



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

M A T A M O R O S

T A M A U L I P A S

INFORME ESPECIAL

Agosto, 2021





COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

CONTENIDO

Resumen.....	4
1 Diagnóstico de los sistemas de saneamiento de la región.....	8
1.1 Recopilación y análisis de la información.....	8
1.1.1 Sistema principal de alcantarillado.	10
1.1.2 Sistema de tratamiento de aguas residuales.	14
1.1.3 Sistema de reúso de agua tratada.....	16
1.1.4 Generalidades.	16
1.2 Diagnóstico de la infraestructura de los sistemas de saneamiento.....	17
1.2.1 Estado actual de la infraestructura de saneamiento (utilizando semáforo).....	17
1.2.2 Pertinencia de los manuales y políticas de operación.	25
1.2.3 Situación sobre derechos de vía y tenencia de la tierra.	25
1.2.4 Condiciones de los sitios de descarga y disposición final	26
1.2.5 Costos actuales de operación y mantenimiento.....	26
1.2.6 Capacidades financieras de los organismos.....	26
2 El déficit de saneamiento en la región.....	27
2.1 Comparación de capacidad de diseño contra demanda actual y futura.	27
2.1.1 Demanda actual de saneamiento de aguas residuales.....	27
2.1.2 Determinación de la demanda futura de saneamiento de aguas residuales.....	29
2.1.3 Comparación demanda actual y futura de colectores principales.....	30
2.1.4 Comparación demanda actual y futura de estaciones de bombeo principales.....	33
2.1.5 Comparación demanda actual y futura de plantas de tratamiento.....	36
2.1.6 Comparación DE LA demanda actual y futura de agua de reúso.....	37
2.2 Determinación de las necesidades de infraestructura, operación y mantenimiento.....	37
2.2.1 Reemplazo de la infraestructura que ha rebasado su vida útil.....	37
2.2.2 Rehabilitación de la infraestructura deteriorada.....	40
2.2.3 Incremento de la capacidad de las plantas de bombeo y PTAR.....	41
2.2.4 Reforzamiento del sistema de saneamiento en general.....	42
2.2.5 Mejora en la calidad del efluente para cumplir con la normatividad aplicable (y su manejo y disposición de lodos).....	43
2.2.6 Cambios en los programas de operación y mantenimiento de los sistemas de saneamiento.....	44
3 Alternativas para atender la demanda futura de saneamiento en la región.....	46
3.1 Planteamiento de alternativas.....	46
3.1.1 Alternativas para colectores principales y obras de captación y conducción.....	46
3.1.2 Alternativas para plantas de bombeo principales.....	52
3.1.3 Alternativas para plantas de tratamiento.....	54
3.1.4 Alternativas para infraestructura para el reúso de agua.....	57
3.1.5 Alternativas para infraestructura complementaria e instrumentación.....	57
3.2 Dimensionamiento de alternativas usando criterios de resiliencia.....	57



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

3.2.1	Alternativas para colectores principales y obras de captación y conducción.....	60
3.2.2	Alternativas para plantas de bombeo principales.....	69
3.2.3	Alternativas para plantas de tratamiento	70
3.2.4	Alternativas para infraestructura para el reúso de agua	71
3.2.5	Alternativas para infraestructura complementaria e instrumentación	71
3.3	Evaluación comparativa de costos de inversión, operación y mantenimiento de alternativas.....	71
3.3.1	Alternativas para colectores principales y obras de captación y conducción.....	72
3.3.2	Alternativas para plantas de bombeo principales.....	80
3.3.3	Alternativas para plantas de tratamiento.	82
3.3.4	Alternativas para infraestructura para el reúso de agua	82
3.3.5	Alternativas para infraestructura complementaria e instrumentación	83
3.4	Selección de las alternativas más convenientes.	83
3.4.1	Alternativas para colectores principales y obras de captación y conducción.....	84
3.4.2	Alternativas para plantas de bombeo principales.....	90
3.4.3	Alternativas para plantas de tratamiento	92
3.4.4	Alternativas para infraestructura para el reúso de agua	93
3.4.5	Alternativas para infraestructura complementaria e instrumentación	93
3.5	Integración de la cartera de acciones y proyectos.....	93
3.5.1	Acciones y proyectos para colectores principales y obras de captación y conducción 94	
3.5.2	Acciones y proyectos para plantas de bombeo principales	94
3.5.3	Acciones y proyectos para plantas de tratamiento.....	94
3.5.4	Acciones y proyectos para infraestructura para el reúso de agua.....	95
3.5.5	Acciones y proyectos para infraestructura complementaria e instrumentación	95
4	Organización y alternativas de financiamiento.....	96
4.1	Análisis de opciones de organización y modalidades de financiamiento	97
4.1.1	Planteamiento de opciones de organización para la realización de estudios y proyectos.....	99
4.1.2	Planteamiento de opciones de organización para la ejecución.	102
4.1.3	Planteamiento de opciones de organización para la operación y mantenimiento.	102
4.2	Análisis de riesgos y formas de absorberlos o mitigarlos.	103
4.2.1	Identificación de riesgos (construcción de matriz).	105
4.2.2	Evaluación de riesgos.	109
	Referencias.....	112
	Acrónimos	114
	Índice de tablas	115
	Índice de ilustraciones.....	116



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Resumen

La Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA) es un organismo binacional, creado para atender la problemática que se deriva de la preservación, aprovechamiento equitativo y armónico de los bienes naturales que existen en ambos lados de los Estados Unidos de América y los Estados Unidos Mexicanos.

Uno de los documentos que rigen su desempeño es el 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, de 1944.

El artículo 3 del Tratado establece que, en los asuntos referentes al uso común de las aguas internacionales, acerca de los cuales deba resolver la Comisión, el primer orden de preferencia lo tienen los usos domésticos y municipales.

Asimismo, se especifica que los usos mencionados estarán sujetos a las medidas y obras sanitarias que convengan, de común acuerdo los dos Gobiernos, los cuales se obligan a resolver preferentemente los problemas fronterizos de saneamiento.

El Acta 261, de fecha 24 de septiembre de 1979, define los “Problemas de saneamiento” como “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 o impidan el uso benéfico de dichas aguas.”

Al tener los problemas de saneamiento un alto grado de complejidad, debido a las múltiples facetas que representan, la CILA consideró la conveniencia de llevar a cabo un trabajo conducente a la Formulación del Programa de Saneamiento de la Frontera Norte a Nivel Gran Visión. (PSFN).

Para el caso de Tamaulipas, donde persiste la característica de la extensa línea fronteriza, y la particularidad de estar constituida por la parte baja del río Bravo. A fin de lograr la mejor precisión en la elaboración del programa, se consideró la pertinencia de integrar tres frentes de trabajo, de acuerdo con el trayecto del río Bravo. Este documento corresponde al frente de Matamoros.

El Programa de Saneamiento de la Frontera Norte a Nivel Gran Visión, está integrado bajo un guion metodológico, que abarca cuatro numerales enfocados al cumplimiento de las recomendaciones contenidas en las actas de la CILA relativas.

En términos generales, atiende la recomendación 2 del acta 261: “Que para cumplir la obligación contraída por el artículo 3 del Tratado de Aguas de 1944, la Comisión preste atención permanente los problemas fronterizos de saneamiento y de a los problemas ya existentes atención inmediata y prioritaria” y, de manera particular, las recomendaciones que se señalan en cada numeral.

El numeral 1: *Diagnóstico de los sistemas de saneamiento de la región*, atiende la recomendación 3 del Acta 261 “para resolver oportunamente los problemas fronterizos de saneamiento que existen, y evitar futuros problemas; las dependencias competentes de cada Gobierno **proporcionen a su respectiva Sección de la Comisión la información y el asesoramiento técnico que esta requiera para ello.**”



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

El numeral 2: *El déficit de saneamiento en la región*, está orientado con la recomendación 7 del Acta 261: “Que los dos Gobiernos den a sus respectivas secciones la autoridad y el apoyo necesarios para que, en los términos del artículo 24 (b) del Tratado de Aguas de 1944, puedan ejercer jurisdicción sobre las obras de saneamiento realizadas en sus respectivos **países para corregir los problemas fronterizos de saneamiento, incluyendo su construcción, operación y mantenimiento.**”

En el numeral 3: *Alternativas para atender la demanda futura de saneamiento en la región*, se incluye lo relativo a la recomendación 5 del Acta 261: “Que en cada caso en que el curso de acción aprobado disponga que un problema fronterizo de saneamiento, sea corregido por uno de los dos Gobiernos, ese Gobierno **desarrolle en forma urgente los planes y proyectos de las obras necesarias para ello** y, previa su aprobación por la Comisión, dicho Gobierno proceda a realizar su construcción, operación y mantenimiento con la mayor prontitud y oportunidad posibles.”

Dentro del numeral 4: *Organización y alternativas de financiamiento*, se presenta el planteamiento para atender la recomendación 6 del Acta 261: “Que en cada caso en que el curso de acción aprobado disponga que un problema fronterizo de saneamiento sea corregido conjuntamente por los dos Gobiernos, la Comisión desarrolle los planes y proyectos de las obras necesarias para resolverlo, así como la división de trabajos y costos entre los dos países, los someta a la aprobación de los dos Gobiernos, y previa esta aprobación, cada Gobierno, por medio de su Sección de la Comisión, proceda a realizar su construcción, **operación y mantenimiento con la mayor prontitud y oportunidad posibles.**”

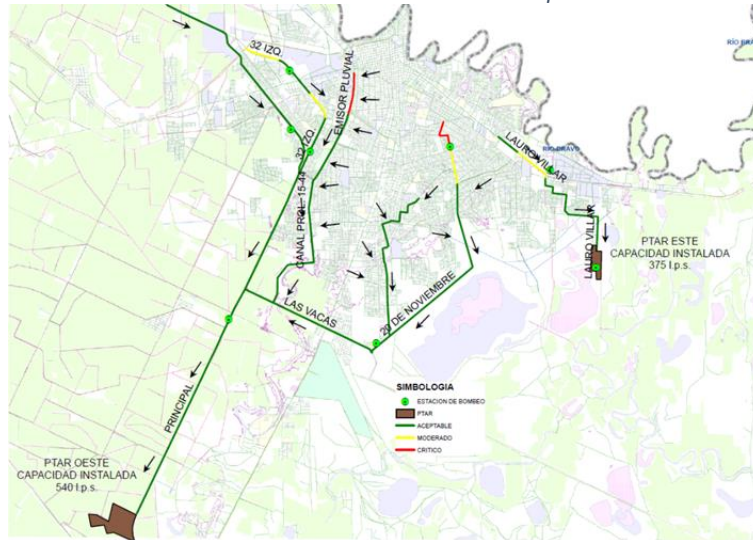
El sistema de saneamiento de Matamoros, TM, está integrado por una extensa red de atarjeas y colectores de 1327 kilómetros de longitud; por la topografía de la ciudad se tienen más de 100 estaciones de bombeo, para el desalajo de aguas pluviales y residuales, de las cuales 76 son de aguas residuales. Existen dos plantas de tratamiento de aguas residuales PTAR: la Este, de 435 lps, funcionando al 100 %, y la Oeste, de 540 lps, en proceso de llenado. Cuenta con permiso de descarga de aguas residuales a la Laguna Madre, por medio de drenes del Distrito de Riego 025; de los efluentes se reúsan 10.27 Hm³ para riego agrícola. La cobertura en alcantarillado es de 93 %, y de 63 % en saneamiento. Cuenta con Plan Maestro de Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento, elaborado por la extinta Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF), el cual se encuentra en la aplicación de la fase III.

Existen descargas de aguas residuales en las colonias del sur que no están conectadas a la red de atarjeas. La red de atarjeas en la zona centro presenta con frecuencia problemas de caídos, ocasionados por la obsolescencia de la tubería. Es necesario ampliar la red de colectores en diversas colonias. También se necesitan cuatro estaciones de bombeo y 11 requieren reingeniería, para mejorar su desempeño, tanto hídrico como energético. Hay interconexiones a interceptores faltantes de conectar. Los drenes Principal y 32 Izquierdo son insuficientes para el desalajo de los escurrimientos pluviales, ocasionando complicaciones en el sistema de saneamiento, requiriéndose su rehabilitación. Es indispensable incrementar la capacidad instalada de las PTAR Oeste. El reúso del efluente de esta PTAR demanda proyectos.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 1. Sistema de saneamiento de Matamoros. Tamaulipas



Fuente: Plano general de drenaje de la Junta de Aguas y Drenaje (JAD), de Matamoros

Con la información del diagnóstico y la deficiencia del sistema de saneamiento se integró una cartera de proyectos, programando su construcción en el plazo inmediato 2021, corto plazo 2022-2024, mediano plazo 2025-2030, y largo plazo 2031-2050.

Para atender las deficiencias de saneamiento se identificaron alternativas de proyectos para cada caso; la selección de alternativas se realiza considerando la inversión inicial, los períodos de inversión y los costos de operación y mantenimiento. Con las alternativas seleccionadas se integró una cartera de proyectos. La cartera de proyectos abarca los elementos que componen el sistema de drenaje, red de atarjeas, colectores, estaciones de bombeo, líneas de impulsión, PTAR y reúso del efluente. Dado que el financiamiento está ligado a la cartera, se presenta la cartera en ese apartado.

El servicio de agua potable alcantarillado y saneamiento en Matamoros, TM, es proporcionado por la Junta de Aguas y Drenaje (JAD). El 29 de septiembre de 1946 el Congreso del Estado expidió el decreto número 126, mediante el cual dio categoría de institución autónoma a la Junta de Aguas y Drenaje, con plenas facultades para administrar la captación y suministro del líquido a Matamoros.

El 3 de febrero del año 2006 entró en vigor la Ley de Aguas del Estado de Tamaulipas, (LEAT), donde se establece la organización, atribuciones y funcionamiento de los organismos operadores responsables de prestar los servicios públicos inherentes al agua, en la sección V del numeral 2 del artículo 1.

El artículo 23 de LAET, en su numeral 4, refiere que la integración del Consejo de Administración se establecerá en su decreto de creación.

Con fecha 6 de diciembre de 1972 se publicó en el Periódico Oficial del Gobierno de Tamaulipas el Decreto N.º 53, contenido en el Reglamento de Reestructuración Administrativa de la Junta de Aguas y Drenaje Matamoros, TM, tarifas y operaciones de esta. De acuerdo con lo anterior, las asociaciones civiles tienen cinco puestos por cuatro de los gubernamentales, lo cual presenta una condición de organización favorable para la promoción de planes y acciones tendentes al



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

fortalecimiento de la JAD Matamoros. La situación anterior puede mejorarse con la inclusión de representantes de colegios de profesionistas que pueden contribuir con sus experiencias a mejorar las condiciones técnicas y financieras; para esto se requiere presentar ante el Congreso del Estado propuestas de modificaciones al reglamento.

Tabla 1 Resumen de problemática, solución e inversión, Matamoros, TM.

Problemática	<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 Matamoros, TM; 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>
Solución	<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>
Inversión	<p>Se presenta una cartera de acciones y proyectos para atender la demanda de saneamiento en Matamoros, TM. al 2050 por un total de 869 mdp para llevar a cabo 12 acciones 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.



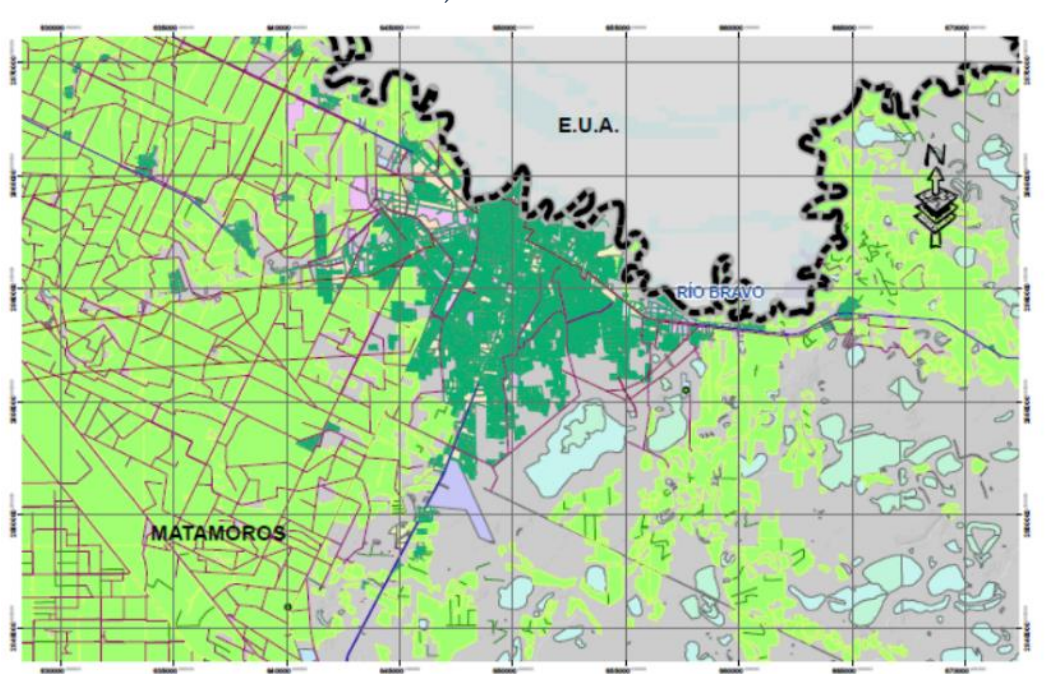
COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

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 al río Bravo del estado de Tamaulipas, 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 procedió a recopilar la información de estudios disponibles y planes que se han desarrollado en los últimos diez años, de carácter técnico, comercial, legal, financiero y jurídico de los principales sistemas en dependencias, federales, estatales y municipales, tales como: Comisión Internacional de Límites y Aguas entre México y Estados Unidos (CILA), Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Banco de Desarrollo de América del Norte (BDAN), Comisión Estatal del Agua de Tamaulipas (CEAT) y la Junta de Aguas y Drenaje de la ciudad de Matamoros (JAD), así como de los sitios web de: Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y Comisión Nacional de Población (CONAPO).

Ilustración 2. Plano base de Matamoros, TM



Fuente: CARTAS TOPOGRÁFICAS, ESC 1:20,000 INEGI

Previo al acopio de información de los sistemas de saneamiento en campo, se elaboraron listas de cotejo, a fin de solicitar la información organizada, secuenciada y estructurada, con que cuentan los organismos operadores de agua potable y alcantarillado. En dichas listas de cotejo se estructuró la información por temas: información general, comercial y operativa, y la información técnica, así como un apartado de propuestas para el mejoramiento del sistema de alcantarillado y saneamiento, esto último, a fin de conocer y tomar en cuenta las propuestas de los directivos y personal técnico del organismo operador.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS





Para conocer las características de las localidades y de la población, a fin de establecer un marco geográfico y 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 consideró lo publicado por el Consejo Nacional de Población y Vivienda (CONAPO) en su página <https://www.gob.mx/conapo>, así como el Anuario Estadístico y Geográfico de Tamaulipas 2017. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825094928>.

Se recurrió a las oficinas del Organismo de Cuenca Río Bravo de la CONAGUA, para recabar información del “Programa Hídrico-Ambiental de la Frontera Norte 2009-2030”, elaborado por CONAGUA en el 2009, la cual se tomará en consideración; además de consultar en la página web: <https://www.gob.mx/conagua>, así como consultar y recabar información de la CILA y 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.

Con la información recabada, se analizaron las características de la comunidad y de su población, así como de los servicios de alcantarillado y saneamiento con que cuenta cada una de las localidades, lo que permitió establecer el marco físico de la región en donde se llevará a cabo el estudio, delimitar su área de influencia y definir los aspectos relevantes que sirvieron de base para realizar el Programa de Saneamiento de la Frontera Norte a Nivel Gran Visión.





Dependencias consultadas e información analizada.

Tabla 2. Resumen de información recopilada por fuente

DEPENDENCIA	INFORMACIÓN OBTENIDA
	Tratado de Aguas, firmado el 3 de febrero de 1944. Acta 261, de fecha 24 de septiembre de 1979. Acta 279, de fecha 28 de agosto de 1989. Informe de Diagnóstico del Sistema de Alcantarillado y Saneamiento de las Poblaciones Mexicanas en la Frontera Mex/EUA.
	Programa Hídrico-Ambiental de la Frontera Norte 2009-2030. Ley de Aguas Nacionales. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. Ley Federal de Derechos. Situación del subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento (edición 2019). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS). Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación. Sistema Nacional de Información del Agua (SINA). http://sina.conagua.gob.mx/sina/ Registro Público de Derechos del Agua (REPGA). Ficha Técnica 2019.
	Actualización del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Matamoros, Tamaulipas, 2016. Auditorías de eficiencia energética, 19 mayo 2014.
	Cartografía en escala 1: 20,000. Tabulados del cuestionario básico del XI Censo General de Población y Vivienda 1990. Tabulados del cuestionario básico del Conteo de Población y Vivienda 1995. Tabulados del cuestionario básico del XII Censo General de Población y Vivienda 2000. Tabulados del cuestionario básico del II Conteo de Población y Vivienda 2005. Tabulados del cuestionario básico del XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

DEPENDENCIA	INFORMACIÓN OBTENIDA
	<p>Tabulados del cuestionario básico de la Encuesta Intercensal 2015. Serie histórica censal e intercensal (1990-2010). Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE). Censo Económico 1989. Censo Económico 1994. Censo Económico 1999. Censo Económico 2004. Censo Económico 2009. Censo Económico 2014. Cuaderno Estadístico Municipal. Soto La Marina, estado de Tamaulipas. Edición 2009.</p>
 	<p>Ley de Aguas del Estado de Tamaulipas. Estudio de Diagnóstico y Planeación Integral de la Comisión Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Matamoros, Tamps. Estudio de Diagnóstico y Planeación Integral de la Comisión Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Matamoros, Tamps. Tarifas 2020 del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado.</p>
	<p>Actualización del Plan Maestro de Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento en Matamoros, Tamaulipas 2016. Plano de la red de atarjeas. Problemática técnica general del sistema de alcantarillado Análisis fisicoquímico y bacteriológico del agua, efectuado en el año 2019. Ficha Técnica.</p>
	<p>Plan Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Matamoros, Tamaulipas 2012.</p>
	<p>Proyecciones de población del estado de Tamaulipas y de sus municipios.</p>

Fuente: Dependencias de Gobierno

Como primer actividad para realizar las visitas de campo para las diferentes actividades, necesaria en el presente programa, se estableció contacto con personal gerencial de la Junta de Aguas y Drenaje de Matamoros, del municipio de Matamoros (JAD) para hacer del conocimiento que, derivado de los trabajos encomendados para la elaboración del Programa de Saneamiento de la Frontera Norte a Gran Visión , se tiene contemplado recopilar información y realizar visitas y recorridos de campo, con la finalidad de reunir datos estadísticos que permitan validar y complementar la información recabada sobre las características de los sistema de alcantarillado y saneamiento con que cuenta Matamoros, e identificar su problemática. Con estos datos será posible la comprensión de la actual situación del sistema y de los servicios básicos con los que están provistos.

1.1.1 Sistema principal de alcantarillado.

Debido a la topografía de Matamoros, el sistema de drenaje funciona en forma mixta: por gravedad donde las pendientes lo permiten , y a presión en las áreas donde las pendientes son adversas, por lo que en algunas partes para hacer llegar las aguas residuales a los colectores, o a las mismas PTAR, se cuenta con 72 estaciones de bombeo operando, ubicadas estratégicamente en la ciudad, de las cuales algunas trabajan en forma mixta auxiliando al drenaje pluvial; no obstante que se encuentran funcionando los equipos mecánicos y eléctricos, requieren rediseño y sustitución, para bombear el agua sin necesidad de desfugarla en los terrenos adyacentes.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 3. Plano del sistema de saneamiento de Matamoros, TM



Fuente: JAD Matamoros, TM

1.1.1.1 Cobertura de drenaje sanitario

Tabla 3. Cobertura de agua potable, drenaje y saneamiento de Matamoros, TM

Población	% cobertura agua potable	% cobertura alcantarillada	% cobertura saneamiento
515,798	98	93	65

Fuente: CONAPO 2020; JAD del municipio de Matamoros, TM

Conexiones a la red de alcantarillado al año 2019

Tabla 4. Conexiones de alcantarillado de Matamoros, TM

TIPO DE SERVICIO	CONECTADAS A LA RED
DOMÉSTICAS	146,217
COMERCIALES	8,996
INDUSTRIALES	
DE SERVICIO	
OTRAS	
TOTAL	155,213

Fuente: JAD Matamoros



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

1.1.1.2 Red primaria de alcantarillado (colectores, subcolectores y emisores)

El sistema de alcantarillado de Matamoros, TM, está constituido por una extensa red de atarjeas, que recibe a través de las conexiones de albañal las aportaciones de las descargas urbanas, tanto domésticas como no domésticas, recolectándolas y transportándolas en forma segura y rápida hasta los puntos donde son interceptadas por los conductos denominados subcolectores y colectores, mismos que conducen el agua residual hasta las estaciones de bombeo que son auxiliadas con interceptores, y de ahí hasta las plantas de tratamiento de aguas residuales, y finalmente a los sitios de su disposición final: arroyo La Pita y Laguna Madre.

En general, Matamoros no cuenta con sistemas de drenaje separado, es decir, un sistema que recolecta y conduce el agua de lluvia y otro sistema que recolecta y conduce el agua residual generada por los usuarios del servicio en sus diferentes actividades cotidianas. Respecto a las conexiones que se hicieron en años anteriores, se consideró que un porcentaje del agua pluvial estimada como doméstica, o la de las cuencas propias de las áreas habitacionales, se desalojarían por las estaciones de bombeo del alcantarillado, pero el drenaje pluvial al que está expuesta Matamoros, por estar en la parte final del Distrito de Riego 25, a la fecha no cuenta con la ejecución de un proyecto de solución integral y, por ende, en épocas de lluvias severas, la ciudad sufre de inundaciones y el sistema de alcantarillado acusa daños.

Como medida perentoria para resolver un problema de falta de capacidad de los colectores residuales, ante la situación descrita, se han emprendido medidas para incrementar la capacidad de la infraestructura de drenaje pluvial actual; sin embargo, queda mucho pendiente en este tema, pero no siendo motivo del presente contrato sólo se menciona por su importancia.

1.1.1.3 Sitios de descarga y disposición final.

La disposición de las descargas de aguas residuales tratadas es como sigue:

1. PTAR ESTE con 435 lps, por medio de drenes al arroyo La Pita
2. PTAR OESTE 540 lps, por medio del sistema de drenaje pluvial a la Laguna Madre.

1.1.1.4 Sistemas de bombeo principales.

Por las características topográficas del terreno de Matamoros, se requiere bombear a través de 72 estaciones para conducir las aguas residuales que se generan en la ciudad hasta los sitios de las plantas de tratamiento que se tienen en Matamoros.

Tabla 5. Localización de las EBAR de Matamoros, TM

NOMBRE	X	Y
Las Águilas	647290.5914	2861346.4075
Esperanza	645847.9613	2863940.0994
Villas De Santa Anita	646790.4691	2859702.6382
Chulavista	647802.2161	2859960.9526
Aurora	650180.6549	2860838.2612
1.º DE MAYO	647822.9030	2863777.8141
16 Y C. De Ayala	649016.5465	2861854.1654
Sendero	646010.0667	2862779.6447
Palmares De Las Brisas	644306.5260	2859483.7545
Planta 2	647369.9483	2859936.5016
Los Nogales	642618.4554	2861938.5494
Molino Del Rey	641572.6637	2859954.2327
El Chorizo	646717.2868	2863466.7785
Misiones	645783.6973	2857258.4597



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

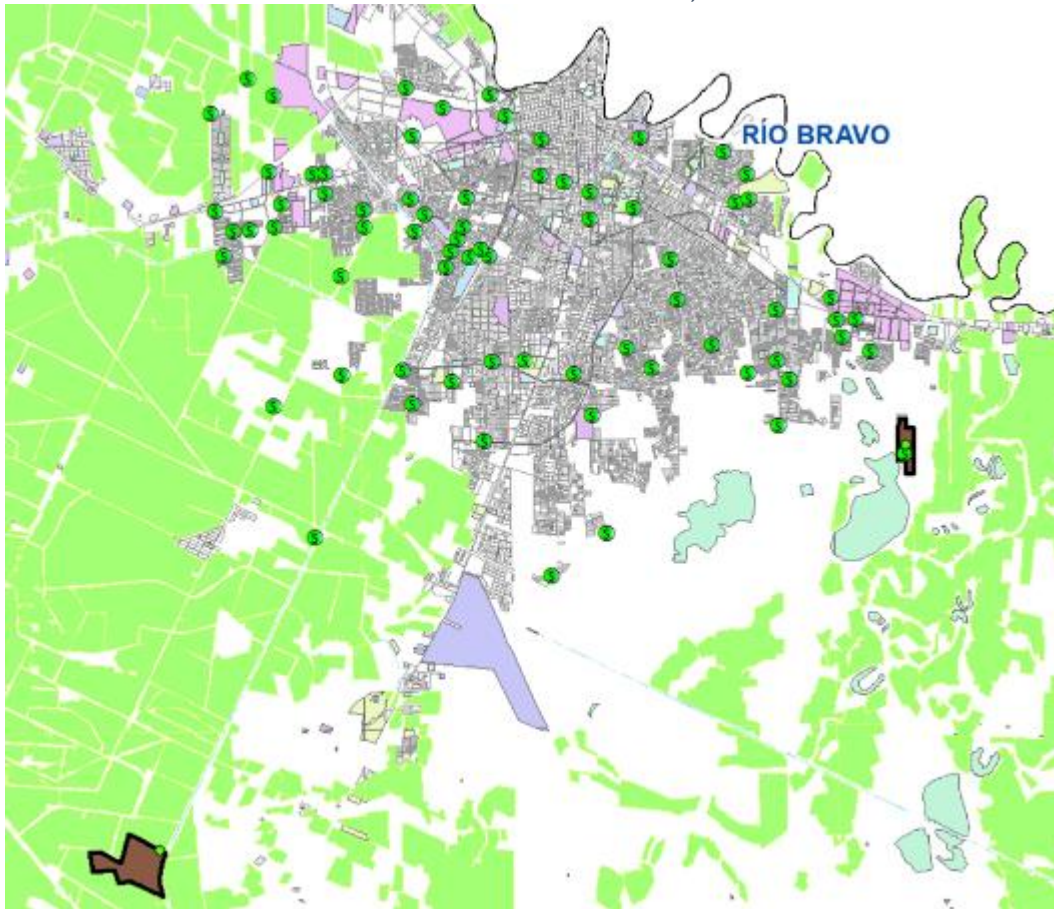
NOMBRE	X	Y
Plaza Sendero	647054.5915	2860362.2075
Brisas Del Valle	643942.5283	2861447.4665
Sendero	642904.6886	2861167.3764
Misiones 2	644345.7695	2857150.2407
Rinconada Las Brisas	644879.8345	2860646.9170
El Caracol	643646.7976	2861879.9475
Casablanca 3	645954.3067	2861322.2711
Lázaro Cárdenas	648202.7693	2863273.4051
Las Brisas	644838.4345	2861041.4509
Valle Real	646897.0050	2860075.0091
Rincón Colonial	647621.8509	2860125.2260
11 Y C. De Ayala	649592.2388	2861696.9933
Vamos Tamaulipas	642756.5328	2860652.2930
Casablanca 2	646311.5897	2860928.7415
San Pedro	643955.7331	2861929.2179
Presidentes 2	642161.9931	2860578.8059
Quinta Real	647197.1425	2860652.5604
Leyes De Colonos	646925.2223	2857008.6349
Nvo. Milenio	646055.1646	2860554.7981
Integración Familiar	646001.4712	2856460.7458
Fidel Velázquez 2	641240.6278	2863324.7507
Presidentes 1	641770.9919	2860547.2253
Unidos Avanzamos	642725.4414	2856423.8665
Ptar Este	657627.1913	2855293.7690
Hogares De Matamoros	654892.6556	2857041.9261
Emiliano Zapata	650249.5941	2856200.7410
Marcelino Miranda	656138.1141	2858050.2302
Vista Del Sol	653930.9444	2857214.6850
La Amistad	653083.8236	2857876.6249
Mov. 18 De Oct.	650575.3084	2853418.7404
La India	647691.0746	2855594.2952
Campestre Del Rio	653631.2094	2861224.6769
Campestre Del Rio I	653950.3259	2861321.4980
Praxedis Balboa	651217.7660	2861094.1004
Cima 3	656809.3300	2857709.4075
La Palangana	654643.6608	2855968.9189
Arboledas Del Río	653343.1155	2862427.6468
Lomas De San Juan	651641.2030	2857309.1661
3.ª Y H. CORTÉZ	650177.7298	2861478.7282
Abelardo De La Torre	651060.5277	2857784.8485
Los Pinos	653893.1541	2861889.3203
Popular	652096.0663	2859887.9723
Delicias	651373.1285	2862765.9289
Tecnológico	654615.9590	2857513.6618
Diag. Cuauhtémoc	649040.7468	2862705.6110
Expo Oriente	649831.8047	2857172.1002
Expoiesta	648646.3935	2857503.0410
Las Culturas	654593.7578	2858692.7544
Cd. Ind. Norte	655885.8508	2858994.6388
Nogalar	652258.3165	2858924.4484
Fuentes Del Valle	656004.3931	2858445.4593
Conj. Hab. Cd. Ind.	656463.1325	2858477.7744
Fracc. Alameda	642108.1600	2864133.2559
Parque Los Palmares	642725.3017	2863733.7592
Tratadora Presidentes	641349.0143	2861023.9918
X1	649294.2979	2852412.0957
Rodríguez	647888.5017	2857472.2581
Reb. La Venada	643699.0203	2853328.2637

Fuente: JAD, Matamoros, TM



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 4. Plano de la ubicación de las EBAR de Matamoros, TM



Fuente: JAD, Matamoros, TM

1.1.1.5 Volúmenes y tipo de aportaciones de aguas residuales.

El sistema de saneamiento tiene capacidad para tratar 975 litros por segundo, equivalentes a un volumen de 30.747 Hm³ de agua residual típica doméstica.

Es importante mencionar que los volúmenes de aguas residuales tratados no son iguales a los volúmenes generados, ya que existen algunas deficiencias y fallas en los sistemas de recolección de las aguas residuales que no permiten enviar el 100 % del agua que se genera en la ciudad, descargándola, en consecuencia, directamente al río Bravo, sin tratamiento y con la implicación que eso trae, en cuanto a contaminación del medio ambiente.

1.1.2 Sistema de tratamiento de aguas residuales.

Para tratar las aguas residuales de Matamoros se cuenta con dos PTAR.

La PTAR Este, con capacidad de 435 lps, operando al 100 %, y la PTAR Oeste, con capacidad de 540 lps, en proceso de llenado actualmente; en conjunto hay una capacidad instalada de 975 lps.

1.1.2.1 Cobertura de tratamiento de aguas residuales.

La cobertura de saneamiento o índice de tratamiento de las aguas residuales (ITRAT), es del 65 %.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

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

El caudal producido por los 585,284 habitantes de Matamoros (con y sin servicio de alcantarillado), se calculó en 919 lps, con un volumen anual de 28.98 Hm³, tratándose en la planta Este un caudal promedio de 300 lps, con un volumen medio anual de 10.21 Hm³, los cuales cumplen con las CPD fijadas en la normatividad vigente. La planta Oeste, con capacidad instalada de 540 lps se encuentra en proceso de llenado, estimándose un tratamiento para 8 Hm⁵ de aguas residuales, por lo cual a la fecha el caudal tratado se estima en 18.84 Hm³, lo que nos arroja un coeficiente de cobertura de saneamiento de 65 %.

1.1.2.2 Ubicación de las PTAR y áreas de aportación.

Ilustración 5. Ubicación y áreas de aportación de las PTAR de Matamoros, TM



Fuente: JAD Matamoros, TM



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

1.1.2.3 Proceso y normas que cumplen las PTAR.

El proceso de las plantas de tratamiento de aguas residuales es por medio de lagunas de estabilización. El influente exigido en los títulos de concesión No. 06TAM100224/24HAOC08, emitido el 6 de diciembre de 1994, por un plazo de diez años (a partir de la fecha de emisión del título), por un volumen de 12,520,522 m³ anuales (397 lps) debe descargarse con 30 de DBO₅, 100 de DQO y 30 de SST.

Normas cuantitativas en el caso de Estados Unidos.

El efluente debe reunir las siguientes condiciones:

Tabla 6. Condiciones del efluente, según las normas que debe cumplir

Oxígeno disuelto (OD)	No menor de 2 mg/l.
PH	No menor de 6 ni mayor de 9.
Coliformes fecales	Concentración promedio para 30 días de 200 colonias/100 ml.
Sólidos suspendidos	Concentración promedio para 30 días de 20 mg/l.
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	Concentración promedio para 30 días de 20 mg/l.

Fuente: MAPAS CONAGUA

Capacidad instalada y operación actual

Tabla 7. Capacidad instalada y de operación en PTAR's Matamoros, TM

PLANTA	SISTEMA DE TRATAMIENTO	CAPACIDAD INSTALADA(LPS)	CAUDAL TRATADO (LPS)
Este	Lagunas de estabilización	435	435
Oeste	Lagunas de estabilización	540	En proceso de llenado
Total		975	435

Fuente: JAD Matamoros

1.1.3 Sistema de reúso de agua tratada.

1.1.3.1 Cobertura de red de reúso.

No se cuenta con sistema para reúso de agua residual tratada.

1.1.3.2 Calidad y uso de los efluentes.

Las PTAR Este del sistema de saneamiento cumple con la remoción de contaminantes del agua. La PTAR Oeste está en proceso de llenado de las lagunas.

1.1.4 Generalidades.

1.1.4.1 Políticas de operación.

La Junta de Aguas y Drenaje de la ciudad de Matamoros (JAD) cuenta con un Manual de Operación y Mantenimiento, el cual incluye las actividades principales para la adecuada operación del sistema y prevención de fallas en la infraestructura hidráulica.

La JAD da servicio a 146,217 conexiones de alcantarillado, aproximadamente, y tiene un programa adecuado de operación y mantenimiento.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Cuenta con un programa de pretratamiento para el control de las descargas de industrias y pequeños comercios, en coordinación con la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente de Tamaulipas.

1.1.4.2 Derechos de vía y tenencia de la tierra.

Las instalaciones subterráneas para los servicios públicos de agua potable y alcantarillado se localizan a lo largo de aceras, banquetas o camellones.

Las vías públicas y los demás bienes de uso común, o destinados a un servicio público, son bienes del dominio público del Ayuntamiento, que constituyen el patrimonio del municipio, tal como señala la Ley de Bienes del Estado y Municipios de Tamaulipas. La determinación de la vía pública oficial la realizará la Secretaría de Obras Públicas, Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, a través de planos oficiales de alineamiento, planos maestros de vialidades, los planos de derecho de vías y cualquier otro, aplicables.

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

No se cuenta con registros sistematizados para definir los costos de operación y mantenimiento de los sistemas de saneamiento, sólo existe el reporte del costo anual de materiales y químicos por un importe de 20.01 mdp, que representan el 3.13 % del total de 638.05 mdp, que son los egresos que reportó la JAD Matamoros el año pasado.

1.1.4.4 Tarifas e información financiera de los organismos de agua y saneamiento.

En segunda sesión ordinaria del Consejo de Administración de la Junta de Aguas y Drenaje de la Ciudad de Matamoros, TM, de fecha 7 de agosto del 2008; primera sesión ordinaria del Consejo, de fecha 13 de febrero del 2017, y tabla de las tarifas al 31 de enero del 2018, se aprobó la autorización para continuar haciendo la indexación mes con mes sobre las tarifas, de acuerdo con el Índice Nacional de Precios al Consumidor, y se publicó en el Periódico oficial del 6 de abril del 2018.

“Para efectos de cobrar el drenaje sanitario, se aplica el 50 % sobre el importe del consumo de agua potable”.

“Para efectos de cobrar el saneamiento, se aplica el 13 % sobre el importe del consumo de agua potable”.

El sistema tarifario de la COMAPA Matamoros está estructurado en un esquema tarifario compuesto por tarifas diferentes para igual número de rangos de consumo para los usos doméstico, comercial, industrial y servicio público.

1.2 Diagnóstico de la infraestructura de los sistemas de saneamiento.

1.2.1 Estado actual de la infraestructura de saneamiento (utilizando semáforo).

De acuerdo con los datos oficiales de CONAPO, al año 2019 Matamoros cuenta con una población de 515,798 habitantes, con una cobertura global de drenaje del 93 %, que representa una población de 479,692 habitantes , y 36,106 habitantes, que representan el 7 %, que no cuentan con drenaje. En la siguiente tabla se presenta el resumen de la cobertura del servicio de drenaje en Matamoros. Para elaborar la tabla de población que cuenta con drenaje se consideran las descargas reportadas por JAD, multiplicadas por 3.5 habitantes por vivienda.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 8. Cobertura de drenaje Matamoros, TM

Nombre	Población CONAPO 2019	Cobertura (%)		Población		
		Con Drenaje	Sin Drenaje	Con Drenaje	Sin Drenaje	Total
Matamoros	515,798	93%	7%	511,760	40,173	551,933

Fuente: Habitantes, CONAPO; cobertura JAD Matamoros

El sistema de alcantarillado de Matamoros está constituido por una extensa red de atarjeas que recibe las aportaciones de las descargas domésticas y no domésticas, recolectándolas y transportándolas a gravedad y por bombeo hasta los puntos donde son interceptadas por los subcolectores y colectores, los cuales vierten las aguas a los cárcamos de bombeo, de donde salen las líneas de impulsión, que finalmente descargan a las plantas de tratamiento.

De acuerdo con información de la que dispone la JAD de Matamoros, el sistema municipal de alcantarillado sanitario de la ciudad consta de aproximadamente 1.327 kilómetros de atarjeas y subcolectores y colectores. Los diámetros de las tuberías varían desde 20 cm hasta 152 cm.

