 km., $\Phi=16''$	L= 1.31 km., $\Phi=16''$
Construcción de colector Oriente	L= 3.03 km., $\Phi=18''$	L= 3.03 km., $\Phi=18''$
Construcción de colector REMESOL	L= 5.82 km., $\Phi=24''$	L= 5.82 km., $\Phi=24''$
Construcción de colector Oriente	L= 3.55 km., $\Phi=18''$	L= 3.55 km., $\Phi=18''$

Elaboración propia.

Los resultados del análisis hidráulico son iguales; la diferencia estriba en el procedimiento constructivo.

Tabla 93. Dimensionamiento de alternativas de conducción de aguas residuales en Nogales, SO.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Emisor Sur Alisos II	L= 10.96 km $\Phi=42''$	L= 10.96 km $\Phi=42''$
Subcolector Recinto Fiscal	L= 3.01 km $\Phi=18''$	L= 3.01 km $\Phi=18''$
Colector UTN-AEROPUERTO	L= 3.98 km $\Phi=20''$	L= 3.98 km $\Phi=20''$
Subcolector Los Altos	L= 1.78 km $\Phi=18''$	L= 1.78 km $\Phi=18''$
Subcolector Periférico Oriente A	L= 0.94 km $\Phi=18''$	L= 0.94 km $\Phi=18''$
Colector Periférico Oriente	L= 2.17 km $\Phi=20''$	L= 2.17 km $\Phi=20''$
Subcolector Pedregoso	L= 1.07km $\Phi=18''$	L= 1.07km $\Phi=18''$
Colector Pedregoso	L= 3.07 km $\Phi=20''$	L= 3.07 km $\Phi=20''$
Subcolector El Álamo	L= 2.05 km $\Phi=18''$	L= 2.05 km $\Phi=18''$
Colector PBAR	L= 2.14 km $\Phi=18''$	L= 2.14 km $\Phi=18''$
Prolongación subcolector Reforma	L= 1.21 km $\Phi=18''$	L= 1.21 km $\Phi=18''$
Prolongación subcolector Ensueño	L= 0.29 km $\Phi=18''$	L= 0.29 km $\Phi=18''$
Prolongación subcolector 5 de Febrero	L= 0.55 km $\Phi=18''$	L= 0.55 km $\Phi=18''$
Prolongación subcolector Pirineos-R. Campodónico	L= 1.96 km $\Phi=18''$	L= 1.96 km $\Phi=18''$
Prolongación subcolector Ricardo Flores Magón	L= 1.10 km $\Phi=18''$	L= 1.10 km $\Phi=18''$
Prolongación subcolector Tecnológico	L= 2.05 km $\Phi=18''$	L= 2.05 km $\Phi=18''$
Subcolector Unison	L= 1.34 km $\Phi=18''$	L= 1.34 km $\Phi=18''$
Prolongación subcolector Búhos	L= 1.93 km $\Phi=18''$	L= 1.93 km $\Phi=18''$
Subcolector San Carlos 1	L= 1.97 km $\Phi=18''$	L= 1.97 km $\Phi=18''$
Subcolector San Carlos 2	L= 1.65 km $\Phi=18''$	L= 1.65 km $\Phi=18''$
Subcolector San Carlos 3	L= 1.03 km $\Phi=18''$	L= 1.03 km $\Phi=18''$
Subcolector San Carlos 4	L= 0.87 km $\Phi=20''$	L= 0.87 km $\Phi=20''$
Colector Peñitas	L= 1.82 km $\Phi=18''$	L= 1.82 km $\Phi=18''$
Colector Puerta de Anza	L= 2.71 km $\Phi=18''$	L= 2.71 km $\Phi=18''$
Colector Mascareñas	L= 1.31 km $\Phi=18''$	L= 1.31 km $\Phi=18''$

Elaboración propia.

En todos los casos los resultados del análisis hidráulico son iguales; la diferencia estriba en el procedimiento constructivo.





## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

*Tabla 94. Dimensionamiento de alternativas de conducción de aguas residuales en Naco, SO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Prolongación colector Oeste	L= 2.15 km $\Phi=12''$	L= 2.15 km $\Phi=12''$
Colector interceptor Oeste	L= 1.44 km $\Phi=12''$	L= 1.44 km $\Phi=12''$
Prolongación colector Central	L= 1.00 km $\Phi=12''$	L= 1.00 km $\Phi=12''$
Colector Central (a reponerse)	L= 1.93 km $\Phi=12''$	L= 1.93 km $\Phi=12''$
Colector Este (Oriente)	L= 0.37 km $\Phi=10''$	L= 0.37 km $\Phi=10''$
Colector interceptor Benito Juárez	L= 1.17 km $\Phi=18''$	L= 1.17 km $\Phi=18''$

Elaboración propia.

En todos los casos los resultados del análisis hidráulico son iguales; la diferencia estriba en el procedimiento constructivo.

*Tabla 95. Dimensionamiento de alternativas de conducción de aguas residuales en Juárez, CH.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Construcción de la red de alcantarillado del poblado de Samalayuca	L=3.5 km, $\Phi = 4''$ , Qmax= 8.5 lps	L=3.5 km, $\Phi = 4''$ , Qmax= 8.5 lps
Rehabilitación de 600 km de red de atarjeas en Ciudad Juárez	L= 600 km, $\Phi = 6''$ , Qmax= 12 lps	L= 600 km, $\Phi = 6''$ , Qmax= 12 lps
Introducción de la red de alcantarillado en las colonias Km 27 y Km 29	L= 75 km, $\Phi = 4''$ , Qmax= 8.5 lps	L= 75 km, $\Phi = 4''$ , Qmax= 8.5 lps
Rehabilitación y renovación de colectores en Centro Histórico y polígono AMP2011	L= 56.8 km, $\Phi = 30''$ , Qmax= 110 lps	L= 56.8 km, $\Phi = 30''$ , Qmax= 110 lps
Renovación de 214.10 km de colectores dañados en Ciudad Juárez	L= 214.10 km, $\Phi = 30''$ , Qmax= 110 lps	L= 214.10 km, $\Phi = 30''$ , Qmax= 110 lps
Rehabilitación de los colectores Nadadores, Norzagaray, Arroyo El Mimbres y Arroyo Las Víboras.	L= 65.90 km, $\Phi = 30''$ , Qmax= 110 lps	L= 65.90 km, $\Phi = 30''$ , Qmax= 110 lps
Construcción y ampliación de 19 km de colector Profundo	L= 19 km, $\Phi = 36''$ , Qmax= 150 lps	L= 19 km, $\Phi = 36''$ , Qmax= 150 lps
Construcción de la red de colectores en la zona poniente de Ciudad Juárez	L= 48 km, $\Phi = 30''$ , Qmax= 110 lps	L= 48 km, $\Phi = 30''$ , Qmax= 110 lps

Elaboración propia.

En todos los casos los resultados del análisis hidráulico son iguales; la diferencia estriba en el procedimiento constructivo.

*Tabla 96. Dimensionamiento de alternativas de conducción de aguas residuales en Valle de Juárez, CH.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de red de atarjeas en el centro de Guadalupe.	Q = 1 lps, L= 1 km,	NA

Elaboración propia.

En todos los casos los resultados del análisis hidráulico son iguales; la diferencia estriba en el procedimiento constructivo.

*Tabla 97. Dimensionamiento de alternativas de conducción de aguas residuales en Ojinaga, CH.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de la red de atarjeas en la zona centro de la ciudad.	L=25.9 km, $\Phi = 20$ cm	NA
Ampliación de la red de alcantarillado en el barrio Estación Ferrocarril y ejido Quivira.	L = 6.38 km $\Phi = 20''$	NA
Ampliación de la red de alcantarillado en la zona poniente (sin servicio).	L = 12.94 km $\Phi = 20''$	NA

Elaboración propia.

En todos los casos los resultados del análisis hidráulico son iguales; la diferencia estriba en el procedimiento constructivo.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

*Tabla 98. Dimensionamiento de alternativas de conducción de aguas residuales en Acuña, CO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Red de atarjeas en la colonia Estrella	L= 6.20 km	L= 6.20 km
Red de atarjeas en la colonia Benito Juárez	L= 30.00 km	L= 30.00 km
Red de atarjeas en fraccionamientos Los Encinos, Periodistas y Santa Marta	L= 7.50 km	L= 7.50 km
Red de atarjeas en fraccionamiento La Rivera	L= 6.70 km	L= 6.70 km
Red de atarjeas en fraccionamiento INFONAVIT	L= 3.90 km	L= 3.90 km
Red de atarjeas en fraccionamiento Jesús Ma. Ramón	L= 1.40	L= 1.40
Colector Victoria	L= 1.25 km	L= 1.25 km
Colector Parque Internacional	L= 1.60 km	L= 1.60 km
Colector Fundadores	L= 2.50 km	L= 2.50 km
Subcolector La Yegua	L= 1.60 km	L= 1.60 km
Colectores zonas de crecimiento NW, W y SSE de la mancha urbana actual	L= 25.00 km	L= 25.00 km
Colectores en espacios no poblados en la zona urbana actual	L= 20.00 km	L= 20.00 km

Elaboración propia.

En todos los casos los resultados del análisis hidráulico son iguales; la diferencia estriba en el procedimiento constructivo.

*Tabla 99. Dimensionamiento de alternativas de conducción de aguas residuales en Piedras Negras, CO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Red primaria de alcantarillado en áreas de influencia norte, sur y centro	L= 25 km	L= 25 km
Red de atarjeas en la colonia González	L= 3 km	L= 3 km
Red de atarjeas y descargas domiciliarias en la zona centro	L= 25 km	L= 25 km
Colector Treviño en la colonia Presidentes	L= 5.65 km	L= 5.65 km
Colector Centenario en las colonias Bravo y Buenos Aires	L= 3.25 km	L= 3.25 km
Colector calle Camino Viejo al Moral en la colonia Francisco I. Madero	L= 1.80 km	L= 1.80 km
Colectores en zonas de crecimiento NW, W y S de la mancha urbana actual	L= 20 km	L= 20 km

Elaboración propia.

En todos los casos los resultados del análisis hidráulico son iguales; la diferencia estriba en el procedimiento constructivo.

*Tabla 100. Dimensionamiento de alternativas de conducción de aguas residuales en Nuevo Laredo, TM.*

PROYECTO	Alternativa 1	Alternativa 2
Estudio integral de saneamiento para elaborar el plan rector que identifique los requerimientos de ampliaciones, rehabilitación de atarjeas, colectores y emisores.	NA	NA
Estudio para la elaboración del catastro técnico de la infraestructura de alcantarillado y saneamiento.	NA	NA
Rehabilitación del subcolector de drenaje sanitario Coyote Bajo.	Serie 20, $\phi = 200$ mm, 315 mm, 400 mm, 630 mm d	Tubería de concreto reforzado con junta de hule clase III, NMX-402
Rehabilitación del sifón del subcolector de drenaje sanitario Coyote Alto, en el cruce del arroyo El Coyote y la calle Anzures en la colonia Los Ciruelos—Compromiso Internacional.	L=182.16, clase 10, $\phi = 24"$	L=182.16, $\phi = 24"$



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Rehabilitación del subcolector de drenaje sanitario sur poniente del pozo #41 al #48.				
Rehabilitación del sifón del subcolector de drenaje sanitario sur-poniente en la calle Miguel Trillo y arroyo El Coyote.	L=180 m, $\phi = 8"$ .	L=180 m, $\phi = 8"$ .		
Rehabilitación del subcolector de drenaje sanitario Oradel–Compromiso Internacional.	Serie 20, $\phi = 200$ mm, 315 mm, 400 mm, 630 mm d	Tubería de concreto reforzado con junta de hule clase III, NMX-402		
Rehabilitación del colector Ribereño, sector centro, primera etapa del pozo #43 al # 72.				
Eliminación de descargas sanitarias en el arroyo Las Alazanas.				
Eliminación de descargas sanitarias, Monterrey.				
Eliminación de descargas sanitarias, Campestre.				
Rehabilitación del colector Ribereño, sector centro.				
Rehabilitación del subcolector Anáhuac, parte alta.	Serie 20, $\phi = 200$ mm, 315 mm, 400 mm, 630 mm d	Tubería de concreto reforzado con junta de hule clase III, NMX-402		
Rehabilitación del subcolector Anáhuac, parte alta, tercera etapa (bulevar Anáhuac y Cto. Jesús González Bastien hasta avenida Eva Samano y calle Chicago)–Compromiso Internacional.				
Rehabilitación del subcolector Anáhuac entre Ocampo y Río Tamesí (pozo #34 al #50).				
Rehabilitación del subcolector de drenaje sanitario, Donato Guerra, en la calle Donato Guerra entre Guanajuato y Anáhuac–Compromiso Internacional.				
Rehabilitación del subcolector Maclovio Herrera, parte baja.				
Rehabilitación del subcolector de drenaje sanitario, Degollado entre las calles 15 de Septiembre y 13 de Septiembre, en la colonia Campestre–Compromiso Internacional.				
Rehabilitación del subcolector La Joya, segunda etapa (río Éufrates a río Loira).				
Rehabilitación del subcolector Perú entre Constanza García y Justo Sierra.				
Eliminación de descargas sanitarias al colector pluvial 5 de Febrero, y reubicación del tramo por calle Venustiano Carranza entre Porfirio Díaz y bulevar Ruíz Cortínez en la colonia Mier y Terán.			Serie 20, $\phi = 200$ mm, 315 mm, 400 mm, 630 mm d	Tubería de concreto reforzado con junta de hule clase III, NMX-402
Rehabilitación del colector pluvial Lincoln entre el bulevar Luis Donaldo Colosio y avenida Nezahualcóyotl, en la colonia S.A.S.				
Rehabilitación del subcolector pluvial 5 de Febrero.				
Rehabilitación del subcolector 15 de Septiembre (colonia Burócratas).				
Rehabilitación del subcolector de drenaje sanitario Toboganes del pozo #1 al #20.				
Colector ribereño La Sandía.				
Subcolector sur-poniente del pozo #48 al pozo #78 (colonia Francisco Villa).				
Rehabilitación de atarjeas de 20 cm $\phi$ en calle Pedro J. Méndez entre Madero y Arteaga e Independencia entre Degollado y José de Escandón–Compromiso Internacional.	Serie 20, $\phi = 200$ mm, 315 mm, 400 mm, 630 mm d.	Tubería de concreto reforzado con junta de hule clase III, NMX-402.		
Rehabilitación de atarjeas de 20 cm $\phi$ en la calle Yucatán entre González y Canales, y en calle Canales entre Yucatán y Monterrey–Compromiso Internacional.				
Rehabilitación de la atarjea de 20 cm $\phi$ en la calle Riva Palacio entre González y Mina–Compromiso Internacional.				



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Instalación de la red de drenaje sanitario en las colonias Independencia Nacional, sector poniente, y San Roberto, sector poniente.		
Instalación de la red de drenaje sanitario para la colonia Ampliación Vamos Tamaulipas, sector poniente.		
Construcción de línea de drenaje sanitario en carretera aeropuerto.		

Elaboración propia.

En los casos en que los resultados del análisis hidráulico son iguales, la diferencia estriba en el procedimiento constructivo.

*Tabla 101. Dimensionamiento de alternativas de conducción de aguas residuales en Reynosa, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Colector de la calle Durango a la nueva PTAR No. 3.	L= 7.3 km, $\Phi = 30''$	L= 7.3 km, $\Phi = 30''$
Colector para conducir las aguas residuales de nuevas factibilidades a PTAR No. 2.	L=4.4 km, $\Phi = 24''$	L=4.4 km, $\Phi = 24''$
Colector para conducir las aguas residuales a la nueva PTAR No. 4.	L=1.9 km, $\Phi = 24''$	L=1.9 km, $\Phi = 24''$
Colector de 0.76 m (30") de diámetro en una longitud de 9674 m hacia la PTAR 2.	L= 9.6 km, $\Phi = 30''$	L= 9.6 km, $\Phi = 30''$
Colector de 0.76 m (30") de diámetro en una longitud de 2929 m hacia la PTAR 4.	L= 2.9 km, $\Phi = 30''$	L= 2.9 km, $\Phi = 30''$
Colector de 0.45 m (18") de diámetro en una longitud de 2000 m hacia la PTAR Pirámide.	L= 2.0 km, $\Phi = 18''$	L= 2.0 km, $\Phi = 18''$
Colector de 0.76 m (30") de diámetro en una longitud de 7363 m hacia la PTAR 3.	L= 7.3 km, $\Phi = 30''$	L= 7.3 km, $\Phi = 30''$
Emisor a presión a la PTAR 4, tubería de 12 pulgadas 1800 metros.	L= 1.8 km, $\Phi = 12''$	L= 1.8 km, $\Phi = 12''$
Emisor a presión, tubería de 36 pulgadas 200 metros de cárcamo a PTAR No. 2.	L= 0.2 km, $\Phi = 36''$	L= 0.2 km, $\Phi = 36''$
Catastro del sistema de alcantarillado que incluye red de atarjeas, pozos de visita, subcolectores, colectores, emisores y líneas a presión, identificando las descargas industriales.	NA	NA
Proyecto ejecutivo para la ampliación de la red de alcantarillado sanitario a zonas sin servicio.	NA	NA
Estudio y adecuación de proyecto ejecutivo de red de alcantarillado sanitario, subcolectores, colectores, líneas a presión, EBAR's, considerando la desconexión del drenaje pluvial, para encaminar las aguas residuales producidas hasta la zona de tratamiento.	NA	NA
Rehabilitación de la red de alcantarillado en varios sectores de la ciudad, en su gran mayoría en la zona centro.	-	-
Ampliación de la red de alcantarillado sanitario en varios sectores.	-	-
Refuerzo y sustitución de tuberías en red, subcolectores, colectores y líneas a presión.		

Elaboración propia.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

En los casos en que los resultados del análisis hidráulico son iguales, la diferencia estriba en el procedimiento constructivo.

*Tabla 102. Dimensionamiento de alternativas de conducción de aguas residuales en Matamoros, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de tubería deteriorada en la zona centro.	L= 10.030 km. $\Phi$ = 30 cm., Qd= 18.72, Qmax= 30.26	L= 10.030 km. $\Phi$ = 30 cm., Qd= 18.72, Qmax= 30.26
Construcción de los colectores 12 de Marzo, Expofiesta, ramales EBARs 16,17,21 y 35, y Santa Anita.	L=3.840 km. $\Phi$ = 45 cm., Qd= 21.22, Qmax= 48.69	NA
Ampliación de la red de colectores y atarjeas.	$\Phi$ min= 20 cm, 12,011 usuarios	$\Phi$ min= 20 cm, 12,011 usuarios
Saneamiento dren Principal.	B= 20m., d= 4.79 m., Qd= 153.56 m <sup>3</sup> /s., dc=1.79 m.	B= 20m., d= 4.79 m., Qd= 153.56 m <sup>3</sup> /s., dc=1.79 m.
Saneamiento del dren 32 izq.	B= 10 m., d= 2.96 m., Qd= 37.86 m <sup>3</sup> /s., dc= 1.11 m.	B= 10 m., d= 2.96 m., Qd= 37.86 m <sup>3</sup> /s., dc= 1.11 m.
Rehabilitación del colector marginal de Río Bravo.	L= 9.078.5 km., $\Phi$ = 61 cm	L= 9.078.5 km., $\Phi$ = 61 cm
Rehabilitación de colectores colapsados en Río Bravo.	L= 3 km., $\Phi$ = 45 cm	L= 3 km., $\Phi$ = 45 cm
Rehabilitación de colectores dañados en Río Bravo.	L= 2.5 km., $\Phi$ = 45 cm	L= 2.5 km., $\Phi$ = 45 cm
Construcción de red de atarjeas en Río Bravo.	L= 2.5 km., $\Phi$ = 45 cm	L= 2.5 km., $\Phi$ = 45 cm
Construcción de descargas domiciliarias en Nuevo Progreso.	$\Phi$ min= 20 cm, 1,800 usuarios	NA

Elaboración propia.

En los casos en que los resultados del análisis hidráulico son iguales, la diferencia estriba en el procedimiento constructivo.

*Tabla 103. Dimensionamiento de alternativas de conducción de aguas residuales en la Frontera Chica, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de la red de atarjeas de la zona oriente, Nueva Ciudad Guerrero. – Compromiso Internacional.	L= 19,259 m, diferentes diámetros, 250 pozos de visita.	L= 19,259 m, diferentes diámetros, 250 pozos de visita.
Rehabilitación de la red de atarjeas de la zona poniente, Nueva Ciudad Guerrero. – Compromiso Internacional.	L= 10,766.26 m, diferentes diámetros, 153 pozos de visita, 454 descargas.	L= 10,766.26 m, diferentes diámetros, 153 pozos de visita, 454 descargas.
Rehabilitación de la red de atarjeas en la zona "Maquiladora", Nueva Ciudad Guerrero. –Compromiso Internacional.	L= 2,314 m, $\Phi$ = 8", 25 pozos de visita, 18 conexiones domiciliarias nuevas.	NA
Rehabilitación de colector de drenaje sanitario, calle Javier Sánchez, Nueva Ciudad Guerrero.	L= 400 m, $\Phi$ = 16"	L= 400 m, $\Phi$ = 16"
Ampliación de la red de alcantarillado en calle Rayón, de Enrique Barrera Guerra a Gorgonio López, Nueva Ciudad Guerrero.	L= 1,800 m, $\Phi$ = 8"	L= 1,800 m, $\Phi$ = 78"
Estudio y proyecto integral para rehabilitación, reposición y ampliación del SDS de Nueva Ciudad Guerrero.	Proyecto ejecutivo	Anteproyecto
Actualización del catastro de infraestructura de alcantarillado y saneamiento de Nueva Ciudad Guerrero.	Estudio integral	NA
Rehabilitación de 200 m de alcantarillado sanitario de 200 mm de diámetro, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle América, de Hidalgo a Eulalio González, sube a Cuauhtémoc, Mier.	L= 200 m., $\Phi$ = 8"	L= 200 m., $\Phi$ = 8"



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de 660 m de alcantarillado sanitario de 200 mm de diámetro, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Victoria, de Abasolo a Guerrero; calle Guerrero, de Victoria a Mercaderes, y calle Marroquín, de Terán a América, Mier.	L= 660 m., $\Phi= 8''$	L= 660 m., $\Phi= 8''$
Rehabilitación de 100 m de alcantarillado sanitario de 200 mm de diámetro, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Morelos entre Colón y Marroquín, Mier.	L= 100 m., $\Phi= 8''$	L= 100 m., $\Phi= 8''$
Rehabilitación de 180 m de alcantarillado sanitario de 200 mm de diámetro, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Zaragoza entre Colón y Marroquín, Mier.	L= 180 m., $\Phi= 8''$	L= 180 m., $\Phi= 8''$
Rehabilitación de 200 m de alcantarillado sanitario de 200 mm de diámetro, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Hidalgo entre 16 de Junio y Mercaderes, Mier.	L= 200 m., $\Phi= 8''$	L= 200 m., $\Phi= 8''$
Rehabilitación de 260 m de alcantarillado sanitario de 200 mm de diámetro, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Mercado entre calle Belisario Domínguez a Obregón, Mier.	L= 260 m., $\Phi= 8''$	L= 260 m., $\Phi= 8''$
Rehabilitación de 240 m de alcantarillado sanitario de 200 mm de diámetro, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Iturbide entre Obregón y J H Palacios, Mier.	L= 240 m., $\Phi= 8''$	L= 240 m., $\Phi= 8''$
Rehabilitación del drenaje sanitario en la zona centro, Mier.	L= 3700 m., $\Phi= 8''$	L= 3700 m., $\Phi= 8''$
Ampliación del drenaje sanitario, Mier.		
Ampliación de la red de alcantarillado, 500 metros de 200 y 400 mm, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Jesús Peña entre Degollado y calle Veracruz, Mier.	L= 500 m., $\Phi= 8'', 16''$	L= 500 m., $\Phi= 8'', 16''$
Ampliación de la red de alcantarillado, 1550 metros de 200 y 400 mm, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Rayón, de Enrique Barrera Guerra a Gorgonio López, Mier.	L= 1550 m., $\Phi= 8'', 16''$	L= 1550 m., $\Phi= 8'', 16''$
Ampliación de la red de alcantarillado, 1400 metros de 200 y 400 mm, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Puebla, de Gorgonio López a Jesús Peña, Mier.	L= 1400 m., $\Phi= 8'', 16''$	L= 1400 m., $\Phi= 8'', 16''$
Ampliación de la red de alcantarillado, 600 metros de 200 y 400 mm, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Veracruz, de la calle J H Palacios a Gorgonio López, Mier.	L= 600 m., $\Phi= 8'', 16''$	L= 600 m., $\Phi= 8'', 16''$
Ampliación de la red de alcantarillado, 860 metros de 200 y 400 mm, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Aldama a José A. Guerra a Belisario Domínguez, Mier.	L= 860 m., $\Phi= 8'', 16''$	L= 860 m., $\Phi= 8'', 16''$
Ampliación de la red de alcantarillado, 500 metros de 200 y 400 mm, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Gorgonio López, de calle Puebla a Degollado, Mier.	L= 500 m., $\Phi= 8'', 16''$	L= 500 m., $\Phi= 8'', 16''$



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Ampliación de la red de alcantarillado, 480 metros de 200 y 400 mm, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Bravo, de José María García a Degollado, Mier.	L= 480 m., $\Phi= 8", 16"$	L= 480 m., $\Phi= 8", 16"$
Ampliación de la red de alcantarillado, 720 metros de 200 y 400 mm, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Pedro J. Méndez, de Veracruz a Degollado, Mier.	L= 720 m., $\Phi= 8", 16"$	L= 720 m., $\Phi= 8", 16"$
Estudio y proyecto integral para reposición del sistema de alcantarillado sanitario, Mier.	Estudio	NA
Estudio para la elaboración del catastro técnico de la infraestructura de alcantarillado y saneamiento, Mier.	Estudio	NA
Reposición de colector general de 61 cm de diámetro, longitud 1100 m.	L= 1,100 m., $\Phi= 24"$	NA
Reposición del colector Sur, tubería de concreto a PVC, consiste en: 1963 m, diámetros: 30, 38 y 60 cm.	L= 1,963 m., $\Phi= 12", 15", 24"$	NA
Reposición del colector Sur, tubería de concreto a PVC, consiste en: 2531 m, diámetros: 30, 38 y 45 cm.	L= 2,531 m., $\Phi= 12", 15", 18"$	NA
Rehabilitación de 13,450 metros de tubería de alcantarillado sanitario de 200, 315, 380 y 630 mm de diámetro, Díaz Ordaz.	L= 13,450 m., $\Phi= 8", 12", 15", 25"$	L= 13,450 m., $\Phi= 8", 12", 15", 25"$
Ampliación de 47,650 metros de red de alcantarillado sanitario, formada por tuberías de 200, 250, 315 y 380 mm de diámetro, Díaz Ordaz.	L= 47,650 m., $\Phi= 8", 10", 12", 15"$	L= 47,650 m., $\Phi= 8", 10", 12", 15"$
Construcción de emisor a presión de estación de bombeo general de aguas residuales a planta de tratamiento (lagunas de oxidación), Díaz Ordaz.	L=3,680 m., $\Phi= 8"$	L=3,680 m., $\Phi= 8"$
Sustitución de emisor de la calle quinta, Díaz Ordaz.	L=886 m., $\Phi= 24"$	L=886 m., $\Phi= 24"$
Rehabilitación de caídos en la zona centro, Camargo.	L=1,818 m., $\Phi= 10"$	NA
Ampliación de la red de alcantarillado formada por 1280 metros de tubería de 200 mm y 176 descargas domiciliarias en la colonia Benito Garza Barrera, Camargo.	L= 1,280 m., $\Phi= 8"$ , 176 descargas domiciliarias.	NA
Ampliación de la red de alcantarillado formada por 500 metros de tubería de 300 mm, 3215 metros de tubería de 200 mm y 500 descargas domiciliarias en la colonia las Flores, Camargo.	L=3,715 m., $\Phi= 8", 12", 20"$ ,	NA
Ampliación de la red de alcantarillado en la colonia Unidos Avanzamos Más, Camargo.		NA
Reposición de 1690 metros de tuberías de 250 mm y descargas domiciliarias en la colonia INFONAVIT Industrial.	L=1,690 m., $\Phi= 10"$	L=1,690 m., $\Phi= 10"$
Reposición de 1220 metros de tubería de 250 mm y descargas domiciliarias en la colonia INFONAVIT poniente.	L=1,220 m., $\Phi= 10"$	L=1,220 m., $\Phi= 10"$
Desazolve de 3254 metros de la red de drenaje y reposición de 45 brocales y tapas de pozos de visita en la colonia Unidos Avanzamos Más.	L= 3,254	L= 3,254
Reposición de 550 metros de tubería de 350 mm del colector Industrial.	L=550 m., $\Phi= 14"$	L=550 m., $\Phi= 14"$



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Reposición de tubería de 350 mm del colector cap. José Ángel Guerra.	$\Phi = 14''$	$\Phi = 14''$
Reposición de 2050 metros de tubería polietileno de alta densidad de 601 mm del colector Libramiento 5 de Junio.	L=2050 m., $\Phi = 24''$	L=2050 m., $\Phi = 24''$
Reposición de 3300 metros de tubería de 250 mm y descargas domiciliarias de drenaje en la colonia Educación.	L=3,300 m., $\Phi = 10''$	L=3,300 m., $\Phi = 10''$
Introducción del alcantarillado sanitario formado por 18,150 metros de tubería de 200 a 400 mm y 179 pozos de visita, así como descargas domiciliarias en las colonias, Montebello, Mirador y Presidentes.	L=18,150 m., $\Phi = 8'', 16''$ , 179 pozos de visita	L=18,150 m., $\Phi = 8'', 16''$ , 179 pozos de visita
Introducción de colector formado por 4640 metros de tubería de 250 y 500 mm y 47 pozos de visita para las colonias Mirador, Montebello y Presidentes.	L=4,640 m., $\Phi = 10'', 20''$ , 47 pozos de visita	L=4,640 m., $\Phi = 10'', 20''$ , 47 pozos de visita

Elaboración propia.

En los casos en que los resultados del análisis hidráulico son iguales, la diferencia estriba en el procedimiento constructivo.

### 3.2.2 Dimensionamiento de proyectos de bombeo de aguas residuales.

En las tablas siguientes se muestran las características técnicas más sobresalientes de las acciones y proyectos en las plantas de bombeo de las distintas ciudades.

Tabla 104. Dimensionamiento de alternativas de bombeo de aguas residuales en Tijuana, BC.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Rehabilitación de la PB 1 A y B	Q = 1,095 lps Potencia = 0 HP	Q = 1,024 lps Potencia = 5,350 HP	Q = 2,098 lps Potencia = 5,350 HP
Rehabilitación de la PB Matadero (PB3)	Q = 600 lps   Qmax = 772.2 lps CD = 85.85 m Potencia = 1,000 HP (4+1)	Q = 772.2 lps   Qmax = 772.2 lps CD = 85.85 m Potencia = 1,400 HP (4+1)	NA
Rehabilitación de la PB Laureles	Q = 90 lps   Qmax = 122.5 lps CD = 83.45 m Potencia = 240 HP (2+1)	Q = 122.5 lps   Qmax = 122.5 lps CD = 83.45 m Potencia = 250 HP (2+1)	NA
Rehabilitación de la PB Laureles II	Q = 200 lps   Qmax = 130.6 lps Potencia = 500 HP (3+1)	Q = 130.6 lps   Qmax = 130.6 lps Potencia = 450 HP (3+1)	NA

Elaboración propia.

En los casos en que los resultados del análisis técnico son iguales, la diferencia estriba en el tipo de equipos y sus curvas características.

Tabla 105. Dimensionamiento de alternativas de bombeo de aguas residuales en Mexicali, BC.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Planta de bombeo Sur	P= 200 HP, No. equipos= 6, Qmed= 1231 lps, Qmx= 2584 lps.	P= 200 HP, No. equipos= 6, Qmed= 1231 lps, Qmx= 2584 lps.
Cárcamo de bombeo Puebla	P= 15 HP, No. equipos= 2, Qmed= 74 lps, Qmax= 155 lps.	P= 15 HP, No. equipos= 2, Qmed= 74 lps, Qmax= 155 lps.
Cárcamo de bombeo Choropo	P= 20 HP, No. equipos= 3, Qmed= 60 lps, Qmax= 120 lps.	P= 20 HP, No. equipos= 3, Qmed= 60 lps, Qmax= 120 lps.
Planta de bombeo Zaragoza	P= 15 HP, No. equipos= 2, Qmed= 400 lps, Qmax= 840 lps,	P= 15 HP, No. equipos= 2, Qmed= 400 lps, Qmax= 840 lps,





## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Planta de bombeo Sta. Isabel	P= 15 HP, No. equipos: 2, Qmed= 66 lps, Qmáx= 140 lps.	P= 15 HP, No. equipos: 2, Qmed= 66 lps, Qmáx= 140 lps.
Cárcamo Progreso	P= 15 HP, No. equipos: 2, Qmed= 54 lps, Qmax= 120 lps.	P= 15 HP, No. equipos: 2, Qmed= 54 lps, Qmax= 120 lps.

Elaboración propia.

En los casos en que los resultados del análisis técnico son iguales, la diferencia estriba en el tipo de equipos y sus curvas características.

*Tabla 106. Dimensionamiento de alternativas de bombeo de aguas residuales en SLRC, SO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Cárcamo 1	Qmed=32.4 lps, P= 5 HP, No. Equipos= 2	NA
Cárcamo 2	Qmed= 32.67 lps, P= 5 HP, No. Equipos= 2	
Cárcamo 3	Qmed=40.59 lps, P= 5 HP, No. Equipos= 2	
Cárcamo 4	Qmed=27.18 lps, P= 3 HP, No. Equipos= 2	
Cárcamo 5	Qmed=120.10 lps, P= 15 HP, No. Equipos= 3	
Cárcamo 6	Qmed=161.02 lps, P= 20 HP, No. Equipos= 3	

Elaboración propia

*Tabla 107. Dimensionamiento de alternativas de bombeo de aguas residuales en Nogales, SO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Construcción de sistema desarenador en cuenca arroyo Tecnológico.	Qmed= 150 lps	NA
Rehabilitación electromecánica y actualización de equipo eléctrico de CBAR "Estadio".	Q=125 lps, P= 250 HP	NA
PBAR Ruiz Cortines		NA

Elaboración propia.

*Tabla 108. Dimensionamiento de alternativas de bombeo de aguas residuales en Naco, SO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Adecuación y mejoramiento de la planta de bombeo Internacional.	Q= 8lps, P= 3.5 HP, No. de equipos: 2	NA

Elaboración propia.

*Tabla 109. Dimensionamiento de alternativas de bombeo de aguas residuales en Juárez, CH.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Estaciones de bombeo de aguas residuales o RAN.	Q=904 lps, P= 20 HP	Q=904 lps, P= 20 HP
Diagnóstico y rehabilitación de estructura de rebombes y cárcamos de bombeo No. 2, 7, 8, 11, 12, 16, 17, 19, 22, 23, 25 y 30.	Q=120 lps, P= 10 HP	Q=120 lps, P= 10 HP

Elaboración propia.

*Tabla 110. Dimensionamiento de alternativas de bombeo de aguas residuales en Valle de Juárez, CH.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación del sistema de bombeo de aguas residuales.	Q= 8.3 lps	NA

Elaboración propia.

*Tabla 111. Dimensionamiento de alternativas de bombeo de aguas residuales en Ojinaga, CH.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de la estación de bombeo Ojinaga.	Qd=200 lps	NA



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Construcción del cárcamo de bombeo de aguas residuales para barrio Ferrocarril y Quivira.	Qd= 1 lps	NA

Elaboración propia.

*Tabla 112. Dimensionamiento de alternativas de bombeo de aguas residuales en Acuña, CH.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación del cárcamo "Rebombeo Puente Internacional".	Qd=110 lps	NA
Rehabilitación del "Cárcamo General".	Qd=168 lps	NA

Elaboración propia.

*Tabla 113. Dimensionamiento de alternativas de bombeo de aguas residuales en Piedras Negras, CO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de EBAR No. 3	Q=150 lps	NA
Construcción de EBARS Norte y Sur	L= 6.5 km	NA

Elaboración propia.

*Tabla 114. Dimensionamiento de alternativas de bombeo de aguas residuales en Nuevo Laredo, TM.*

PROYECTO	Alternativa 1	Alternativa 2
Proyecto ejecutivo de reingeniería y equipamiento de las EBAR's	Proyecto ejecutivo	NA
Rehabilitación y equipamiento electromecánico de estaciones de bombeo de aguas residuales	Q= 600 lps	NA
Estación de bombeo PITAR	P: 281 HP (3+1), Q= 600 lps	NA

Elaboración propia.

*Tabla 115. Dimensionamiento de alternativas de bombeo de aguas residuales en Reynosa, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Equipamiento de la EBAR 10 con equipos de acero	Q= 1,648 lps	Q= 1,648 lps
Equipamiento de la EBAR 14 con equipos de acero	Φ= 30"	Φ= 30"
Rehabilitación de estaciones de bombeo	Equipos de bombeo con cuerpo de acero inoxidable.	Equipos de bombeo con cuerpo de fierro.
Cárcamo bombeo PTAR No. 4 con equipos de acero	Equipos de bombeo con cuerpo de acero inoxidable.	Equipos de bombeo con cuerpo de fierro.
Cárcamo bombeo PTAR No. 2 con equipos de acero	Equipos de bombeo con cuerpo de acero inoxidable.	Equipos de bombeo con cuerpo de fierro.

Elaboración propia.

*Tabla 116. Dimensionamiento de alternativas de bombeo de aguas residuales en Matamoros, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Reingeniería de las EBARS 3, 10, 11, 36, 37, 44, 49, 58, 73, 86, 91, 35, 17, 16 y 21.		
Rehabilitación de la línea de impulsión de río Bravo a la PTAR; incluye proyecto ejecutivo.	L= 5,487 m. Φ= 630 mm	L= 5,487 m. Φ= 630 mm
Rehabilitación de la línea de impulsión de Nuevo Progreso a PTAR.	L= 10,841 m. Φ= 315 mm	L= 10,841 m. Φ= 315 mm

Elaboración propia.

*Tabla 117. Dimensionamiento de alternativas de bombeo de aguas residuales en la Frontera Chica, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Construcción de estación de bombeo y emisor a presión de aguas residuales, zona poniente de Nueva Ciudad Guerrero.	L= 597 m, Qmed= 5,59 lps, Φ= 12"	L= 597 m, Qmed= 5,59 lps, Φ= 12"



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Sustitución de equipo electromecánico en cárcamo general de bombeo de aguas residuales de Mier.	1 PB	1 PB
Estaciones de bombeo en Díaz Ordaz.	Qm=27 lps, Qmax=107 lps, P= 11 HP	Qm=27 lps, Qmax=107 lps, P= 11 HP
Estaciones de bombeo en Camargo.	Qm=25 lps, 3 equipos, P= 20 HP	Qm=25 lps, 3 equipos, P= 20 HP
Estaciones de bombeo en Miguel Alemán.	1 PB	1 PB

Elaboración propia.

### 3.2.3 Dimensionamiento de proyectos de tratamiento de aguas residuales.

*Tabla 118. Dimensionamiento de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Tijuana, BC.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Rehabilitación de la PTAR San Antonio de los Buenos	Q = 1800 lps   3 módulos H = 1,800 HP   Mismo sitio	Q = 1800 lps   3 módulos H = 0 HP   Nuevo sitio	Q = 1,095 lps   2 módulos H = 0 HP   PITAR
Ampliación de la PTAR La Morita	Q = 127 lps   1 módulo H = 325 HP   Mismo sitio	Q = 127 lps   1 módulo H = 0 HP   Nuevo sitio	NA

Elaboración propia.

En los casos en que los resultados del análisis técnico son iguales, la diferencia estriba en el tipo de equipos y sus curvas características.

*Tabla 119. Dimensionamiento de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Tecate, BC.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Modernización de la PTAR Tecate	210 lps   2 módulos de lodos activados Mismo sitio	210 lps   2 módulos de lodos activados Nuevo sitio   2 km de colector de 122"

Elaboración propia.

*Tabla 120. Dimensionamiento de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Mexicali, BC.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
PTAR Zaragoza		NA
Proyecto de ampliación de la PTAR Arenitas	Q= 1900 lps	NA

Elaboración propia.

*Tabla 121. Dimensionamiento de alternativas de tratamiento de aguas residuales en SLRC, SO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Planta de tratamiento Cucapá	Q= 200 lps, 1 módulo	NA

Elaboración propia.

*Tabla 122. Dimensionamiento de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Nogales, SO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Equipamiento PTAR Los Alisos	Qd= 110 lps	NA
PTAR Fraccionamiento La Mesa	Q= 70 lps	NA
Ampliación PTAR Los Alisos	Qd= 110 lps	NA
PTAR Puerta Lomas de Anza	Qd= 15 lps	NA
Construcción nueva PTAR	Qd= 750 lps	NA

Elaboración propia.

*Tabla 123. Dimensionamiento de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Naco, SO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Mantenimiento y rehabilitación de PTAR		
Elaboración de proyecto de rehabilitación y ampliación de PTAR	Proyecto ejecutivo	NA

Elaboración propia.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

*Tabla 124. Dimensionamiento de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Juárez, CH.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
PTAR Valle de Juárez	Qd= 1000 lps	Qd= 1000 lps	Qd= 1000 lps
Construcción PTAR El Chaparral	Qd= 400 lps	Qd= 400 lps	Qd= 400 lps
PTAR Samalayuca.	Qd= 5 lps	Qd= 5 lps	Qd= 5 lps

Elaboración propia.

En los casos en que los resultados del análisis hidráulico son iguales, la diferencia estriba en el procedimiento constructivo.

*Tabla 125. Dimensionamiento de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Valle de Juárez, CH.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de PTAR El Millón	Q= 11.2 lps	NA
Rehabilitación de PTARs Dr. Porfirio Parra y Guadalupe	Q= 39.5 lps	NA
Rehabilitación de PTARs Práxedes G. Guerrero, colonias Esperanza y El Porvenir.	Q= 35.5 lps	NA

Elaboración propia.

*Tabla 126. Dimensionamiento de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Ojinaga, CH.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de la PTAR Ojinaga	Q= 200 lps	NA

Elaboración propia.

*Tabla 127. Dimensionamiento de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Acuña, CO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Rehabilitación general de la actual PTAR	1 Rehabilitación	1 Rehabilitación	NA
Construcción de nueva PTAR	Q= 500 lps	Q= 500 lps	Q= 500 lps

Elaboración propia.

*Tabla 128. Dimensionamiento de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Piedras Negras, CO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Ampliación de la actual PTAR	3 módulos Qd=540 lps	3 módulos Qd=540 lps	3 módulos Qd=540 lps

Elaboración propia.

*Tabla 129. Dimensionamiento de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Nuevo Laredo, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Proyecto ejecutivo de reingeniería y equipamiento de las PTAR.	Proyecto ejecutivo	NA
Rehabilitación de la PITAR Nuevo Laredo		NA
Ampliación de la PTAR Norponiente, módulo de 200 lps	1 módulo, Qd=200 lps	NA

Elaboración propia.

*Tabla 130. Dimensionamiento de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Reynosa, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de la PTAR No. 1.	Q=1000 lps	NA
Rehabilitación de la PTAR No. 2.	Q=1250 lps	NA
Construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales No. 3 de 550 lps, a base de lagunas de oxidación.	Q= 550 lps	Q= 550 lps



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Adquisición de 35 has para construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales No. 4 (lagunas de oxidación).	A= 35 ha	A= 35 ha
Ampliación en 60 lps de la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR 3, a base de lagunas de oxidación.	Q= 60 lps	Q= 60 lps
Construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales No. 4 de 66 lps, a base de lagunas de oxidación.	Q= 66 lps	Q= 66 lps
Ampliación en 100 lps de la planta de tratamiento de aguas residuales No. 2, mecanizada.	Q= 100 lps	Q= 100 lps
Ampliación en 400 lps de la planta de tratamiento de aguas residuales No. 2, mecanizada.	Q= 400 lps	Q= 400 lps
Ampliación en 227 lps de la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR 3, a base de lagunas de oxidación.	Q= 227 lps	Q= 227 lps
Ampliación en 211 lps de la planta de tratamiento de aguas residuales No. 4, a base de lagunas de oxidación.	Q= 211 lps	Q= 211 lps
Ampliación en 18 lps de la planta de tratamiento de aguas residuales Pirámides, tipo mecanizada.	Q= 18 lps	Q= 18 lps
Estudio y proyecto ejecutivo de subcolectores, colectores, líneas a presión, EBAR's y PTAR No. 3.	Estudio	NA
Estudio y proyecto para la construcción de emisores y PTAR No.4.	Estudio	NA

Elaboración propia.

*Tabla 131. Dimensionamiento de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Matamoros, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Ampliación de la PTAR Oeste	270 lps   Mismo sitio	270 lps   1 modulo adicional 41.5 ha
Rehabilitación de la PTAR en Ciudad Río Bravo.		

Elaboración propia.

*Tabla 132. Dimensionamiento de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Frontera Chica, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
PTAR en Nueva Ciudad Guerrero	Q= 12 lps	NA	NA	NA
Rehabilitación de la PTAR en Mier				
PTAR en Díaz Ordaz	Q= 26 lps	Q= 26 lps	NA	NA
PTAR en Camargo	Q= 25 lps	Q= 25 lps	Q= 25 lps	Q= 25 lps
PTAR en Miguel Alemán		NA	NA	NA

Elaboración propia.

### 3.2.4 Dimensionamiento de proyectos de reúso de agua.

*Tabla 133. Dimensionamiento de alternativas de reúso de agua en Tijuana, BC.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Construcción del sistema de infiltración Valle de las Palmas.	Q = 1,220 lps   L = 38.13 km   $\Phi$ = 107 cm h = 195 mca   4,500 HP   $h_f$ = 31.29 m	Q = 1,220 lps   L = 29.89 km   $\Phi$ = 91 cm h = 90 mca   8,000 HP   $h_f$ = 50.00 m



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Elaboración propia.