Tabla 9. Diámetros y longitudes de las tuberías de la red de alcantarillado de Matamoros, TM

DIAMETRO	LONGITUD	VERDE	AMARILLO	ROJO
DIA-100	1,296.53	996.45	0.0	300.08
DIA-107	8,451.40	4,162.79	2,479.03	1,809.58
DIA-122	3,830.73	1,324.79	1,080.42	1425.52
DIA-152	16,986.17	16,078.41	907.76	0.00
DIA-20	1,050,785.74	164,239.53	457,290.28	429,255.93
DIA-25	7,391.13	1,155.25	3,216.54	3,019.35
DIA-30	96,462.53	15,077.25	41,979.42	39,405.86
DIA-38	33,455.52	5,229.15	14,559.47	13,666.90
DIA-41	2,229.71	348.51	970.35	910.83
DIA-45	42,901.65	6,705.6	18,670.32	17,525.73
DIA-51	4,332.41	677.16	1,885.42	1,739.83
DIA-61	25,136.93	6,497.92	6,005.48	12,660.83
DIA-71	1,334.67	1,006.45	254.22	84.00
DIA-76	21,365.38	4,482.48	5,546.16	11,337.74
DIA-85	1,304.13	996.45	0.00	307.68
DIA-91	9,888.45	2,695.62	1,091.37	6,101.46

Fuente: JAD Matamoros, TM

Las tuberías señaladas con rojo son aquellas que han rebasado su vida útil, ocasionando caídos que causan serios trastornos al usuario e implican fuertes erogaciones imprevistas a JAD Matamoros. Tomando como referencia el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de CONAGUA (MAPAS, libro 4), la vida útil de elementos de la red de atarjeas es de 15 a 30 años, y colector y emisor de 20 a 40 años; en el sistema de alcantarillado la existencia de tuberías que han rebasado su vida útil representa un problema importante, ya que constituye un riesgo para 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.

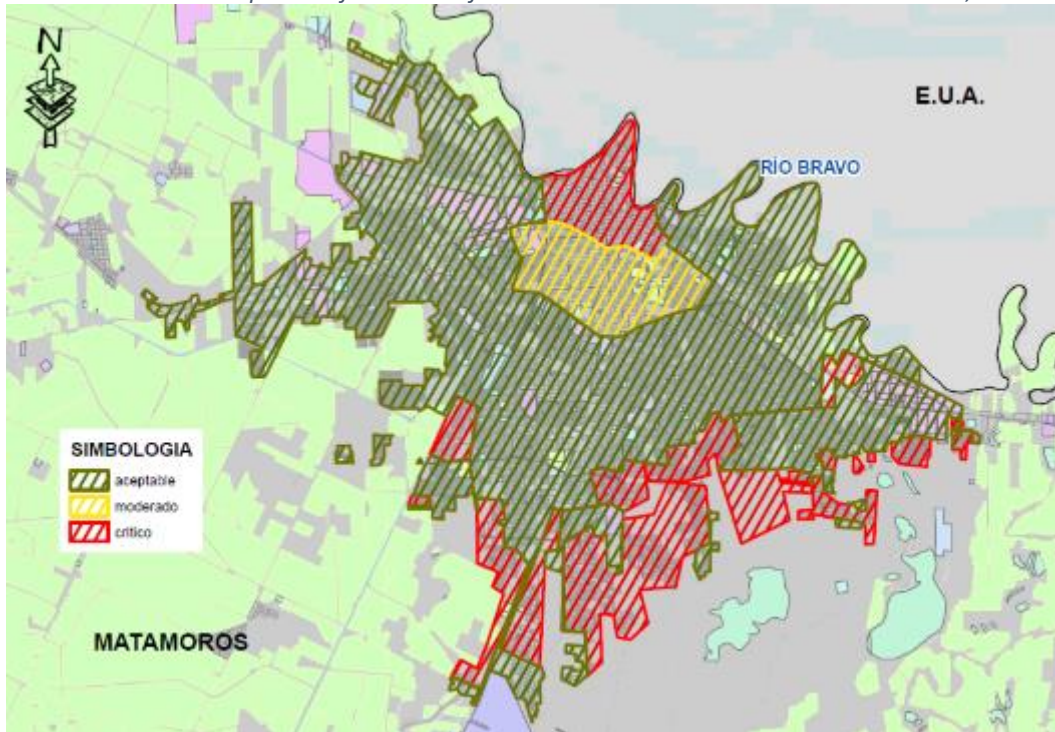
Las señaladas en amarillo son las que todavía no alcanzan su vida útil y no causan mayores contratiempos.

Las señaladas en verde son las de reciente instalación, de menos de antigüedad.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 6. Plano tipo semáforo de la infraestructura de alcantarillado de Matamoros, TM



Fuente: JAD, Matamoros, TM

El área marcada con rojo, considerada como crítica, se identificó con base en el plano de desarrollo cronológico de la ciudad, elaborado por el IMPLAN de Matamoros, para el Programa de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, y corresponde a la parte de la ciudad que se habitó en los años 1940; por tanto, se considera que su infraestructura ha rebasado su vida útil; la moderada, señalada con color amarillo, es la correspondiente a desarrollo hasta los años 1990, y la verde es la que se ha desarrollado recientemente. Cabe aclarar que se marcan con rojo unas áreas al sur y al este de la ciudad, que corresponden al crecimiento de la misma, donde no hay cobertura de drenaje.

El criterio antes señalado se siguió para la elaboración de los planos semáforo de colectores y EBAR's; las PTAR's están en verde, ya que su construcción es reciente y no acusan deterioro.

Sobre el particular, la JAD con los apoyos de los diversos programas de la Federación, Gobierno del estado, Gobierno municipal, BDAN y recursos propios, viene realizando desde hace varios años la sustitución de la red de atarjeas, empleando tuberías de PVC en lugar de las de concreto simple.

Los escurrimientos de la red de atarjeas tienen la dirección noroeste a sureste, para el caso de la PTAR Este, y de norte a sur para el caso de la PTAR Oeste.

Los problemas más recurrentes relacionados con la infraestructura de alcantarillado son:

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.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

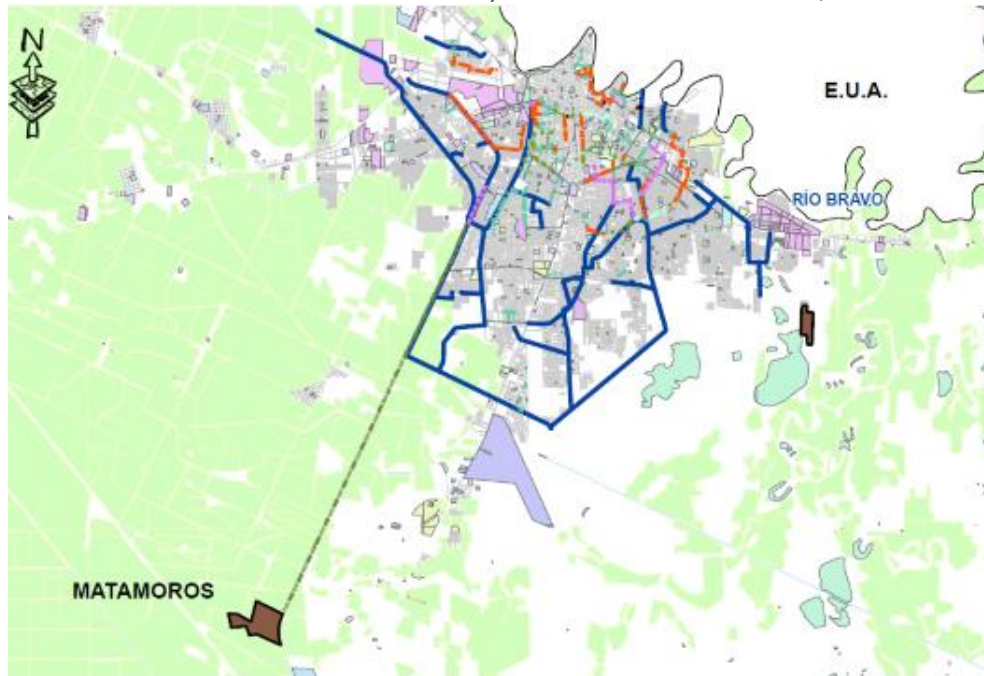
Sobrecarga hidráulica en algunos tramos que llegan a remansar y hasta derramarse, ocasionando encharcamientos, generados principalmente por las mínimas pendientes o contrapendientes con las que funcionan algunos tramos de la red y los taponamientos.

Redes de subcolectores y colectores.

La red de subcolectores y colectores, que conforman el sistema de alcantarillado, está constituida por tuberías de concreto simple, concreto reforzado y polietileno, con diámetros que van desde 61 hasta 152 cm, con una longitud que suman 89.6 km, la cual funciona como un sistema mixto en ocasiones, que capta y conduce caudales de aguas residuales y pluviales.

Los principales subcolectores y colectores que interceptan las redes de atarjeas son 9, como se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 7. Plano de ubicación de colectores y subcolectores de Matamoras, TM



Fuente: JAD Matamoras, TM

En la siguiente tabla se presenta por diámetro y longitud la red de colectores y subcolectores.

Tabla 10. Diámetros y longitudes de colectores y subcolectores, Matamoras, TM

COLECTORES Y SUB COLECTORES	VERDE	AMARILLO	ROJO
DIA-61	25,136.93	6,497.92	12,660.83
DIA-71	1,334.67	1,006.45	84.00
DIA-76	21,365.38	4,482.48	11,337.74
DIA-85	1,304.13	996.45	307.68
DIA-91	9,888.45	2,695.62	6,101.46
DIA-100	1,296.53	996.45	300.08
DIA-107	8,451.40	4,162.79	1,809.58
DIA-122	3,830.73	1,324.79	1425.52
DIA-152	16,986.17	16,078.41	0.00
suma	89,594.38	38,203.066	17,364.44

Fuente: JAD Matamoras, TM



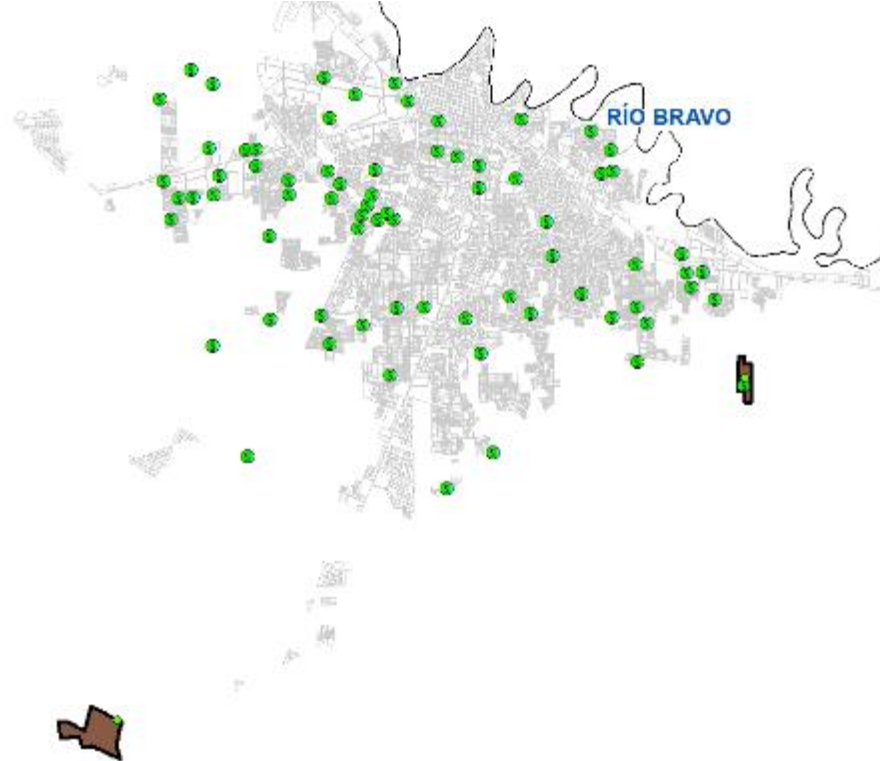
COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Del total de 89.6 km de longitud, que conforman la red de colectores, la mayor parte está construida con tubería de concreto, un porcentaje reducido con tubería de PVC y con PEAD, y el diámetro de tubería que más se ha utilizado es el de 61 cm (28 %), y el de 76 cm (24 %).

El sistema de alcantarillado de Matamoros está basado en colectores por gravedad, los cuales son principalmente de concreto, con atarjeas que en años recientes han sido construidas de PVC. Los colectores principales son: el Principal, 20 de Noviembre y Las Vacas.

Dada la topografía de Matamoros, el sistema de drenaje funciona en forma mixta por gravedad, en principio, y luego se tienen que emplear EBARs para hacer llegar, en algunas partes, las aguas residuales a los colectores o a las mismas PTAR; cuenta con 72 estaciones de bombeo de aguas residuales, además de las estaciones de bombeo de agua pluvial y de las dos PTAR, las cuales se encuentran operando adecuadamente, sin necesidad de desfogarlas en los terrenos adyacentes.

Ilustración 8. Plano de localización de las EBAR de Matamoros, TM

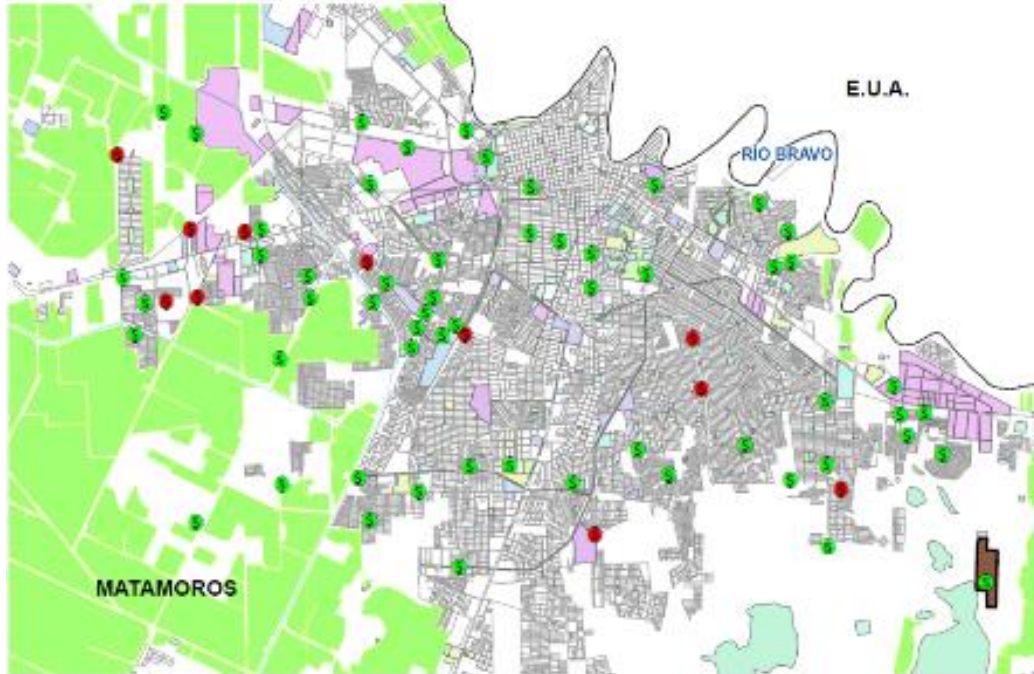


Fuente: JAD Matamoros, TM



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 9. Plano semáforo de las EBARs de Matamoros



Fuente: JAD Matamoros, TM

Los colectores principales son: el Principal, 20 de Noviembre y Las Vacas, el caudal de agua residual de la ciudad a la PTAR Oeste y el colector al noreste de la ciudad, que descarga en los interceptores que llegan a la PTAR Este

Adicionalmente a los colectores y subcolectores que operan por gravedad, se tienen líneas que funcionan a presión; estas líneas de impulsión forman parte de las obras de cabeza que se construyeron para alejar y hacer llegar el agua hasta los sitios de las PTAR.

Las citadas líneas tienen una longitud de 41.65 km, y su origen son los cárcamos de bombeo, a partir de los cuales impulsan el agua residual hasta los sitios desde donde puede correr el agua por gravedad o a las plantas de tratamiento.

En la siguiente tabla e ilustración se presenta la información de las líneas de impulsión.

Tabla 11. Resumen de las líneas de impulsión de la red de alcantarillado de Matamoros, TM

	LÍNEAS A PRESIÓN	VERDE	AMARILLO	ROJO
LPTUB-08	26793.41	26,793.41	0.0	0.0
LPTUB-10	4296.41	1,079.13	0.0	3217.28
LPTUB-16	2657.12	2,657.12	0.0	0.0
LPTUB-18	2815.79	0.0	0.0	2,815.79
LPTUB-20	1852.84	1,852.84	0.0	0.0

Fuente: JAD Matamoros, TM



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 10. Plano de localización de las líneas de impulsión de Matamoros, TM



Fuente: JAD Matamoros, TM

Los colectores, subcolectores y líneas de impulsión, tienen el objeto de interceptar, conducir y alejar el agua residual hasta el sitio de disposición final (PTAR), dentro de una zona de influencia o cuenca de aportación, las cuales se conforman de acuerdo con la topografía e hidrografía de la región, que fija los sentidos de escurrimiento del agua en función de las pendientes naturales que se tengan.

De ahí que se reconocen en el área urbana de Matamoros cinco cuencas principales de aportación, dentro de las cuales se recolecta y conduce el agua residual hasta la intercepción por parte de los colectores marginales que conducen el agua hasta las plantas o cárcamo de bombeo, o hasta los sitios de emplazamiento de la PTAR, misma que vierte después del tratamiento al cuerpo receptor de propiedad federal Laguna Madre y arroyo La Pita.

Los colectores antiguos tienen fallas por deterioro, derrumbamiento y bloqueos, y no cuentan con capacidad para transportar los gastos requeridos de diseño.

Diversos colectores requieren el uso frecuente de un sistema de limpieza para mantener el flujo, lo que representa un trabajo considerable de mantenimiento por parte de la JAD.

La vida útil de una parte de la red sanitaria está por concluir, presentándose problemas con mayor frecuencia en los ramales de los colectores de mayor antigüedad.

Recomendaciones:

Continuar con el programa de cero descargas de aguas residuales sin tratamiento, mediante las obras de adecuación, rehabilitación y reforzamientos de colectores residuales.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Llevar a cabo acciones programadas de inspección y vigilancia del estado físico de cada uno de los colectores y subcolectores.

Instrumentar un programa de sustitución o rehabilitación de colectores y subcolectores que hayan resultado con problemas estructurales o taponamientos en la inspección realizada, evitando los problemas que se generan por la corrosión que originan la destrucción de las paredes de la tubería y caídos del colchón superior del relleno.

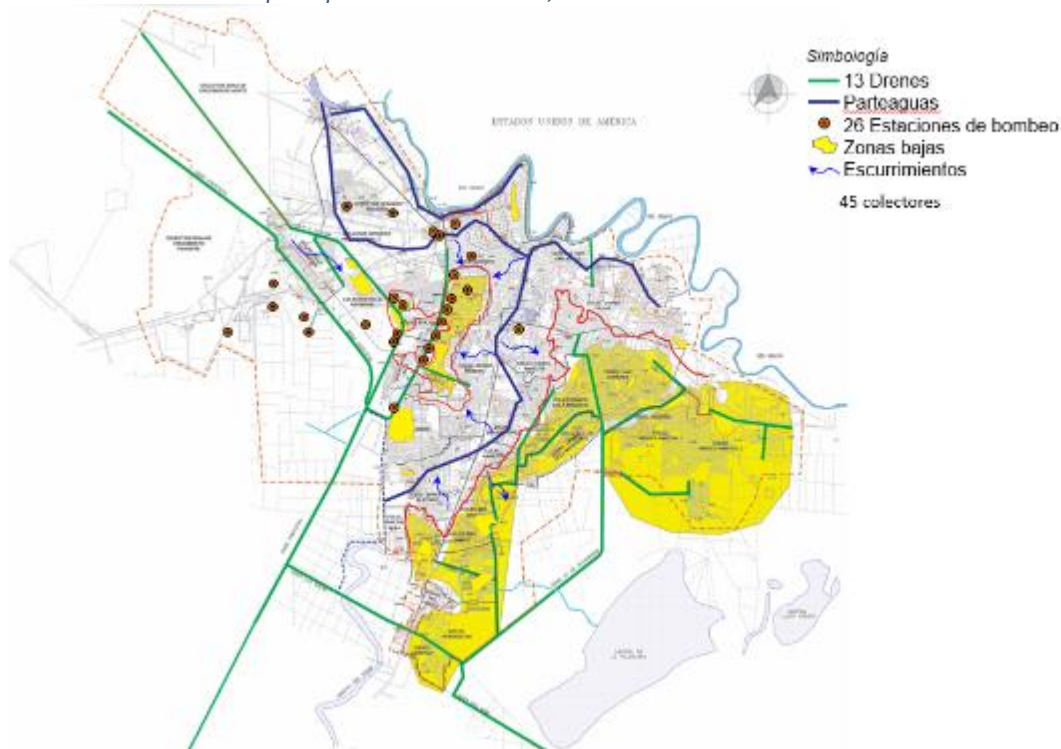
Instrumentar un programa de reingeniería y sustitución o rehabilitación de EBARs que hayan resultado con problemas de diseño en las inspecciones realizadas, evitando los problemas que se generan por deficiencia mecánica y eléctrica.

Llevar a cabo la construcción y conexión de colectores nuevos a los colectores marginales para captar, conducir y alejar la totalidad del agua residual generada por la ciudad hasta el sitio de emplazamiento de las PTAR, logrando una cobertura de captación y alejamiento del 100 %.

Realizar la construcción de la ampliación de la PTAR Oeste, logrando con esto una cobertura de captación y alejamiento del 100 %.

A continuación se presenta una imagen con las cinco cuencas de aportación de los colectores y subcolectores, para identificar su ubicación y su correlación.

Ilustración 11 Cuencas principales de Matamoros, TM



Fuente: Archivos años anteriores CEAT

Los problemas más recurrentes relacionados con la infraestructura de alcantarillado son:



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

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.

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.

1.2.2 Pertinencia de los manuales y políticas de operación.

Los planes maestros y los DIP han dejado en claro la pertinencia de la utilización y aplicación de los manuales de operación de la JAD Matamoros; por tanto, es menester acompañarlos de incentivos que permitan establecer programas de mejoras continuas para el beneficio del personal y del organismo, redundando todo ello en una mejor atención a los usuarios.

Las políticas de operación deberán encaminarse a obtener una sostenibilidad económica, mediante la aplicación de medidas que permitan, entre otros aspectos, alcanzar o mejorar en los siguientes puntos:

- Desarrollar el manual de procesos del organismo operador y, en forma particular, los procedimientos relativos al registro, procesamiento y sistematización de la información financiera del organismo operador.
- Desarrollar el manual de procesos del organismo operador y, en forma particular, los procedimientos relativos a la elaboración de informes de posición financiera (balance general y estado de resultados), así como del procedimiento para la dictaminación de estados financieros.
- Desarrollar e implementar un sistema de administración estratégica de activos para la reposición oportuna de estos con el menor impacto financiero en el organismo.
- Implementar una estrategia de revisión y liquidación fiscal para subsanar los adeudos por contribuciones y derechos que se evidencian en los estados financieros del organismo operador.
- Implementar una estrategia de administración financiera para obtener los mayores rendimientos posibles del flujo de efectivo que genera el organismo operador.
- Desarrollar un estudio integral de costos por unidad administrativa, que sirva como insumo fundamental para la propuesta anual de tarifas que aplicará el organismo operador por los servicios que presta.

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

No se requiere la adquisición adicional de terrenos o derechos de vía.

El proyecto original de la PTAR Oeste contempla su ampliación. Por lo que toca al alcantarillado, se reemplazará la infraestructura, la cual se encuentra deteriorada y, por tal motivo, todas las líneas y el subcolector se instalarán en derechos de vía y servidumbres de paso municipales. Al inicio del proyecto, el organismo operador tramitará los permisos y las licencias correspondientes para la construcción de las obras y el cierre de vialidades.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

1.2.4 Condiciones de los sitios de descarga y disposición final

De conformidad con el Título de Concesión N° 2-TAM-1-00224/24-H-SG-94, de fecha 14 de octubre de 1994, la Junta de Aguas y Drenaje de Matamoros (JAD Matamoros) tiene permiso para descargar aguas residuales, hasta por un volumen diario de 67,566.8 m³, que equivalen a 782 lps. Tiene como cuerpo receptor un dren de distrito de riego 025, y como destino final la Laguna Madre. Las coordenadas del punto de descarga son 21° 46' 27" de latitud norte, y 102° 24' 29" de longitud oeste, correspondiendo a un punto fuera del estado; se estima conveniente corregir el dato en el título.

Matamoros cuenta con dos PTAR, de las cuales sólo la PTAR Este está descargando; los reportes del laboratorio que muestrea el efluente indican un máximo de DBO5 de 41.2 mg/l, y 35 mg/l de SST, ambos menores a la concentración máxima de DBO de 45, y de SST de 40, establecida en el título de concesión.

De acuerdo con datos de un reporte del efluente se observa que no se presentan inconvenientes en los sitios de descarga de las PTAR Este y Oeste, tanto en el arroyo La Pita como en el dren Principal.

En cuanto al caudal se reportan como máximo 106.8 lps. menor al máximo limitante del título de 782 lps.

Cabe mencionar que la PTAR Oeste está en proceso de llenado; su descarga será al dren Principal y también tendrá como destino final la Laguna Madre, por lo cual no se cuenta a la fecha con datos del efluente.

Los datos anteriores manifiestan que se tiene experiencia para mantener el sistema lagunario de tratamiento en condiciones adecuadas.

1.2.5 Costos actuales de operación y mantenimiento

Los costos actuales de operación y mantenimiento de la JAD Matamoros ascienden a la cantidad de 638.04 mdp, de acuerdo con la información de la ficha técnica que se entrega a CONAGUA sobre la operación anual.

1.2.6 Capacidades financieras de los organismos

Los ingresos de la JAD Matamoros son por 554.50 mdp, de acuerdo con el reporte del organismo a CONAGUA, con una facturación de 1,030.03 mdp, lo que indica un 53.83 % de eficiencia comercial, misma que limita la capacidad financiera del organismo y señala un margen de alto riesgo.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

2 El déficit de saneamiento en la región.

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

2.1.1 Demanda actual de saneamiento de aguas residuales

De acuerdo con el último censo demográfico, el municipio de Matamoros contaba en 2010 con una población de 489,143 habitantes, lo que representa el 14.96 % de la población total de Tamaulipas.¹

Entre los años 2000 y 2010 tuvo una tasa promedio de crecimiento anual del 1.4 %, un poco menor a la tasa promedio del país (1.8 %).²

En términos de actividad económica, Matamoros se ha beneficiado del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), que se firmó en 1994. Desde entonces el municipio ha experimentado un crecimiento económico constante, en particular en los sectores comercial e industrial, donde se ha observado un incremento en la producción y transporte de bienes y servicios, con lo cual se ha visto transformado en un cruce internacional y corredor comercial interior importante del Continente, ya que cuenta con un intenso comercio internacional entre Estados Unidos, Canadá, México, Centroamérica y Sudamérica, que pasa por los puertos de entrada de Matamoros.

De acuerdo con el último censo económico, la economía de Matamoros genera el 8.4 % del PIB del estado.³

Conforme al censo 2010 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la encuesta de la población asentada en Matamoros era del orden de los 449,815 habitantes, y con la encuesta intercensal del 2015 el municipio sumaba 520,367 habitantes. Asimismo, de acuerdo con las proyecciones del Consejo Nacional de Población (CONAPO), para el año 2020, la población de la ciudad ascenderá a 515,798 habitantes.

Proyección de la población

Tabla 12. Población 2010-2020 Matamoros, TM

Método	2010	2020
Proyección CONAPO	449,815	515,798
Método aritmético	449,815	495,755
Método geométrico por porcentajes	449,815	513,535
Método geométrico logarítmico	449,815	512,920
Método Malthus	449,815	513,535
Promedio	449,815	510,308
Adoptado PROMEDIO	449,815	510,308

Fuente: elaboración Propia

Para calcular el agua residual que se genera en Matamoros empleamos dos métodos:

El primero considerando como dotación de agua potable 350 l/hab/día.

¹ Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), *Censo de población y vivienda 2010*

² Fuente: Consejo Nacional de Población (CONAPO), 2011

³ Fuente: INEGI, Censo Económico, 2014



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

El agua residual que se genera se considera al 75 % de la demanda de agua potable.

Determinación de la demanda actual de saneamiento de aguas residuales, considerando que el agua residual que se genera corresponde al 75 % de la demanda de agua potable, incluyendo las pérdidas físicas, en donde se estima que el restante 25 % no llega a las alcantarillas, aunque es viable estimar como aportación de aguas residuales entre el 70 y el 75 % de la dotación de agua potable, en l/hab al día, considerando que el restante se consume antes de llegar a las atarjeas (IMTA, 1993).

Tabla 13. Gasto medio diario anual y descargas 2010 y 2020, Matamoros, TM

Localidad	2010		2020	
	Gasto medio diario anual (Qm)	Gasto descarga	Gasto medio diario anual (Qm)	Gasto descarga
Matamoros	1822 lps	1367 lps	2067 lps	1550 lps

Fuente: elaboración propia

El segundo método es con base en el reporte de agua desinfectada, de la JAD.

Ilustración 12 Reporte de agua producida y desinfectada, de la JAD Matamoros a CONAGUA

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA SUBDIRECCIÓN GENERAL DE AGUA POTABLE, DRENAJE Y SANEAMIENTO

Periodo que se informa: 2019

Periodicidad de facturación:	Mensual
------------------------------	---------

II. INFORMACIÓN DEL ÁREA TÉCNICA

Volúmenes de agua medidos y asignados	Valor
Agua subterránea extraída (m3/año)	N/A
Agua superficial extraída (m3/año)	40,682,485
Agua del mar extraída (m3/año)	N/A
Agua en bloque (m3/año)	N/A
Volumen macro medido (m3/año)	40,682,485
Capacidad instalada de producción de agua (m3/año)	81,993,600
Potabilización y desinfección	
Agua producida desinfectada (m3/año)	38,647,410

Fuente: JAD Matamoros

El volumen medio anual lo convertimos a gasto medio diario y obtuvimos 1225 lps, los cuales se afectaron por el CVD de 1.4 y el CVH de 1.55, para obtener un gasto de diseño diario de 2658 lps; a este se le aplicó una eficiencia del 60 % para tener un gasto en las tomas domiciliarias de 1595 lps, de los cuales si el 75 % es agua residual, tendremos 1196 lps para recolectar.

Considerando que el segundo método se basa en datos de operación recientes de la JAD, se tomarán 1196 lps como gasto de agua residual de Matamoros para el año 2020.

Matamoros cuenta con dos plantas de tratamiento, con una capacidad global instalada de 975 lps, que en conjunto tienen capacidad para tratar el 80 % del agua residual que se produce actualmente.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

La CONAGUA otorgo a la JAD de Matamoros el Título de Concesión No. 06TAM100224/24HAOC08, con fecha de registro del 6 de diciembre de 1994, por un volumen de 12'520,522 m³/anuales (67,566 m³/día); el total otorgado equivale a 397 lps.

El volumen de explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, y la descarga de aguas residuales son volúmenes mayores a los autorizados, superiores al permitido, conforme al título de concesión otorgado por la autoridad en materia de agua, por lo que no se está cumpliendo sobre este punto, respecto a lo que se establece en el artículo 119, fracciones III y VIII de la Ley de Aguas Nacionales.

2.1.2 Determinación de la demanda futura de saneamiento de aguas residuales

Para determinar la demanda futura de saneamiento de aguas residuales de Matamoros, tomando en cuenta el horizonte de planeación de 30 años, se aplicó un proceso deductivo.

Con la información analizada se inferirá el comportamiento de las aportaciones de aguas residuales a los sistemas de saneamiento de Matamoros a los años 2020, 2030, 2040 y 2050.

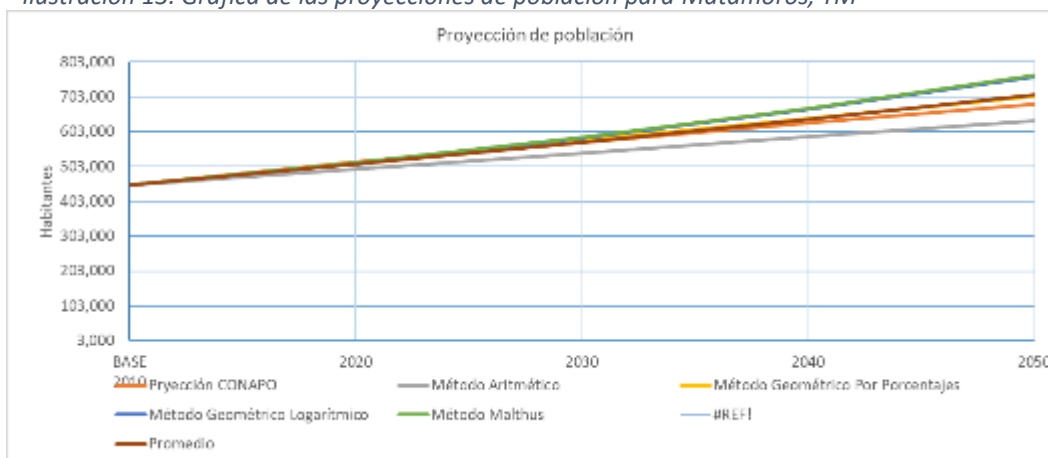
Para determinar la proyección de la población de Matamoros, se tomaron en cuenta los Censos y Conteos de Población y Vivienda de los años 2000 y 2010, publicados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), aplicando cinco métodos estadísticos: aritmético, geométrico por porcentajes, geométrico logarítmico, Malthus y de incrementos diferenciales, considerándose para aplicar en la determinación de la demanda futura de saneamiento el promedio de los métodos.

Tabla 14. Proyecciones de población de Matamoros, TM

Método	BASE 2010	2020	2030	2040	2050
Proyección CONAPO	449,815	515,798	571,884	627,172	680,908
Método aritmético	449,815	495,755	541,695	587,635	633,575
Método geométrico por porcentajes	449,815	513,535	577,254	640,974	704,694
Método geométrico logarítmico	449,815	512,920	584,878	666,931	760,495
Método Malthus	449,815	513,535	586,281	669,332	764,148
Promedio	449,815	510,308	572,398	638,409	708,764
Adoptado PROMEDIO	449,815	510,308	572,398	638,409	708,764

Fuente: elaboración propia

Ilustración 13. Gráfica de las proyecciones de población para Matamoros, TM



Fuente: elaboración propia



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Determinación de la demanda futura de saneamiento de aguas residuales, considerando que el agua residual que se genera corresponde al 75 % de la demanda de agua potable, incluyendo las pérdidas físicas, en donde se estima que el restante 25 % no llega a las alcantarillas.

Tabla 15. Gastos de diseño de agua desinfectada y residual a los años 2020,2030,2040 y 2050

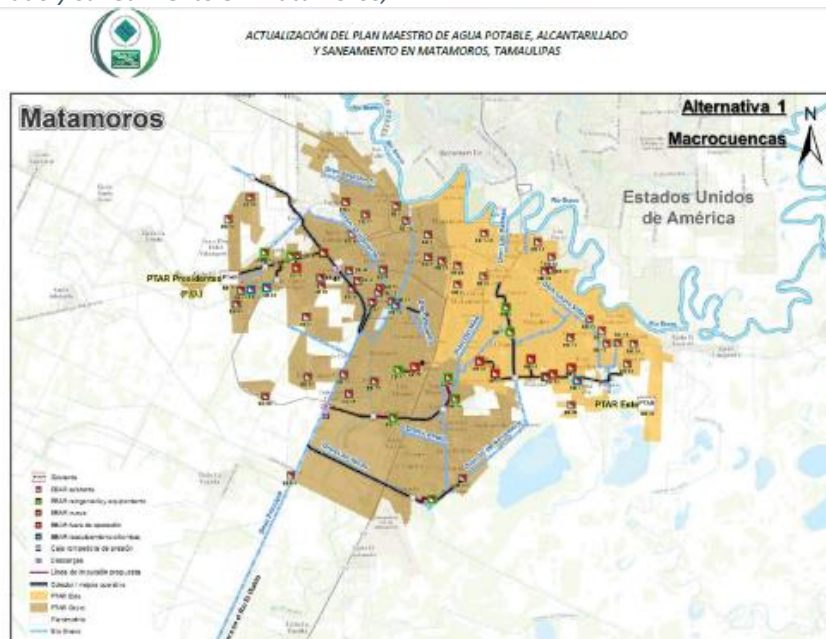
AÑO	POBLACIÓN Hab	CONSUMO lps.	AGUA RESIDUAL lps.	CAP ACTUAL PTAR lps.	BALANCE lps.
2020	510,308	1,595	1,196	975	-221
2030	572,398	1,789	1,342	975	-367
2040	638,409	1,995	1,496	975	-521
2050	708,764	2,215	1,661	975	-686

Fuente: elaboración propia

2.1.3 Comparación demanda actual y futura de colectores principales

Dentro de la fase III de la actualización del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Matamoros, TM, se encuentran los colectores requeridos para la recolección de las aguas residuales producidas por la cobertura de drenaje actual del 93 %.

Ilustración 14. Situación de los colectores en la actualización del Plan Maestro de Agua Potable y Alcantarillado y saneamiento en Matamoros, TM



Fuente: Actualización del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Matamoros, TM (COCEF)

Con base en lo anterior, para determinar el déficit actual al año 2020 se consideró aplicar la tasa resultante de la longitud actual, con el fin de determinar la longitud necesaria para la cobertura al 100 % al año 2020.

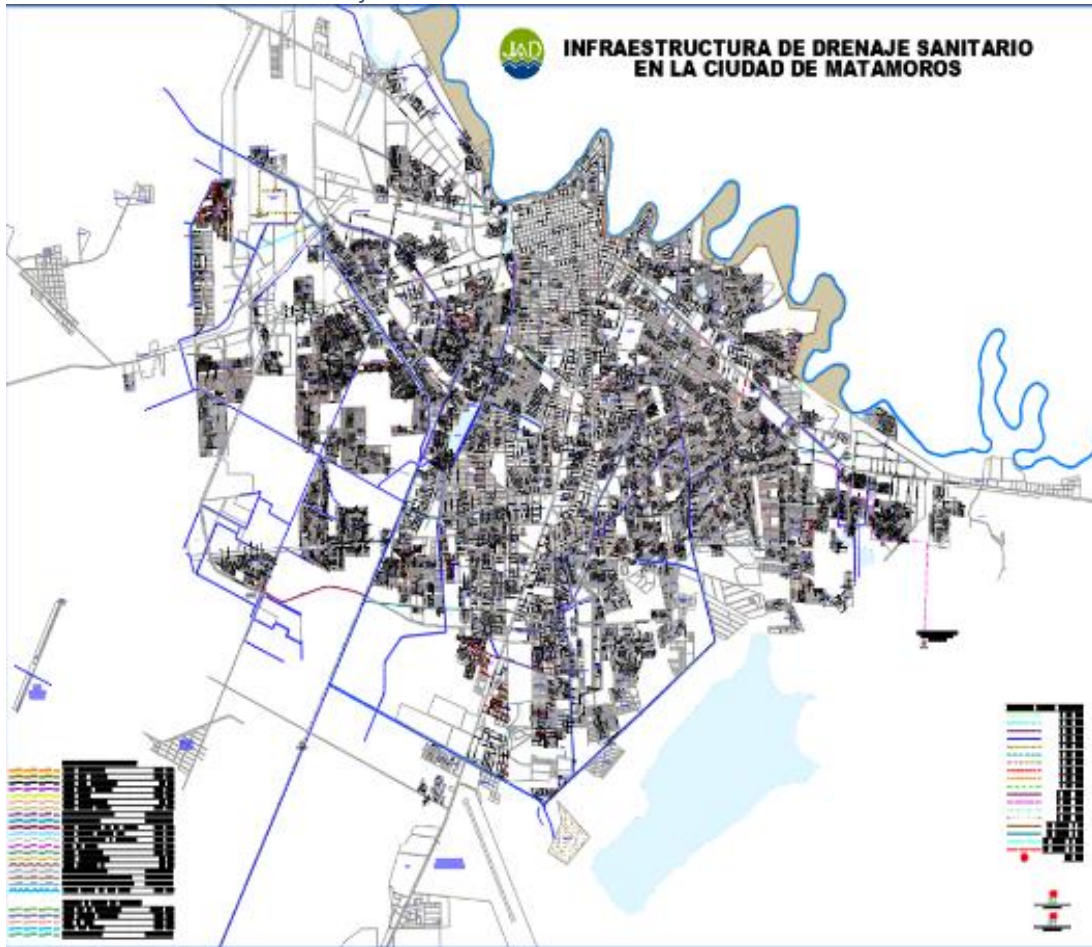
Para obtener los datos de las longitudes de los colectores actuales, se utilizó el plano de drenaje de Matamoros, proporcionado por la JAD.