*Tabla 134. Dimensionamiento de alternativas de reúso de agua en Tecate, BC.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Ampliación de la línea de distribución de agua de reúso.	2.20 km   $\Phi = 20$ cm   h = 20 mca	3.70 km   $\Phi = 20$ cm   h = 50 mca

Elaboración propia.

*Tabla 135. Dimensionamiento de alternativas de reúso de agua en Juárez, CH.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Construcción del acueducto de la PTAR Sur a la PTAR Laguna de Patos.	Q= 320 lps, L= 16.3 km, $\Phi = 16''-24''$	Q= 320 lps, L= 16.3 km, $\Phi = 18''-20''$
Ampliación de la red de agua tratada para dar servicio a los nuevos usuarios.	Q= 50 lps, L= 7.9 km, $\Phi = 8''$	Q= 50 lps, L= 7.9 km, $\Phi = 8''$
Canalización de agua tratada de la PTAR Sur al Dren Interceptor.	Q= 1800 lps, L= 1 km, Ancho = 3.5 m.	Q= 1800 lps, L= 1 km, Ancho = 3.5 m.

Elaboración propia.

*Tabla 136. Dimensionamiento de alternativas de reúso de agua en Nuevo Laredo, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Ampliar la zona de cobertura para riego de parques y jardines.	Construcción de líneas de agua tratada tuberías de PVC de 4", 6", 8", 10", 12" 16" y 20" de diámetro.	NA

Elaboración propia.

### 3.2.5 Dimensionamiento de proyectos de infraestructura complementaria e instrumentación.

En todos los casos se consideró que podrían prevalecer las condiciones actuales, siguiendo los programas vigentes que llevan a reparaciones solo en caso de falla, o bien la implementación de un sistema remoto de adquisición de datos y control (SCADA), el cual permitirá realizar labores de medición, supervisión y control de los principales parámetros de operación en las ciudades fronterizas, contemplando los siguientes elementos:

1. Sensores de vibración.
2. Sensores de temperatura.
3. Sensores de presión.
4. Sensores de nivel.
5. Sensores de gasto.
6. Actuadores eléctricos para válvulas de succión y descarga.
7. Tablero de control local principal.
8. Servidor para sistema de adquisición de datos y control (SCADA).
9. Monitor.
10. Switch ethernet de alto desempeño.
11. Rack metálico para montaje de servidores.
12. Software de aplicación SCADA/HMI.
13. Estación de telecomunicaciones microondas p/telemetría.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

*Tabla 137. Dimensionamiento de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Tijuana, BC.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Construcción de obra de toma a gravedad PB CILA.	850 m de PEAD 77 m en hincado de acero $\Phi = 48''$	770 m PVC FR en la 77 m en hincado de acero $\Phi = 48''$	NA
Construcción de sitio para la disposición de biosólidos de las PTAR.	CPS	Incinerador   celdas de Monorrelleno Predio nuevo   Lododucto	Celdas de confinamiento
Automatización y monitoreo de estaciones de bombeo.	Operación manual Operadores/vigilantes	SCADA	NA

Elaboración propia.

*Tabla 138. Dimensionamiento de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Tecate, BC.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Medición y adquisición de datos	SCADA	Operación manual Operadores/vigilantes

Elaboración propia.

*Tabla 139. Dimensionamiento de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Mexicali, BC.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Parque Metropolitano Las Arenitas.	Usos recreativos y en instalaciones deportivas del agua regenerada.	NA
Estudio de clasificación de contaminantes del río Hardy.	Estudio	NA

Elaboración propia.

*Tabla 140. Dimensionamiento de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Naco, SO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Implementación y operación de sistemas administrativos, comerciales y contables.	Implementación y operación de sistemas administrativos, comerciales y contables.	NA
Planeación integral (operativa y administrativa).	Planeación integral (operativa y administrativa).	NA

Elaboración propia.

*Tabla 141. Dimensionamiento de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Cd. Juárez, CH.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Construcción del drenaje pluvial en la zona centro.	L= 1.87 km, Ancho base= 1.2 m, Qmax= 362 lps	L= 1.87 km, Ancho base= 1.2 m, Qmax= 362 lps
Medición permanente de gasto en colectores y suministro de 15 macromedidores de aguas residuales.	15 macromedidores electromagnéticos permanentes de las marcas ARKON, BADGER METER y MCCROMETER.	15 macromedidores electromagnéticos de las marcas EUROMAG, ISOIL, SCAMETRICS y COMAC CAL.
Ampliación del Acuaférico Conejos Médanos	L= 82.25 km, $\Phi = 30''$ , Qmax= 300 lps	L= 82.25 km, $\Phi = 30''$ , Qmax= 300 lps
Construcción de la planta potabilizadora en la presa Internacional ( ).	Q=1500 lps	Q=1500 lps

Elaboración propia.

*Tabla 142. Dimensionamiento de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Ojinaga, CH.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Protección de la infraestructura hidráulica susceptible a crecidas del río Bravo.	Bordo de protección con material producto de excavación.	NA

Elaboración propia.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

*Tabla 143. Dimensionamiento de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Acuña, CH.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Obras de protección del colector marginal del arroyo Las Vacas.	Elementos trapezoidales a base de tabiques, con base y uniones de concreto armado y repellado de concreto, Q= 60 lps.	Estructura completa de concreto armado, con cimbrado de madera hecho en obra, al igual que el concreto, con $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , como mínimo, Q= 60 lps.

Elaboración propia.

*Tabla 144. Dimensionamiento de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Piedras Negras, CO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Construcción de drenaje pluvial en la zona centro.	L= 5.68 km	L= 5.68 km

Elaboración propia.

*Tabla 145. Dimensionamiento de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Nuevo Laredo, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Automatización del sistema de saneamiento.	Operación manual. Operadores/vigilantes	Operación manual. Operadores/vigilantes

Elaboración propia.

*Tabla 146. Dimensionamiento de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Matamoros, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Estudio para la elaboración del catastro técnico de la infraestructura de alcantarillado y saneamiento, Matamoros.	Estudio	N/A
Estudio para la elaboración del catastro técnico de la infraestructura de alcantarillado y saneamiento, Río Bravo	Estudio	N/A
Estudio para la elaboración del catastro técnico de la infraestructura de alcantarillado y saneamiento, Nuevo Progreso.	Estudio	N/A

Elaboración propia.

*Tabla 147. Dimensionamiento de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Reynosa, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Estudio de calidad de agua de los drenes Santa Anita y El Anhelito, y proyecto para el tratamiento del agua de la laguna la escondida.	Estudio	NA
Estudio de modelación hidráulica de la Laguna La Escondida, y proyecto ejecutivo para la adecuación de su descarga al río Bravo a través del dren El Anhelito.	Estudio	NA
Estudio y proyecto ejecutivo para la captación de derrame de sustancias tóxicas en caso de accidentes del transporte público de carga, su alejamiento y confinamiento en el puente Internacional Reynosa-Pharr, para evitar la contaminación del río Bravo.	Estudio	NA
Estudio para tratar los retornos agrícolas al río Bravo, procedentes de los distritos de	Estudio	NA





## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
riego 025 Bajo Río Bravo y 026 Bajo Río San Juan, en el estado de Tamaulipas.		
Estudio y proyecto de la factibilidad técnica y económica de la construcción de la planta desalinizadora de las aguas del dren El Morillo, y alternativas del reúso de las aguas tratadas.	Estudio	NA
Estudio para la reubicación de tiraderos de basura ubicados en la zona del cauce internacional del Río Bravo, en el municipio de Reynosa Tamaulipas.	Estudio	NA

Elaboración propia.

### 3.3 Evaluación comparativa de costos de inversión, operación y mantenimiento de alternativas.

Con los diseños conceptuales de las soluciones determinadas se integró un presupuesto base, considerando los precios-índice de la frontera, con el propósito de evaluar económicamente cada alternativa propuesta. Este presupuesto se presentó por partidas, de acuerdo con cada alternativa, y se estimaron las indemnizaciones y los costos de adquisición de derechos, en su caso.

Además de lo anterior, se estimaron los costos preliminares por operación y mantenimiento, involucrando costos fijos y variables, como personal administrativo y de operación, energía eléctrica, reposición de equipos, conservación de la protección anticorrosiva, mantenimiento de caminos y reactivos químicos, entre otros. En lo referente al mantenimiento, este se estimó por medio de costos índices de obras o instalaciones similares que proporcione la CILA o alguna otra dependencia.

Con base en los costos de inversión, operación y mantenimiento de cada alternativa, se estimaron los costos nivelados por alternativa para cada sistema de saneamiento, considerando un periodo económico de 30 años y la tasa de descuento anual de 8 % (para fines comparativos).

Los proyectos y presupuestos planteados cuentan con la aprobación de los Organismos Operadores y los representantes regionales de la CILA.

#### 3.3.1 Comparación de alternativas de conducción de aguas residuales.

En esta sección se realiza la comparación de los costos de inversión, operación y mantenimiento de las distintas alternativas planteadas para verificar si se trata de un proyecto económicamente viable.

*Tabla 148. Valoración de alternativas de conducción de aguas residuales en Tijuana, BC.*

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación del interceptor Internacional	467,637,313	395,000,000	5,139,126.65	5,139,126.65
Rehabilitación del colector Insurgentes	115'600,000	152,490,960	2,846,862.72	3,321,868.80
Rehabilitación del colector Oriente	314'240,000	320'000,000	5,818,797.89	6,509,112.96
Rehabilitación del colector Poniente	28'174,000	35,359,702	442,210.56	442,210.56
Rehabilitación del colector R. Castellanos	37,170,000	39,768,403	540,396.67	540,396.67
Rehabilitación del colector Poniente Viejo	50,990,000	55,111,105	455,851.05	455,851.05
Rehabilitación del colector Sánchez Taboada	11,870,000	13,447,691	244,120.83	244,120.83



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Construcción del colector Costero 2	152'560,000	186'200,928	3,436,235.52	4,194,040.32
Rehabilitación del emisor Líneas Cuatas	31'830,000	32,515,480	941,203.58	686,534.40
Construcción del bombeo Sainz-Herrera	38,720,000	97,560,890	1,861,318.27	1,889,492.35

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

Tabla 149. Valoración de alternativas de conducción de aguas residuales en Tecate, BC.

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación del subcolector Industrial	8,250,000.00	11,486,207.60	179,752.86	179,752.86
Rehabilitación del colector Bella Vista	6,710,000.00	9,334,731.82	146,083.44	146,083.44
Rehabilitación del subcolector Morelos	6,520,000.00	9,081,441.21	142,119.58	142,119.58
Rehabilitación del colector Lázaro Cárdenas	7,450,000.00	10,376,192.16	162,381.25	162,381.25
Rehabilitación del colector Nopalera	67,440,000.00	93,881,971.61	1,469,201.43	1,469,201.43

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

Tabla 150. Valoración de alternativas de conducción de aguas residuales en Mexicali, BC.

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Colector Recuerdos (emisor Zaragoza)	72,990,000	NA	11,082,450	NA
Colector Camino Nacional	63,680,000	NA	955,200	NA
Colector Recuerdos B	66,990,000	NA	1,004,850	NA
Subcolector Coronita	33,220,000	NA	498,300	NA
Colector H Aja	53,290,000	NA	537,900	NA
Colector Progreso	35,860,000	NA	1,698,900	NA
Emisor Sur	453,750,000	NA	4,554,000	NA
Emisor Efluente Sur	205,000,000	NA	3,075,000	NA
Colector del Sur TRAMO A	91,090,000	NA	1,732,950	NA
Subcolector La Pluma	43,290,000	NA	562,950	NA
Colector del Sur TRAMO B	55,510,000	NA	652,500	NA
Colector Noreste TRAMO A	101,061,000	NA	1,719,900	NA
Colector Noreste TRAMO B	102,530,000	NA	1,291,350	NA
Colector Choropo	81,330,000	NA	1,219,950	NA
Colector del Sur TRAMO C	64,480,000	NA	967,200	NA
Subcolector	27,200,000	NA	693,750	NA
Subcolector Choropo 1	44,380,000	NA	577,200	NA
Subcolector Choropo 2	38,510,000	NA	500,850	NA
Subcolector Choropo 3	34,064,000	NA	450,900	NA
Subcolector Choropo 4	54,580,000	NA	729,000	NA
Subcolector Choropo 5	25,260,000	NA	332,850	NA
Subcolector Choropo Aux	28,300,000	NA	367,950	NA
Colector Puebla	79,520,000	NA	1,001,550	NA

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

Tabla 151. Valoración de alternativas de conducción de aguas residuales en San Luis Río Colorado, SO.

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Colector Noreste	26,410,000	20,030,000	270,405	356,535
Subcolector 1	14,600,000	10,740,000	144,990	197,100
Colector Libramiento	60,020,000	46,200,000	623,700	810,270
Colector Adelitas	41,600,000	31,540,000	425,790	561,600
Subcolector 2	11,920,000	8,770,000	118,395	160,920
Subcolector 3	10,260,000	7,550,000	101,925	138,510
Colector Sureste	12,830,000	9,730,000	131,355	173,205
Colector Libramiento	60,770,000	43,900,000	592,650	820,395



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Colector Libramiento	15,730,000	13,770,000	185,895	212,355
Colector Principal Remesol	38,960,000	32,500,000	438,750	525,960
Emisor a presión Cárcamo Sur	54,690,000	45,630,000	616,005	738,315
Emisor a presión a PTAR	102,220,000	85,280,000	1,150,140	1,364,835

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

*Tabla 152. Valoración de alternativas de conducción de aguas residuales en Nogales, SO.*

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Emisor Los Alisos II	299,490,000	61,085,630.82	1,944,018.34	2,181,361.37
Subcolector Recinto Fiscal	31,277,644.44	23,716,646.18	281,940.76	321,161.95
Colector UTN-Aeropuerto	44,674,680.80	34,392,809.08	402,703.38	465,734.56
Subcolector Los Altos	18,457,124.31	13,995,334.19	166,374.92	189,519.58
Subcolector Periférico Oriente A	9,753,937.23	7,396,039.00	87,923.26	100,154.39
Colector Periférico Oriente	24,314,409.24	18,718,451.26	219,173.25	253,478.27
Subcolector Pedregoso	11,154,912.45	8,458,345.14	100,551.83	114,539.75
Colector Pedregoso	34,488,829.45	26,551,230.03	310,886.80	359,546.83
Subcolector El Álamo	21,293,720.56	16,146,217.06	191,944.37	218,646.03
Colector PBAR	72,055,384.54	52,052,442.87	649,516.61	704,874.71
Prolongación subcolector Reforma	12,547,933.28	9,514,619.76	113,108.70	128,843.42
Prolongación subcolector Ensueño	3,000,058.32	2,274,829.93	27,042.92	30,804.90
Prolongación subcolector 5 de Febrero	5,709,396.36	4,329,217.74	51,465.24	58,624.65
Prolongación subcolector Pirineos-R. Campodónico	20,351,633.28	15,431,868.17	183,452.27	208,972.59
Prolongación subcolector Ricardo Flores Magón	11,442,898.52	8,676,714.00	103,147.78	117,496.82
Prolongación subcolector Tecnológico	21,241,201.06	16,106,393.53	191,470.95	218,106.76
Subcolector Unison	13,862,621.99	10,511,498.12	124,959.48	142,342.78
Prolongación subcolector Búhos	20,081,860.02	15,227,309.39	181,020.50	206,202.53
Subcolector San Carlos 1	20,430,062.83	15,491,338.31	184,159.24	209,777.91
Subcolector San Carlos 2	17,119,705.30	12,981,220.31	154,319.25	175,786.83
Subcolector San Carlos 3	10,641,753.55	8,069,236.29	95,926.15	109,270.58
Subcolector San Carlos 4	9,799,316.75	7,544,005.33	88,332.32	102,158.10
Colector Peñitas	18,907,537.10	14,336,865.05	170,435.00	194,144.46
Colector Puerta de Anza	28,158,923.29	21,351,838.75	253,828.20	289,138.62
Colector Mascareñas	13,567,421.08	10,287,658.52	122,298.50	139,311.62

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

*Tabla 153. Valoración de alternativas de conducción de aguas residuales en Naco, SO.*

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Prolongación colector Oeste	16,950,000	13,040,000	232,632	282,555
Colector interceptor Oeste	11,390,000	8,760,000	156,323	189,814
Prolongación colector Central	7,900,000	6,080,000	108,424	131,743
Colector Central (a reponerse)	15,250,000	11,730,000	209,300	254,169
Colector Este (Oriente)	2,810,000	2,130,000	38,566	46,153
Colector interceptor Benito Juárez	12,150,000	9,210,000	166,754	199,565

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

*Tabla 154. Valoración de alternativas de conducción de aguas residuales en Juárez, CH.*

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Construcción de la red de alcantarillado del poblado de Samalayuca	8,800,000	12,500,000	2,580,000	2,650,000



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de 600 km de red de atarjeas en Ciudad Juárez	2,850,000,000	3,675,000,000	285,000,000	370,000,000
Introducción de la red de alcantarillado en las colonias Km 27 y Km 29	700,000,000	810,500,000	54,500,000	66,500,000
Rehabilitación y renovación de colectores en Centro Histórico y polígono AMP2011	280,000,000	325,000,000	26,850,000	28,000,000
Renovación de 214.10 km de colectores dañados en Ciudad Juárez	1,844,000,000	1,950,000,000	178,000,000	185,000,000
Rehabilitación de los colectores Nadadores, Norzagaray, Arroyo El Mimbres y Arroyo Las Víboras.	407,000,000	467,000,000	35,880,000	38,100,000
Construcción y ampliación de 19 km de colector Profundo	910,000,000	990,000,000	74,830,000	76,000,000
Construcción de la red de colectores en la zona poniente de Ciudad Juárez	300,000,000	323,000,000	30,000,000	35,000,000

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

*Tabla 155. Valoración de alternativas de conducción de aguas residuales en Valle de Juárez, CH.*

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de red de atarjeas en el centro de Guadalupe.	3,000,000	NA	40,000	NA

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

*Tabla 156. Valoración de alternativas de conducción de aguas residuales en Ojinaga, CH.*

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de la red de atarjeas en la zona centro de la ciudad.	29,000,000	NA	330,000	NA
Ampliación de la red de alcantarillado en el barrio Estación Ferrocarril y ejido Quivira.	4,000,000	NA	220,000	NA
Ampliación de la red de alcantarillado en la zona poniente (sin servicio).	14,250,000	NA	165,300	NA

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

*Tabla 157. Valoración de alternativas de conducción de aguas residuales en Acuña, CO.*

Proyecto	Inversión (miles de pesos)		O&M (miles de pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Red de atarjeas en la colonia Estrella	17,840,000	18,500,000	1,685,000	1,780,000
Red de atarjeas en la colonia Benito Juárez	69,187,000	76,350,000	5,930,000	6,760,000
Red de atarjeas en fraccionamientos Los Encinos, Periodistas y Santa Marta	16,392,000	17,025,000	1,588,000	1,610,000
Red de atarjeas fraccionamiento La Rivera	15,503,000	16,750,000	1,483,000	1,600,000
Red de atarjeas fraccionamiento INFONAVIT	9,024,000	10,100,000	700,000	850,000
Red de atarjeas fraccionamiento Jesús Ma. Ramón	3,239,000	3,642,000	325,000	385,000
Colector Victoria	23,469,000	25,000,000	2,580,000	2,650,000
Colector Parque Internacional	6,942,000	7,350,000	685,000	700,000
Colector Fundadores	5,785,000	6,500,000	545,000	665,000
Subcolector La Yegua	2,568,000	3,256,000	247,000	356,000
Colectores zonas de crecimiento NW, W y SSE de la mancha urbana actual	175,500,000	193,485,000	15,335,000	17,789,000
Colectores en espacios no poblados en la zona urbana actual	125,500,000	130,975,000	11,900,000	12,560,000



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Elaboración propia. Cifras en miles de pesos 2020.

*Tabla 158. Valoración de alternativas de conducción de aguas residuales en Piedras Negras, CO.*

Proyecto	Inversión (miles de pesos)		O&M (miles de pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Red primaria alcantarillado áreas de influencia norte, sur y centro	186,000,000	195,000,000	1,580,000	1,650,000
Red de atarjeas en la colonia González	6,092,000	7,850,000	578,000	658,000
Red de atarjeas y descargas domiciliarias en la zona centro	64,718,000	66,500,000	545,000	565,000
Colector Treviño en la colonia Presidentes	30,000,000	33,000,000	285,000	285,000
Colector Centenario en las colonias Bravo y Buenos Aires	7,500,000	9,000,000	685,000	780,000
Colector calle Camino Viejo al Moral en la colonia Francisco I. Madero	6,110,000	7,025,000	588,000	610,000
Colectores zonas de crecimiento NW, W y S de mancha urbana actual	152,500,000	165,750,000	1,225,000	1,385,000

Elaboración propia. Cifras en miles de pesos 2020.

*Tabla 159. Valoración de alternativas de conducción de aguas residuales en Nuevo Laredo, TM.*

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Estudio integral de saneamiento para elaborar el plan rector que identifique los requerimientos de ampliaciones, rehabilitación de atarjeas, colectores y emisores.	6,500,000	NA	700,000	NA
Estudio para la elaboración del catastro técnico de la infraestructura de alcantarillado y saneamiento.	3,800,000	NA	400,000	NA
Rehabilitación del subcolector de drenaje sanitario Coyote Bajo.	132,102,456.00	118,892,210	20,000,000	15,000,000
Rehabilitación del sifón del subcolector de drenaje sanitario Coyote Alto, en el cruce del arroyo El Coyote y la calle Anzures en la colonia Los Ciruelos–Compromiso Internacional.	6,720,000	6,048,000	1,344,000.00	1,209,600.00
Rehabilitación del subcolector de drenaje sanitario sur poniente del pozo #41 al #48.	12,021,520	10,819,368	2,404,304.00	2,163,873.60
Rehabilitación del sifón del subcolector de drenaje sanitario sur-poniente en la calle Miguel Trillo y arroyo El Coyote.	3,398,835	3,058,951	679,767.00	611,790.20
Rehabilitación del subcolector de drenaje sanitario Oradel–Compromiso Internacional.	29,660,000	26,694,000	5,932,000.00	5,338,800.00
Rehabilitación del colector Ribereño sector centro, primera etapa del pozo #43 al # 72.	39,110,000	35,199,000	7,822,000.00	7,039,800.00
Eliminación de descargas sanitarias arroyo Las Alazanas.	1,800,000	2,100,000	360,000.00	420,000.00
Eliminación de descargas sanitarias Monterrey.	1,500,000	1,900,000	300,000.00	380,000.00
Eliminación de descargas sanitarias Campestre.	800,000	950,000	160,000.00	190,000.00
Rehabilitación del colector Ribereño, sector centro.	139,480,000	125,532,000	27,896,000.00	25,106,400.00
Rehabilitación del subcolector Anáhuac, parte alta.	31,630,000	28,467,000	6,326,000.00	5,693,400.00
Rehabilitación del subcolector Anáhuac, parte alta tercera etapa (bulevar. Anáhuac y Cto. Jesús González Bastien hasta avenida Eva Samano y calle Chicago)–Compromiso Internacional.	34,340,000	30,906,000	6,868,000.00	6,181,200.00
Rehabilitación del subcolector Anáhuac, entre Ocampo y Río Tamesí (pozo #34 al #50).	35,020,000	31,518,000	7,004,000.00	6,303,600.00
Rehabilitación del subcolector de drenaje sanitario Donato Guerra, en la calle Donato Guerra entre Guanajuato y Anáhuac–Compromiso Internacional.	16,800,000	15,120,000	3,360,000.00	3,024,000.00
Rehabilitación del subcolector Maclovio Herrera, parte baja.	24,620,000	22,158,000	4,924,000.00	4,431,600.00



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación del subcolector de drenaje sanitario Degollado entre las calles 15 de Septiembre y 13 de Septiembre, en la colonia Campestre–Compromiso Internacional.	2,720,000	2,448,000	544,000.00	489,600.00
Rehabilitación del subcolector La Joya, segunda etapa (río Éufrates a río Loira).	7,050,000	6,345,000	1,410,000.00	1,269,000.00
Rehabilitación del subcolector Perú entre Constanza García y Justo Sierra.	3,890,000	3,501,000	778,000.00	700,200.00
Eliminación de descargas sanitarias al colector pluvial 5 de Febrero, y reubicación del tramo por la calle Venustiano Carranza entre Porfirio Díaz y bulevar Ruíz Cortínez en la colonia Mier y Terán.	19,620,000	17,658,000	3,924,000.00	3,531,600.00
Rehabilitación del colector pluvial Lincoln entre el bulevar Luis Donald Colosio y avenida Nezahualcōyotl, en la colonia S.A.S.	3,540,000	3,186,000	708,000.00	637,200.00
Rehabilitación del subcolector pluvial 5 de Febrero.	81,810,000	73,629,000	16,362,000.00	14,725,800.00
Rehabilitación del subcolector 15 de Septiembre (colonia Burócratas)	3,740,000	3,366,000	748,000.00	673,200.00
Rehabilitación del subcolector de drenaje sanitario Toboganes del pozo #1 al #20.	6,000,000	5,400,000	1,200,000.00	1,080,000.00
Colector ribereño La Sandía.	3,000,000	2,700,000	600,000.00	540,000.00
Subcolector sur-poniente del pozo #48 al pozo #78 (col. Francisco Villa).	35,000,000.00	31,500,000.00	7,000,000.00	6,300,000.00
Rehabilitación de atarjeas de 20 cm Ø en la calle Pedro J. Méndez entre Madero y Arteaga, e Independencia entre Degollado y José de Escandón–Compromiso Internacional.	1,340,000.00	1,206,000.00	268,000.00	241,200.00
Rehabilitación de atarjeas de 20 cm Ø en la calle Yucatán entre González y Canales, y en la calle Canales entre Yucatán y Monterrey–Compromiso Internacional.	760,000.00	684,000.00	152,000.00	136,800.00
Rehabilitación de la atarjea de 20 cm Ø en la calle Riva Palacio entre González y Mina–Compromiso Internacional.	1,260,000.00	1,134,000.00	252,000.00	226,800.00
Instalación de la red de drenaje sanitario en las colonias Independencia Nacional, sector poniente, y San Roberto, sector poniente.	12,000,000.00	10,800,000.00	2,400,000.00	2,160,000.00
Instalación de la red de drenaje sanitario para la colonia Ampliación Vamos Tamaulipas, sector poniente.	1,350,000.00	1,215,000.00	270,000.00	243,000.00
Construcción de línea de drenaje sanitario en carretera aeropuerto.	24,408,087	21,967,278	4,881,617.40	4,393,455.66

Elaboración propia. Cifras en miles de pesos 2020.

*Tabla 160. Valoración de alternativas de conducción de aguas residuales en Reynosa, TM.*

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Colector de la calle Durango a la nueva PTAR No. 3.	109,100,000.00	186,400,000.00	16,365,000	27,960,000
Colector para conducir las aguas residuales de nuevas factibilidades a PTAR No. 2.	22,860,000.00	44,390,000.00	3,429,000	6,658,500
Colector para conducir las aguas residuales a la nueva PTAR No. 4.	10,154,000.00	19,720,000.00	1,523,100	2,958,000
Colector de 0.76 m (30") de diámetro en una longitud de 9674 m hacia la PTAR 2.	75,000,000.00	124,850,000.00	11,250,000	18,727,500
Colector de 0.76 m (30") de diámetro en una longitud de 2929 m hacia la PTAR 4.	15,200,000.00	29,500,000.00	2,280,000	4,425,000
Colector de 0.45 m (18") de diámetro en una longitud de 2000 m hacia la PTAR Pirámide.	9,620,000.00	15,590,000.00	1,443,000	2,338,500



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Colector de 0.76 m (30") de diámetro en una longitud de 7363 m hacia la PTAR 3.	52,600,000.00	87,570,000.00	7,890,000	13,135,500
Emisor a presión a la PTAR 4, tubería de 12 pulgadas 1800 metros.	1,980,000.00	3,103,000.00	297,000	465,450
Emisor a presión, tubería de 36 pulgadas, 200 metros de cárcamo a la PTAR No. 2.	3,740,000.00	6,760,000.00	561,000	1,014,000
Catastro del sistema de alcantarillado, que incluye red de atarjeas, pozos de visita, subcolectores, colectores, emisores y líneas a presión, identificando las descargas industriales.	3,500,000.00	3,500,000.00	525,000	525,000
Proyecto ejecutivo para la ampliación de la red de alcantarillado sanitario a zonas sin servicio.	1,800,000.00	1,800,000.00	270,000	270,000
Estudio y adecuación del proyecto ejecutivo de la red de alcantarillado sanitario, subcolectores, colectores, líneas a presión, EBAR's, considerando la desconexión del drenaje pluvial, para encaminar las aguas residuales producidas hasta la zona de tratamiento.	5,000,000.00	5,000,000.00	750,000	750,000
Rehabilitación de la red de alcantarillado en varios sectores de la ciudad, en su gran mayoría en la zona centro.	72,000,000.00	72,000,000.00	10,800,000	10,800,000
Ampliación de la red de alcantarillado sanitario en varios sectores.	198,000,000.00	198,000,000.00	29,700,000	29,700,000
Refuerzo y sustitución de tuberías en la red, subcolectores, colectores y líneas a presión.	180,000,000.00	180,000,000.00	27,000,000	27,000,000

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

*Tabla 161. Valoración de alternativas de conducción de aguas residuales en Matamoros, TM.*

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de tubería deteriorada en la zona centro.	28,000,000	92,735,200	18,065,396	18,065,396
Construcción de los colectores 12 de Marzo, Expofiesta, ramales EBARs 16,17,21 y 35, y Santa Anita.	77,966,547	NA	24,081,173	NA
Conexión de EBAR número 75, de Quinta Real al interceptor.	361,584.84	NA	207,752.05	NA
Saneamiento dren Principal.	228,702,366	282,988,000	59,022,839	73,032,717
Saneamiento del dren 32 izq.	4,806,960	12,036,966	1,240,566	621,293
Ampliación de colectores y atarjeas.	42,100,000	NA	25,807,708	NA
Rehabilitación del colector marginal de Río Bravo.	50,500,000	NA	8,867,529	NA
Rehabilitación de colectores colapsados en Río Bravo.	16,000,000	42,600,000	7,742,312	3,096,925
Rehabilitación de colectores dañados en Río Bravo.	11,903,060	21,000,000	6,451,927	3,096,925
Construcción de red de atarjeas en Río Bravo.	29,800,000	NA	8,867,529	NA
Construcción de red de atarjeas, Nuevo Progreso	7,800,000	NA	5,146,543	NA

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

*Tabla 162. Valoración de alternativas de conducción de aguas residuales en la Frontera Chica, TM.*

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de la red de atarjeas de la zona oriente, Nueva Ciudad Guerrero. –Compromiso Internacional.	25,000,000.00	22,500,000.00	3,000,000.00	2,700,000.00
Rehabilitación de la red de atarjeas de la zona poniente, Nueva Ciudad Guerrero. –Compromiso Internacional.	18,000,000.00	16,200,000.00	2,160,000.00	1,944,000.00



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de la red de atarjeas en la zona "Maquiladora", Nueva Ciudad Guerrero. – Compromiso Internacional.	3,120,000	NA	374,400.00	NA
Rehabilitación del colector de drenaje sanitario de la calle Javier Sánchez, Nueva Ciudad Guerrero.	952,072.00	856,864.80	114,248.64	102,823.78
Ampliación de la red de alcantarillado en la calle Rayón, de Enrique Barrera Guerra a Gorgonio López, Nueva Ciudad Guerrero.	5,580,000.00	5,022,000.00	669,600.00	602,640.00
Estudio y proyecto integral para rehabilitación, reposición y ampliación del SDS de Nueva Ciudad Guerrero.	2,000,000.00	NA	240,000.00	NA
Actualización del catastro de infraestructura de alcantarillado y saneamiento de Nueva Ciudad Guerrero.	1,600,000.00	NA	192,000.00	NA
Rehabilitación de 200 m de alcantarillado sanitario de 200 mm de diámetro, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle América, de Hidalgo a Eulalio González, sube a Cuauhtémoc, Mier.	560,000.00	504,000.00	67,200.00	60,480.00
Rehabilitación de 660 m de alcantarillado sanitario de 200 mm de diámetro, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Victoria, de Abasolo a Guerrero; calle Guerrero, de Victoria a Mercaderes, y calle Marroquín, de Terán a América, Mier.	1,850,000.00	1,665,000.00	222,000.00	199,800.00
Rehabilitación de 100 m de alcantarillado sanitario de 200 mm de diámetro, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Morelos entre Colón y Marroquín, Mier.	280,000.00	252,000.00	33,600.00	30,240.00
Rehabilitación de 180 m de alcantarillado sanitario de 200 mm de diámetro, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Zaragoza entre Colón y Marroquín, Mier.	510,000.00	459,000.00	61,200.00	55,080.00
Rehabilitación de 200 m de alcantarillado sanitario de 200 mm de diámetro, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Hidalgo entre 16 de Junio y Mercaderes, Mier.	560,000.00	504,000.00	67,200.00	60,480.00
Rehabilitación de 260 m de alcantarillado sanitario de 200 mm de diámetro, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Mercado entre calle Belisario Domínguez a Obregón, Mier.	730,000.00	657,000.00	87,600.00	78,840.00
Rehabilitación de 240 m de alcantarillado sanitario de 200 mm de diámetro, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Iturbide entre Obregón y J H Palacios, Mier.	670,000.00	603,000.00	80,400.00	72,360.00
Rehabilitación del drenaje sanitario en zona centro, Mier.	11,425,000.00	10,282,500.00	1,371,000.00	1,233,900.00
Ampliación del drenaje sanitario, Mier.	3,800,000.00	3,420,000.00	456,000.00	410,400.00
Ampliación de la red de alcantarillado, 500 metros de 200 y 400 mm, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Jesús Peña entre Degollado y calle Veracruz, Mier.	1,550,000.00	1,395,000.00	186,000.00	167,400.00
Ampliación de la red de alcantarillado, 1550 metros de 200 y 400 mm, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Rayón, de Enrique Barrera Guerra a Gorgonio López, Mier.	4,805,000.00	4,324,500.00	576,600.00	518,940.00
Ampliación de la red de alcantarillado, 1400 metros de 200 y 400 mm, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Puebla, de Gorgonio López a Jesús Peña, Mier.	4,340,000.00	3,906,000.00	520,800.00	468,720.00





## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Ampliación de la red de alcantarillado, 600 metros de 200 y 400 mm, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Veracruz, de la calle J H Palacios a Gorgonio López, Mier.	1,860,000.00	1,674,000.00	223,200.00	200,880.00
Ampliación de la red de alcantarillado, 860 metros de 200 y 400 mm, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Aldama a José A. Guerra a Belisario Domínguez, Mier.	2,670,000.00	2,403,000.00	320,400.00	288,360.00
Ampliación de la red de alcantarillado, 500 metros de 200 y 400 mm, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Gorgonio López, de la calle Puebla a Degollado, Mier.	1,550,000.00	1,395,000.00	186,000.00	167,400.00
Ampliación de la red de alcantarillado, 480 metros de 200 y 400 mm, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Bravo, de José María García a Degollado, Mier.	1,488,000.00	1,339,200.00	178,560.00	160,704.00
Ampliación de la red de alcantarillado, 720 metros de 200 y 400 mm, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Pedro J. Méndez, de Veracruz a Degollado, Mier.	2,235,000.00	2,011,500.00	268,200.00	241,380.00
Estudio y proyecto integral para reposición del sistema de alcantarillado sanitario, Mier.	3,400,000.00	NA	408,000.00	NA
Estudio para la elaboración del catastro técnico de la infraestructura de alcantarillado y saneamiento, Mier.	1,600,000.00	NA	192,000.00	NA
Reposición del colector General de 61 cm de diámetro, longitud 1100 m, Mier.	6,910,000.00	6,219,000.00	829,200.00	746,280.00
Reposición de colector Sur, tubería de concreto a PVC, consiste en: 1963 m, diámetros: 30, 38 y 60 cm, Mier.	5,400,000.00	4,860,000.00	648,000.00	583,200.00
Reposición de colector Sur tubería concreto a PVC, consiste en: 2531 m, diámetros: 30, 38 y 45 cm, Mier	6,960,000.00	6,264,000.00	835,200.00	751,680.00
Rehabilitación de 13,450 metros de tubería de alcantarillado sanitario de 200, 315, 380 y 630 mm de diámetro, Díaz Ordaz.	21,133,000.00	21,133,000.00	2,535,960.00	2,535,960.00
Ampliación de 47,650 metros de la red de alcantarillado sanitario, formada por tuberías de 200, 250, 315 y 380 mm de diámetro, Díaz Ordaz.	55,671,000.00	55,671,000.00	6,680,520.00	6,680,520.00
Construcción del emisor a presión, de la estación de bombeo general de aguas residuales a la planta de tratamiento (lagunas de oxidación), Díaz Ordaz.	6,446,000.00	6,446,000.00	773,520.00	773,520.00
Sustitución del emisor de la calle quinta, Díaz Ordaz.	4,600,000.00	8,920,000.00	552,000.00	1,070,400.00
Rehabilitación de caídos en la zona centro, Camargo.	4,000,000.00	NA	480,000.00	NA
Ampliación de la red de alcantarillado formada por 1280 metros de tubería de 200 mm y 176 descargas domiciliarias en la colonia Benito Garza Barrera, Camargo.	3,980,000.00	NA	477,600.00	NA
Ampliación de la red de alcantarillado formada por 500 metros de tubería de 300 mm, 3215 metros de tubería de 200 mm y 500 descargas domiciliarias en la colonia Las Flores, Camargo.	10,125,000.00	NA	1,215,000.00	NA
Ampliación de la red de alcantarillado en la colonia Unidos Avanzamos Más, Camargo.	7,500,000.00	NA	900,000.00	NA
Reposición 1690 metros de tuberías de 250 mm y descargas domiciliarias en la colonia INFONAVIT Industrial.	7,800,000.00	7,800,000.00	936,000.00	936,000.00



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Reposición de 1,220 metros de tubería de 250 mm y descargas domiciliarias en la colonia INFONAVIT poniente.	4,731,000.00	4,731,000.00	567,720.00	567,720.00
Desazolve de 3254 metros de la red de drenaje, y reposición de 45 brocales y tapas de pozos de visita en la colonia Unidos Avanzamos Más.	3,600,000.00	3,600,000.00	432,000.00	432,000.00
Reposición de 550 metros de tubería de 350 mm del colector Industrial.	2,560,000.00	2,560,000.00	307,200.00	307,200.00
Reposición tubería de 350 mm del colector cap. José Ángel Guerra.	4,464,000.00	4,464,000.00	535,680.00	535,680.00
Reposición de 2050 metros de tubería de polietileno de alta densidad de 601 mm del colector Libramiento 5 de Junio.	13,840,000.00	20,600,000.00	1,660,800.00	2,472,000.00
Reposición de 3300 metros de tubería de 250 mm y descargas domiciliarias de drenaje en la colonia Educación.	12,110,000.00	12,110,000.00	1,453,200.00	1,453,200.00
Introducción del alcantarillado sanitario formado por 18,150 metros de tubería de 200 a 400 mm y 179 pozos de visita, así como descargas domiciliarias en las colonias, Montebello, Mirador y Presidentes.	34,500,000.00	34,500,000.00	4,140,000.00	4,140,000.00
Introducción del colector formado por 4640 metros de tubería de 250 y 500 mm y 47 pozos de visita para las colonias Mirador, Montebello y Presidentes.	26,100,000.00	26,100,000.00	3,132,000.00	3,132,000.00

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

### 3.3.2 Comparación de alternativas de tratamiento de aguas residuales.

Tabla 163. Valoración de alternativas de tratamiento en Tijuana, BC.

Proyecto	Inversión (pesos)			O&M (pesos anuales)		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Rehabilitación de la PTAR San Antonio de los Buenos	592,710,000	1,178,504,960		146,804,064	138,651,110	
Ampliación de la PTAR La Morita	24,000,000	278,054,200	NA	16,034,575	18,819,434	NA

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

Tabla 164. Valoración de alternativas de tratamiento en Tecate, BC.

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Modernización de la PTAR Tecate	164,089,655	334,672,000	32,009,525	28,243,621

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

Tabla 165. Valoración de alternativas de tratamiento en Mexicali, BC.

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
PTAR Zaragoza	56,750,000	NA	4,698,400	NA
Proyecto de ampliación de la PTAR Arenitas	475,000,000	NA	95,000,000	NA

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

Tabla 166. Valoración de alternativas de tratamiento en SLRC, SO.

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Planta de tratamiento Cucapá	120,000,000	NA	400,000	NA

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

Tabla 167. Valoración de alternativas de tratamiento en Nogales, SO.