En el caso de los colectores principales, se consideraron los de diámetros de 61 a 152 cm, y la suma de sus longitudes se obtuvo de procesar la información contenida en el plano general de drenaje proporcionado por la JAD.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 15. Plano de drenaje de Matamoros



Fuente: JAD Matamoros

Tabla 16. Lista de colectores, extraída del plano de drenaje de la JAD

COLECTORES	
DIA-61	25,136.93
DIA-71	1,334.67
DIA-76	21,365.38
DIA-85	1,304.13
DIA-91	9,888.45
DIA-100	1,296.53
DIA-107	8,451.40
DIA-122	3,830.73
DIA-152	16,986.17
suma	89,594.38

Fuente: Plano General de Drenaje de Matamoros JAD

Se correlacionó la longitud total de colectores de 89,594 m para el 93 % de cobertura, y se estimó que se requieren 96,339 m para la cobertura del 100 %, es decir que actualmente faltan 6744 m de colectores; el procedimiento anterior se aplicó a todos los años analizados para obtener la longitud de proyecto de los colectores a los años analizados.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

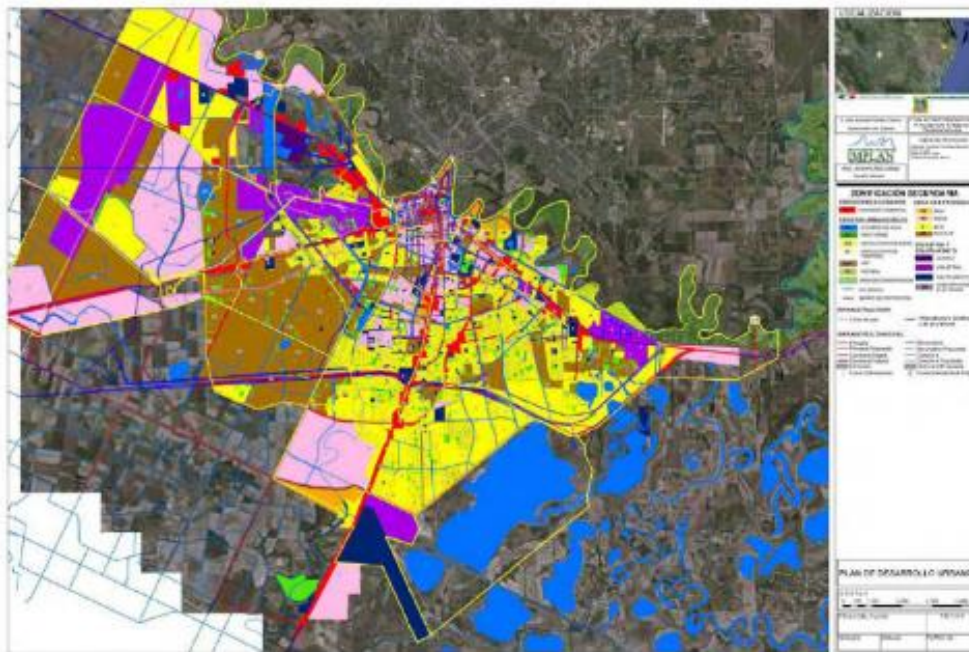
Tabla 17. Demanda actual y futura de colectores en Matamoros, TM

AÑO	POBLACIÓN Hab	AGUA RESIDUAL lps	COLECTORES NECESARIOS m	COLECTORES EXISTENTES m	DÉFICIT m
2020	510,308	1,196	96,339	89,595	-6,744
2030	572,398	1,342	108,060	96,339	-11,722
2040	638,409	1,496	120,522	108,060	-12,462
2050	708,764	1,661	133,804	120,522	-13,282
DEMANDA DE COLECTORES					-44,209

Fuente: elaboración propia

Se verificó la estimación de los colectores de proyecto con base en el plano del uso de suelo del Plan Municipal de Ordenamiento Territorial y Urbano de Matamoros Tamaulipas.

Ilustración 16 Plano de uso del suelo de Matamoros, TM



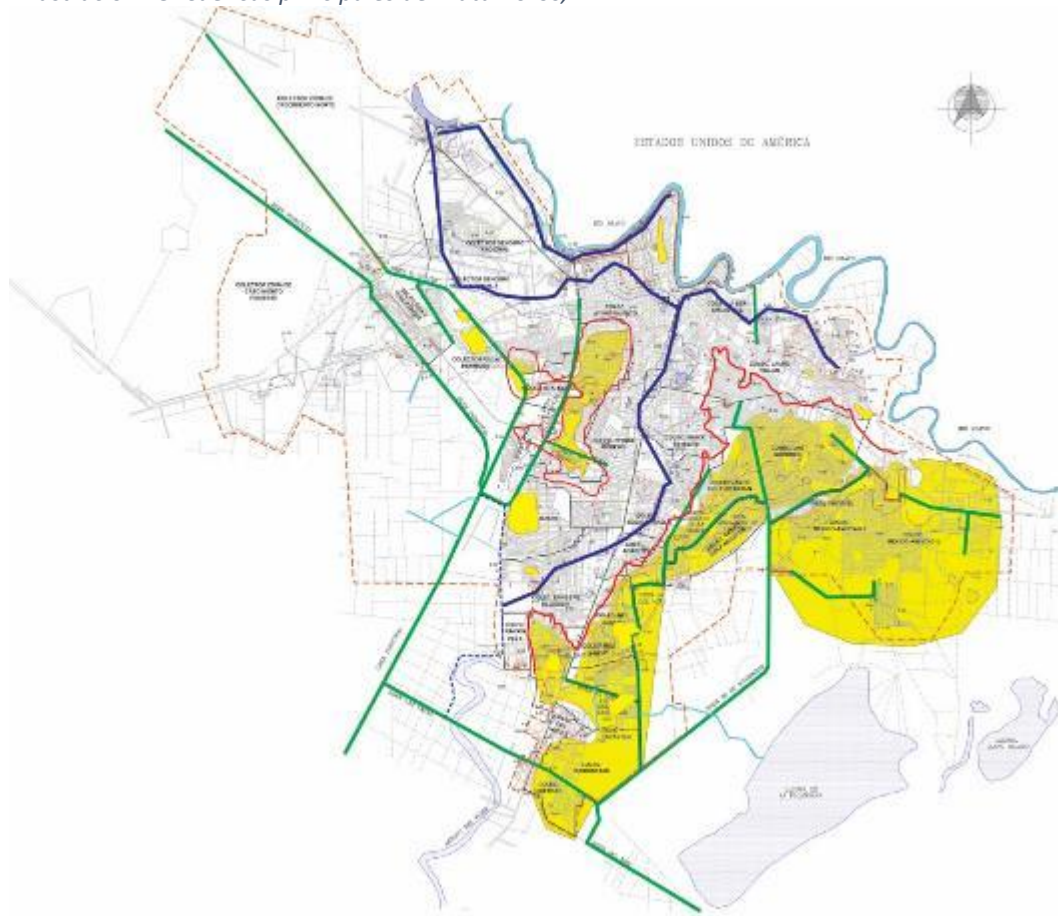
Fuente: Plan Municipal de Ordenamiento Territorial y Urbano de Matamoros, TM, (Instituto Municipal de Planeación de Matamoros, TM)

Se verificó la congruencia de la propuesta de la demanda futura de colectores con lo presentado en la actualización del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la ciudad de Matamoros, TM.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 18. Cuencas principales de Matamoros, TM



Fuente: elaboración propia

Sin embargo, el análisis de las cinco cuencas principales arroja que dentro de ellas existen 21 cuencas secundarias, las cuales, a su vez, tienen 58 subcuencas.

El sistema anterior está sobre una superficie de 66,627 hectáreas, dentro de la que se encuentran las 9045 ha que cuentan con servicio de agua potable.

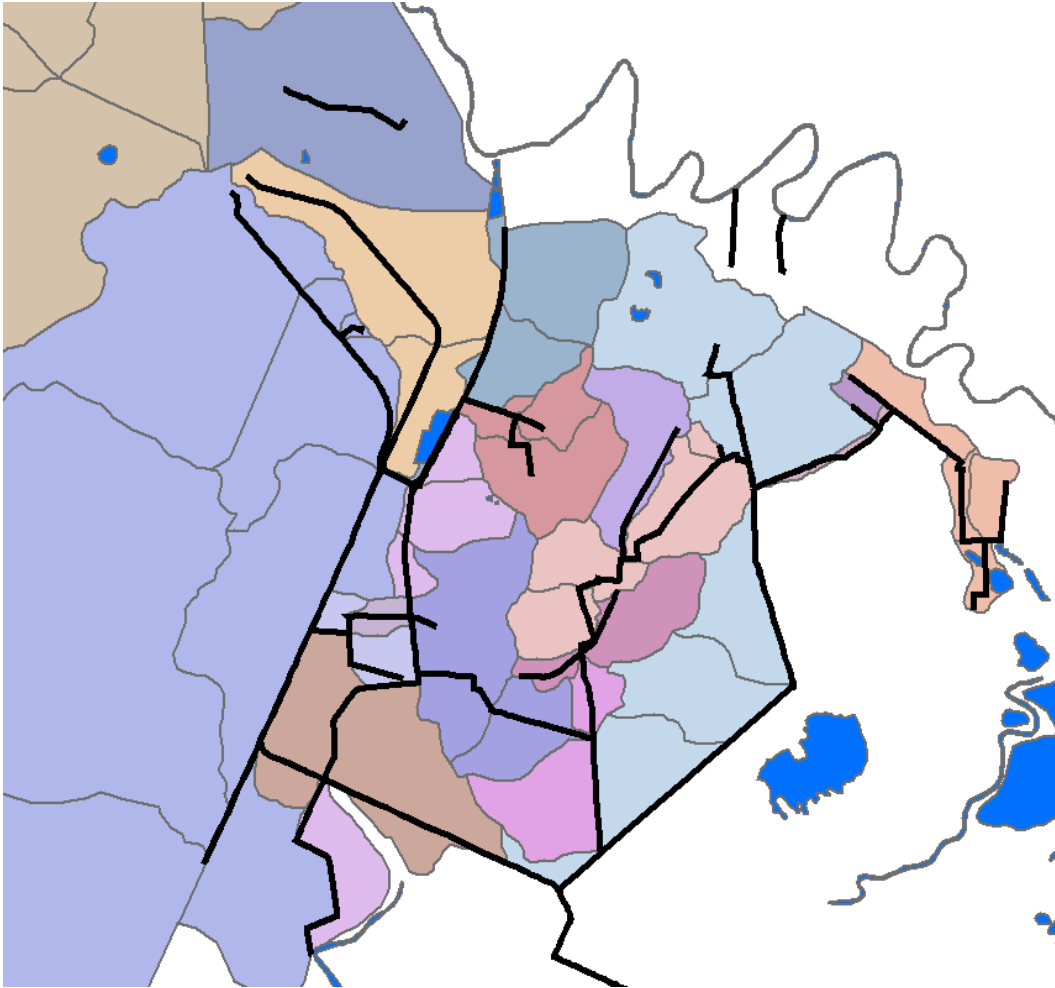
Para el desalojo de las aguas residuales en tan compleja situación, la JAD cuenta con 72 estaciones de bombeo, que incluyen las de las PTAR.

Como se advierte, es necesario también desalojar los escurrimientos pluviales en esas cuencas, dada la situación anterior. Algunas de las estaciones de bombeo de aguas residuales (EBARs), están diseñadas para auxiliar en el desalojo de agua pluvial.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 19. Microcuencas dentro de Matamoros, TM



Fuente: elaboración propia con base en el Modelo Digital de Elevaciones de INEGI

De acuerdo con la fase III de la actualización del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Matamoros, TM, de COCEF, se requiere de cinco estaciones de bombeo para el desalajo de las descargas de la cobertura actual.

Para definir las necesidades hacia los años futuros, después de analizar las condiciones de topografía y las áreas de crecimiento que mayormente serán al poniente de la ciudad donde se tiene el uso de suelo de alta densidad, consideramos que las EBAR seguirán un comportamiento semejante al histórico, por lo que se proyectaron las condiciones actuales a los años 2030, 2040 y 2050.

Además, el incremento en el gasto de diseño es de casi un 50 %, por un lado. Por otra parte, muchas de las EBAR actuales están por terminar su vida útil, por lo que a nivel de gran visión se determina la demanda actual y futura de EBAR para Matamoros, TM.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 18. Demanda actual y futura de estaciones de bombeo de aguas residuales de Matamoros, TM

AÑO	POBLACIÓN	AGUA RESIDUAL lps	EBAR NECESARIAS	EBAR EXISTENTES	DÉFICT EBAR	PROYECTO EBAR
2020	510,308	1,196	76	72	-4	4
2030	572,398	1,342	85	76	-9	9
2040	638,409	1,496	95	85	-10	10
2050	708,764	1,661	106	95	-11	11
EBAR's REQUERIDAS						34

Fuente: elaboración propia

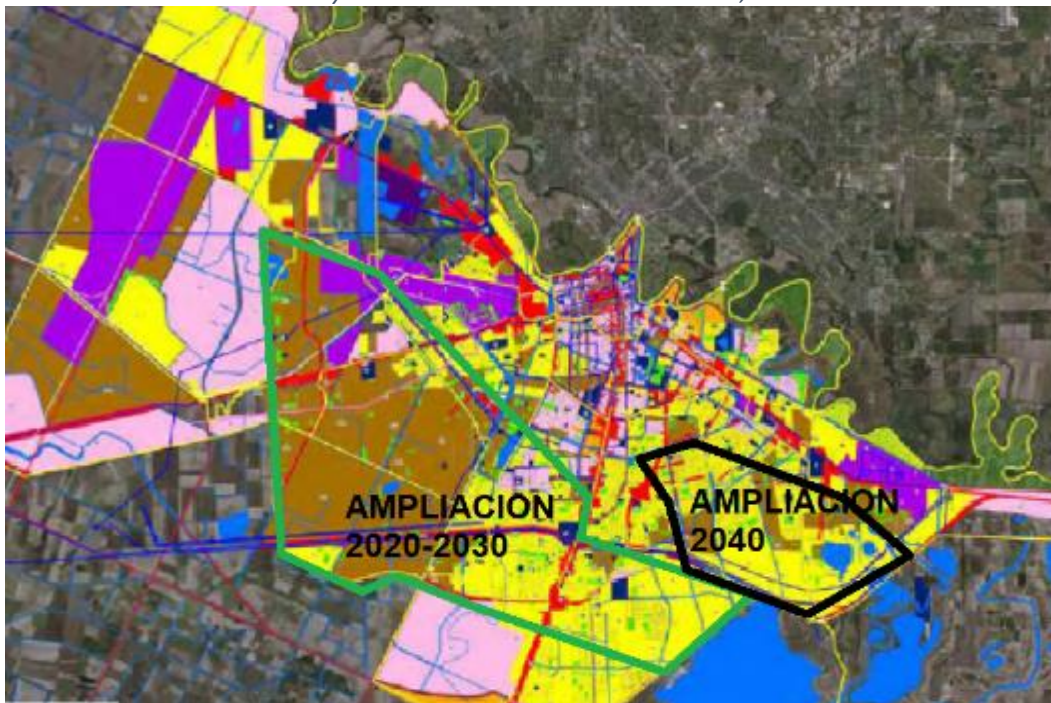
2.1.5 Comparación demanda actual y futura de plantas de tratamiento

Actualmente se cuenta con una capacidad de tratamiento de 975 lps con lo que se tendría cubierta en un 81.52 % la demanda actual, y el 44.01 % durante el periodo de planeación, si es que el agua residual puede conducirse a bajos costos operativos hasta los sitios donde se ubican las PTAR, por lo que se requiere ampliar su capacidad instalada en 1240 lps, lo que permitirá cubrir los requerimientos de tratamiento hasta el año 2050, o construir una nueva PTAR que cubra la demanda que comprende el período de planeación al año 2050.

Para las ampliaciones se encuentra ya en la actualización del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la COCEF, en la fase III, la construcción de un módulo de 270 lps en la PTAR Oeste.

La siguiente ampliación corresponderá también a la PTAR Oeste, con base en la propuesta de crecimiento de la ciudad, plasmada en Plan de Ordenamiento Territorial y Urbano de Matamoros, TM.

Ilustración 20 Usos del suelo y áreas de crecimiento de Matamoros, TM



Fuente: elaboración propia con base en el Plan de Ordenamiento Territorial y Urbano de Matamoros, TM



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 19. Demanda actual y futura de las PTAR de Matamoros, TM

AÑO	POBLACIÓN Hab	CONSUMO lps	AGUA RESIDUAL lps	CAP ACTUAL PTAR lps	BALANCE lps	PROYECTO lps	CAP FUTURA lps
2020	510,308	1,595	1,196	975	-221	270	1,245
2030	572,398	1,789	1,342	975	-367	270	1,515
2040	638,409	1,995	1,496	975	-521	150	1,665
2050	708,764	2,215	1,661	975	-686		1,665

Fuente: elaboración propia

2.1.6 Comparación DE LA demanda actual y futura de agua de reúso

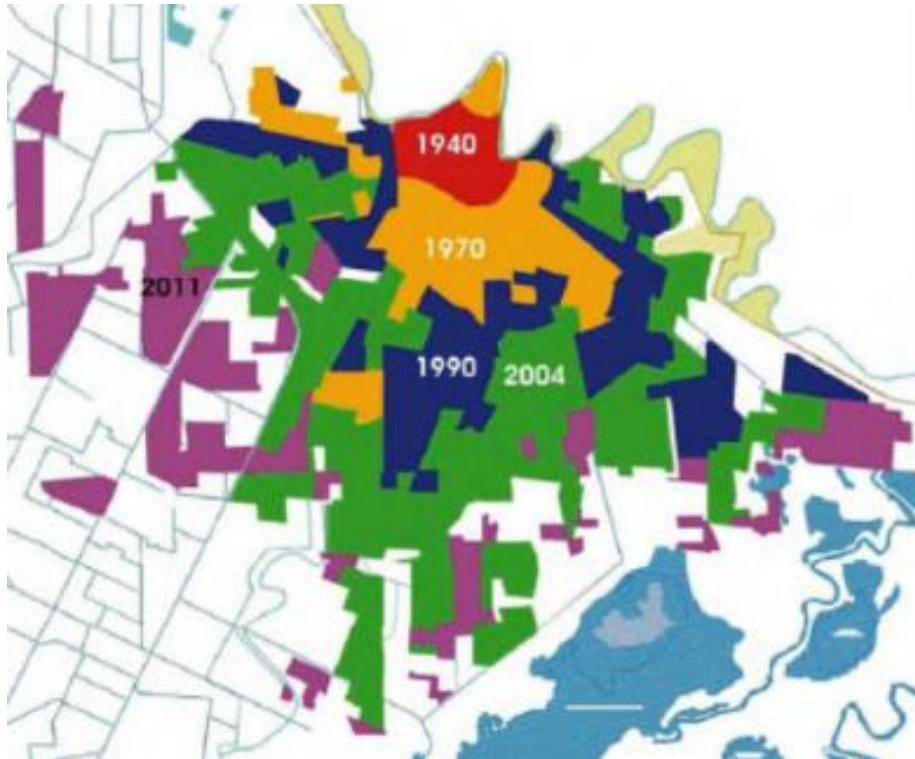
El volumen de agua residual tratada en las PTAR de Matamoros es importante; sin embargo, actualmente no existe demanda manifestada en términos de un proyecto específico, aunque como se apuntó en líneas anteriores hay diversas posibilidades; en este sentido, la demanda futura se encuentra en el mismo estado, por lo que es conveniente llevar a cabo un análisis del mercado del agua residual tratada, para emprender las acciones que permitan el reúso de la misma.

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

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

La ciudad de Matamoros expresó su primer deseo de modernizarse en 1926, pero fue hasta 1940 cuando con la llegada del Ing. Eduardo Chávez, con el inicio de las operaciones de Distrito de Riego 025, se consolida la primera área de la ciudad, es decir, su infraestructura cuenta ya con más de 80 años, por lo que parte de ella debe de ser reemplazada.

Ilustración 21. Crecimiento de Matamoros a través de los años



Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial y Urbano de Matamoros



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Lo anterior se trabajó en ArcMap para determinar las áreas y, de esta manera, en función del total de la infraestructura de drenaje, concluir con un parámetro de subcolectores y colectores; se aplicó a las EBAR, la misma metodología, y se elaboró una tabla descriptiva de las obras necesarias.

En principio el MAPAS de CONAGUA, en el libro IV, establece que la vida útil para los colectores es de 20 a 40 años, por cual formulamos el plano de crecimiento con los siguientes rangos:

Tabla 20. Edad de las áreas de desarrollo de Matamoros, TM

EDAD	ha	%
70 años	1678	16.94%
30 años	2350	23.72%
16 años	5878	59.34%
SUMAS	9906	100.00%

Fuente: elaboración propia

Ilustración 22. Plano de desarrollo cronológico de Matamoros, TM



Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial y Urbano de Matamoros Tamaulipas

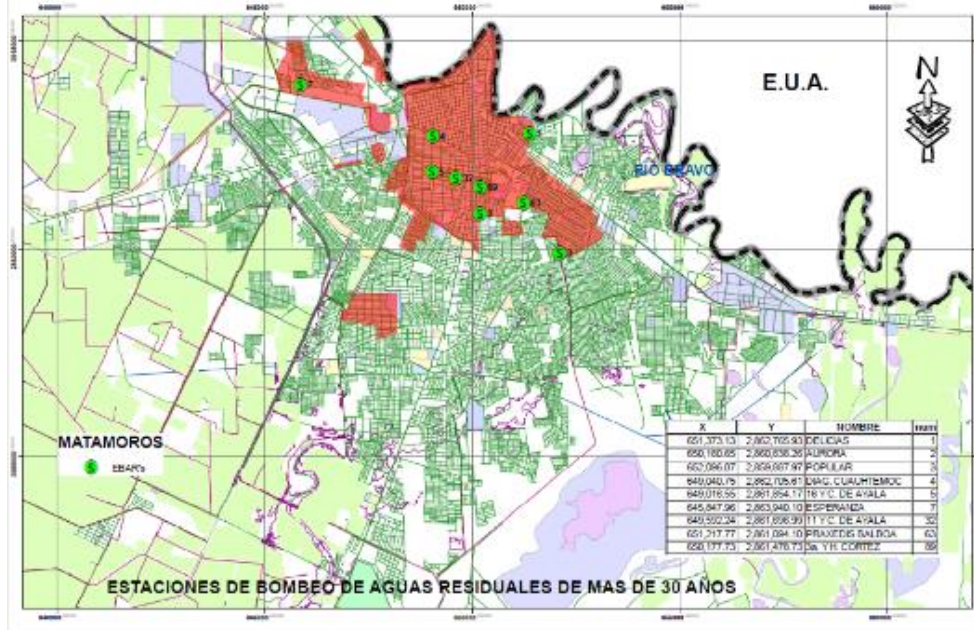
A partir del modelo digital anterior se analizó la edad probable de colectores y EBARs.

Se elaboraron shapes para los colectores y EBARs, y se añadieron al plano anterior, con lo cual se identificaron los tramos de colectores y las EBAR que han rebasado su vida útil y requieren de reemplazo. El procedimiento anterior nos permitió conocer las coordenadas y las longitudes, así como contar con una lámina representativa de cada uno de ellos.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

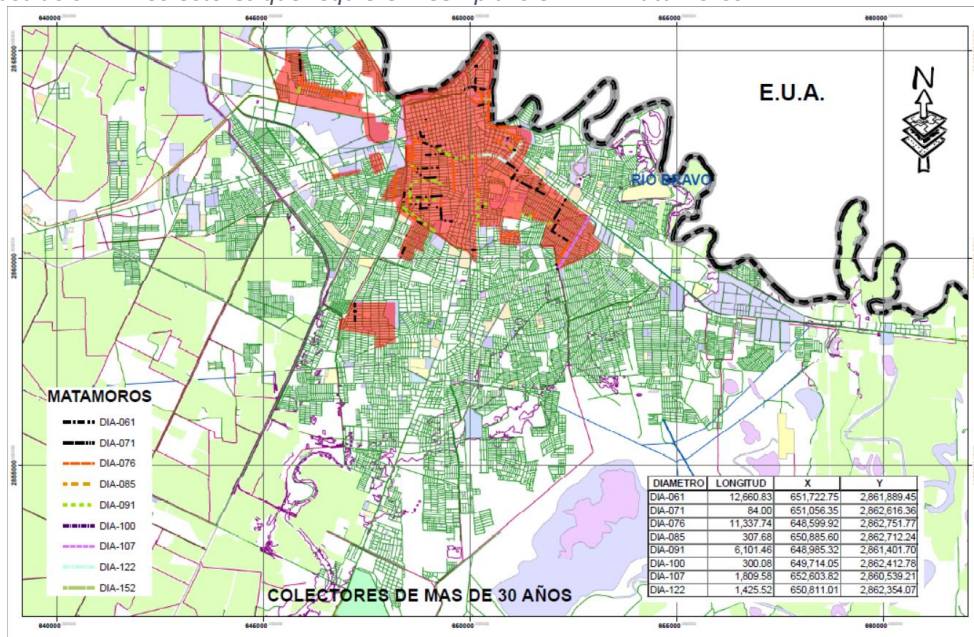
Ilustración 23. EBARs de la JAD Matamoras que requieren reemplazo



Fuente: elaboración propia

Con lo anterior concluimos que hay que reemplazar nueve EBAR's, que han cubierto su vida útil.

Ilustración 24. Colectores que requieren reemplazo en JAD Matamoras



Fuente: elaboración propia

Con lo anterior pudieron identificarse 34,027 m de colectores que han cubierto su vida útil y que requieren reemplazo.



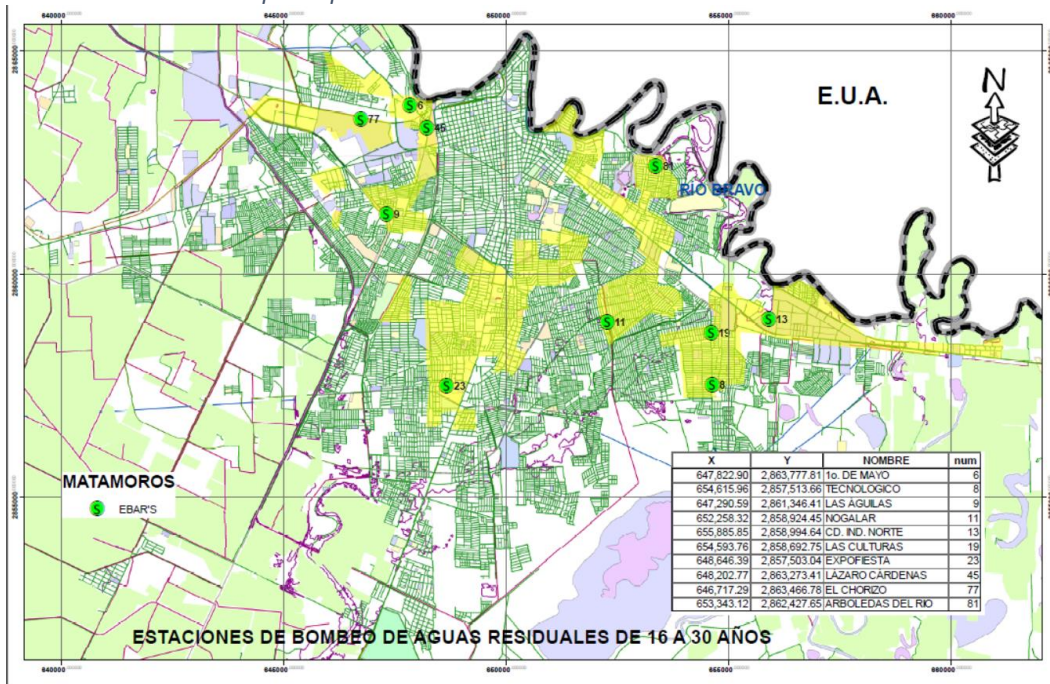
COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

2.2.2 Rehabilitación de la infraestructura deteriorada.

El plano del desarrollo cronológico de Matamoros, TM nos brinda la información que permite deducir la infraestructura deteriorada, la cual por razones lógicas se encuentra en el rango de la que ha alcanzado una vida de 30 años.

Empleando el método que se aplicó para determinar la infraestructura que requiere reemplazo en el sistema de saneamiento de Matamoros, analizamos los shapes de los colectores y EBARs, añadidos al plano de las edades de Matamoros, y determinamos los tramos de colectores y de las EBAR que requieren rehabilitación. Lo anterior nos permitió contar con un plano de ubicación con coordenados y longitudes:

Ilustración 25. EBARs que requieren rehabilitación



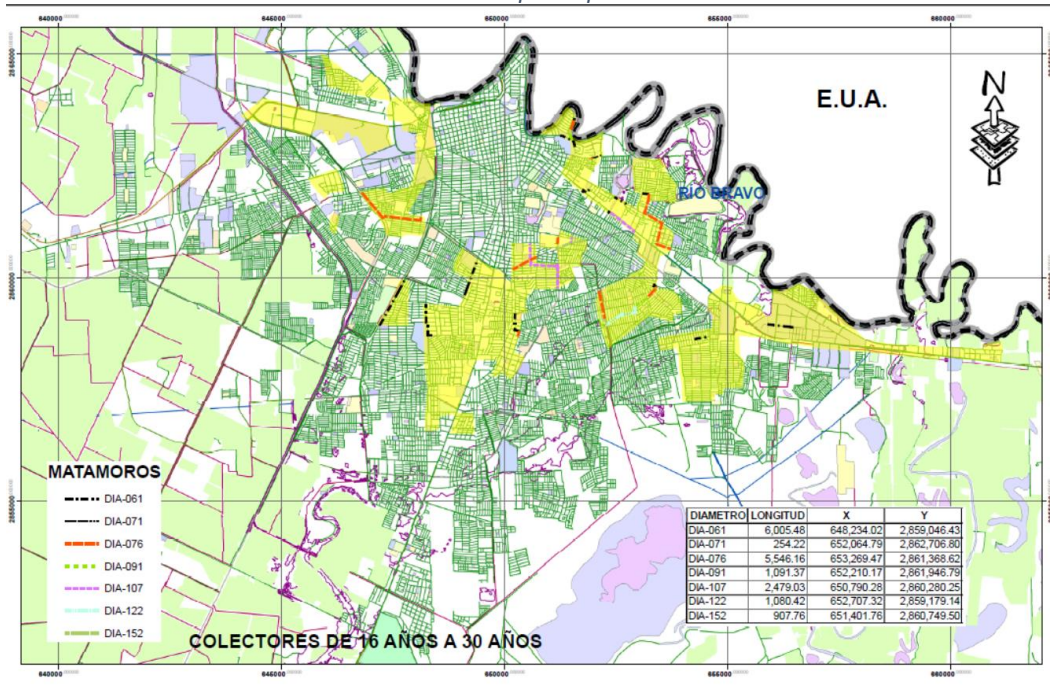
Fuente: elaboración propia

Con lo anterior concluimos que hay que rehabilitar diez EBAR, de acuerdo con su edad.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 26. Colectores de JAD Matamoras que requieren rehabilitación



Fuente: elaboración propia

Con lo anterior concluimos que hay que rehabilitar 17,364 m de colectores, de acuerdo con su edad.

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

Incremento de la capacidad de las plantas de bombeo.

Las estaciones de bombeo están diseñadas para el gasto que se origina en su cuenca de aportación.

Dado que el crecimiento de la ciudad se dará principalmente en la parte oeste y sur de la ciudad, y en microcuencas que actualmente no cubren las EBAR, se estima que el crecimiento de la capacidad de las plantas de bombeo estará en función directa del incremento del volumen de descarga, y se requerirá, además, aumentar el número de estaciones de bombeo. Desde luego que el alcance del presente trabajo de gran visión deberá contar con los estudios específicos y los proyectos ejecutivos, y precisarse el número de estaciones.

Tabla 21. Incremento de la capacidad de las plantas de bombeo

AÑO	POBLACIÓN	AGUA RESIDUAL lps	EBAR NECESARIAS	EBAR EXISTENTES	DÉFICT EBAR	PROYECTO EBAR
2020	510,308	1,196	76	72	-4	4
2030	572,398	1,342	85	76	-9	9
2040	638,409	1,496	95	85	-10	10
2050	708,764	1,661	106	95	-11	11
EBAR's REQUERIDAS						34

Fuente: elaboración propia



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Incremento de la capacidad de las PTAR.

El sistema de saneamiento de Matamoros, TM, cuenta con dos PTAR, 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, 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 1196 lps, es decir que actualmente ya se requiere de un incremento de capacidad para cubrir el déficit de 211 lps.

Para calcular los incrementos de capacidad necesarios, se procedió a partir del cálculo del aumento de volúmenes de agua residual descargada y la capacidad instalada en cada PTAR.

Tabla 22. Incremento de capacidad de las PTAR de Matamoros Tamaulipas

PTAR	CAPACIDAD INSTALADA LPS				
	ACTUAL	INCREMENTO			
	2020	2021	2030	2040	2050
OESTE	540	270	270	0	0
ESTE	435	0	0	217	0
SUMA	975	1245	1515	1732	1732
DEMANDA	1196	1196	1342	1496	1661
BALANCE	-211	49	173	236	71

Fuente: elaboración propia

2.2.4 Reforzamiento del sistema de saneamiento en general.

El sistema de saneamiento de Matamoros, TM, enfrenta condiciones particulares, tanto socioeconómicas, fisiográficas, geológicas y climatológicas, lo cual conlleva a estar integrado por múltiples elementos de manejo especial y detallado.

Ante las características del sistema de saneamiento, cobra capital importancia la fortaleza de gestión que tenga la JAD Matamoros, ya que requiere de una cantidad importante de recursos para reforzar el sistema, lo cual trae aparejado la pertinencia del óptimo aprovechamiento de ellos.

Lo anterior nos conduce a considerar el reforzamiento en dos vertientes: una con medidas no estructurales y la otra con acciones estructurales.

En cuanto a las medidas no estructurales, es importante considerar que para reforzar el sistema se requiere de reformas en la legislación que permitan la autonomía del organismo a través de una integración de su Consejo de Administración con una mayor participación ciudadana.

Además, deberá considerarse la impartición de programas de capacitación y certificación por especialidades al personal técnico y administrativo.

Por lo que se refiere a las acciones estructurales, la parte medular del sistema lo constituyen las EBAR; por tanto, se requiere de un diagnóstico o auditoría energética para tener elementos para emprender la reingeniería de las estaciones de bombeo, lo que redundará en una operación más eficiente en los aspectos técnico y económico.

Es pertinente proporcionar herramientas tecnológicas que permitan monitorear la operación y la recuperación, para lo cual deberá llevarse a cabo un catastro georreferenciado, con el fin de formular mapas de análisis que ayuden a evaluar la operación y la recuperación, incidiendo en



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

menores costos de operación y mayor recaudación, lo que contribuirá a tener un organismo sustentable.

La situación actual amerita revisar los aspectos para encauzar el reforzamiento necesario; cabe mencionar que, sin embargo, su operación se lleva a cabo, pero con un gran esfuerzo que no impide que sufra de carencias para solucionar las contingencias, ocasionando malestar y hasta daños en los bienes y en la salud de los usuarios.

Como ya se mencionó, Matamoros está ligada al Distrito de Riego 025, de tal forma que ha crecido dentro de la parte final de este sistema de riego.

Lo anterior lo pone en la circunstancia de recibir la parte final del caudal que transportan los drenes agrícolas, que en época de lluvias descargan también los escurrimientos pluviales, lo cual se agrava cuando se presentan lluvias severas, ya sea por trombas, tormentas tropicales y huracanes. Esto ocurre manera frecuente y en cualquiera de estas circunstancias la situación mencionada trae como consecuencia que el escurrimiento se demore en la ciudad, ocasionando encharcamientos notables, inundaciones, obstrucciones y alteraciones en la red de alcantarillado.

Lo anterior se complica por el factor fisiográfico de Matamoros, donde se tienen más de 50 microcuencas que desalojan por medio de estaciones de bombeo, las cuales, en algunos casos, funcionan también para desalojo de agua pluvial.

Este problema no ha podido resolverse de manera integral y causa daños de manera inmediata y mediata a sistema de alcantarillado y a la población en general. Mientras no exista una solución el sistema de saneamiento se verá afectado y acusará sus consecuencias en demerito de la JAD Matamoros y de los usuarios.

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

El permiso de descarga de aguas residual de la JAD Matamoros es para descargar DREN RÍO BRAVO- LAGUNA MADRE, que puede considerarse como un cuerpo receptor tipo aguas costeras.

Ilustración 27. Permiso de descarga de aguas residuales de la JAD Matamoros

Título de concesión/asignación:	06TAM100224/24HAOC08		
Titular:	JUNTA DE AGUA Y DRENAJE DE LA CD. DE MATAMOROS		
Fecha de registro:	06 de Diciembre del 1994		
Uso que ampara el título:	PUBLICO URBANO		
Volumen de aguas nacionales (m3/año):	48,100,000.00	Volumen de aguas superficiales (m3/año):	48,100,000.00
Anexos superficiales:	4	Volumen de aguas subterráneas (m3/año):	0.00
Anexos subterráneos:	0	Volumen de descarga (m3/día):	67,566.80
Anexos de descarga(s):	2	Superficie (m2):	0.00
Anexos de zona(s) federal(es):	0		
Anotaciones marginales:	NO		

Selecciona el tipo de anexo(s) a visualizar

Superficiales Subterráneos Descargas Residuales Zonas Federales

Anexo(s) de aguas residuales													
No.	Latitud	Longitud	Estado	Municipio	Región Hidrológica	Cuenca	Cuerpo Receptor	Descarga Afluente	Procedencia	Forma Descargar	Tipo	Volumen Descarga (m3/día)	Volumen Descarga (m3/año)
1	27°46'27.0000"	-102°24'29.0000"	TAMAULIPAS	MATAMOROS	BRAVO-CONCHOS	0	DREN RIO BRAVO-LAGUNA MADRE					34,302.80	12,520,522.00

Fuente: REPDA CONAGUA



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

La norma NOM-CCA-031 ECOL vigente, establece los límites máximos permisibles de los parámetros de los contaminantes en las aguas residuales de origen urbano o municipal, dependiendo del tipo de disposición que se le dé al efluente.

Ilustración 28. Parámetros de la NOM-CCA-031-ECOL para descargas de aguas residuales

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES BÁSICOS																					
PARÁMETROS (miligramos por litro, excepto cuando se especifica)	RÍOS						EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES				AGUAS COSTERAS						SUELO		HUMEDALES NATURALES (B)		
	Uso en riego agrícola (A)		Uso público urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso en riego agrícola (B)		Uso público urbano (C)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)		Recreación (B)		ESTUARIOS (B)		Uso en riego agrícola (A)		HUMEDALES NATURALES (B)		
	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	
Temperatura °C (1)	N.A.	N.A.	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	N.A.	N.A.	40	40
Grasas y Aceites (2)	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	
Materia Flotante (3)	au	au	au	au	au	au	au	au	au	au	au	au	au	au	au	au	au	au	au	au	au
	sen	sen	sen	sen	sen	sen	sen	sen	sen	sen	sen	sen	sen	sen	sen	sen	sen	sen	sen	sen	sen
	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te
Sólidos Sedimentables (milí)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	N.A.	N.A.	1	2	
Sólidos Suspendedos Totales	150	200	75	125	40	60	75	125	40	60	150	200	75	125	75	125	N.A.	N.A.	75	125	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	150	200	75	150	30	60	75	150	30	60	150	200	75	150	75	150	N.A.	N.A.	75	150	
Nitrógeno Total	40	60	40	60	15	25	40	60	15	25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	15	25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
Fósforo Total	20	30	20	30	5	10	20	30	5	10	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	5	10	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	

Fuente: NOM-CCA-031 ECOL

En nuestro caso se requiere de un efluente con DBO de 75 y SST de 75, los cuales son cumplidos a satisfacción por la PTAR Este, y se espera que por las características de diseño de la PTAR Oeste se cumplan 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; este tema es motivo de un estudio específico, ya que sus costos pueden impactar negativamente en las fianzas de la JAD Matamoros.

Disposición de lodos. Este tema es un asunto de importancia en las PTAR mecanizadas; sin embargo, en el caso de las PTAR a base de sistema lagunario, se recurre a su sobreelevación cuando existe una disminución notable del tirante de operación, ya que resulta más económico y práctico.

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

La situación actual que presenta el sistema de saneamiento 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, que deben estar orientados hacia la eliminación o mitigación de la problemática sistemática que enfrenta la JAD Matamoros.

La operación de un sistema de saneamiento debe contar con información de los cambios que sufren las eficiencias de sus componentes. Dichos cambios, por la naturaleza del sistema, son difíciles de apreciar, ya que requieren de instrumentos, ya sea mecánicos o electrónicos, para recopilar la condición de los flujos dentro del sistema, tales como velocidades y tirantes, además



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

de las condiciones de las paredes y obstrucciones que se presenten para prevenir caídos y una insuficiencia de la capacidad de los elementos.

Por lo anterior, dentro de los programas de operación debe de existir un protocolo de seguimiento a través de bitácora, donde se reporte el gasto con el cual operan las EBAR, a fin de contar con información que permita la evaluación del equipamiento electromecánico, para estar en condiciones de brindar un servicio adecuado y tener una visión para optimizar los costos por energía; además deberá programarse, como parte de la operación, la revisión sistemática de todos los elementos de la EBAR, y elaborar un reporte periódico para tener elementos de juicio que permitan un análisis de los costos operación de cada una de las EBAR que, sumados son unos de los parámetros de mayor impacto dentro del aspecto financiero del organismo operador.

En cuanto a los colectores, deben de reportarse periódicamente tirantes, velocidades y anomalías que se detecten.

Por tanto, dentro de los programas de operación, debe estar perfectamente señalado el plan de mantenimiento de todos y cada uno de los elementos del sistema de saneamiento, a fin de poder efectuar rehabilitaciones y reemplazos, de acuerdo con la vida útil, de conformidad con lo señalado en los manuales MAPAS, ya que como hemos visto existen dentro del sistema atarjeas, colectores y EBARs que han rebasado desde hace mucho tiempo su vida útil, y a la fecha funcionan causando serios problemas sociales, físicos y económicos al organismo operador; todo ello puede mitigarse o hasta eliminarse con los ajustes, reemplazos y complementos, mediante cambios a los manuales.

Además, dentro de los cambios de los manuales de operación debe existir la parte en la cual se especifique el cumplimiento de la aplicación del manual, por parte del personal, estableciendo reconocimientos escalafonarios, premios y sanciones, según el desempeño del personal.

Dada la complejidad de la situación actual, para dejar reflejados específicamente los cambios a los manuales de operación y mantenimiento, se considera conveniente que dichos cambios sean motivo de un análisis detallado, a fin de que puedan brindar los resultados esperados.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

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

3.1 Planteamiento de alternativas.

En los procesos de ingeniería se acostumbra a presentar alternativas de solución; por lo tanto, dentro del presente trabajo se darán a conocer las alternativas para el Programa de Saneamiento de la Frontera Norte a Nivel Gran Visión.

En los capítulos precedentes se han detectado las acciones que llevan a la resolución de los problemas binacionales en cuestión de saneamiento, con base en las necesidades definidas de infraestructura, operación y mantenimiento.

Sobre cada problema identificado se formularán hasta dos alternativas a nivel conceptual, para mejorar el sistema de cada ciudad, proponiendo la rehabilitación, sustitución o construcción de infraestructura como:

1. Colectores y obras de captación y conducción.
2. Plantas de bombeo.
3. Plantas de tratamiento.
4. Infraestructura para el reúso de agua.
5. Instrumentación y monitoreo.
6. Infraestructura complementaria.

Cabe mencionar que es de alta importancia considerar la implementación de proyectos de reúso de agua, aun cuando demanden una calidad específica del agua tratada, para lo cual serán necesarias inversiones particulares, de acuerdo con los niveles de tratamiento requeridos.

La conceptualización de alternativas toma en cuenta los aspectos técnicos como: topografía y mecánica de suelos, aspectos ambientales y de eficiencia energética, que incluyan la recuperación de metano y cogeneración, así como el aprovechamiento de lodos residuales, donde sea posible.