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Equipamiento PTAR Los Alisos	34,630,000	NA	5,000,000	NA
PTAR Fraccionamiento La Mesa	30,000,000	NA	450,000,000	NA



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Ampliación PTAR Los Alisos	45,000,000	NA	9,000,000	NA
PTAR Puerta Lomas de Anza	15,000,000	NA	2,000,000	NA
PTAR Modular	300,000,000	NA	28,000,000	NA

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

*Tabla 168. Valoración de alternativas de tratamiento en Naco, SO.*

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Mantenimiento y rehabilitación de PTARs	6,500,000	NA	400,000	NA

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

*Tabla 169. Valoración de alternativas de tratamiento en Juárez, CH.*

Proyecto	Inversión (pesos)			O&M (pesos anuales)		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Ampliación PTAR Valle de Juárez	450,000,000	435,860,000	468,150,000	42,500,00	45,000,000	41,280,000
Construcción PTAR El Chaparral	530,000,000	520,000,000	505,000,000	52,000,000	53,250,000	50,000,000
PTAR Samalayuca	9,000,000	10,880,000	13,200,000	4,250,000	4,000,000	4,450,000

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

*Tabla 170. Valoración de alternativas de tratamiento en Valle de Juárez, CH.*

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de PTAR El Millón	9,200,000	NA	180,000	NA
Rehabilitación de PTARs Dr. Porfirio Parra y Guadalupe	6,500,000	NA	360,000	NA
Rehabilitación de PTARs Práxedes G. Guerrero, Colonia Esperanza y El Porvenir.	9,320,000	NA	480,000	NA

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

*Tabla 171. Valoración de alternativas de tratamiento en Ojinaga, CH.*

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de la PTAR Ojinaga	14,000,000	NA	480,000	NA

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

*Tabla 172. Valoración de alternativas de tratamiento en Acuña, CO.*

Proyecto	Inversión (pesos)			O&M (pesos anuales)		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Rehabilitación general de la actual PTAR	75,686,000	88,125,000	NA	475,000	605,000	NA
Construcción de nueva PTAR	192,000,000	318,850,000	306,200,000	625,000	550,000	445,000

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

*Tabla 173. Valoración de alternativas de tratamiento en Piedras Negras, CO.*

Proyecto	Inversión (pesos)			O&M (pesos anuales)		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Ampliación de la actual PTAR	169,000,000	228,850,000	220,500,000	500,000	550,000	530,000

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

*Tabla 174. Valoración de alternativas de tratamiento en Nuevo Laredo, TM.*

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Proyecto ejecutivo de reingeniería y equipamiento de las PTAR	8,000,000	NA	1,600,000	NA



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de la PITAR Nuevo Laredo	182,000,000	NA	37,114,508.55	NA
Ampliación de la PTAR Norponiente, módulo de 200 lps	140,000,000	NA	28,000,000	NA
Disposición de biosólidos de la PITAR Nuevo Laredo	4,000,000	NA	250,000	NA

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

*Tabla 175. Valoración de alternativas de tratamiento en Reynosa, TM.*

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de la PTAR No. 1	50,000,000.00	NA	7,500,000.00	NA
Rehabilitación de la PTAR No. 2	30,000,000.00	NA	4,500,000.00	NA
Construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales No. 3 de 550 lps, a base de lagunas de oxidación.	320,000,000.00	\$298,000,000.00	48,000,000.00	44,700,000.00
Adquisición de 35 has para construcción de planta de tratamiento de aguas residuales No. 4 (lagunas de oxidación).	36,900,000.00	\$33,100,000.00	5,535,000.00	4,965,000.00
Ampliación en 60 lps de la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR 3, a base de lagunas de oxidación.	140,175,000.00	\$125,700,000.00	21,026,250.00	18,855,000.00
Construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales No. 4 de 66 lps, a base de lagunas de oxidación.	14,000,000.00	\$3,500,000.00	2,100,000.00	525,000.00
Ampliación en 100 lps de la planta de tratamiento de aguas residuales No. 2, mecanizada.	40,660,000.00	\$36,490,000.00	6,099,000.00	5,473,500.00
Ampliación en 400 lps de la planta de tratamiento de aguas residuales No. 2 mecanizada.	130,200,000.00	\$116,800,000.00	19,530,000.00	17,520,000.00
Ampliación en 227 lps de la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR 3, a base de lagunas de oxidación.	55,290,000.00	\$55,290,000.00	8,293,500.00	8,293,500.00
Ampliación en 211 lps de la planta de tratamiento de aguas residuales No. 4, a base de lagunas de oxidación.	253,500,000.00	\$253,500,000.00	38,025,000.00	38,025,000.00
Ampliación en 18 lps de la planta de tratamiento de aguas residuales Pirámides, tipo mecanizada	12,600,000.00	\$12,600,000.00	1,890,000.00	1,890,000.00
Estudio y proyecto ejecutivo de subcolectores, colectores, líneas a presión, EBAR's y PTAR No. 3.	4,000,000.00	NA	600,000.00	NA
Estudio y proyecto para la construcción de emisores y PTAR No.4.	2,500,000.00	NA	375,000.00	NA

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

*Tabla 176. Valoración de alternativas de tratamiento en Matamoros, TM.*

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Ampliación de la PTAR Oeste	40,000,000	43,565,518	32,140,275	35,354,302

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

*Tabla 177. Valoración de alternativas de tratamiento en Frontera Chica, TM.*

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
PTAR en Nueva Ciudad Guerrero	21,450,000	NA	1,716,000.00	NA
Rehabilitación de PTAR en Mier	7,200,000	NA	576,000.00	NA
PTAR en Díaz Ordaz	29,184,000	NA	2,334,720.00	NA
PTAR en Camargo	12,550,000	NA	1,004,000.00	NA



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
PTAR en Miguel Alemán	2,600,000	NA	208,000.00	NA

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

### 3.3.3 Comparación de alternativas de bombeo de aguas residuales.

*Tabla 178. Valoración de alternativas de bombeo de aguas residuales en Tijuana, BC.*

Proyecto	Inversión (pesos)			O&M (pesos anuales)		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Rehabilitación de la PB 1 A y B	2,061,551,724	1,237,118,793	226,000,000	263,953,166	263,036,341	47,072,212
Rehabilitación de la PB Matadero (PB3)	73,430,000	210,129,047	NA	16,189,278	22,383,065	21,046,061
Rehabilitación de la PB Laureles	53,980,000	94,724,782	NA	4,097,273	4,261,516	5,326,454
Rehabilitación de la PB Laureles II	23,260,000	99,851,728	NA	8,306,074	7,504,824	10,797,896

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

*Tabla 179. Valoración de alternativas de bombeo de aguas residuales en Mexicali, BC.*

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Cárcamo de bombeo Puebla	5,000,000	NA	300,000	NA
Cárcamo de bombeo Choropo	10,000,000	NA	500,000	NA
Planta de bombeo Zaragoza	17,350,000	NA	500,000	NA
Planta de bombeo Sta. Isabel	5,000,000	NA	500,000	NA
Cárcamo Progreso	5,000,000	NA	300,000	NA

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

*Tabla 180. Valoración de alternativas de bombeo de aguas residuales en SLRC, SO.*

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Cárcamo 1	800,000	NA	80,000	NA
Cárcamo 2	800,000	NA	80,000	NA
Cárcamo 3	800,000	NA	80,000	NA
Cárcamo 4	800,000	NA	80,000	NA
Cárcamo 5	800,000	NA	80,000	NA
Cárcamo 6	800,000	NA	80,000	NA

*Tabla 181. Valoración de alternativas de bombeo de aguas residuales en Nogales, SO.*

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Construcción de sistema desarenador en la cuenca del arroyo Tecnológico	3,500,000	NA	350,000	NA
Rehabilitación electromecánica y actualización de equipo eléctrico de CBAR "Estadio"	2,500,000	NA	250,000	NA
PBAR Ruiz Cortines	10,800,000	NA	1,080,000	NA

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

*Tabla 182. Valoración de alternativas de bombeo de aguas residuales en Naco, SO.*

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Adecuación y mejoramiento de la planta de bombeo Internacional.	1,300,000	NA	258,000	NA

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

*Tabla 183. Valoración de alternativas de bombeo de aguas residuales en Juárez, CH.*

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Construcción de la planta de bombeo de aguas residuales y línea de conducción de la zona poniente de Ciudad Juárez a la PTAR Sur-Sur.	450,000,000	380,000,000	65,000,000	92,000,000
Diagnóstico y rehabilitación de estructura de rebombos y cárcamos de bombeo No. 2, 7, 8, 11, 12, 16, 17, 19, 22, 23, 25 y 30.	7,500,000	9,000,000	9,200,000	11,300,000

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

*Tabla 184. Valoración de alternativas de bombeo de aguas residuales en Valle de Juárez, CH.*

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación del sistema de bombeo de aguas residuales	27,287,000	NA	2,220,000	NA

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

*Tabla 185. Valoración de alternativas de bombeo de aguas residuales en Ojinaga, CH.*

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de la estación de bombeo Ojinaga	10,000,000	NA	880,000	NA
Construcción del cárcamo de bombeo de aguas residuales para barrio Ferrocarril y Quivira.	4,500,000	NA	120,000	NA

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

*Tabla 186. Valoración de alternativas de bombeo de aguas residuales en Acuña, CH.*

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación del cárcamo "Rebombeo Puente Internacional"	8,323,000	9,000,000	1,600,000	1,800,000
Rehabilitación del "Cárcamo General"	10,079,000	12,800,000	2,025,000	2,320,000

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

*Tabla 187. Valoración de alternativas de bombeo de aguas residuales en Piedras Negras, CO.*

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de EBAR No. 3	69,000,000	66,000,000	3,800,000	6,000,000
Construcción de EBARs Norte y Sur	230,000,000	228,000,000	7,600,000	9,000,000

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

*Tabla 188. Valoración de alternativas de bombeo de aguas residuales en Nuevo Laredo, TM.*

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Proyecto ejecutivo de reingeniería y equipamiento de las EBAR's	9,200,000.00	NA	1,840,000.00	NA
Rehabilitación y equipamiento electromecánico de estaciones de bombeo de aguas residuales	56,000,000.00	NA	11,200,000.00	NA
Estación de bombeo PITAR	15,982,953	NA	2,342,590.60	NA

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

*Tabla 189. Valoración de alternativas de bombeo de aguas residuales en Reynosa, TM.*

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Equipamiento de la EBAR 10 con equipos de acero	25,000,000.00	21,500,000.00	3,000,000.00	2,580,000.00
Equipamiento de la EBAR 14 con equipos de acero	12,000,000.00	10,100,000.00	1,440,000.00	1,212,000.00
Rehabilitación de estaciones de bombeo.	40,000,000.00	35,500,000.00	4,800,000.00	4,260,000.00
Cárcamo de bombeo PTAR No. 4 con equipos de acero	6,380,000.00	5,200,000.00	765,600.00	624,000.00
Cárcamo de bombeo PTAR No. 2 con equipos de acero	62,270,000.00	56,000,000.00	7,472,400.00	6,720,000.00

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

*Tabla 190. Valoración de alternativas de bombeo de aguas residuales en Matamoros, TM.*

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Reingeniería de las EBAR 3, 10, 11, 36, 37, 44, 49, 58, 73, 86 y 91.	300,229,145	NA	126,457,770	NA
Estaciones de bombeo 35,17,16 y 21.	109,174,235	NA	90,911,266	NA

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

*Tabla 191. Valoración de alternativas de bombeo de aguas residuales en la Frontera Chica, TM.*

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Sustitución de equipo electromecánico cárcamos de bombeo aguas residuales, calle Aldama y González.	2,000,000	NA	160,000.00	NA
Construcción de estación de bombeo y emisor a presión de aguas residuales en la zona poniente de Nueva Ciudad Guerrero.	4,586,000	5,100,000	366,880.00	408,000.00
Sustitución de equipo electromecánico cárcamo general de bombeo de aguas residuales de Mier.	567,000.00	NA	45,360.00	NA
Estaciones de bombeo en Díaz Ordaz	10,750,000.00	NA	860,000.00	NA
Estaciones de bombeo en Camargo	5,960,000.00	NA	476,800.00	NA
Rehabilitación de estación de bombeo general Miguel Alemán	4,500,000.00	NA	360,000.00	NA

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

### 3.3.4 Comparación de alternativas de reúso de agua.

*Tabla 192. Valoración de alternativas de reúso de agua en Tijuana, BC.*

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Construcción del sistema de infiltración en Valle de las Palmas	1,542,000,000	1,691,457,312	120,088,848	218,963,296

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

*Tabla 193. Valoración de alternativas de reúso de agua en Tecate, BC.*

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Ampliación de la línea de distribución de agua de reúso	2,860,000	5,579,600	50,012.82	84,112.47

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 194. Valoración de alternativas de reúso de agua en Juárez, CH.

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Construcción del acueducto de la PTAR Sur a la PTAR Laguna de Patos.	100,000,000	102,500,000	5,580,000	7,650,000
Ampliación de la red de agua tratada para dar servicio a los nuevos usuarios.	56,000,000	67,000,000	28,500,000	37,000,000
Canalización de agua tratada de la PTAR Sur al Dren Interceptor.	15,000,000	18,500,000	4,500,000	6,500,000

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

Tabla 195. Valoración de alternativas de reúso de agua en Nuevo Laredo, TM.

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Ampliar la zona de cobertura para riego de parques y jardines.	12,500,000	NA	2,500,000	NA

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

### 3.3.5 Comparación de alternativas de infraestructura complementaria.

Tabla 196. Valoración de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Tijuana, BC.

Proyecto	Inversión (pesos)			O&M (pesos anuales)		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Construcción de obra de toma a gravedad PB CILA	44,000,000	50,000,000	-	-	-	-
Construcción de sitio para la disposición de biosólidos de las PTAR	119,574,000	1,690,000,000	404,000,000	-	164,213,366	40,416,012
Automatización y monitoreo de estaciones de bombeo	800,000.00	25,343,600.00	-	19,069,960.00	12,519,488.00	-

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

Tabla 197. Valoración de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Tecate, BC.

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Medición y adquisición de datos	400,000	12,294,977	4,638,600	2,293,310

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

Tabla 198. Valoración de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Mexicali, BC.

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Parque Metropolitano Las Arenitas	52,740,000	NA	5,500,000	NA
Estudio de clasificación de contaminantes del río Hardy	4,000,000	NA	200,000	NA

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

Tabla 199. Valoración de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Naco, SO.

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Implementación y operación de sistemas administrativos, comerciales y contables	700,000	NA	50,000	NA
Planeación integral (operativa y administrativa)	1,500,000	NA	120,000	NA

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.





## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 200. Valoración de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Juárez, CH.

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación y reforzamiento de cruces especiales de alto riesgo	22,500,000	29,000,000	9,200,000	11,300,000
construcción del drenaje pluvial en la zona centro	100,000,000	140,000,000	65,000,000	92,000,000
Medición permanente de gasto en colectores, y suministro de 15 macromedidores de aguas residuales.	13,500,000	15,000,000	2,500,000	4,000,000
Ampliación del Acuaférico Conejos Médanos	2,000,000,000	2,850,000,000	150,000,000	185,000,000
Construcción de la planta potabilizadora en la presa Internacional.	575,000,000	600,000,000	110,000,000	77,500,000

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

Tabla 201. Valoración de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Ojinaga, CH.

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Protección de la infraestructura hidráulica susceptible a crecidas del río Bravo	12,000,000	NA	280,000	NA

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

Tabla 202. Valoración de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Acuña, CH.

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Obras de protección del colector marginal del arroyo Las Vacas.	3,235,000	5,000,000	30,000	40,000

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

Tabla 203. Valoración de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Piedras Negras, CO.

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Drenaje pluvial en la zona centro, primera etapa (Puebla, Colón y Dr. Coss).	169,000,000	150,800,000	1,800,000	2,500,000
Drenaje pluvial en la zona centro, segunda etapa (Jiménez, Terán y Rayón).	230,000,000	226,200,00	3,600,000	4,000,000

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

Tabla 204. Valoración de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Nuevo Laredo, TM.

Proyecto	Inversión (pesos)		O&M (pesos anuales)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Laboratorio, instrumentación y operación	5,060,000	NA	250,000	NA

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

Tabla 205. Valoración de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Reynosa, TM.

Proyecto	Inversión (pesos)		Supervisión (pesos)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Estudio de calidad de agua de los drenes Santa Anita y El Anhelito, y proyecto para el tratamiento del agua de la laguna La Escondida.	2,000,000.00	NA	160,000.00	NA



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Inversión (pesos)		Supervisión (pesos)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Estudio de modelación hidráulica de la laguna La Escondida, y proyecto ejecutivo para la adecuación de su descarga al río Bravo a través del dren El Anhele.	1,500,000.00	NA	120,000.00	NA
Estudio y proyecto ejecutivo para la captación de derrame de sustancias tóxicas, en caso de accidentes del transporte público de carga, su alejamiento y confinamiento en el puente Internacional Reynosa-Pharr, para evitar la contaminación del río Bravo.	1,750,000.00	NA	140,000.00	NA
Estudio para tratar los retornos agrícolas al río Bravo, procedentes de los distritos de riego 025 Bajo Río Bravo y 026 Bajo Río San Juan, en el estado de Tamaulipas.	2,500,000.00	NA	200,000.00	NA
Estudio y proyecto de factibilidad técnica y económica de la construcción de la planta desalinizadora de las aguas del dren El Morillo, y alternativas del reúso de las aguas tratadas.	1,500,000.00	NA	120,000.00	NA
Estudio para la reubicación de tiraderos de basura ubicados en la zona del cauce internacional del río Bravo, en el municipio de Reynosa Tamaulipas.	1,200,000.00	NA	96,000.00	NA

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

*Tabla 206. Valoración de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Matamoros, TM.*

Proyecto	Inversión (pesos)		Supervisión (pesos)	
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Estudio para la elaboración del catastro técnico de la infraestructura de alcantarillado y saneamiento, Matamoros.	8,000,000	NA	560,000	NA
Estudio para la elaboración del catastro técnico de la infraestructura de alcantarillado y saneamiento, Río Bravo.	2,800,000	NA	196,000	NA
Estudio para la elaboración del catastro técnico de la infraestructura de alcantarillado y saneamiento, Nuevo Progreso.	450,000	NA	90,000	NA

Elaboración propia. Cifras en pesos 2020.

### 3.4 Selección de las alternativas más convenientes.

De las alternativas propuestas, se realizó una selección de las más convenientes mediante un análisis de factibilidad multicriterio con que se evaluaron, las ventajas y desventajas de cada una, desde la perspectiva de sus factibilidades técnica, económica y de riesgos, los beneficios y costos atribuibles, así como la resiliencia de los sistemas de saneamiento y el aprovechamiento energético.

Los proyectos seleccionados se presentaron en reuniones con la sección mexicana de la CILA y se obtuvo información relevante para complementar algunos aspectos y confirmar o rectificar las conclusiones sobre su implementación o costo, principalmente sobre los aspectos sociales, económicos, ambientales y políticos.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

En un proceso preliminar se analizaron y seleccionaron las alternativas más convenientes para la atención de los problemas de saneamiento de las ciudades fronterizas. En una primera instancia, se escogieron aquellas alternativas que, fueran proyectos ejecutivos y que tuvieran las mejores ventajas y beneficios para la resolución de las quejas y problemas binacionales, en el manejo de las aguas residuales.

### 3.4.1 Selección de alternativas de captación y conducción de aguas residuales.

Para las alternativas de colectores principales y obras de captación y conducción, se valoró como aspectos primordiales que las características contribuyan a una resiliencia de corto plazo, en primer término, y de largo plazo en función de su resistencia, durabilidad, capacidad de conducción, facilidad de reparación y flexibilidad en el manejo de las aguas residuales, lo cual tiene como base la condición de ubicación en el sistema y el material a utilizar.

Para llevar a cabo el análisis de selección se consideró la utilización de tuberías de diversos materiales que cumplieran con las especificaciones de las normas y regulaciones existentes, entre los cuales la mayoría de los proyectos contempla tuberías de PVC, PEAD, tubería de acero al carbón y hierro dúctil.

Podemos señalar, en forma general, que es deseable utilizar materiales como PVC o PEAD en la gran mayoría de la infraestructura de conductos de alcantarillado por construir. Estos materiales son más susceptibles a las condiciones de deflexión que el hierro dúctil o acero al carbón; además de ello, son resistentes a la corrosión causada por gases en la tubería.

Por otro lado, podemos decir que las tuberías de PVC son más livianas que las de hierro dúctil y las de acero al carbón, haciendo las actividades de manejo e instalación más fáciles y económicas. Si las tuberías de hierro dúctil o de acero al carbón son utilizadas, se requerirá un revestimiento dentro de las tuberías, además de un recubrimiento en la parte exterior, lo cual fue considerado en la inversión de las alternativas, donde se propuso ese tipo de material.

Para la selección de los diámetros de las tuberías a presión se consideró que esta fuera de tal dimensión que las pérdidas por fricción estuvieran dentro de un rango permitido, y con eso evitar la selección de tuberías de mayor resistencia a la presión, lo que elevaría el costo de la inversión en la líneas; o en el caso de las tuberías a presión, se tendrían equipos de mayor potencia, lo que aumentaría los costos de operación por la mayor capacidad en la potencia de los equipos y, por consecuencia, mayores pagos por concepto de energía eléctrica.

En coherencia con lo anteriormente expresado, se concluye como la alternativa más conveniente, por las características y ventajas descritas, principalmente el PVC, y en algunos casos PEAD, que son de uso común y se consiguen fácilmente en el mercado de tuberías y piezas especiales.

De igual manera, se evaluaron los procesos constructivos, siendo el método de perforación direccional y la sustitución de tubería con zanja a cielo abierto los más comunes. Se determinó que, por representar una menor cantidad de afectaciones a la comunidad, al tránsito de personas y de vehículos, y principalmente por ejecutarse en menor tiempo e implicar costos más bajos, la instalación de tubería mediante zanjas excavadas a cielo abierto representa la mejor alternativa.

Para las rehabilitaciones se analizaron los procesos constructivos más utilizados, entre los cuales se encuentran el método por medio de LINERS o encamisado, mediante el cual se rehabilita la pared



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

interior de la tubería entre pozos de visita con elementos de recubrimiento y reforzamiento que se colocan con la técnica de “introducción guiada”, lo que permite mejorar las condiciones hidráulicas y físicas de la tubería consiguiendo más caudal al mejorar el coeficiente de rugosidad; su procedimiento constructivo es menos agresivo, tanto social como urbano, además de ejecutarse en menor tiempo, aunque su costo es más elevado; la otra alternativa evaluada fue por medio de procesos constructivos clásicos, de rotura de pavimento, excavación, extracción y reemplazo de la tubería, seguido del relleno y reposición de pavimento, permitiendo colocar tubería de mejores condiciones hidráulicas para proveer ampliaciones de la red de drenaje; tiene como inconvenientes las molestias a los vecinos y la circulación en general, pero su costo es más reducido. Al hacer el análisis correspondiente, se determinó seleccionar esta última debido a las diferencias considerables en el monto total de la inversión.

Las evaluaciones de alternativas se expresan en las tablas siguientes y se sugiere que aquellas seleccionadas sean enriquecidas y puestas a disposición de quien se considere pertinente para su ejecución. Para mayor detalle se anexan los informes particulares de las ciudades en estudio.

*Tabla 207. Evaluación de alternativas de conducción de aguas residuales en Tijuana, BC.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación del interceptor Internacional	<b>Alternativa seleccionada</b> Restitución con instalación de tubería de hierro dúctil a zanja abierta.	<b>Alternativa rechazada</b> Restitución con manga de material fibra poliéster.
Rehabilitación del colector Insurgentes	<b>Alternativa seleccionada</b> Sustitución por tubería de PVC a zanja abierta en un trazo paralelo al existente.	<b>Alternativa rechazada</b> Sustitución por tubería de PVC a zanja abierta en trazo alterno por vialidades secundarias.
Rehabilitación del colector Oriente		
Rehabilitación del colector Poniente	<b>Alternativa seleccionada</b> Sustitución por tubería de PVC a zanja abierta en el trazo actual.	<b>Alternativa rechazada</b> Sustitución por tubería de PEAD con el método de estallamiento y perforación direccional en el trazo actual.
Rehabilitación del colector Rosario Castellanos		
Rehabilitación del colector Poniente Viejo		
Rehabilitación del colector Sánchez Taboada		
Construcción del colector Costero 2	<b>Alternativa seleccionada</b> Trazo por caminos vecinales y propiedad privada, con puente y sifón para cruce de arroyos. Procedimiento a zanja abierta e instalación de tubo PVC.	<b>Alternativa rechazada</b> Trazo por caminos vecinales y propiedad privada, procedimiento a zanja abierta e instalación de tubo PVC.
Rehabilitación del emisor Líneas Cuatas	<b>Alternativa seleccionada</b> Sustitución por tubería de PVC a zanja abierta en un trazo paralelo al existente.	<b>Alternativa rechazada</b> Sustitución por tubería de PVC a zanja abierta en trazo alterno por vialidades secundarias.
Construcción del bombeo Sainz–Arturo Herrera	<b>Alternativa seleccionada</b> En terreno próximo a la fuente de agua residual, con procedimiento a zanja abierta instalar tubo PVC en lateral de la vía rápida Oriente; se requiere cruzar el río Tijuana.	<b>Alternativa rechazada</b> En terreno a 130 m de la fuente de agua residual, con procedimiento a zanja abierta instalar tubo PVC en lateral de la vía rápida Oriente; se requiere cruzar el río Tijuana y 130 m de colector para conectarlo con el colector Poniente.

Elaboración propia.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 208. Evaluación de alternativas de conducción de aguas residuales en Tecate, BC.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación del subcolector Industrial	<b>Alternativa seleccionada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	<b>Alternativa rechazada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional, siguiendo el mismo trazo.
Rehabilitación del colector Bella Vista		
Rehabilitación del subcolector Morelos		
Rehabilitación del colector Lázaro Cárdenas		
Rehabilitación del colector Nopalera		

Elaboración propia.

Tabla 209. Evaluación de alternativas de conducción de aguas residuales en Mexicali, BC.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Colector Recuerdos (emisor Zaragoza)	<b>Alternativa seleccionada</b> Sistema convencional con tubería de PVC	NA
Colector Camino Nacional		
Colector Recuerdos B		
Colector Recuerdos		
Subcolector Coronita		
Colector H Aja		
Colector Progreso		
Emisor Sur		
Emisor efluente Sur		
Colector del Sur TRAMO A		
Subcolector La Pluma		
Colector del Sur TRAMO B		
Colector Noreste TRAMO A		
Colector Noreste TRAMO B		
Colector Choropo		
Colector del Sur TRAMO C		
Subcolector		
Subcolector Roa		
Subcolector Choropo 1		
Subcolector Choropo 2		
Subcolector Choropo 3		
Subcolector Choropo 4		
Subcolector Choropo 5		
Subcolector Choropo Aux		
Colector Puebla		

Elaboración propia.

Tabla 210. Evaluación de alternativas de conducción de aguas residuales en San Luis Río Colorado, SO.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Ampliación de la red de colectores REMESOL	<b>Alternativa seleccionada</b> Construcción a cielo abierto con instalación de tubería de PVC.	<b>Alternativa rechazada</b> Construcción con el método de perforación direccional con instalación de tubería PEAD.
Construcción del colector Noreste		
Construcción del colector Libramiento		
Construcción del colector Adelitas		
Construcción del subcolector 1		
Construcción del colector Sureste		
Construcción del subcolector 2		
Construcción del subcolector 3		
Construcción del colector Oriente		
Construcción del colector REMESOL		
Construcción del colector Oriente.		
Emisor a presión a PTAR		

Elaboración propia.

Tabla 211. Evaluación de alternativas de conducción de aguas residuales en Nogales, SO.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Emisor Los Alisos II	<b>Alternativa seleccionada</b>	<b>Alternativa rechazada</b>



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Subcolector Recinto Fiscal	Construcción a cielo abierto con instalación de tubería de PVC.	Construcción a cielo abierto con instalación de tubería de PEAD.
Colector UTN-Aeropuerto		
Subcolector Los Altos.		
Subcolector Periférico Oriente A		
Colector Periférico Oriente		
Subcolector Pedregoso		
Colector Pedregoso		
Subcolector El Álamo		
Colector PBAR		
Prolongación subcolector Reforma		
Prolongación subcolector Ensueño		
Prolongación subcolector 5 de Febrero		
Prolongación subcolector Pirineos-R. Campodónico		
Prolongación subcolector Ricardo Flores Magón		
Prolongación subcolector Tecnológico		
Subcolector Unison		
Prolongación subcolector Búhos		
Subcolector San Carlos 1		
Subcolector San Carlos 2		
Subcolector San Carlos 3		
Subcolector San Carlos 4		
Colector Peñitas		
Colector Puerta de Anza		
Colector Mascareñas		

Elaboración propia.

Tabla 212. Evaluación de alternativas de conducción de aguas residuales en Naco, SO.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Prolongación colector Oeste	Alternativa seleccionada Construcción del colector de PVC, sistema convencional	Alternativa rechazada Instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional
Colector interceptor Oeste		
Prolongación colector Central		
Colector Central (a reponerse)		
Colector Este (Oriente)		
Colector interceptor Benito Juárez		

Elaboración propia.

Tabla 213. Evaluación de alternativas de conducción de aguas residuales en Juárez, CH.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Construcción de la red de alcantarillado del Poblado de Samalayuca	Alternativa seleccionada Construcción a cielo abierto con instalación de tubería de PVC	Alternativa rechazada Construcción con el método de perforación direccional con instalación de tubería PEAD.
Rehabilitación de 600 km de la red de atarjeas en Ciudad Juárez	Alternativa seleccionada Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	Alternativa rechazada Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Introducción de la red de alcantarillado en las colonias Km 27 y Km 29	Alternativa seleccionada Construcción a cielo abierto con instalación de tubería de PVC	Alternativa rechazada Construcción con el método de perforación direccional con instalación de tubería PEAD.
Rehabilitación y renovación de colectores en Centro Histórico y polígono AMP2011	Alternativa seleccionada Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC	Alternativa rechazada Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Renovación de 214.10 km de colectores dañados en Ciudad Juárez	Alternativa seleccionada	Alternativa rechazada



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Construcción de la red de alcantarillado del Poblado de Samalayuca	<b>Alternativa seleccionada</b> Construcción a cielo abierto con instalación de tubería de PVC	<b>Alternativa rechazada</b> Construcción con el método de perforación direccional con instalación de tubería PEAD.
	Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC	Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Rehabilitación de los colectores Nadadores, Norzagaray, Arroyo El Mimbre y Arroyo Las Víboras	<b>Alternativa seleccionada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC	<b>Alternativa rechazada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Construcción y ampliación de 19 km del colector Profundo	<b>Alternativa seleccionada</b> Construcción a cielo abierto con instalación de tubería de PVC	<b>Alternativa rechazada</b> Construcción con el método de perforación direccional con instalación de tubería PEAD.
Construcción de la red de colectores en la zona poniente de Ciudad Juárez.	<b>Alternativa seleccionada</b> Construcción a cielo abierto con instalación de tubería de PVC	<b>Alternativa rechazada</b> Construcción con el método de perforación direccional con instalación de tubería PEAD.

Elaboración propia.

*Tabla 214. Evaluación de alternativas de conducción de aguas residuales en Valle de Juárez, CH.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de la red de atarjeas en el centro de Guadalupe	<b>Alternativa seleccionada</b> Rehabilitación de la red de alcantarillado, sustitución de tuberías y reposición de pozos de visita en el trazo original, así como la reposición de descargas domiciliarias a pie de banqueta.	<b>Alternativa rechazada</b> Prevalen las condiciones actuales de la tubería, siguiendo solamente los programas vigentes que llevan a reparaciones solo en los colapsos.

Elaboración propia.

*Tabla 215. Evaluación de alternativas de conducción de aguas residuales en Ojinaga, CH.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de la red de atarjeas en la zona centro	<b>Alternativa seleccionada</b> Sustitución de tuberías y reposición de pozos de visita en el trazo original, así como la reposición de descargas domiciliarias a pie de banqueta.	<b>Alternativa rechazada</b> Prevalen las condiciones actuales de la tubería, siguiendo solamente los programas vigentes que llevan a reparaciones solo en los colapsos.
Ampliación de la red de alcantarillado en el barrio Estación Ferrocarril y ejido Quivira.	<b>Alternativa seleccionada</b> Suministro e instalación de tubería, construcción de pozos de visita y construcción de descargas domiciliarias.	<b>Alternativa rechazada</b> Continuar con las condiciones actuales de deterioro del medio ambiente y los riesgos en la salud humana.
Ampliación de la red de alcantarillado en la zona poniente (sin servicio)	<b>Alternativa seleccionada</b> Ampliación de la red de alcantarillado en la tubería seleccionada (material y diámetro) mediante zanjas excavadas a cielo abierto.	<b>Alternativa rechazada</b> Continuar con las condiciones actuales de deterioro del medio ambiente, y los riesgos en la salud humana.

Elaboración propia.

*Tabla 216. Evaluación de alternativas de conducción de aguas residuales en Acuña, CO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Red de atarjeas en la colonia Estrella	<b>Alternativa seleccionada</b> Instalación de la tubería seleccionada (material y diámetro) mediante zanjas excavadas a cielo abierto, conservando el trazo previo.	<b>Alternativa rechazada</b> Instalación de tubería de PEAD (con o sin refuerzo de acero), exclusivamente, y empleando el método de perforación direccional.
Red de atarjeas en la colonia Benito Juárez		
Red de atarjeas en fraccionamientos Los Encinos, Periodistas y Santa Marta		
Red de atarjeas en fraccionamiento La Rivera		
Red de atarjeas en fraccionamiento INFONAVIT		



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Red de atarjeas en fraccionamiento Jesús Ma. Ramón		
Colector Victoria		
Colector Parque Internacional		
Colector Fundadores		
Subcolector La Yegua		
Colectores en zonas de crecimiento NW, W y SSE de la mancha urbana actual		
Colectores en espacios no poblados en la zona urbana actual		

Elaboración propia.

*Tabla 217. Evaluación de alternativas de conducción de aguas residuales en Piedras Negras, CO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Red primaria de alcantarillado en áreas de influencia norte, sur y centro	<p style="color: blue;">Alternativa seleccionada</p> Instalación de la tubería seleccionada (material y diámetro) mediante zanjas excavadas a cielo abierto, conservando el trazo previo.	<p style="color: red;">Alternativa rechazada</p> Instalación de tubería de PEAD (con o sin refuerzo de acero), exclusivamente, y empleando el método de perforación direccional.
Red de atarjeas en la colonia González		
Red de atarjeas y descargas domiciliarias en la zona centro		
Colector Treviño en la colonia Presidentes		
Colector Centenario en las colonias Bravo y Buenos Aires		
Colector calle Camino Viejo al Moral en la colonia Francisco I. Madero		
Colectores en las zonas de crecimiento NW, W y S de la mancha urbana actual		

Elaboración propia.

*Tabla 218. Evaluación de alternativas de conducción de aguas residuales en Nuevo Laredo, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Estudio integral de saneamiento para elaborar el plan rector que identifique los requerimientos de ampliaciones, rehabilitación de atarjeas, colectores y emisores.	Alternativa seleccionada Estudio	NA
Estudio para la elaboración del catastro técnico de la infraestructura de alcantarillado y saneamiento	Alternativa seleccionada Estudio	NA
Rehabilitación del subcolector de drenaje sanitario Coyote Bajo.	Alternativa seleccionada Tubería de PVC por el método tradicional	Alternativa rechazada Tubería de concreto reforzado
Rehabilitación del sifón del subcolector de drenaje sanitario Coyote Alto, en el cruce del arroyo El Coyote y la calle Anzures en la colonia Los Ciruelos–Compromiso Internacional.	Alternativa seleccionada Tubería de PVC por el método tradicional	Alternativa rechazada Tubería de acero al carbón extremos biselados
Rehabilitación del subcolector de drenaje sanitario sur poniente del pozo 41 al 48	Alternativa seleccionada Tubería de PVC RD/26	Alternativa rechazada Tubería de acero al carbón extremos biselados
Rehabilitación del sifón del subcolector de drenaje sanitario sur-poniente en la calle Miguel Trillo y arroyo El Coyote.	Alternativa seleccionada Tubería de PVC RD/26	Alternativa rechazada Tubería de acero al carbón extremos biselados
Rehabilitación del subcolector de drenaje sanitario Oradel–Compromiso Internacional	Alternativa seleccionada Tubería de PVC RD/26	Alternativa rechazada Tubería de acero al carbón extremos biselados
Rehabilitación del colector Ribereño, sector centro, primera etapa del pozo #43 al # 72	Alternativa seleccionada Tubería de PVC RD/26	Alternativa rechazada Tubería de acero al carbón extremos biselados





## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Eliminación de descargas sanitarias en el arroyo Las Alazanas	Alternativa seleccionada Tubería de PVC RD/26	Alternativa rechazada Tubería de acero al carbón extremos biselados
Eliminación de descargas sanitarias, Monterrey	Alternativa seleccionada Cámara filtro de efluente	NA
Eliminación de descargas sanitarias Campestre	Alternativa seleccionada Cámara filtro de efluente	NA
Rehabilitación del colector Ribereño, sector centro	Alternativa seleccionada Tubería de PVC RD/26	Alternativa rechazada Tubería de acero al carbón extremos biselados
Rehabilitación del subcolector Anáhuac, parte alta	Alternativa seleccionada Tubería de PVC RD/26	Alternativa rechazada Tubería de acero al carbón extremos biselados
Rehabilitación del subcolector Anáhuac, parte alta, tercera etapa (bulevar Anáhuac y Cto. Jesús González Bastien hasta avenida Eva Samano y calle Chicago)–Compromiso Internacional.	Alternativa seleccionada Tubería de PVC por el método tradicional	Alternativa rechazada Tubería de concreto reforzado
Rehabilitación del subcolector Anáhuac entre Ocampo y Río Tamesí (pozo #34 al #50)	Alternativa seleccionada Tubería de PVC por el método tradicional	Alternativa rechazada Tubería de concreto reforzado
Rehabilitación del subcolector de drenaje sanitario Donato Guerra, en la calle Donato Guerra entre Guanajuato y Anáhuac–Compromiso Internacional.	Alternativa seleccionada Tubería de PVC RD/26	Alternativa rechazada Tubería de acero al carbón extremos biselados
Rehabilitación del subcolector Maclovio Herrera, parte baja	Alternativa seleccionada Tubería de PVC RD/26	Alternativa rechazada Tubería de acero al carbón extremos biselados
Rehabilitación del subcolector de drenaje sanitario, Degollado entre las calles 15 de Septiembre y 13 de Septiembre, en la colonia Campestre–Compromiso Internacional.	Alternativa seleccionada Tubería de PVC RD/26	Alternativa rechazada Tubería de acero al carbón extremos biselados
Rehabilitación del subcolector La Joya, segunda etapa (río Éufrates a río Loira)	Alternativa seleccionada Tubería de PVC RD/26	Alternativa rechazada Tubería de acero al carbón extremos biselados
Rehabilitación del subcolector Perú entre Constanza García y Justo Sierra	Alternativa seleccionada Tubería de PVC RD/26	Alternativa rechazada Tubería de acero al carbón extremos biselados
Eliminación de descargas sanitarias al colector pluvial 5 de Febrero, y reubicación del tramo por calle Venustiano Carranza entre Porfirio Díaz y bulevar Ruíz Cortínez en la colonia Mier y Terán.	Alternativa seleccionada Tubería de PVC RD/26	Alternativa rechazada Tubería de acero al carbón extremos biselados
Rehabilitación del colector pluvial Lincoln entre el bulevar Luis Donaldo Colosio y avenida Nezahualcóyotl, en la colonia S.A.S.	Alternativa seleccionada Tubería de PVC RD/26	Alternativa rechazada Tubería de acero al carbón extremos biselados
Rehabilitación del subcolector pluvial 5 de Febrero	Alternativa seleccionada Tubería de PVC RD/26	Alternativa rechazada Tubería de acero al carbón extremos biselados
Rehabilitación del subcolector 15 de Septiembre (colonia Burócratas)	Alternativa seleccionada Tubería de PVC RD/26	Alternativa rechazada Tubería de acero al carbón extremos biselados
Rehabilitación del subcolector de drenaje sanitario Toboganes del pozo #1 al #20	Alternativa seleccionada Tubería de PVC RD/26	Alternativa rechazada Tubería de acero al carbón extremos biselados
Colector ribereño La Sandía	Alternativa seleccionada Tubería de PVC por el método tradicional	Alternativa rechazada Tubería de concreto reforzado



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Subcolector sur-poniente del pozo #48 al pozo #78 (colonia Francisco Villa)	Alternativa seleccionada Tubería de PVC por el método tradicional	Alternativa rechazada Tubería de concreto reforzado
Rehabilitación de atarjeas de 20 cm Ø en la calle Pedro J. Méndez entre Madero y Arteaga, e Independencia entre Degollado y José de Escandón–Compromiso Internacional.	Alternativa seleccionada Tubería de PVC por el método tradicional	Alternativa rechazada Tubería de concreto reforzado
Rehabilitación de atarjeas de 20 cm Ø en la calle Yucatán entre González y Canales, y en la calle Canales entre Yucatán y Monterrey–Compromiso Internacional.	Alternativa seleccionada Tubería de PVC por el método tradicional	Alternativa rechazada Tubería de concreto reforzado
Rehabilitación de la atarjea de 20 cm Ø en la calle Riva Palacio entre González y Mina–Compromiso Internacional.	Alternativa seleccionada Tubería de PVC por el método tradicional	Alternativa rechazada Tubería de concreto reforzado
Instalación de la red de drenaje sanitario en las colonias Independencia Nacional, sector poniente, y San Roberto, sector poniente.	Alternativa seleccionada Tubería de PVC por el método tradicional	Alternativa rechazada Tubería de concreto reforzado
Instalación de la red de drenaje sanitario para la colonia Ampliación Vamos Tamaulipas, sector poniente.	Alternativa seleccionada Tubería de PVC por el método tradicional	Alternativa rechazada Tubería de concreto reforzado
Construcción de la línea de drenaje sanitario en carretera aeropuerto	Alternativa seleccionada Tubería de PVC por el método tradicional	Alternativa rechazada Tubería de concreto reforzado

Elaboración propia.

*Tabla 219. Evaluación de alternativas de conducción de aguas residuales en Reynosa, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Colector de la calle Durango a la nueva PTAR No. 3	Alternativa seleccionada Tubería de PVC	Alternativa rechazada Tubería de hierro dúctil
Colector para conducir las aguas residuales de nuevas factibilidades a la PTAR No. 2	Alternativa seleccionada Tubería de PVC	Alternativa rechazada
Colector para conducir las aguas residuales a la nueva PTAR No. 4		Tubería de PEAD
Colector de 0.76 m (30") de diámetro en una longitud de 9674 m hacia la PTAR 2	Alternativa seleccionada Tubería de PVC	Alternativa rechazada Tubería de PEAD
Colector de 0.76 m (30") de diámetro en una longitud de 2929 m hacia la PTAR 4.	Alternativa seleccionada Tubería de PVC	Alternativa rechazada Tubería de PEAD
Colector de 0.45 m (18") de diámetro en una longitud de 2000 m hacia la PTAR Pirámide.	Alternativa seleccionada Tubería de PVC	Alternativa rechazada Tubería de PEAD
Colector de 0.76 m (30") de diámetro en una longitud de 7363 m hacia la PTAR 3.	Alternativa seleccionada Tubería de PVC	Alternativa rechazada Tubería de PEAD
Emisor a presión a la PTAR 4, tubería de 12 pulgadas, 1800 metros.	Alternativa seleccionada Tubería de PEAD	Alternativa rechazada Tubería de hierro dúctil
Emisor a presión, tubería de 36 pulgadas, 200 metros de cárcamo a PTAR No. 2.	Alternativa seleccionada Tubería de PEAD	Alternativa rechazada Tubería de hierro dúctil
Catastro del sistema de alcantarillado que incluye red de atarjeas, pozos de visita, subcolectores, colectores, emisores y líneas a presión, identificando las descargas industriales.	Alternativa seleccionada Estudio	Alternativa rechazada Estudio
Proyecto ejecutivo para la ampliación de la red de alcantarillado sanitario a zonas sin servicio.	Alternativa seleccionada Proyecto ejecutivo	Alternativa rechazada Anteproyecto
Estudio y adecuación del proyecto ejecutivo de la red de alcantarillado sanitario, subcolectores, colectores, líneas a presión, EBAR's, considerando la desconexión del drenaje pluvial, para encaminar las aguas	Alternativa seleccionada Estudio	Alternativa rechazada Estudio



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
residuales producidas hasta la zona de tratamiento.		
Rehabilitación de la red de alcantarillado en varios sectores de la ciudad, en su gran mayoría en la zona centro.	Alternativa seleccionada Tubería de PVC	Alternativa rechazada Tubería de PEAD
Ampliación de la red de alcantarillado sanitario en varios sectores.	Alternativa seleccionada Tubería de PVC	Alternativa rechazada Tubería de PEAD
Refuerzo y sustitución de tuberías en red, subcolectores, colectores y líneas a presión.	Alternativa seleccionada Tubería de PVC	Alternativa rechazada Tubería de PEAD

Elaboración propia.

*Tabla 220. Evaluación de alternativas de conducción de aguas residuales en Matamoros, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de tubería deteriorada en la zona centro.	Alternativa rechazada Se realiza por medio de LINERS o encamisado	Alternativa seleccionada Procedimientos constructivos clásicos
Construcción de los colectores 12 de Marzo, Expofiesta, ramales EBARs 16,17,21 y 35, y Santa Anita.	Alternativa seleccionada Construcción de colectores, los cuales se requieren para mejorar la operación de las EBAR.	NA
Conexión de EBAR número 75, de Quinta Real al interceptor.	Alternativa seleccionada Construcción de colectores, los cuales se requieren para mejorar la operación de las EBARs.	NA
Saneamiento dren Principal	Alternativa seleccionada Limpieza y revestimiento del canal para lograr la sección hidráulica requerida.	Alternativa rechazada Nuevo trazo auxiliar para disminuir el gasto de aportación.
Saneamiento del dren 32 izq.	Alternativa seleccionada Limpieza y revestimiento para mejorar la capacidad hidráulica del dren.	Alternativa rechazada Trabajar de forma conjunta el trazo auxiliar sustituto, el dren 32 izq. y el dren principal.
Ampliación de colectores y atarjeas	Alternativa seleccionada Para ampliar la red de atarjeas para elevar la cobertura actual del 93 % al 100 %, en beneficio de 12,011 usuarios, se requiere ampliar la red de colectores en 6700 m; actualmente consta de 89,594 m.	NA
Rehabilitación del colector marginal de Río Bravo	Alternativa seleccionada Rehabilitación del proyecto conservando el mismo tipo de tubería, PAD.	NA
Rehabilitación de colectores colapsados en Río Bravo	Alternativa rechazada Se realiza por medio de LINERS o encamisado	Alternativa seleccionada Procedimientos constructivos clásicos
Rehabilitación de colectores dañados en Río Bravo	Alternativa rechazada Se realiza por medio de LINERS o encamisado	Alternativa seleccionada Procedimientos constructivos clásicos
Construcción de red de atarjeas en Río Bravo	Alternativa seleccionada Construcción de red de atarjeas en Río Bravo; incluye pozos de visita y 6800 descargas domiciliarias.	NA
Construcción de red de atarjeas, Nuevo Progreso	Alternativa seleccionada Construcción de red de atarjeas, Nuevo Progreso; incluye pozos de visita y 1800 descargas domiciliarias.	NA

Elaboración propia.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 221. Evaluación de alternativas de conducción de aguas residuales en la Frontera Chica, TM.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de la red de atarjeas de la zona oriente, Nueva Ciudad Guerrero. – Compromiso Internacional.	<b>Alternativa seleccionada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	<b>Alternativa rechazada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Rehabilitación de la red de atarjeas de la zona poniente, Nueva Ciudad Guerrero. – Compromiso Internacional.	<b>Alternativa seleccionada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	<b>Alternativa rechazada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Rehabilitación de la red de atarjeas en la zona "Maquiladora", Nueva Ciudad Guerrero. –Compromiso Internacional.	<b>Alternativa seleccionada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	NA
Rehabilitación del colector de drenaje sanitario en la calle Javier Sánchez, Nueva Ciudad Guerrero.	<b>Alternativa seleccionada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	<b>Alternativa rechazada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Ampliación de la red de alcantarillado en la calle Rayón, de Enrique Barrera Guerra a Gorgonio López, Nueva Ciudad Guerrero.	<b>Alternativa seleccionada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	<b>Alternativa rechazada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Estudio y proyecto integral para rehabilitación, reposición y ampliación del SDS de Nueva Ciudad Guerrero.	<b>Alternativa seleccionada</b> Proyecto ejecutivo	<b>Alternativa rechazada</b> Anteproyecto
Actualización del catastro de infraestructura de alcantarillado y saneamiento de Nueva Ciudad Guerrero.	<b>Alternativa seleccionada</b> Estudio integral	NA
Rehabilitación de 200 m de alcantarillado sanitario de 200 mm de diámetro, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle América, de Hidalgo a Eulalio González, sube a Cuauhtémoc, Mier.	<b>Alternativa seleccionada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	<b>Alternativa rechazada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Rehabilitación de 660 m de alcantarillado sanitario de 200 mm de diámetro, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Victoria, de Abasolo a Guerrero; calle Guerrero, de Victoria a Mercaderes, y calle Marroquín, de Terán a América, Mier.	<b>Alternativa seleccionada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	<b>Alternativa rechazada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Rehabilitación de 100 m de alcantarillado sanitario de 200 mm de diámetro, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Morelos entre Colón y Marroquín, Mier.	<b>Alternativa seleccionada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	<b>Alternativa rechazada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Rehabilitación de 180 m de alcantarillado sanitario de 200 mm de diámetro, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Zaragoza entre Colón y Marroquín, Mier.	<b>Alternativa seleccionada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	<b>Alternativa rechazada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Rehabilitación de 200 m de alcantarillado sanitario de 200 mm de diámetro, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Hidalgo entre 16 de Junio y Mercaderes, Mier.	<b>Alternativa seleccionada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	<b>Alternativa rechazada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Rehabilitación de 260 m de alcantarillado sanitario de 200 mm de diámetro, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Mercado entre calle Belisario Domínguez a Obregón, Mier.	<b>Alternativa seleccionada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	<b>Alternativa rechazada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Rehabilitación de 240 m de alcantarillado sanitario de 200 mm de diámetro, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Iturbide entre Obregón y J H Palacios, Mier.	<b>Alternativa seleccionada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	<b>Alternativa rechazada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de drenaje sanitario en la zona centro, Mier.	<b>Alternativa seleccionada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	<b>Alternativa rechazada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Ampliación del drenaje sanitario, Mier.	<b>Alternativa seleccionada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	<b>Alternativa rechazada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Ampliación de la red de alcantarillado, 500 metros de 200 y 400 mm, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Jesús Peña entre Degollado y calle Veracruz, Mier.	<b>Alternativa seleccionada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	<b>Alternativa rechazada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Ampliación de la red de alcantarillado, 1550 metros de 200 y 400 mm, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Rayón, de Enrique Barrera Guerra a Gorgonio López, Mier.	<b>Alternativa seleccionada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	<b>Alternativa rechazada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Ampliación de la red de alcantarillado, 1400 metros de 200 y 400 mm, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Puebla, de Gorgonio López a Jesús Peña, Mier.	<b>Alternativa seleccionada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	<b>Alternativa rechazada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Ampliación de la red de alcantarillado, 600 metros de 200 y 400 mm, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Veracruz, de la calle J H Palacios a Gorgonio López, Mier.	<b>Alternativa seleccionada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	<b>Alternativa rechazada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Ampliación de la red de alcantarillado, 860 metros de 200 y 400 mm, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Aldama, de José A. Guerra a Belisario Domínguez, Mier.	<b>Alternativa seleccionada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	<b>Alternativa rechazada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Ampliación de la red de alcantarillado, 500 metros de 200 y 400 mm, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Gorgonio López, de la calle Puebla a Degollado, Mier.	<b>Alternativa seleccionada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	<b>Alternativa rechazada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Ampliación de la red de alcantarillado, 480 metros de 200 y 400 mm, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Bravo, de José María García a Degollado, Mier.	<b>Alternativa seleccionada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	<b>Alternativa rechazada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Ampliación de la red de alcantarillado, 720 metros de 200 y 400 mm, pozos de visita y descargas domiciliarias en la calle Pedro J. Méndez de Veracruz a Degollado, Mier.	<b>Alternativa seleccionada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	<b>Alternativa rechazada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería PEAD con el método de perforación direccional.
Estudio y proyecto integral para reposición del sistema de alcantarillado sanitario, Mier.	<b>Alternativa seleccionada</b> Estudio	NA
Estudio para la elaboración del catastro técnico de la infraestructura de alcantarillado y saneamiento, Mier.	<b>Alternativa seleccionada</b> Estudio	NA
Reposición de colector general de 61 cm de diámetro, longitud 1100 m.	<b>Alternativa seleccionada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	NA
Reposición del colector Sur, tubería de concreto a PVC, consiste en: 1963 m, diámetros: 30, 38 y 60 cm.	<b>Alternativa seleccionada</b> Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	NA



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Reposición del colector Sur, tubería de concreto a PVC, consiste en: 2531 m, diámetros: 30, 38 y 45 cm.	<u>Alternativa seleccionada</u> Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	NA
Rehabilitación de 13,450 metros de tubería de alcantarillado sanitario de 200, 315, 380 y 630 mm de diámetro, Díaz Ordaz.	<u>Alternativa seleccionada</u> Instalación de tubería de PVC	<u>Alternativa rechazada</u> Instalación de tubería PEAD
Ampliación de 47,650 metros de la red de alcantarillado sanitario, formada por tuberías de 200, 250, 315 y 380 mm de diámetro, Díaz Ordaz.	<u>Alternativa seleccionada</u> Instalación de tubería de PVC	<u>Alternativa rechazada</u> Instalación de tubería PEAD
Construcción del emisor a presión de estación de bombeo general de aguas residuales a planta de tratamiento (lagunas de oxidación), Díaz Ordaz.	<u>Alternativa seleccionada</u> Instalación de tubería de PVC	<u>Alternativa rechazada</u> Instalación de tubería PEAD
Sustitución del emisor de la calle Quinta, Díaz Ordaz.	<u>Alternativa seleccionada</u> Instalación de tubería de PVC	<u>Alternativa rechazada</u> Instalación de tubería PEAD
Rehabilitación de caídos en la zona centro, Camargo.	<u>Alternativa seleccionada</u> Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	NA
Ampliación de la red de alcantarillado formada por 1,280 metros de tubería de 200 mm y 176 descargas domiciliarias en la colonia Benito Garza Barrera, Camargo.	<u>Alternativa seleccionada</u> Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	NA
Ampliación de la red de alcantarillado formada por 500 metros de tubería de 300 mm, 3,215 metros de tubería de 200 mm y 500 descargas domiciliarias en la colonia Las Flores, Camargo.	<u>Alternativa seleccionada</u> Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	NA
Ampliación de la red de alcantarillado en la colonia Unidos Avanzamos Más, Camargo.	<u>Alternativa seleccionada</u> Restitución de los tramos con instalación de tubería a cielo abierto con tubería de PVC.	NA
Reposición de 1690 metros de tuberías de 250 mm y descargas domiciliarias en la colonia INFONAVIT Industrial.	<u>Alternativa seleccionada</u> Instalación de tubería de PVC	<u>Alternativa rechazada</u> Instalación de tubería PEAD
Reposición de 1220 metros de tubería de 250 mm y descargas domiciliarias en la colonia INFONAVIT poniente.	<u>Alternativa seleccionada</u> Instalación de tubería de PVC	<u>Alternativa rechazada</u> Instalación de tubería PEAD
Desazolve de 3254 metros de red de drenaje y reposición de 45 brocales y tapas de pozos de visita en la colonia Unidos Avanzamos Más.	<u>Alternativa seleccionada</u> Instalación de tubería de PVC	<u>Alternativa rechazada</u> Instalación de tubería PEAD
Reposición de 550 metros de tubería de 350 mm del colector industrial.	<u>Alternativa seleccionada</u> Instalación de tubería de PVC	<u>Alternativa rechazada</u> Instalación de tubería PEAD
Reposición de tubería de 350 mm del colector cap. José Ángel Guerra.	<u>Alternativa seleccionada</u> Instalación de tubería de PVC	<u>Alternativa rechazada</u> Instalación de tubería PEAD
Reposición de 2050 metros de tubería de polietileno de alta densidad de 601 mm del colector Libramiento 5 de Junio.	<u>Alternativa seleccionada</u> Instalación de tubería de PVC	<u>Alternativa rechazada</u> Instalación de tubería PEAD
Reposición de 3300 metros de tubería de 250 mm y descargas domiciliarias de drenaje en la colonia Educación.	<u>Alternativa seleccionada</u> Instalación de tubería de PVC	<u>Alternativa rechazada</u> Instalación de tubería PEAD
Introducción del alcantarillado sanitario formado por 18,150 metros de tubería de 200 a 400 mm y 179 pozos de visita, así como descargas domiciliarias en las colonias Montebello, Mirador y Presidentes.	<u>Alternativa seleccionada</u> Instalación de tubería de PVC	<u>Alternativa rechazada</u> Instalación de tubería PEAD



Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Introducción del colector formado por 4640 metros de tubería de 250 y 500 mm y 47 pozos de visita para las colonias Mirador, Montebello y Presidentes.	Alternativa seleccionada Instalación de tubería de PVC	Alternativa rechazada Instalación de tubería PEAD

Elaboración propia.

### 3.4.2 Selección de alternativas de bombeo de aguas residuales.

Las plantas de bombeo principales son aquellas que concentran mayores caudales para ser enviados a colectores o emisores que tienen por objetivo conducir las aguas residuales hacia las plantas de tratamiento.

Los proyectos identificados en este rubro tienen como alternativas la reingeniería de las estaciones de bombeo para mejorar la operación, tanto en el aspecto técnico como en el comercial, ya que estos proyectos traerán el mejoramiento de la eficiencia del desalojo de las aguas residuales y un ahorro sustancial en la energía que se consume en los equipos electromecánicos.

Algunos proyectos consideran como segunda alternativa la no acción, donde prevalecen las condiciones actuales, siguiendo solamente los programas vigentes que llevan a reparaciones cuando se presenten fallas. Ante este planteamiento, la alternativa de no acción es rechazada debido a las afectaciones que se presentarían sobre el medio ambiente y la salud humana.

En la rehabilitación de las EBAR se identifican alternativas, entre las cuales se encuentran: la compra e instalación de equipos de marcas nacionales y americanas, o equipos de bombeo de marcas extranjeras no americanas; en este sentido, se priorizaron marcas de equipos con representación local, regional o nacional, principalmente, considerando las acciones de mantenimiento y compostura; esta alternativa también incluye equipos de bombeo de marcas americanas con representación en el mercado nacional, bajo las condiciones descritas, además de presentar un menor costo y facilitar las acciones de soporte técnico; se considera que la alternativa de suministro e instalación de equipos de bombeo de marcas nacionales o americanas representa mayores ventajas.

Otra de las alternativas identificadas es hacer labores de reconstrucción, conservando su geometría y dimensionamiento; o en su caso, la reubicación de las EBAR, con la finalidad de acercar dicha instalación a la PTAR; en este sentido, esta última es la mejor alternativa por representar un menor costo, aunado a que el terreno de reubicación pertenece al Organismo Operador, favoreciendo el funcionamiento integral del manejo de las aguas residuales, y a la postre significaría un ahorro en costos operativos.

Los equipos de bombeo sumergibles para aguas negras, con cuerpo de acero inoxidable, en comparación con equipos de bombeo sumergibles con cuerpo de fierro, son ligeramente más altos en precio; sin embargo, representan la mejor alternativa, puesto que la calidad de los equipos propuestos es de mayor durabilidad por el material con que se encuentran fabricados, ventaja que se tomó en cuenta para seleccionarla.

La construcción de nuevos cárcamos de bombeo identificó varias alternativas, entre las cuales se encuentran la construcción de la obra civil y el equipamiento electromecánico correspondiente, cárcamos de bombeo de baja carga hidráulica o alternativas en el diseño de los cárcamos, como cárcamo húmedo o cárcamo seco; este último representa la mejor alternativa por la accesibilidad a



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

los equipos para su mantenimiento y reparación, disponibilidad de equipos para el manejo de mayores caudales y variación de cargas, y por representar la alternativa más económica

Las estaciones se planearon tomando en cuenta los caudales máximos y mínimos de contribución de las áreas de aportación en el horizonte de planeación del proyecto.

Para la ubicación de estas estructuras se consideraron los siguientes factores:

- a) Topografía del terreno a elegir.
- b) Geotecnia (mecánica de suelos).
- c) Comunicaciones y accesos.
- d) Alimentación eléctrica en baja y alta tensión.
- e) Terreno con superficie disponible.

Las evaluaciones de alternativas se expresan en las tablas siguientes, y se sugiere que aquellas que fueron seleccionadas sean enriquecidas y puestas a disposición de quien se considere pertinente para su ejecución. Para mayor detalle se anexan los informes particulares de las ciudades en estudio.

Tabla 222. Evaluación de alternativas de bombeo de aguas residuales en Tijuana, BC.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Rehabilitación de la PB 1 A y B	<b>Alternativa rechazada</b> Enviar 1078 lps de agua residual excedente para que sea tratada en una nueva PITAR, y su efluente sea dispuesto en el emisor submarino de los EE UU.	<b>Alternativa rechazada</b> Mezclar los escurrimientos del río Tijuana con las aguas residuales tratadas de las PTAR Arturo Herrera, La Morita y Tecate, y enviarlas a tratamiento a la PTAR SAB.	<b>Alternativa seleccionada</b> Rehabilitación de las plantas de bombeo PB1-A y PB1-B.
Rehabilitación de la PB Matadero (PB3)	<b>Alternativa rechazada</b> Utilizar el predio actual modificando las instalaciones existentes.	<b>Alternativa seleccionada</b> Usar el predio aledaño, propiedad del Organismo Operador, y hacer modificaciones a la infraestructura para conectar el afluente y el efluente.	<b>Alternativa rechazada</b> No acción. Continuar con la operación de las instalaciones; la instalación esta propensa a los paros de operación por fallas en el suministro de energía eléctrica.
Rehabilitación de la PB Laureles	<b>Alternativa rechazada</b> Instalar equipo de respaldo de energía eléctrica.	<b>Alternativa seleccionada</b> Construcción de una PB nueva, en un predio alterno de 2577 m <sup>2</sup> .	<b>Alternativa rechazada</b> No acción. Continuar con la operación de las instalaciones; la instalación esta propensa a los paros de operación por fallas en el suministro de energía eléctrica.
Rehabilitación de la PB Laureles II	<b>Alternativa rechazada</b> Instalación de cuatro motores, conectados en serie de dos, arrancadores tipo suave.	<b>Alternativa seleccionada</b> Construcción de una PB en un predio alterno de 1700 m <sup>2</sup> .	<b>Alternativa rechazada</b> No acción. Continuar con la operación de las instalaciones. El sistema actual de pretratamiento no está en operación y la rejilla mecánica no funciona.

Elaboración propia.





## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 223. Evaluación de alternativas de bombeo de aguas residuales en Mexicali, BC.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Planta de bombeo Sur	Alternativa seleccionada Cárcamo seco	Alternativa rechazada Cárcamo húmedo
Cárcamo de bombeo Puebla		
Cárcamo de bombeo Choropo		
Planta de bombeo Zaragoza		
Planta de bombeo Sta. Isabel		
Cárcamo Progreso		

Elaboración propia.

Tabla 224. Evaluación de alternativas de bombeo de aguas residuales en SLRC, SO.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Cárcamo 1	Alternativa seleccionada Cárcamo de bombes de baja carga hidráulica para conducir las aguas residuales captadas hasta la planta de bombeo REMESOL.	NA
Cárcamo 2		
Cárcamo 3		
Cárcamo 4		
Cárcamo 5		
Cárcamo 6		

Elaboración propia.

Tabla 225. Evaluación de alternativas de bombeo de aguas residuales en Nogales, SO.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Construcción de sistema desarenador en la cuenca del arroyo Tecnológico	Alternativa seleccionada Construcción de sistema desarenador en la cuenca del arroyo Tecnológico (protección del cárcamo de rebombeo de aguas residuales "Estadio de Béisbol")	NA
Rehabilitación electromecánica y actualización del equipo eléctrico de CBAR "Estadio"	Alternativa seleccionada Sustitución de equipos dañados	NA
PBAR Ruiz Cortines	Alternativa seleccionada Construcción y puesta en marcha de PBAR Ruiz Cortines de 150 lps	NA

Elaboración propia.

Tabla 226. Evaluación de alternativas de bombeo de aguas residuales en Naco, SO.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Adecuación y mejoramiento de la planta de bombeo Internacional	Alternativa seleccionada Reequipamiento de cárcamos de bombeo interlagunas Oriente con paneles solares (47 kW)	NA

Elaboración propia.

Tabla 227. Evaluación de alternativas de bombeo de aguas residuales en Juárez, CH.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Construcción de la planta de bombeo de aguas residuales y línea de conducción de la zona poniente de Ciudad Juárez a la PTAR Sur-Sur.	Alternativa seleccionada Suministro e instalación de equipos de bombeo de marcas nacionales o americanas.	Alternativa rechazada Suministro e instalación de equipos de bombeo de marcas extranjeras no americanas.
Diagnóstico y rehabilitación de estructura de rebombes y cárcamos de bombeo No. 2, 7, 8, 11, 12, 16, 17, 19, 22, 23, 25 y 30.	Alternativa seleccionada Suministro e instalación de equipos de bombeo de marcas nacionales o americanas.	Alternativa rechazada Suministro e instalación de equipos de bombeo de marcas extranjeras no americanas.

Elaboración propia.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 228. Evaluación de alternativas de bombeo de aguas residuales en Valle de Juárez, CH.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación del sistema de bombeo de aguas residuales	<b>Alternativa seleccionada</b> Rehabilitación de ocho estaciones de bombeo de aguas residuales en siete localidades que dan servicio al 90 % de la población del Valle de Juárez.	<b>Alternativa rechazada</b> Prevalecen las condiciones actuales, siguiendo solamente los programas vigentes que llevan a reparaciones ante fallas.

Elaboración propia.

Tabla 229. Evaluación de alternativas de bombeo de aguas residuales en Ojinaga, CH.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de la estación de bombeo Ojinaga	<b>Alternativa seleccionada</b> Equipos de desbaste y bombeo, accesorios y equipo eléctrico nuevos.	<b>Alternativa rechazada</b> Prevalecen las condiciones actuales, siguiendo solamente los programas vigentes que llevan a reparaciones ante fallas.
Construcción del cárcamo de bombeo de aguas residuales para el barrio Ferrocarril y Quivira.	<b>Alternativa seleccionada</b> Obra civil, equipamiento electromecánico, hidrosanitario y eléctrico.	<b>Alternativa rechazada</b> No acción

Elaboración propia.

Tabla 230. Evaluación de alternativas de bombeo de aguas residuales en Acuña, CH.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación del cárcamo "Rebombeo Puente Internacional"	<b>Alternativa seleccionada</b> Suministro e instalación de equipos de bombeo de marcas nacionales y americanas	<b>Alternativa rechazada</b> Suministro e instalación de equipos de bombeo de marcas extranjeras no americanas
Rehabilitación del "Cárcamo General"		

Elaboración propia.

Tabla 231. Evaluación de alternativas de bombeo de aguas residuales en Piedras Negras, CO.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de EBAR No. 3	<b>Alternativa seleccionada</b> Cambiar su ubicación respecto de la actual posición, con la finalidad de acercar dicha instalación a la PTAR.	<b>Alternativa rechazada</b> Labores de reconstrucción, conservando su geometría y dimensiones.
Construcción de EBARs Norte y Sur y líneas a presión	<b>Alternativa seleccionada</b> Cárcamos de concreto armado, con paredes exteriores situadas debajo del terreno y cámaras de succión por debajo del nivel máximo del agua, con tratamiento impermeabilizante para evitar filtraciones; considera una operación automática sin personal permanente.	<b>Alternativa rechazada</b> Cárcamos de concreto armado, con paredes exteriores situadas debajo del terreno y cámaras de succión por debajo del nivel máximo del agua, con tratamiento impermeabilizante para evitar filtraciones; considera una operación semiautomática, con la participación de personal.

Elaboración propia.

Tabla 232. Evaluación de alternativas de bombeo de aguas residuales en Nuevo Laredo, TM.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Proyecto ejecutivo de reingeniería y equipamiento de las EBAR's	<b>Alternativa seleccionada</b> Diagnóstico del sistema de saneamiento, en el que se requiere realizar reingeniería de las 14 estaciones de bombeo.	<b>NA</b>



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación y equipamiento electromecánico de estaciones de bombeo de aguas residuales.	Alternativa seleccionada Sustitución de equipos dañados	NA
Estación de bombeo PITAR	Alternativa seleccionada Rehabilitación y equipamiento de la estación de bombeo PITAR	NA

Elaboración propia.

*Tabla 233. Evaluación de alternativas de bombeo de aguas residuales en Reynosa, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Equipamiento de la EBAR 10 con equipos de acero	Alternativa seleccionada Equipar las estaciones citadas con equipos de bombeo sumergibles para aguas negras, con cuerpo de acero inoxidable.	Alternativa rechazada Equipar las estaciones citadas con equipos de bombeo sumergibles, con cuerpo de fierro.
Equipamiento de la EBAR 14 con equipos de acero		
Rehabilitación de estaciones de bombeo		
Cárcamo de bombeo PTAR No. 4 con equipos de acero		
Cárcamo de bombeo PTAR No. 2 con equipos de acero		

Elaboración propia.

*Tabla 234. Evaluación de alternativas de bombeo de aguas residuales en Matamoros, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Reingeniería de las EBAR 3, 10, 11, 36, 37, 44, 49, 58, 73, 86 y 91	Alternativa seleccionada Reposición de equipos dañados de cada EBAR.	Alternativa rechazada Sustitución de manera integral del equipamiento de las EBAR
Estaciones de bombeo 35, 17, 16 y 21	Alternativa seleccionada Reposición de equipos dañados de cada EBAR.	Alternativa rechazada Sustitución de manera integral del equipamiento de las EBAR
Rehabilitación de la línea de impulsión del río Bravo a la PTAR; incluye proyecto ejecutivo	Alternativa seleccionada Rehabilitación del proyecto conservando el mismo tipo de tubería PAD, con los coeficientes de rugosidad y espesores requeridos para las cargas externas.	Alternativa rechazada Sustitución del tipo de tubería por PRFV
Rehabilitación de la línea de impulsión de Nuevo Progreso a PTAR.	Alternativa seleccionada Rehabilitación del proyecto conservando el mismo tipo de tubería PAD, con los coeficientes de rugosidad y espesores requeridos para las cargas externas.	Alternativa rechazada Sustitución del tipo de tubería por PRFV

Elaboración propia.

*Tabla 235. Evaluación de alternativas de bombeo de aguas residuales en la Frontera Chica, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Sustitución del equipo electromecánico de cárcamos de bombeo de aguas residuales, calle Aldama y González.	Alternativa seleccionada Sustitución de equipo electromecánico de cárcamos de bombeo de aguas residuales.	NA
Construcción de la estación de bombeo y emisor a presión de aguas residuales en la zona poniente de Nueva Ciudad Guerrero.	Alternativa seleccionada Construcción de la estación de bombeo y emisor a presión de aguas residuales en la zona poniente de Nueva Ciudad Guerrero.	NA
Sustitución del equipo electromecánico del cárcamo general de bombeo de aguas residuales de Mier.	Alternativa seleccionada Sustitución de equipo electromecánico de cárcamos de bombeo de aguas residuales.	NA.
Estaciones de bombeo en Díaz Ordaz	Alternativa seleccionada Construcción de la estación de bombeo general de aguas residuales.	NA



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Sustitución del equipo electromecánico de cárcamos de bombeo de aguas residuales, calle Aldama y González.	Alternativa seleccionada Sustitución de equipo electromecánico de cárcamos de bombeo de aguas residuales.	NA
Estaciones de bombeo en Camargo	Alternativa seleccionada Sustitución de estación de bombeo principal para un caudal de 25 lps.	NA
Rehabilitación de la estación de bombeo general en Miguel Alemán	Alternativa seleccionada Sustitución del equipo electromecánico de las estaciones de bombeo de aguas residuales.	NA

Elaboración propia.

### 3.4.3 Selección de alternativas de tratamiento de aguas residuales.

Los proyectos identificados en las necesidades de infraestructura de plantas de tratamiento de aguas residuales van asociadas a la rehabilitación, ampliación o construcción de una nueva PTAR.

En este sentido, las alternativas están enfocadas a la selección del sitio, tipo de tratamiento, equipamiento de la PTAR, mantenimiento mayor o sustitución de equipo electromecánico.

Para la selección del tipo de tratamiento se analiza la facilidad de mantenimiento, el costo de operación y los procesos actuales de las PTAR; se considera la ubicación para verificar si se encuentra en una zona donde es viable el reúso de las aguas tratadas. En este sentido, el sistema de aireación extendida es el más conveniente; el tratamiento mediante un sistema convencional es adecuado, en virtud de los costos, calidad del efluente y disponibilidad del terreno para el manejo y gestión de lodos.

Con base en el análisis de ventajas y desventajas de los sistemas de tratamiento (aspectos técnico, social y ambiental, por un lado, y costos de inversión en construcción, operación y mantenimiento por el otro), se propone la solución mediante una planta de tratamiento de lodos activados, en su modalidad de aireación extendida.

Este sistema tiene una alta eficiencia de remoción de contaminantes, además de ser muy compacto, seguro y estable en su funcionamiento. El suministro de aire para el proceso de oxidación puede realizarse mediante aireadores, sopladores y difusores mecánicos. En las PTAR donde se maneja el mismo tipo de tratamiento, la aplicación permitirá utilizar algunos componentes, como el cuarto de máquinas. El lugar de construcción recomendado sería adyacente al sitio actual de tratamiento.

Las evaluaciones de alternativas se expresan en las tablas siguientes y se sugiere que aquellas alternativas seleccionadas sean enriquecidas y puestas a disposición de quien se considere pertinente para su ejecución. Para mayor detalle se anexan los informes particulares de las ciudades en estudio.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 236. Evaluación de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Tijuana, BC.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Rehabilitación de la PTAR San Antonio de los Buenos	<b>Alternativa rechazada</b> Construcción de una nueva planta en el sitio actual de lodos activados para 1800 lps en módulos de 600 lps. Se evalúa la alternativa de dos módulos (1200 lps). Incluye cárcamo de bombeo para incorporar efluente de la subcuenca San Antonio de los Buenos.	<b>Alternativa seleccionada</b> Construcción de una planta de lodos activados en un nuevo sitio para 1800 lps en módulos de 600 lps. Se evalúa la alternativa de dos módulos (1200 lps).	<b>Alternativa rechazada</b> Dar tratamiento a 1078 lps de aguas residuales en una nueva PITAR; incluye el paro de operación de la PB 1B. El efluente se enviaría al emisor submarino.
Ampliación de la PTAR La Morita	<b>Alternativa rechazada</b> Construcción de un módulo de capacidad 127 lps, con las mismas especificaciones de diseño que la planta actual.	<b>Alternativa seleccionada</b> Construcción de una nueva PTAR de 127 lps de capacidad, del tipo lodos activados, en un predio de dos hectáreas, a un costado del Fideicomiso El Florido, con los mismos parámetros de diseño que la actual PTAR La Morita.	NA

Elaboración propia.

Tabla 237. Evaluación de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Tecate, BC.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Modernización de la PTAR Tecate	<b>Alternativa seleccionada</b> Construcción en el mismo sitio. Construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad de 210 l/s de lodos activados en la modalidad aireación extendida, en el mismo sitio de la actual planta.	<b>Alternativa rechazada</b> Construcción en un nuevo sitio. Construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad de 210 l/s de lodos activados en la modalidad aireación extendida, en un nuevo sitio, a dos kilómetros aguas abajo de la PTAR actual.

Elaboración propia.

Tabla 238. Evaluación de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Mexicali, BC.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
PTAR Zaragoza	<b>Alternativa seleccionada</b> Rehabilitación y mejora del proceso de tratamiento de la PTAR Zaragoza para cumplimiento de calidad NOM y requerimientos por acuerdos internacionales.	NA
Proyecto de ampliación de la PTAR Arenitas	<b>Alternativa seleccionada</b> Cumplimiento de la NOM vigente para descarga de aguas residuales, mediante aireación sobre extendida, con pulimento en humedales y recuperación de los gases para la generación de electricidad.	NA

Elaboración propia.

Tabla 239. Evaluación de alternativas de tratamiento de aguas residuales en SLRC, SO.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Planta de tratamiento Cucapá	<b>Alternativa seleccionada</b> Construcción y equipamiento del cuarto módulo para la ampliación de la PTAR Cucapá.	NA



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 240. Evaluación de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Nogales, SO.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Equipamiento PTAR Los Alisos	Alternativa seleccionada Equipamiento de la II etapa PTAR Los Alisos (110 l/s; la obra civil ya existe).	NA
PTAR Fraccionamiento La Mesa	Alternativa seleccionada Ampliación y rehabilitación de la PTAR Fraccionamiento La Mesa.	NA
Ampliación PTAR Los Alisos	Alternativa seleccionada Ampliación del 4to. módulo de la PTAR Los Alisos, con capacidad de 110 lps.	NA
PTAR Puerta Lomas de Anza	Alternativa seleccionada Ampliación de la PTAR Puerta Lomas de Anza, II etapa, con un módulo de 15 lps (de 45 a 60 lps).	NA
PTAR modular	Alternativa seleccionada Construcción y puesta en marcha de PTAR modular para 750 lps.	NA

Elaboración propia.

Tabla 241. Evaluación de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Naco, SO.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Mantenimiento y rehabilitación de PTARs	Alternativa seleccionada Mantenimiento y rehabilitación de PTARs.	NA
Elaboración de proyecto de rehabilitación y ampliación de PTAR	Alternativa seleccionada Proyecto ejecutivo	NA

Elaboración propia.

Tabla 242. Evaluación de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Juárez, CH.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Ampliación de la PTAR Valle de Juárez	Alternativa seleccionada Lodos convencionales	Alternativa rechazada Lodos alta carga	Alternativa rechazada Lodos aireación extendida
Construcción de PTAR El Chaparral			
PTAR Samalayuca			

Elaboración propia.

Tabla 243. Evaluación de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Valle de Juárez, CH.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de la PTAR El Millón	Alternativa seleccionada Reposición de la geomembrana de protección de los bordos de las lagunas, reparación de registros y tuberías de interconexión dañadas, limpieza de la zona dentro de los predios de las PTAR y trabajos diversos que aseguren su operación adecuada.	NA
Rehabilitación de las PTAR Dr. Porfirio Parra y Guadalupe		
Rehabilitación de las PTAR Práxedes G. Guerrero, colonias Esperanza y El Porvenir.		

Elaboración propia.

Tabla 244. Evaluación de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Ojinaga, CH.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de la PTAR Ojinaga	Alternativa seleccionada Reposición de geomembranas, construcción de filtro de piedra, mamparas, medidor de flujo, limpieza y pintura.	NA



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Elaboración propia.

*Tabla 245. Evaluación de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Acuña, CO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Rehabilitación general de la actual PTAR	Alternativa seleccionada Obra de llegada a la PTAR, con la administración directa y dirección técnica y operativa del SIMAS Acuña.	Alternativa rechazada Obra de llegada a la PTAR, con administración directa y dirección técnica y operativa de empresa privada; labores de supervisión por el Organismo Operador.	NA
Construcción de nueva PTAR, 1ra etapa	Alternativa rechazada Lagunas de estabilización	Alternativa rechazada Lodos activados Convencional	Alternativa seleccionada Aireación extendida

Elaboración propia.

*Tabla 246. Evaluación de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Piedras Negras, CO.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Ampliación de la actual PTAR	Alternativa rechazada Lagunas de estabilización	Alternativa rechazada Lodos activados Convencional	Alternativa seleccionada Aireación extendida

Elaboración propia.

*Tabla 247. Evaluación de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Nuevo Laredo, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Proyecto ejecutivo de reingeniería y equipamiento de las PTAR	Alternativa seleccionada Proyecto ejecutivo	NA
Rehabilitación de la PITAR Nuevo Laredo.	Alternativa seleccionada Sustitución de equipo electromecánico	NA
Ampliación de la PTAR Norponiente, módulo de 200 lps	Alternativa seleccionada Ampliación de la PTAR Norponiente, módulo de 200 lps	NA
Disposición de biosólidos de la PITAR Nuevo Laredo	Alternativa seleccionada Disposición de biosólidos de la PITAR Nuevo Laredo	NA

Elaboración propia.

*Tabla 248. Evaluación de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Reynosa, TM.*

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Rehabilitación de la PTAR No. 1	Alternativa seleccionada Rehabilitación total de la PTAR	NA
Rehabilitación de la PTAR No. 2	Alternativa seleccionada Rehabilitación total de la PTAR	NA
Construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales No. 3, de 550 lps, a base de lagunas de oxidación.	Alternativa seleccionada Sistema lagunar	Alternativa rechazada Sistema mecanizado
Adquisición de 35 has para construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales No. 4 (lagunas de oxidación).	Alternativa seleccionada Sistema lagunar	Alternativa rechazada Sistema mecanizado
Ampliación en 60 lps de la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR 3, a base de lagunas de oxidación.	Alternativa seleccionada Mismo proceso de tratamiento a través de filtros percoladores	Alternativa rechazada Sistema mecanizado
Construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales No. 4, de 66 lps, a base de lagunas de oxidación.	Alternativa seleccionada Mismo proceso de tratamiento a través de filtros percoladores	Alternativa rechazada Sistema mecanizado
Ampliación en 100 lps de la planta de tratamiento de aguas residuales No. 2, mecanizada.	Alternativa seleccionada Mismo proceso de tratamiento a través de filtros percoladores	Alternativa rechazada Sistema mecanizado



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Ampliación en 400 lps de la planta de tratamiento de aguas residuales No. 2, mecanizada.	Alternativa seleccionada Mismo proceso de tratamiento a través de filtros percoladores	Alternativa rechazada Sistema mecanizado
Ampliación en 227 lps de la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR 3, a base de lagunas de oxidación.	Alternativa seleccionada Sistema lagunar	Alternativa rechazada Sistema mecanizado
Ampliación en 211 lps de la planta de tratamiento de aguas residuales No. 4, a base de lagunas de oxidación.	Alternativa seleccionada Sistema lagunar.	Alternativa rechazada Sistema mecanizado.
Ampliación en 18 lps de la planta de tratamiento de aguas residuales Pirámides, tipo mecanizada.	Alternativa seleccionada Mismo proceso de tratamiento actual	Alternativa rechazada Sistema mecanizado.
Estudio y proyecto ejecutivo de subcolectores, colectores, líneas a presión, EBAR's y PTAR No. 3.	Alternativa seleccionada Estudio	NA
Estudio y proyecto para la construcción de emisores y PTAR No.4	Alternativa seleccionada Estudio	NA

Elaboración propia.

Tabla 249. Evaluación de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Matamoros, TM.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Ampliación de la PTAR Oeste	Alternativa seleccionada Ampliación de los módulos existentes	Alternativa rechazada Construcción de módulo adicional
Rehabilitación de la PTAR en Ciudad Río Bravo	Alternativa seleccionada Reparación de las estructuras de operación y equipos actuales deteriorados.	Alternativa rechazada Sustitución de las estructuras y equipos dañados por otros de mayor eficiencia.

Elaboración propia.

Tabla 250. Evaluación de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Frontera Chica, TM.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
PTAR en Nueva Ciudad Guerrero	Alternativa seleccionada Construcción de sistema lagunar	NA	NA	NA
PTAR en Mier	Alternativa seleccionada Rehabilitación de lagunas de estabilización	NA	NA	NA
PTAR en Díaz Ordaz	Alternativa seleccionada Laguna anaerobia seguida de dos lagunas facultativas, y finalmente dos lagunas de maduración.	Alternativa rechazada Laguna anaeróbica seguida de un humedal	NA	NA
PTAR en Camargo	Alternativa seleccionada Laguna anaerobia seguida de dos lagunas facultativas, y finalmente dos lagunas de maduración.	Alternativa rechazada Laguna facultativa seguida de una laguna de maduración.	Alternativa rechazada Dos lagunas facultativas en serie, y finalmente una laguna de maduración.	Alternativa rechazada Laguna aireada seguida de una laguna de sedimentación, y finalmente desinfección por radiación ultravioleta.
PTAR en Miguel Alemán	Alternativa seleccionada Rehabilitación de lagunas de oxidación.	NA	NA	NA

Elaboración propia.





3.4.4 Selección de alternativas de reúso de agua.

El reúso de las aguas residuales tratadas es de vital importancia para el desarrollo de las ciudades de la frontera norte; por sus implicaciones, dejar de aprovechar este recurso tiene impactos transfronterizos. El aprovechamiento de las aguas tratadas representa una fuente hídrica adicional, por lo que seguir bajo las actuales políticas de aprovechamiento, como lo es proveer de aguas residuales a las industrias o el riego de jardines, no asegura el equilibrio actual ni futura oferta–demanda, sin dejar de mencionar los costos de implementación, dado que los posibles clientes se encuentran diseminadas por las ciudades.

Los factores, como la grave escasez de agua en la región, la dependencia de una sola fuente de agua potable, así como la infraestructura requerida, como obras de defensa para que el agua tratada no cruce a EE. UU., obligan a contemplar el reúso de las aguas tratadas a gran escala en la recarga de acuíferos; esto es, llevar agua residual de gran calidad de las PTAR para su infiltración en el acuífero.

Los proyectos están orientados a la construcción o ampliación de la red de agua tratada, donde sus alternativas se enfocan en los procesos constructivos y tipo de material, como la instalación de tubería de PVC mediante zanjas excavadas a cielo abierto o la instalación de tubería de polietileno de alta densidad, empleando el método de perforación direccional; la primera alternativa se consideró como la más conveniente, debido a que representa menores problemas operativos y afectaciones, tanto a la población como a las vialidades, además de ser más económica.

Las evaluaciones de alternativas se expresan en las tablas siguientes; se sugiere que aquellas con mejor calificación sean enriquecidas y puestas a disposición de quien se considere pertinente para su ejecución.

Tabla 251. Evaluación de alternativas de reúso de agua en Tijuana, BC.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Construcción del sistema de infiltración en Valle de las Palmas.	<b>Alternativa seleccionada</b> Trazo 1 siguiendo las vialidades existentes, los caminos vecinales (dentro de arroyo afluente a la presa Abelardo L. Rodríguez) y topografía de la zona; incluye dos estaciones de bombeo y tres tanques de regulación. El procedimiento constructivo es zanja a cielo abierto.	<b>Alternativa rechazada</b> Trazo 2 siguiendo las vialidades existentes, los caminos vecinales y topografía de la zona; contempla dos estaciones de bombeo y dos tanques de regulación. El procedimiento constructivo es zanja a cielo abierto.

Elaboración propia.

Tabla 252. Evaluación de alternativas de reúso de agua en Tecate, BC.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Ampliación de la línea de distribución de agua de reúso.	<b>Alternativa seleccionada</b> Ampliación de línea morada mediante la construcción de 2200 metros de tubería de PVC de 20 cm de diámetro para ampliar la zona de infiltración en el área conocida como Agua Fría.	<b>Alternativa rechazada</b> Ampliación de línea morada mediante la construcción de 3700 metros de tubería de PVC de 20 cm de diámetro para ampliar la zona de infiltración conocida como cañón Joe Bill.

Elaboración propia.

Tabla 253. Evaluación de alternativas de reúso de agua en Juárez, CH.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Construcción del acueducto de la PTAR Sur a la PTAR Laguna de Patos.	<b>Alternativa seleccionada</b> Instalación de la tubería seleccionada (material y diámetro) mediante zanjas excavadas a cielo abierto.	<b>Alternativa rechazada</b> Instalación de tubería de polietileno de alta densidad (con o sin refuerzo de
Ampliación de la red de agua tratada para dar servicio a los nuevos usuarios.		



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Canalización de agua tratada de la PTAR Sur al dren Interceptor.		acero), exclusivamente, y empleando el método de perforación direccional.

Elaboración propia.

Tabla 254. Evaluación de alternativas de reúso de agua en Nuevo Laredo, TM.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Ampliar la zona de cobertura para riego de parques y jardines.	Alternativa seleccionada Construcción de líneas de agua tratada con tuberías de PVC de 4", 6", 8", 10", 12" 16" y 20" de diámetro.	NA

Elaboración propia.

### 3.4.5 Selección de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación.

Como infraestructura complementaria se considera, entre otros proyectos, la automatización de las estaciones de bombeo de aguas residuales, con el objeto de que se mejore la operación del sistema de alcantarillado y saneamiento, de tal forma que permita en forma automática el encendido de los equipos de acuerdo a sus necesidades, dependiendo de las aportaciones de agua que estén llegando a cada estación en los diferentes horarios del día y las estaciones del año, siempre dentro de las capacidades de las líneas de impulsión, lo que permitirá al Organismo Operador garantizar que no se derramen las aguas residuales sin tratar en las zonas aledañas a las citadas estaciones de bombeo.

Lo anterior debe de ser compatible con un sistema general de control supervisorio que debe implementarse a futuro, de tal forma que le permita al Organismo, desde un sitio determinado, estar monitoreando el comportamiento de los niveles y gastos que llegan y salen de cada una de las estaciones de bombeo, así como de cada sitio de tratamiento.

De igual manera, se contempla, como infraestructura complementaria, la construcción de obras de toma con alternativas en el material propuesto, construcción de sitios para la disposición de biosólido, donde las alternativas radican en la subcontratación del servicio o la construcción de un incinerador, siendo esta última más adecuada, debido a que esta opción incluye la construcción de lodoductos para disminuir costos por el acarreo, de acuerdo con lo propuesto en el Plan Maestro de Lodos.

Los Organismos requieren contar con un programa (software) que les permita mantener actualizada la atención al usuario; su alta al padrón de usuarios para generar contratos de suministro de agua; la gestión de medidores, medición de flujos o tomas de lecturas, ya sea manual o por terminales portátiles con lectura directa, por toque o radiofrecuencia; el análisis de lecturas antes de su facturación; la inspección a lecturas sospechosas; la facturación y recaudación. Esta alternativa se considera en varios proyectos como única e indispensable, a fin de mantener mayor control sobre las cuentas de los usuarios.

Las evaluaciones de alternativas se expresan en las tablas siguientes; se sugiere que aquellas con mejor calificación sean enriquecidas y puestas a disposición de quien se considere pertinente para su ejecución.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 255. Evaluación de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Tijuana, BC.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Construcción de obra de toma a gravedad PB CILA	<b>Alternativa seleccionada</b> Construcción de obra de toma en el río Tijuana, 850 m aguas arriba de la obra de toma actual con PAD y el hincado de 77 m de tubería de acero para cruzar el bordo del río Tijuana.	<b>Alternativa rechazada</b> Construcción de obra de toma en el río Tijuana, instalando 80 m de tubería de PVC FR en la plantilla del río Tijuana para después, mediante el hincado de 77 m de tubería de acero, cruzar el bordo del río Tijuana.	NA
Construcción de sitio para la disposición de biosólidos de las PTAR	<b>Alternativa rechazada</b> Continuar con subcontratación de una empresa para la prestación del servicio de disposición final de los residuos generados del tratamiento de las aguas residuales.	<b>Alternativa seleccionada</b> Construcción de un incinerador para la reducción de volumen de los lodos y manejo final mediante celdas de mono relleno, en un predio aledaño al cárcamo Matadero; incluye un loducto.	<b>Alternativa rechazada</b> Comprar y habilitar las celdas de confinamiento para disponer de lodos y biosólidos generados en el tratamiento de las aguas residuales.
Automatización y monitoreo de estaciones de bombeo	<b>Alternativa rechazada</b> Continuar operando los sistemas de bombeo de forma manual.	<b>Alternativa seleccionada</b> Instalar un sistema de telemetría automatizado.	NA

Elaboración propia.

Tabla 256. Evaluación de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Tecate, BC.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Medición y adquisición de datos	<b>Alternativa seleccionada</b> Implantación de SCADA. Implementación de un sistema de telemetría para los principales cárcamos de bombeo de la ciudad y la PTAR de Tecate.	<b>Alternativa rechazada</b> No acción. Continuar operando de manera manual todos los sistemas, así como seguir con la contratación del servicio de seguridad.

Elaboración propia.

Tabla 257. Evaluación de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Mexicali, BC.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Parque Metropolitano Las Arenitas	<b>Alternativa seleccionada</b> Usos recreativos y en instalaciones deportivas del agua regenerada	NA
Estudio de clasificación de contaminantes del río Hardy	<b>Alternativa seleccionada</b> Estudio	NA

Elaboración propia.

Tabla 258. Evaluación de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Naco, SO.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Implementación y operación de sistemas administrativos, comerciales y contables	<b>Alternativa seleccionada</b> Implementación y operación de sistemas administrativos, comerciales y contables	NA
Planeación integral (operativa y administrativa)	<b>Alternativa seleccionada</b> Planeación integral (operativa y administrativa)	NA

Elaboración propia.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 259. Evaluación de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Ciudad Juárez, CH.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Construcción del drenaje pluvial en la zona centro	<b>Alternativa rechazada</b> Instalación de tubería de polietileno de alta densidad (con y sin refuerzo de acero dependiendo de los requerimientos estructurales), exclusivamente, y empleando el método de perforación direccional.	<b>Alternativa seleccionada</b> Instalación de la tubería seleccionada (material y diámetro) y construcción de estructuras mediante zanjas y pozos excavados a cielo abierto, conservando en sitios determinados.
Medición permanente de gasto en colectores y suministro de 15 macromedidores de aguas residuales.		
Ampliación del Acuaférico Conejos Médanos		
Construcción de la planta potabilizadora en la presa Internacional ( )		

Elaboración propia.

Tabla 260. Evaluación de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Ojinaga, CH.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Protección de la infraestructura hidráulica susceptible a crecidas del río Bravo	<b>Alternativa seleccionada</b> Construcción de bordo de protección	<b>Alternativa rechazada</b> Prevalecen las condiciones actuales, siguiendo solamente los programas vigentes que llevan a reparaciones solo en caso de falla.

Elaboración propia.

Tabla 261. Evaluación de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Acuña, CH.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Obras de protección del colector marginal del arroyo Las Vacas	<b>Alternativa rechazada</b> Construcción de las estructuras de protección mediante el procedimiento tradicional de elementos trapezoidales a base de tabiques, con base y uniones de concreto armado y repellado de concreto.	<b>Alternativa seleccionada</b> Estructura completa de concreto armado, con cimbrado de madera hecho en obra, al igual que el concreto, con $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , como mínimo.

Elaboración propia.

Tabla 262. Evaluación de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Piedras Negras, CO.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Drenaje pluvial en la zona centro, primera etapa (Puebla, Colón y Dr. Coss).	<b>Alternativa rechazada</b> Construcción de los canales mediante zanjas excavadas a cielo abierto y mediante concreto armado con malla electrosoldada.	<b>Alternativa seleccionada</b> Instalación de canales prefabricados en tramos de dimensiones variables.
Drenaje pluvial en la zona centro, segunda etapa (Jiménez, Terán y Rayón).		

Elaboración propia.

Tabla 263. Evaluación de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Nuevo Laredo, TM.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Laboratorio, instrumentación y operación	<b>Alternativa seleccionada</b> Instalación de equipos que faciliten y sistematicen la operación conjunta de EBARs y PTARs	NA

Elaboración propia.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 264. Evaluación de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Matamoros, TM.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Estudio para la elaboración del catastro técnico de la infraestructura de alcantarillado y saneamiento, Matamoros.	Alternativa seleccionada Estudio	NA
Estudio para la elaboración del catastro técnico de la infraestructura de alcantarillado y saneamiento, Río Bravo	Alternativa seleccionada Estudio	NA
Estudio para la elaboración del catastro técnico de la infraestructura de alcantarillado y saneamiento, Nuevo Progreso.	Alternativa seleccionada Estudio	NA

Elaboración propia.

Tabla 265. Evaluación de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Reynosa, TM.

Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
Estudio de calidad del agua de los drenes Santa Anita y El Anheló, y proyecto para el tratamiento del agua de la laguna La Escondida.	Alternativa seleccionada Estudio	NA
Estudio de modelación hidráulica de la Laguna La Escondida, y proyecto ejecutivo para la adecuación de su descarga al río Bravo a través del dren El Anheló.	Alternativa seleccionada Estudio	NA
Estudio y proyecto ejecutivo para la captación de derrame de sustancias tóxicas, en caso de accidentes del transporte público de carga, su alejamiento y confinamiento en el puente Internacional Reynosa-Pharr, para evitar la contaminación del río Bravo.	Alternativa seleccionada Estudio	NA
Estudio para tratar los retornos agrícolas al Río Bravo, procedentes de los distritos de riego 025 Bajo Río Bravo y 026 Bajo Río San Juan, en el estado de Tamaulipas.	Alternativa seleccionada Estudio	NA
Estudio y proyecto de la factibilidad técnica y económica de la construcción de la planta desalinizadora de las aguas del dren El Morillo, y alternativas del reúso de las aguas tratadas.	Alternativa seleccionada Estudio	NA
Estudio para la reubicación de tiraderos de basura ubicados en la zona del cauce internacional del río Bravo, en el municipio de Reynosa Tamaulipas	Alternativa seleccionada Estudio	NA

Elaboración propia.