El objetivo primordial es obtener una cartera de proyectos en los horizontes de planeación, con base en el diagnóstico y detección de las necesidades de los sistemas de saneamiento.

En función del objetivo, tenemos que los sistemas de saneamiento están integrados por:

1. Colectores y obras de captación y conducción (red de atarjeas, interceptores).
2. Estaciones de bombeo de aguas residuales (EBARs).
3. Plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR's)
4. Infraestructura para reúso de agua.
5. Infraestructura complementaria e instrumentación.

Teniendo cada uno de los componentes características especiales, se presentarán por separado.

3.1.1 Alternativas para colectores principales y obras de captación y conducción.

Matamoros enfrenta varios problemas relacionados con los colectores principales y obras de captación y conducción; los abordaremos en atención al aspecto salud.



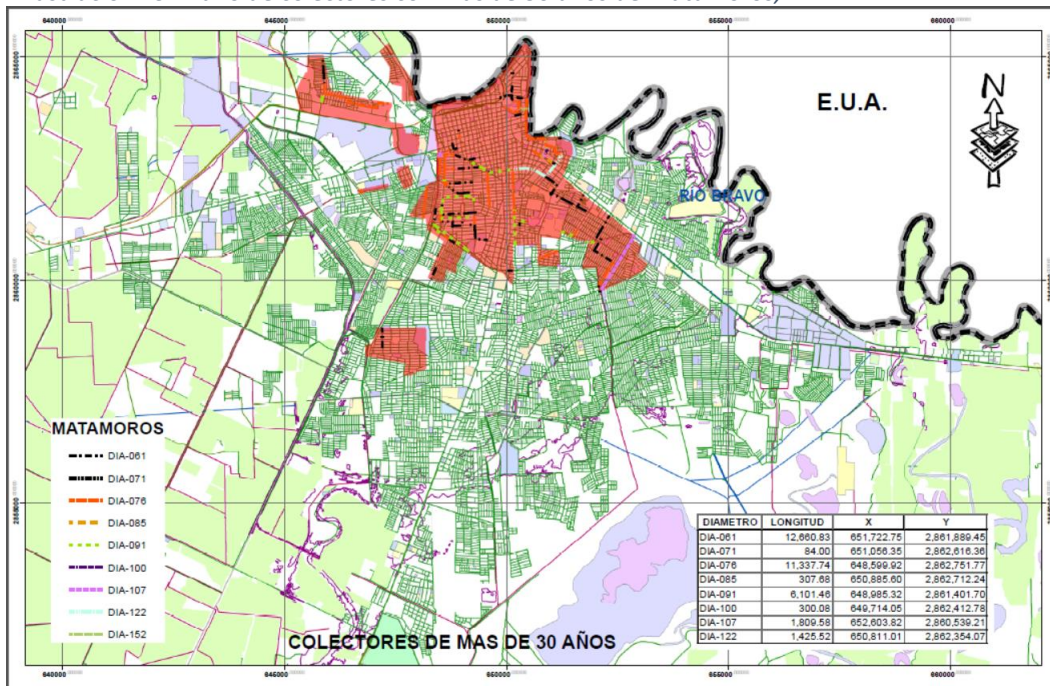
COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

El análisis de alternativas de cada proyecto se presenta de manera individual, siguiendo los criterios señalados en los Términos de Referencia; la selección de la más conveniente se realizará en los numerales siguientes.

Cabe mencionar que se establecieron como horizontes de proyecto los plazos: inmediato, año 2021; corto plazo, año 2024; mediano plazo, años 2025-2030, y largo plazo, años 2031-2050.

Reemplazo de tuberías deterioradas en 10 km, y construcción de colectores para las colonias Mariano Matamoros, Sección XI, Las Américas, Infonavit, Buenavista, Santa Elena, Obrera, Popular y Jardín, siguiendo este criterio en los años 2024, 2030 y 2050.

Ilustración 29. Plano de colectores con más de 30 años de Matamoros, TM



Fuente: elaboración propia

Ilustración 30. Alternativas para tuberías deterioradas en Matamoros, TM.

Proyecto	Alternativa		
	Rehabilitación	Sustitución	Construcción
Sustitución de 10 km tubería deteriorada en zona centro, colonia El Mariano, Sección XIV, Las Américas, Infonavit Buenavista, Santa Elena, Obrera, Popular y Jardín.	Alternativa 1		
		Alternativa 2	

Fuente: elaboración propia

La alternativa 1 se realiza por medio de LINERS o encamisado, mediante el cual se rehabilita la pared interior de la tubería entre pozos de visita con elementos de recubrimiento y reforzamiento que se colocan con la técnica de “introducción guiada”, permite mejorar las condiciones hidráulicas y físicas de la tubería y se consigue más caudal al mejorar el coeficiente de rugosidad; además, su procedimiento constructivo es menos agresivo, tanto en lo social como en lo urbano, y se ejecuta en menor tiempo, aunque su costo puede ser más elevado.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

La alternativa 2 se realiza con los procedimientos constructivos clásicos, de rotura de pavimento, excavación, extracción y reemplazo de la tubería, seguido del relleno y reposición de pavimento; permite colocar tubería de mejores condiciones hidráulicas, para proveer ampliaciones de la red de drenaje, pero tiene como inconvenientes las molestias a los vecinos y a la circulación en general, aunque su costo es más reducido.

Colectores 12 de Marzo, Expo Fiesta; ramales EBARs 16,17,21 y 35, y Santa Anita. Para mejorar la cobertura con su incorporación.

Ilustración 31. Alternativas para colectores de Matamoros, TM

Proyecto	Alternativa		
	Rehabilitación	Sustitución	Construcción
Colectores 12 de marzo, Expofiest, ramales EBARs 16,17,21 y 35, colector Santa Anita.			Alternativa 1

Fuente: elaboración propia

Dentro de la fase III del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Matamoros, TM, se encuentra la construcción de estos colectores, los cuales se requieren para mejorar la operación de las EBAR; cabe recordar que la mayoría del sistema de desalojo de Matamoros es a base de estaciones de bombeo, y aunado a esto es la conclusión de la experiencia de la operación del sistema. Por esta situación sólo se tiene esta alternativa, o la extrema de no construir el proyecto.

Conexión de EBAR número 75 de Quinta Real al interceptor. Este proyecto está identificado dentro de la fase III del Plan Maestro de Agua Potable y Alcantarillado de Matamoros; a la fecha cuenta con proyecto ejecutivo, por lo cual se constituye como alternativa única.

Ilustración 32. Alternativa para conexión de la EBAR número 75, de Quinta Real a interceptor

Proyecto	Alternativa		
	Rehabilitación	Sustitución	Construcción
Conexión de EBAR número 75 Quinta Real al interceptor			Alternativa 1

Fuente: elaboración propia

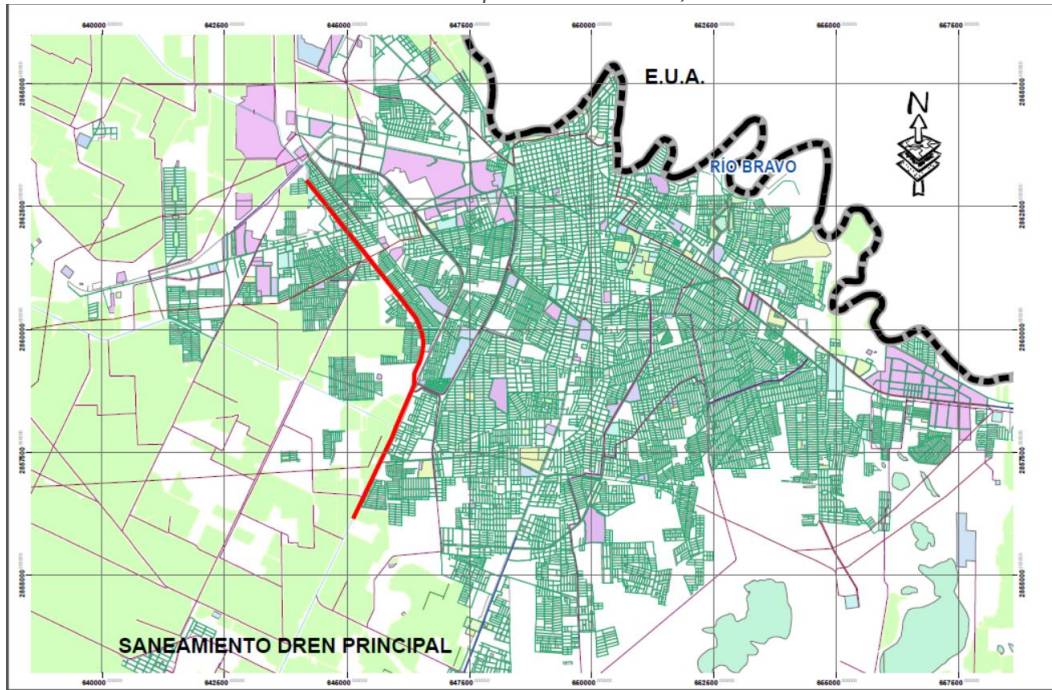
Rehabilitación del dren Principal. Los escurrimientos pluviales causan serios problemas al sistema de drenaje, por lo cual es importante atender la eficiencia del desalojo de las aguas pluviales; en este sentido el dren Principal tiene una importancia relevante por el caudal que conduce.

Dentro de los trabajos de la JAD Matamoros se encuentra la atención del dren mencionado, el cual requiere mejorar su capacidad de conducción; por lo tanto, se tiene programado su saneamiento.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 33. Saneamiento del dren Principal de Matamoros, TM.



Fuente: elaboración propia

Ilustración 34. Alternativas para saneamiento del dren Principal

Proyecto	Alternativa		
	Rehabilitación	Sustitución	Construcción
Saneamiento dren principal.	Alternativa 1		
		Alternativa 2	

Fuente: elaboración propia

La alternativa 1 contempla la limpieza y el revestimiento del canal para lograr la sección hidráulica requerida; su ejecución es con el procedimiento constructivo clásico.

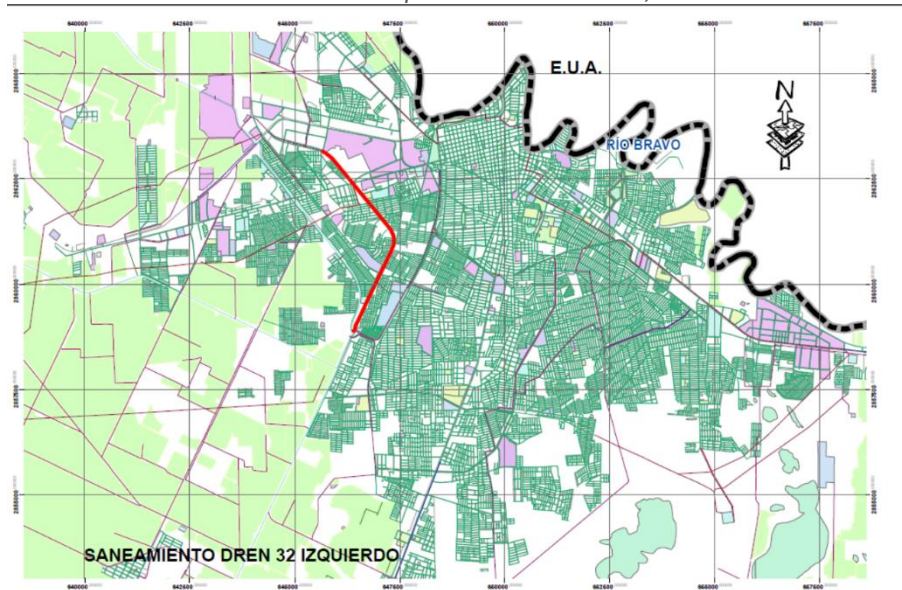
La alternativa 2 implica un nuevo trazo auxiliar para disminuir el gasto de aportación al dren Principal, y que ambos operen satisfactoriamente; es decir conservar el dren Principal actual con su gasto de diseño y utilizar un dren auxiliar para gasto excedente.

El dren 32 izquierdo tiene las mismas características que el dren Principal, por lo cual también está programado su saneamiento.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 35. Saneamiento del dren 32 izquierdo de Matamoros, TM.



Fuente: elaboración propia

La alternativa 1 consiste en realizar los trabajos de limpia y revestimiento, para mejorar la capacidad hidráulica del dren y que pueda desalojar el gasto tributario de sus cuencas de aportación.

La alternativa 2 se realizaría juntamente con la alternativa 2 del dren Principal; es decir, trabajarían de forma conjunta el trazo auxiliar sustituto, el dren 32 izquierdo y el dren Principal.

Ilustración 36. Alternativas para saneamiento del dren 32 izquierdo

Proyecto	Alternativa		
	Rehabilitación	Sustitución	Construcción
Saneamiento dren 32 izq.	Alternativa 1		
		Alternativa 2	

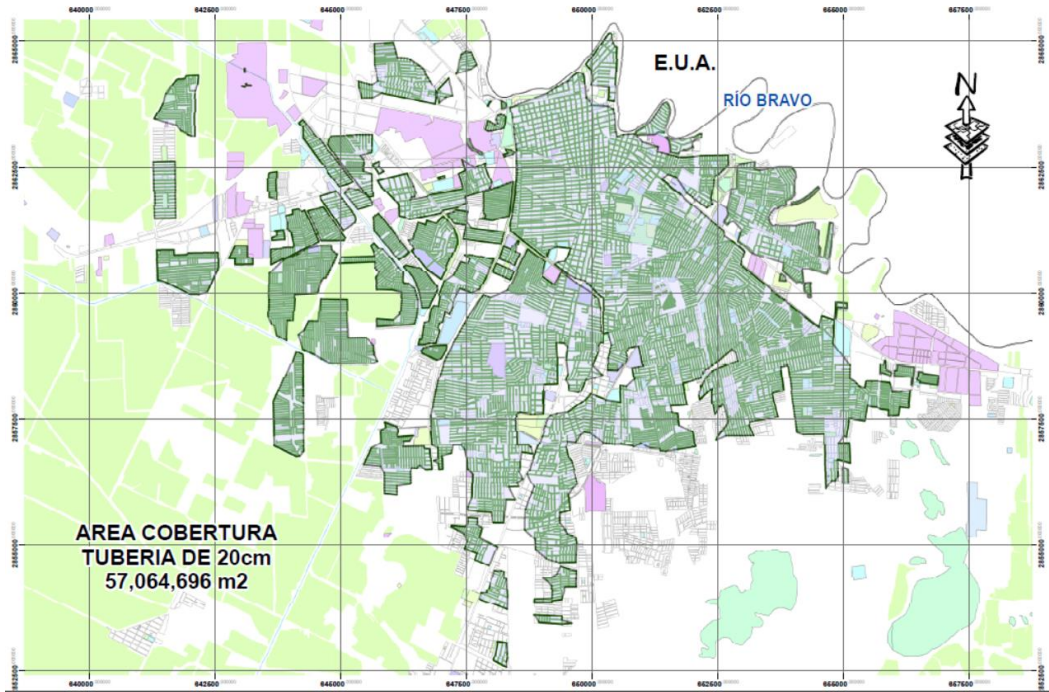
Fuente: fuente propia

Para ampliar la red de atarjeas y elevar la cobertura actual del 93 al 100 %, en beneficio de 12,011 usuarios, se requiere ampliar la red de colectores que consta de 89,594 m; en 6700 m esta alternativa se complementa con una estrategia similar en el corto, mediano y largo plazos. Incluye el proyecto ejecutivo.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 37. Área de cobertura de alcantarillado sanitario en Matamoros, TM



Fuente: elaboración propia

Ilustración 38. Alternativas para ampliación de la red de colectores de Matamoros, TM

Proyecto	Alternativa		
	Rehabilitación	Sustitución	Construcción
Ampliación de 6.7 km de la red de colectores	Alternativa 1		
			Alternativa 2

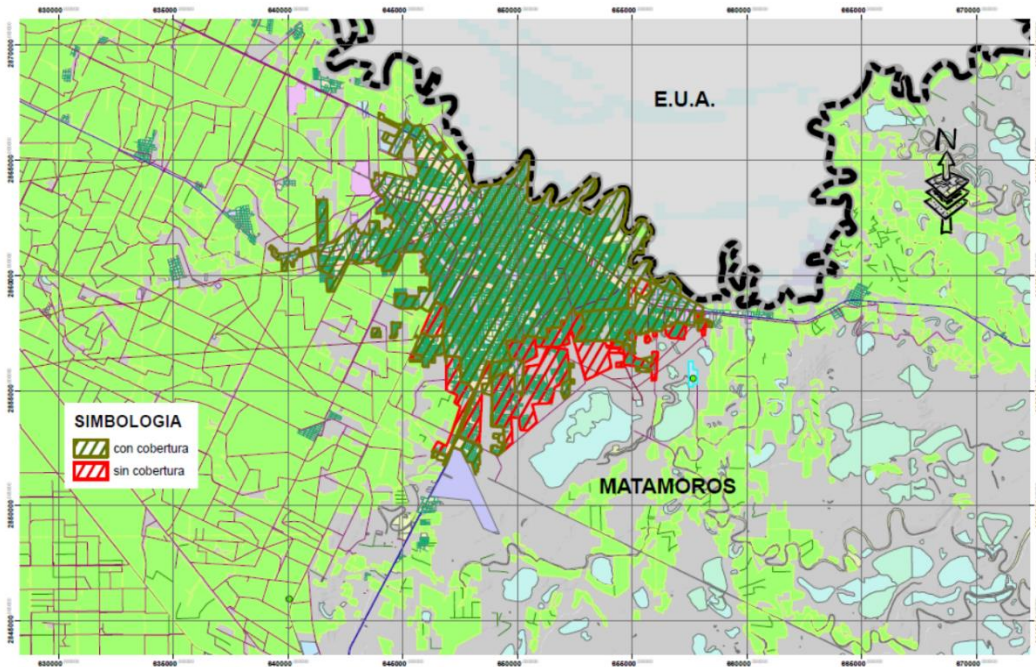
Fuente: elaboración propia

La infraestructura que se requiere para el año 2024 está en función directa de la población que se tendrá en esa época; para determinarla nos basamos en los datos de la proyección de población; primeramente calculamos la tasa de crecimiento entre los años 2020 y 2030, por medio de la fórmula para el cálculo del valor presente. De un flujo de caja con pagos anuales, el valor de la tasa de descuento fue de 1.154 %; esta tasa de descuento la aplicamos en la misma fórmula para calcular el valor futuro de un valor presente que se descuenta anualmente, y obtuvimos que para el año 2024 la población de Matamoros puede estimarse en 534,292 habitantes. Con el dato de la población se calcularon por deducciones aritméticas directas los parámetros de descargas y colectores necesarios, en función de los datos proporcionados por la JAD Matamoros sobre la cobertura actual.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 39. Cobertura de alcantarillado de Matamoras, TM.



Fuente: elaboración propia

Para la construcción de la infraestructura de saneamiento que requiere la demanda futura es necesaria la elaboración del proyecto ejecutivo para ampliar la cobertura de alcantarillado para 12,011 descargas.

La realización de los proyectos debe regirse bajo los lineamientos del MAPAS de CONAGUA; por tanto, no aplican alternativas para su elaboración, ya que las alternativas de diseño forman parte de los lineamientos propios del proyecto ejecutivo.

3.1.2 Alternativas para plantas de bombeo principales.

El sistema de saneamiento de Matamoros cuenta con más de una centena de estaciones de bombeo, de las cuales 76 se dedican al alejamiento de las aguas residuales y el resto se ocupan del desalojo de las aguas pluviales.

Dentro de los programas de trabajo de la JAD Matamoros, y congruente con la actualización del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Matamoros, se tienen los siguientes proyectos para las estaciones de bombeo de aguas residuales.

En la zona centro y las colonias aledañas existen varias EBAR que datan de hace más de 40 años, las cuales tienen diseños ineficientes y deteriorados componentes electromecánicos, en detrimento de la eficiencia del desalojo de las aguas residuales y ocasionando costos indebidos por consumo de energía, de tal suerte que es menester rehabilitarlas.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

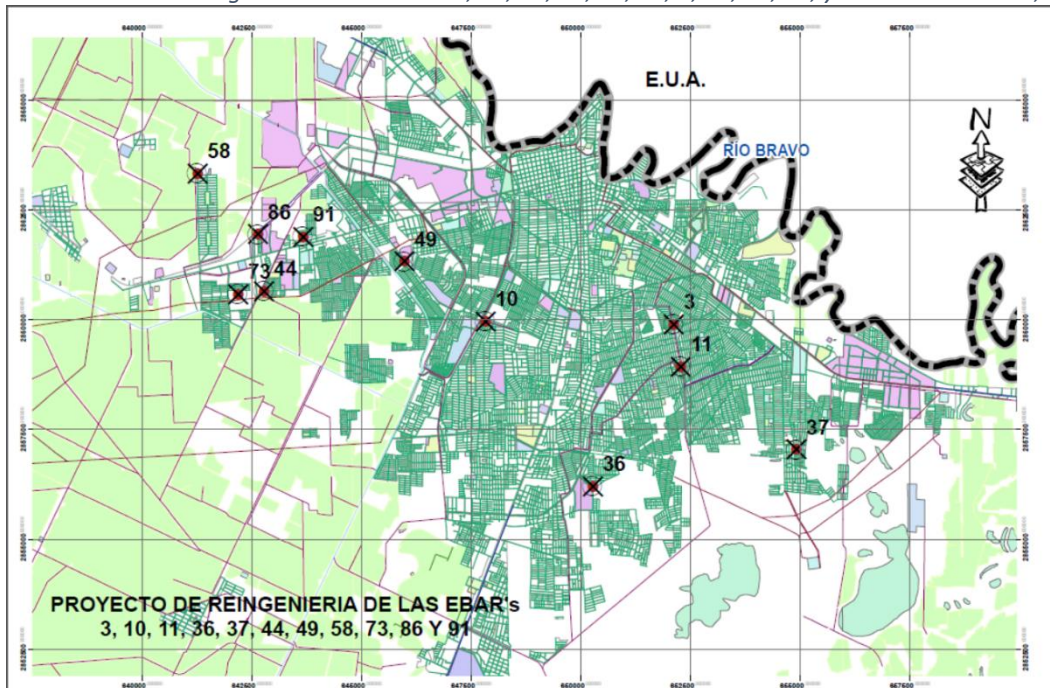
Reingeniería de las EBAR 3, 10, 11, 36, 37, 44, 49, 58, 73, 86 y 91; incluye proyecto ejecutivo.

Ilustración 40. Alternativas para rehabilitación de EBARs de Matamoras, TM

Proyecto	Alternativa		
	Rehabilitación	Sustitución	Construcción
Reingeniería y equipamiento de EBARs 3, 10, 11, 36, 37, 44, 49, 58, 73, 86 y 91.	Alternativa 1		
		Alternativa 2	

Fuente: elaboración propia

Ilustración 41. Reingeniería de las EBAR 3, 10, 11, 36, 37, 44, 9, 58, 73, 86, y 91 de Matamoras, TM



Fuente: elaboración propia

La alternativa 1 consiste en reponer los equipos dañados, y complementar, en su caso, para obtener el gasto de diseño de cada EBAR; tiene el inconveniente de no propiciar un posible ahorro de energía, con el consecuente impacto económico.

La alternativa 2 se refiere a sustituir de manera integral el equipamiento de las EBAR, a fin de que correspondan las demandas con equipos de consumo óptimo de energía y propiciar un ahorro de energía, además de contar con equipos de manejo más fácil.

Estaciones de bombeo 35, 17, 16 y 21.

Ilustración 42. Alternativas para rehabilitación de EBARs de Matamoras, TM

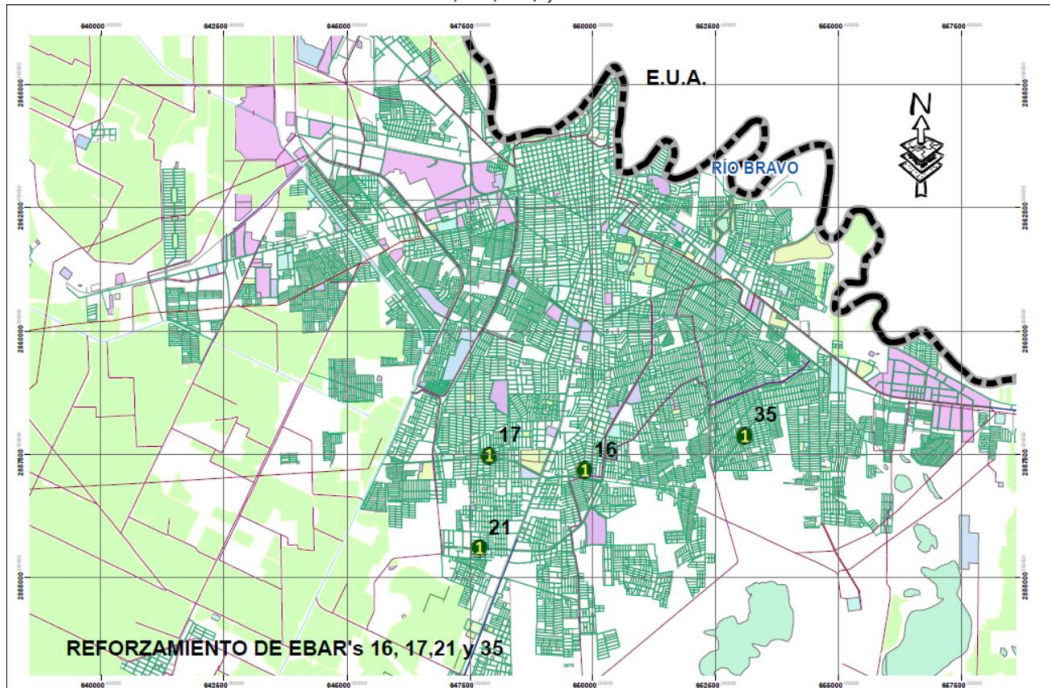
Proyecto	Alternativa		
	Rehabilitación	Sustitución	Construcción
Estaciones de bombeo 35, 17, 16 y 21.			Alternativa 1
		Alternativa 2	

Fuente: elaboración propia



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 43. Estaciones de bombeo 16, 17, 21, y 35



Fuente: elaboración propia

Por ser proyectos muy similares el anterior, y el que nos ocupa, las alternativas son también semejantes.

La alternativa 1 consiste en reponer los equipos dañados, y complementar, en su caso, para obtener el gasto de diseño de cada EBAR; tiene el inconveniente de no propiciar un posible ahorro de energía, con el consecuente impacto económico.

La alternativa 2 se refiere a sustituir de manera integral el equipamiento de las EBAR, a fin de que correspondan las demandas con equipos de consumo óptimo de energía y propiciar un ahorro de energía, además de contar con equipos de manejo más fácil.

Para la reingeniería y equipamiento de las EBAR 3, 10, 11, 36, 37, 44, 49, 58, 73, 86 y 91, se requiere elaborar su proyecto ejecutivo.

La elaboración de los proyectos ejecutivos de las EBAR 3, 10, 11, 36, 37, 44, 49, 58, 73, 86 y 91 deben ajustarse a los lineamientos del MAPAS de CONGUA; por lo tanto, no aplican alternativas. En cuanto a las alternativas del diseño de las bombas y componentes electromecánicos, estas se harán de acuerdo con lo establecido en el MAPAS para estos proyectos ejecutivos.

3.1.3 Alternativas para plantas de tratamiento.

Matamoros cuenta con una capacidad instalada de 975 lps en la PTAR, la cual es menor a la demanda de 1196 lps; por tanto, se requiere ampliar la capacidad de la PTAR



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

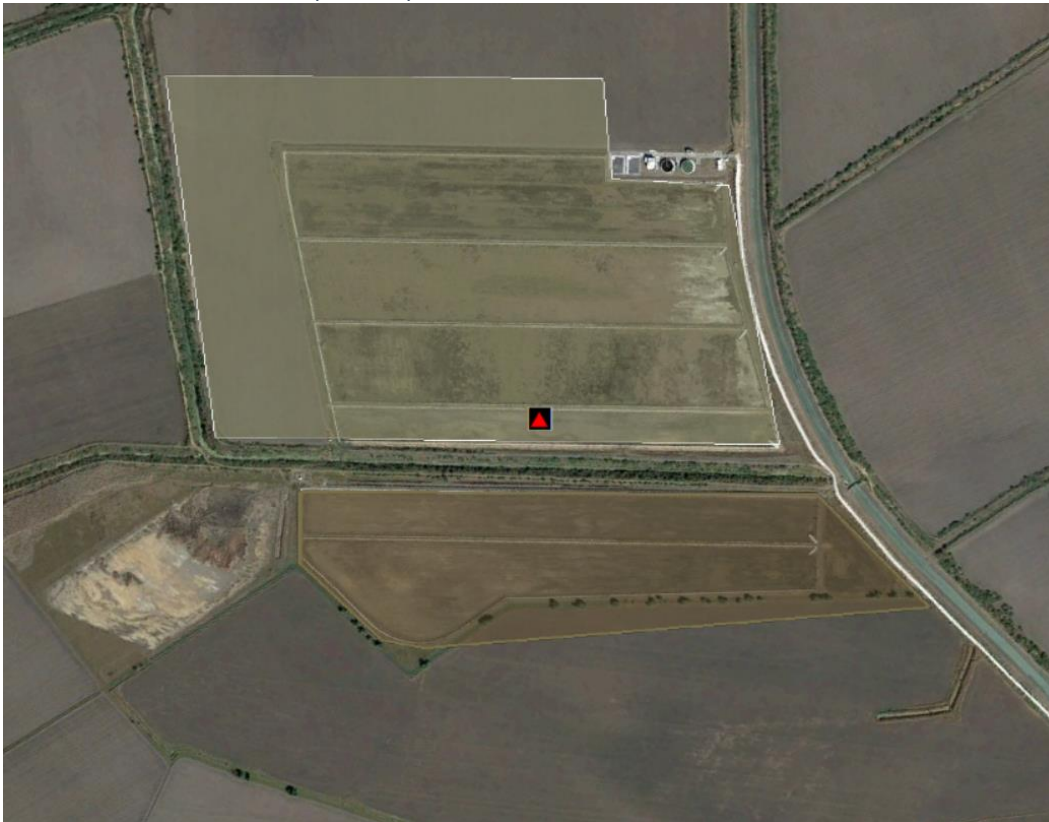
Ilustración 44. Alternativas de ampliación de la PTAR Oeste de Matamoros, TM

Proyecto	Alternativa		
	Rehabilitación	Sustitución	Construcción
Ampliación de módulo de 273 lps en PTAR oeste.			Alternativa 1
	Alternativa 2		

Fuente: elaboración propia

La alternativa 1 se basa en la ampliación de los módulos existentes en el sentido del lado largo, de tal forma que puedan alcanzar el área lagunar requerida de 124.5 ha, para cumplir con la remoción de elementos tal que las características del agua del efluente conserven los niveles de proyecto.

Ilustración 45. Alternativa 1 para ampliación de la PTAR Oeste de Matamoros, TM.



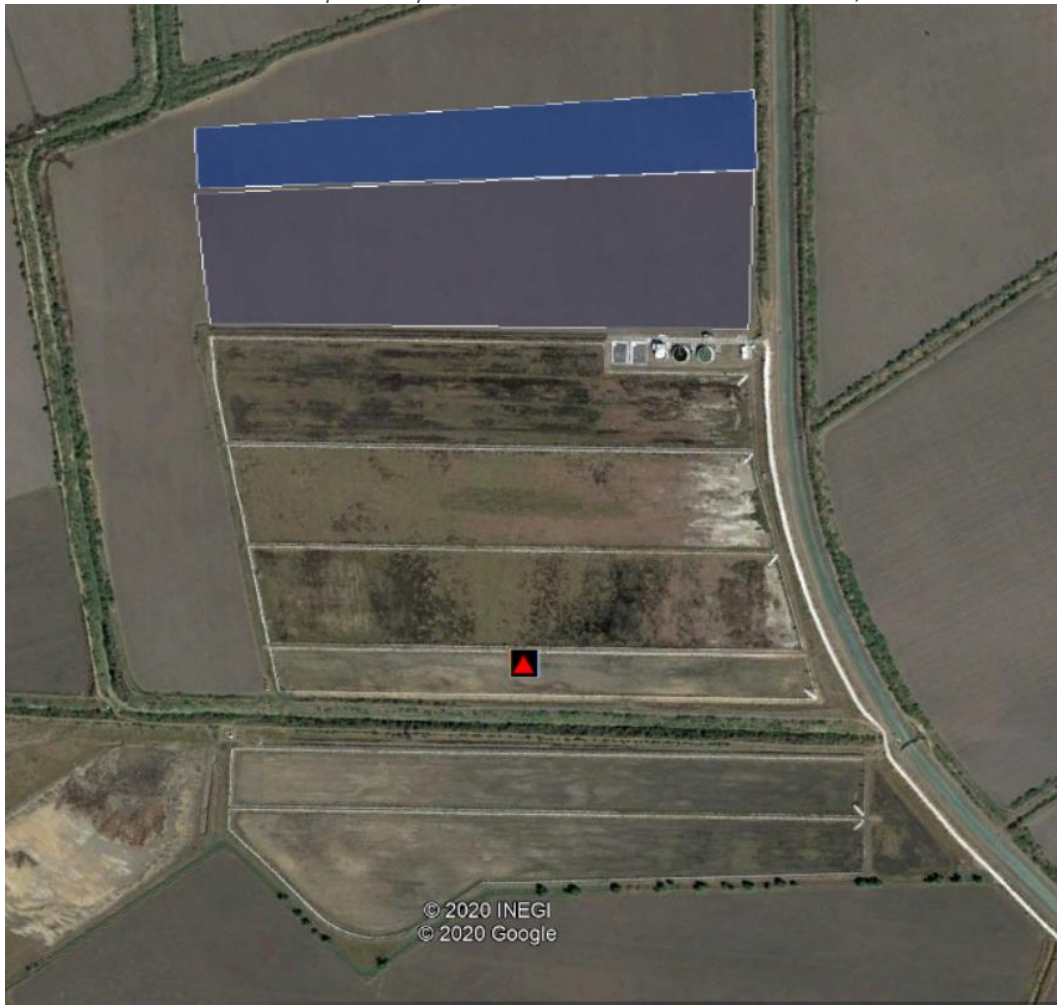
Fuente: elaboración propia

La alternativa dos consiste en una ampliación al norte de la PTAR de 1, módulo adicional de 41.5 ha, para 270 lps.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 46. Alternativa 2 para ampliación de la PTAR Oeste de Matamoros, TM

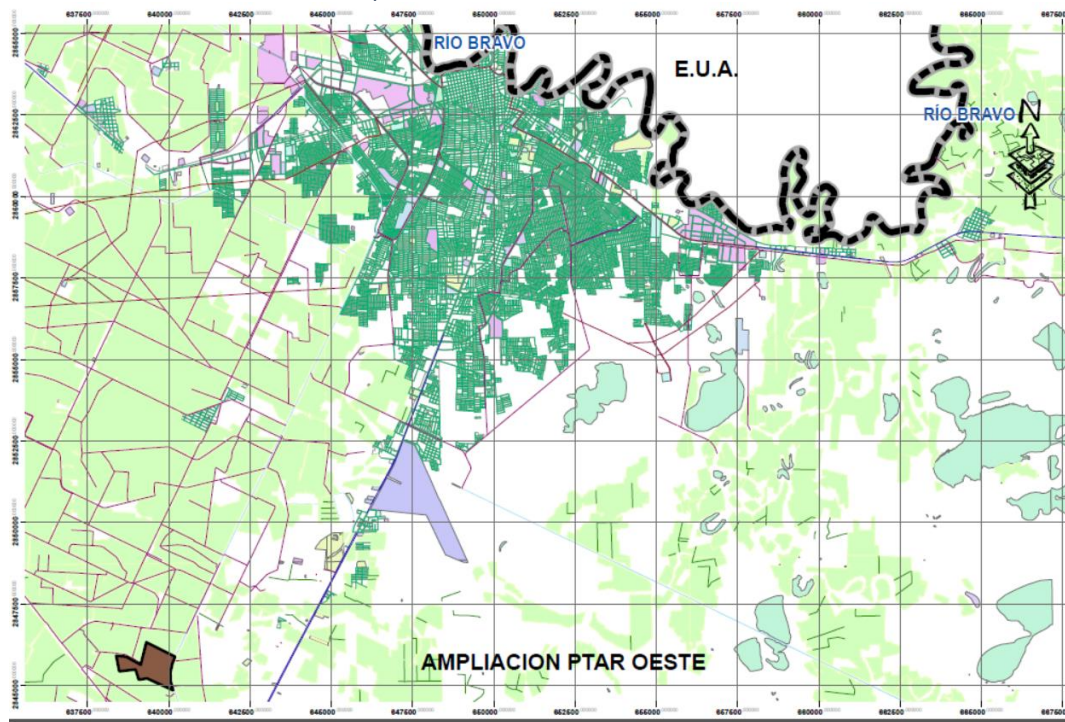


Fuente: elaboración propia



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 47. Ubicación de la ampliación de la PTAR Oeste Matamoras, TM



Fuente: elaboración propia

3.1.4 Alternativas para infraestructura para el reúso de agua.

En Matamoros existe un proyecto de aprovechamiento en riego agrícola de 10.21 hm^3 ; sin embargo, existe un potencial de más de 25 hm^3 , que pueden aprovecharse mediante intercambio de aguas de primer uso con los agricultores del DDR 025; este proyecto es prioritario, debido a las condiciones deficitarias de la disponibilidad de la fuente.

3.1.5 Alternativas para infraestructura complementaria e instrumentación.

En el rubro de infraestructura complementaria en la JAD de Matamoros, tenemos que para la instrumentación del sistema de saneamiento es básico contar con un catastro georreferenciado, por lo cual se contempla en la cartera de proyectos la elaboración de dicho catastro del sistema de saneamiento de la JAD Matamoros.

Para este proyecto sólo hay una alternativa, pues tiene que regirse por la normatividad del INEGI.

3.2 Dimensionamiento de alternativas usando criterios de resiliencia.

La capacidad que tiene un sistema, una comunidad o una sociedad, expuestos a una amenaza, para resistir, absorber, adaptarse, transformarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficiente, en particular mediante la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas por conducto de la gestión de riesgos, es conocida como resiliencia (UNISDR, 2016).

En infraestructura y sistemas de agua potable y saneamiento, la resiliencia se refiere a la capacidad de un sistema para soportar eventos extraordinarios (eventos disruptivos naturales y antropogénicos) que causan que al menos una parte del sistema falle. La resiliencia se manifiesta



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

en la infraestructura cuando esta mantiene un nivel mínimo de funcionalidad ante una situación adversa y se recupera en un tiempo corto y con un costo razonable (Gay Alanís, 2017).

La resiliencia de un sistema no se conoce con precisión, sino “a posteriori”, luego de un evento. Todo lo que se puede evaluar “a priori”, en términos de resiliencia, son probabilidades que resultan de un proceso estocástico. Sólo cuando el evento ocurra se conocerá si un sistema era efectivamente resiliente (Gay, 2013).

De acuerdo con Bruneau (2003), existen cuatro características (4R) que hacen que un sistema sea resiliente:

- 1R. Resistencia: La capacidad de un sistema de agua potable y saneamiento de no colapsarse totalmente ante una falla, sino conservar un mínimo necesario de funcionamiento.
- 2R. Redundancia: Que el sistema de agua potable y saneamiento tenga suficientes redundancias (respaldos), para evitar que haya cuellos de botella o elementos que puedan causar la falla completa.
- 3R. Recursos: No únicamente es tener recursos para atender una emergencia (tales como presupuestos, repuestos y personal), sino también las estrategias de improvisación y adaptación de soluciones temporales que sostengan el funcionamiento del sistema de agua potable y saneamiento.
- 4R. Rapidez: La tasa a la cual se recupera la funcionalidad del sistema.

El hecho de que un sistema de agua potable y saneamiento sea o no resiliente depende de factores, tales como:

El estado de conservación y mantenimiento.

Redundancias físicas y funcionales.

Capacidad de respuesta del sistema de agua potable y saneamiento para continuar con sus servicios, aun de forma limitada.

Preparación para emergencias, tanto del sistema y sus proveedores como de sus usuarios.

Interdependencias con otros sistemas (por ejemplo, sistemas eléctricos).

Magnitud del evento de falla.

Si los servicios del sistema de agua potable y saneamiento pueden ser sostenidos y rápidamente recuperados, los sectores vulnerables tendrán menos impactos negativos de la materialización de riesgos.

Los sistemas de agua potable y saneamiento son considerados elementos esenciales en el funcionamiento de una ciudad o un municipio; por lo tanto, su resiliencia aporta a la resiliencia de la ciudad.

Fuente: BID-Banco Interamericano de Desarrollo. (2019). Guía para la gestión del riesgo en sistemas de agua y saneamiento ante amenazas naturales. NOTA TÉCNICA N.º IDB-TN-01766.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Análisis de resiliencia para proyectos de saneamiento.

Componentes importantes:

$$\text{Riesgo} = f(\text{Probabilidad de Ocurrencia, Consecuencia})$$

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$$

$$\text{Riesgo de desastre} = \frac{\text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad} \times \text{Exposición}}{\text{Capacidad de afrontamiento (Resiliencia)}}$$

Ejemplos no limitativos.

1. Colector que colapsa frecuentemente.
 1. ¿Las fallas se deben siempre o casi siempre a la misma causa? Localizar la causa raíz y proponer soluciones que eviten al máximo su recurrencia.
 2. ¿Qué tan fortuita es la causa de falla? Analizar los riesgos previsible, tanto en diseño, como en operación y mantenimiento.
 3. ¿En qué condiciones ocurren las fallas? Detectar patrones de falla que puedan preverse y evitarlos.
2. Plantas de bombeo de aguas residuales.
 1. ¿Hay redundancia suficiente en el equipo de bombeo, independiente en los elementos primarios de operación del equipo base? Suministro de energía en circuitos distintos; controles independientes; mantenimiento al día, etcétera.
 2. ¿Hay fallas recurrentes en el equipo de bombeo? Identificar las causas y prever un programa de sustitución de equipo.
 3. ¿Hay riesgo de daño a las instalaciones por fenómenos naturales? Evaluar si las medidas de protección son suficientes y efectivas.
 4. ¿Hay riesgo de daño a las instalaciones por actividad antropogénica como vandalismo? Analizar si los controles de acceso son adecuados y si los manuales de procedimientos consideran estas circunstancias.
3. Plantas de tratamiento de aguas residuales.
 1. ¿Hay redundancia suficiente en el sistema que permita seguir el tratamiento en caso de daños a algún módulo de la PTAR? Diseño con vías de tratamiento alterno, manteniendo en un mínimo aceptable la calidad de tratamiento final.
 2. ¿Hay fallas recurrentes en alguna parte del proceso en específico? Identificar las causas y establecer un programa de mantenimiento preventivo.
 3. ¿Hay riesgo de daño a las instalaciones por fenómenos naturales? Evaluar si las medidas de protección son suficientes y efectivas.

¿Hay riesgo de daño a las instalaciones por actividad antropogénica como vandalismo? Analizar si los controles de acceso son adecuados y si los manuales de procedimientos consideran estas circunstancias.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

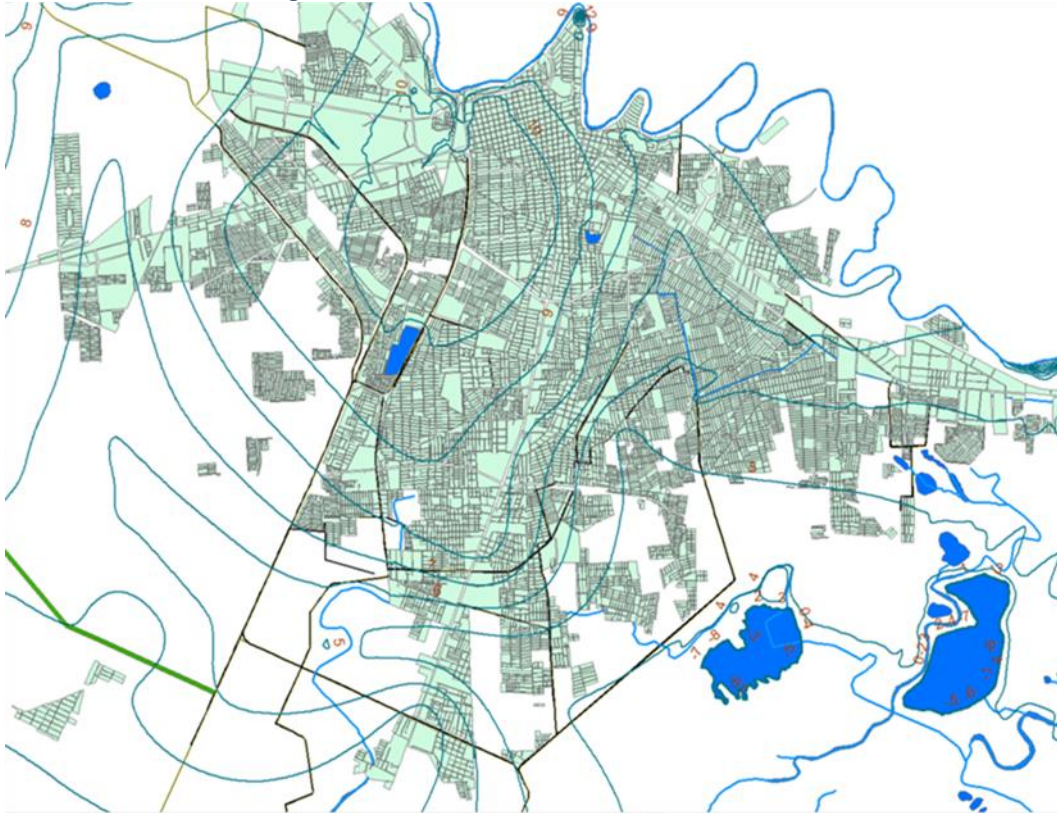
3.2.1 Alternativas para colectores principales y obras de captación y conducción.

Los parámetros básicos para las obras de saneamiento son el área de recolección y la pendiente del terreno natural; con estos se puede dimensionar la infraestructura requerida.

Debido a la situación actual de resguardo ante la contingencia derivada de la pandemia, para contar con la información de los gastos y las pendientes, para el diseño preliminar de los colectores definidos en la cartera de proyectos, se recurrió a los planos proporcionados por la JAD Matamoros y al Plan de Ordenamiento Territorial y Urbano de IMPLAN Matamoros.

Para determinar la información anterior se elaboró primero un modelo de elevaciones con curva de nivel a cada metro.

Ilustración 48. Modelo digital de elevaciones, con curvas a cada metro de Matamoros, TM.



Fuente: elaboración propia

El Modelo Digital de Elevaciones (MDE), muestra claramente un parteaguas central en Matamoros, quedando los escurrimientos hacia el oriente y poniente de la ciudad, y de norte a sur, salvo en las riberas del río Bravo, donde se presenta el drenaje franco hacia su cauce.

La ubicación de Matamoros, por su cercanía al golfo de México, presenta una gran cantidad de microcuencas, las cuales se encuentran definidas en el Plan Maestro de Drenaje Pluvial, realizado por IMTA en el 2016.

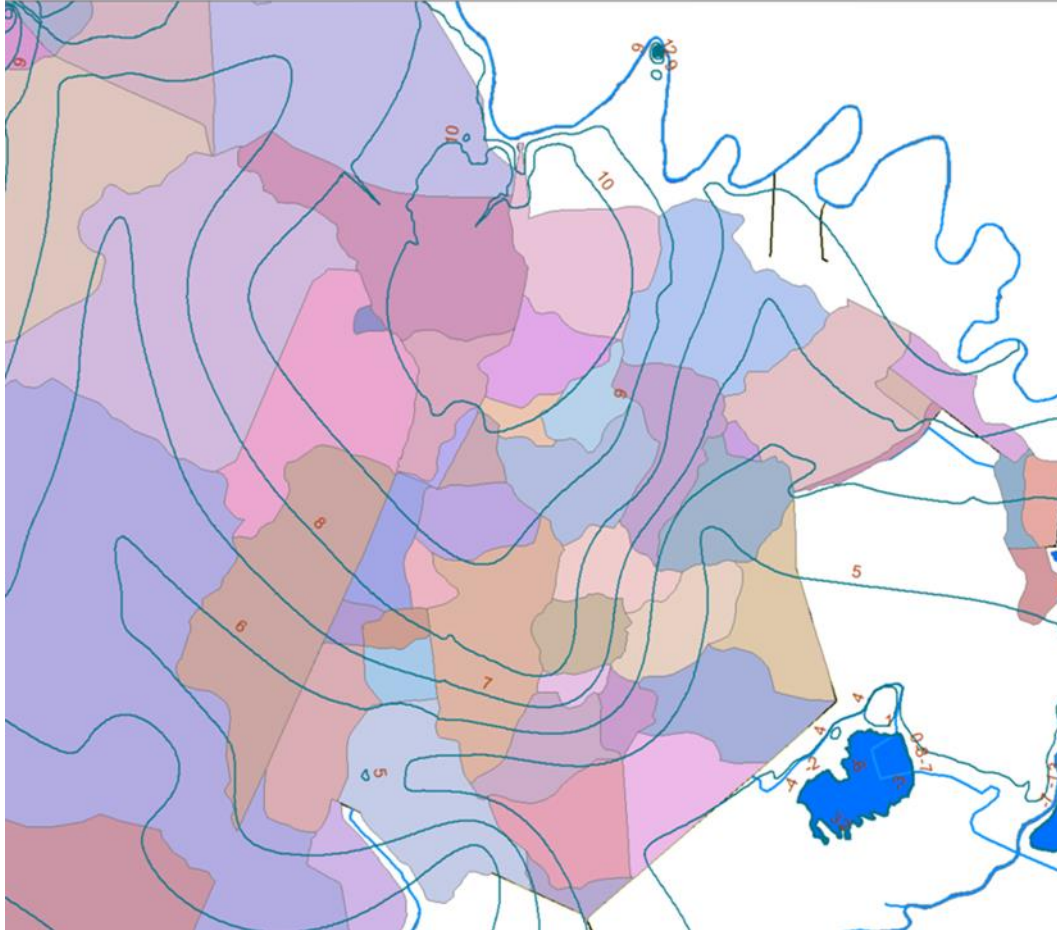
De dicho documento se recopiló la información para integrar un plano de cuencas de Matamoros.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

El plano mencionado se realizó conjuntando los archivos del plano base de Matamoros y el MDE; para tal efecto se realizaron las transformaciones de coordenadas requeridas, a fin de que el plano resultante cuente con coordenadas UTM.

Ilustración 49. Plano de las cuencas de Matamoros sobre el MDE



Fuente: elaboración propia

El ejercicio anterior nos permite conocer el área que drena cada cuenca y, de esta manera, deducir de manera indirecta el área que corresponde al agua superficial y las pendientes que se tienen en la misma.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 50. Datos de las cuencas de Matamoros

Subcuencas, 11/09/2020, Page 1

FID	Shape *	Id	Subcuenca	HECTAREAS
0	Polygon	0	D_Valle Verde	26.12
1	Polygon	0	D_20 Nov_2	477.16
2	Polygon	0	D_Niño	264.84
3	Polygon	0	D_20 Nov_1	525.69
4	Polygon	0	D_Abelardo de la T_1	258.46
5	Polygon	0	D_Cantinflas	30.29
6	Polygon	0	D_Lauro Villar_1	112.42
7	Polygon	0	D_Lauro Villar_3	57.70
8	Polygon	0	D_Cima	74.91
9	Polygon	0	D_Lauro Villar_2	48.50
10	Polygon	0	D_20 Nov_3	245.42
11	Polygon	0	D_20 Nov_4	288.93
12	Polygon	0	D_20 Nov_5	250.63
13	Polygon	0	D_Esperanza y Reforma 2	261.14
14	Polygon	0	D_La India 1	484.22
15	Polygon	0	D_Abelardo de la T_3	140.05
16	Polygon	0	D_Emilio P Gil_1	207.79
17	Polygon	0	D_Abelardo de la T_2	154.83
18	Polygon	0	DP3_1	1,416.40
19	Polygon	0	DP3_3	791.36
20	Polygon	0	DPapantla_1	278.73
21	Polygon	0	D_EmisorP_1	352.18
22	Polygon	0	Dlza_2	192.60
23	Polygon	0	DP2_5	2,955.73
24	Polygon	0	Dlza_1	644.42
25	Polygon	0	D_Esperanza y Reforma 1	74.29
26	Polygon	0	Dren_Martha Rita 2	36.02
27	Polygon	0	DP3_4	137.07
28	Polygon	0	C_Jesus Vega	48.47
29	Polygon	0	C_Prol_15-44_4	192.10
30	Polygon	0	D_Vacas_2	282.84
31	Polygon	0	D_Vacas_1	481.32
32	Polygon	0	DP3_6	9,416.72
33	Polygon	0	DP1_3	2,680.36
34	Polygon	0	DP1_1	8,118.76
35	Polygon	0	DP1_4	1,026.66
36	Polygon	0	DP1_2	2,493.86
37	Polygon	0	DP2_1	1,904.57
38	Polygon	0	D_Secc11	1,146.35
39	Polygon	0	D_20 Nov_6	52.01
40	Polygon	0	D_Cecilia	20.09
41	Polygon	0	D_EmisorP_3	27.27
42	Polygon	0	C_Prol_15-44_1	65.42
43	Polygon	0	DPapantla_3	52.42

Fuente: Plan Maestro de Drenaje Pluvial de Matamoros, IMTA



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 23. Características de las cuencas de Matamoros Tamaulipas

Subcuenca	Longitud del cauce (metros)	Elevación inicial del cauce (msnm)	Elevación final del cauce (msnm)	Desnivel (metros)	Pendiente del cauce
Jesús Vega	1253.26	9.78	6.54	3.24	0.00259
Canal Jesús Vega	1292.56	9.47	7.77	1.70	0.00132
Canal Prolongación 15-44_1	2786.12	9.76	8.42	1.34	0.00048
Canal Prolongación 15-44_2	958.52	8.42	7.61	0.81	0.00085
Canal Prolongación 15-44_3	3525.82	3.83	3.00	0.83	0.00024
Dren 20 de noviembre_1	4060.00	9.88	5.00	4.88	0.00120
Dren 20 de noviembre_2	3857.28	9.06	3.78	5.28	0.00137
Dren 20 de noviembre_3	3056.27	3.78	2.78	1.00	0.00033
Dren 20 de noviembre_4	3081.07	7.64	2.74	4.90	0.00159
Dren 20 de noviembre_5	2718.04	2.74	2.68	0.06	0.00002
Dren 20 de noviembre_6	2331.30	5.74	2.51	3.23	0.00139
Dren Abelardo de la Torre_1	2903.82	5.88	4.08	1.80	0.00062
Dren Abelardo de la Torre_2	1233.68	9.16	4.91	4.25	0.00344
Dren Abelardo de la Torre_3	1649.87	9.43	4.35	5.08	0.00308
Dren Cantinflas	1007.14	7.71	6.96	0.75	0.00074
Dren Casa Blanca	469.05	6.59	4.73	1.86	0.00397
Dren Cecilia Ocelli	766.42	7.57	5.24	2.33	0.00304
Dren Cima	2002.55	6.68	6.31	0.37	0.00018
Dren Emilio Portes Gil_1	2679.91	10.38	4.35	6.03	0.00225
Dren Emilio Portes Gil_2	1333.47	8.24	4.35	3.89	0.00292
Dren Emisor Pluvial_1	2828.49	9.54	8.79	0.75	0.00027
Dren Emisor Pluvial_2	2598.52	9.89	6.18	3.71	0.00143
Dren Emisor Pluvial_3	2145.26	6.18	4.01	2.17	0.00101
Dren Esperanza y Reforma_1	1394.32	4.35	3.82	0.53	0.00038
Dren Esperanza y Reforma_2	2799.92	8.47	2.68	5.79	0.00207
Dren La india_1	4897.08	9.68	6.07	3.61	0.00074
Dren La india_2	2809.03	8.74	3.82	4.92	0.00175
Dren Lauro Villar_1	2286.07	7.51	7.14	0.37	0.00016
Dren Lauro Villar_2	1698.93	7.14	6.31	0.83	0.00049
Dren Lauro Villar_3	1288.15	6.31	4.43	1.88	0.00146
Dren Del Niño	4357.33	10	5.88	4.12	0.00095
Dren Sección 11	5695.66	11	5.66	5.34	0.00094
Dren Las Vacas_1	3889.05	9.37	2.63	6.74	0.00173
Dren Las Vacas_2	3007.62	6.96	3.78	3.18	0.00106
Dren Valle Verde	2676.93	6.57	3.81	2.76	0.00103
Dren 32 izquierdo_1	4346.73	7.37	5.13	2.24	0.00052
Dren 32 izquierdo_2	2230.37	5.13	3.97	1.16	0.00052
Dren Principal_1_1	20113.19	16.77	7.15	9.62	0.00048
Dren Principal_1_2	18974.59	17.29	7.15	10.14	0.00053
Dren Principal_1_3	19368.05	18.04	7.15	10.89	0.00056
Dren Principal_1_4	6677.92	9.53	6.43	3.10	0.00046
Dren Principal_1_5	24542.58	18.04	6.43	11.61	0.00047
Dren Principal_2_1	9631.38	12.47	7.75	4.72	0.00049
Dren Principal_2_2	4229.55	9.74	5.94	3.80	0.00090
Dren Principal_2_3	3840.07	9.09	5.66	3.43	0.00089
Dren Principal_2_4	5042.32	10.49	5.94	4.55	0.00090
Dren Principal_2_5	17171.08	10.62	5.66	4.96	0.00029
Dren Principal_3_1	8117.23	10.78	5.40	5.38	0.00066
Dren Principal_3_2	5765.19	6.24	3.97	2.27	0.00039
Dren Principal_3_3	6878.76	8.98	2.91	6.07	0.00088
Dren Principal_3_4	2038.79	3.97	3.79	0.18	0.00009
Dren Principal_3_5	22374.03	14.13	2.91	11.22	0.00050
Dren Principal_3_6	27411.54	12.14	1.7	10.44	0.00038
Dren Papantla_1	1732.09	10.20	6.97	3.23	0.00186
Dren Papantla_2	2001.58	10.18	6.61	3.57	0.00178



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Subcuenca	Longitud del cauce (metros)	Elevación inicial del cauce (msnm)	Elevación final del cauce (msnm)	Desnivel (metros)	Pendiente del cauce
Dren Papantla_3	894.80	6.61	6.18	0.43	0.00048
Dren Martha Rita Prince_1	1958.89	8.57	6.54	2.03	0.00104
Dren Martha Rita Prince_2	623.69	6.54	3.58	2.96	0.00475
Valores máximos	27,411.54	18.04	8.79	11.61	0.00475

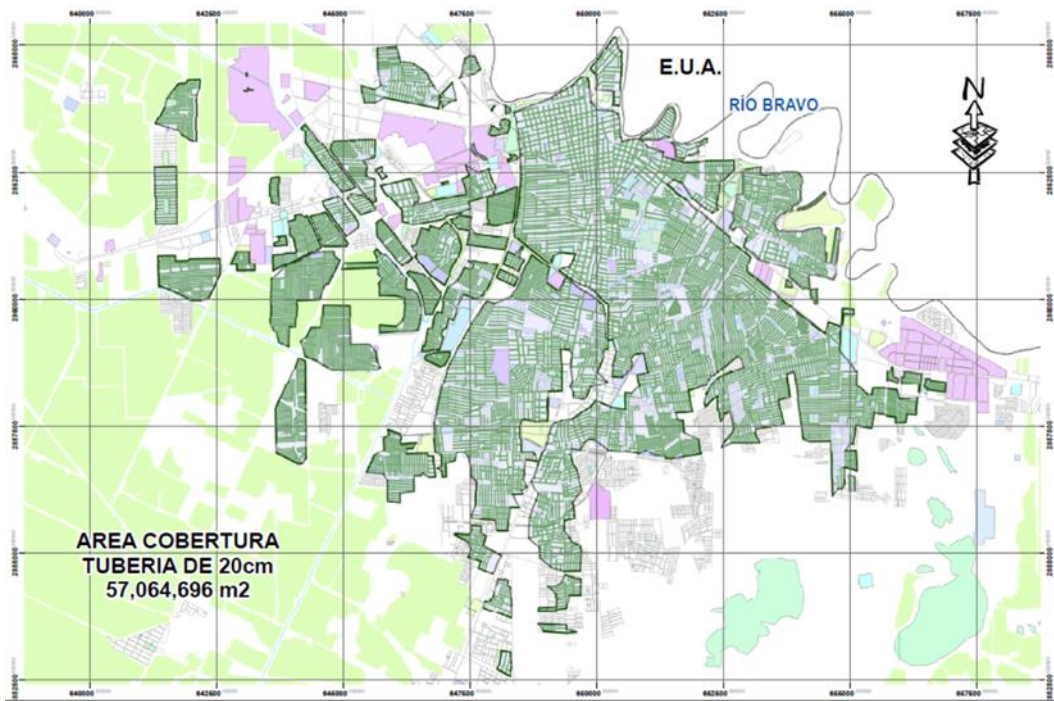
Fuente: Plan Maestro de Drenaje Pluvial de Matamoros, IMTA

Reemplazo de tuberías deterioradas en 10 km, y construcción de colectores para las colonias Mariano Matamoros, Sección XI, Las Américas, Infonavit, Buenavista, Santa Elena, Obrera, Popular y Jardín. El análisis hidráulico para este proyecto es el mismo para las dos alternativas, ya que la diferencia estriba en el procedimiento constructivo.

Los diámetros propuestos son con base en las áreas de recolección y las velocidades en la tubería que son función de las pendientes determinadas.

En principio para definir el gasto unitario por hectárea de agua recolectada, determinamos el gasto medio de agua por hectárea recolectada, se definió el área de cobertura de la red de atarjeas por medio de envoltentes en Arc-Map, y resultó de 5706 ha.

Ilustración 51. Área de cobertura de la red atarjeas de Matamoros, TM



Fuente: elaboración propia

Partiendo de que el gasto de agua residual recolectada es de 1190 lps, el gasto unitario será 1196 lps/5706.46 ha, que resulta 208 lps/ha.

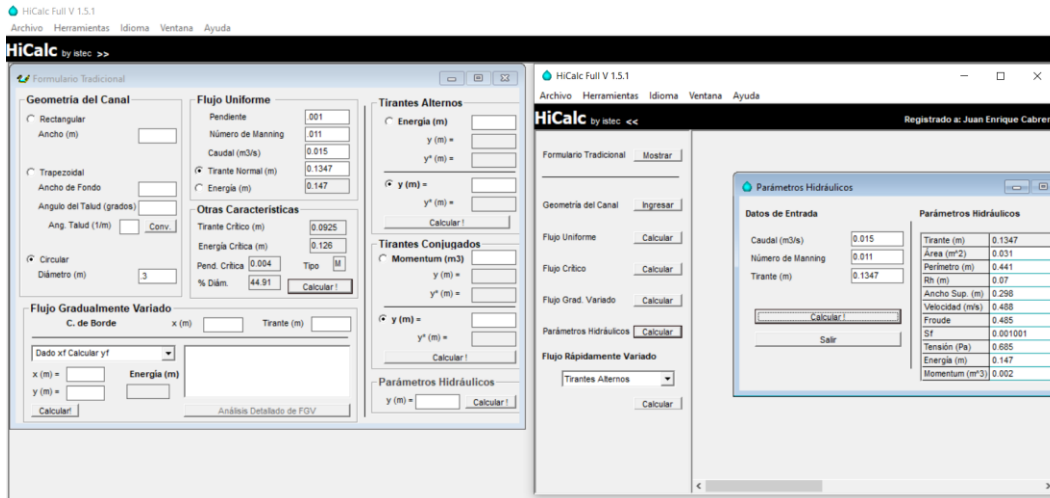
Con apoyo del plano de la ubicación del proyecto sobre las cuencas y el MDE en Arc-Map, obtuvimos las áreas tributarias y los gastos para los colectores del proyecto de sustitución de los 10 km, con lo cual fue factible determinar sus gastos.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

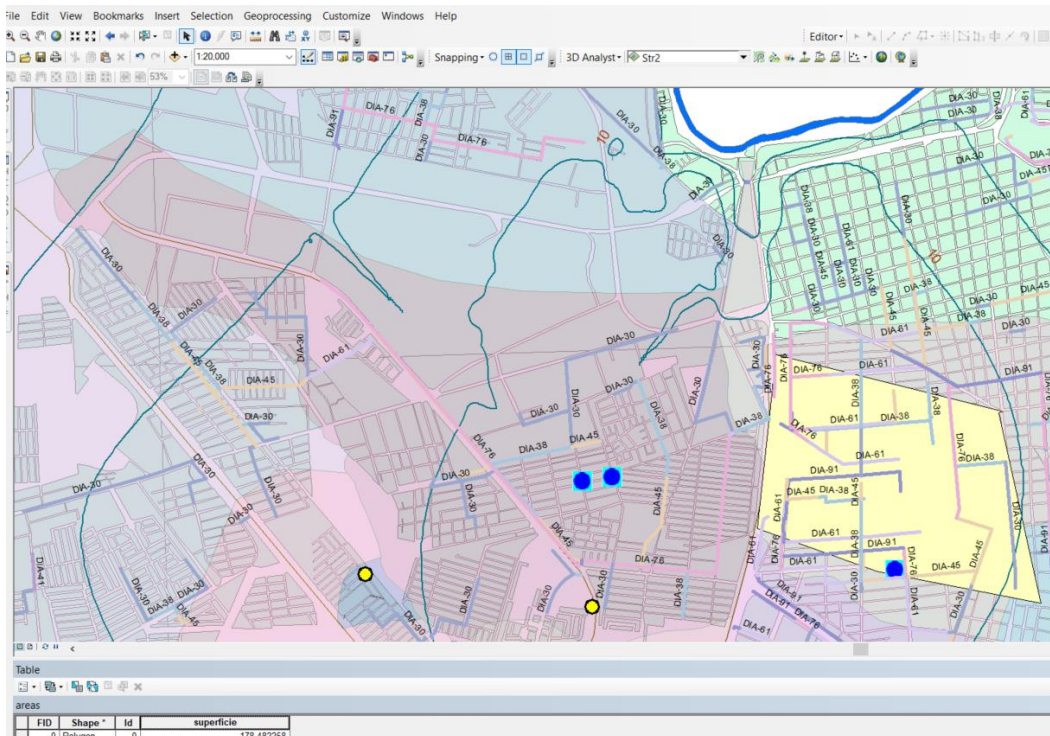
Con apoyo del plano de los colectores en Arc-Map definimos las áreas tributarias de cada colector, y con el gasto unitario calculamos el gasto de diseño “Qd”; en el mismo plano verificamos la pendiente aplicable. Con estos datos realizamos el análisis hidráulico de los colectores en la calculadora electrónica Hi-Calc.

Ilustración 52. Pantalla de resultados para dimensionamiento de sustitución del colector en la colonia Mariano Matamoros, en Matamoros, TM.



Fuente: elaboración propia

Ilustración 53. Cálculo del área tributaria del colector Buenavista



Fuente: elaboración propia



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Con los datos de cada colector se elaboró la ilustración siguiente con los resultados del dimensionamiento.

Ilustración 54. Resultados del dimensionamiento de los 10 km de sustitución de colectores

Colector	Longitud m	Area tributaria ha.	Ø cm	Qd lps	d cm	S milisimas	v m/seg	Qmax lps	Super habi/Déficit (+/-) lps
Mariano Matamoros	1,600	71	30	14.77	5.00	1	0.51	30.26	15.49
Sección XI,	800	120	30	24.96	18.00	1	0.56	30.26	5.30
Las Américas	800	127	30	26.42	19.00	1	0.55	30.26	3.84
Infonavit	1,200	42	30	8.74	10.00	1	0.44	30.26	21.52
Buenavista	1,150	114	36	23.71	16.00	1	1.04	48.69	24.98
Santa Elena	1,200	44	30	9.15	10.00	1	0.43	30.26	21.11
Obrera	1,450	90	36	18.72	14.00	1	0.59	30.26	11.54
Popular	1,230	18	30	3.74	7.00	1	0.39	30.26	26.52
Jardín	600	28	45	5.82	7.00	1	0.48	87.34	81.516
Suma	10,030								

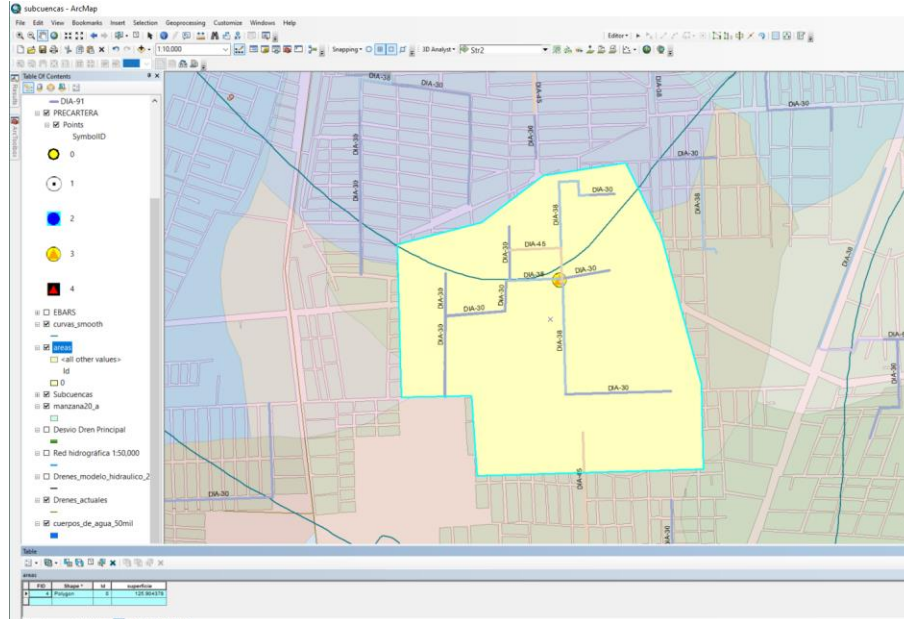
Fuente: elaboración propia

Como puede observarse en todos los resultados obtenemos superávit, es decir que el reemplazo que se está efectuando puede recibir las descargas de las demandas futuras; además se verificó que las velocidades con las que funcionarán cada uno de los conductores reemplazados sean las adecuadas.

Colectores 12 de Marzo, Expo Fiesta, ramales EBARs 16,17,21 y 35, y Santa Anita. Para mejorar la cobertura con su incorporación.

Para la definición de estos colectores procedimos de igual forma que en el caso anterior, utilizando la información en ambiente Arc-Map, para determinar los parámetros necesarios.

Ilustración 55. Determinación del área tributaria de EBAR 17



Fuente: elaboración propia



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Los resultados para cada colector se presentan tabulados en la ilustración siguiente.

Ilustración 56. Resultados del dimensionamiento de los colectores para el mejoramiento del sistema

Colector	Longitud m	Area tributaria ha.	Ø cm	Qd lps	d cm	S milesi mas	v m/seg	Qmax lps	Super habi/Déficit (+/-) lps
12 de marzo	1,200	54	30	11.23	11.00	1	0.48	30.26	19.03
Expofiesta	450	75	38	15.60	12.00	1	0.51	57.94	42.34
Ramal EBAR 16	400	65	38	13.52	12.00	1	0.51	57.94	44.42
Ramal EBAR 17	480	102	45	21.22	14.00	1	0.58	87.34	66.12
Ramal EBAR 21	380	162	61	33.70	16.00	1	0.89	48.69	14.99
Ramal EBAR 35	480	46	30	9.57	11.00	1	0.42	30.26	20.69
Santa Anita	450	85	51	17.68	12.00	1	0.68	30.26	12.58
Suma	3,840								

Fuente: elaboración propia

Conexión de EBAR número 75 de Quinta Real al interceptor. Este proyecto está identificado dentro de la fase III del Plan Maestro de Agua Potable y Alcantarillado de Matamoros; a la fecha cuenta con proyecto ejecutivo, donde su dimensionamiento está definido.

Dimensionamiento proyecto de saneamiento del dren Principal.

El dren Principal, que cruza por el poniente de norte a sur, es parte del DDR 025 Río Bravo, y su diseño contempla el desalojo de las aguas, tanto de riego como las pluviales; los criterios de diseño original no corresponden a las condiciones actuales, ya que los coeficientes de escurrimiento han sufrido grandes modificaciones; por lo tanto, es imperativo realizar tareas que permitan desalojar las aguas de su cuenca, de tal forma que no causen daños al sistema de saneamiento de Matamoros.

Para el gasto de diseño se tomó el determinado por el IMTA en el Plan Maestro de Drenaje Pluvial de Matamoros, además de considerar las características del colector definidas en el mismo trabajo. Con ello se procedió a realizar el dimensionamiento en la calculadora HI-Calc.

Para identificar el nivel de las cuencas del dren Principal se consultó la tabla de propiedades de Arc-Map para el plano de cuencas, y se identificó como DP3_5, con lo cual se consultó el gasto en la tabla de resultados del estudio hidrológico del Plan Maestro de Drenaje Pluvial de Matamoros, y se obtuvo un gasto de 153.56 m³/s, para un período de retorno de 10 años.

Tabla 24. Dimensionamiento del dren Principal de Matamoros Tamaulipas

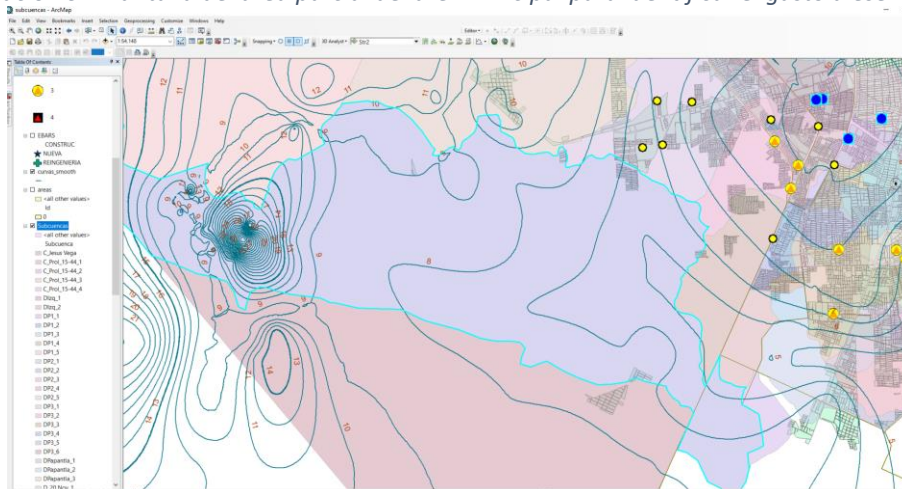
Dimensionamiento del dren Principal					
Base m	Talud	d m	Qd m ³ /s	v m/s	D m
20	2:1	4.79	153.56	1.18	1.79

Fuente: elaboración propia



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 57. Pantalla del área parcial del dren Principal para identificar el gasto a ese nivel



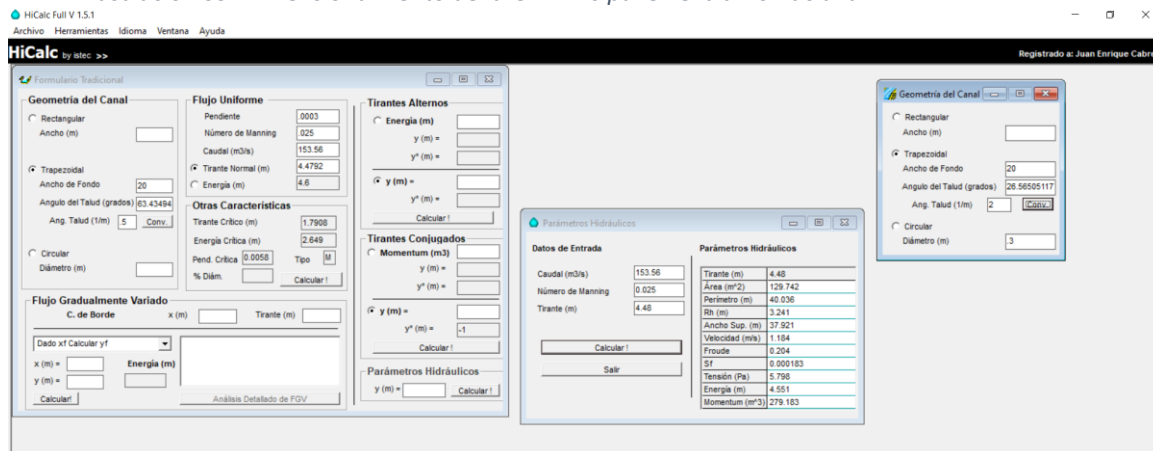
Fuente: elaboración propia

Ilustración 58. Gastos de diseño del dren Principal

Dren O Canal	Nomenclatura de la subcuenca en HEC-HMS	Subcuenca	Gasto (m ³ /s)			Volumen (miles de m ³)		
			Tr2	Tr5	Tr10	Tr2	Tr5	Tr10
	DP2_4	Dren Principal_2_4	8.425	14.880	20.579	207.624	373.764	498.906
	DP2_5	Dren Principal_2_5	18.785	35.858	52.295	1184.091	2098.749	2783.288
	DP3_1	Dren Principal_3_1	23.756	38.349	54.912	727.023	1202.556	1549.098
	DP3_2	Dren Principal_3_2	10.045	16.236	23.033	295.622	491.442	634.399
	DP3_3	Dren Principal_3_3	10.902	18.921	27.553	310.502	553.537	735.858
	DP3_4	Dren Principal_3_4	4.123	6.039	7.544	92.302	141.254	176.139
	DP3_5	Dren Principal_3_5	52.017	103.457	153.563	8336.315	6100.586	8196.396
	DP3_6	Dren Principal_3_6	44.806	86.790	124.734	3416.570	6224.594	8350.311
Dren Sección 11	D_Secc11	Dren Sección 11	27.518	43.411	56.064	620.682	1011.314	1294.523
Dren Valle Verde	D VALLE VERDE	Dren Valle Verde	1.260	1.898	2.167	17.732	27.072	33.724

Fuente: elaboración propia

Ilustración 59. Dimensionamiento del dren Principal en el tramo hacia la PTAR



Fuente: elaboración propia

Dimensionamiento del proyecto de saneamiento del dren 32 izquierdo.

Dada la similitud de los dos proyectos se aplicó el mismo procedimiento.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

La cuenca del dren 32-izquierdo, que aplica, es la denominada DIZQ1, con un gasto de diseño de 37.86 m³/s con los valores obtenidos se dimensionó con auxilio de HI-Calc.

Ilustración 60. Gasto de diseño del dren 32 izquierdo

Dren O Canal	Nomenclatura de la subcuenca en HEC-HMS	Subcuenca	Gasto (m ³ /s)			Volumen (miles de m ³)		
			Tr2	Tr5	Tr10	Tr2	Tr5	Tr10
Canal Jesús Vega	C JESUS V	Canal Jesús Vega	3.499	5.508	6.848	32.879	50.209	62.553
Canal Prolongación 15-44	C PROL1	Canal Prolongación 15-44_1	4.101	6.413	7.961	44.411	67.803	84.466
	C PROL2	Canal Prolongación 15-44_2	6.757	10.021	11.694	113.553	173.364	215.968
	C PROL3	Canal Prolongación 15-44_3	3.244	5.082	6.312	34.045	51.977	64.750
	C PROL4	Canal Prolongación 15-44_4	2.533	4.445	6.525	72.769	130.998	174.858
Dren 20 de noviembre	D 20 NOV1	Dren 20 de noviembre_1	22.248	33.038	38.178	358.658	546.771	680.723
	D 20 NOV2	Dren 20 de noviembre_2	21.122	31.559	36.143	323.924	494.545	616.076
	D 20 NOV3	Dren 20 de noviembre_3	8.555	12.573	15.240	166.606	254.361	316.870
	D 20 NOV4	Dren 20 de noviembre_4	14.255	21.552	24.736	195.916	299.212	372.795
	D 20 NOV5	Dren 20 de noviembre_5	3.828	6.006	8.498	156.387	244.691	307.944
	D 20 NOV6	Dren 20 de noviembre_6	2.113	3.396	4.004	29.645	47.603	60.562
Dren 32 izquierdo	DIZQ1	Dren 32 izquierdo_1	21.007	30.774	37.857	437.470	667.898	832.031
	DIZQ2	Dren 32 izquierdo_2	8.759	13.110	14.966	130.748	199.617	248.672

Fuente: elaboración propia

Tabla 25. Dimensionamiento del dren 32 izquierdo

Dimensionamiento del dren Principal					
Base m	Talud	d m	Qd m ³ /s	v m/s	D m
10	2:1	2.96	37.86	0.49	1.11

Fuente: elaboración propia

Dimensionamiento de la ampliación de la red de atarjeas para elevar la cobertura actual del 93 al 100 % en beneficio de 12,011 usuarios. Este dimensionamiento es por especificaciones; las redes de atarjeas tienen un diámetro mínimo de 20 cm.

En la elaboración del proyecto ejecutivo para ampliación de cobertura de alcantarillado para 12,011 descargas, no aplica el dimensionamiento

3.2.2 Alternativas para plantas de bombeo principales.

Dimensionamiento de las plantas de bombeo 3, 10, 11, 36, 37, 44, 49, 58, 73, 86 y 91 a las que se les realizará el proceso de reingeniería, más la construcción de las plantas de bombeo 35, 17, 16 y 21.

Dado que el parámetro central del dimensionamiento de una planta de bombeo es la carga por vencer, en este caso por estar fuera de nuestro alcance conocer ese dato, y conforme a los Términos de Referencia, el dimensionamiento lo realizaremos de forma conceptual.

El cárcamo de bombeo se calcula de forma similar a un tanque de regulación de agua potable, toda vez que la ley de demandas de agua residual es similar a la de agua potable; de esta forma se tiene la garantía de operación con el gasto medio, sin tener el riesgo de derrames.

El equipo de bombeo debe de calcularse para el gasto medio, diseñando el número de equipos en forma modular, en congruencia con la ley de demandas, a fin de tener costos de operación óptimos. Se tendrá equipo de respaldo para enfrentar las fallas de los equipos.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

El tren de descarga se diseña procurando tener las mínimas pérdidas de carga menores, con las válvulas de seguridad para evitar el daño de los equipos por contraflujo o paro súbito.

Los centros de control y mando CCM se calculan de forma que los equipos arranquen y detengan en forma segura, y que se cuente con los dispositivos de seguridad para las sobre cargas eléctricas o cualquier contingencia que pueda dañar los equipos.

El dimensionamiento de las estaciones de bombeo 35, 17, 16 y 21 se encuentra definido en sus respectivos proyectos ejecutivos, que forman parte de la fase III del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Matamoros.

En el proyecto ejecutivo para la reingeniería de las plantas de bombeo 3, 10, 11, 36, 37, 44, 49, 58, 73, 86 y 91 no aplica el dimensionamiento.

3.2.3 Alternativas para plantas de tratamiento

Dimensionamiento para la ampliación de la capacidad de la PTAR Oeste de Matamoros, TM.

La ciudad de Matamoros cuenta con una capacidad instalada de 975 lps en PTAR, la cual es menor a la demanda de 1196 lps; por tanto, se requiere de una ampliación de 221 lps a la capacidad de la PTAR.

El crecimiento de la ciudad es de acuerdo con lo previsto por el Programa de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Implan de Matamoros; por tanto, la PTAR que es conveniente ampliar es la Oeste.

Ampliación de módulo de 270 lps en PTAR Oeste.

El proyecto actual tiene una capacidad instalada de 540 lps y contempla la ampliación de un tercer módulo de 270 lps.

La modulación del proyecto, tipo lagunar, guarda una relación de superficies, en función del gasto a tratar. En nuestro caso la superficie de las lagunas facultativas es de 57.54 ha, y las de las lagunas de pulimento de 23.54, ambas lagunas con una superficie total de tratamiento de 81.08 hectáreas.

En la parte norte del proyecto se tienen 40 hectáreas de espacio con las características apropiadas para la construcción del tercer módulo contemplado en el proyecto.

Cabe mencionar que la superficie al norte permite conservar la relación largo ancho, calculada para los módulos existentes; además se cuenta con espacio suficiente para el pretratamiento; por tanto, se conservarán las características de tratamiento.

Cabe mencionar que la JAD de Matamoros nos informó que tiene avanzado el proyecto ejecutivo para este tercer módulo que forma parte de la fase III de la actualización del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Matamoros, TM.