### 3.5 Integración de la cartera de acciones y proyectos.

Se integró una cartera de proyectos y acciones con los resultados del análisis comparativo entre alternativas y la selección de las más convenientes. En este listado se identificó al menos el nombre del proyecto, el monto de inversión requerido y la entidad donde se desarrollará, así como sus características más relevantes, como el tipo de proyecto, y si se trata de una obra nueva o bien de una rehabilitación o ampliación.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Se elaboraron fichas técnicas que describen las características principales de los proyectos y acciones de esta cartera. Dichas fichas forman parte de los informes especiales por localidad fronteriza.

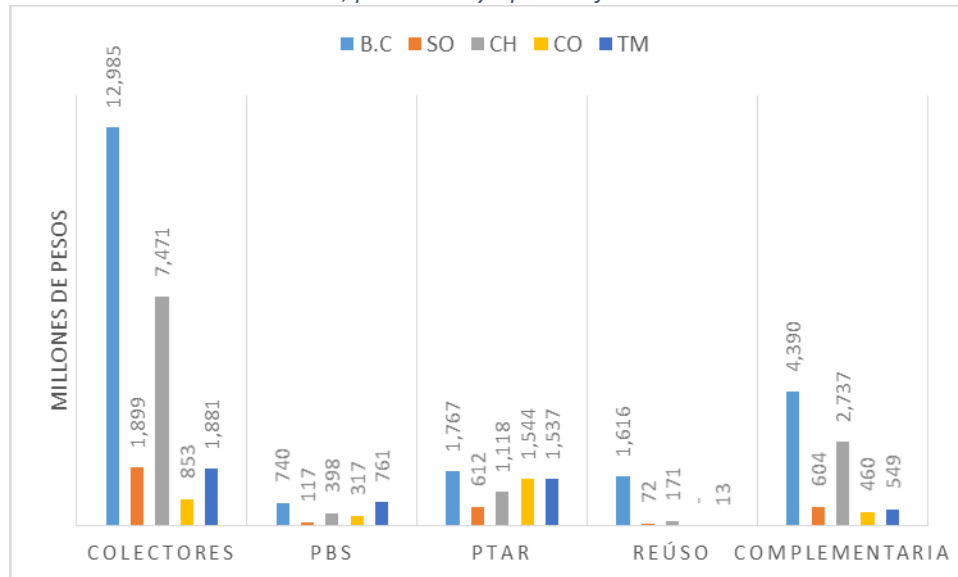
En suma, la cartera de proyectos se integra por 505 proyectos y acciones por un total de 44,611 mdp en las 15 localidades más importantes de la frontera norte. Aproximadamente el 66 % de los proyectos tienen influencia directa e inmediata sobre el cumplimiento de los compromisos de México para el saneamiento fronterizo.

Tabla 266. Resumen de la cartera de proyectos al 2050, por estado y tipo de infraestructura

POR TIPO DE INFRAESTRUCTURA	BC		SO		CH		CO		TM		TOTALES	
	#	mdp	#	mdp	#	mdp	#	mdp	#	mdp	#	mdp
Colectores y emisores	133	12,985	65	1,899	30	7,471	18	853	94	1,881	340	25,089
Plantas de bombeo y rebombeo	39	740	10	117	7	398	4	317	21	761	81	2,333
Plantas de tratamiento	12	1,767	11	612	18	1,118	6	1,544	23	1,537	70	6,577
Sistema de reúso	3	1,616	1	72	3	171	0	-	1	13	8	1,871
Infraestructura complementaria	318	4,390	10	604	5	2,737	7	460	30	549	370	8,740
<b>TOTALES</b>	<b>505</b>	<b>21,498</b>	<b>97</b>	<b>3,304</b>	<b>63</b>	<b>11,894</b>	<b>35</b>	<b>3,174</b>	<b>169</b>	<b>4,740</b>	<b>869</b>	<b>44,611</b>

Elaboración propia.

Ilustración 48. Inversiones al 2050, por estado y tipo de infraestructura.



Elaboración propia.



### 4 Organización y alternativas de financiamiento.

#### 4.1 Análisis de opciones de organización y modalidades de financiamiento.

Se plantearon diversas opciones de organización para la realización de los proyectos, contemplando todas sus etapas, desde su planeación hasta la construcción, operación y mantenimiento.

Se analizó y se propusieron las modalidades de participación interinstitucional que puedan hacer posible la ejecución, operación y mantenimiento de las acciones y proyectos del Programa, de acuerdo con los compromisos binacionales del Estado mexicano, con especial énfasis en las ventajas y desventajas: técnicas, económicas o financieras de cada ente en las diferentes etapas de los proyectos de inversión, así como de las alternativas potenciales de venta de agua tratada u otras fuentes de ingresos.

Con base en el análisis realizado, se presentó una propuesta de organización funcional que contempla a los Organismos Operadores y Gobiernos municipales, Gobiernos estatales y la Federación, así como la posible participación del BDAN, aportaciones de los Estados Unidos o de la iniciativa privada.

La CILA entregó los modelos utilizados en diversos casos en los que ha participado el Gobierno de Estados Unidos a través del BDAN, para entender mejor la factibilidad financiera de los proyectos e identificar los distintos esquemas de estructuración empleados.

Al iniciar el proyecto se espera una cartera multianual de inversión, en el periodo 2021-2024, por 17,000 mdp, en la que el 50 % de la inversión podrán obtenerse del Gobierno de Estados Unidos.

CILA, Cancillería y SHCP acordaron adelantar, a la mitad del tiempo programado, la formulación de la Cartera de Proyectos del Programa de Saneamiento de la Frontera Norte a Nivel Gran Visión.

El PSFN-GV-GV continuará con los diagnósticos a detalle, recorridos de campo y un trabajo conjunto CILA – CONAGUA-Unidad de Inversiones para plantear la agenda mexicana a las autoridades federales y estatales americanas.

#### **Identificación de los proyectos que conforman el Programa de Saneamiento.**

- Al 31 de julio, como solicitaron la Cancillería y la SHCP, se identificaron 332 proyectos por cerca de 25, 000 mdp que tienen un impacto en el saneamiento de la frontera norte y que podrán ser sujetos a la opinión y escrutinio de CONAGUA y EPA.
- Al 15 de agosto se identificó una lista corta de 18 proyectos y acciones que pueden ejecutarse en el 2021 con el mayor impacto y prioridad. Estos proyectos cuentan con ingenierías y fuentes de financiamiento locales, privados e internacionales por el 63 % de su costo.

#### **Asignación de recursos para las acciones más urgentes y rápidas para iniciar en el 2021.**

- Los 18 proyectos seleccionados requerirán recursos federales programables por 1,090 mdp (37 % de los 2,965 mdp de inversión total).
- Es necesario elaborar comunicados, notas diplomáticas y actas para formalizar las asignaciones presupuestales que se logren programar para el año 2021 (de cualquier fuente de financiamiento), e informar a la contraparte americana.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

- Se requiere la coordinación institucional entre Cancillería-SHCP-CONAGUA y dependencias estatales y municipales para su implementación, sin importar qué dependencia o entidad será responsable de la construcción u operación de la infraestructura.

### Acciones adicionales para continuar el Programa de Saneamiento de la Frontera Norte a Nivel Gran Visión.

- Se llevarán a cabo talleres y conferencias en el ámbito regional, para consensar una agenda de cooperación en la que se buscará la aportación de recursos del Gobierno de Estados Unidos para las obras requeridas en el lado mexicano.
- Se requiere la participación y cooperación de los Gobiernos estatales y municipales, los cuales serán ampliamente beneficiados de esta agenda.
- Las soluciones propuestas tienen el destino y finalidad siguientes:
  - Reducir las ineficiencias en la operación y mantenimiento.
  - Mejorar la capacidad útil del saneamiento para recuperar colectores y PTAR.
  - Ampliar zonas de servicio, principalmente para zonas de crecimiento irregular.
  - Minimizar el impacto de los escurrimientos pluviales en los sistemas de drenaje.

### Proyectos de alto impacto al saneamiento fronterizo.

- CILA ha seleccionado 18 proyectos que suman aproximadamente 3,000 mdp con los que se espera reducir los conflictos binacionales por el tema saneamiento en el corto plazo.
- Los esquemas de organización y financiamiento de estos proyectos requieren de 1,090 mdp de recursos federales a través de los diferentes programas de inversión existentes, para empatar los recursos locales, internacionales y privados identificados.

Tabla 267. Cartera de proyectos prioritarios 2021.

#	PROYECTOS SANEAMIENTO FRONTERA NORTE 2021	IMPORTE ESTIMADO (mdp)	FUENTE DE RECURSOS			
			Federal	Estatal o Municipal	BDAN	Otros
18		3,159	1,096	631	743	690
7	TIJUANA, BC	1,822	671	156	306	690
1	Rehabilitación de las Plantas de Bombeo del sistema de alejamiento (Matadero, Laureles 1 y Laureles 2)	151	151			
2	Rehabilitación de la Plantas de Bombeo 1 (A y B)	226	45	23	61	97
3	Rehabilitación del Interceptor Internacional	395	98	98	198	
4	Rehabilitación del Interceptor Poniente (tramos faltantes)	28	28			
5	Rehabilitación del colector Insurgentes	116	34	34	47	
6	Rehabilitación del Interceptor Oriente	314	314			
7	Rehabilitación y ampliación de la PTAR San Antonio de los Buenos (primera etapa)	593				593
3	MEXICALI, BC	350	53	123	175	
1	Rehabilitación de 12 Cárcamos de Bombeo de Aguas Residuales	82	12	29	41	
2	Rehabilitación de 7 emisores a presión y reposición de 14.07 km alcantarillado en varias colonias	137	21	48	69	
3	Reposición de 12 km de alcantarillado y rehabilitación de 3 EBARs	131	20	46	65	





## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

#	PROYECTOS SANEAMIENTO FRONTERA NORTE 2021	IMPORTE ESTIMADO (mdp)	FUENTE DE RECURSOS			
			Federal	Estatal o Municipal	BDAN	Otros
4	<b>NOGALES, SO</b>	77	67	11		
1	Rehabilitación del emisor internacional de Nogales	25	25			
2	Construcción de Sistema Desarenador en Cuenca Arroyo Tecnológico (Cárcamo de A.R "Estadio de Béisbol")	3	1	2		
3	Equipamiento de 2da. Etapa PTAR los Alisos (110 l/s, la obra civil ya existe)	35	35			
4	Construcción de Colector de 24" Arroyo Los Nogales. Tramo: Colegio Militar a Calle Primavera.	15	6	9		
1	<b>JUÁREZ, CH</b>	407	142.5	142.5	122	
1	Rehabilitación de colectores Río Bravo: Nadadores, Norzagaray, Arroyo del Mimbres y Arroyo Las Víboras	407	142.5	142.5	122	
3	<b>NUEVO LAREDO, TM</b>	502	163	200	139	
1	Rehabilitación de la PITAR Nuevo Laredo	182	91	91		
2	Rehabilitación y ampliación del Colector Ribereño	181	72	109		
3	Rehabilitación del colector Coyote.	139			139	

Elaboración propia.

Es necesario gestionar los recursos presupuestales para evitar que las acciones más significativas se pospongan al 2022. La lista corta puede comenzar su ejecución y negociaciones binacionales de inmediato.

Es imperativo facilitar la colaboración de instituciones y otros actores clave de ambos países para la conciliación de las agendas de inversión, elaboración de notas diplomáticas y otros instrumentos de cooperación, bajo el liderazgo de la SRE, la CILA, la Unidad de Inversiones de la SHCP y la CONAGUA.

### 4.1.1 Planteamiento de opciones de organización para la realización de estudios y proyectos.

Para el desarrollo de estudios y proyectos ejecutivos de rehabilitación, ampliación y construcción de las obras identificadas (redes de atarjeas y alcantarillado, colectores, subcolectores, drenes, emisores, subemisores, planta de bombeo de aguas residuales, cárcamos de bombeo, estaciones de rebombeo, plantas de tratamiento de aguas residuales e infraestructura para la conducción y reúso de aguas tratadas) ,ya fueran como prioritarias y de corto, mediano y largo plazos, es posible adoptar diversas formas de organización para su financiamiento, independientemente del monto de las aportaciones con que los participantes puedan contribuir.

Se identifica que aquellos estudios y proyectos cuyo requerimiento económico sea relativamente bajo (se estima de menos de 5 mdp), podrían ser desarrollados con recursos provenientes de una sola fuente, ya sea del municipio, del Gobierno estatal, o bien del Gobierno federal a través de la CONAGUA o la CILA, o mediante recursos asignados a través del Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF), de manera directa, contando con el apoyo y gestión de la diputación federal respectiva, o a través de un fondo, fideicomiso o programa oficiales.

Una fuente complementaria a las anteriores, e incluso única para este caso, puede ser alguno de los programas del BDAN, debido al carácter fronterizo con las ciudades en estudio. De igual forma es viable calificar a recursos provenientes del Banco Mundial o el BID.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

BANOBRAS representa una fuente de apoyo, si se considera como viable la participación privada a través de una Asociación Público-Privada (APP).

### 4.1.2 Planteamiento de opciones de organización para la ejecución

La ejecución de las obras identificadas (redes de atarjeas y alcantarillado, colectores, subcolectores, drenes, emisores, subemisores, planta de bombeo de aguas residuales, cárcamos de bombeo, estaciones de rebombeo, plantas de tratamiento de aguas residuales e infraestructura para la conducción y reúso de aguas tratadas), independientemente del monto, difícilmente podría ejecutarse considerando recursos de una fuente de financiamiento única, de no ser proveniente del Gobierno del estado o bien del Gobierno federal a través de la CONAGUA, o mediante recursos asignados a través del PEF.

En el mejor de los casos, debe considerarse una mezcla de recursos provenientes de dos o más fuentes, incluido alguno de los programas de financiamiento del BDAN.

BANOBRAS representa una opción en caso de considerar como factible la participación privada a través de una APP, aunque esta opción se restringe al caso de planta de tratamiento de aguas residuales, en las cuales se ha demostrado su viabilidad a partir de la experiencia.

Se desarrolló un ejercicio para identificar los fondos, fideicomisos y programas existentes en los ejercicios fiscales 2019 y 2020, que podrían ser fuente de recursos económicos para financiar las obras determinadas.

En las tablas siguientes se presentan los fondos, fideicomisos y programas disponibles dentro del Gobierno federal, con base en el PEF 2020, a los cuales se podría tener acceso de recursos económicos, siempre que se mantengan para el año siguiente, tanto para el desarrollo de estudios y proyectos, pero principalmente para la ejecución de las obras de infraestructura identificadas, sobre todo las de carácter prioritario y de corto plazo.

De los 11 fondos y fideicomisos disponibles para el 2019, dos desaparecieron para el ejercicio fiscal 2020: el Fondo para las Fronteras y el Fondo Minero.

*Tabla 268. Relación de fondos y fideicomisos en el ejercicio fiscal 2020.*

Fondo/Fideicomiso	Ramo/Tipo	Descripción	Aplica	Motivo
Fondo Regional (FONREGION)	Ramo 23 (Previsiones Salariales y Económicas)	Tiene por objeto apoyar a las 10 entidades federativas con menor índice de desarrollo humano, a través de proyectos de inversión mediante la construcción, rehabilitación y ampliación de infraestructura pública y su equipamiento en servicios básicos de educación y salud.	No	Sólo puede ser aplicado en entidades con un índice de desarrollo humano menor al promedio nacional.
Fondo Metropolitano	Ramo 23 (Previsiones Salariales y Económicas)	Este fondo tiene por objeto apoyar en la ejecución de programas y proyectos de infraestructura pública y su equipamiento en materia de servicios básicos, infraestructura vial, movilidad urbana, espacios públicos, entre otros rubros prioritarios de interés metropolitano, para contribuir al ordenamiento territorial.	Si	Puede ser aplicado en poblaciones menores a 500,000 habitantes, y las características del fondo centran sus objetivos en el desarrollo de infraestructura de servicios básicos.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Fondo/Fideicomiso	Ramo/Tipo	Descripción	Aplica	Motivo
Fondo de Aportaciones para el Fortalecimiento de los Municipios y de las Demarcaciones Territoriales del Distrito Federal (FORTAMUN)	Ramo 33 (Fondo de Aportaciones para Estados y Municipios)	El cumplimiento de obligaciones financieras, al pago de derechos y aprovechamientos por concepto de agua, descargas de aguas residuales, a la modernización de los sistemas de recaudación locales, mantenimiento de infraestructura.	Si	Puede ser aplicado para el desarrollo y mantenimientos de infraestructura de servicios de agua y saneamiento.
Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social (FAIS)	Ramo 33 (Fondo de Aportaciones para Estados y Municipios)	Las aportaciones federales a cargo de este se destinarán exclusivamente al financiamiento de obras, acciones sociales básicas y a inversiones que beneficien directamente a la población en pobreza extrema, localidades con alto o muy alto nivel de rezago social.	Si	Puede ser usado para el desarrollo de proyectos que tengan un impacto para disminuir el nivel de rezago social; en este sentido, obras de infraestructura de servicios básicos entre en esta categoría.
Fondo de Aportaciones para el Fortalecimiento de las Entidades Federativas (FAFEF)	Ramo 33 (Fondo de Aportaciones para Estados y Municipios)	Apoyar proyectos de infraestructura concesionada o aquellos donde se combinen recursos públicos y privados; al pago de obras públicas de infraestructura que sean susceptibles de complementarse con inversión privada, en forma inmediata o futura.	Si	Puede ser usado como fuente de pago para proyectos de infraestructura de cualquier índole, incluso aquellos bajo la modalidad de APP.
Fondo General de Participaciones	Ramo 28 (Participaciones Federales)	Fondo General de Participaciones puede ser usado como fuente y garantía de pago para el cumplimiento de obligaciones correspondientes para el desarrollo de proyectos de diversas índoles, como es el caso de infraestructura en servicios básicos.	Si	Puede ser aplicado como fuente y garantía de pago para la ejecución de proyectos de todo tipo. Cuenta con la ventaja de ser un fondo federalizado de gran cobertura económica.
Fondo para Fronteras	Ramo 23 (Previsiones Salariales y Económicas)	Este fondo tiene como intención apoyar al desarrollo de proyectos y programas en las diversas entidades y sus municipios ubicados a lo largo de las fronteras norte y sur del país.	No	No se encuentra disponible, el fondo, de acuerdo con el PEF 2020.
Fondo Minero	Fideicomiso (Secretaría de Economía)	Este fondo tenía el objetivo de apoyar las actividades en regiones y entidades con grandes actividades económicas en la industria minera, con la finalidad de elevar la calidad de infraestructura e impactos socioambientales en estas zonas.	No	Se desapareció la vinculación del uso del fondo en zonas donde hay extracción minera para que ahora se destinen los recursos a la Secretaría de Educación Pública (SEP) para mejorar las condiciones de los centros educativos y de los servicios de salud.
Fideicomiso de Fomento Minero (FIFOMI)	Fideicomiso (Secretaría de Economía)	Tiene como fin contribuir al desarrollo económico y social a través del apoyo técnico y financiero de las pequeñas y medianas productoras mineras en el ámbito nacional.	No	Por sus características sólo puede ser usado para el desarrollo de actividades mineras.
Fondo de Apoyo a Estados y Municipio (FOAEM)	Fideicomiso (Banobras)	El fondo permite cubrir el riesgo cambiario generado por aquellos créditos fondeados con recursos externos sean dispuestos y pagados por los acreditados en moneda nacional o en UDIS, asegurando el pago en moneda extranjera por parte del agente financiero que hubiere concertado la operación con acreditantes del exterior.	Si	El fondo puede ser utilizado como riesgo cambiario, siempre y cuando el proyecto considere en su modelo de contratación un tipo de divisa diferente a pesos mexicanos.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Fondo/Fideicomiso	Ramo/Tipo	Descripción	Aplica	Motivo
Fondo de Aportaciones para el Fortalecimiento de las Entidades Federativas (FAFEF)	Fideicomiso (Banobras)	El fondo tiene el propósito de realizar inversión en infraestructura, principalmente en las áreas de comunicaciones, transportes, hidráulica, medio ambiente y turística, como capital auxiliar en la planeación, fomento, construcción, conservación, operación y transferencia de proyectos con impacto social y rentabilidad económica.	Si	El fondo puede ser aplicado en obras de infraestructura de diversos tipos, además de considerar que este capital cuenta con especificaciones particulares para fomentar el desarrollo de proyectos sociales.
Programa de Modernización de Organismos Operadores de Agua (PROMAGUA)	Programa Federal (BANOBRAS)	Este programa tiene la intención de fortalecer el desarrollo de proyectos bajo esquemas de Asociación Público-Privada que permitan incrementar los niveles de cobertura y calidad de los servicios de agua potable y saneamiento, así como la eficiencia de los Organismos Operadores.	Si	El programa aplica por su modalidad mediante apoyos no recuperables para el financiamiento parcial de estudios y proyectos que contribuyan con la sostenibilidad operativa y financiera de entes públicos relacionados con el sector hídrico en el país.
Programa de Saneamiento de Aguas Residuales (PROSANEAR)	Programa Federal (CONAGUA)	El programa tiene como objetivo la asignación de recursos federales provenientes del pago de derechos por el uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la nación como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales.	Si	El programa aplica a entidades federativas, municipios, organismos paraestatales, paramunicipales y las empresas concesionarias que presentan el servicio de alcantarillado y cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales para realizar acciones de infraestructura, operación y mejoramientos de eficiencia de saneamiento.
Programa de Agua Potable, Drenaje y Tratamiento (PROAGUA)	Programa Federal (CONAGUA)	El programa incorpora un enfoque multisectorial y de coordinación entre los tres órdenes de gobierno para contribuir a garantizar el derecho humano al agua y enfrentar la creciente demanda de servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.	Si	Los apoyos están dirigidos a desarrollar infraestructura y garantizar su operación, así como el fortalecimiento de las capacidades de los Organismos Operadores y prestadores de servicios, incluidos los sistemas comunitarios, acorde con la política nacional hídrica de gestión integrada y sustentable del recurso.
Programa de Agua Potable, Drenaje y Tratamiento/Apartado Urbano (PROAGUA-APAU)	Programa Federal (CONAGUA)	Tiene como propósito apoyar el fortalecimiento e incremento de los sistemas de agua potable y alcantarillado en centros de población mayores o iguales a 2,500 habitantes, en la construcción, ampliación, rehabilitación, el apoyo de la sostenibilidad operativa y financiera de los Organismos Operadores, de los municipios de las entidades federativas.	Si	Este programa aplica, dado que todas las entidades y municipios de interés cuentan con más de 2,500 habitantes.
Programa de Agua Potable, Drenaje y Tratamiento/Apartado Rural (PROAGUA-APARURAL)	Programa Federal (CONAGUA)	Tiene la finalidad de apoyar la creación de infraestructura para abatir el regazo en la cobertura de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en localidades rurales menores a 2,500 habitantes de diversas entidades federativas.	No	Este programa no podría aplicar, debido a que sólo corresponde para entidades y municipios menores a 2,500 habitantes.
Programa de Agua Potable, Drenaje y Tratamiento/Agua Limpia (PROAGUA-ALL)	Programa Federal (CONAGUA)	Este programa tiene como propósito fomentar y apoyar el desarrollo de acciones para ampliar la cobertura de agua de calidad para el uso y consumo humano, para la desinfección y	Si	Este programa aplica por sus características de cobertura a un área específica, como lo es agua potable, y que forma parte de uno



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Fondo/Fideicomiso	Ramo/Tipo	Descripción	Aplica	Motivo
		tratamiento de contaminantes específicos en sistemas de abastecimiento y distribución de agua en distintas entidades federativas del país.		de los componentes a cargo de los Organismos Operadores de Agua.

Elaboración propia con información del PEF 2020. Todos los programas presentados en este recuadro fueron corroborados en cuanto a existencia y vigencia de sus lineamientos de operación para el 2020.

### 4.1.3 Planteamiento de opciones de organización para la operación y mantenimiento.

Para llevar a cabo las labores de operación y mantenimiento de las obras proyectadas (redes de atarjeas y alcantarillado, colectores, subcolectores, drenes, emisores, subemisores, planta de bombeo de aguas residuales, cárcamos de bombeo, estaciones de rebombeo, plantas de tratamiento de aguas residuales, e infraestructura para la conducción y reúso de aguas tratadas), la fuente de financiamiento es principalmente de carácter local, estando a cargo del Organismo Operador, ya sea con recursos propios o con la participación y colaboración del municipio.

En algunos casos relevantes de mantenimiento mayor, cuyos montos se consideran elevados (por encima de los 5 mdp), se podría buscar el apoyo del Gobierno del estado, o bien el Gobierno federal a través de la CONAGUA.

Solo en algunos casos muy específicos la participación privada podría ser factible, considerando un esquema de APP, como ha sucedido en algunos casos de pantas de tratamiento de aguas residuales, aun cuando ha obedecido a una concesión.

## 4.2 Análisis de riesgos y formas de absorberlos o mitigarlos.

Se identificaron los riesgos y restricciones técnicas, financieras, legales, sociales, políticas y ambientales para la implementación del Programa, y se propusieron distintas acciones, procedimientos o mecanismos que tiendan a mitigar los efectos de los riesgos identificados y analizados. Esto incluye un análisis de las relaciones legales, regulatorias e institucionales entre los diferentes niveles de Gobierno, redes de usuarios, distritos de riego, concesiones y derechos de agua.

Como resultado del análisis, se preparó una matriz de riesgos técnicos, financieros, legales, sociales, políticos y ambientales para el proyecto, considerando la posible participación privada. La matriz, indica el nivel de riesgo (clasificado como bajo, mediano, alto) para el proyecto y en cada modalidad de participación privada que se identifique como factible. Se incluyó en el análisis, una explicación en detalle del riesgo y sugerencias de mitigación.

### 4.2.3 Identificación de riesgos.

La naturaleza de los diversos riesgos que ponen en peligro la ejecución de un proyecto, e incluso su operación, son de tipo económico, legal, administrativo, social, político, técnico y ambiental.

En la siguiente tabla se describen de manera general los riesgos identificados en la ejecución de los proyectos y obras planteados para las ciudades en estudio, en el marco del Programa de Saneamiento de la Frontera Norte.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 269. Relación de riesgos para la ejecución de proyectos.

Tipo de Riesgo	Descripción
Económico	No contar con suficiencia presupuestal federal o de la contraparte estatal o municipal. No contar con suficiencia presupuestal de la contraparte privada o de la Banca de Desarrollo o Privada. El presupuesto o los recursos económicos requeridos no fueron autorizados en cualquiera de los tres niveles de Gobierno o de la Banca de Desarrollo o Privada. Falta de disposición en tiempo y forma del presupuesto programado, desfasando la ejecución del proyecto u obra. Imposibilidad de contar con el otorgamiento de recursos económicos para la ejecución de las obras.
Legal	No se cuente con la liberación de los terrenos por ocupar. No sea posible la adquisición de los terrenos seleccionados para desplante de las obras por temas legales como falta de escrituras, intestado, etcétera. No se cuente con los permisos de libre paso o acceso o afectación, ya sea en terrenos privados o federales.
Administrativo	Atraso en la autorización de la cartera de proyectos o de los Oficios de Liberación de Inversión. Proceso muy extensivo para la aceptación y certificación del proyecto por parte del BDAN. Proceso muy extensivo para la aceptación e incorporación en la cartera de proyectos de la Unidad de Inversiones de la SHCP.
Social	Problemática social que pudiera presentarse por la aplicación de ordenamientos legales en materia de agua. Oposición de los habitantes por la reubicación de instalaciones. Malestar social por las afectaciones en el proceso de construcción y operación de las obras, principalmente ligado a polvo, olores y libre tránsito. El proyecto no cuente con la aceptación social por afectaciones a los vecinos.
Político	Exista diferencia con respecto de las estrategias de los Gobiernos municipal o estatal. No corresponda con proyectos planteados en el Plan Municipal de Desarrollo (compromisos de campaña). Obras y proyectos cuya terminación trascienda el término de la Administración municipal o estatal.
Técnico	Adquisición equivocada de bienes o equipamiento y periféricos o en malas condiciones de operación. Incumplimiento de las empresas contratadas para realizar los trabajos. No se cuente con el personal técnico para dar seguimiento al proceso de supervisión y operación de las obras.
Ambiental	Las labores de construcción y equipamiento se realicen en temporada lluviosa. No se cuente con las aprobaciones en materia de impacto ambiental. Los trabajos de construcción y operación representen un riesgo para el medio ambiente o afecten a alguno de los atributos ambientales de la región, principalmente el río Bravo y sus tributarios.

Elaboración propia.

Con la finalidad de determinar cuáles son los riesgos esperados por el desarrollo, ejecución y operación de un proyecto u obra en cualquiera de sus etapas, se elaboró una matriz de identificación.

La matriz se construyó colocando a manera de filas los proyectos y obras propuestos a ejecutarse, ordenados de acuerdo con su prioridad. Del lado de las columnas fueron colocados cada uno de los tipos de riesgo que se estima es posible que se presenten, identificando con una “X” los cruces en donde se considera que es viable que se genere algún problema o riesgo asociado.

Se muestra la matriz de identificación de riesgos por cada ciudad fronteriza. En la siguiente tabla se observa como ejemplo la matriz de Piedras Negras, Coahuila.

Tabla 270. Ejemplo de matriz de identificación de riesgos: Piedras Negras, CO.

Periodo	Proyectos/Obras	Tipos de riesgo						
		Económico	Legal	Admin.	Social	Político	Técnico	Ambiental
2022-2024	Plan integral de saneamiento.	X		X			X	X
	Modificación áreas influencia de bombeo de aguas residuales.	X		X			X	X
	Nuevo cárcamo de bombeo de aguas residuales No. 3.	X		X	X	X	X	X
	Rebombeo de aguas residuales Norte y Sur.	X	X	X	X		X	X



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Periodo	Proyectos/Obras	Tipos de riesgo						
		Económico	Legal	Admin.	Social	Político	Técnico	Ambiental
	Ampliación PTAR de Piedras Negras.	X		X			X	
	Drenaje pluvial en la zona centro 1ra. etapa (Jiménez, Terán y Rayón).	X	X	X	X		X	X
	Drenaje pluvial en la zona centro 2da. etapa (Jiménez, Terán y Rayón).	X	X	X	X		X	X
	Red primaria de alcantarillado de las áreas de influencia del norte, sur y centro.	X		X	X	X	X	X
	Colector Treviño en la colonia Presidentes (zona de influencia centro).	X		X	X	X		
	Red de atarjeas y descargas domiciliarias en zona centro (2 etapas).	X		X	X	X		
	Colector en la calle Camino Viejo al Moral, colonia Francisco I. Madero.	X		X	X	X		
	Colector Centenario en las colonias Bravo y Buenos Aires (zona de influencia centro).	X		X	X	X		
	Red de Atarjeas en la colonia González.	X		X	X	X		
2025-2030	Ampliación de la PTAR de Piedras Negras 2do. módulo de 180 lps.	X		X		X	X	
	Colectores en zonas de crecimiento NW, W y S mancha urbana actual.	X	X	X	X	X	X	X
2031-2050	Ampliación de la PTAR de Piedras Negras, 3er módulo de 180 lps.	X		X		X	X	

Elaboración propia.

Los riesgos que se estima se presentarán en menor cantidad son los de tipo legal, pues en la gran mayoría de los casos las acciones se realizarán sobre las calles y vialidades y solo en el caso de obras nuevas, principalmente; en cuanto a los rebombes norte y sur, se ejecutarán en terrenos cuya adquisición sea necesaria, con las consecuentes implicaciones del tema.

La posibilidad de que se presenten riesgos de tipo político se encuentra muy ligada a los riesgos de naturaleza social, principalmente por el manejo que se lleva a cabo en estos casos por parte de algunas personas que lo asocian a tendencias y corrientes partidistas. Se estima que en el caso de los proyectos que consideran las redes de alcantarillado y las atarjeas son donde se presentarían los riesgos citados, por su implicación social. En seguimiento a lo citado, de los riesgos más esperados se encuentran los de tipo social, excepto en el desarrollo de proyectos y estudios y en los trabajos ligados a la PTAR, pues su incidencia directa respecto de las personas y la comunidad es nula. En el resto de los casos, las obras afectan de diversas formas a las personas, lo que implica malestar y en ocasiones es motivo de protesta, a pesar de que los beneficios son evidentes.

### 4.2.2 Evaluación de riesgos.

Tomando como base la Matriz de Identificación de Riesgos, se llevó a cabo la evaluación de estos, clasificándolos en tres categorías: bajo, mediano y alto. Esta clasificación está asociada a un código



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

de colores de semáforo, donde el rojo corresponde a un riesgo alto, el color amarillo se asocia a un riesgo medio y el verde a uno bajo.

La calificación y evaluación de los riesgos se ejecutó para cada proyecto en particular y su lectura e interpretación debe ser de tipo horizontal. Si bien todos los riesgos identificados pueden llegar a tener un papel decisivo en la ejecución y operación de una obra, su evaluación toma en cuenta la posibilidad de controlarlo o corregirlo. Los resultados de la evaluación se presentan por ciudad, mismos que podrán ser consultados en los informes particulares de las ciudades en estudio. La siguiente tabla muestra como ejemplo la evaluación de riesgos de Piedras Negras, Coahuila.

Tabla 271. Ejemplo de matriz de identificación de riesgos: Piedras Negras, CO.

Periodo	Proyectos/Obras	Tipos de riesgo						
		Económico	Legal	Admin	Social	Político	Técnico	Ambiental
2022-2024	Plan integral de saneamiento.	X		X			X	X
	Modificación áreas de influencia de bombeo de aguas residuales.	X		X			X	X
	Nuevo cárcamo de bombeo de aguas residuales No. 3.	X		X	X	X	X	X
	Rebombeo de aguas residuales norte y sur.	X	X	X	X		X	X
	Ampliación de la PTAR de Piedras Negras.	X		X			X	
	Drenaje pluvial en la zona centro, 1ra. etapa (Jiménez, Terán y Rayón).	X	X	X	X		X	X
	Drenaje pluvial en la zona centro, 2da. etapa (Jiménez, Terán y Rayón).	X	X	X	X		X	X
	Red primaria de alcantarillado de las áreas de influencia del norte, sur y centro.	X		X	X	X	X	X
	Colector Treviño en la colonia Presidentes (zona de influencia centro).	X		X	X	X		
	Red de atarjeas y descargas domiciliarias en la zona centro (2 etapas).	X		X	X	X		
	Colector en la calle Camino Viejo al Moral, colonia Francisco I. Madero.	X		X	X	X		
	Colector Centenario en las colonias Bravo y Buenos Aires (zona de influencia centro).	X		X	X	X		
Red de atarjeas en la colonia González.	X		X	X	X			
2025-2030	Ampliación de la PTAR de Piedras Negras, 2do. módulo de 180 lps.	X		X		X	X	
	Coletores en zonas de crecimiento NW, W y S y mancha urbana actual.	X	X	X	X	X	X	X
2031-2050	Ampliación de la PTAR de Piedras Negras, 3er. módulo de 180 lps.	X		X		X	X	

Elaboración propia.

Del análisis de la Matriz de Riesgos es evidente que la problemática asociada a temas económicos y administrativos es la más relevante, pues en todos los casos se espera que se presente algún tipo de riesgo de estos tipos.





## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

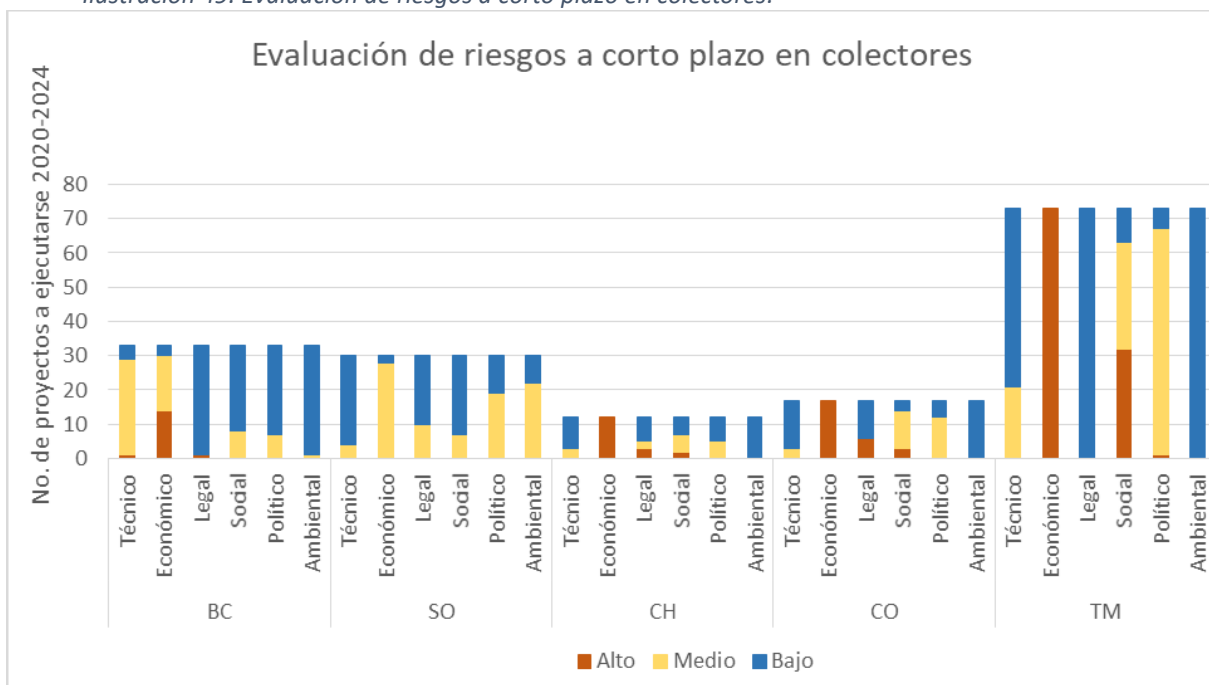
Se observa que en los casos donde se identifican riesgos legales, estos también entran en la categoría alta. En algunos casos los riesgos administrativos pueden representar un asunto muy relevante, principalmente asociado al tema de gestión de recursos económicos.

Los riesgos de tipo político y social son evaluados en general como riesgos moderados, mientras que los de carácter técnico y ambiental son considerados con un nivel bajo, principalmente.

Es importante destacar que la mayoría de los riesgos altos se presentan en los proyectos y obras considerados como prioritarios y por ejecutarse en el 2022, principalmente por el corto tiempo para su gestión.

Las siguientes ilustraciones muestran los riesgos asociados a los diferentes tipos de infraestructura, contemplados en el periodo de ejecución a corto plazo.

Ilustración 49. Evaluación de riesgos a corto plazo en colectores.

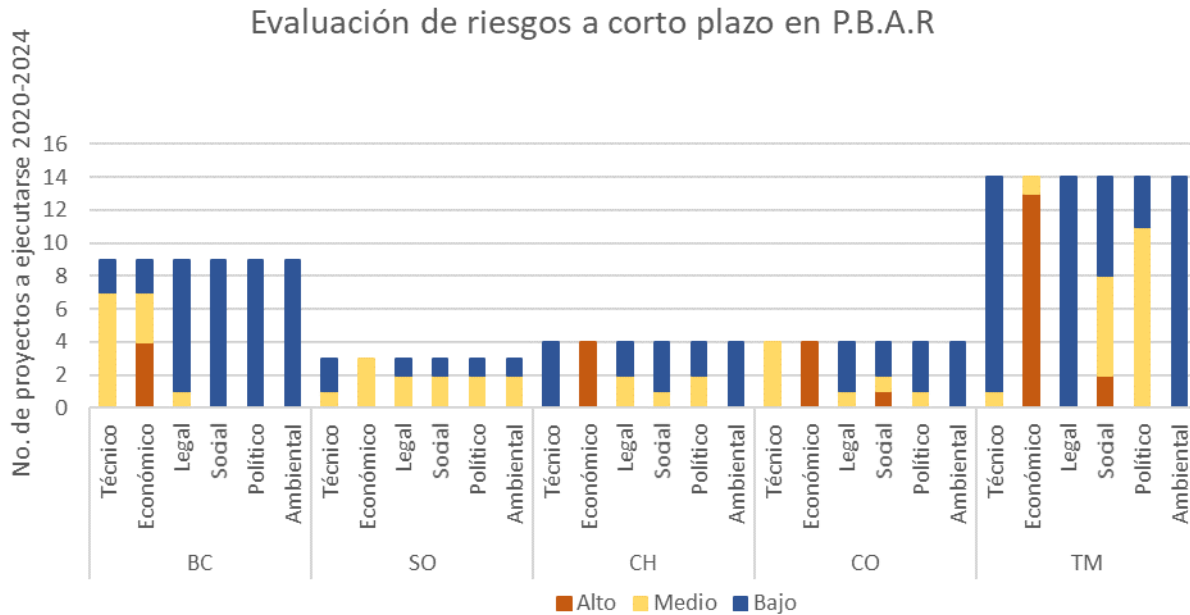


Elaboración propia.



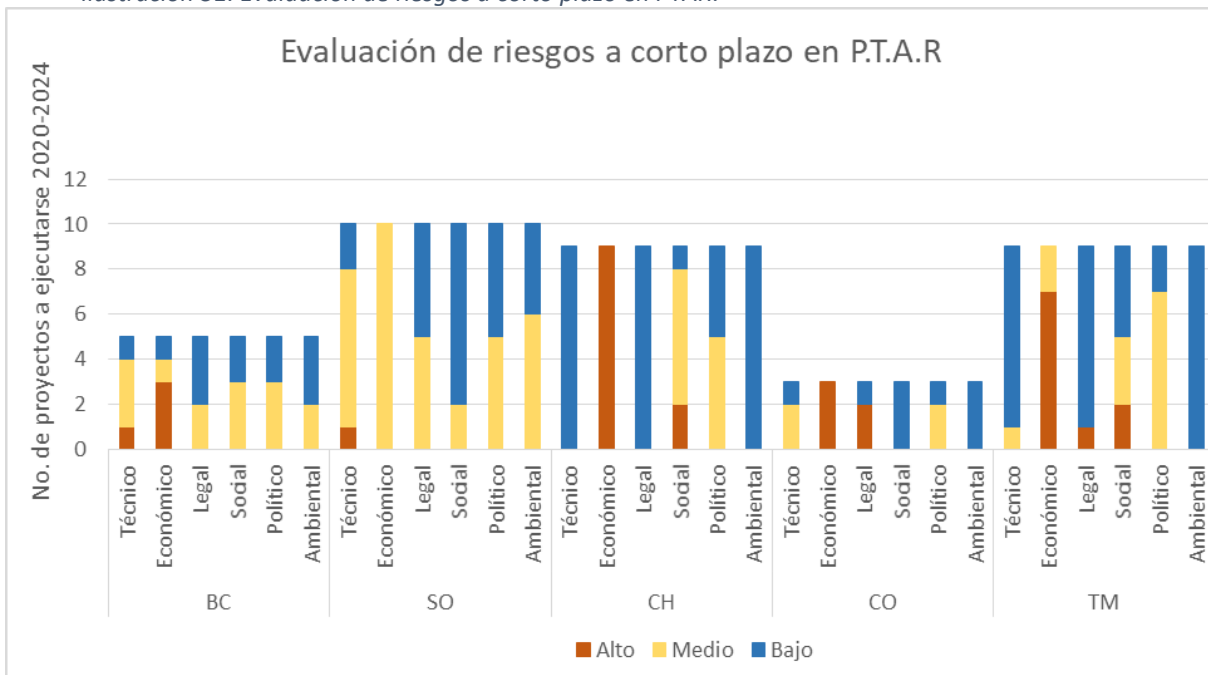
## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 50. Evaluación de riesgos a corto plazo en PBAR



Elaboración propia.

Ilustración 51. Evaluación de riesgos a corto plazo en PTAR.



Elaboración propia.

De lo anterior se observa que los riesgos económicos son los de mayor impacto, debido quizá a la insuficiencia presupuestal estatal o municipal; los estados de Chihuahua y Tamaulipas muestran un riesgo económico alto, tanto en colectores, plantas de bombeos de aguas residuales, como en PTARs, por lo que deberá hacerse un análisis más detallado.



### 4.2.4 Propuesta de mecanismos de mitigación.

Para los riesgos de tipo económico y administrativo los mecanismos de mitigación se ubican en el desarrollo de una estrategia de acción, que identifique y evalúe el abanico de posibilidades de financiamiento, la totalidad de requerimientos y el programa y la ruta crítica para su obtención. Una vez determinada la opción u opciones, debe tenerse un estricto apego y seguimiento de los lineamientos y reglas de operación para la obtención de recursos, ya sea provenientes de algún fondo, fideicomiso o programa, o de la Banca de Desarrollo, principalmente del BDAN.

En el aspecto legal, los mecanismos de mitigación de los riesgos se limitan a la observancia y respeto a los instrumentos de esta naturaleza, sobreponiendo el interés de la comunidad por el de particulares, pero sin pasar por encima de los derechos y garantías de los individuos. Para lograr una gestión exitosa de los riesgos legales, al igual que en el caso anterior, debe desarrollarse una estrategia de acción que identifique y evalúe las diferentes opciones y alternativas de solución, planteando un programa y ruta crítica para su cumplimiento.

El tema social se logra subsanar, en la gran mayoría de las veces, informando y concientizando sobre todo en los casos donde no existen intereses de otra naturaleza, en cuyo caso deben identificarse los grupos de interés y sus respectivos líderes, con los cuales debe trabajarse por separado. El desarrollo de campañas de volanteo, notificación casa por casa, perifoneo y asambleas informativas, como las solicitadas por el BDAN, son alternativas que han demostrado buenos resultados.

Los riesgos de naturaleza técnica deben ser atendidos mediante el desarrollo adecuado de los términos de referencia correspondientes, considerando la normatividad, legislación y reglamentación aplicable, tanto de carácter técnico como legal-administrativo. Durante la ejecución de la obra, mediante la correcta supervisión técnica, vigilando el apego al proyecto ejecutivo aprobado y el cumplimiento de las especificaciones técnicas solicitadas, tanto en el proceso constructivo, como en el suministro de materiales.