En la ilustración siguiente se muestra el proyecto actual y las áreas de la ampliación en proyecto.

Ilustración 61. Dimensionamiento de la ampliación de la PTAR Oeste de Matamoros, TM



Fuente: elaboración propia

3.2.4 Alternativas para infraestructura para el reúso de agua

Actualmente no se cuenta con proyectos para el reúso del agua residual tratada que puede aprovecharse.

3.2.5 Alternativas para infraestructura complementaria e instrumentación

1.- Estudio para la elaboración del catastro técnico georreferenciado de la infraestructura de alcantarillado y saneamiento.

No aplica el dimensionamiento, ya que el proyecto que se tiene en este apartado es la elaboración del catastro georreferenciado del sistema de saneamiento, el cual es adimensional.

3.3 Evaluación comparativa de costos de inversión, operación y mantenimiento de alternativas

Para desarrollar ese numeral, considerando lo establecido en los Términos de Referencia y el nivel de gran visión del presente documento, con el fin de elaborar la tabla que contiene los indicadores solicitados, a saber:

- A. Inversión total.
- B. Inversión por períodos.
- C. Inversión a valor presente.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

- D. Costos medios de operación y mantenimiento (a precios constantes).
- E. Costo marginal integrado (amortización + operación y mantenimiento) a precios constantes.
- F. Consumo de energía.

Para estimar el presupuesto de los proyectos se recurrió a varias instancias, a saber:

- A. Catálogo de costos índice de CONAGUA. Para aplicar estos costos índices a un conjunto paramétrico de conceptos de acuerdo con la obra y la experiencia al respecto, es decir se integró un catálogo de conceptos simplificado, pero representativo, y a este se le aplicaron los precios unitarios del catálogo de CONAGUA.
- B. Se consideraron los presupuestos de los proyectos ejecutivos en los casos existentes.
- C. Se aplicaron referencias paramétricas donde no pudo identificarse un catálogo de conceptos, tomado como referencia los importes de proyectos similares o, en su caso, el promedio de varios proyectos, como en las EBARs donde se cuenta con el importe de los presupuestos de cuatro proyectos ejecutivos y se requiere el costo de la reingeniería de 11; para ello se tomó el promedio de los cuatro proyectos ejecutivos y se aplicó de manera proporcional a los 11 de la reingeniería; de esta manera se utilizaron los costos índices de CONAGUA del 2019, los presupuestos de los proyectos ejecutivos, un análisis paramétrico de los importes registrados en los informes de los proyectos ejecutados, así como la información disponible de páginas relativas a costos en la internet.

En cuanto a la inversión por períodos, se consideró el monto del proyecto y la tendencia de inversión histórica.

Para la inversión a valor presente se aplicó la fórmula clásica de ingeniería financiera para el caso, aplicando una tasa de descuento del 8 %.

En los costos medios de operación y mantenimiento se consideraron los promedios anuales, aplicándolos a la vida útil del proyecto, y se trajeron a valor presente.

El consumo de energía se dedujo de la información proporcionada por los organismos operadores.

La evaluación comparativa de costos de los proyectos, incluidos en la cartera se elaboró en hojas de Excel, donde se muestran para cada alternativa los indicadores y el análisis relativo, a fin de tener elementos de juicio para la selección de la opción más conveniente.

La precisión de los importes está en función de la información: en algunos casos proyectos ejecutivos, en otros anteproyectos, y en algunos sólo a nivel de idea.

3.3.1 Alternativas para colectores principales y obras de captación y conducción

Sustitución de 10 km de tubería deteriorada en zona centro, colonia El Mariano, Sección XIV, Las Américas, Infonavit Buenavista, Santa Elena, Obrera, Popular y Jardín.

Las alternativas para este proyecto son:



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Sustitución o reemplazo de la tubería o rehabilitación por medio de “liners” o encamisado de la tubería en su estado actual.

Como se mencionó, para integrar el informe se preparó una hoja de Excel con un presupuesto resumido de cada una de las alternativas.

Ilustración 62. Presupuesto de las alternativas de sustitución de 10 km de colectores

Presupuestos de sustitución de 10 km de colectores						
Concepto	Unidad	Cantidad	P.U.1	P.U.2	Importe 1	Importe 2
Rotura pav	m2	6018	175.50		1,056,159.00	
Excavación	m3	20060	65.30		1,309,918.00	
Extracción	ml	10030	265.00		2,657,950.00	
Retiro	ml	10030	185.50		1,860,565.00	
Inst 30"	m	6830	112.35		767,350.50	
Inst 36"	m	2600	135.60		352,560.00	
Inst 45"	m	600	245.30		147,180.00	
Sum PAD 30"	m	6830	1021.35	8300.00	6,975,820.50	56,689,000.00
Sum PAD 36"	m	2600	1295.30	10587.00	3,367,780.00	27,526,200.00
Sum PAD 45"	m	600	1946.25	14200.00	1,167,750.00	8,520,000.00
Relleno	m3	20060	225.50		4,523,530.00	
Rep pav	m2	6018	335.50		2,019,039.00	
Inducidas	lote	1	1794398.00		1,794,398.00	
TOTALES					28,000,000.00	92,735,200.00

Fuente: elaboración propia

Ilustración 63. Evaluación comparativa de las alternativas de sustitución de 10 km de colectores.

Sustitución de 10 km de colectores							
Indicadores	Importe total	Inversión por períodos	Inversión a valor presente	Costos medio de operación y mantenimiento	Costo marginal	Costo de energía	Costo Total
Alternativa 1	28,000,000.00	28,000,000.00	28,000,000.00	18,065,395.75	46,065,395.75	0.00	46,065,395.75
Alternativa 2	92,735,000.00	92,735,300.00	92,735,300.00	18,065,395.75	110,800,695.75	0.00	110,800,695.75

Fuente: elaboración propia

La inversión se programa para realizarse en el período 2021.

El costo de la alternativa 1 de reemplazo de la tubería es mucho menor al de la alternativa 2 del encamisado.

Para la primera alternativa, reemplazo de la tubería, se requiere excavar y retirar la tubería actual, acondicionar la zanja y colocar la nueva tubería, lo cual implica maniobras que afectan durante un tiempo mayor que la segunda alternativa, que es el encamisado, el cual no requiere de excavación, ya que se realiza por inyección dentro del tubo existente, desde los pozos de visita, lo cual es más ágil, con menor tiempo de ejecución y, por ende, un mínimo de molestias a los usuarios; sin embargo, los costos son muy superiores, por lo tanto a primera vista no es atractiva aun cuando ofrece una afectación mínima a los usuarios.

Colectores 12 de Marzo, Expo Fiesta, ramales EBARs 16, 17, 21 y 35, y colector Santa Anita

Este conjunto de obras se encuentra agrupadas en los colectores requeridos en la fase III de la actualización del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Matamoros, y se



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

identifican como colectores 12 de Marzo, Expo Fiesta, ramales EBARs 16,17,21 y 35, y colector Santa Anita.

Para estas propuestas de nueva construcción, que cuentan con proyecto ejecutivo, las alternativas son ejecutarlas o no hacerlas; por tanto, sólo se presenta el costo de la alternativa de ejecución.

Al término se presentará un resumen de los costos de los colectores y un breve análisis de las ventajas y desventajas que ofrece cada una de las alternativas.

Ilustración 64. Costo de ejecución del colector 12 de Marzo

Presupuesto para colector 12 de marzo				
Concepto	Unidad	Cantidad	P.U.1	Importe 1
Excavación	m3	5760	25.38	146,188.80
Inst 30"	m	3200	155	496,000.00
Sum PAD 30"	m	3200	1200	3,840,000.00
Relleno	m3	5760	125	720,000.00
Pavimento	m2	3200	850	2,720,000.00
P.V.	pza	32	38400	1,228,800.00
Inducidad	lote	1	2,000,066.72	2,000,066.72
TOTAL				11,151,055.52

Fuente: elaboración propia

Ilustración 65. Costo del colector Expo Fiesta

Presupuesto colector Expofiesta				
Concepto	Unidad	Cantidad	P.U.1	Importe 1
Excavación	m3	3240	25.38	82,231.20
Inst 38"	m	1800	235	423,000.00
Sum PAD 38"	m	1800	1761	3,169,800.00
Relleno	m3	3240	125	405,000.00
Pavimento	m2	1800	850	1,530,000.00
P.V.	pza	18	38400	691,200.00
Inducidas	lote	1	2,096,563.62	2,096,563.62
TOTAL				8,397,794.82

Fuente: elaboración propia

Ilustración 66. Costo de construcción del colector ramal EBAR 16

Presupuesto colector ramal EBAR 16				
Concepto	Unidad	Cantidad	P.U.1	Importe 1
Excavación	m3	6930	25.38	175,883.40
Inst 38"	m	3850	235	904,750.00
Sum PAD 38"	m	3850	1761	6,779,850.00
Relleno	m3	6930	125	866,250.00
Pavimento	m2	3850	850	3,272,500.00
P.V.	pza	38	38400	1,459,200.00
Inducidas	lote	1	2209525.12	2,209,525.12
TOTAL				15,667,958.52

Fuente: elaboración propia



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 67. Costo del colector ramal EBAR 17

Presupuesto colector ramal EBAR 17				
Concepto	Unidad	Cantidad	P.U.1	Importe 1
Excavación	m3	720	25.38	18,273.60
Inst 45"	m	400	305	122,000.00
Sum PAD 45"	m	400	2485	994,000.00
Relleno	m3	720	125	90,000.00
Pavimento	m2	400	850	340,000.00
P.V.	pza	4	38400	153,600.00
Inducidas	lote	1	182283.75	182,283.75
TOTAL				1,900,157.35

Fuente: elaboración propia

Ilustración 68. Costo del colector ramal EBAR 21

Presupuesto colector ramal EBAR 21				
Concepto	Unidad	Cantidad	P.U.1	Importe 1
Excavación	m3	7680	25.38	194,918.40
Inst 61"	m	3400	725	2,465,000.00
Sum PAD 61"	m	3400	4853	16,500,200.00
Relleno	m3	7680	125	960,000.00
Pavimento	m2	4080	850	3,468,000.00
P.V.	pza	34	48400	1,645,600.00
Inducidas	lote	1	4481457.1	4,481,457.10
TOTAL				29,715,175.50

Fuente: elaboración propia

Ilustración 69. Costo del colector ramal EBAR 35

Colector ramal EBAR 35				
Concepto	Unidad	Cantidad	P.U.1	Importe 1
Excavación	m3	612	25.38	15,532.56
Inst 30"	m	340	155	52,700.00
Sum PAD 30"	m	340	1200	408,000.00
Relleno	m3	612	125	76,500.00
Pavimento	m2	340	850	289,000.00
P.V.	pza	4	38400	153,600.00
Inducidad	lote	1	139,072.49	139,072.49
TOTAL				1,134,405.05

Fuente: elaboración propia



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 70. Costo del colector Santa Anita

Presupuesto para colector Santa Anita				
Concepto	Unidad	Cantidad	P.U.1	Importe 1
Excavación	m3	4080	25.38	103,550.40
Inst 30"	m	3400	155	527,000.00
Sum PAD 30"	m	3400	1200	4,080,000.00
Relleno	m3	4080	125	510,000.00
Pavimento	m2	3400	850	2,890,000.00
P.V.	pza	34	38400	1,305,600.00
Inducidad	lote	1	583,849.60	583,849.60
TOTAL				10,000,000.00

Fuente: elaboración propia

El resumen de los costos de los colectores es:

Ilustración 71. Resumen de costos de los colectores de Matamoros

Resumen de costos de colectores del sistema de alcantarillado de Matamoros Tam	
Presupuesto para colector 12 de marzo	11,151,055.52
Presupuesto colector Expofiesta	8,397,794.82
Presupuesto colector ramal EBAR 16	15,667,958.52
Presupuesto colector ramal EBAR 17	1,900,157.35
Presupuesto colector ramal EBAR 21	29,715,175.50
Presupuest colector ramal ebar 35	1,134,405.05
Presupuesto para colector Santa Anita	10,000,000.00
Suma	77,966,546.76

Fuente: elaboración propia

Los proyectos de los colectores son para incorporar a la red las aguas residuales de las atarjeas que aún no descargan a las PTAR; la demora de su ejecución trae consigo el riesgo de afectar la salud de los usuarios y de los vecinos, así como la contaminación del medio ambiente.

Ilustración 72. Evaluación comparativa de la construcción de colectores

Construcción de colectores							
Indicadores	Importe total	Inversión por periodos	Inversión a valor presente	Costos medio de operación y mantenimiento	Costo marginal	Costo de energía	Costo Total
12 de marzo	11,151,055.52	11,151,055.52	11,151,055.52	5,780,926.64	16,931,982.16	0.00	16,931,982.16
Expofiesta	8,397,794.82	8,397,794.82	8,397,794.82	3,251,771.24	11,649,566.06	0.00	11,649,566.06
Ramal EBAR 16	15,667,958.52	15,667,958.52	15,667,958.52	6,955,177.37	22,623,135.89	0.00	22,623,135.89
Ramal EBAR 17	1,900,157.35	1,900,157.35	1,900,157.35	722,615.83	2,622,773.18	0.00	2,622,773.18
Ramal EBAR 21	29,715,175.50	29,715,175.50	29,715,175.50	614,223.46	30,329,398.96	0.00	30,329,398.96
Ramal EBAR 35	1,134,405.05	1,134,405.05	1,134,405.05	614,223.46	1,748,628.51	0.00	1,748,628.51
Santa Anita	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00	6,142,234.56	16,142,234.56	0.00	16,142,234.56

Fuente: elaboración propia

La inversión está programada para el 2021.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Conexión EBAR número 75 Quinta Real a interceptor principal.

Se tiene también la **conexión de la EBAR número 75 Quinta Real al interceptor**. Por sus circunstancias, las alternativas son semejantes al caso de los colectores: construirla o dejarla en demora; por tanto, se presenta tan sólo el presupuesto para su construcción.

Ilustración 73. Costo de conexión de la EBAR número 75 Quinta Real al interruptor

Conexión Quinta Real a interceptor principal.				
Concepto	Unidad	Cantidad	P.U.1	Importe 1
Excavación	m3	207	25.12	5,199.84
Inst 38"	m	115	235	27,025.00
Sum PAD 38"	m	115	1761	202,515.00
Relleno	m3	207	125	25,875.00
Pavimento	m2	115	878	100,970.00
TOTAL				361,584.84

Fuente: elaboración propia

Ilustración 74. Evaluación comparativa de construcción de interceptor Quinta Real.

Construcción de interceptor Quinta Real							
Indicadores	Importe total	Inversión por periodos	Inversión a valor presente	Costos medio de operación y mantenimiento	Costo marginal	Costo de energía	Costo Total
Interceptor Quinta Real	361,584.84	361,584.84	361,584.84	207,752.05	569,336.89	0.00	569,336.89

Fuente: elaboración propia

La inversión está programada para 2021.

Saneamiento del dren Principal.

A continuación tenemos el **proyecto de saneamiento del dren Principal**. Para este proyecto se elaboró en Excel los costos comparativos de las dos alternativas con los resultados siguientes:

Ilustración 75. Costos de las alternativas para el saneamiento del dren Principal de Matamoros, TM.

Presupuestos de las alternativas para saneamiento del dren principal							
Concepto	Unidad	Cantidad 1	Cantidad 2	P.U.1	P.U.2	Importe 1	Importe 2
Limpia	m	9027	15000	22.5	14.2	203,107.50	213,000.00
Excavación	m3	864000	1050000	21.3	14.5	18,403,200.00	15,225,000.00
Revestimiento	m3	95040	117000	2150	2150	204,336,000.00	251,550,000.00
Inducidas	lote	1	1	5760058.5	16,000,000.00	5,760,058.50	16,000,000.00
TOTAL						228,702,366.00	282,988,000.00

Fuente: elaboración propia

Ilustración 76. Evaluación comparativa las alternativas para el saneamiento del dren Principal de Matamoros, TM.

Evaluación de costos del dren Principal							
Indicadores	Importe total	Inversión por periodos	Inversión a valor presente	Costos medio de operación y mantenimiento	Costo marginal	Costo de energía	Costo Total
Alternativa 1	228,702,366.00	114,351,183.00	198,460,730.83	59,022,839.31	257,483,570.14	0.00	257,483,570.14
Alternativa 2	282,988,000.00	141,494,000.00	245,568,099.17	73,032,717.34	318,600,816.51	0.00	318,600,816.51

Fuente: elaboración propia

La alternativa 2 tiene un importe significativamente mayor; sin embargo, ofrece mayor seguridad a la ciudad ante un evento de precipitaciones severas, por tratarse de un cauce adicional al



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

existente, pero, no cuenta con proyecto ejecutivo y el aspecto de los derechos de vía pueden tornarse complicados por encontrarse el trazo dentro de las parcelas del DDR 025.

La inversión está programada para el período 2021-2024

Sanear dren 32 izquierdo

El dren 32 izquierdo, al igual que el Principal, requieren de trabajos de saneamiento; por tanto, dentro de la etapa III del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Matamoros, TM se elaboró el proyecto ejecutivo para tal efecto; las alternativas consisten en la ejecución de corto plazo o su demora, para lo cual se realizó el presupuesto resumido que se presenta a continuación.

Ilustración 77. Costo de la alternativa de construcción del saneamiento del dren 32 izquierdo

Presupuestos de las alternativas para saneamiento del dren 32 IZQ						
Concepto	Unidad	Cantidad 1	P.U.	Cantidad 2	Importe 1	Importe 2
Limpia	m2	76800	22.25	62400	1,708,800.00	1388400.00
afine y compactación	m3	18720	165.50		3,098,160.00	
Afine	m3		35.20	9360		329472.00
Revestimiento	m3		2149.81	4800		10319094.00
TOTAL					4,806,960.00	12,036,966.00

Fuente: elaboración propia

Ilustración 78. Evaluación comparativa de las alternativas para el saneamiento del dren 32 izquierdo de Matamoros, TM

Evaluación de costos del dren 32 Izq.							
Indicadores	Importe total	Inversión por periodos	Inversión a valor presente	Costos medio de operación y mantenimiento	Costo marginal	Costo de energía	Costo Total
Alternativa 1	4,806,960.00	4,806,960.00	4,806,960.00	1,240,566.21	6,047,526.21	0.00	6,047,526.21
Alternativa 2	12,036,966.00	12,036,966.00	12,036,966.00	621,293.01	12,658,259.01	0.00	12,658,259.01

Fuente: elaboración propia

La alternativa 2 requiere una inversión más grande; sin embargo, brinda más calidad al entorno de la ciudad y puede tener mayor utilidad en el trabajo de su bordo libre, en caso de lluvias severas.

La inversión está programada para el 2021.

Ampliación de la cobertura de alcantarillado en colonias del sur para 12,011 descargas

La JAD de Matamoros reporta en la actualidad 155,213 usuarios con descarga domiciliaria, para los cuales se tiene una red de atarjeas de 1050 km; con base en esta información inferimos que para las 12,011 descargas de la ampliación se requerirán aproximadamente 47 km de red de atarjeas. Con este dato se calculó la inversión requerida.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 79. Inversión para la ampliación de la red de atarjeas para 12,011 descargas

Presupuesto para ampliación red atarjeas				
Concepto	Unidad	Cantidad	P.U.1	Importe 1
Excavación	m3	42300	25.38	1,073,574.00
Inst 8"	m	47000	15.5	728,500.00
Sum PVC 8"	m	47000	160	7,520,000.00
Relleno	m3	25380	125	3,172,500.00
Pavimento	m2	28200	350	9,870,000.00
P.V.	pza	470	38400	18,048,000.00
Inducidad	lote	1	1,687,426.00	1,687,426.00
TOTAL				42,100,000.00

Fuente: elaboración propia

Ilustración 80. Evaluación comparativa de las alternativas para ampliación de la red de atarjeas para 12,011 descargas

Elaboración del Proyecto ejecutivo para ampliación de cobertura de alcantarillado, para 12011 descargas							
Indicadores	Importe total	Inversión por periodos	Inversión a valor presente	Costos medio de operación y	Costo marginal	Costo de energía	Costo Total
Elaboración del Proyecto ejecutivo de Proyecto ejecutivo para ampliación de cobertura de alcantarillado, para 12011 descargas	42,100,000.00	10,525,000.00	37,537,169.89	25,807,708.22	63,344,878.11	0.00	63,344,878.11

Fuente: elaboración propia

La inversión está programada para los periodos 2021, 2022-2024 y 2030-2050.

7.- Elaboración del proyecto ejecutivo para la ampliación de la cobertura de alcantarillado para 12,011 descargas

Ilustración 81. Evaluación comparativa de la elaboración del proyecto ejecutivo para la ampliación de la red de atarjeas para 12,011 descargas

Elaboración del Proyecto ejecutivo para ampliación de cobertura de alcantarillado, para 12011 descargas							
Indicadores	Importe total	Inversión por periodos	Inversión a valor presente	Costos medio de supervisión	Costo marginal	Costo de energía	Costo Total
Elaboración del Proyecto ejecutivo de Proyecto ejecutivo para ampliación de cobertura de alcantarillado, para 12011 descargas	2,880,000.00	2,880,000.00	2,880,000.00	201,600.00	3,081,600.00	0.00	3,081,600.00

Fuente: elaboración propia

La inversión está programada para los periodos 2021, 2022-2024 y 2030-2050.




COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

3.3.2 Alternativas para plantas de bombeo principales

Estaciones de bombeo 35, 17, 16 y 21.

En cuanto a las estaciones de bombeo de aguas residuales (EBAR) de Matamoros, se tiene que dentro de su problemática destaca la construcción de las EBAR números 35,17,16 Y 21, las cuales cuentan con proyecto ejecutivo y están consideradas por la JAD Matamoros en la fase III del Plan Maestro de agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Matamoros, TM.

Ilustración 82. Proyectos ejecutivos de la JAD Matamoros para la fase III del Plan Maestro

 Junta de Aguas y Drenaje de la Ciudad de Matamoros		
AMPLIACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA ZONA OESTE DE MATAMOROS DE 540 L/S A 810 L/S Y CONDUCCION DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA ZONA SUR - OESTE DE MATAMOROS (SEGUNDA ETAPA)		
FASE III		
OBRAS		BENEFICIADOS
ESTACIONES DE BOMBEO		
ESTACION DE BOMBEO No. 35	\$ 24,118,303.82	4,389.00
ESTACION DE BOMBEO No. 17	\$ 39,493,963.54	9,248.00
ESTACION DE BOMBEO No. 16	\$ 20,887,811.86	10,768.00
ESTACION DE BOMBEO No. 21	\$ 24,674,155.25	6,152.00
	\$ 109,174,234.47	

Fuente: JAD Matamoros

Ilustración 83. Evaluación comparativa las EBAR que se programa construir en Matamoros Tamaulipas

Reingeniería de las EBARs							
Indicadores	Importe total	Inversión por periodos	Inversión a valor presente	Costos medio de operación y mantenimiento	Costo marginal	Costo de energía	Costo Total
ESTACION DE BOMBEO N° 35	24,118,303.82	24,118,303.82	24,118,303.82	14,595,444.41	38,713,748.23	0.00	38,713,748.23
ESTACION DE BOMBEO N° 36	39,493,963.54	39,493,963.54	39,493,963.54	30,753,855.06	70,247,818.60	0.00	70,247,818.60
ESTACION DE BOMBEO N° 37	20,887,811.86	20,887,811.86	20,887,811.86	35,808,554.43	56,696,366.29	0.00	56,696,366.29
ESTACION DE BOMBEO N° 38	24,674,155.25	24,674,155.25	24,674,155.25	29,580,447.10	54,254,602.35	0.00	54,254,602.35
	109,174,234.47						

Fuente: elaboración propia

En el diagnóstico del sistema de saneamiento se concluyó que es necesario realizar reingeniería en varias de las EBAR de Matamoros para mejorar la operación, tanto en el aspecto técnico como comercial, ya que estos proyectos mejorarían la eficiencia en el desalojo de las aguas residuales y habría un ahorro sustancial en la energía que se consume en los equipos electromecánicos.

Las inversiones para estas estaciones de bombeo están consideradas para el 2021.

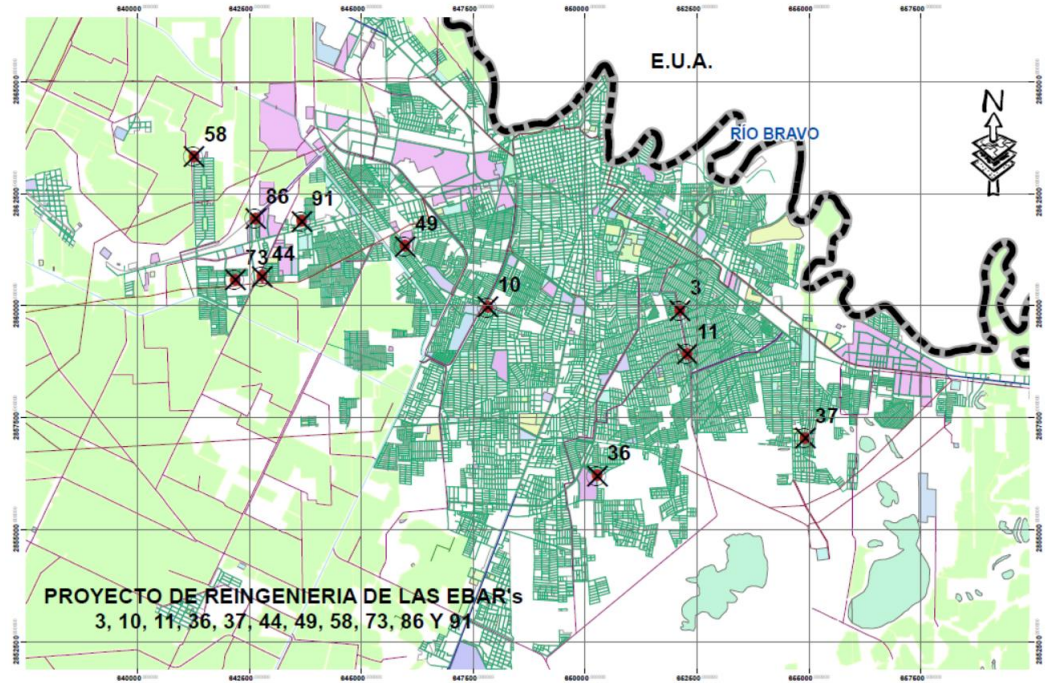


COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Reingeniería y equipamiento de EBARs 3, 10, 11, 36, 37, 44, 49, 58, 73, 86 y 91.

Las estaciones de bombeo, propuestas para su reingeniería dentro la actualización del Plan Maestro de Agua Potable. Alcantarillado y Saneamiento en Matamoros, TM, son: 11, identificadas por los números 3, 10, 11, 36, 37, 44, 49, 58, 73, 86, y 91.

Ilustración 84. Localización de los proyectos de reingeniería en EBARs



Fuente: elaboración propia

Para determinar el costo de los proyectos de reingeniería se tomó como base el promedio del costo de los proyectos de las EBAR, siendo el costo de las cuatro estaciones antes analizadas \$109,174,234.47; tenemos que el costo promedio es de \$27,93,558.62; por tanto, la inversión para la reingeniería de las 11 estaciones que nos ocupan se estima en \$300,229,144.79.

Con el valor anterior se efectuó el costo comparativo de la reingeniería de las EBAR.

Ilustración 85. Evaluación comparativa de la reingeniería de EBARs de Matamoros, TM

Reingeniería de Estaciones de Bombeo							
Indicadores	Importe total	Inversión por periodos	Inversión a valor presente	Costos medio de operación y mantenimiento	Costo marginal	Costo de energía	Costo Total
ESTACIONES DE BOMBEO N° 3, 10, 11, 36, 37, 44, 49, 58, 76, 86 y 91	300,229,144.79	75,057,286.20	237,921,498.01	126,457,770.28	364,379,268.30	0.00	364,379,268.30

Fuente: elaboración propia

Las inversiones se programan para el periodo 2022-2024 y 2025-2030.

3.- Elaboración del proyecto ejecutivo de reingeniería y equipamiento de las EBAR 3,10,11,36,37,44,49,58,73,86 y 91.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 86. Evaluación comparativa de la elaboración del proyecto ejecutivo para la reingeniería de EBARs de Matamoros, TM

Elaboración del Proyecto ejecutivo de reingeniería y equipamiento de las EBARs,3,10,11,36,37,44,49,58,73,86 y 91							
Indicadores	Importe total	Inversión por periodos	Inversión a valor presente	Costos medio de supervisión	Costo marginal	Costo de energía	Costo Total
Elaboración del Proyecto ejecutivo de reingeniería y equipamiento de las EBARs,3,10,11,36,37,44,49,58,73,86 y 91	19,000,000.00	19,000,000.00	19,000,000.00	1,330,000.00	20,330,000.00	0.00	20,330,000.00

Fuente: elaboración propia

La inversión para la elaboración del proyecto ejecutivo para la reingeniería de las EBAR de Matamoros se contempla en el 2021.

3.3.3 Alternativas para plantas de tratamiento.

Ampliación del módulo de 270 lps en la PTAR Oeste.

La demanda de tratamiento de aguas residuales de Matamoros requiere la construcción de un módulo adicional a la PTAR Oeste, para lo cual se propuso como alternativa 1 la construcción de un módulo nuevo adicional al norte de la PTAR actual, y como alternativa 2 una ampliación de la superficie lagunar para tener el área requerida para el tratamiento.

Ilustración 87. Presupuesto de las alternativas de ampliación de la PTAR Oeste

Presupuestos de las alternativas para ampliación de PTAR Oeste de Matamoros Tam							
Concepto	Unidad	Cantidad 1	Cantidad 2	P.U.1	P.U.2	Importe 1	Importe 2
Limpia	m2	420000	420000	22.5	22.5	9,450,000.00	9,450,000.00
Excavación	m3	360000	360000	23.5	23.5	8,460,000.00	8,460,000.00
Terracerías	m3	65466	102600	225.6	225.6	14,769,129.60	23,146,560.00
Estructuras	lote	1	1	2,280,870.50	2,508,957.55	2,280,870.50	2,508,957.55
Derechos de vía	ha	42	42	120,000.00	120,000.00	5,040,000.00	5,040,000.00
TOTAL						40,000,000.10	43,565,517.55

Fuente: elaboración propia

Ilustración 88. Evaluación comparativa de la ampliación de la PTAR Oeste de Matamoros Tamaulipas

Ampliación de la PTAR Oeste de Matamoros Tam.							
Indicadores	Importe total	Inversión por periodos	Inversión a valor presente	Costos medio de operación y mantenimiento	Costo marginal	Costo de energía	Costo Total
Alternativa 1	40,000,000.00	40,000,000.00	40,000,000.00	32,140,274.63	72,140,274.63	0.00	72,140,274.63
Alternativa 2	43,565,517.55	43,565,517.55	43,565,517.55	35,354,302.09	78,919,819.64	0.00	78,919,819.64

Fuente: elaboración propia

La inversión se tiene programada para el 2021.

3.3.4 Alternativas para infraestructura para el reúso de agua

A la fecha el efluente de las aguas residuales tratadas en las PTAR Este y Oeste de Matamoros se aprovecha en mínima parte; sólo se tiene registrado un aprovechamiento para riego de 10 Hm de la PTAR Este.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Lo anterior se debe, primero, a que sólo la PTAR Este está en operación, ya que la PTAR Oeste se encuentra en proceso de llenado; en segundo término, a que el aprovechamiento es para riego, debido a las circunstancias de la ubicación de Matamoros dentro de DDR 025.

Dentro de las conclusiones del presente trabajo se destacará la pertinencia de promover proyectos para el aprovechamiento de los efluentes de la PTAR de Matamoros.

Por lo anterior, no existiendo en la actualidad proyectos para el reúso del agua, no se presenta la evaluación comparativa de costos de inversión, operación y mantenimiento de alternativas para los mismos.

3.3.5 Alternativas para infraestructura complementaria e instrumentación

Estudio para la elaboración del catastro técnico de la infraestructura de alcantarillado y saneamiento

Con base en experiencias de estudios y proyectos similares, se consideró en principio una inversión de \$8,000,000.00, la cual está sujeta a los ajustes derivados de las precisiones de los Términos de Referencia que elabore la JAD Matamoros para el efecto, y del resultado de la licitación.

Para efectos de la evaluación comparativa de los costos de inversión, operación y mantenimiento de alternativas, cabe mencionar estudios de este tipo no implican inversiones de mantenimiento ni operación; sin embargo, se considera un 7 % de la inversión para la supervisión, con el cual se integra el costo marginal; se presenta el análisis con el mismo criterio de los otros elementos del sistema de saneamiento.

Ilustración 89. Evaluación comparativa del catastro técnico de la infraestructura de alcantarillado y saneamiento de Matamoros, TM

Elaboración del catastro técnico de la infraestructura de alcantarillado y saneamiento							
Indicadores	Importe total	Inversión por periodos	Inversión a valor presente	Costos medio de supervisión	Costo marginal	Costo de energía	Costo Total
Elaboración del catastro técnico de la infraestructura de alcantarillado y saneamiento	8,000,000.00	8,000,000.00	8,000,000.00	560,000.00	8,560,000.00	0.00	8,560,000.00

Fuente: elaboración propia

La inversión se tiene contemplada en el 2022.

3.4 Selección de las alternativas más convenientes.

La selección de las alternativas más convenientes del conjunto de acciones y proyectos requeridos para solventar las deficiencias del sistema de saneamiento de Matamoros se realizó aplicando una ponderación a cada una de ellas; se incluyeron los aspectos sociales, económicos, ambientales, políticos y técnicos.

Los criterios y su puntuación se establecieron en una tabla general y, a partir de ella, se aplicaron a cada una de las alternativas.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 90. Criterios para ponderar la selección de alternativas

Criterio general	Criterios particulares	Ponderación	Por rubro	Total
Ejecución de obra	Plazo para obtener permisos	2	21	100
	Disponibilidad del predio y servidumbre de paso	7		
	Posibilidad de imprevistos en la obra	4		
	Factibilidad en los servicios	3		
	Tiempo de ejecución de obra	5		
Operación	Facilidad de operación	6	9	
	Versatilidad de operación	3		
Ambiental	Riesgos de contaminación a cuerpos nacionales	10	30	
	Impactos transfronterizos	10		
	Impactos en el ecosistema, especies hábitat	3		
	Percepción social	2		
	Interferencia del tránsito durante las obras	2		
	Salud pública	3		
Económico	Valor presente de los costos	30	30	
Resiliencia	Resistencia	5	10	
	Redundancia	5		

Fuente: elaboración propia

Además, se incluyen planos relativos para cada una de las selecciones efectuadas.

3.4.1 Alternativas para colectores principales y obras de captación y conducción
Sustitución de 10 km de tubería deteriorada en la zona centro, colonias: El Mariano, Sección XIV, Las Américas, Infonavit, Buenavista, Santa Elena, Obrera, Popular y Jardín.

Ilustración 91. Selección de alternativas para la rehabilitación de colectores en Matamoros, TM

Sustitución o remplazo de la tubería existente o Rehabilitación por medio de "liners" o encamisado de la tubería en su estado actual.						
Criterio general	Criterios particulares	Ponderación	Por rubro	Total	Alternativa 1 Remplazo	Alternativa 2 Liners
Ejecución de obra	Plazo para obtener permisos	2	21	100	1	2
	Disponibilidad del predio y servidumbre de paso	7			5	7
	Posibilidad de imprevistos en la obra	4			2	3
	Factibilidad en los servicios	3			3	3
	Tiempo de ejecución de obra	5			2	5
Operación	Facilidad de operación	6	9		6	6
	Versatilidad de operación	3			3	3
Ambiental	Riesgos de contaminación a cuerpos nacionales	10	30		7	10
	Impactos transfronterizos	10			10	10
	Impactos en el ecosistema, especies hábitat	3			1	3
	Percepción social	2		1	3	
	Interferencia del tránsito durante las obras	2		1	3	
	Salud pública	3		2	3	
Económico	Valor presente de los costos	30	30	30	10	
Resiliencia	Resistencia	5	10	4	5	
	Redundancia	5		4	5	
Total					82	81

Fuente: elaboración propia

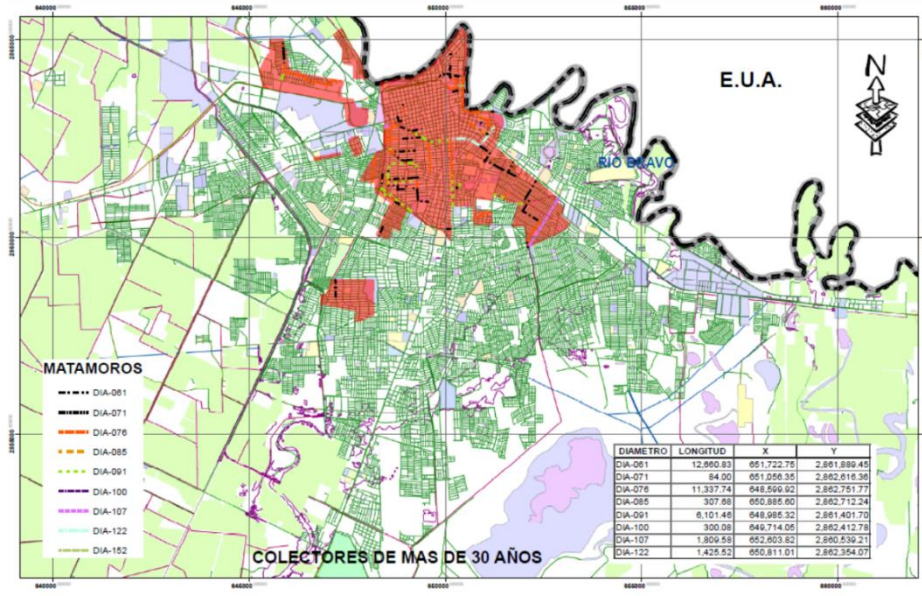
La puntuación de la calificación arroja resultados muy apretados; sin embargo, los costos tienen diferencias bastante grandes. Considerando el monto de la inversión requerida para el Programa de Saneamiento de la Frontera Norte, se seleccionará la alternativa de reemplazo de tuberías por el método tradicional.

Por lo anterior, se selecciona la alternativa de reemplazo de tubería por el método tradicional para integrarla a la cartera de proyectos.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 92. Localización de los colectores propuestos para reemplazar en Matamoros, TM



Fuente: elaboración propia

Construcción de colectores 12 de Marzo, Expo Fiesta, ramales EBARs 16,17,21 y 35, y colector Santa Anita.

Ilustración 93. Selección de alternativas de construcción de colectores

Construcción de colectores 12 de marzo, Expofiest, ramales EBARs 16,17,21 y 35, colector Santa Anita.						
Criterio general	Criterios particulares	Ponderación	Por rubro	Total	Alternativa 1 Reemplazo	Alternativa 2 Sin obra
Ejecución de obra	Plazo para obtener permisos	2	21	100	1	2
	Disponibilidad del predio y servidumbre de paso	7			5	7
	Posibilidad de imprevistos en la obra	4			2	4
	Factibilidad en los servicios	3			3	0
	Tiempo de ejecución de obra	5			3	5
Operación	Facilidad de operación	6	9	100	4	6
	Versatilidad de operación	3			3	3
Ambiental	Riesgos de contaminación a cuerpos nacionales	10	30	100	10	0
	Impactos transfronterizos	10			10	0
	Impactos en el ecosistema, especies hábitat	3			3	0
	Percepción social	2			2	0
	Interferencia del tránsito durante las obras	2			1	2
Económico	Salud pública	3	30	100	3	0
	Valor presente de los costos	30			0	30
Resiliencia	Resistencia	5	10	100	5	0
	Redundancia	5			5	0
Total					60	59

Fuente: elaboración propia

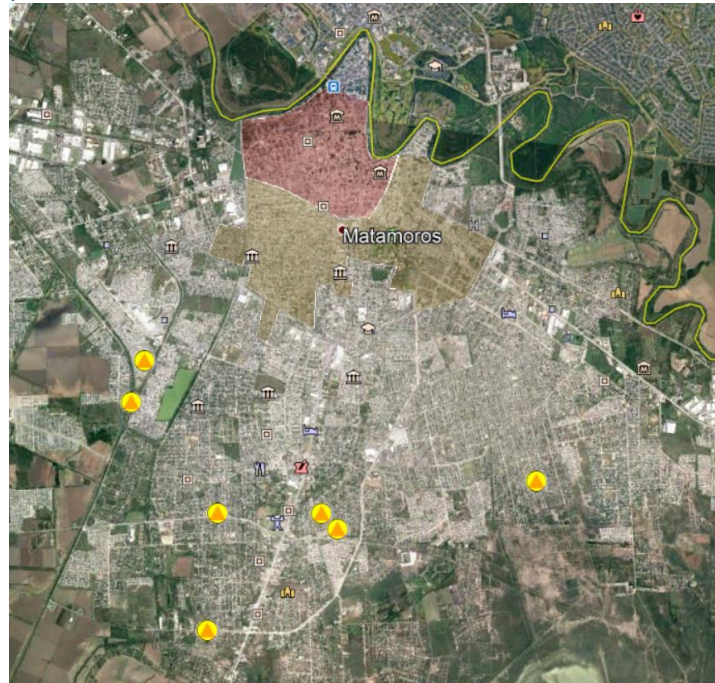
La alternativa de construcción de estos colectores que forman parte de la fase III del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Matamoros es no ejecutarlos; al efectuar la ponderación de las alternativas, resulta que tiene más peso la ejecución al considerar los aspectos sociales, ambientales y políticos.

La alternativa seleccionada es la construcción de los colectores propuestos en la fase III del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Matamoros, TM



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 94. Ubicación de los colectores de la fase III del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Matamoras, TM



Fuente: JAD Matamoras

Conexión de EBAR 75 Quinta Real al interceptor.

Este proyecto es parte también de la fase III del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Matamoras, TM

Ilustración 95. Selección de alternativas de conexión de EBAR 75 a interceptor

Conexión de EBAR n° 75 Quinta Real al interceptor						
Criterio general	Criterios particulares	Ponderación	Por rubro	Total	Alternativa 1 Remplazo	Alternativa 2 Sin obra
Ejecución de obra	Plazo para obtener permisos	2	21	100	1	2
	Disponibilidad del predio y servidumbre de paso	7			5	7
	Posibilidad de imprevistos en la obra	4			4	4
	Factibilidad en los servicios	3			3	0
	Tiempo de ejecución de obra	5			4	5
Operación	Facilidad de operación	6	9		6	6
	Versatilidad de operación	3			3	3
Ambiental	Riesgos de contaminación a cuerpos nacionales	10	30		10	0
	Impactos transfronterizos	10			10	0
	Impactos en el ecosistema, especies hábitat	3			3	0
	Percepción social	2		2	0	
	Interferencia del tránsito durante las obras	2		1	2	
Económico	Salud pública	3	3	0	0	
	Valor presente de los costos	30	30	0	30	
Resiliencia	Resistencia	5	10	5	0	
	Redundancia	5		5	0	
				Total	65	59

Fuente: elaboración propia

Al igual que el proyecto anterior forma parte de los proyectos de la fase III, y su alternativa sería no ejecutarlo. Al realizar la ponderación de las alternativas se obtiene que el impacto de los



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

aspectos ambientales, sociales y políticos tienen más peso para la conexión de la EBAR número 75 Quinta Real al interceptor.

Ilustración 96. Localización de la conexión de la EBAR N 75 a interceptor



Fuente: JAD Matamoros

El proyecto de saneamiento del dren Principal es de capital importancia, puesto que el control de las aguas pluviales impacta de forma favorable en la red de saneamiento; por ende, dado el importante caudal de este dren, 153.56 m³ /s, cobra relevancia su impacto.

Ilustración 97. Selección de alternativas para el dren Principal

Rehabilitación del dren Principal.						
Criterio general	Criterios particulares	Ponderación	Por rubro	Total	Alternativa 1 Revestimiento	Alternativa 2 Nuevo trazo
Ejecución de obra	Plazo para obtener permisos	2	21	100	2	1
	Disponibilidad del predio y servidumbre de paso	7			7	3
	Possibilidad de imprevistos en la obra	4			2	3
	Factibilidad en los servicios	3			3	3
	Tiempo de ejecución de obra	5			5	5
Operación	Facilidad de operación	6	9		6	6
	Versatilidad de operación	3			3	3
Ambiental	Riesgos de contaminación a cuerpos nacionales	10	30		10	10
	Impactos transfronterizos	10			10	10
	Impactos en el ecosistema, especies hábitat	3			3	1
	Percepción social	2		2	2	
	Interferencia del tránsito durante las obras	2		1	2	
	Salud pública	3		3	3	
Económico	Valor presente de los costos	30	30	30	20	
Resiliencia	Resistencia	5	10	5	5	
	Redundancia	5		5	5	
				Total	97	82

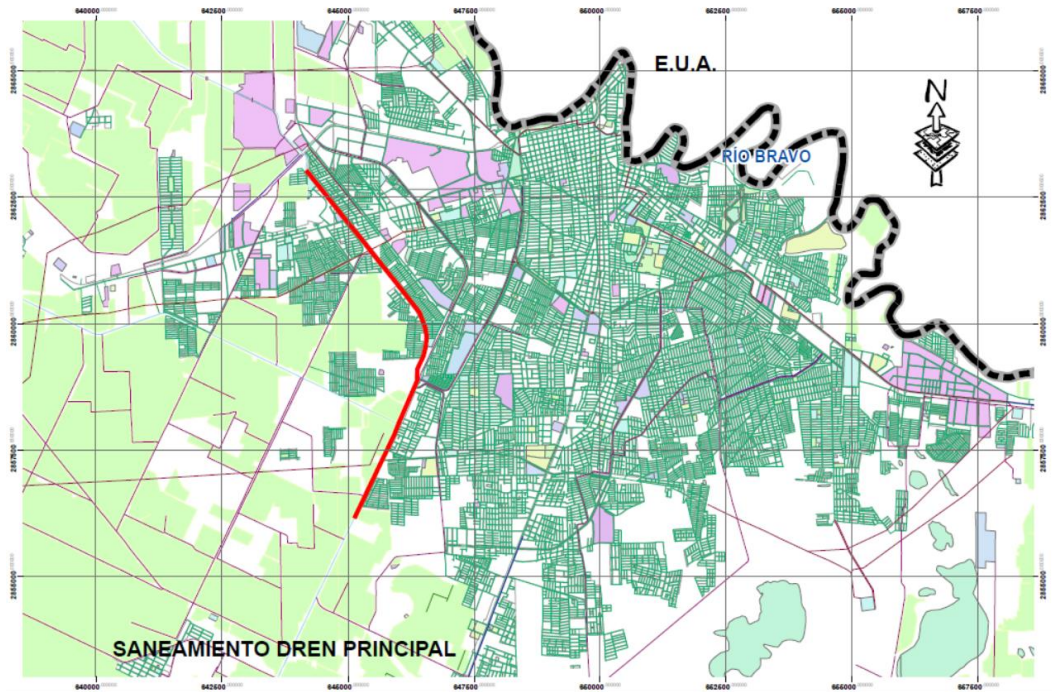
Fuente: elaboración propia



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

La alternativa seleccionada es la que corresponde al revestimiento del canal existente, ya que la otra opción conlleva implicaciones de mayor costo y posibilidad de conflictos en la tramitación de los derechos de vía, trayendo consigo un aplazamiento del proyecto.

Ilustración 98. Rehabilitación del dren Principal



Fuente: elaboración propia

Rehabilitación del dren 32 izquierdo.

El dren 32 izquierdo, al igual que el Principal, requiere de trabajos de saneamiento; por tanto, dentro de la etapa III del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Matamoros, TM, se elaboró el proyecto ejecutivo para tal efecto.

Ilustración 99. Selección de alternativas de rehabilitación del dren 32 izquierdo

Rehabilitación del dren 32 Izq.						
Criterio general	Criterios particulares	Ponderación	Por rubro	Total	Alternativa 1 Revestimiento	Alternativa 2 Nuevo trazo
Ejecución de obra	Plazo para obtener permisos	2	21	100	2	1
	Disponibilidad del predio y servidumbre de paso	7			7	3
	Posibilidad de imprevistos en la obra	4			2	3
	Factibilidad en los servicios	3			3	3
	Tiempo de ejecución de obra	5			5	3
Operación	Facilidad de operación	6	9	100	6	6
	Versatilidad de operación	3			3	3
Ambiental	Riesgos de contaminación a cuerpos nacionales	10	30	100	10	10
	Impactos transfronterizos	10			10	10
	Impactos en el ecosistema, especies hábitat	3			3	1
	Percepción social	2			2	2
	Interferencia del tránsito durante las obras	2			1	2
Económico	Salud pública	3	30	100	3	3
	Valor presente de los costos	30			30	20
Resiliencia	Resistencia	5	10	100	5	5
	Redundancia	5			5	5
Total					97	80

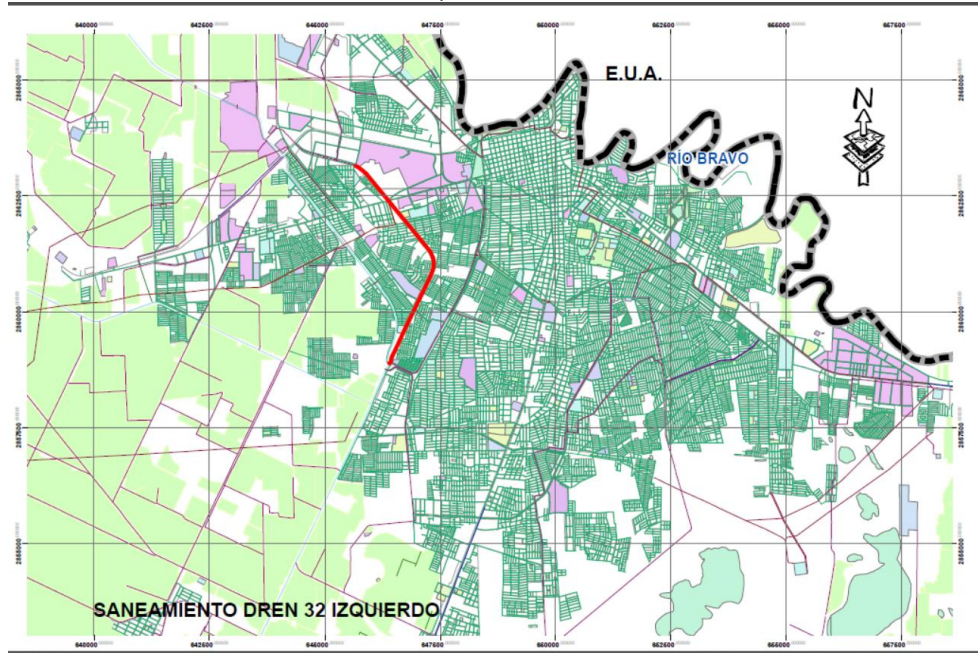
Fuente: elaboración propia



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Para este proyecto se selecciona la primera alternativa, ya que además de ser la de mayor ponderación, la otra opción está condicionada a la construcción del nuevo trazo del dren Principal, cuya alternativa fue desechada en el caso previo analizado.

Ilustración 100. Localización de dren 32 izquierdo



Fuente: elaboración propia

Ampliación de la cobertura de alcantarillado en colonias del sur para 12,011 descargas.

La JAD de Matamoros reporta en la actualidad 155,213 usuarios con descarga domiciliaria, para los cuales se tiene una red de atarjeas de 1050 km; con base en estos datos, inferimos que para las 12,011 descargas de la ampliación se requerirán aproximadamente 47 km de red de atarjeas.

Ilustración 101. selección de alternativas para la ampliación de 12,011 descargas en Matamoros, TM.

Ampliación de 12,011 descargas en Matamoros, Tam.						
Criterio general	Criterios particulares	Ponderación	Por rubro	Total	Alternativa 1 Construcción	Alternativa 2 Sin obra
Ejecución de obra	Plazo para obtener permisos	2	21	100	2	2
	Disponibilidad del predio y servidumbre de paso	7			7	7
	Posibilidad de imprevistos en la obra	4			2	4
	Factibilidad en los servicios	3			3	0
	Tiempo de ejecución de obra	5			3	5
Operación	Facilidad de operación	6	9	100	6	0
	Versatilidad de operación	3			3	0
Ambiental	Riesgos de contaminación a cuerpos nacionales	10	30	100	10	0
	Impactos transfronterizos	10			10	0
	Impactos en el ecosistema, especies hábitat	3			3	0
	Percepción social	2			2	0
	Interferencia del tránsito durante las obras	2			1	2
Económico	Salud pública	3	30	100	3	0
	Valor presente de los costos	30			0	30
Resiliencia	Resistencia	5	10	100	5	0
	Redundancia	5			5	0
Total					65	50

Fuente: elaboración propia



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

La tabla de ponderación nos indica la pertinencia de la ejecución de la ampliación de las descargas de aguas residuales, siendo los factores determinantes los ambientales y la resiliencia.

Proyecto ejecutivo para la ampliación de 12,011 descargas en Matamoros, TM; por la índole de este proyecto no aplican alternativas.

3.4.2 Alternativas para plantas de bombeo principales.

Estaciones de bombeo 35, 17, 16 y 21.

Relativo a las estaciones de bombeo de aguas residuales (EBAR) de Matamoros, se tiene ya definida su problemática, dentro de la cual destaca la construcción de las estaciones 35,17,16 y 21, las cuales cuentan con proyecto ejecutivo y están consideradas por la JAD Matamoros en la fase III del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Matamoros, TM.

En el análisis de costos de estos proyectos se aprecia su semejanza; por tanto, se analizarán en conjunto.

Ilustración 102. Selección de alternativa de las EBAR 35, 17, 16 y 21

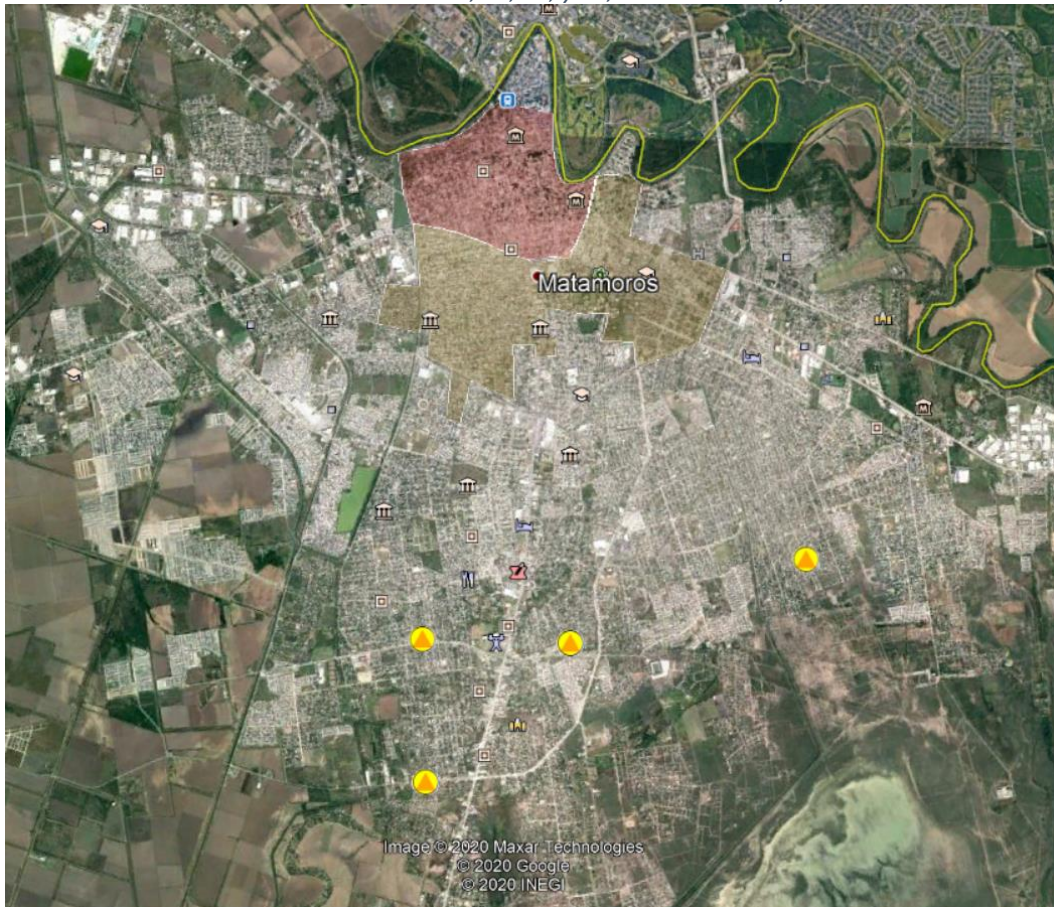
Estaciones de bombeo nº 35, 17, 16 y 21.						
Criterio general	Criterios particulares	Ponderación	Por rubro	Total	Alternativa 1 Reemplazo	Alternativa 2 Sin obra
Ejecución de obra	Plazo para obtener permisos	2	21	100	2	2
	Disponibilidad del predio y servidumbre de paso	7			7	7
	Posibilidad de imprevistos en la obra	4			2	4
	Factibilidad en los servicios	3			3	0
	Tiempo de ejecución de obra	5			3	5
Operación	Facilidad de operación	6	9		4	6
	Versatilidad de operación	3			3	3
Ambiental	Riesgos de contaminación a cuerpos nacionales	10	30		10	0
	Impactos transfronterizos	10			10	0
	Impactos en el ecosistema, especies hábitat	3			3	0
	Percepción social	2		2	0	
	Interferencia del tránsito durante las obras	2		1	2	
	Salud pública	3		3	0	
Económico	Valor presente de los costos	30	30	0	30	
Resiliencia	Resistencia	5	10	5	0	
	Redundancia	5		5	0	
Total					63	59

Fuente: elaboración propia



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 103. Ubicación de las EBAR 35, 16, 17, y 21, de Matamoros, TM



Fuente: elaboración propia

En la ponderación de las alternativas se aprecia que la alternativa la alternativa más conveniente es la construcción , al sopesar los aspectos sociales, ambientales y políticos.

Reingeniería y equipamiento de las EBAR 3, 10, 11, 36, 37, 44, 49, 58, 73, 86 y 91.

En el diagnóstico del sistema de saneamiento, se concluyó que es necesario realizar reingeniería en varias de las EBAR de Matamoros , para mejorar la operación, tanto en el aspecto técnico como comercial, ya que estos proyectos mejorarían la eficiencia en el desalojo de las aguas residuales y habría un ahorro sustancial en la energía que se consume en los equipos electromecánicos.

Dentro de la actualización del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Matamoros, TM, las estaciones propuestas para su reingeniería, , son 11 EBAR, identificadas por los números 3, 10, 11, 36, 37, 44, 49, 58, 73, 86, y 91.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 104. Selección de alternativas para reingeniería de las EBAR 3, 10, 11, 36, 37, 44, 49, 58, 73, 86, y 91

Reingeniería de las estaciones de bombeo n° 3, 10, 11, 36, 37, 44, 49, 58, 73, 86, y 91.						
Criterio general	Criterios particulares	Ponderación	Por rubro	Total	Alternativa 1 Reingeniería	Alternativa 2 Sin obra
Ejecución de obra	Plazo para obtener permisos	2	21	100	2	2
	Disponibilidad del predio y servidumbre de paso	7			7	7
	Posibilidad de imprevistos en la obra	4			2	4
	Factibilidad en los servicios	3			3	0
	Tiempo de ejecución de obra	5			3	5
reingeniería	Facilidad de operación	6	9		6	6
	Versatilidad de operación	3			3	3
Ambiental	Riesgos de contaminación a cuerpos nacionales	10	30		10	0
	Impactos transfronterizos	10			10	0
	Impactos en el ecosistema, especies hábitat	3			3	0
	Percepción social	2		2	0	
	Interferencia del tránsito durante las obras	2		1	2	
	Salud pública	3		3	0	
Económico	Valor presente de los costos	30	30	0	30	
Resiliencia	Resistencia	5	10	5	0	
	Redundancia	5		5	0	
				Total	65	59

Fuente: elaboración propia

Proyecto ejecutivo de reingeniería y equipamiento de las EBAR 3, 10, 11, 36, 37, 44, 49, 58, 73, 86 y 91; por la índole de este proyecto no aplican alternativas.

3.4.3 Alternativas para plantas de tratamiento

Matamoros requiere la construcción de un módulo adicional a la PTAR Oeste; para la alternativa 1 tenemos construcción de un módulo nuevo adicional al norte de la PTAR actual, y como alternativa 2 una ampliación a la superficie lagunar, con el fin de contar con el área requerida para el tratamiento.

Ilustración 105. Selección de alternativa para la ampliación de la PTAR Oeste de Matamoros, Tam.

Ampliación de PTAR Oeste de Matamoros, Tam.						
Criterio general	Criterios particulares	Ponderación	Por rubro	Total	Alternativa 1 Ampliación	Alternativa 2 Remodelación
Ejecución de obra	Plazo para obtener permisos	2	21	100	2	2
	Disponibilidad del predio y servidumbre de paso	7			7	7
	Posibilidad de imprevistos en la obra	4			3	2
	Factibilidad en los servicios	3			3	3
	Tiempo de ejecución de obra	5			5	3
Operación	Facilidad de operación	6	9		6	5
	Versatilidad de operación	3			3	2
Ambiental	Riesgos de contaminación a cuerpos nacionales	10	30		10	10
	Impactos transfronterizos	10			10	10
	Impactos en el ecosistema, especies hábitat	3			3	3
	Percepción social	2		2	2	
	Interferencia del tránsito durante las obras	2		2	2	
	Salud pública	3		3	3	
Económico	Valor presente de los costos	30	30	30	20	
Resiliencia	Resistencia	5	10	5	4	
	Redundancia	5		5	4	
				Total	99	82

Fuente: elaboración propia

Con base en la puntuación de la ponderación de las alternativas, se elige la alternativa de construir un módulo adicional al norte de las lagunas actuales, lo que facilita su construcción y operación.

Ilustración 106. Selección de alternativas para ampliación de la PTAR Oeste de Matamoros, TM



Fuente: elaboración propia

3.4.4 Alternativas para infraestructura para el reúso de agua

En el numeral 3.3.4. Alternativas para infraestructura para el reúso de agua, se mencionó que el aprovechamiento actual del efluente de las aguas residuales tratadas en las PTAR Este y Oeste de Matamoros, es una mínima parte, ya que sólo se tiene registrado un aprovechamiento para riego de 10 Hm³. de la PTAR Este. Lo anterior se debe, primero, a que únicamente la PTAR Este está en operación, ya que la PTAR Oeste se encuentra en proceso de llenado; en segundo término, a que el aprovechamiento para riego es debido a las circunstancias de la ubicación de Matamoros dentro del DDR 025. En las conclusiones del presente trabajo se destacará la pertinencia de promover proyectos para el aprovechamiento de los efluentes de las PTAR de Matamoros.

Por lo anterior, no existiendo en la actualidad proyectos para el reúso del agua, no se presenta la selección de alternativas.

3.4.5 Alternativas para infraestructura complementaria e instrumentación

En este apartado sólo se tiene el proyecto de la elaboración del catastro georreferenciado del sistema de saneamiento; por la naturaleza del proyecto no aplica la selección de alternativas.

3.5 Integración de la cartera de acciones y proyectos.

Para presentar la cartera de proyectos de Matamoros se utilizó el apoyo de una hoja de cálculo, donde se colocaron en columnas los datos para cada proyecto. De acuerdo con lo solicitado en los Términos de Referencia, tenemos: nombre de la obra, monto de la inversión, municipio, tipo de obra, nivel FEL (rehabilitación, reemplazo, nuevo proyecto ejecutivo, proyecto de gran visión, y conceptual e idea. El detalle de la inversión se encuentra en la ficha correspondiente a cada proyecto, la cual se encuentra en archivo anexo.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

3.5.1 Acciones y proyectos para colectores principales y obras de captación y conducción
Una vez recopilada la información correspondiente a las acciones y proyectos para los colectores principales, se presenta en su hoja resumen.

Ilustración 107. Cartera de proyectos de colectores para Matamoros, TM

Nº	Nombre de la obra	Monto de la inversión en mdp	Municipio	Nivel FEL	Tipo de obra	Características
1	Sustitución de 10 km tubería deteriorada en zona centro, colonia El Mariano, Sección XIV, Las Américas, Infonavit Buenavista, Santa Elena, Obrera, Popular y Jardín.	28.00	Matamoros	Factibilidad	Reemplazo	Proyecto que disminuirá los problemas de caídos debidos a tubería con vida útil rebasada
2	Colectores 12 de marzo, Expofiest, ramales EBARs 16,17,21 y 35, colector Santa Anita.	77.97	Matamoros	Proyecto ejecutivo	Nueva	Proyecto de la Fase III para complementar la recolección de aguas residuales de las EBARs 16,17,21 y 35 y el sector Santa Anita
3	Conexión de EBAR nº 75 Quinta Real al interceptor	0.36	Matamoros	Proyecto ejecutivo	Nueva	Proyecto de la Fase III para complementar la recolección de aguas residuales de las EBARs 16,17,21 y 35 y el sector Santa Anita
4	Saneamiento dren principal.	228.70	Matamoros	Proyecto ejecutivo	Rehabilitación	Se reducirá la afectación del escurrimiento pluvial en el sistema de drenaje
5	Saneamiento dren 32 izq.	12.04	Matamoros	Proyecto ejecutivo	Rehabilitación	Se reducirá la afectación del escurrimiento pluvial en el sistema de drenaje
6	Ampliación de la cobertura de alcantarillado en colonias del sur para 12,011 descargas.	41.10	Matamoros	Conceptual	Nueva	Permitirá ampliar la cobertura actual y la futura.
7	Proyecto ejecutivo para ampliación de cobertura de alcantarillado, para 12,011 descargas.	2.88	Matamoros	Conceptual	Nueva	Permitirá una gestión en tiempo real a JAD Matamoros.

Fuente: elaboración propia

3.5.2 Acciones y proyectos para plantas de bombeo principales

Debido a las características de la topografía de la ciudad, el sistema de saneamiento de Matamoros denota una característica especial: requiere de un número considerable de EBARs; en este sentido se necesita construir las estaciones de la fase III del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Matamoros, realizar reingeniería en algunas en las estaciones donde se han detectado deficiencias, que traen como consecuencia un consumo mayor de energía y complicaciones en el desalojo de las aguas residuales; para ambas situaciones se detectaron sus proyectos y elaborar proyectos ejecutivos para la reingeniería de las EBAR antes citadas.

La ilustración siguiente muestra las alternativas descritas.

Ilustración 108. Cartera de proyectos de EBARs de Matamoros, TM

Nº	Nombre de la obra	Monto de la inversión en mdp	Municipio	Nivel FEL	Tipo de obra	Características
1	Estaciones de bombeo 35, 17, 16 y 21.	109.17	Matamoros	Proyecto ejecutivo	Nueva	Proyecto de la Fase III del Plan Maestro para complementar la recolección de aguas residuales
2	Reingeniería y equipamiento de EBARs 3, 10, 11, 36, 37, 44, 49, 58, 73, 86 y 91.	330.00	Matamoros	Conceptual	Rehabilitación	Proyecto para mejorar la eficiencia física, y comercial de JAD Matamoros
3	Proyecto ejecutivo de reingeniería y equipamiento de las EBAR's 3, 10, 11, 36, 37, 44, 49, 58, 73, 86 y 91.	19.20	Matamoros	Conceptual	Proyecto	Proyecto necesario para licitar la reingeniería de las EBARs 3, 10, 11, 36, 37, 44, 49, 58, 73, 86 y 91.

Fuente: elaboración propia

3.5.3 Acciones y proyectos para plantas de tratamiento

El sistema de saneamiento de Matamoros requiere del proyecto de ampliación del módulo de 273 lps en la PTAR Oeste.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 109. Cartera de proyecto de la PTAR para Matamoros, TM

Nombre de la obra	Monto de la inversión en mdp	Municipio	Nivel FEL	Tipo de obra	Características
Ampliación de módulo de 270 lps en PTAR Oeste.	40.00	Matamoros	Ante proyecto	Ampliación	Modulo adicional con el mismo arreglo conceptual para sistema de lagunas facultativas, para cubrir demanda faltante

Fuente: elaboración propia

3.5.4 Acciones y proyectos para infraestructura para el reúso de agua

Como se comentó en el numeral correspondiente, dada la situación de llenado de la PTAR Oeste, no se cuenta con información para la elaboración de proyectos para el reúso de los efluentes de las PTAR; cabe mencionar que en la actualidad se tiene el reúso de 10.27 hm³ de la PTAR Este para riego agrícola.

3.5.5 Acciones y proyectos para infraestructura complementaria e instrumentación

Respecto a las acciones y proyectos para infraestructura complementaria e instrumentación en Matamoros, se detectaron proyectos que pueden ayudar a mejorar la gestión de la JAD Matamoros.

Estudio para la elaboración del catastro técnico de la infraestructura de alcantarillado y saneamiento.

Ilustración 110. Cartera de proyectos para acciones e infraestructura complementaria de Matamoros, TM

Nombre de la obra	Monto de la inversión en mdp	Municipio	Nivel FEL	Tipo de obra	Características
Estudio para la elaboración del catastro técnico de la infraestructura de alcantarillado y saneamiento.	8.00	Matamoros	Conceptual	Estudio	Proyecto para mejorar la gestión integral de JAD Matamoros

Fuente: elaboración propia

Por separado se presentan las fichas técnicas de cada uno de los proyectos identificados para Matamoros, TM.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

4 Organización y alternativas de financiamiento.

En este numeral se desarrollan los planteamientos que se estima pueden ser pertinentes para la organización, entendida esta como el grupo de personas con fines comunes establecidos, que en nuestro caso el grupo de personas que tiene participación en el saneamiento de la Frontera Norte, se encuentran dentro de organizaciones previas. Los fines establecidos son los que se señalan en el artículo N.º 3 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. Referente al saneamiento de la frontera norte se han tomado acuerdos contenidos en actas de la CILA, a saber la más relevante el Acta 261, de la cual tenemos la recomendación 2. “Que para cumplir la obligación contraída por el artículo 3 del Tratado de Aguas de 1944, la Comisión preste atención permanente los problemas fronterizos de saneamiento y de a los problemas ya existentes atención inmediata y prioritaria”, y de manera particular las recomendaciones que se señalan en cada numeral.

El diagnóstico de los sistemas de saneamiento de la región, a atiende la recomendación 3 del acta 261 “para resolver oportunamente los problemas fronterizos de saneamiento que existen y evitar futuros problemas, las dependencias competentes de cada Gobierno **proporcionen a su respectiva Sección de la Comisión la información y el asesoramiento técnico que ésta requiera para ello.**”

El déficit de saneamiento en la región está orientado con la recomendación 7 del acta 261 “Que los dos Gobiernos den a sus respectivas secciones la autoridad y el apoyo necesarios para que, en los términos del artículo 24 (b) del Tratado de Aguas de 1944, puedan ejercer jurisdicción sobre las obras de saneamiento realizadas en sus respectivos **países para corregir los problemas fronterizos de saneamiento, incluyendo su construcción, operación y mantenimiento.**”

Las alternativas para atender la demanda futura de saneamiento en la región, se incluye lo relativo a la recomendación 5 del Acta 261: “Que en cada caso en que el curso de acción aprobado disponga que un problema fronterizo de saneamiento sea corregido por uno de los dos Gobiernos, ese Gobierno **desarrolle en forma urgente los planes y proyectos de las obras necesarias para ello** y, previa su aprobación por la Comisión, dicho Gobierno proceda a realizar su construcción, operación y mantenimiento con la mayor prontitud y oportunidad posibles.”

La organización y alternativas de financiamiento, se presenta el planteamiento para atender la recomendación 6 del Acta 261: “Que en cada caso en que el curso de acción aprobado disponga que un problema fronterizo de saneamiento sea corregido conjuntamente por los dos Gobiernos, la Comisión desarrolle los planes y proyectos de las obras necesarias para resolverlo, así como la división de trabajos y costos entre los dos países, los someta a la aprobación de los dos Gobiernos, y previa a esta aprobación, cada Gobierno, por medio de su Sección de la Comisión proceda a realizar su construcción, **operación y mantenimiento con la mayor prontitud y oportunidad posibles.**”

Lo anterior deja manifiesto la importancia de la organización al tratarse de asuntos que competen en principio a un organismo internacional como lo es la CILA.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Sin embargo, existen organismos ya constituidos que toman parte en el saneamiento de la frontera norte en el estado de Tamaulipas, con diferentes funciones, tales como: gestión de recursos, apoyos económicos y apoyos técnicos, todo esto dentro del marco de la legislación hacendaria, gubernamental, tanto federal, como estatal y municipal, así como los reglamentos internos de cada una de ellas y las reglas de operación de los programas.

Por lo anterior se realizarán los análisis de opciones de organización para Matamoros y las alternativas de financiamiento.

4.1 Análisis de opciones de organización y modalidades de financiamiento

Favor de incluir una tabla de los proyectos con las distintas modalidades de financiamiento. Ejemplo, debe traer también Ciudad Guerrero y Mier:

Ilustración 111. Modalidades de financiamiento para PSFN en Matamoros, TM

CONCEPTO	INVERSIÓN (mpd)	FUENTES DE FINANCIAMIENTO (mdp)			EJECUCIÓN	
		FEDERAL	ESTATAL O MUNICIPAL	PRIVADA	INICIO	FIN
12 MATAMOROS, TM	868.65	335.43	525.22		2021	2040
6 Colectores y emisores	392.05	155.67	236.38		2021	2040
3 Plantas de bombeo y rebombeo	428.60	163.76	264.84		2021	2040
1 Plantas de tratamiento	40.00	16.00	24.00		2021	2021
Reúso						
Instrumentación y monitoreo						
2 Infraestructura complementaria	8.00				2022	2024

Fuente: elaboración propia

Las opciones de organización que pueden implementarse para la ejecución, operación y mantenimiento de las acciones y proyectos del Programa, requieren de la utilización de instrumentos políticos, sociales, técnicos y económicos que contribuyan a que el esfuerzo de inversión a realizar para tratar las aguas residuales y controlar los contaminantes, se base en la integración de un sistema financiero viable y auto sostenible para lograr la construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de saneamiento, privilegiando las plantas de tratamiento que se requieren.

Es necesaria la implementación de una organización que armonice la participación de todos los actores, para que se logre alcanzar lo anterior y se asegure en los próximos años la continuidad y disponibilidad de la asignación y aplicación de los recursos económicos requeridos, para recibir recursos no reembolsables del Programa de Asistencia para el Desarrollo de Proyectos (PDAP, por sus siglas en inglés) y del Fondo de Infraestructura Ambiental Fronteriza (BEIF, por sus siglas en inglés), ambos financiados por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), y administrados por el BDAN, y la inversión por parte de México, compuesta por fondos federales, estatales, municipales.

Además, otro beneficio será que los organismos operadores que prestan los servicios de agua potable puedan consolidarse financieramente, estableciendo tarifas que les permitan tener ingresos tangiblemente mayores que los costos operativos, y consolidar su calificación crediticia, a fin de acceder a los recursos federales. En esta misma línea, el acceso a créditos multilaterales y de la banca de desarrollo permitirá dar continuidad a los proyectos, logrando sobrepasar los tiempos políticos (las administraciones de los Gobiernos municipales tienen una duración de tres años), y haciendo posible la planeación a largo plazo.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

En este orden de ideas, es necesaria la coordinación interinstitucional con entidades de los tres órdenes de Gobierno y de concertación con todas las organizaciones sociales interesadas y con capacidad de contribuir a la limpieza de los arroyos y ríos, para que, mediante la suma de recursos y esfuerzos, se vigile y protejan los cauces y zonas federales, con el fin de mantenerlos libres de basura y de descargas no controladas. Adicionalmente, el uso de tecnologías de saneamiento adecuadas, el cumplimiento de la normatividad en las descargas de aguas residuales y el reúso de aguas residuales tratadas, serán algunas de las tareas pendientes.

Garantizar que las aguas residuales generadas en las ciudades lleguen de manera efectiva hasta las plantas de tratamiento es una prioridad. Por ello debe garantizarse que todos los habitantes tengan acceso a una forma segura de disponer de sus aguas, evitando problemas de salud sin afectar al medio ambiente y que garanticen la gestión integral de los recursos hídricos.

Es importante que las inversiones en la materia no se orienten únicamente hacia la construcción de grandes obras de drenaje profundo o plantas de tratamiento, sino que además garanticen los recursos suficientes para la operación y mantenimiento de la misma infraestructura, de tal forma que se evite su abandono y la capacidad instalada pueda mantenerse sin grandes variaciones.

Hasta ahora, las opciones centralizadas de saneamiento han sido la solución general para las grandes ciudades. No obstante, los costos de operación y electricidad van en aumento; y al presentarse alguna falla en el sistema, se puede impactar de gran forma sobre la sociedad, provocando inundaciones de aguas residuales, descarga directa a cuerpos de agua y riego de cultivos que ponen en riesgo la seguridad alimentaria de las personas.

Por lo anterior, los sistemas descentralizados de tratamiento de aguas residuales deben considerarse como una forma alternativa y a la vez integral de superar estos problemas. Puede decir que los principales beneficios del tratamiento del agua residual se consideran intangibles y difíciles de valorar económicamente.

El tratamiento de aguas residuales es un proceso productivo cuyo producto es el agua tratada, siendo una de sus finalidades la mejora del ambiente y de las condiciones sociales, al reducir el abatimiento de los cuerpos de agua. Por esta razón, el reúso debe ser una práctica común, informando a los usuarios acerca de los beneficios de usar agua residual tratada y, sobre todo, destacar en el reúso agrícola los beneficios económicos. Finalmente, resulta importante la coordinación y el trabajo conjunto de los tres órdenes de Gobierno, la iniciativa privada y la sociedad.

Como se ha advertido es compleja, pero necesaria la participación de los diversos actores, por lo que se sugiere realizar el análisis a partir de dos vertientes: el primer órgano de Gobierno y la segunda financiera

Para la primera vertiente tenemos en un extremo un organismo con un Gobierno 100 % institucional, ya sea federal, estatal o municipal, y en el otro extremo 100 % autónomo, con representación ciudadana en su totalidad.

En la segunda vertiente tenemos en un extremo un organismo con tarifas y resultados financieros dependientes de los subsidios, y en el otro extremo un organismo en el mercado económico sustentable.

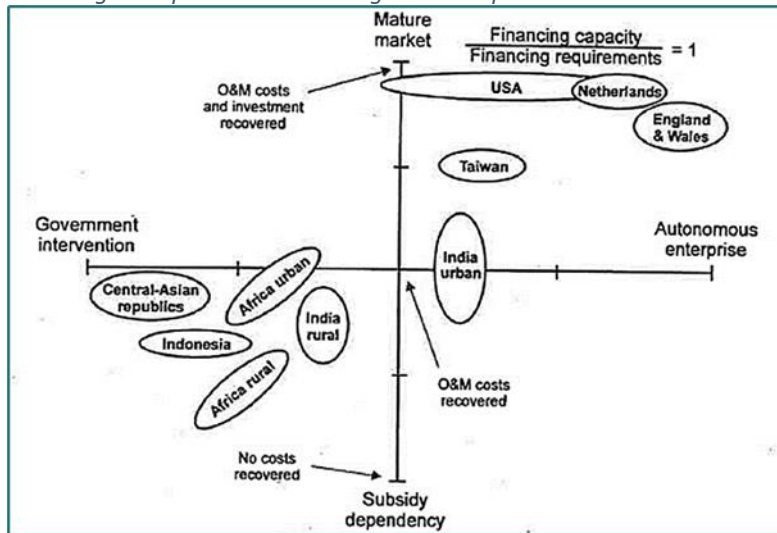


COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Como se observa, las dos vertientes son variables que pueden ser dependientes o independientes, teniendo ambas un origen y un aumento en direcciones opuestas, cada una, lo cual nos permite representarlas en ejes cartesianos.

Lo anterior encaja en el análisis de varios organismos internacionales, realizado por R Helmer, en su libro *Water Pollution Control*, donde lo expresa de manera objetiva en una gráfica que reproducimos.

Ilustración 112. Diagrama para análisis de organismos operadores



Fuente: *Water Pollution Control* Helmer 1997

Como puede observarse, en la parte superior de la ilustración previa la expresión de la relación de requerimientos de financiamiento debe ser igual a la capacidad de financiamiento; por tanto, es menester contar con personal que pueda identificar y avalar la capacidad de financiamiento de los organismos, a fin de mantener organismos sustentables y alejarlos de malas prácticas o círculos viciosos de apalancamiento que los lleve a problemas de operación y a la postre a posible quebranto.

Bajo estas premisas, se realizarán los análisis de opciones de organización de cada ciudad y, como consecuencia, tendremos las modalidades de financiamiento.

4.1.1 Planteamiento de opciones de organización para la realización de estudios y proyectos.

Matamoros tiene un desarrollo con base en su posición estratégica en el corredor binacional económico del Oriente, originando un movimiento de apoyo al mercado internacional, además de estar dentro de las actividades del DDR 025, uno de los más grandes del país, y, por último, con una actividad industrial de importancia, que ha traído como consecuencia una población cada vez más participativa dentro de los problemas de la ciudad.

Si bien es cierto que las descargas de aguas residuales tienen como destino final la Laguna Madre, la cercanía de la ciudad al lecho del río Bravo puede llegar a generar su contaminación si no se atiende constantemente la problemática que surge de la recolección, alejamiento, tratamiento y destino final de las aguas que consume la población.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Al analizar la organización actual para el saneamiento de la ciudad, observamos la participación de los siguientes organismos:

1. CILA
2. BDAN
3. GOBIERNO ESTATAL
4. GOBIERNO MUNICIPAL
5. CONAGUA
6. CEAT
7. JAD MATAMOROS
8. CAMARAS DE COMERCIO TRANSFORMACIÓN, ETC.

Lo anterior podemos plasmarlo en el diagrama de las vertientes de análisis.

Ilustración 113. Análisis de la organización actual de la JAD Matamoros



Fuente: elaboración propia

Como se aprecia, la organización actual de la JAD Matamoros depende en gran parte de las decisiones de los organismos institucionales, y en menor proporción de la participación de la ciudadanía.

Lo anterior trae como consecuencia la postergación de los estudios y proyectos que se requieren, lo que queda demostrado en el Plan Maestro de agua Potable y Alcantarillado de Matamoros, elaborado por COCEF; para mayor énfasis, tenemos que no hay promoción para el reúso del agua tratada.

Para dar un impulso a los estudios y proyectos, con el fin de que estos sean promotores oportunos de las obras ante las entidades de gestión de recursos, se plantea incrementar en el órgano de gobierno de la JAD Matamoros la participación de los organismos ciudadanos y colegios de profesionales afines al saneamiento, lo cual podrá traer consigo un acrecentamiento en el valor



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

del servicio y, consecuentemente, un reconocimiento tarifario, para tender a la autonomía y la sustentabilidad.

Con el apoyo del diagrama de las vertientes de análisis se presenta el modelo sugerido de organización, el cual deberá cumplir con estos aspectos:

1. Promover las reglas formales que delimitarán las acciones de saneamiento: leyes, reglamentos, normas, programas.
2. Definir quiénes son responsables de la emisión de la normativa, quiénes de la vigilancia en su aplicación, y qué instrumentos coercitivos, inductivos, económicos o de coordinación pueden aplicarse.
3. Definir qué mecanismos y organizaciones participan en la planificación de las acciones y en la gestión del financiamiento.
4. Propiciar que ocurra un adecuado equilibrio entre actores públicos y privados, orientado a minimizar los costos sociales y maximizar el logro sostenible de resultados, a través de una adecuada articulación de escala de las organizaciones, alcance de sus funciones y estructura de su financiamiento (de capital y recuperación de costos).

Ilustración 114. Organización propuesta para la JAD Matamoros



Fuente: elaboración propia

En cuanto a las modalidades de financiamiento para la realización de estudios y proyectos, tenemos que referimos a recursos provenientes del Estado o del propio organismo, ya que en la actualidad no se identifican otras fuentes de financiamiento, de ahí que cobra vital importancia la promoción que pueda realizar el sector privado para conseguir el financiamiento de los estudio y proyectos tan necesarios para la solución de los problemas, actuales y futuros.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

4.1.2 Planteamiento de opciones de organización para la ejecución.

La organización sugerida en párrafos anteriores aplica para este concepto, toda vez que permite al sector social e institucional promover el fortalecimiento del área técnica operativa, fomentando la incentivación al servicio profesional de carrera, mediante la certificación de puestos.