En materia ambiental debe cumplirse con lo solicitado en los ordenamientos correspondientes, ya sea en el ámbito federal, en el caso de terrenos de dicha responsabilidad, o de carácter estatal o municipal, cuando así corresponda. Deben presentarse los estudios de impacto ambiental en las modalidades que la legislación aplicable indique, llevando a cabo las condicionantes solicitadas por la autoridad ambiental, a través del resolutivo que al efecto se dictamine.

### 4.3 Marco jurídico que sustenta la organización y financiamiento propuestos.

En este apartado se presenta la evaluación del impacto del entorno legal, regulatorio e institucional de la organización propuesta para el proyecto. De forma particular, para cada una de las ciudades de este estudio, se revisaron las leyes pertinentes, incluyendo las constituciones estatales, leyes de agua y de los servicios de agua potable y saneamiento (en su caso), para analizar y evaluar la posibilidad de poder asignar la concesión de la rehabilitación, operación y mantenimiento de los sistemas de saneamiento.

El Programa de Saneamiento de la Frontera Norte a Nivel Gran Visión está alineado con los objetivos de: i) Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024; ii) Programa Sectorial de Medio Ambiente 2019-2024, y iii) Programa Nacional Hídrico 2019-2024, cuyos principios rectores se enfocan principalmente en la construcción de un país con bienestar, mejorando las condiciones de vida para todos los mexicanos; optimizar la conservación, uso y saneamiento de la biodiversidad, e incrementar el



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

acceso y uso eficiente del agua; manejo de fenómenos hidrometeorológicos que afectan a la población; disponibilidad de agua por medio de cuencas y mantos acuíferos, y espacios democráticos para la gestión del agua en todos sus ámbitos, respondiendo a la problemática y a las necesidades de la población, medio ambiente y el entorno económico social, a través de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

El Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 contiene objetivos para cada uno de los 3 ejes generales y los 3 ejes transversales. A partir del PND se derivan los programas sectoriales, como el de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT); y los especiales, como el Programa Nacional Hídrico (PNH). Los objetivos relativos al agua, en el PND, son 13 de los 30 que se mencionan. Estos objetivos se muestran en la tabla 258.

Tabla 272. *Objetivos en relación con el agua del PND.*

No.	Objetivo del PND	Estrategias	Tema del agua a considerar
<b>Eje General 1. Justicia y Estado de Derecho</b>			
1	1.3. Garantizar los derechos humanos	1.3.1. Política para garantizar los derechos humanos	Derechos humanos al agua y al saneamiento
2	1.5. Preservar la seguridad nacional	1.5.3. Aguas nacionales	Protección de aguas nacionales
3	1.9. Un país más resiliente y sostenible	1.9.2. Atención de emergencias 1.9.5. Atención a servicios básicos	Seguridad hídrica
<b>Eje General 2. Bienestar</b>			
4	2.2. Derecho a la educación	2.2.5. Infraestructura básica	Agua y saneamiento en escuelas
5	2.5. Medio ambiente sano	2.5.1. Protección de ecosistemas 2.5.2. Aprovechamiento de los recursos naturales 2.5.8. Control de la contaminación	Calidad del agua y ecosistemas
6	2.6. Acceso incluyente al agua y saneamiento con salud de ecosistemas y cuencas	2.6.1. Inversión en infraestructura 2.6.2. Investigación y uso eficiente 2.6.3. Prevención de la contaminación 2.6.4. Garantizar el acceso al agua potable 2.6.5. Mejorar infraestructura hidráulica 2.6.6. Integridad de los ecosistemas	Agua, saneamiento y equilibrio en cuencas y acuíferos
7	2.7. Vivienda adecuada y accesible	2.7.1. Acceso a los servicios básicos	Servicios básicos de agua y saneamiento
8	2.8. Ordenamiento territorial y ecológico	2.8.4. Servicios básicos con enfoque de hábitat	Infraestructura de servicios básicos con enfoque de un hábitat inclusivo
<b>Eje General 3. Desarrollo Económico</b>			
9	3.1. Desarrollo incluyente del campo	3.1.4. Financiamiento transparente en infraestructura	Productividad del agua en el campo
10	3.4. Favorecer la inversión pública y privada	3.4.6. Promover la apertura económica.	Inversiones en infraestructura de agua y saneamiento
11	3.5. Política energética soberana y sostenible	3.5.8. Promoción de energía con fuentes renovables	Desarrollo del potencial hidroeléctrico.
12	3.8. Desarrollo sostenible sectores agropecuario, acuícola-pesquero	3.8.3. Uso eficiente del suelo y agua	Uso eficiente del agua
13	3.10. Reducción de emisiones de gases efecto invernadero	3.10.1. Reducción de emisiones 3.10.5. Cambio climático	Reducción de emisiones en PTAR

Fuente: Diapositivas 4,5 del Programa Nacional Hídrico 2019-2024. Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. Subdirección General de Administración del Agua. Gerencia de Planeación Hídrica. Con fecha del 17 de junio de 2019. SEMARNAT, CONAGUA.

Los acuerdos, actas y tratados transfronterizos del agua en México son jurisdicción de la CILA y de su contraparte, mismos que contemplan las áreas de aguas subterráneas, superficiales, saneamiento fronterizo, límites territoriales, puentes y cruces. El problema fronterizo de saneamiento, definido en el Acta 261 desde 1979, es “cada uno de los casos en que [...] las aguas



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

que crucen la frontera, incluyendo las aguas costeras, o escurran por los tramos limítrofes de los ríos Bravo y Colorado, tengan condiciones sanitarias tales que representen un riesgo para la salud y el bienestar de los habitantes de cualquier lado de la frontera e impidan el uso benéfico de dichas aguas.”

En el programa de saneamiento de la Frontera 2020-2024, la Secretaría de Relaciones Exteriores junto con la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, a través de la CILA, abordará la problemática de saneamiento de la frontera norte, bajo el Programa de Saneamiento de la Frontera Norte a Nivel Gran Visión, con un horizonte de planeación al 2050.

Se recopiló toda la información disponible, con el fin de tener una visión más amplia de la problemática que se presenta en la operación, mantenimiento y desarrollo de la infraestructura de saneamiento en las quince ciudades de interés para el PSFN-GV-GV, y las posibles alternativas de solución, así como aquella información relacionada con los logros y acciones realizadas por los distintos actores involucrados en materia de saneamiento. Nos allegamos documentación de carácter técnico, comercial, legal, financiero y jurídico, relativos al saneamiento en la frontera, existentes principalmente en las bibliotecas electrónicas del Gobierno federal, Secretaría de Relaciones Exteriores, Comisión Internacional de Límites y Aguas entre México y los Estados Unidos (CILA), Banco de Desarrollo de América del Norte, CONAGUA, Comisiones Estatales del Agua, Organismos Operadores Municipales.

Este capítulo presenta un análisis parcial que será la base para determinar las estrategias y líneas de acción, sus metas e indicadores, para establecer un catálogo de proyectos y acciones asociado a un programa de inversiones, como punto de partida para la conformación del PSFN-GV-GV.

Por otro lado, presenta un análisis de la naturaleza jurídica y las atribuciones de la Sección Mexicana de la Comisión Internacional de Límites y Aguas entre México y Estados Unidos (CILA), como organismo internacional y como organismo desconcentrado de la Secretaría de Relaciones Exteriores, con el fin de validar legalmente las opciones de organización y modalidades de financiamiento propuestas para la realización de los proyectos del Programa de Saneamiento de la Frontera Norte a Nivel Gran Visión. Para ello se utilizaron tanto las versiones publicadas por México en el Diario Oficial de la Federación, como las versiones publicadas por Estados Unidos en el Federal Register, o disponibles en los sitios de Internet de las Secciones de la CILA.

### 4.3.1 Marco de referencia del Programa PSFN-GV-GV.

#### 4.3.1.1 *Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.*

El Plan Nacional de Desarrollo es el documento que permite establecer los ejes económicos, políticos y sociales que el Gobierno adoptará. Para este plan, los ejes principales estarán enfocados en materia política en erradicar la corrupción, el dispendio y la frivolidad, así como recuperar el estado de derecho, separar el poder político del económico, y el cambio de paradigma en seguridad.

En materia de política social, se indica que debe construirse un país con bienestar; un desarrollo sostenible y la creación de varios programas; el derecho a la educación; la salud para toda la población; el Instituto Nacional de Salud para el Bienestar; y la cultura para la paz, para el bienestar y para todos.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

En materia económica, se marca que debe detonarse el crecimiento; mantener las finanzas sanas; no más incrementos impositivos; respeto a los contratos existentes y aliento a la inversión privada; rescate del sector energético; Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo; Creación del Banco del Bienestar; Construcción de caminos rurales; Cobertura de Internet para todo el país; Proyectos regionales; creación del Aeropuerto Internacional “Felipe Ángeles”, en Santa Lucía; Autosuficiencia alimentaria y rescate del campo; ciencia y tecnología, y el deporte es salud, cohesión social y orgullo nacional.

### 4.3.1.2 Programa Sectorial de Medio Ambiente 2019-2024.

Presentación que resume los principales objetivos del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, el PROMARNAT 2019-2024, su elaboración y estructura y el PROMARNAT y la biodiversidad.

De acuerdo con la definición, empleada en la presentación, el objetivo del Plan Nacional de Desarrollo es: “El logro de bienestar social, a través de un modelo viable de desarrollo económico, un nuevo orden político y de convivencia entre los sectores sociales”.

El sector ambiental y el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 comprenden 12 principios rectores que se enfocan en el respeto de los pueblos originarios y de la diversidad cultural, así como la defensa del ambiente. En la política social, se plasma un desarrollo sostenible que implica mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos en el presente para un mejor futuro; la consideración de los impactos de políticas y programas en el ambiente, y un crecimiento económico sin afectaciones para el entorno. Por último, en el epílogo de la visión hacia el 2024, se garantiza la preservación de la biodiversidad, la recuperación de cubierta forestal, la recuperación de los cuerpos de agua, el tratamiento de agua y manejo de residuos como una práctica generalizada y una conciencia ambiental.

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2019-2024 (PROMARNAT) contiene, de acuerdo con la presentación, los “objetivos, estrategias y las acciones puntuales que guiarán los esfuerzos de la SEMARNAT y sus organismos sectorizados durante la presente Administración”.

El proceso de construcción del PROMARNAT comenzó con la integración del grupo de planeación y la propuesta de objetivos, estrategias y acciones; así también, fue pasando por diversos ciclos de revisión y reflexión, hasta llegar a una versión final, la cual fue entonces revisada por la SHCP y agencias transversales, hasta llegar a un proceso de aprobación/dictaminación del documento.

Los cinco objetivos del PROMARNAT son:

1. Conservación, uso sustentable, restauración y ordenamiento territorial.
2. Mitigación y adaptación al cambio climático.
3. Agua potable y saneamiento, eficiencia y protección de cuencas.
4. Control y prevención de la contaminación.
5. Mejor acción gubernamental, participación ciudadana y educación ambiental.

Estos objetivos se desarrollan en 18 estrategias prioritarias y 84 acciones puntuales.

En lo que respecta al PROMARNAT y la biodiversidad, se aprecia que los cinco objetivos tienen relación con la biodiversidad y 55 de las 88 acciones puntuales actúan directamente sobre la biodiversidad.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

El Programa, de igual forma, establece acciones puntuales para atender los factores de presión respecto a la pérdida de hábitat, degradación del hábitat, sobreexplotación, especies invasoras, contaminación, tráfico ilegal y las respuestas institucionales sobre conservación, aprovechamiento sustentable y restauración.

### 4.3.1.3 Programa Nacional Hídrico 2019-2024.

El Programa Nacional Hídrico es un programa especial derivado del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (PND), y resultado de un proceso de consulta que obtuvo la participación de más de tres mil personas en todo el país, de lo cual fue posible determinar cinco problemas públicos:

1. Acceso insuficiente e inequitativo a los servicios de agua potable y drenaje. Solo el 58 % de la población tiene acceso diario al agua y saneamiento básico. Esto se intensifica con las grandes brechas que hay entre la población urbana y la rural. Dentro de las escuelas públicas el 48 % no tiene drenaje, 31 % no cuenta con agua potable y el 13 % no tiene sanitarios. Estas carencias afectan principalmente a las comunidades indígenas y afromexicanas, siendo las mujeres y niñas las más afectadas por ser las que usualmente se encargan de la búsqueda del agua y las que más abandonan la escuela por falta de instalaciones sanitarias adecuadas.
2. Uso ineficiente del agua. Esta ineficiencia afecta a la población y a los sectores productivos, siendo el sector de mayor uso del agua la agricultura, en el cual se tienen pérdidas del recurso hídrico superiores al 40 %. Por otra parte, en el norte y noroeste del país es donde se realizan las mayores extracciones de agua, ya que existen condiciones áridas o semiáridas, lo que genera un estrés hídrico constante por la falta de agua para la población y para los pequeños productores. Se acentúa en el medio rural, el cual depende de norias y pozos poco profundos que extraen agua de los acuíferos, y al descender el nivel freático empeora su calidad y se intensifica la sobreexplotación.
3. Pérdidas humanas y materiales a causa de los fenómenos hidrometeorológicos extremos, como son las sequías e inundaciones. A quienes más afectan estos fenómenos es a las personas que viven en asentamientos irregulares, en cauces o sitios de gran exposición, así como a las personas que habitan en estados costeros, regiones rurales marginadas, y a grupos en situación de pobreza.
4. Deterioro de las cuencas y acuíferos que afectan el ciclo del agua, y con ello limitan la disponibilidad del recurso, impactando a los ecosistemas. Los principales acuíferos donde se encuentra asentada la mayoría de la población están sobreexplotados o contaminados. A esto se suma que la deforestación en las partes altas de las cuencas afecta el escurrimiento natural del agua y, debido a la gran urbanización, se han reducido en gran medida las zonas de recarga de los acuíferos.
5. Finalmente, lo que se atiende en el PNH es la falta de espacios democráticos para la gestión del agua en todos sus ámbitos. Aunque los consejos de cuenca han sido una pieza clave para la coordinación entre el Gobierno, los usuarios y la sociedad, no se ha logrado incluir a la ciudadanía, y dentro de ella predomina la representación de grupos de interés. El mismo fenómeno ocurre dentro de los Consejos de Administración de los Organismos Operadores de Agua. También la información proporcionada por las diversas instituciones es insuficiente o inapropiada para la participación de la sociedad en la toma de decisiones;



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

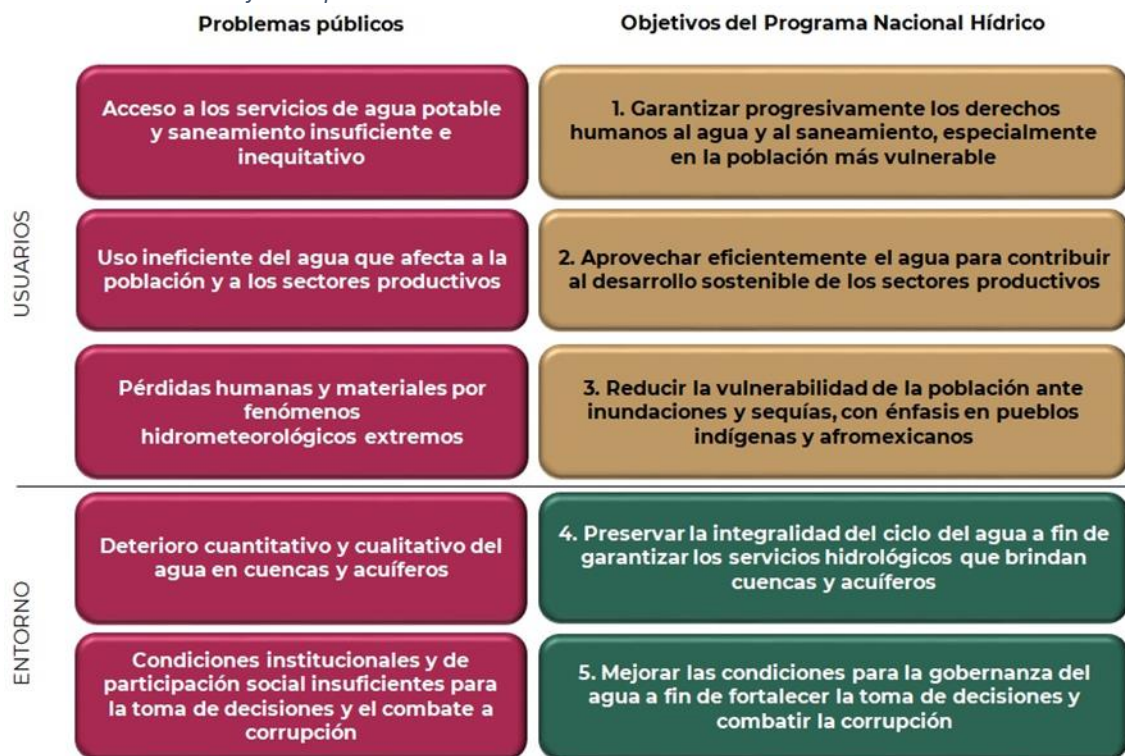
además de que el sistema financiero del agua no permite contar con los recursos necesarios para la operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica, y aún menos para las inversiones que se requieren para hacer frente a las problemáticas ya descritas.

A partir de los problemas públicos ya descritos, el PNH plantea cinco objetivos prioritarios. Dentro de estos objetivos, los primeros tres están orientados a los usuarios del agua, y los últimos dos se orientan al entorno habilitador, como se demuestra en la siguiente figura.

En cada uno de los objetivos prioritarios se definen estrategias y acciones puntuales, así como metas de bienestar y parámetros para monitorear su cumplimiento. Para el logro de los objetivos es necesaria la participación conjunta del Gobierno federal, entidades federativas y municipales, así como de los diferentes actores de la sociedad.

Como parte de las metas, se planea aumentar en dos puntos porcentuales la proporción de la población total que tiene acceso al agua entubada diariamente, así como al saneamiento básico. Este aumento representa 6.7 millones de habitantes beneficiados con servicios de agua y saneamiento. En cuanto al estrés hídrico, se planea reducir la extracción en cuatro mil quinientos sesenta millones de metros cúbicos.

Ilustración 52. Objetivos prioritarios del PNH



Fuente: Página 3, Programa Nacional Hídrico 2019-2024, versión 29/01/2020. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional del Agua. Programa Especial derivado del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.

El Plan Nacional Hídrico es el documento rector de las Políticas Públicas del Sector Hídrico, pero esto no implica que sea un programa presupuestario. Es un plan de responsabilidad compartida entre diversas instituciones del Gobierno federal, así como de Gobiernos estatales y municipales. La CONAGUA es la encargada de la custodia del programa.





## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Los grandes temas que se han recopilado para el PNH son:

- Derechos humanos al agua y saneamiento.
- Proporcionar agua a los sectores vulnerables.
- Administración y preservación de las aguas nacionales.
- Recarga de acuíferos.
- Rescatar los cuerpos de agua de la contaminación.
- Medición efectiva del recurso.
- Mantenimiento de la infraestructura.
- Sistema de información en tiempo real.
- Prevención ante desastres naturales con mejores mediciones climatológicas.

Los seis objetivos principales del sector hídrico se complementan entre sí; esto son:

1. Derechos humanos al agua y al saneamiento.
2. Seguridad hídrica.
3. Uso eficiente del agua.
4. Calidad del agua y ecosistemas.
5. Eliminar el sobreconcesionamiento.
6. Transparencia y gobernanza.

Donde los tres primeros se enfocan a las personas y usuarios y los restantes al entorno habilitador.

### *4.3.1.4 Programas hídricos regionales.*

#### *4.3.1.4.1 Región I, Península de Baja California.*

#### **Programa Hídrico Regional Visión 2030.**

Describe los objetivos, estrategias, acciones y proyectos específicos que responden a cada uno de los ejes rectores de la Agenda del Agua 2030 de la región.

Se describe a la Región Hidrológico-Administrativa I, Península de Baja California (RHA I PBC), que se ubica en una de las zonas del país con menor precipitación media anual, menor a 77 % de la media nacional, lo que limita las posibilidades de desarrollo social, económico y ambiental. Se identifica como problemática hídrica, en esta región, la sobreexplotación de sus cuencas y acuíferos, la contaminación de los cuerpos de agua, el déficit de cobertura de agua potable, alcantarillado y saneamiento y, por los riesgos que enfrenta la población ante sismos, sequías e inundaciones.

Se plasma la planeación hídrica regional que revierte estos efectos, estableciendo objetivos y estrategias de mediano y largo plazo para lograr la visión planteada en la Agenda del Agua 2030.

Se aplica un análisis técnico prospectivo que permite formular las líneas de acción, medidas y proyectos, con el fin de alcanzar los objetivos y metas planteadas de forma priorizada, en función de sus costos marginales. Los resultados en los ejes rectores de la Agenda del Agua 2030 son los siguientes:

- **Cuencas y acuíferos en equilibrio.** La problemática de la región se relaciona con aspectos de carácter natural, donde la demanda, debido al crecimiento de la población, rebasa la oferta disponible con la infraestructura actual; a esto se suma una gestión del agua deficiente que ha llevado a que la disponibilidad en las cuencas y acuíferos limiten el desarrollo de la



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

región, presentándose escasez de agua. Para la fecha del Programa existe un déficit de 450 hm<sup>3</sup>, y para el año 2030 se espera que sea de 543 hm<sup>3</sup>. Se proponen 29 medidas técnicas, las cuales aportarían un volumen de agua cercano a los 600 hm<sup>3</sup> con una inversión de 15,500 mdp. Las medidas de tecnificación de los distritos y unidades de riego son las que más contribuyen al cierre de la brecha. Dichas medidas se complementan con las que promueven el intercambio de aguas de primer uso hacia actividades económicamente más rentables.

- **Ríos limpios.** Se concentran problemas relacionados con el deterioro ambiental de los principales cuerpos de agua, y de la ausencia de medidas para la disposición adecuada de los residuos sólidos. Se estima un volumen de agua residual generada en la región de aproximadamente 162 hm<sup>3</sup>, y se estima un volumen de 279 hm<sup>3</sup> para el 2030, con una brecha en el tratamiento del orden de 195 hm<sup>3</sup>. Para el saneamiento de las aguas residuales se proponen cuatro medidas: tres enfocadas en la optimización del funcionamiento de la infraestructura, y una dirigida a la construcción de nueva infraestructura de saneamiento. Estas medidas ayudarán al tratamiento de 147 hm<sup>3</sup> de aguas residuales para el año 2030; se requiere de una inversión aproximada de 412 mdp, aplicándose el 83 % de la inversión en Baja California y el resto en Baja California Sur.
- **Cobertura universal.** Se estima que 256,476 habitantes no cuentan con cobertura de agua potable y 284,476 con la de saneamiento; se prevé que para el 2030 estas cifras se incrementen a 2,726,000 y 2,835,000, respectivamente. Para alcanzar la cobertura de agua potable del 100 %, se requiere una inversión de alrededor de 10,242 mdp; y, con respecto al alcantarillado, se necesita una inversión del orden de 6,253 mdp.
- **Asentamientos seguros frente a inundaciones catastróficas.** La falta de ordenamiento territorial y los asentamientos en áreas de riesgo, ante la presencia de ciclones y huracanes, provocarán que alrededor de 210,000 habitantes se encuentren en riesgo para el 2030. Se proponen cuatro estrategias para abordar esta problemática, tres con medidas no estructurales y una con medida estructural. Las tres primeras están orientadas hacia el control de las áreas de asentamientos en zonas de riesgo, a: i) la prevención y mitigación de los fenómenos que ocasionan los riesgos ambientales, ii) pronosticar y alertar a la población ante las situaciones de emergencia, y iii) al desarrollo de una cultura de prevención y mitigación de impactos ante estos fenómenos. Las acciones estructurales se enfocan principalmente a la conservación, rehabilitación y construcción de obras para el control de inundaciones, el control de avenidas, infraestructura para la protección de poblaciones y acciones de desazolve y rectificación de cauces, con una inversión total de 2,355 mdp.
- **Acciones transversales.** Se plantean 22 estrategias, de las cuales 12 están enfocadas en mejorar la eficacia en la gobernabilidad regional de los recursos hídricos y naturales asociados, y 10 se centran en contar con los recursos financieros suficientes que contribuyen a fortalecer la implementación de las iniciativas de la Agenda del Agua 2030.
- **Inversiones y financiamiento.** Se identifican dos fuentes principales de financiamiento: los presupuestos públicos federales, estatales y municipales y, por otra parte, las aportaciones propias de los usuarios del agua y otros “stakeholders”. Llevar a cabo las acciones contempladas en la Agenda del Agua 2030 en la región implica inversiones de alrededor de 36,866 mdp.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

### Programa Hídrico Regional 2014-2018.

Se implementó una serie de políticas públicas y acciones, como parte de un proyecto nacional que tiene por objetivo mejorar las condiciones de vida de todos los mexicanos. Estas políticas sirvieron como base para la instrumentación del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.

A partir de este esquema de planeación institucional se puso en marcha el Plan Nacional Hídrico 2014-2018, el cual tiene cuatro ejes fundamentales: 1) Servicios de agua adecuados y accesibles; 2) Agua para la seguridad alimentaria; 3) Manejo responsable y sustentable del agua; y 4) Seguridad hídrica.

El Programa Hídrico Regional describe los objetivos, estrategias, acciones, metas, indicadores y proyectos específicos que responden a la problemática y a las necesidades de la población, medio ambiente y el entorno económico social.

Los objetivos y estrategias planteadas en el Programa son:

- **Objetivo 1. Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua en la región.**
  - Estrategia 1.1. Ordenar y regular los usos del agua en cuencas y acuíferos.
  - Estrategia 1.2. Ordenar la explotación y el aprovechamiento del agua en cuencas y acuíferos.
  - Estrategia 1.3. Modernizar e incrementar la medición del ciclo hidrológico en la región.
  - Estrategia 1.4. Mejorar la calidad del agua en cuencas y acuíferos.
  - Estrategia 1.5. Fortalecer la gobernanza del agua.
  - Estrategia 1.6. Fortalecer la gobernabilidad del agua.
- **Objetivo 2. Incrementar la seguridad hídrica ante sequías e inundaciones en la región.**
  - Estrategia 2.1. Proteger e incrementar la resiliencia de la población y áreas productivas en zonas de riesgo de inundación y sequía.
  - Estrategia 2.2. Reducir la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático.
- **Objetivo 3. Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en la región.**
  - Estrategia 3.1. Incrementar la cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado.
  - Estrategia 3.2. Mejorar las eficiencias de los servicios de agua en los municipios de la región.
  - Estrategia 3.3. Sanear las aguas residuales municipales e industriales con un enfoque integral de cuenca hidrológica y acuífero.
  - Estrategia 3.4. Promover la construcción de proyectos que contribuyan a mitigar la pobreza, incluyendo la Cruzada Contra el Hambre.
  - Estrategia 3.5. Promover los instrumentos de coordinación que propicien la certeza jurídica para garantizar el derecho humano de acceso al agua.
- **Objetivo 4. Incrementar las capacidades técnicas, científicas y tecnológicas en materia hídrica, para contribuir en la formación de una cultura de agua en la región.**
  - Estrategia 4.1. Fomentar la educación y conocimiento hídrico de la población para contribuir en la formación de una cultura del agua.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

- Estrategia 4.2. Impulsar la educación continua y certificación de los actores de sector hídrico.
- Estrategia 4.3. Impulsar la investigación científica y el desarrollo tecnológico para el logro de los objetivos del sector.
- Estrategia 4.4 .Generar y proveer información sobre el agua en la región.
- Objetivo 5. Asegurar agua para el riego agrícola, energía, industria, turismo y otras actividades económicas y financieras de manera sustentable.
  - Estrategia 5.1. Mejorar la productividad del agua en la agricultura.
  - Estrategia 5.2. Utilizar sustentablemente el agua para impulsar el desarrollo en zonas con disponibilidad.
- Objetivo 6. Consolidar la participación del organismo de cuenca en acuerdos internacionales, en materia de agua.
  - Estrategia 6.1. Fortalecer la cooperación internacional para el desarrollo, el esquema de sociedad del conocimiento y la asistencia financiera internacional en el sector.
  - Estrategia 6.2. Consolidar la participación del sector hídrico mexicano en el diálogo político internacional.

Todas estas estrategias están acompañadas de líneas de acción, las cuales son aún más específicas y permitirán el logro de los objetivos planteados.

Anexo se encuentra el Catálogo de proyectos y acciones de la Región Hidrológica I Península de Baja California, donde se enlistan y describen todas las acciones necesarias para llevar a cabo los objetivos descritos.

### 4.3.1.4.2 Región II Noroeste.

#### **Programa Hídrico Regional Visión 2030.**

Describe los objetivos, estrategias, acciones y proyectos específicos que responden a cada uno de los ejes rectores de la Agenda del Agua 2030 de la región.

Los principales resultados del Análisis Técnico Prospectivo sobre los ejes rectores de la Agenda del Agua 2030 para la región son:

- **Cuencas y acuíferos en equilibrio.** En la región se ha rebasado la oferta disponible con la infraestructura actual, lo que limita el desarrollo, además de que se tiene escasez de agua en varias cuencas. Hay una brecha de 800 hm<sup>3</sup>, actualmente, y para el 2030 se prevé que pueda llegar a los 1,300 hm<sup>3</sup>. Para dar solución se propone: **1.** Asegurar el equilibrio de cuencas y acuíferos, con la reducción del consumo, del desperdicio y de las pérdidas de agua en todos los usos. **2.** Aprovechar el potencial de los recursos hídricos para la producción sustentable de alimentos, energía, bienes y servicios y para la generación de empleos. Estos objetivos están relacionados con varias estrategias que contribuyen al cierre de la brecha hídrica; se destacan las medidas de tecnificación de los distritos y unidades de riego. Las medidas requieren de una inversión aproximada de 4,700 mdp.
- **Ríos limpios.** Se concentra la problemática generada en las cuencas y acuíferos que contribuyen al agotamiento, alteración y contaminación de los ecosistemas vitales relacionados con los recursos hídricos. El volumen de agua residual actualmente generado



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

es de 140 hm<sup>3</sup>, del cual 36 % no recibe tratamiento. Para el año 2030 se espera que la brecha sea de 89 hm<sup>3</sup>. Para dar solución a la problemática se propone: **3.** Rehabilitar la calidad del agua en cauces, vasos, acuíferos y playas, y contribuir a rehabilitar los ecosistemas en las cuencas. Para el saneamiento se proponen cuatro medidas estructurales, tres se enfocan a la optimización del funcionamiento de la infraestructura nueva de saneamiento y una en la construcción de infraestructura nueva. Se requieren 1,400 mdp.

- **Cobertura universal.** La brecha actual en cobertura de agua potable en la región es de 133,000 habitantes, y en el alcantarillado es de 367,000 habitantes; para el año 2030 se incrementaría a 672,000 habitantes para agua potable y a 906,000 habitantes para alcantarillado. Para garantizar la cobertura se propone el siguiente objetivo: **4.** Asegurar el acceso apropiado a toda la población, especialmente a la vulnerable, a servicios de calidad de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Para que las coberturas lleguen al 100 % se requiere invertir 2,080 mdp, y para el alcantarillado la inversión será de 2,800 mdp.
- **Asentamientos seguros frente a inundaciones catastróficas.** Hay una gran falta de seguridad por no respetar las zonas federales ni el ordenamiento territorial y ecológico, esto hace que, ante la presencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos, alrededor de 700,000 habitantes de la región se encuentren en riesgo. Para resolver dicha problemática se plantea el siguiente objetivo: **5.** Reducir los riesgos y mitigar los efectos nocivos de los fenómenos naturales extremos y del cambio climático. Se proponen cinco estrategias, una con medidas estructurales y cuatro con no estructurales. Las acciones no estructurales se orientan a i) controlar que no se den los asentamientos humanos en zonas de riesgo, ii) a prevenir y mitigar los fenómenos que ocasionan los riesgos ambientales, iii) a pronosticar y alertar a la población ante situaciones de emergencia, y iv) a desarrollar una cultura de prevención y mitigación de impactos por estos fenómenos. Las acciones estructurales se enfocan principalmente a la conservación, rehabilitación y construcción de obras para el control de inundaciones e infraestructura urbana para protección de poblaciones, con una inversión de 527 mdp.
- **Acciones transversales.** Para avanzar hacia una gestión hídrica integral eficaz, la Agenda del Agua 2030 propone una estrategia general para asegurar que todas las cuencas del país cuenten con una estructura de gobierno sólida, con capacidad suficiente para gestionar los recursos hídricos y asegurar una mejor y más equilibrada distribución de competencias de fomento, regulación y prestación de los servicios de agua y saneamiento. Los objetivos que surgen del análisis de la problemática en la región, y que favorecen los cambios necesarios, son: **6.** Mejorar la eficacia en la gobernabilidad regional de los recursos hídricos y naturales asociados, y **7.** Contar con recursos financieros suficientes y oportunos para el Programa Hídrico Regional.

### Programa Hídrico Regional 2014-2018.

Se implementó una serie de políticas públicas y acciones, como parte de un proyecto nacional, que tiene por objetivo mejorar las condiciones de vida de todos los mexicanos. Estas políticas sirvieron como base para la instrumentación del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.

A partir de este esquema de planeación institucional se puso en marcha el Plan Nacional Hídrico 2014-2018, el cual tiene cuatro ejes fundamentales: **1.** Servicios de agua adecuados y accesibles; **2.**



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Agua para la seguridad alimentaria; **3.** Manejo responsable y sustentable del agua, y **4.** Seguridad hídrica.

El Programa Hídrico Regional describe los objetivos, estrategias, acciones, metas, indicadores y proyectos específicos que responden a la problemática y a las necesidades de la población, el medio ambiente, y el entorno económico social.

Los objetivos y estrategias planteados en el Programa son:

- **Objetivo 1.** Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua en la región.
  - Estrategia 1.1. Ordenar y regular los usos del agua en cuencas y acuíferos.
  - Estrategia 1.2. Ordenar la explotación y el aprovechamiento del agua en cuencas y acuíferos.
  - Estrategia 1.3. Modernizar e incrementar la medición del ciclo hidrológico en la región.
  - Estrategia 1.4. Mejorar la calidad del agua en cuencas y acuíferos.
  - Estrategia 1.5. Fortalecer la gobernanza del agua.
  - Estrategia 1.6. Fortalecer la gobernabilidad del agua.
- **Objetivo 2.** Incrementar la seguridad hídrica ante sequías e inundaciones en la región.
  - Estrategia 2.1. Proteger e incrementar la resiliencia de la población y áreas productivas en zonas de riesgo de inundación y sequía.
  - Estrategia 2.2. Reducir la vulnerabilidad a los efectos del cambio o variabilidad climáticos.
- **Objetivo 3.** Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en la región.
  - Estrategia 3.1. Incrementar la cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado.
  - Estrategia 3.2. Mejorar las eficiencias de los servicios de agua en los municipios de la región.
  - Estrategia 3.3. Sanear las aguas residuales municipales e industriales con un enfoque integral de cuenca hidrológica y acuífero.
  - Estrategia 3.4. Promover la construcción de proyectos que contribuyan a mitigar la pobreza, incluyendo la Cruzada Contra el Hambre.
  - Estrategia 3.5. Promover los instrumentos de coordinación que propicien la certeza jurídica para garantizar el derecho humano de acceso al agua.
- **Objetivo 4.** Incrementar las capacidades técnicas, científicas y tecnológicas en materia hídrica, para contribuir en la formación de una cultura de agua en la región.
  - Estrategia 4.1. Fomentar la educación y conocimiento hídrico de la población para contribuir en la formación de una cultura del agua.
  - Estrategia 4.2. Impulsar la educación continua y certificación de los actores de sector hídrico.
- **Objetivo 5.** Asegurar agua para el riego agrícola, energía, industria, turismo y otras actividades económicas y financieras de manera sustentable.
  - Estrategia 5.1. Mejorar la productividad del agua en la agricultura.
  - Estrategia 5.2. Utilizar sustentablemente el agua para impulsar el desarrollo en zonas con disponibilidad.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Estas estrategias se acompañan de líneas de acción, las cuales son aún más específicas, y permitirán el logro de los objetivos planteados.

Anexo se encuentra el Catálogo de proyectos y acciones de la Región Hidrológica II Noroeste, donde se enlistan y describen todas las acciones necesarias para llevar a cabo los objetivos descritos.

### 4.3.1.4.3 Región VI Río Bravo.

#### **Programa Hídrico Regional Visión 2030.**

Describe los objetivos, estrategias, acciones y proyectos específicos que responden a cada uno de los ejes rectores de la Agenda del Agua 2030 de la región.

La región se localiza en la zona norte del país y comparte la frontera con Estados Unidos de América, así como la cuenca del río Bravo, adquiriendo una característica internacional; esta administración se remonta al Tratado Internacional de Aguas de 1944 (TIA). La región comprende a los estados de Nuevo León y parte de Coahuila de Zaragoza, Chihuahua y Tamaulipas.

La principal problemática se identifica en sus cuencas y acuíferos, debido al alto crecimiento urbano e industrial en las zonas metropolitanas, donde se encuentra el 80 % de la población regional. Por su localización geográfica, la región es susceptible a sequías e inundaciones recurrentes. Para revertir los efectos se establecieron objetivos y estrategias de mediano y largo plazos para un uso sustentable del agua, y para el abastecimiento seguro, con el fin de lograr la Agenda del Agua 2030, en la cual se plantea contar con ríos limpios, cuencas y acuíferos en equilibrio, la cobertura universal de agua potable, alcantarillado y saneamiento y ciudades protegidas contra sequías e inundaciones catastróficas.

Los principales resultados del Análisis Técnico Prospectivo sobre los ejes rectores de la Agenda del Agua 2030 para la región, identifican necesidades de inversión por 97,374 mdp, y se considera necesaria una inversión de 31,700 mdp adicionales en acciones de gobierno. Las acciones necesarias por rubro son:

- **Cuencas y acuíferos en equilibrio.** Existe una demanda regional de 9,400 hm<sup>3</sup> y una brecha anual de 1,700 hm<sup>3</sup>. Para el 2030 se estima que la demanda podría ascender a 12,000 hm<sup>3</sup>, trayendo una brecha de 4,100 hm<sup>3</sup>/año. Para enfrentar esta problemática se proponen dos objetivos de política hídrica regional: **1.** Mantener la disponibilidad de las aguas nacionales para todos los usos, y **2.** Elevar la rentabilidad económica y social del agua. Se asocian diversas estrategias para cerrar la brecha hídrica, mediante 38 medidas técnicas, que aportan un volumen cercano a 3,612 hm<sup>3</sup>, con una inversión total de 57,800 mdp. Se concluye que, aun cuando se apliquen todas las medidas técnicas, la brecha no podrá cerrarse en seis células con un déficit de 462 hm<sup>3</sup>.
- **Ríos limpios.** Se concentran los problemas generados en las cuencas y acuíferos que contribuyen al agotamiento, alteración y contaminación de los ecosistemas vitales relacionados con recursos hídricos. Los objetivos son: **3.** Rehabilitar la calidad de las aguas en cauces, acuíferos y playas, y **4.** Rehabilitar los ecosistemas de las cuencas. Actualmente, se generan 675 hm<sup>3</sup> de agua residual, de los cuales el 89 % se origina en el sector público-urbano. Se espera que para el 2030 el volumen aumente a 2,020 hm<sup>3</sup>, siendo 788 hm<sup>3</sup> provenientes del sector público-urbano. Para el 2030 el volumen de agua tratada para la NOM-001-SEMARNAT-1996 será del orden de 445 hm<sup>3</sup>, por lo que se tendrá una brecha del



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

orden de 344 hm<sup>3</sup>. Para sanear todas las aguas residuales se proponen medidas que se enfocan en la optimización del funcionamiento de la infraestructura existente, y en la construcción de nueva infraestructura por un total de 9,367 mdp.

- **Cobertura universal.** La región cuenta actualmente con 10.6 millones de habitantes, alrededor del 93 % pertenecen al medio urbano y el remanente al rural. Se tiene una cobertura del 96 % en agua potable, y de 93 % en alcantarillado. Deben incrementarse los esfuerzos para aumentar la cobertura, debido al incremento de la población, la cual se estima que sea de 13.9 millones de habitantes para el año 2030, de los cuales el 94 % se ubicará en zonas urbanas. Si la tendencia en el crecimiento de la población continua, se estima una brecha del 23 % en la cobertura de agua potable. Para asegurar el servicio de agua potable y alcantarillado en la región, se definieron los siguientes objetivos: **5.** Asegurar el acceso a los servicios de agua potable y alcantarillado apropiados a la población y **6.** Mejorar la calidad de los servicios de agua potable y alcantarillado. Para llegar a una cobertura del 100 % en los servicios, es necesaria una inversión de 19,627 mdp.
- **Asentamientos seguros frente a inundaciones catastróficas.** La problemática que se detecta se relaciona con los riesgos ambientales que se presentan en la región por causa de los fenómenos hidrometeorológicos extremos. Para atender esta problemática se plantea el siguiente objetivo: **7.** Reducir los riesgos y mitigar los efectos provocados por los fenómenos naturales extremos y el cambio climático. Se proponen cinco estrategias orientadas a: i) controlar que no se den los asentamientos humanos en zonas de riesgo, ii) prevenir y mitigar los efectos de fenómenos que ocasionan riesgos ambientales, iii) pronosticar y alertar a la población ante situaciones de emergencia, iv) desarrollar una cultura de prevención, y v) disminuir impactos ante estos fenómenos. Se considera, además, una estrategia estructural que se enfoca a la conservación, rehabilitación y construcción de obras que permitan el control de inundaciones, para protección de poblaciones, así como realizar estudios técnicos para delimitar cauces y zonas federales, con una inversión de 10,578 mdp.
- **Reformas del Agua.** Los tres objetivos regionales que se derivan del análisis de la problemática del sector en la región y que favorecen los cambios necesarios para lograr los objetivos planteados son: **8.** Lograr la gobernabilidad eficaz de los recursos hídricos y naturales asociados. **9.** Fortalecer la educación y cultura del agua en todos los sectores y **10.** Fortalecer el sistema financiero del agua. Estos objetivos engloban estrategias que ayudan al fortalecimiento de la implementación de las medidas vinculadas a los ejes rectores de política hídrica de la Agenda del Agua 2030. Las acciones transversales son no estructurales, e implican la organización, coordinación, compromiso y sinergia de todos los actores involucrados en el tema del agua. Se estima una inversión de 31,700 mdp para lograr los objetivos.

### Programa Hídrico Regional 2014-2018.

Se ha instrumentado una serie de políticas públicas y acciones, como parte de un proyecto nacional que tiene por objetivo mejorar las condiciones de vida de todos los mexicanos. Estas políticas sirvieron como base para la implementación del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.





## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

A partir de este esquema de planeación institucional se implementó el Plan Nacional Hídrico 2014-2018, el cual tiene cuatro ejes fundamentales: 1. Servicios de agua adecuados y accesibles; 2. Agua para la seguridad alimentaria; 3. Manejo responsable y sustentable del agua y 4. Seguridad hídrica.

El Programa Hídrico Regional describe los objetivos, estrategias, acciones, metas, indicadores y proyectos específicos que responden a la problemática y a las necesidades de la población, medio ambiente y el entorno económico social.

Los objetivos y estrategias planteados en el Programa son:

- **Objetivo 1. Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua en la región.**
  - Estrategia 1.1. Ordenar y regular los usos del agua en cuencas y acuíferos.
  - Estrategia 1.2. Ordenar la explotación y el aprovechamiento del agua en cuencas y acuíferos.
  - Estrategia 1.3. Modernizar e incrementar la medición del ciclo hidrológico en la región.
  - Estrategia 1.4. Mejorar la calidad del agua en cuencas y acuíferos.
  - Estrategia 1.5. Fortalecer la gobernanza del agua.
  - Estrategia 1.6. Fortalecer la gobernabilidad del agua.
- **Objetivo 2. Incrementar la seguridad hídrica ante sequías e inundaciones**
  - Estrategia 2.1. Proteger e incrementar la resiliencia de la población y áreas productivas en zonas de riesgo de inundación y sequía.
  - Estrategia 2.2. Reducir la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático.
- **Objetivo 3. Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.**
  - Estrategia 3.1. Incrementar la cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado.
  - Estrategia 3.2. Mejorar las eficiencias de los servicios de agua en los municipios.
  - Estrategia 3.3. Sanear las aguas residuales municipales e industriales con un enfoque integral de cuenca hidrológica y acuífero.
  - Estrategia 3.4. Promover la construcción de proyectos que contribuyen a mitigar la pobreza, incluyendo la Cruzada Contra el Hambre.
  - Estrategia 3.5. Promover los instrumentos de coordinación que propicien la certeza jurídica para garantizar el derecho humano de acceso al agua.
- **Objetivo 4. Incrementar las capacidades técnicas, científicas y tecnológicas del sector en el ámbito regional.**
  - Estrategia 4.1. Fomentar la educación y conocimiento hídrico de la población para contribuir en la formación de una Cultura del Agua.
  - Estrategia 4.4. Generar y promover información sobre el agua.
- **Objetivo 5. Asegurar el agua para el riego agrícola, energía, industria, turismo y otras actividades económicas y financieras de manera sustentable.**
  - Estrategia 5.1. Mejorar la productividad del agua en la agricultura.
  - Estrategia 5.2. Utilizar sustentablemente el agua para impulsar el desarrollo en zonas con disponibilidad.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Estas estrategias se acompañan de líneas de acción, las cuales son aún más específicas y permitirán el logro de los objetivos planteados.

Anexo se encuentra el Catálogo de proyectos y acciones de la Región Hidrológica VI Río Bravo, donde se enlistan y describen todas las acciones necesarias para llevar a cabo los objetivos descritos.

### 4.3.2 Otros programas binacionales relacionados con el saneamiento.

#### 4.3.2.1 Programa Integral Ambiental Fronterizo (PIAF).

El PIAF fue establecido en 1992 como el primer programa implementado en el marco del Acuerdo de La Paz para abordar los problemas ambientales más serios en la zona fronteriza. Vislumbró un enfoque integrado para la implementación de numerosas soluciones ambientales. Sus objetivos fueron: 1) Continuar el monitoreo de medios de comunicación específicos y con actividades de control de la contaminación en la zona fronteriza, incluyendo el rendimiento de la línea de base y evaluaciones periódicas de los riesgos a la salud ambiental; 2) Fortalecer las actividades de regulación ambiental, según proceda en la región fronteriza, a través de nuevos programas de cooperación y proyectos que complementen al Acuerdo de La Paz, según sea necesario; 3) Asignar recursos adicionales para el control y la prevención de la contaminación en la zona fronteriza; y 4) Suplementar los programas para el control de la contaminación mediante la prevención y programas de acción voluntaria.

De acuerdo con los Planes de Implementación Específicos, incluidos en el PIAF para el período 1992-1994, las autoridades ambientales de México y Estados Unidos pusieron en marcha acciones en los siguientes aspectos: establecimiento de una Estrategia Binacional para la Implementación de la Cooperación; instauración de controles industriales multimedia, que implicaron la creación de iniciativas gubernamentales y del sector privado; protección de la calidad de agua y conservación de los recursos hídricos; control de las aguas residuales fronterizas; calidad del aire; materiales y desechos peligrosos; residuos sólidos municipales; plaguicidas; planes binacionales de contingencia y respuesta a emergencias; reglamentación de las actividades que afectan el medio ambiente; prevención de la contaminación; educación ambiental; conservación de los recursos naturales, y desarrollo urbano.

#### 4.3.2.2 Programa Frontera XXI.

El Programa Frontera XXI estableció un esfuerzo bilateral de cinco años, que logró sumar a diversas instituciones gubernamentales a cargo del medio ambiente fronterizo, principalmente a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) y a la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), por parte de México, y la EPA, por parte de Estados Unidos. A diferencia del PIAF, Frontera XXI incluyó socios federales adicionales para cumplir con las metas establecidas, e incluyó la participación de los diez estados fronterizos y las naciones tribales estadounidenses en los grupos de trabajo.

En aras de promover un desarrollo sustentable en la región, mediante la protección de la salud humana, del medio ambiente y del manejo adecuado de los recursos naturales compartidos, y como resultado de una amplia consulta pública en comunidades fronterizas, el Programa Frontera XXI adicionó tres grupos de trabajo -información ambiental, recursos naturales y salud ambiental- a los



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

ya establecidos en el Acuerdo de la Paz de 1983 en materia de agua, aire, residuos sólidos y peligrosos, prevención de la contaminación, planeación y respuesta a emergencias, y aplicación de la ley.

En el marco del Programa Frontera XXI se hicieron importantes aportes a la prevención de la contaminación y al fortalecimiento del desarrollo sustentable: la creación del Mecanismo Consultivo México-Estados Unidos, con el fin de identificar instalaciones para el tratamiento, almacenamiento y disposición de residuos; el desarrollo de infraestructura y conocimientos institucionales sobre calidad del aire mediante asistencia técnica, capacitación y transferencia de información y tecnología; el desarrollo de manuales para la prevención de la contaminación para la industria textil, de acabado de madera, metales y electrónica; construcción de infraestructura para agua potable y aguas residuales, y el desarrollo de acuerdos para respuesta a emergencias en seis pares de ciudades hermanas fronterizas. Frontera XXI complementó sus esfuerzos dirigidos a la prevención de la contaminación ambiental mediante el fortalecimiento de capacidades (capacitación formal e informal), sesiones educativas, talleres y la producción y difusión de un video de capacitación titulado: "Auditoría Ambiental y Prevención de la Contaminación: Estrategias para el Cumplimiento de la Industria Maquiladora".

El Programa Frontera XXI, al igual que el PIAF, fue pionero en el establecimiento de los temas ambientales como prioritarios en la agenda bilateral entre México y Estados Unidos. Al mismo tiempo, Frontera XXI fundó los cimientos para el establecimiento del Programa Ambiental México-Estados Unidos: Frontera 2012.

### *4.3.2.3 Programa Ambiental México-Estados Unidos Frontera 2012.*

En el año 2003 se negoció e inició el Programa Frontera 2012 con la activa participación de los diez estados fronterizos, las comunidades y pueblos indígenas mexicanos de la región y las naciones tribales fronterizas de los Estados Unidos; la SEMARNAT y la EPA, en coordinación con la Secretaría de Salud (SS) de México y el Departamento de Salud y Servicios Humanos de Estados Unidos (HHS, por sus siglas en inglés).

Con un alcance de diez años, el Programa Frontera 2012 enfatizó un enfoque local y regional, anticipando que la toma de decisiones, el establecimiento de prioridades y la instrumentación de proyectos en el ámbito local es la mejor manera de atender los problemas ambientales en la región fronteriza. El Programa Frontera 2012 reunió una gran diversidad de actores para generar acciones prioritarias y sostenidas, considerando las necesidades ambientales de las diferentes comunidades fronterizas.

El Programa Frontera 2012 incorporó un proceso participativo en el que representantes de la industria, de organizaciones de la sociedad civil, del sector académico, Gobiernos locales y estatales, dependencias federales y el público en general tuvieron la oportunidad de aportar sus ideas y recomendaciones. La adopción de este enfoque incluyente permitió que el Programa Frontera 2012 atendiera de manera más eficaz las problemáticas ambientales y de salud en la región fronteriza.

Conforme al Acuerdo de La Paz, el Programa Frontera 2012 planteó seis objetivos estructurales, con la finalidad de enfrentar los retos ambientales y de salud ambiental.

Estos objetivos fueron:



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

- Objetivo 1: Reducir la contaminación del agua;
- Objetivo 2: Reducir la contaminación del aire;
- Objetivo 3: Reducir la contaminación del suelo;
- Objetivo 4: Mejorar la salud ambiental;
- Objetivo 5: Mejorar la disposición conjunta de respuesta ambiental; y
- Objetivo 6: Mejorar el desempeño ambiental mediante la aplicación y el cumplimiento de la ley, la prevención de la contaminación y la promoción de la gestión ambiental responsable.

Para la meta 1. Reducir la contaminación del agua:

- Frontera 2012 ayuda a construir un humedal.
- Proyecto sanitario compostero y cosecha de agua de lluvia en Nogales, Sonora.
- Frontera 2012 ayuda a reducir inundaciones en Nogales, Sonora.
- La EPA otorga cerca de un millón de dólares para ayudar a restaurar el estuario del río Tijuana.
- San Benito: Proyecto de Mejoramiento de Agua y Aguas Residuales.
- Planta de agua potable en Lordsburg, Nuevo México.
- Puntos sobresalientes del Fondo para Infraestructura Ambiental Fronteriza (BEIF, por sus siglas en inglés) y del Programa de Asistencia para el Desarrollo de Proyectos (PDAP, por sus siglas en inglés), para el año fiscal 2009 en la región 9 de la EPA.
- Puntos sobresalientes del Fondo para Infraestructura Ambiental Fronteriza (BEIF) y del Programa de Asistencia para el Desarrollo de Proyectos (PDAP) en la región 6 de la EPA.
- Taller sobre los Programas de Pretratamiento y Prevención de la Contaminación para los municipios e industrias en la región fronteriza Texas-México.
- El río Nuevo sigue mostrando mejoras, como resultado de la planta de tratamiento de aguas residuales Las Arenitas.
- Avances en materia de agua en el marco del Programa Ambiental Frontera 2012 para la región fronteriza de Chihuahua.
- Continúa el desarrollo de infraestructura de agua potable y saneamiento en la zona fronteriza.
- El programa de la EPA de Infraestructura de Agua Fronteriza de las Tribus Indígenas continúa atendiendo las necesidades críticas.

Para la meta 2. Reducir la contaminación del aire:

- Término del Inventario de Emisiones para Mexicali.
- El Departamento de Calidad Ambiental de Arizona (ADEQ, por sus siglas en inglés) mejora la calidad del aire en Nogales con la terminación de la modernización de 55 camiones, mismo que reducirá emisiones nocivas.
- Estudios de emisiones vehiculares a lo largo de la frontera México-Estados Unidos.
- Fortalecimiento del Programa de Monitoreo de la Calidad del Aire a lo largo de la frontera México-Estados Unidos.
- Concientización del control del polvo en Nuevo México.
- Reducción de fuentes móviles a lo largo de la frontera México-Estados Unidos.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

- Análisis de inversiones de aire invernal con vientos leves en Sunland Park Nuevo México; El Paso, Texas; Ciudad Juárez, Chihuahua.
- Resultados del Foro de Política de Aire del Programa Frontera 2012.

Para la meta 3. Reducir la contaminación de los suelos:

- El Foro de Política sobre Residuos del Programa Frontera 2012 lanza un extenso portal en Internet.
- Limpieza exitosa en el sitio contaminado de Tijuana, metales y derivados.
- La Ciudad de Laredo: tercer sitio contaminado seleccionado para limpiarse a lo largo de la frontera México-Estados Unidos.
- Laredo paga efectivo por las llantas de desecho.
- El condado de Maverick y la ciudad de Eagle Pass abordan el problema de verter basura ilegalmente.
- Lanzando el grupo de trabajo de implementación de la iniciativa de llantas de desecho.
- Arranca el programa de capacitación para la creación de biodiesel en ambos Nogales.
- Reciclaje de papel en Nuevo Laredo.
- Saneamiento de llantas en Nuevo Laredo.
- Programa de saneamiento de residuos peligrosos en Nuevo Laredo.
- Programa de recolección de residuos sólidos peligrosos en Matamoros.
- Otorgamiento de recursos para disminuir los volúmenes de llantas de desecho en Matamoros.
- Limpieza de drenes: “Protección en la temporada de lluvias”.
- Limpieza de chatarra.
- Centros de acopio temporales, zona urbana.
- Avances en materia de reducir la contaminación de suelos, en el marco del Programa Ambiental 2012 para la región fronteriza de Chihuahua.
- Programa de saneamiento de sitios contaminados por llantas de desecho.
- Baja California suma más proyectos exitosos encaminados a proteger el medio ambiente y la salud pública en la frontera norte.
- Dirección de Control Ambiental, SEMARNAT y Secretaría de Salud de Tamaulipas unen esfuerzos en campaña de recolección de llantas de desecho en colonias de Matamoros.
- Saneamiento de arroyos y canales.

Para la meta 4. Mejorar la salud ambiental;

- Creación de comunidades más saludables en los condados de Hidalgo y Starr.
- Talleres de capacitación del capacitador para educadores sobre plaguicidas.
- Evento futuro de recolección de plaguicidas en Arizona/Sonora.
- Protegiendo la salud humana en la región fronteriza.
- “Beyond Translation”: Evaluando el impacto de las acciones conjuntas en la salud pública de la zona fronteriza.
- Educación ambiental, “Base de la formación de buenos ciudadanos”.
- Programa de Educación Ambiental en Nuevo Laredo.
- Control de información-Unidades Ambientales Ciudadanas (UAC).



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Para la meta 5. Mejorar la preparación conjunta para la respuesta ambiental:

- Capacitación y ceremonia de intercambio de equipo en Ciudad Juárez, Chihuahua.
- Simulacro binacional Columbus, Nuevo México-Palomas, Chihuahua.
- Actualización de los planes de las ciudades hermanas: El Paso, Texas–Ciudad Juárez, Chih. – Sunland Park, NM–Ysleta del Sur Pueblo.
- Transferencia histórica de equipo HAZMAT a lo largo de la región fronteriza.
- Equipo de respuesta conjunta México-Estados Unidos, reunión del 1 de septiembre del 2009 en South Padre Island, Texas.
- Actualización del Plan de Contingencia Regional Trans-Fronterizo McAllen/Reynosa USA/MX.

Para la meta 6. Mejorar el cumplimiento, el desempeño y la administración ambiental:

- Aumento de certificaciones en los Sistemas de Administración Ambiental y Medición de las mejoras ambientales en empresas pequeñas y medianas.
- Identificación por radio frecuencia (RFID, por sus siglas en inglés) para el rastreo de los embarques de residuos peligrosos a través de las fronteras internacionales.
- Inspección y vigilancia en Nuevo Laredo.
- Reglamento para la Protección Ambiental y el Desarrollo Sustentable del municipio de Nuevo Laredo, Tamaulipas.
- Liberaciones de sustancias tóxicas a lo largo de la frontera México-Estados Unidos.

En el marco del Programa Frontera 2012, la calidad del agua y la salud ambiental en la región fronteriza México-Estados Unidos mejoraron de manera importante, gracias a la implementación de proyectos de infraestructura que beneficiaron a más de siete millones de residentes. Estos proyectos permitieron la creación de redes de acceso al agua potable, y mejoraron el sistema de tratamiento de aguas residuales.

Se mejoró significativamente la calidad del aire y la comprensión pública sobre los impactos de la contaminación atmosférica, mediante la implementación de programas de reacondicionamiento de vehículos de transporte, pavimentación de vialidades, el establecimiento de redes de monitoreo atmosférico y accesibilidad a datos ambientales sobre la calidad del aire, lo que contribuyó a la sensibilización de la sociedad y a la promoción del cumplimiento de las normas nacionales de calidad del aire.

La reducción de la contaminación terrestre y el fomento al cumplimiento de las normas ambientales, rendimiento y liderazgo, son aspectos que se consiguieron mediante la limpieza, disposición y gestión adecuada de aproximadamente ocho millones de llantas usadas, así como de otros tipos de residuos como los electrónicos, plaguicidas obsoletos, eventos de recolección y limpieza de sitios-tiraderos de residuos peligrosos. La preparación conjunta, en respuesta a emergencias ambientales en la frontera México-Estados Unidos, fue reforzada mediante capacitación e intercambio de conocimientos y equipo, lo que permitió que los equipos locales de respuesta estén mejor preparados.

Finalmente, Frontera 2012 apoyó con éxito la salud humana y ambiental a través de la educación y capacitación, especialmente mediante promotoras -trabajadoras comunitarias de la salud- para atender y educar comunidades tradicionalmente marginadas, sobre los riesgos relacionados con la



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

exposición a productos químicos y plaguicidas. Esfuerzos adicionales para mejorar la salud ambiental tuvieron como resultados la disposición de plaguicidas agrícolas obsoletos almacenados, y la implementación de un programa para la disposición adecuada del mercurio en los hospitales de las ciudades y comunidades fronterizas.

Los socios del Programa Frontera 2012 se comprometieron a sostener los siguientes principios:

- Alcanzar resultados concretos y medibles;
- Apoyar la transparencia y la participación del público;
- Adoptar un enfoque de abajo hacia arriba al fijar las prioridades y tomar decisiones;
- Medir el progreso del Programa;
- Reducir los más altos riesgos de salud pública;
- Reconocer la soberanía de las tribus americanas;
- Reconocer la deuda histórica con los pueblos indígenas de México;
- Atender impactos ambientales desproporcionados;
- Mejorar la participación de interesados; y
- Reforzar la capacidad.

Se da un panorama general de los resultados que se han obtenido, enfocados en seis objetivos del Programa:

1. Reducir la contaminación del agua.
2. Reducir la contaminación del aire.
3. Reducir la contaminación del suelo.
4. Mejorar la salud ambiental.
5. Reducir la exposición a sustancias químicas, como resultado de descargas accidentales o actos de terrorismo.
6. Mejorar el desempeño ambiental mediante la aplicación y el cumplimiento de la ley. La prevención de la contaminación y la promoción de la gestión ambiental responsable.

### *4.3.2.4 Programa Ambiental México-Estados Unidos: Frontera 2020.*

Previo al desarrollo del nuevo Programa Frontera 2020, la SEMARNAT y la EPA celebraron diversas reuniones de trabajo con socios del Programa para definir el esquema del nuevo instrumento de cooperación binacional que daría continuidad al Programa Frontera 2012 y a su estructura. Ambas instituciones abrieron un espacio de consulta pública mediante el planteamiento de una serie de preguntas cuya finalidad fue recabar los puntos de vista y sugerencias de los socios estratégicos del Programa, así como los copresidentes de las distintas instancias coordinadoras del Programa Frontera 2012.

Los comentarios recibidos por ambas instituciones federales, como resultado de este esfuerzo, reforzaron la opinión general de dar continuidad a la estructura con base en el enfoque local y regional: las cinco metas estratégicas, la inclusión de estrategias fundamentales y el fomento de logros de objetivos ambientales y de salud pública más ambiciosos.

Se estableció un Comité Asesor, que fue integrado por representantes de las oficinas federales y regionales de la SEMARNAT y la EPA, representantes de los diez estados fronterizos, representantes de las naciones tribales estadounidenses y de las comunidades y pueblos indígenas mexicanos. El



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Comité Asesor tuvo como objetivo apoyar en la estructuración del nuevo programa binacional, brindando dirección en temas claves y circulando borradores de los documentos para recabar comentarios de los principales participantes en el proceso.

La misión del Programa Frontera 2020 es: Proteger el medio ambiente y la salud pública en la región fronteriza México-Estados Unidos, de manera consistente con los principios del desarrollo sustentable.

Los principios rectores del Programa Frontera 2020 son:

- Reducir los mayores riesgos a la salud pública, y conservar y restaurar el entorno natural.
- Adoptar un enfoque local para establecer prioridades y tomar decisiones a través de alianzas entre los Gobiernos federales, estatales y locales, así como las tribus nacionales de los Estados Unidos y las comunidades indígenas de México.
- Atender los impactos ambientales considerables en las comunidades fronterizas.
- Mejorar la participación de los interesados y asegurar una representación amplia de los sectores ambiental, de salud pública y otros sectores relevantes.
- Fomentar la transparencia, la participación pública y el diálogo abierto brindando información oportuna, accesible y precisa.
- Fortalecer la capacidad de los residentes de las comunidades locales y de otros interesados para que conozcan y gestionen temas ambientales y de salud pública relacionados con el medio ambiente.
- Promover comunidades sustentables mediante la mejora de los modelos ambientales, sociales y económicos en la región fronteriza.
- Lograr resultados concretos y medibles, manteniendo al mismo tiempo una visión de largo plazo.
- Medir los avances del programa a través del desarrollo de indicadores ambientales y de salud pública.
- Los Estados Unidos de América reconoce que las tribus indígenas estadounidenses son Gobiernos autónomos y, por lo tanto, los temas de equidad que impactan a los Gobiernos tribales deben atenderse en Estados Unidos en una relación entre Gobiernos.
- México reconoce la deuda histórica que tiene con sus pueblos indígenas; por lo tanto, se considerarán medidas apropiadas para atender sus inquietudes específicas, así como para proteger y preservar su integridad cultural en el marco de los propósitos ambientales de este programa.

Como parte del Programa se establecen seis estrategias fundamentales que proporcionan la expectativa de cómo los socios del Programa abordarán y examinarán los retos ambientales que enfrenan las comunidades a lo largo de la frontera. Las estrategias son las siguientes:

1. **Trabajar para mejorar la salud infantil.** Debido al deterioro ambiental, la población está expuesta a condiciones ambientales perjudiciales para la salud, especialmente los niños. El Programa Frontera 2020 utilizará diversas estrategias para proteger a los niños de los riesgos ambientales a la salud. Están la difusión social; capacitación a prestadores de servicios de salud, programas comunitarios, formación de asociaciones estatales, municipales y tribales para proteger la salud.





## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

2. **Desarrollar capacidad para atender el cambio climático.** Los riesgos del cambio climático son muchos y están documentados. Estos riesgos pueden ocasionar el incremento de contaminantes en el aire, la elevación del nivel del mar e incremento en fenómenos meteorológicos extremos; esto conlleva retos económicos, ambientales y de salud pública en las comunidades fronterizas. El Programa plantea la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y acciones para ayudar a las comunidades fronterizas a enfrentar los efectos del cambio climático.
3. **Proteger a las comunidades marginadas.** Aunque se han tratado de implementar acciones domésticas y binacionales para mejorar las condiciones ambientales y de salud pública de las comunidades fronterizas, no se han logrado importantes avances; muchas de las comunidades aún padecen graves disparidades en aspectos económicos y de salud, además de impactos ambientales desproporcionados, falta de acceso a recursos e información. Para mitigar estas disparidades, el Programa detalla la combinación de diferentes estrategias, entre las que están: mejorar el acceso a información ambiental bilingüe; promover un proceso transparente en la toma de decisiones y adoptar un enfoque “local” en la toma de decisiones; mejorar el acceso a fuentes de datos ambientales y herramientas que promuevan el derecho a la información para la región fronteriza; facilitar el acceso a recursos federales, y alentar a las comunidades fronterizas a ser partícipes de oportunidades de financiamiento y el diálogo binacional a través de los grupos de trabajo regionales y otros foros, así como establecer alianzas con Gobiernos federales, estatales, locales y tribales, y con socios estratégicos, para crear comunidades sustentables y saludables, y también desarrollar y hacer uso de indicadores ambientales para evaluar la situación ambiental e identificar las disparidades en materia de salud en comunidades marginadas.
4. **Fortalecer la cultura ambiental.** Este es un componente importante para el éxito del Programa; se busca incrementar la conciencia y el conocimiento público sobre las problemáticas ambientales de la región. El Programa promoverá diversas medidas para fortalecer la cultura ambiental en la región, como: el desarrollo de estrategias de difusión educativa; fortalecimiento de las capacidades de actores estratégicos; programas comunitarios, y la formación de alianzas entre organismos estatales, municipales y tribales para la protección de sectores vulnerables de la población.
5. **Promover la salud ambiental.** La población en la región fronteriza es creciente y transitoria. Este rápido crecimiento ha puesto retos a la salud pública y al medio ambiente a lo largo de la frontera. Muchos de los residentes están expuestos a una variedad de riesgos ambientales que afectan su salud, entre los que se incluyen: impactos de las emisiones generadas por vehículos en los puertos de entrada; emisiones de las plantas maquiladoras e industrias domésticas; problemas en el sector agrícola, como la quema y uso de plaguicidas; disposición inadecuada de desechos de residuos químicos y sólidos; infraestructura hidráulica inadecuada y saturada para disposición de aguas residuales. El Programa trabajará en proyectos que aumenten el conocimiento público sobre estos asuntos y que ofrezcan alternativas y prácticas seguras que mejoren la salud humana y el medio ambiente.
6. **Fortalecimiento de la colaboración estatal, federal, tribal e internacional.** Como parte central del Programa, es necesario asegurar procesos fuertes y eficaces de comunicación y



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

cooperación entre los socios federales, estatales, tribales e internacionales. Esto a través de asociaciones sólidas y una cooperación interinstitucional. El Programa planea fortalecer las alianzas mediante una combinación de estrategias, entre las que están: fomentar la participación y liderazgo de los Gobiernos estatales, municipales y tribales en los esfuerzos de los grupos regionales de trabajo y equipos de trabajo; promover la participación de las naciones tribales estadounidenses, las comunidades y pueblos indígenas mexicanos, y los Gobiernos estatales en los foros de política; tener comunicación frecuente y eficaz en materia de los avances del Programa y su difusión en las comunidades fronterizas y entre los socios del Programa; desarrollar planes de acción, estrategias y prioridades binacionales para atender los objetivos y las metas del Programa, así como temas emergentes; por ejemplo, modelos de crecimiento urbano sustentables para las ciudades de la frontera; colaborar con las instituciones federales, estatales, municipales y tribales pertinentes para brindar asistencia técnica, recursos y conocimientos especializados apropiados, con el fin de abordar los retos que plantean las diversas metas y objetivos del Programa, y fortalecer la sensibilidad intercultural con las tribus, reconociendo que tienen características culturales, jurisdiccionales y jurídicas que deben tomarse en cuenta al coordinar e implementar proyectos ambientales en sus territorios.

### 4.3.3 Actas e instrumentos diplomáticos.

México ha celebrado diversos acuerdos transfronterizos relacionados con el agua, con Estados Unidos de América, en el norte, y con Guatemala y Belice en el sur. Para el caso de la relación binacional México-Estados Unidos de América, la operación y aplicación de los diversos tratados, convenios y acuerdos sobre límites y aguas, derivados de las convenciones signadas por los representantes de ambos países, tienden a evitar las dificultades ocasionadas con motivo de los cambios que tienen lugar en los cauces de los ríos Bravo (Grande) y Colorado, principalmente.

La vigilancia en la implementación de estos tratados y acuerdos está a cargo de la Comisión Internacional de Límites y Aguas, a través de la sección México y de su contraparte en Estados Unidos, cuya jurisdicción contempla las áreas de aguas subterráneas, aguas superficiales, saneamiento fronterizo, límites territoriales y puentes y cruces.

En el artículo III del Tratado de la Distribución de las Aguas Internacionales, firmado el 3 de febrero de 1944, ambos Gobiernos se comprometen a resolver los problemas fronterizos de saneamiento. Para ello, cada acta que se refiera a un problema de saneamiento debe incluir:

- Identificación del problema.
- Definición de las condiciones que requieren solución.
- Normas específicas de calidad que deberán aplicarse.
- Acciones específicas que deberán aplicarse.
- Programa específico para su desarrollo.

De las 324 actas existentes, 45 se refieren específicamente a problemáticas de saneamiento; de entre ellas destacan:



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

- **Acta 261**, donde se dictaminan las recomendaciones para la solución de los problemas fronterizos de saneamiento, incluyendo las aguas costeras y los escurrimientos por los tramos limítrofes de los ríos Bravo y Colorado.
- **Acta 264**, donde se dan las recomendaciones para la solución del problema fronterizo de saneamiento del río Nuevo en Mexicali, Baja California-Calexico, California.
- **Acta 270**; en esta acta se dictaminan las recomendaciones para la primera etapa de las obras de alejamiento y tratamiento para la solución del problema fronterizo de saneamiento en Tijuana, Baja California-San Diego, California.
- **Acta 273**, donde se dan las recomendaciones para la solución del problema fronterizo de saneamiento en Naco, Sonora-Naco, Arizona.
- **Acta 283**, en la cual se determina el plan conceptual para la solución internacional del problema fronterizo de saneamiento en Tijuana, Baja California-San Diego, California.
- **Acta 294**, en la cual se informa del programa de consolidación de proyectos para la solución de problemas fronterizos de saneamiento.
- **Acta 296**, que determina la distribución de los costos de construcción, operación y mantenimiento de la planta internacional de tratamiento de aguas residuales, construida con base en los acuerdos del Acta 283 de la Comisión, para la solución del problema fronterizo de saneamiento de Tijuana, Baja California-San Diego, California.
- **Acta 299**, la cual establece el apoyo de la Comisión Internacional de Límites y Aguas a la Comisión de Cooperación Ecológica fronteriza en el desarrollo de proyectos para la solución de los problemas fronterizos de saneamiento.
- **Acta 304**, que dictamina el programa de inversiones conjuntas para proyectos de infraestructura de agua potable y de saneamiento para las poblaciones en la franja fronteriza entre México y Estados Unidos.
- **Acta 194**, donde se detalla el convenio relativo al uso de emergencia del canal Todo Americano para la entrega de agua para su uso en México durante la parte del año de calendario 1950, anterior a la fecha en que entren en vigor los artículos 10, 11 y 15 del Tratado de Aguas de 1944.
- **Acta No. 279**, donde se especifican las medidas conjuntas para mejorar la calidad de las aguas del río Bravo en Nuevo Laredo, Tamaulipas-Laredo, Texas.
- **Acta No. 289**, donde se detalla la observación de la calidad de las aguas a lo largo de la frontera entre México y Estados Unidos.
- **Acta No. 320**, en la cual se da el marco general para la cooperación binacional en los asuntos transfronterizos de la cuenca del río Tijuana.

### 4.3.4 La naturaleza jurídica y las atribuciones de la CILA.

#### **La CILA como organismo Internacional.**

La CILA es un organismo internacional desde 1889, cuando se crea bajo el nombre de “Comisión Internacional de Límites” y, a partir del 8 de noviembre de 1945, como la Comisión Internacional de Límites de Aguas. El tratado de 1944, suscrito entre México y Estados Unidos, le otorga el carácter pleno de organismo internacional y es, por tanto, el instrumento base y en donde se encuentran los elementos centrales de su operación como tal.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Como organismo internacional, la CILA tiene características propias, que encajan dentro de criterios doctrinales y precedentes internacionales que sustentan su carácter de organismo internacional. Sin embargo, al estar integrada por dos secciones nacionales, su operación internacional exige una clara separación entre lo que la CILA realiza bajo el paraguas de organismo internacional y lo que no.

Sus funciones están contenidas en los propios tratados (y en los instrumentos bilaterales que los Gobiernos suscriban), son tanto generales como específicas, cuya ejecución está a cargo de las secciones nacionales, por lo que resulta igualmente importante especificar cuándo una sección nacional, pese a su naturaleza administrativa, conforme al derecho nacional de cualquiera de las partes, continúa trabajando o fungiendo como organismo internacional.

La Consultoría Jurídica de la SRE emitió el criterio para ello; sin embargo, se requiere de un análisis detallado de cada función, reforzado con las disposiciones de la LAASP y la LOPSRM, así como disposiciones aplicables del TMEC.

La elaboración de sus propios criterios, para la construcción y adquisición de bienes, le brindaría mayor flexibilidad a la Comisión y a sus respectivas secciones para ejercer su presupuesto de una manera menos restrictiva.

### **La CILA como órgano desconcentrado.**

La sección mexicana de la CILA es un órgano desconcentrado de la Secretaría de Relaciones Exteriores que ejerce su acción en toda la zona fronteriza norte del país y no tiene personalidad jurídica propia.

Se le asignan competencias exclusivas, mediante el artículo 49 y 50 del Reglamento Interior de la Secretaría de Relaciones Exteriores, entre las que destacan la libertad de acción en trámite y decisión. Sostiene un vínculo jerárquico con el titular de la SRE, por lo que se encuentra subrogada a las facultades de mando, decisión, vigilancia y competencia de dicha Secretaría.

No tiene autonomía económica, dado que recibe dinero del presupuesto de egresos que se autoriza a la Secretaría de Relaciones Exteriores, mediante la partida 1000 y 3000, así como un convenio de colaboración con la CONAGUA, para su partida 4000.

La autonomía técnica es su verdadera justificación: vigilar el cumplimiento de los tratados internacionales entre México y Estados Unidos, en materia de límites y aguas, negociar y formalizar acuerdos generados en el marco de sus atribuciones, asistir al Gobierno mexicano en los asuntos que le sean encomendados, así como operar y mantener la infraestructura construida bajo dichos acuerdos, asegurando la integridad territorial y promoviendo el manejo de las cuencas transfronterizas en un marco de cooperación y transparencia.



## 5 Documentación para registro en la Unidad de Inversiones SHCP.

### 5.1 Programación de las acciones y proyectos.

Se clasificaron los proyectos de acuerdo con la prioridad de ejecución, que complementa la cartera de proyectos previamente creada, para identificar aquellas acciones requeridas para eliminar el déficit sobre la demanda actual (prioritarias) y las que servirán para atender las necesidades futuras de acuerdo con las proyecciones estimadas.

La programación de las acciones y proyectos consideró, además, las capacidades de ejecución de los Organismos Operadores, o bien, dependencias municipales, estatales o federales de acuerdo con el presupuesto de cada obra. Este programa servirá para estimar los recursos necesarios para cada ciudad y región, así como para toda la frontera, considerando la urgencia con que debe llevarse a cabo cada obra o acción, en función del impacto internacional que se puede generar si no se realiza oportunamente.

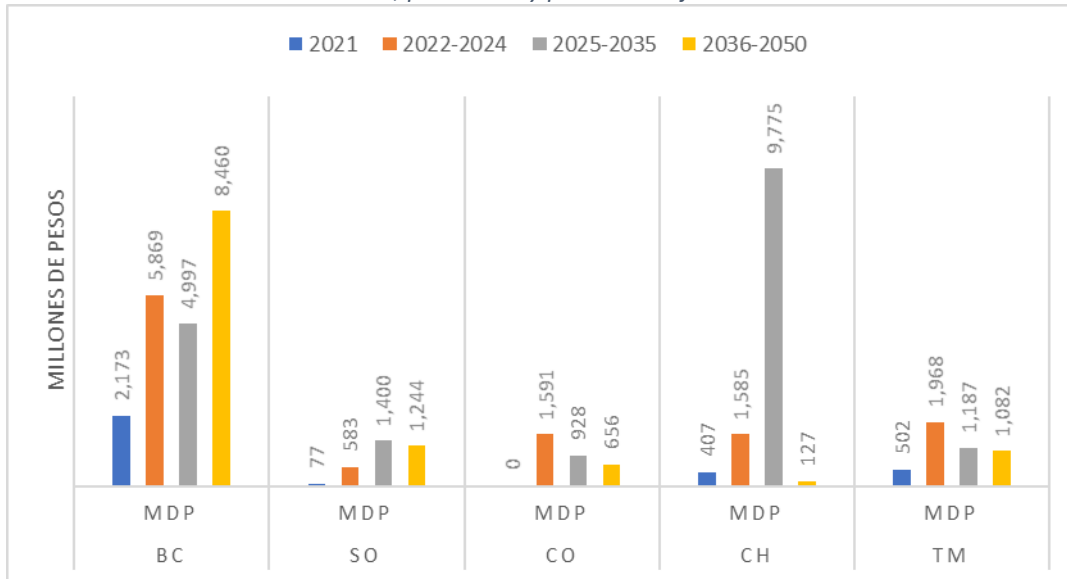
La siguiente tabla indica la cantidad de proyectos a realizarse por periodo de ejecución y el total de inversión estimada por estado, resaltando que en el periodo 2022-2035 se programa un total de 29,883 mdp, representando el 67 % del total de la inversión para el **Programa de Saneamiento de la Frontera Norte a Nivel Gran Visión**.

*Tabla 273. Resumen de la cartera de proyectos al 2050, por estado y periodo de ejecución.*

Periodo de ejecución	BC	SO	CO	CH	TM	TOTALES
	mdp	mdp	mdp	mdp	mdp	mdp
2021	2,173	77	-	407	502	<b>3,159</b>
2022-2024	5,869	583	1,591	1,585	1,968	<b>11,595</b>
2025-2035	4,997	1,400	928	9,775	1,187	<b>18,287</b>
2036-2050	8,460	1,244	656	127	1,082	<b>11,569</b>
<b>TOTALES</b>	<b>21,498</b>	<b>3,304</b>	<b>3,174</b>	<b>11,894</b>	<b>4,740</b>	<b>44,611</b>

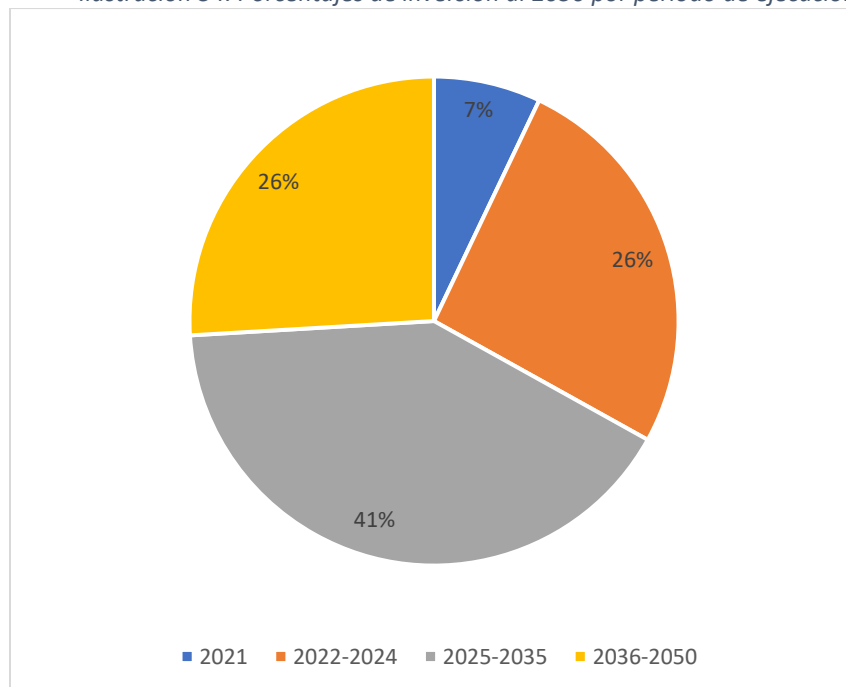
Elaboración propia.

Ilustración 53. Inversiones al 2050, por estado y periodo de ejecución.



Elaboración propia.

Ilustración 54. Porcentajes de inversión al 2050 por periodo de ejecución.



Elaboración propia.

Para el periodo inmediato correspondiente a año 2021 se requiere de una inversión de 3,159 mdp para atender las necesidades detectadas, debidas al déficit en la demanda actual de saneamiento, de los cuales 2,173 mdp serán para atender la problemática en el estado de Baja California, donde la ciudad más afectada es Tijuana, la cual requiere de mayor inversión en todos los periodos para atender la problemática de saneamiento, a excepción del periodo 2025-2035 en donde Chihuahua requerirá de 9,775 mdp, y la mayor inversión será para Ciudad Juárez.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

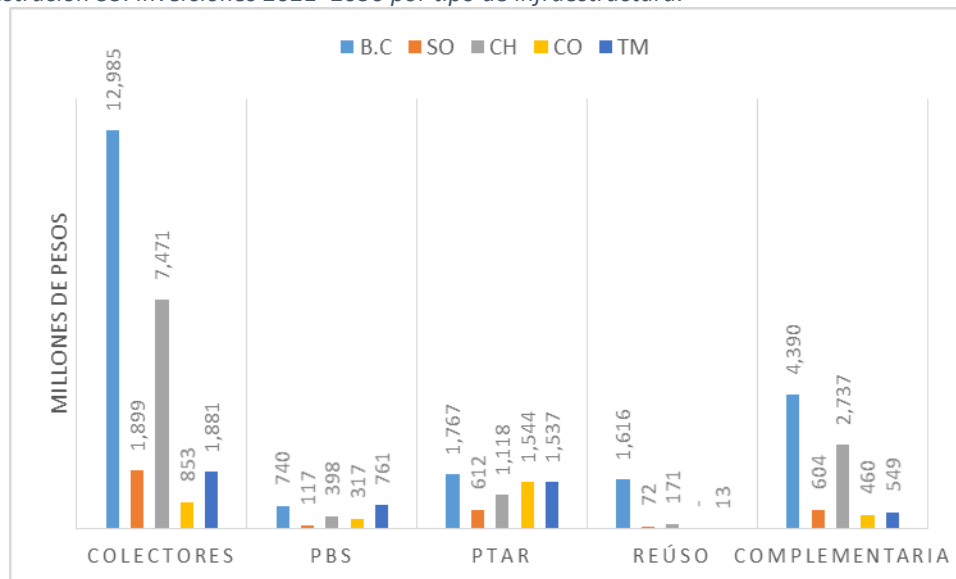
En la siguiente imagen se detallan las inversiones por tipo de infraestructura para cada estado, resaltando que Baja California requiere de mayor inversión para la construcción, ampliación y rehabilitación de colectores, con una inversión de 12,985 mdp, seguido de Chihuahua, con una inversión de 7,471 mdp para el periodo de ejecución 2021-2050, la inversión necesaria para este rubro representa el 56% del total de inversión del Plan de Saneamiento de la Frontera Norte.

Tabla 274. Resumen de la cartera de proyectos al 2050, por estado.

POR TIPO DE INFRAESTRUCTURA	BC		SO		CH		CO		TM		TOTALES	
	#	mdp	#	mdp	#	mdp	#	mdp	#	mdp	#	mdp
Colectores y emisores	133	12,985	65	1,899	30	7,471	18	853	94	1,881	340	25,089
Plantas de bombeo y rebombeo	39	740	10	117	7	398	4	317	21	761	81	2,333
Plantas de tratamiento	12	1,767	11	612	18	1,118	6	1,544	23	1,537	70	6,577
Sistema de reúso	3	1,616	1	72	3	171	0	-	1	13	8	1,871
Infraestructura complementaria	318	4,390	10	604	5	2,737	7	460	30	549	370	8,740
<b>TOTALES</b>	<b>505</b>	<b>21,498</b>	<b>97</b>	<b>3,304</b>	<b>63</b>	<b>11,894</b>	<b>35</b>	<b>3,174</b>	<b>169</b>	<b>4,740</b>	<b>869</b>	<b>44,611</b>

Elaboración propia.

Ilustración 55. Inversiones 2021–2050 por tipo de infraestructura.



Elaboración propia.

La cartera estimada para el periodo 2021-2050 considera la realización de 869 acciones, de las cuales 33% se programan para el periodo 2021-2024 y 67 % para el periodo 2025-2050. Como se mencionó anteriormente, el periodo de mayor inversión, y con el mayor porcentaje, se prevén para el periodo de ejecución 2022-2035.

### 5.2 Análisis socioeconómico.

El Análisis socioeconómico para el Proyecto de Saneamiento de la Frontera Norte a Nivel Gran Visión (PSFN-GV-GV), se propuso para **identificar, de manera preliminar, la rentabilidad socioeconómica del Programa**, una vez reconocidas las necesidades de saneamiento de la Frontera Norte a partir del diagnóstico de la infraestructura actual y elaboradas las propuestas para atender el déficit



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

descrito, así como los recursos necesarios para el mantenimiento, conservación y reposición de la infraestructura.

El PSFN-GV-GV se desarrolla en el marco del Tratado de Aguas de 1944, del Acuerdo de La Paz de 1983, y de otros instrumentos diplomáticos que comprometen a México para atender el problema fronterizo de saneamiento. Con la finalidad de establecer una visión amplia de la problemática de los principales sistemas de saneamiento en la frontera norte, el PSFN-GV-GV recopiló información de estudios disponibles y planes que se han desarrollado en los últimos años, de carácter técnico, comercial, legal, financiero y jurídico, de los principales sistemas.

En este estudio se identificó el estado actual y la problemática de los distintos sistemas de saneamiento, particularmente de descargas no controladas o derrames hacia cuerpos binacionales. Para lo anterior se realizó una revisión especial de los escurrimientos pluviales en el funcionamiento de la infraestructura de drenaje sanitario, ya que su impacto puede ser muchas veces perjudicial y requiere de atención para mitigar dichos efectos negativos.

El problema fronterizo de saneamiento, definido en el Acta 261 desde 1979, es “cada uno de los casos en que [...] las aguas que crucen la frontera, incluyendo las aguas costeras, o escurran por los tramos limítrofes de los ríos Bravo y Colorado, tengan condiciones sanitarias tales que representen un riesgo para la salud y el bienestar de los habitantes de cualquier lado de la frontera e impidan el uso benéfico de dichas aguas.”

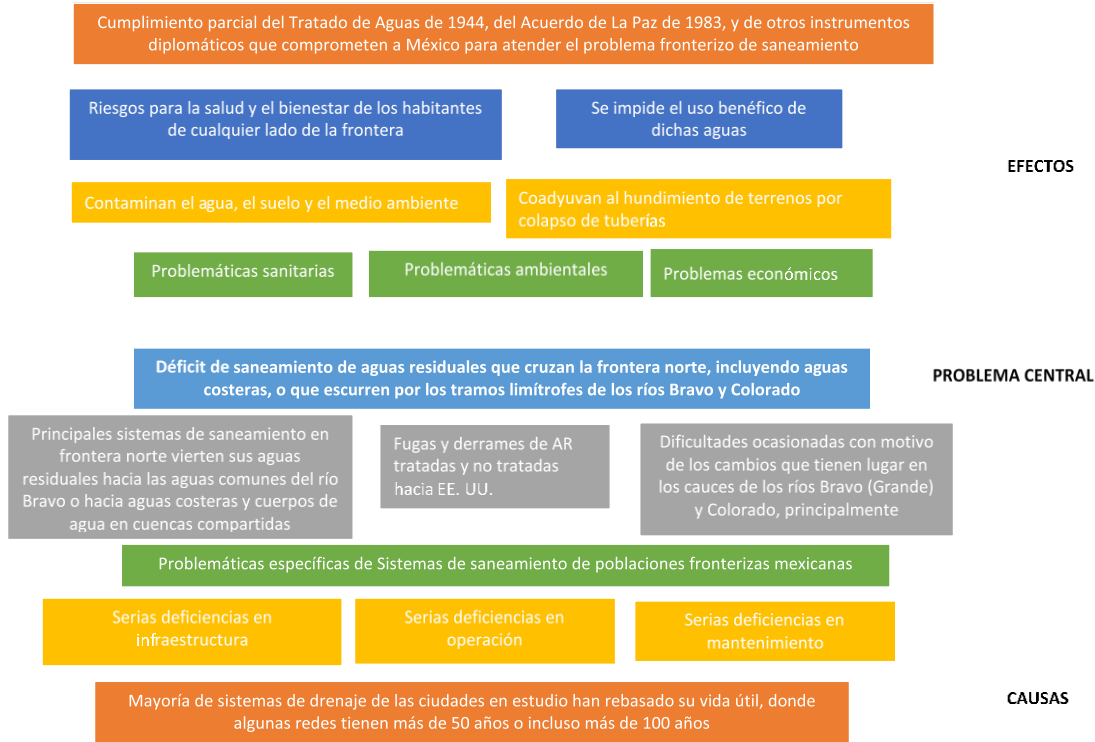
El problema central que el PSFN-GV-GV busca resolver consiste en reducir el déficit de saneamiento de aguas residuales que cruzan la frontera norte, incluyendo aguas costeras, o que escurren por los tramos limítrofes de los ríos Bravo y Colorado. Las principales causas y efectos del problema identificado se muestran de forma esquemática en el siguiente árbol del problema.





# COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 56. Árbol del problema fronterizo de saneamiento.



Elaboración propia.

El PSFN-GV-GV tiene su área de enfoque en 15 ciudades de la zona fronteriza norte de México. Estas ciudades abarcan 5 estados colindantes con los EE. UU. Estas ciudades son: Tijuana, Tecate y Mexicali, Baja California; Naco, Nogales, San Luis Río Colorado, Sonora; Juárez, Ojinaga, Valle de Juárez, Chihuahua; Acuña, Piedras Negras, Coahuila; y Nuevo Laredo, Matamoros, Reynosa y Frontera Chica, Tamaulipas.

En la actualidad la oferta es de saneamiento de agua en estas 15 ciudades/regiones asciende a 13,066 l/s, aunque, cabe mencionar que la oferta instalada, en condiciones óptimas, podría dar servicio a 17,766. Esta diferencia es fruto de las diversas afectaciones que presenta el sistema de saneamiento de agua que impiden aprovechar y ofrecer en su totalidad la infraestructura para el saneamiento.

Por otra parte, la demanda saneamiento de agua, a nivel agregado de las ciudades en cuestión, es de 17,200 l/s. Esta condición permite obtener que en la actualidad existe un **déficit de 4,134 l/s**. También es importante mencionar que dentro de las ciudades/regiones existen algunas con mayor o menor déficit; **las ciudades que presentan mayor déficit de saneamiento de agua son Juárez y Matamoros, Chihuahua y Tamaulipas**, respectivamente.

Bajo una situación futura (estimada), para **2050 la demanda de saneamiento de agua 26,131 l/s**, y que de no realizarse el PSFN-GV-GV agravaría la situación, toda vez que la oferta (suponiendo) permanezca igual, lo cual es poco probable ya que se espera que con el paso del tiempo se presenten mayores daños al sistema será, como se mencionó de 13,066 l/s. Esta condición implica que el



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

**déficit en el saneamiento de agua se incrementa a 13,065 l/s.** Para este momento las 15 ciudades presentarán un déficit de saneamiento.

La capacidad de diseño instalada del sistema de saneamiento en el área de estudio, esto es, el conjunto de las ciudades mencionadas asciende a 17,776 l/s; empero, la oferta actual con la que operan los sistemas de saneamiento de agua de las ciudades es de 13,066 l/s. Esto se debe a las diferentes fallas que presenta el sistema, desde la recolección hasta el tratamiento del agua residual.

Es igualmente necesario mencionar que la demanda de saneamiento de agua actual (2020) es de 17,200 l/s en las ciudades de estudio. Esta situación ocasiona que se presente un **déficit en el tratamiento de agua conjunto por 4,134 l/s.** En la actualidad, las ciudades que presentan una mayor afectación son Matamoros, Juárez y Reynosa. Esta situación puede agravarse de no llevarse a cabo ninguna acción para revertir esta situación. **En 2050**, el requerimiento de saneamiento de agua se incrementará, según estimaciones, a 26,131 l/s, bajo esta situación, bajo una oferta igual a la actual, **representa un déficit de 13,065 l/s.**

Esta situación llevaría a que ciudades como Juárez, en el estado de Chihuahua, incrementase su déficit en 2,000 litros por segundo de 2020 a 2050. Otras ciudades que también incrementarían su déficit de saneamiento de agua por encima de 900 l/s son: Reynosa, Tijuana, Mexicali, Matamoros y Nogales.

El PSFN-GV-GV considera el reemplazo de la infraestructura que ha llegado al final de su vida útil, la rehabilitación de aquella que se encuentra deteriorada, el aumento de la capacidad de las plantas de bombeo y de las plantas de tratamiento de aguas residuales, el reforzamiento del sistema de saneamiento en general. Asimismo, busca mejorar la calidad del efluente para cumplir con la normatividad, pero también mejorar los programas de operación y mantenimiento de los sistemas de saneamiento.

A partir de las necesidades anteriores, el PSFN-GV-GV plantea su intervención mediante la actuación sobre los siguientes componentes: colectores, obras de captación y conducción, plantas de bombeo y de tratamiento, infraestructura para el reúso del agua, instrumentos de monitoreo, e infraestructura complementaria. Estas acciones corresponden programas o proyectos de ampliación de la oferta de infraestructura de saneamiento, de mejoramiento del servicio, de reposición del sistema y de construcción; lo anterior según la acción a desarrollar y la zona geográfica a intervenir.

La Evaluación socioeconómica, según los Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, está definida como la: *“Evaluación del programa o proyecto desde el punto de vista de la sociedad en su conjunto, con el objeto de conocer el efecto neto de los recursos utilizados en la producción de los bienes o servicios sobre el bienestar de la sociedad. Dicha evaluación debe incluir todos los factores del programa o proyecto, es decir, sus costos y beneficios independientemente del agente que los enfrente. Ello implica considerar adicionalmente a los costos y beneficios directos, las externalidades y los efectos indirectos e intangibles que se deriven del programa o proyecto”*, según



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

los mismos Lineamientos, existen diferentes tipos de evaluaciones o análisis socioeconómicas que van desde Fichas Técnicas y Análisis Costo Eficiencia hasta Análisis Costo Beneficio dependiendo de la naturaleza y el monto de inversión de cada proyecto o programa de inversión (PPI).

Ahora bien, según la naturaleza del problema y del PPI, existen básicamente dos tipos de beneficios que deben considerarse en la evaluación: los cuantificables y los no cuantificables; los primeros son aquellos que, como su nombre lo indica, son beneficios que se pueden cuantificar, y los segundos, son beneficios que no son cuantificables o sean de difícil cuantificación y valoración, es decir, beneficios que existen y presentan mejoras a la salud, la economía, al medio ambiente y, por tanto, a la sociedad en su conjunto.

El problema de saneamiento del agua en el área de estudio es un problema complejo que debe ser analizado detalladamente; la evaluación socioeconómica realizada presenta un árbol del problema que define el problema de la siguiente manera: *Déficit de saneamiento de aguas residuales que cruzan la frontera norte, incluyendo aguas costeras, o que escurren por los tramos limítrofes de los ríos Bravo y Colorado*. En dicho árbol se identifican de manera general las causas y consecuencias del problema; sin embargo, aún se requieren estudios detallados sobre la situación actual de cada sistema, sus componentes, su área de influencia, las condiciones de oferta y demanda en sus diferentes escenarios, así como la identificación de medidas de optimización y el desarrollo de las distintas alternativas de solución que permita identificar, cuantificar y valorar tanto los costos, como los beneficios socioeconómicos de estos proyectos y, en función de ello, calcular la rentabilidad socioeconómica.

No obstante lo anterior, este Análisis Socioeconómico permite identificar y dimensionar el problema actual respecto al saneamiento para cada una de las ciudades consideradas en el estudio; así mismo, permite observar la proyección del problema al 2050, e identifica también de manera preliminar las inversiones requeridas para atenderlo en los próximos años, y también presenta una revisión sobre las distintas metodologías, prácticas comúnmente aceptadas y la experiencias respecto a la naturaleza de los beneficios atribuibles a cada uno de los distintos proyectos enfocados a solucionar el problema del saneamiento.

El contenido del **análisis socioeconómico que se incluye como anexo a este documento** es el siguiente: en una primera parte se hace una revisión sobre la vinculación del Programa de Saneamiento de la Frontera Norte con ordenamientos jurídicos aplicables, a fin de poder identificar cuál es la normatividad y compromisos internacionales en materia de saneamiento en la frontera norte; un segundo apartado es referente a la Descripción del área de estudio, el cual tiene como propósito definir, caracterizar y destacar la importancia económica, social, ambiental e hídrica de los municipios de la frontera norte; un tercer apartado se propone presentar el diagnóstico de la situación del Saneamiento, el cual da origen al análisis de la oferta, demanda y balance del saneamiento en la situación actual en cada una de las ciudades consideradas en el estudio; posteriormente, se presentan las acciones identificadas para atender el problema para cada una de las ciudades, así como sus costos, posibles fuentes de financiamiento, beneficios atribuibles dependiendo de la naturaleza del proyecto, y finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Una de las maneras más asequible de financiar el PSFN-GV-GV debido a la brevedad y al menor número de procedimientos administrativos, es el registro en cartera de la Unidad de Inversiones de la SHCP, del paquete de proyectos que se identifican en el PSFN-GV-GV. No obstante, se recomienda explorar otras fuentes, a fin de incrementar o complementar el financiamiento de los proyectos considerados por el PSFN-GV-GV.

En cuanto a la identificación, cuantificación y valoración de los costos y beneficios de los proyectos propuestos en el marco del PSFN-GV-GV, se tiene que este tipo de proyectos genera beneficios intangibles y tangibles de impacto considerable, de tal manera que generalmente se observa que los beneficios de que se obtienen superan con creces los costos de los proyectos de saneamiento. Para una precisa y adecuada medición de los costos es fundamental realizar los respectivos estudios particulares a cada proyecto propuesto por el PSFN-GV, tanto estudios de campo como de gabinete, para documentar por separado cada caso y sostener su rentabilidad socioeconómica. La evidencia documental en relación con esta tipología de proyectos sostiene su alto impacto en el medio ambiente, además de generar externalidades positivas en otros mercados.

Se reconoce que la información recopilada para el PSFN-GV requiere de mayor profundización y de llevar a cabo los respectivos estudios, tales como los estudios de campo o de mercado para recabar la información precisa que permita identificar, cuantificar y valorar los beneficios cuantificables de cada proyecto propuesto en el marco del PSFN-GV. De igual manera, se requiere de la elaboración de los proyectos ejecutivos de cada proyecto, así como de la totalidad de las alternativas para cada uno de éstos, a fin de contar con los catálogos de conceptos para proceder al cálculo del Costo Anual Equivalente de cada alternativa presentada. Por otra parte, se requiere de los estudios de factibilidad técnica, ambiental, y legal de cada proyecto para estar en condición de ser presentados, como candidatos a recibir financiamiento vía el Presupuesto de Egresos de la Federación.

El problema del déficit de saneamiento de las aguas transfronterizas en la frontera norte del país es grave, por lo que se recomienda su atención de forma urgente, inicialmente en las ciudades que han sido identificadas en el PSFN-GV. Se requiere, por lo tanto, la elaboración de los proyectos ejecutivos de cada uno de los proyectos identificados, la realización de los análisis de sus alternativas mediante los cálculos correspondientes al Costo Anual equivalente (CAE), así como la realización de los estudios de factibilidades técnica, legal y ambiental de los mismos, a efecto de poder identificar los beneficios cuantificables y los no cuantificables que permitan determinar su rentabilidad socioeconómica en cada caso.

Respecto a los recursos para ejecutar el PSFN-GV, el gobierno mexicano tiene acceso a diversas fuentes de financiamiento, las cuales pueden ir desde la financiación a través del Presupuesto de Egresos de la Federación, la financiación mediante organismos internacionales de apoyo a los gobiernos, la banca comercial o la financiación mediante la banca de desarrollo. No obstante, por cuestiones prácticas, la viabilidad del financiamiento en el corto plazo se puede lograr a través del registro de la cartera de proyectos en la Unidad de Inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Por su parte, el establecimiento de un nuevo programa presupuestario requiere de la elaboración de un diagnóstico previo a la propia realización del programa, el cual debe comprender: el problema a atender, el análisis del problema, definir el objetivo a lograr, seleccionar las alternativas de solución, definición de la Estructura Analítica del Programa Presupuestal (EAPp) y la elaboración de la Matriz de Indicadores para Resultados (MIR).

En este sentido, la elaboración de Programas Presupuestarios se debe hacer en apego a la metodología establecida por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), denominada Metodología del Marco Lógico (MML), la cual establece una serie de elementos documentales que todo programa debe cumplir.

En relación con las técnicas de preparación de proyectos de saneamiento, existen metodologías utilizadas y validadas por organismos oficiales, tanto nacionales como internacionales, que sirven de apoyo en la investigación para la identificación, cuantificación y valoración de los beneficios que proveen los programas o proyectos de inversión. Con base en dichas metodologías es posible determinar que, generalmente este tipo de programas y proyectos generan beneficios intangibles y/o cuantificables. Dentro del primer grupo se tienen los siguientes: reducción de enfermedades, reducción de casos de malnutrición, incremento de la dignidad y seguridad de los infantes, promoción de la asistencia escolar, y reducción en la contaminación del medio ambiente. En el segundo grupo tenemos que, ahorro de recursos al evitar caer en enfermedades, incremento de la plusvalía de los predios en donde se ejecuten los proyectos, incremento en la capacidad productiva agrícola, y reducción en el consumo de agua potable en la producción industrial.

El costo de la cartera de proyectos que integran a las acciones del PSFN-GV asciende a 43,303 mdp, a ejercerse en un plazo planificado del año 2021 al año 2050. La distribución porcentual de este monto muestra que el 58% de ésta se enfoca en colectores y emisores, el 16% se aplicaría a plantas de tratamiento, el 16% a infraestructura complementaria, el 6% a plantas de bombeo y rebombeo, y el restante 4% se orienta a sistemas de reúso. Como se puede inferir de la anterior distribución, se notará que el problema mayúsculo se encuentra en los colectores y emisores que integral a los sistemas de saneamiento de la frontera Norte.

Dada la importancia política, sanitaria y ambiental del saneamiento, es importante realizar los respectivos estudios de evaluación socioeconómica para cada uno de los proyectos propuestos, a fin de robustecer la justificación de realizarlos; ya que como se ha expresado este tipo de proyectos sí tiene la capacidad de generar beneficios y externalidades positivas. Sin embargo, dado que la normatividad para obtener financiamiento lo requiere, es necesario presentar los estudios necesarios para tramitarlos. Además, de esta manera se documentarán de forma específica por área los beneficios a esperar de la ejecución de los proyectos que propone el PSNF.

En materia de cumplimiento de acuerdos internacionales, se tiene primeramente lo establecido en los ordenamientos jurídicos aplicables mencionados anteriormente, así como en diversos artículos del “Tratado entre el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y el Gobierno de los Estados Unidos de América de la Distribución de las Aguas Internacionales de los ríos Colorado, Tijuana y Bravo, desde Fort Quitman, Texas, hasta el Golfo de México”.



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

En el ámbito de este último tratado mencionado, se establecen que “...La aplicación del presente Tratado, la reglamentación y el ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones que los dos Gobiernos adquieren en virtud del mismo, y la resolución de todos los conflictos que originen su observancia y ejecución, quedan confiados a la Comisión Internacional de Límites y Aguas, que funcionará de conformidad con las facultades y restricciones que se fijan en este Tratado...” (Artículo 2).

De igual forma, se establece que “...La Comisión Internacional de Límites y Aguas tendrá las siguientes facultades y obligaciones, en adición a las establecidas específicamente en este Tratado: ... b). - Construir o vigilar la construcción y después operar y mantener o vigilar la operación y mantenimiento de las obras convenidas, con sujeción a las respectivas leyes de cada país. Cada Sección tendrá jurisdicción sobre las obras construidas exclusivamente en el territorio de su país, hasta el límite necesario para cumplir con las disposiciones de este Tratado y siempre que dichas obras tengan conexión con las estipulaciones aludidas o alguna influencia en la ejecución de las mismas; c). - En general, ejercer las facultades y cumplir con las obligaciones específicas impuestas a la Comisión por éste y otros Tratados y Convenios vigentes ente los dos países, ejecutar sus disposiciones y evitar la violación de las mismas...” (Artículo 24).

Por lo anterior, se puede concluir que el déficit de saneamiento es considerable, del orden de los 4,134 l/s, lo cual genera importantes afectaciones al medio ambiente, la salud, la pérdida de una oportunidad económica y el no cumplimiento de los acuerdos internacionales en materia de saneamiento. Por lo anterior, se esta problemática debe atenderse de manera urgente, sobre todo en las ciudades de Matamoros, Juárez y Reynosa, que es donde se presenta el mayor déficit, por lo que se requiere elaborar proyectos específicos, soportados por estudios básicos acordes a la naturaleza del problema y que de éstos permitan identificar, cuantificar y valorar los beneficios que demuestren la su factibilidad socioeconómica.



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resumen de problemática, solución e inversión, Tijuana, BC.....	11
Tabla 2 Resumen problemática, solución e inversión, Tecate, B.C.....	12
Tabla 3 Resumen problemática, solución e inversión, Mexicali, B.C. ....	13
Tabla 4 Resumen problemática, solución e inversión, Naco, SO. ....	14
Tabla 5 Resumen problemática, solución e inversión, Nogales, SO. ....	15
Tabla 6 Resumen problemática, solución e inversión, San Luis Río Colorado, SO.....	16
Tabla 7 Resumen problemática, solución e inversión, Ojinaga, CH.....	17
Tabla 8 Resumen problemática, solución e inversión, Valle de Juárez, CH. ....	18
Tabla 9Resumen problemática, solución e inversión, Cd. Juárez, CH.....	19
Tabla 10 Resumen problemática, solución e inversión, Cd Acuña, CO.....	20
Tabla 11 Resumen problemática, solución e inversión, Piedras Negras, CO. ....	21
Tabla 12 Resumen problemática, solución e inversión, Reynosa, TM.....	22
Tabla 13 Resumen problemática, solución e inversión, Matamoros, TM.....	24
Tabla 14 Resumen problemática, solución e inversión, Nuevo Laredo, TM.....	22
Tabla 15 Resumen problemática, solución e inversión, Frontera Chica, TM.....	25
Tabla 16. Cobertura de drenaje sanitario. ....	29
Tabla 17. Volúmenes de aguas residuales frontera norte. ....	34
Tabla 18. Cobertura de tratamiento de aguas residuales.....	36
Tabla 19. Proceso y normas que cumplen las PTAR.....	43
Tabla 20. Capacidad instalada y operación actual frontera norte. ....	44
Tabla 21. Cobertura de red reúso. ....	49
Tabla 22. Calidad y uso de los efluentes. ....	50
Tabla 23. Costos de operación y mantenimiento de los sistemas de saneamiento. ....	55
Tabla 24. Tarifas e información de los Organismos de Agua y Saneamiento. ....	56
Tabla 25. Costos de operación y mantenimiento. ....	69
Tabla 26. Tabla semáforo de los principales indicadores reportados.....	75
Tabla 27. Demanda actual de saneamiento de aguas residuales en la frontera norte. ....	80
Tabla 28. Demanda futura de saneamiento de aguas residuales en la frontera norte. ....	81
Tabla 29. Problemática principal en las ciudades fronterizas.....	95
Tabla 30. Acciones y proyectos de conducción de aguas residuales en Tijuana, BC. ....	97



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 31. Acciones y proyectos de conducción de aguas residuales en Tecate, BC. ....	97
Tabla 32. Acciones y proyectos de conducción de aguas residuales en Mexicali, BC.....	98
Tabla 33. Acciones y proyectos de conducción de aguas residuales en San Luis Río Colorado, SO. ....	98
Tabla 34. Acciones y proyectos de conducción de aguas residuales en Nogales, SO. ....	98
Tabla 35. Acciones y proyectos de conducción de aguas residuales en Naco, SO.....	99
Tabla 36. Acciones y proyectos de conducción de aguas residuales en Juárez, CH.....	99
Tabla 37. Acciones y proyectos de conducción de aguas residuales en Valle de Juárez, CH.....	100
Tabla 38. Acciones y proyectos de conducción de aguas residuales en Ojinaga, CH. ....	100
Tabla 39. Acciones y proyectos de conducción de aguas residuales en Acuña, CO.....	100
Tabla 40. Acciones y proyectos de conducción de aguas residuales en Piedras Negras, CO.....	100
Tabla 41. Acciones y proyectos de conducción de aguas residuales en Nuevo Laredo, TM. ....	101
Tabla 42. Acciones y proyectos de conducción de aguas residuales en Reynosa, TM. ....	102
Tabla 43. Acciones y proyectos de conducción de aguas residuales en Matamoros, TM. ....	103
Tabla 44. Acciones y proyectos de conducción de aguas residuales en la Frontera Chica, TM.....	104
Tabla 45. Acciones y proyectos de bombeo de aguas residuales en Tijuana, BC. ....	107
Tabla 46. Acciones y proyectos de bombeo de aguas residuales en Mexicali, BC.....	107
Tabla 47. Acciones y proyectos de bombeo de aguas residuales en SLRC, SO. ....	107
Tabla 48. Acciones y proyectos de bombeo de aguas residuales en Nogales, SO. ....	108
Tabla 49. Acciones y proyectos de bombeo de aguas residuales en Naco, SO.....	108
Tabla 50. Acciones y proyectos de bombeo de aguas residuales en Juárez, CH.....	108
Tabla 51. Acciones y proyectos de bombeo de aguas residuales en Valle de Juárez, CH.....	108
Tabla 52. Acciones y proyectos de bombeo de aguas residuales en Ojinaga, CH. ....	108
Tabla 53. Acciones y proyectos de bombeo de aguas residuales en Acuña, CH.....	109
Tabla 54. Acciones y proyectos de bombeo de aguas residuales en Piedras Negras, CO. ....	109
Tabla 55. Acciones y proyectos de bombeo de aguas residuales en Nuevo Laredo, TM. ....	109
Tabla 56. Acciones y proyectos de bombeo de aguas residuales en Reynosa, TM. ....	109
Tabla 57. Acciones y proyectos de bombeo de aguas residuales en Matamoros, TM. ....	110
Tabla 58. Acciones y proyectos de bombeo de aguas residuales en la Frontera Chica, TM.....	110
Tabla 59. Acciones y proyectos de tratamiento de aguas residuales en Tijuana, BC. ....	110
Tabla 60. Acciones y proyectos de tratamiento de aguas residuales en Tecate, BC. ....	111
Tabla 61. Acciones y proyectos de tratamiento de aguas residuales en Mexicali, BC.....	111





## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 62. Acciones y proyectos de tratamiento de aguas residuales en SLRC, SO. ....	111
Tabla 63. Acciones y proyectos de tratamiento de aguas residuales en Nogales, SO. ....	111
Tabla 64. Acciones y proyectos de tratamiento de aguas residuales en Naco, SO.....	111
Tabla 65. Acciones y proyectos de tratamiento de aguas residuales en Juárez, CH.....	112
Tabla 66. Acciones y proyectos de tratamiento de aguas residuales en Valle de Juárez, CH.....	112
Tabla 67. Acciones y proyectos de tratamiento de aguas residuales en Ojinaga, CH.....	112
Tabla 68. Acciones y proyectos de tratamiento de aguas residuales en Acuña, CO.....	112
Tabla 69. Acciones y proyectos de tratamiento de aguas residuales en Piedras Negras, CO.....	112
Tabla 70. Acciones y proyectos de tratamiento de aguas residuales en Nuevo Laredo, TM. ....	112
Tabla 71. Acciones y proyectos de tratamiento de aguas residuales en Reynosa, TM. ....	113
Tabla 72. Acciones y proyectos de tratamiento de aguas residuales en Matamoros, TM. ....	113
Tabla 73. Acciones y proyectos de tratamiento de aguas residuales en la Frontera Chica, TM.....	113
Tabla 74. Acciones y proyectos de reúso de agua en Tijuana, BC.....	114
Tabla 75. Acciones y proyectos de reúso de agua en Tecate, BC.....	114
Tabla 76. Acciones y proyectos de reúso de agua en Juárez, CH.....	114
Tabla 77. Acciones y proyectos de reúso de agua en Nuevo Laredo, TM.....	114
Tabla 78. Acciones y proyectos de infraestructura complementaria e instrumentación en Tijuana, BC. ....	115
Tabla 79. Acciones y proyectos de infraestructura complementaria e instrumentación en Tecate, BC. ....	115
Tabla 80. Acciones y proyectos de infraestructura complementaria e instrumentación en Mexicali, BC. ....	115
Tabla 81. Acciones y proyectos de infraestructura complementaria e instrumentación en Naco, SO. ....	115
Tabla 82. Acciones y proyectos de infraestructura complementaria e instrumentación en Cd. Juárez, CH. ....	115
Tabla 83. Acciones y proyectos de infraestructura complementaria e instrumentación en Ojinaga, CH. ....	116
Tabla 84. Acciones y proyectos de infraestructura complementaria e instrumentación en Acuña, CH. ....	116
Tabla 85. Acciones y proyectos de infraestructura complementaria e instrumentación en Piedras Negras, CO.....	116
Tabla 86. Acciones y proyectos de infraestructura complementaria e instrumentación en Nuevo Laredo, TM. ....	116



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 87. Acciones y proyectos de infraestructura complementaria e instrumentación en Reynosa, TM. ....	116
Tabla 88. Acciones y proyectos de infraestructura complementaria e instrumentación en Matamoros, TM.....	117
Tabla 89. Dimensionamiento de alternativas de conducción de aguas residuales en Tijuana, BC. ....	118
Tabla 90. Dimensionamiento de alternativas de conducción de aguas residuales en Tecate, BC. ....	119
Tabla 91. Dimensionamiento de alternativas de conducción de aguas residuales en Mexicali, BC. ....	119
Tabla 92. Dimensionamiento de alternativas de conducción de aguas residuales en San Luis Río Colorado, SO.....	120
Tabla 93. Dimensionamiento de alternativas de conducción de aguas residuales en Nogales, SO. ....	120
Tabla 94. Dimensionamiento de alternativas de conducción de aguas residuales en Naco, SO....	121
Tabla 95. Dimensionamiento de alternativas de conducción de aguas residuales en Juárez, CH..	121
Tabla 96. Dimensionamiento de alternativas de conducción de aguas residuales en Valle de Juárez, CH. ....	121
Tabla 97. Dimensionamiento de alternativas de conducción de aguas residuales en Ojinaga, CH.	121
Tabla 98. Dimensionamiento de alternativas de conducción de aguas residuales en Acuña, CO..	122
Tabla 99. Dimensionamiento de alternativas de conducción de aguas residuales en Piedras Negras, CO. ....	122
Tabla 100. Dimensionamiento de alternativas de conducción de aguas residuales en Nuevo Laredo, TM. ....	122
Tabla 101. Dimensionamiento de alternativas de conducción de aguas residuales en Reynosa, TM. ....	124
Tabla 102. Dimensionamiento de alternativas de conducción de aguas residuales en Matamoros, TM. ....	125
Tabla 103. Dimensionamiento de alternativas de conducción de aguas residuales en la Frontera Chica, TM.....	125
Tabla 104. Dimensionamiento de alternativas de bombeo de aguas residuales en Tijuana, BC. ..	128
Tabla 105. Dimensionamiento de alternativas de bombeo de aguas residuales en Mexicali, BC..	128
Tabla 106. Dimensionamiento de alternativas de bombeo de aguas residuales en SLRC, SO. ....	129
Tabla 107. Dimensionamiento de alternativas de bombeo de aguas residuales en Nogales, SO. .	129
Tabla 108. Dimensionamiento de alternativas de bombeo de aguas residuales en Naco, SO. ....	129
Tabla 109. Dimensionamiento de alternativas de bombeo de aguas residuales en Juárez, CH. ....	129



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 110. Dimensionamiento de alternativas de bombeo de aguas residuales en Valle de Juárez, CH. ....	129
Tabla 111. Dimensionamiento de alternativas de bombeo de aguas residuales en Ojinaga, CH... 129	
Tabla 112. Dimensionamiento de alternativas de bombeo de aguas residuales en Acuña, CH. ....	130
Tabla 113. Dimensionamiento de alternativas de bombeo de aguas residuales en Piedras Negras, CO. ....	130
Tabla 114. Dimensionamiento de alternativas de bombeo de aguas residuales en Nuevo Laredo, TM. ....	130
Tabla 115. Dimensionamiento de alternativas de bombeo de aguas residuales en Reynosa, TM. 130	
Tabla 116. Dimensionamiento de alternativas de bombeo de aguas residuales en Matamoros, TM. ....	130
Tabla 117. Dimensionamiento de alternativas de bombeo de aguas residuales en la Frontera Chica, TM. ....	130
Tabla 118. Dimensionamiento de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Tijuana, BC. ....	131
Tabla 119. Dimensionamiento de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Tecate, BC. ....	131
Tabla 120. Dimensionamiento de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Mexicali, BC. ....	131
Tabla 121. Dimensionamiento de alternativas de tratamiento de aguas residuales en SLRC, SO. 131	
Tabla 122. Dimensionamiento de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Nogales, SO. ....	131
Tabla 123. Dimensionamiento de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Naco, SO. 131	
Tabla 124. Dimensionamiento de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Juárez, CH. ....	132
Tabla 125. Dimensionamiento de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Valle de Juárez, CH. ....	132
Tabla 126. Dimensionamiento de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Ojinaga, CH. ....	132
Tabla 127. Dimensionamiento de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Acuña, CO. ....	132
Tabla 128. Dimensionamiento de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Piedras Negras, CO. ....	132
Tabla 129. Dimensionamiento de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Nuevo Laredo, TM. ....	132



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 130. Dimensionamiento de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Reynosa, TM. ....	132
Tabla 131. Dimensionamiento de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Matamoros, TM. ....	133
Tabla 132. Dimensionamiento de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Frontera Chica, TM. ....	133
Tabla 133. Dimensionamiento de alternativas de reúso de agua en Tijuana, BC. ....	133
Tabla 134. Dimensionamiento de alternativas de reúso de agua en Tecate, BC. ....	134
Tabla 135. Dimensionamiento de alternativas de reúso de agua en Juárez, CH. ....	134
Tabla 136. Dimensionamiento de alternativas de reúso de agua en Nuevo Laredo, TM. ....	134
Tabla 137. Dimensionamiento de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Tijuana, BC. ....	135
Tabla 138. Dimensionamiento de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Tecate, BC. ....	135
Tabla 139. Dimensionamiento de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Mexicali, BC. ....	135
Tabla 140. Dimensionamiento de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Naco, SO. ....	135
Tabla 141. Dimensionamiento de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Cd. Juárez, CH. ....	135
Tabla 142. Dimensionamiento de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Ojinaga, CH. ....	135
Tabla 143. Dimensionamiento de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Acuña, CH. ....	136
Tabla 144. Dimensionamiento de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Piedras Negras, CO. ....	136
Tabla 145. Dimensionamiento de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Nuevo Laredo, TM. ....	136
Tabla 146. Dimensionamiento de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Matamoros, TM. ....	136
Tabla 147. Dimensionamiento de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Reynosa, TM. ....	136
Tabla 148. Valoración de alternativas de conducción de aguas residuales en Tijuana, BC. ....	137
Tabla 149. Valoración de alternativas de conducción de aguas residuales en Tecate, BC. ....	138
Tabla 150. Valoración de alternativas de conducción de aguas residuales en Mexicali, BC. ....	138



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 151. Valoración de alternativas de conducción de aguas residuales en San Luis Río Colorado, SO. ....	138
Tabla 152. Valoración de alternativas de conducción de aguas residuales en Nogales, SO.....	139
Tabla 153. Valoración de alternativas de conducción de aguas residuales en Naco, SO. ....	139
Tabla 154. Valoración de alternativas de conducción de aguas residuales en Juárez, CH. ....	139
Tabla 155. Valoración de alternativas de conducción de aguas residuales en Valle de Juárez, CH. ....	140
Tabla 156. Valoración de alternativas de conducción de aguas residuales en Ojinaga, CH. ....	140
Tabla 157. Valoración de alternativas de conducción de aguas residuales en Acuña, CO. ....	140
Tabla 158. Valoración de alternativas de conducción de aguas residuales en Piedras Negras, CO. ....	141
Tabla 159. Valoración de alternativas de conducción de aguas residuales en Nuevo Laredo, TM. ....	141
Tabla 160. Valoración de alternativas de conducción de aguas residuales en Reynosa, TM. ....	142
Tabla 161. Valoración de alternativas de conducción de aguas residuales en Matamoros, TM. ....	143
Tabla 162. Valoración de alternativas de conducción de aguas residuales en la Frontera Chica, TM. ....	143
Tabla 163. Valoración de alternativas de tratamiento en Tijuana, BC.....	146
Tabla 164. Valoración de alternativas de tratamiento en Tecate, BC.....	146
Tabla 165. Valoración de alternativas de tratamiento en Mexicali, BC. ....	146
Tabla 166. Valoración de alternativas de tratamiento en SLRC, SO. ....	146
Tabla 167. Valoración de alternativas de tratamiento en Nogales, SO. ....	146
Tabla 168. Valoración de alternativas de tratamiento en Naco, SO. ....	147
Tabla 169. Valoración de alternativas de tratamiento en Juárez, CH.....	147
Tabla 170. Valoración de alternativas de tratamiento en Valle de Juárez, CH. ....	147
Tabla 171. Valoración de alternativas de tratamiento en Ojinaga, CH.....	147
Tabla 172. Valoración de alternativas de tratamiento en Acuña, CO.....	147
Tabla 173. Valoración de alternativas de tratamiento en Piedras Negras, CO.....	147
Tabla 174. Valoración de alternativas de tratamiento en Nuevo Laredo, TM.....	147
Tabla 175. Valoración de alternativas de tratamiento en Reynosa, TM.....	148
Tabla 176. Valoración de alternativas de tratamiento en Matamoros, TM. ....	148
Tabla 177. Valoración de alternativas de tratamiento en Frontera Chica, TM.....	148
Tabla 178. Valoración de alternativas de bombeo de aguas residuales en Tijuana, BC. ....	149
Tabla 179. Valoración de alternativas de bombeo de aguas residuales en Mexicali, BC. ....	149



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 180. Valoración de alternativas de bombeo de aguas residuales en SLRC, SO.....	149
Tabla 181. Valoración de alternativas de bombeo de aguas residuales en Nogales, SO.....	149
Tabla 182. Valoración de alternativas de bombeo de aguas residuales en Naco, SO. ....	149
Tabla 183. Valoración de alternativas de bombeo de aguas residuales en Juárez, CH. ....	150
Tabla 184. Valoración de alternativas de bombeo de aguas residuales en Valle de Juárez, CH. ...	150
Tabla 185. Valoración de alternativas de bombeo de aguas residuales en Ojinaga, CH. ....	150
Tabla 186. Valoración de alternativas de bombeo de aguas residuales en Acuña, CH. ....	150
Tabla 187. Valoración de alternativas de bombeo de aguas residuales en Piedras Negras, CO. ...	150
Tabla 188. Valoración de alternativas de bombeo de aguas residuales en Nuevo Laredo, TM. ....	150
Tabla 189. Valoración de alternativas de bombeo de aguas residuales en Reynosa, TM. ....	151
Tabla 190. Valoración de alternativas de bombeo de aguas residuales en Matamoros, TM.....	151
Tabla 191. Valoración de alternativas de bombeo de aguas residuales en la Frontera Chica, TM.	151
Tabla 192. Valoración de alternativas de reúso de agua en Tijuana, BC. ....	151
Tabla 193. Valoración de alternativas de reúso de agua en Tecate, BC. ....	151
Tabla 194. Valoración de alternativas de reúso de agua en Juárez, CH.....	152
Tabla 195. Valoración de alternativas de reúso de agua en Nuevo Laredo, TM. ....	152
Tabla 196. Valoración de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Tijuana, BC.....	152
Tabla 197. Valoración de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Tecate, BC.....	152
Tabla 198. Valoración de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Mexicali, BC. ....	152
Tabla 199. Valoración de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Naco, SO. ....	152
Tabla 200. Valoración de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Juárez, CH. ....	153
Tabla 201. Valoración de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Ojinaga, CH.....	153
Tabla 202. Valoración de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Acuña, CH. ....	153
Tabla 203. Valoración de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Piedras Negras, CO.....	153
Tabla 204. Valoración de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Nuevo Laredo, TM.....	153



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 205. Valoración de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Reynosa, TM.....	153
Tabla 206. Valoración de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Matamoros, TM.....	154
Tabla 207. Evaluación de alternativas de conducción de aguas residuales en Tijuana, BC. ....	156
Tabla 208. Evaluación de alternativas de conducción de aguas residuales en Tecate, BC.....	157
Tabla 209. Evaluación de alternativas de conducción de aguas residuales en Mexicali, BC. ....	157
Tabla 210. Evaluación de alternativas de conducción de aguas residuales en San Luis Río Colorado, SO. ....	157
Tabla 211. Evaluación de alternativas de conducción de aguas residuales en Nogales, SO.....	157
Tabla 212. Evaluación de alternativas de conducción de aguas residuales en Naco, SO. ....	158
Tabla 213. Evaluación de alternativas de conducción de aguas residuales en Juárez, CH. ....	158
Tabla 214. Evaluación de alternativas de conducción de aguas residuales en Valle de Juárez, CH. ....	159
Tabla 215. Evaluación de alternativas de conducción de aguas residuales en Ojinaga, CH. ....	159
Tabla 216. Evaluación de alternativas de conducción de aguas residuales en Acuña, CO. ....	159
Tabla 217. Evaluación de alternativas de conducción de aguas residuales en Piedras Negras, CO. ....	160
Tabla 218. Evaluación de alternativas de conducción de aguas residuales en Nuevo Laredo, TM.160	
Tabla 219. Evaluación de alternativas de conducción de aguas residuales en Reynosa, TM. ....	162
Tabla 220. Evaluación de alternativas de conducción de aguas residuales en Matamoros, TM....	163
Tabla 221. Evaluación de alternativas de conducción de aguas residuales en la Frontera Chica, TM. ....	164
Tabla 222. Evaluación de alternativas de bombeo de aguas residuales en Tijuana, BC.....	168
Tabla 223. Evaluación de alternativas de bombeo de aguas residuales en Mexicali, BC. ....	169
Tabla 224. Evaluación de alternativas de bombeo de aguas residuales en SLRC, SO.....	169
Tabla 225. Evaluación de alternativas de bombeo de aguas residuales en Nogales, SO.....	169
Tabla 226. Evaluación de alternativas de bombeo de aguas residuales en Naco, SO. ....	169
Tabla 227. Evaluación de alternativas de bombeo de aguas residuales en Juárez, CH. ....	169
Tabla 228. Evaluación de alternativas de bombeo de aguas residuales en Valle de Juárez, CH. ...	170
Tabla 229. Evaluación de alternativas de bombeo de aguas residuales en Ojinaga, CH. ....	170
Tabla 230. Evaluación de alternativas de bombeo de aguas residuales en Acuña, CH. ....	170
Tabla 231. Evaluación de alternativas de bombeo de aguas residuales en Piedras Negras, CO. ...	170



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 232. Evaluación de alternativas de bombeo de aguas residuales en Nuevo Laredo, TM. ....	170
Tabla 233. Evaluación de alternativas de bombeo de aguas residuales en Reynosa, TM. ....	171
Tabla 234. Evaluación de alternativas de bombeo de aguas residuales en Matamoros, TM. ....	171
Tabla 235. Evaluación de alternativas de bombeo de aguas residuales en la Frontera Chica, TM. ....	171
Tabla 236. Evaluación de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Tijuana, BC. ....	173
Tabla 237. Evaluación de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Tecate, BC. ....	173
Tabla 238. Evaluación de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Mexicali, BC. ....	173
Tabla 239. Evaluación de alternativas de tratamiento de aguas residuales en SLRC, SO. ....	173
Tabla 240. Evaluación de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Nogales, SO. ....	174
Tabla 241. Evaluación de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Naco, SO. ....	174
Tabla 242. Evaluación de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Juárez, CH. ....	174
Tabla 243. Evaluación de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Valle de Juárez, CH. ....	174
Tabla 244. Evaluación de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Ojinaga, CH. ....	174
Tabla 245. Evaluación de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Acuña, CO. ....	175
Tabla 246. Evaluación de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Piedras Negras, CO. ....	175
Tabla 247. Evaluación de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Nuevo Laredo, TM. ....	175
Tabla 248. Evaluación de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Reynosa, TM. ....	175
Tabla 249. Evaluación de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Matamoros, TM. ....	176
Tabla 250. Evaluación de alternativas de tratamiento de aguas residuales en Frontera Chica, TM. ....	176
Tabla 251. Evaluación de alternativas de reúso de agua en Tijuana, BC. ....	177
Tabla 252. Evaluación de alternativas de reúso de agua en Tecate, BC. ....	177
Tabla 253. Evaluación de alternativas de reúso de agua en Juárez, CH. ....	177
Tabla 254. Evaluación de alternativas de reúso de agua en Nuevo Laredo, TM. ....	178
Tabla 255. Evaluación de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Tijuana, BC. ....	179
Tabla 256. Evaluación de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Tecate, BC. ....	179
Tabla 257. Evaluación de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Mexicali, BC. ....	179





## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 258. Evaluación de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Naco, SO.....	179
Tabla 259. Evaluación de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Ciudad Juárez, CH.....	180
Tabla 260. Evaluación de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Ojinaga, CH.....	180
Tabla 261. Evaluación de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Acuña, CH.....	180
Tabla 262. Evaluación de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Piedras Negras, CO.....	180
Tabla 263. Evaluación de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Nuevo Laredo, TM.....	180
Tabla 264. Evaluación de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Matamoros, TM.....	181
Tabla 265. Evaluación de alternativas de infraestructura complementaria e instrumentación en Reynosa, TM.....	181
Tabla 266. Resumen de la cartera de proyectos al 2050, por estado y tipo de infraestructura.....	182
Tabla 267. Cartera de proyectos prioritarios 2021.....	184
Tabla 268. Relación de fondos y fideicomisos en el ejercicio fiscal 2020.....	186
Tabla 269. Relación de riesgos para la ejecución de proyectos.....	190
Tabla 270. Ejemplo de matriz de identificación de riesgos: Piedras Negras, CO.....	190
Tabla 271. Ejemplo de matriz de identificación de riesgos: Piedras Negras, CO.....	192
Tabla 272. Objetivos en relación con el agua del PND.....	196
Tabla 273. Resumen de la cartera de proyectos al 2050, por estado y periodo de ejecución.....	221
Tabla 274. Resumen de la cartera de proyectos al 2050, por estado.....	223



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Resumen de inversión total por ciudad en la Frontera Norte .....	26
Ilustración 2. Cobertura de drenaje sanitario en las localidades de interés.....	30
Ilustración 3. Sitios de descarga de las PTAR. ....	32
Ilustración 4. Cárcamos y plantas de bombeo en operación por municipio.....	33
Ilustración 5. Volúmenes de aguas residuales por municipio.....	35
Ilustración 6. Cobertura de tratamiento de aguas residuales.....	37
Ilustración 7. Ubicación de las PTAR de Tijuana, BC. ....	38
Ilustración 8. Ubicación de las PTAR de Tecate, BC. ....	38
Ilustración 9. Ubicación de las PTAR de la Región II MXL-SON. ....	39
Ilustración 10. Ubicación de las PTAR de los municipios fronterizos de Chihuahua.....	40
Ilustración 11. Ubicación de las PTAR de los municipios fronterizos de Coahuila.....	41
Ilustración 12. Ubicación de las PTAR de los municipios fronterizos de Tamaulipas. ....	42
Ilustración 13. Porcentaje de cumplimiento de NOM-001-SEMARNAT-1996. ....	43
Ilustración 14. Capacidad instalada y operación actual Región I. ....	45
Ilustración 15. Capacidad instalada y operación actual Región II. ....	46
Ilustración 16. Capacidad instalada y operación actual Región III. ....	47
Ilustración 17. Capacidad instalada y operación actual Región IV.....	48
Ilustración 18. Porcentaje total de utilización de aguas residuales tratadas por entidad. ....	50
Ilustración 19. Tarifas de agua potable y saneamiento para uso doméstico.....	56
Ilustración 20. Estado actual de la infraestructura Región I. ....	57
Ilustración 21. Ubicación del estado actual de la red primaria de alcantarillado, Tijuana, BC. ....	58
Ilustración 22. Plano de ubicación de colectores en mal estado, Tecate, BC. ....	58
Ilustración 23. Estado actual de la infraestructura Región II. ....	59
Ilustración 24. Estado actual de la infraestructura Región III. ....	59
Ilustración 25. Ubicación de infraestructura actual de saneamiento con daño severo, Acuña, CO. 60	
Ilustración 26. Ubicación del estado actual de la infraestructura con daño notorio en Acuña, CO. 60	
Ilustración 27. Ubicación del estado actual de la infraestructura de saneamiento con daño severo en Piedras Negras, CO. ....	61
Ilustración 28. Ubicación del estado actual de la infraestructura de saneamiento con daño notorio en Piedras Negras, CO. ....	61



## COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 29. Ubicación del estado actual de la infraestructura de saneamiento con daño severo en Valle de Juárez, CH. ....	62
Ilustración 30. Ubicación del estado actual de la infraestructura de saneamiento con daño severo, Ojinaga, CH. ....	62
Ilustración 31. Estado actual de la infraestructura Región IV. ....	63
Ilustración 32. Plano de ubicación del estado actual de infraestructura de alcantarillado en Nuevo Laredo, TM. ....	63
Ilustración 33. Ubicación del estado actual de infraestructura de alcantarillado Matamoros, TM. ....	64
Ilustración 34. Ubicación del estado actual de infraestructura de alcantarillado en Reynosa, TM.. ....	64
Ilustración 35. Falta de protección en colector Poniente, colonia Arboledas La Mesa, Tijuana, BC. ....	65
Ilustración 36. Tuberías colapsadas causan socavones y hundimientos en las calles, Mexicali, BC. ....	65
Ilustración 37. Laguna Anaerobia mostrando deterioro evidente, Valle de Juárez, CH. ....	66
Ilustración 38. Subcolector Coyote Alto, calle de Los Pilotos y Mar de Plata, Nuevo Laredo, TM. ..	66
Ilustración 39. Tendencias en los indicadores de Organismos Operadores de la región (1/2).....	72
Ilustración 40. Tendencias en los indicadores de Organismos Operadores de la región (2/2).....	73
Ilustración 41. Indicadores de los Organismos Operadores en estudio. ....	74
Ilustración 42. Representación esquemática del crecimiento poblacional en la frontera norte. ....	76
Ilustración 43. Demanda actual de saneamiento de aguas residuales en la frontera norte. ....	80
Ilustración 44. Demanda futura de saneamiento de aguas residuales en la frontera norte. ....	81
Ilustración 45. Demanda actual y futura de conducción de aguas residuales en redes primarias (colectores principales). ....	82
Ilustración 46. Demanda actual y futura de bombeo (en estaciones de bombeo principales). ....	82
Ilustración 47. Demanda actual y futura de tratamiento de aguas residuales. ....	83
Ilustración 48. Inversiones al 2050, por estado y tipo de infraestructura. ....	182
Ilustración 49. Evaluación de riesgos a corto plazo en colectores.....	193
Ilustración 50. Evaluación de riesgos a corto plazo en PBAR.....	194
Ilustración 51. Evaluación de riesgos a corto plazo en PTAR. ....	194
Ilustración 52. Objetivos prioritarios del PNH.....	200
Ilustración 53. Inversiones al 2050, por estado y periodo de ejecución.....	222
Ilustración 54. Porcentajes de inversión al 2050 por periodo de ejecución.....	222
Ilustración 55. Inversiones 2021–2050 por tipo de infraestructura. ....	223
Ilustración 56. Árbol del problema fronterizo de saneamiento.....	225