Lo anterior permitirá tener personal altamente calificado y actualizado, que ayudará a consolidar un equipo competitivo que participe en la ejecución de las obras desde su supervisión para constatar la calidad de su ejecución, y a su término efectuar las pruebas necesarias, para recibirlas a plena satisfacción

Por lo que toca a las fuentes de financiamiento, tenemos la opción de mezcla de recursos federales y estatales dentro de los programas de CONAGUA, tanto para alcantarillado como para PTAR's, los primeros en APAUR, con porcentajes del 40 % de recurso federal y 60 % en recurso estatal, aplicando en colectores y EBARS, y para la PTAR's, el programa APTAR con una participación del 50 % para ambos recursos.

4.1.3 Planteamiento de opciones de organización para la operación y mantenimiento.

Una de las ventajas de la opción d organización sugerida, con una representación mayoritaria del sector civil, es decir, de la sociedad, estriba en que se revisará la fortaleza del organismo operador en el renglón de operación y mantenimiento, desde un punto de vista con enfoque empresarial, donde se aprecian mayormente las ventajas y recompensas que el rendimiento de la empresa rinde en los renglones de atención al usuario y utilidades comerciales.

El cambio de la organización deberá de ser promovido por los agentes financieros, más que los agentes políticos, lo cual deberá ser revisado en la legislación actual.

Una organización como la planteada orientará las tareas anuales dentro de la capacitación del personal y una mejora continua, además de fortalecer la respuesta del organismo operador en las fallas, al tener las herramientas requeridas y los materiales y reemplazos más comunes en almacén, disponibles de primera mano, para solventar expedita y exitosamente las fallas del sistema, causando una impresión de eficiencia y responsabilidad en los usuarios, que conlleve a la promoción de tarifas de manera armónica.

Para medir la eficiencia del organismo operador se aplica Working Ratio modificada (WR):

Esta es una razón utilizada para medir la capacidad de una empresa para recuperar los costos de operación en función de los ingresos anuales.

Esta relación se calcula tomando los gastos anuales totales (excluyendo la depreciación y los gastos relacionados con la deuda) y dividiéndolo por los ingresos brutos anuales.

$$Wr_{\text{mod}} = \frac{\text{Monto de los costos de operación}}{\text{Monto ingresos por servicios}}$$

En el caso del reporte anual a CONAGUA, por parte de la JAD Matamoros, tenemos los siguientes datos directos para ingresos, y deducidos para operación y mantenimiento.

Tabla 26. Análisis de costos de operación y mantenimiento de la JAD Matamoros, TM

Ingresos por servicios JAD Matamoros	
Recaudación por servicio de agua potable (\$/año)	\$279,734,953.00



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Recaudación por servicios de alcantarillado (\$/año)	125,168,342.00
Recaudación por servicio de saneamiento (\$/año)	\$41,684,813.00
Recaudación total por servicios (\$/año)	\$446,588,108.00
Costos de operación y mantenimiento JAD Matamoros	
Costos de nómina (\$/año)	\$203,657,790.40
Costos de energía (\$/año)	\$49,521,714.40
Gastos por servicios externos (outsourcing) (\$/año)	\$211,028,580.80
Costos O&M (\$/año)	\$464,208,085.60

Fuente: JAD Matamoros, reporte anual a CONAGUA

En términos generales, el índice WR resulta $\$464,208,085.60/\$446,588,108.00$, que numéricamente es igual a 1.03, muy cercano a la unidad que sería el punto de equilibrio, pero en el lado de la operación deficiente, pues sus costos son mayores a lo recaudado.

Para el caso de WR correspondiente a alcantarillado y saneamiento, tenemos:

Tabla 27. WR de alcantarillado y saneamiento de la JAD Matamoros

Ingresos por alcantarillado y saneamiento JAD Matamoros	
Recaudación por servicios de alcantarillado (\$/año)	125,168,342.00
Recaudación por servicio de saneamiento (\$/año)	\$41,684,813.00
Recaudación total por servicios (\$/año)	\$166,853,155.00
Costos de operación y mantenimiento de alcantarillado y saneamiento JAD Matamoros	
Costos de nómina (\$/año)	\$81,463,116.16
Costos de energía (\$/año)	\$19,808,685.76
Gastos por servicios externos (outsourcing) (\$/año)	\$84,411,432.32
Costos O&M (\$/año)	\$185,683,234.24

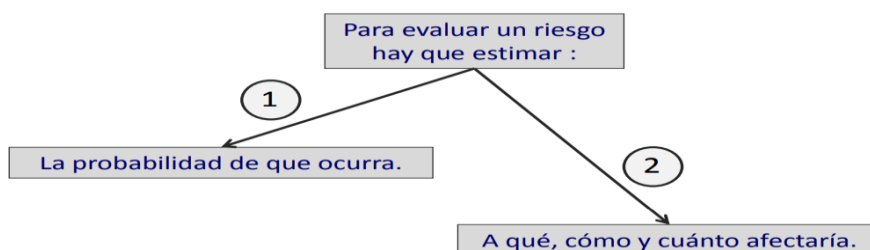
Fuente: JAD Matamoros, reporte anual a CONAGUA

Para el caso de la revisión del WR a rubro de alcantarillado y saneamiento, el índice se incrementa a 1.11, lo que nos indica que debemos comenzar en la parte del alcantarillado y saneamiento la revisión de costos de operación y mantenimiento, desde la propia organización, ya que las condiciones actuales advierten sobre la amenaza de dificultades financieras en un futuro próximo, con las serias implicaciones que esto conlleva.

4.2 Análisis de riesgos y formas de absorberlos o mitigarlos.

El riesgo es un suceso que puede ocurrir y que, si ocurre, puede alterar el desarrollo normal y previsto de un proyecto, tarea o actividad, produciendo un daño.

Ilustración 115. Esquema básico de evaluación de riesgos



Fuente http://arantxa.ii.uam.es/~proyectos/teoria/C9_El%20Riesgo.pdf



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

En un proyecto siempre existen factores que pueden poner en peligro el alcance de los objetivos en los plazos y con los costes, recursos y prestaciones (funcionalidad/calidad/usabilidad/accesibilidad) previstas. Es más, estos factores pueden ocasionar también daños a terceros.

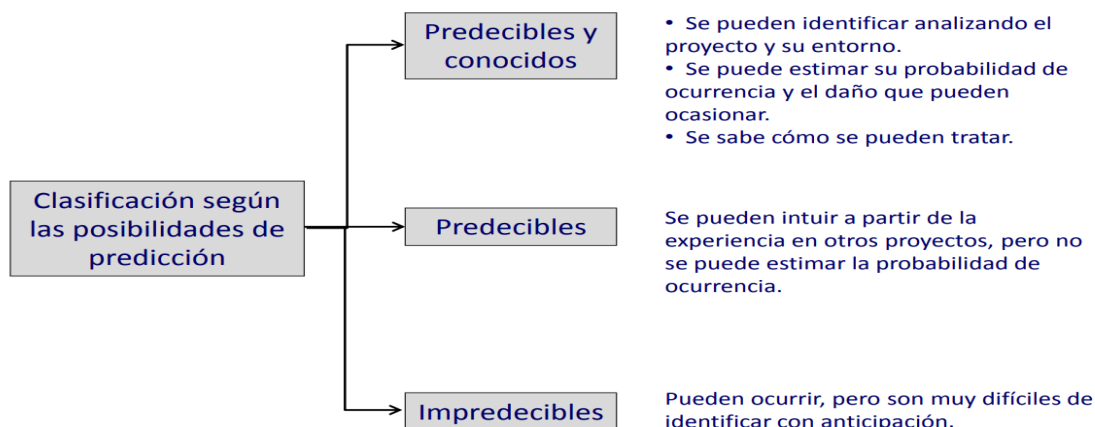
Los factores de riesgo pueden ser de muy distinta naturaleza y dependen del tipo de proyecto, aunque un primer factor de riesgo, que puede afectar a cualquier tipo de proyecto, es la definición incompleta o una mala definición de los objetivos.

Lo peor que puede hacerse es ignorar un riesgo, salvo que el daño potencial sea muy bajo o poco probable.

Lo importante es siempre identificar y conocer los riesgos para darles la respuesta adecuada y así poder cumplir los objetivos previstos.

Por otro lado, la existencia del riesgo puede ser una oportunidad que dé lugar a nuevos negocios.

Ilustración 116. Clasificación de los riesgos, según su posibilidad de predicción



Fuente http://arantxa.ii.uam.es/~proyectos/teoria/C9_El%20Riesgo.pdf

Durante el análisis de diferentes tipos de proyecto puede observarse que todos traen consigo una serie de riesgos que pueden presentarse en cualquiera de las etapas del proyecto, presentando la necesidad de generar medidas de contingencia para prevenir, absorberlos o mitigarlos mediante el manejo apropiado de los problemas pudieran presentarse.

En las diferentes fases del ciclo de vida de un proyecto es frecuente encontrar todo tipo de riesgos, bien sean económicos, legales, administrativos, sociales, políticos, técnicos y ambientales, lo que hace necesario aplicar los conceptos que maneja la administración de riesgos para contribuir al éxito del proyecto, asegurándose de que sus pérdidas sean mínimas y si se es posible nulas.

La administración de riesgos es la encargada de identificar, cuantificar y darle solución a los posibles riesgos que puedan presentarse durante el desarrollo de una obra, elaborando para ello planes o medidas de contingencia que contribuyan al efectivo cumplimiento de los objetivos.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Dentro de este numeral se identificaron los riesgos de cada proyecto de la cartera para Matamoros. Posteriormente se hizo una evaluación del impacto de los riesgos identificados, para proponer medidas de mitigación.

Tabla 28. Tipos de riesgos para proyectos de PSFN

Tipo de riesgo	Descripción
Económico	No contar con suficiencia presupuestal federal o de la contraparte estatal o municipal 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	Problemática social que pudiera presentarse, por la aplicación de ordenamientos legales en materia de agua. Problemas en el tipo de organización adoptada para financiar, construir y operar un proyecto. No sea posible la adquisición de los terrenos seleccionados para desplante de las obras por temas legales como falta de escrituras, intestado, etc. No se cuente con los permisos de libre paso o acceso o afectación, ya sea en terrenos privados o federales o no se cuente con la liberación de los terrenos por ocupar
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 federal estatal y/municipal No corresponda con proyectos planeados en el Plan Municipal de Desarrollo (compromisos de campaña). Obras y/o proyectos cuya terminación trascienda el término de la administración municipal v/o estatal.
Técnico	Adquisición equivocada de bienes y/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 Las labores de construcción y equipamiento se realicen en temporada lluviosa.
Ambiental	No se cuente con las aprobaciones en materia de impacto ambiental Los trabajos de construcción y/u 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.

Fuente: elaboración propia

4.2.1 Identificación de riesgos (construcción de matriz).

Se empleará la técnica de la matriz FODA, ya que permite elaborar un marco conceptual para el análisis sistemático donde puede presentarse el cruce entre amenazas y oportunidades externas con las debilidades y fortalezas internas del organismo.

Dentro del ejercicio realizado con el análisis FODA, se advierten en la JAD Matamoros diversas áreas de oportunidad, que sugieren enfocar estrategias tendientes a resolver los puntos de conflicto identificados, evitando que se conviertan en debilidades. En cuanto a los factores de amenaza, resultan poco significativos; sin embargo, es pertinente diseñar las estrategias necesarias para mitigar sus posibles efectos.

Se elaboraron cuatro matrices FODA: la primera para el área técnica; la segunda destinada al área comercial; la tercera se aplica al área administrativa-financiera, y en la cuarta se analizan aspectos institucionales, organizativos, legales y socioeconómicos; el conjunto de matrices puede considerarse la base para determinar las estrategias y cursos de acción del programa de saneamiento.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 29. Criterios para las estrategias

	Fortalezas	Debilidades
Oportunidades	Estrategia (F, O) Estrategias que el organismo debe explotar al máximo y lograr los mayores beneficios.	Estrategia (D, O) Estrategias orientadas a neutralizar los efectos negativos y transferir los efectos positivos a las áreas de oportunidad.
Amenazas	Estrategia (F, A) Estrategias en las que el organismo debe invertir recursos (capacitación y tecnología) para superar sus debilidades y aprovechar las oportunidades que se presenten.	Estrategia (D, A) Estrategias diseñadas para reducir el impacto de factores externos que pudieran amenazar la existencia del organismo y que deben ser atendidos rápidamente con acciones de mejora o cambio.

Fuente: Matriz FODA Técnica

Tabla 30. Matriz FODA Alcantarillado y saneamiento

	Fortalezas	Debilidades
	Elevado porcentaje de cobertura de drenaje. Se tiene un amplio conocimiento de la red de atarjeas. Adecuada operación y mantenimiento a las PTAR.	Escaso mantenimiento preventivo. Falta de un catastro actualizado de alcantarillado. Existe en algunas colonias infraestructura que ya rebasó su vida útil.
Oportunidades	Se trata un porcentaje elevado del agua residual colectada y se cumple con la normatividad.	Estrategia (F, O) Elaborar estudios para evaluar el mercado secundario de aguas residuales tratadas.
Amenazas	Crecimiento acelerado de la mancha urbana (extensión). Problemas de ordenamiento de uso del suelo.	Estrategia (D, O) Contar con un plan rector de alcantarillado.
	Estrategia (F, A) Identificar zonas agrícolas o parques industriales que le den viabilidad técnica y financiera a los proyectos de reúso.	Estrategia (D, A) Estructurar un programa de mantenimiento preventivo priorizado.

Fuente: elaboración propia



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 31. Matriz FODA Comercial

		Fortalezas	Debilidades
		<p>La base de datos del padrón de usuarios es confiable.</p> <p>Existe una elevada cobertura de micro medición (zona urbana).</p> <p>Se toma lectura al total de los usuarios de manera confiable y sistemática.</p> <p>El sistema de facturación es competente.</p> <p>Se cuenta con programas permanentes para el incremento de los ingresos.</p>	<p>El sistema comercial es obsoleto.</p> <p>Falta de un mecanismo que propicie el pago oportuno del recibo de agua.</p> <p>Aceptar pagos parciales del adeudo de agua que propicie que siempre exista un rezago en el cobro y que este vaya en aumento.</p> <p>No haya una estrategia establecida para abatir la cartera vencida.</p>
Oportunidades	<p>Buen nivel de aceptación del servicio que ofrece la JAD Matamoros.</p> <p>Se está trabajando en proyectos comerciales que permitan mejorar la calidad del servicio que presta el organismo.</p> <p>Oportunidad de recuperar cartera vencida y establecer tarifas diferenciadas.</p>	<p>Estrategia (F, O)</p> <p>Certificar los principales procesos del área comercial.</p>	<p>Estrategia (D, O)</p> <p>Elaborar un análisis integral de la funcionalidad del sistema comercial.</p> <p>Actualizar y modernizar el padrón de usuarios empleando una plataforma SIG.</p> <p>Diseñar y poner en marcha un programa de recuperación de cartera vencida.</p> <p>Mejorar la capacitación (aptitudes y actitudes) del personal de atención al público.</p>
Amenazas	<p>Las tarifas son determinadas por el Congreso del Estado.</p> <p>Que se haga un hábito el no pagar por parte del usuario, debido a los apoyos permanentes.</p> <p>El marco legal dificulta la aplicación de medidas que incentiven el pago de los usuarios morosos.</p>	<p>Estrategia (F, A)</p> <p>Actualizar el estudio tarifario para determinar el costo real de los servicios.</p>	<p>Estrategia (D, A)</p> <p>Reforzar el área de cobranza (personal y equipamiento).</p> <p>Disminuir el subsidio a los usuarios morosos.</p> <p>Proponer cambios al marco legal para facilitar las acciones de cobranza.</p>

Fuente: elaboración propia

Tabla 32. Matriz FODA Administrativa-financiera

		Fortalezas	Debilidades
		<p>El área financiera se ha visto fortalecida, debido al incremento de los ingresos.</p> <p>Se ha logrado reducir los pasivos que se tenían de años anteriores.</p> <p>La información financiera es real, confiable y se utiliza en la toma de decisiones.</p>	<p>No se cuenta con un plan de sustentabilidad financiera.</p> <p>Pasivos que se generaron en administraciones anteriores.</p> <p>Algunas razones no son favorables.</p> <p>La falta de liquidez limita a que no se realicen proyectos, obras o adquisiciones.</p> <p>Falta de capacidad para atraer recursos económicos y financieros.</p>
Oportunidades	<p>La reorganización de algunos sistemas permite una mejora continua del servicio.</p> <p>Se cumple con las auditorías externas e internas.</p>	<p>Estrategia (F, O)</p> <p>Fortalecer las políticas para hacer eficiente el gasto.</p>	<p>Estrategia (D, O)</p> <p>Diseñar y poner en marcha un programa de recuperación de cartera vencida.</p> <p>Establecer una estrategia que permita mejorar la capacidad de gestión de recursos del organismo.</p>
Amenazas	<p>Los ingresos ordinarios del organismo no son suficientes para invertir.</p> <p>Poca disposición de pago de los usuarios por el servicio que reciben.</p>	<p>Estrategia (F, A)</p> <p>Reforzar el área de cobranza (personal y equipamiento).</p> <p>Establecer programas innovadores de cultura del agua que incentiven al usuario a pagar por el servicio.</p>	<p>Estrategia (D, A)</p> <p>Estructurar un plan de gestión de recursos adicionales.</p>

Fuente: elaboración propia.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Tabla 33. Matriz FODA Institucional-organizativa-legal

	Fortalezas	Debilidades
	<p>La JAD Matamoros tiene una filosofía organizacional y destino estratégico bien definido (misión, visión, valores). Los programas existentes están alineados con la filosofía organizacional de la JAD Matamoros.</p> <p>La JAD Matamoros tiene una estructura organizacional adecuada para cubrir las principales funciones.</p> <p>La JAD Matamoros cuenta con ISO 9001 INMS 2008</p> <p>Se tiene avance significativo en el análisis de capacidades del personal.</p> <p>Buena coordinación entre las gerencias y la estructura organizacional, así como relación con el sindicato.</p>	<p>Deficiencias en la capacitación del personal a todos los niveles.</p> <p>Debilidad en la aplicación del servicio profesional de carrera.</p> <p>Se perciben ciertos desequilibrios sueldo/responsabilidad.</p> <p>No existe un sistema único de información.</p> <p>Demasiada protección al personal sindicalizado.</p> <p>Los logros del sindicato a lo largo de los años perjudican la economía del organismo.</p> <p>Las jubilaciones y pensiones significan un gasto fuerte para el organismo a largo plazo.</p>
Oportunidades	<p>Existen leyes claras que delimitan la forma de operar del organismo.</p> <p>Se tiene un buen nivel de servicio.</p> <p>Existe capacidad de pago en los usuarios.</p> <p>Se mantiene en general una calidad aceptable de las obras que se realizan.</p>	<p>Estrategia (F, O)</p> <p>Aplicar la ISO 9001INMS2008.</p> <p>Fortalecer la gestión de recursos a través de personal dedicado específicamente a ello.</p> <p>Buscar la certificación de los principales procesos del organismo.</p>
Amenazas	<p>Los cambios de administración truncan planes y programas.</p> <p>Presiones sociales modifican prioridades de la JAD Matamoros.</p> <p>Falta mucha cultura de pago y cuidado del agua por parte de los usuarios.</p> <p>La visión de corto plazo del sindicato no coadyuva al logro de las metas.</p> <p>La política interfiere en algunas decisiones del organismo.</p>	<p>Estrategia (F, A)</p> <p>Establecer un sistema de participación ciudadana o contraloría social que apoye la gestión del organismo y reduzca los riesgos de resistencia a las decisiones estratégicas.</p> <p>Lograr la autonomía del organismo.</p> <p>Establecer programas de largo plazo y que estos los adopte la sociedad, independientemente de los cambios de Administración.</p> <p>Establecer una interacción permanente entre la dirección y el sindicato, y proveer capacitación e información oportuna, para "alinearlos" con los objetivos estratégicos de la institución.</p>

Fuente: elaboración propia

Conclusiones del análisis FODA

La JAD Matamoros, al igual que los demás organismos operadores de Agua, Alcantarillado y Saneamiento, constituyen un monopolio natural, ubicándolos en principio en una posición muy conveniente, al no tener una competencia real, pero sobre todo porque su principal producto es un bien vital para la población y un insumo indispensable para el desarrollo económico. Sin embargo, y aun cuando las razones que dan origen a la JAD Matamoros son eminentemente sociales, es pertinente considerar la visión empresarial, la cual ofrece una vía de sustentabilidad con la posibilidad de mejora continua en la operación para brindar los servicios de agua y saneamiento en un marco de viabilidad técnica, financiera, social y ambiental de largo plazo.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

El “alineamiento” en planeación estratégica se emplea para crear valor en las organizaciones y se refiere al alineamiento de las estrategias para que los resultados de la organización sean superiores a la suma de los resultados de cada unidad administrativa.

En las secciones anteriores se identificaron los aspectos positivos -externos e internos- que pueden potenciarse, además de algunos factores adversos cuyos efectos se tratarán de anular o mitigar. Las conclusiones obtenidas como resultado del análisis FODA serán de gran utilidad en el diseño de las estrategias y los programas; así como para la jerarquización de acciones de carácter comercial, administrativo, técnico, institucional, organizacional, entre otros que se propongan y que califiquen para ser incorporadas en la planeación integral.

En conclusión, la JAD Matamoros posee fortalezas que le han permitido mantenerse operando desde 1949, a partir del decreto 126 del Congreso del Estado; sin embargo, presenta importantes áreas de oportunidad que deberá aprovechar, y algunas amenazas que deberá enfrentar para garantizar su permanencia y, con ello, asegurar buena parte del desarrollo del municipio de Matamoros, TM.

4.2.2 Evaluación de riesgos.

La evaluación de riesgos se efectuó por tipo de riesgo que pueda presentarse en la cartera de proyectos. Para evaluar los riesgos se aplican diversos parámetros; en nuestro caso utilizaremos la probabilidad, y su impacto.

Para identificar la probabilidad y el impacto se clasificaron los riesgos en una matriz, teniendo como renglones los proyectos de la cartera y en las columnas los tipos de riesgos. Se asignaron tres grados de nivel de riesgo: alto, medio y bajo. A los grados de riesgo se les asignaron colores para su identificación objetiva en la matriz, quedando el rojo para el riesgo alto, el amarillo para el riesgo medio y el verde para el riesgo bajo.

Para evaluar la probabilidad, partimos de la frecuencia de los riesgos en la cartera de proyectos. Conociendo que la frecuencia es el inverso de la probabilidad, procedimos a calcular la frecuencia; para esto se elaboró una matriz de tipos de riesgos y tiempos de ejecución para la cartera de proyectos.

Para ponderar el parámetro impacto se asignaron valores a la clasificación de los riesgos. El valor más alto 100 % se asignó a los proyectos identificados con color rojo, que corresponden a los de riesgo alto; se asignó el valor de 60 % para los proyectos con color amarillo, que son los identificados como de riesgo mediano, y se dio el valor del 30 % a los proyectos con color verde, que corresponden a los de riesgo bajo. Los valores de ponderación para impacto se aplicaron al número de casos que se presentan en la cartera de proyectos, y la suma de estos se aplica como valor del impacto de los riesgos en la cartera de proyectos.

Se evaluará cada tipo de riesgo y se concluirá con la ponderación de tipos para identificar un orden de aplicación de las medidas de mitigación que se propondrán en el numeral 4.3.

Los riesgos de la cartera de proyectos para la JAD Matamoros, en los aspectos económico, legal, administrativo, social, político, técnico y ambiental, identificados en los horizontes del Programa de Saneamiento de la Frontera Norte a Nivel Gran Visión, a saber: inmediato o próximo (2021); corto plazo (2020-2024); mediano plazo (2025-2030), y largo plazo (2031-2050).



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 117. Matriz de evaluación de riesgos para la ejecución de proyectos en Matamoros, TM

PERIODO	PROYECTOS/OBRAS	TIPO DE RIESGO						
		ECONÓMICO	LEGAL	ADMON	SOCIAL	POLÍTICO	TÉCNICO	AMBIENTAL
2021	Colectores 12 de marzo, Expofiest, ramales EBARS 16,17,21 y 35, colector Santa Anita.	4			X	X		X
	Conexión EBAR número 75 Quinra Real a interceptor principal.	4			X	X		X
	Saneamiento dren principal.	4		X	X	X	X	X
	Saneamiento dren 32 izq.	4		X	X	X	X	X
	Estaciones de bombeo 35, 17, 16 y 21.	4			X	X	X	X
	Proyecto ejecutivo de reingeniería y equipamiento de las EBAR's 3, 10, 11, 36, 37, 44, 49, 58, 73, 86 y 91.	4		X	X	X		X
	Ampliación de módulo de 270 lps en PTAR oeste.	4	X		X	X	X	X
2022-2024	Proyecto ejecutivo para ampliación de cobertura de alcantarillado, para 12,011 descargas.	4		X		X		X
	Estudio para la elaboración del catastro técnico de la infraestructura de alcantarillado y saneamiento.	4		X		X		
	Sustitución de 10 km tubería deteriorada en zona centro, colonia El Mariano, Sección XIV, Las Américas, Infonavit Buenavista, Santa Elena, Obrera, Popular y Jardín	4		X	X	X	X	X
	Saneamiento dren principal.	4		X		X	X	X
	Ampliación de la cobertura de alcantarillado en colonas del sur para 12,011 descargas.	4		X		X		X
2025-2030	Proyecto ejecutivo para ampliación de cobertura de alcantarillado, para 12,011 descargas.	4		X		X		X
	Ampliación de la cobertura de alcantarillado en colonas del sur para 12,011 descargas.	4		X	X	X		X
	Reingeniería y equipamiento de EBARS 3, 10, 11, 36, 37, 44, 49, 58, 73, 86 y 91.	4		X	X	X	X	X
2031-2050	Proyecto ejecutivo para ampliación de cobertura de alcantarillado, para 12,011 descargas.	4		X		X		X
	Ampliación de la cobertura de alcantarillado en colonas del sur para 12,011 descargas.	4		X	X	X		X

Fuente: elaboración propia

Con los resultados de la matriz anterior, se elaboró una tabla para identificar la probabilidad de ocurrencia y el impacto de cada tipo de riesgo.

Para estimar el nivel de riesgo se aplicó la siguiente ecuación:

$$\text{Nivel de riesgo} = (\% \text{ de probabilidad} + \% \text{ de Impacto}) / 2$$

La que se aplicó a cada uno de los tipos de riesgo para estimar su nivel de riesgo.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 118. Evaluación de riesgos de la cartera de proyectos de Matamoros, TM

EVALUACIÓN DE RIESGOS				
TIPO DE RIESGO	FRECUENCIA	PROBABILIDAD	IMPACTO	NIVEL DE RIESGO
ECONÓMICO	17	100%	100%	100%
LEGAL	1	6%	6%	6%
ADMON	13	76%	47%	62%
SOCIAL	11	65%	19%	42%
POLÍTICO	17	100%	60%	80%
TÉCNICO	4	24%	44%	34%
AMBIENTAL	16	94%	30%	62%

Fuente: elaboración propia

De la tabla anterior destaca el tipo de riesgo económico, seguido del riesgo político; los riesgos administrativo y ambiental, aunque de menor cuantía, también tienen relevancia; en cuanto al riesgo social, se presenta en nivel bajo, pero está latente, por lo cual no habrá que descuidarlo. Por último, los riesgos técnicos y legales resultan mínimos a la cartera de proyectos.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Referencias.

Comisión Internacional de Límites y Aguas entre México y Estados Unidos Sección Mexicana (CILA)

Tratado de Aguas, firmado el 3 de febrero de 1944.

Acta 261, de fecha 24 de septiembre de 1979.

Acta 279, de fecha 28 de agosto de 1989.

Acta 297, de fecha 31 de mayo de 1997.

Informe de diagnóstico del sistema de alcantarillado y saneamiento de las poblaciones mexicanas en la frontera Mex/EUA. 29 de agosto de 2017.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)

Programa Hídrico-Ambiental de la Frontera Norte 2009-2030.

Ley de Aguas Nacionales.

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.

Ley Federal de Derechos.

Situación del subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento (edición 2019).

Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación, diciembre 2018.

Sistema Nacional de Información del Agua (SINA), <http://sina.conagua.gob.mx/sina/>

Registro Público de Derechos del Agua (REPGA).

Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS).

<https://www.gob.mx/conagua/documentos/biblioteca-digital-de-mapas>

Libro 4. Datos Básicos para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado.

Libro 9. Drenaje Pluvial Urbano.

Libro 20. Alcantarillado sanitario.

Libro 50. Operación y mantenimiento de PTARM: Tratamiento y disposición de lodos.

Libro 51. Operación y mantenimiento PTARM: Lodos activados.

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA, 2019, Estadísticas del Agua en México, CONAGUA, México, D.F.

Reglas de Operación para el Programa de Agua Potable, Drenaje y Tratamiento, a cargo de la Comisión Nacional del Agua, aplicables a partir de 2020. DOF 31/12/2019.

Banco de Desarrollo de América del Norte (BDAN)

Proyecto Integral de Agua y Saneamiento para Matamoros, Tamaulipas.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Información cartográfica escala 1:20,000.

Tabulados del cuestionario básico del XI Censo General de Población y Vivienda 1990.

Tabulados del cuestionario básico del Conteo de Población y Vivienda 1995.

Tabulados del cuestionario básico del XII Censo General de Población y Vivienda 2000.

Tabulados del cuestionario básico del II Conteo de Población y Vivienda 2005.

Tabulados del cuestionario básico del XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

Tabulados del cuestionario básico de la Encuesta Intercensal 2015.

Serie histórica censal e intercensal (1990-2010).

Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE).

Censos Económicos 1989, 1994, 1999, 2004, 2009 y 2014.

Comisión Estatal del Agua de Tamaulipas (CEAT)

Ley de Aguas del Estado de Tamaulipas.

Tarifas 2020 del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado.

JAD Matamoros, Tamaulipas

Plano de la red de drenaje.

Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Matamoros, Tamaulipas.

Ficha Técnica.

R. Ayuntamiento de Matamoros, Tamaulipas

Reglamento de construcciones para el municipio de Nuevo Laredo, Tamaulipas. Se encuentra publicado en el Periódico Oficial Anexo al número 132, de fecha 31 de octubre de 2019.

Plan Maestro de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Matamoros, Tamaulipas.

Consejo Nacional de Población (CONAPO)

Proyecciones de población del estado de Tamaulipas y de sus municipios

Normas Oficiales Mexicanas

NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

NOM-002-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

NOM-003-SEMARNAT-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Acrónimos

°C	Grados centígrados
ANC	Agua no contabilizada
BC	Baja California
BDAN	Banco de Desarrollo del Norte
CEA	Comisión Estatal del Agua de Baja California
CESPT	Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana
CILA	Comisión Internacional de Límites y Aguas
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CPEUM	Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DOF	Diario Oficial de la Federación
EE. UU.	Estados Unidos de América
ENIGH	Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares
EPA	Agencia de Protección al Ambiente de Estados Unidos
hm ³	Hectómetro cúbico / millones de metros cúbicos
HP	Caballos de Fuerza (Horse Power)
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
LAN	Ley de Aguas Nacionales
lps	Litros por segundo
NOM	Norma Oficial Mexicana
PB	Planta de bombeo
PEAD	Polietileno de alta densidad
PEH	Programa Estatal Hídrico
pH	Potencial de Hidrógeno
PITAR	Planta internacional de tratamiento de aguas residuales
PNH	Programa Nacional Hídrico
PHR	Programa Hídrico Regional
POE	Periódico Oficial del Estado de Baja California
PTAR	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
PVC	Policloruro de Vinilo
REPDA	Registro Público de Derechos de Agua
RH	Región Hidrológica
SAB	San Antonio de Los Buenos
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SMN	Servicio Meteorológico Nacional
SSA	Secretaría de Salud
SST	Sólidos suspendidos totales
UN	Unidades económicas



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Índice de tablas

Tabla 1 Resumen de problemática, solución e inversión, Matamoros, TM.....	7
Tabla 2. Resumen de información recopilada por fuente.....	9
Tabla 3. Cobertura de agua potable, drenaje y saneamiento de Matamoros, TM.....	11
Tabla 4. Conexiones de alcantarillado de Matamoros, TM.....	11
Tabla 5. Localización de las EBAR de Matamoros, TM.....	12
Tabla 6. Condiciones del efluente, según las normas que debe cumplir.....	16
Tabla 7. Capacidad instalada y de operación en PTAR's Matamoros, TM.....	16
Tabla 8. Cobertura de drenaje Matamoros, TM.....	18
Tabla 9. Diámetros y longitudes de las tuberías de la red de alcantarillado de Matamoros, TM....	18
Tabla 10. Diámetros y longitudes de colectores y subcolectores, Matamoros, TM.....	20
Tabla 11. Resumen de las líneas de impulsión de la red de alcantarillado de Matamoros, TM.....	22
Tabla 12. Población 2010-2020 Matamoros, TM.....	27
Tabla 13. Gasto medio diario anual y descargas 2010 y 2020, Matamoros, TM.....	28
Tabla 14. Proyecciones de población de Matamoros, TM.....	29
Tabla 15. Gastos de diseño de agua desinfectada y residual a los años 2020,2030,2040 y 2050....	30
Tabla 16. Lista de colectores, extraída del plano de drenaje de la JAD.....	31
Tabla 17. Demanda actual y futura de colectores en Matamoros, TM.....	32
Tabla 18. Demanda actual y futura de estaciones de bombeo de aguas residuales de Matamoros, TM.....	36
Tabla 19. Demanda actual y futura de las PTAR de Matamoros, TM.....	37
Tabla 20. Edad de las áreas de desarrollo de Matamoros, TM.....	38
Tabla 21. Incremento de la capacidad de las plantas de bombeo.....	41
Tabla 22. Incremento de capacidad de las PTAR de Matamoros Tamaulipas.....	42
Tabla 23. Características de las cuencas de Matamoros Tamaulipas.....	63
Tabla 24. Dimensionamiento del dren Principal de Matamoros Tamaulipas.....	67
Tabla 25, Dimensionamiento del dren 32 izquierdo.....	69
Tabla 26. Análisis de costos de operación y mantenimiento de la JAD Matamoros, TM.....	102
Tabla 27. WR de alcantarillado y saneamiento de la JAD Matamoros.....	103
Tabla 28. Tipos de riesgos para proyectos de PSFN.....	105
Tabla 29. Criterios para las estrategias.....	106
Tabla 30. Matriz FODA Alcantarillado y saneamiento.....	106
Tabla 31. Matriz FODA Comercial.....	107
Tabla 32. Matriz FODA Administrativa-financiera.....	107
Tabla 33. Matriz FODA Institucional-organizativa-legal.....	108



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Sistema de saneamiento de Matamoros. Tamaulipas	6
Ilustración 2. Plano base de Matamoros, TM	8
Ilustración 3. Plano del sistema de saneamiento de Matamoros, TM.....	11
Ilustración 4. Plano de la ubicación de las EBAR de Matamoros, TM.....	14
Ilustración 5. Ubicación y áreas de aportación de las PTAR de Matamoros, TM	15
Ilustración 6. Plano tipo semáforo de la infraestructura de alcantarillado de Matamoros, TM	19
Ilustración 7. Plano de ubicación de colectores y subcolectores de Matamoros, TM.....	20
Ilustración 8. Plano de localización de las EBAR de Matamoros, TM	21
Ilustración 9. Plano semáforo de las EBARs de Matamoros	22
Ilustración 10. Plano de localización de las líneas de impulsión de Matamoros, TM.....	23
Ilustración 11. Cuencas principales de Matamoros, TM.....	24
Ilustración 12. Reporte de agua producida y desinfectada, de la JAD Matamoros a CONAGUA	28
Ilustración 13. Gráfica de las proyecciones de población para Matamoros, TM.....	29
Ilustración 14. Situación de los colectores en la actualización del Plan Maestro de Agua Potable y Alcantarillado y saneamiento en Matamoros, TM.....	30
Ilustración 15. Plano de drenaje de Matamoros.....	31
Ilustración 16. Plano de uso del suelo de Matamoros, TM.....	32
Ilustración 17. Plano de colectores en relación con el drenaje natural del Matamoros, TM	33
Ilustración 18. Cuencas principales de Matamoros, TM	34
Ilustración 19. Microcuencas dentro de Matamoros, TM	35
Ilustración 20. Usos del suelo y áreas de crecimiento de Matamoros, TM	36
Ilustración 21. Crecimiento de Matamoros a través de los años.....	37
Ilustración 22. Plano de desarrollo cronológico de Matamoros, TM.....	38
Ilustración 23. EBARs de la JAD Matamoros que requieren reemplazo	39
Ilustración 24. Colectores que requieren reemplazo en JAD Matamoros	39
Ilustración 25. EBARs que requieren rehabilitación.....	40
Ilustración 26. Colectores de JAD Matamoros que requieren rehabilitación	41
Ilustración 27. Permiso de descarga de aguas residuales de la JAD Matamoros	43
Ilustración 28. Parámetros de la NOM-CCA-031-ECOL para descargas de aguas residuales.....	44
Ilustración 29. Plano de colectores con más de 30 años de Matamoros, TM	47
Ilustración 30. Alternativas para tuberías deterioradas en Matamoros, TM.	47
Ilustración 31. Alternativas para colectores de Matamoros, TM.....	48
Ilustración 32. Alternativa para conexión de la EBAR número 75, de Quinta Real a interceptor	48
Ilustración 33. Saneamiento del dren Principal de Matamoros, TM.	49
Ilustración 34. Alternativas para saneamiento del dren Principal	49



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 35. Saneamiento del dren 32 izquierdo de Matamoros, TM.	50
Ilustración 36. Alternativas para saneamiento del dren 32 izquierdo	50
Ilustración 37. Área de cobertura de alcantarillado sanitario en Matamoros, TM	51
Ilustración 38. Alternativas para ampliación de la red de colectores de Matamoros, TM.....	51
Ilustración 39. Cobertura de alcantarillado de Matamoros, TM.....	52
Ilustración 40. Alternativas para rehabilitación de EBARs de Matamoros, TM	53
Ilustración 41. Reingeniería de las EBAR 3, 10, 11, 36, 37, 44, 9, 58, 73, 86, y 91 de Matamoros, TM	53
Ilustración 42. Alternativas para rehabilitación de EBARs de Matamoros, TM	53
Ilustración 43. Estaciones de bombeo 16, 17, 21, y 35	54
Ilustración 44. Alternativas de ampliación de la PTAR Oeste de Matamoros, TM	55
Ilustración 45. Alterativa 1 para ampliación de la PTAR Oeste de Matamoros, TM.....	55
Ilustración 46. Alternativa 2 para ampliación de la PTAR Oeste de Matamoros, TM.....	56
Ilustración 47. Ubicación de la ampliación de la PTAR Oeste Matamoros, TM	57
Ilustración 48. Modelo digital de elevaciones, con curvas a cada metro de Matamoros, TM.	60
Ilustración 49. Plano de las cuencas de Matamoros sobre el MDE	61
Ilustración 50. Datos de las cuencas de Matamoros.....	62
Ilustración 51. Área de cobertura de la red atarjeas de Matamoros, TM	64
Ilustración 52. Pantalla de resultados para dimensionamiento de sustitución del colector en la colonia Mariano Matamoros, en Matamoros, TM.....	65
Ilustración 53. Cálculo del área tributaria del colector Buenavista	65
Ilustración 54. Resultados del dimensionamiento de los 10 km de sustitución de colectores	66
Ilustración 55. Determinación del área tributaria de EBAR 17	66
Ilustración 56. Resultados del dimensionamiento de los colectores para el mejoramiento del sistema	67
Ilustración 57. Pantalla del área parcial del dren Principal para identificar el gasto a ese nivel	68
Ilustración 58. Gastos de diseño del dren Principal	68
Ilustración 59. Dimensionamiento del dren Principal en el tramo hacia la PTAR.....	68
Ilustración 60. Gasto de diseño del dren 32 izquierdo	69
Ilustración 61. Dimensionamiento de la ampliación de la PTAR Oeste de Matamoros, TM	71
Ilustración 62. Presupuesto de las alternativas de sustitución de 10 km de colectores	73
Ilustración 63. Evaluación comparativa de las alternativas de sustitución de 10 km de colectores.	73
Ilustración 64. Costo de ejecución del colector 12 de Marzo	74
Ilustración 65. Costo del colector Expo Fiesta	74
Ilustración 66. Costo de construcción del colector ramal EBAR 16	74
Ilustración 67. Costo del colector ramal EBAR 17	75



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 68. Costo del colector ramal EBAR 21	75
Ilustración 69. Costo del colector ramal EBAR 35	75
Ilustración 70. Costo del colector Santa Anita	76
Ilustración 71. Resumen de costos de los colectores de Matamoros.....	76
Ilustración 72. Evaluación comparativa de la construcción de colectores	76
Ilustración 73. Costo de conexión de la EBAR número 75 Quinta Real al interruptor.....	77
Ilustración 74. Evaluación comparativa de construcción de interceptor Quinta Real.....	77
Ilustración 75. Costos de las alternativas para el saneamiento del dren Principal de Matamoros, TM.	77
Ilustración 76. Evaluación comparativa las alternativas para el saneamiento del dren Principal de Matamoros, TM.....	77
Ilustración 77. Costo de la alternativa de construcción del saneamiento del dren 32 izquierdo.....	78
Ilustración 78. Evaluación comparativa de las alternativas para el saneamiento del dren 32 izquierdo de Matamoros, TM.....	78
Ilustración 79. Inversión para la ampliación de la red de atarjeas para 12,011 descargas	79
Ilustración 80. Evaluación comparativa de las alternativas para ampliación de la red de atarjeas para 12,011 descargas.....	79
Ilustración 81. Evaluación comparativa de la elaboración del proyecto ejecutivo para la ampliación de la red de atarjeas para 12,011 descargas.....	79
Ilustración 82. Proyectos ejecutivos de la JAD Matamoros para la fase III del Plan Maestro	80
Ilustración 83. Evaluación comparativa las EBAR que se programa construir en Matamoros Tamaulipas	80
Ilustración 84. Localización de los proyectos de reingeniería en EBARs.....	81
Ilustración 85. Evaluación comparativa de la reingeniería de EBARs de Matamoros, TM	81
Ilustración 86. Evaluación comparativa de la elaboración del proyecto ejecutivo para la reingeniería de EBARs de Matamoros, TM	82
Ilustración 87. Presupuesto de las alternativas de ampliación de la PTAR Oeste	82
Ilustración 88. Evaluación comparativa de la ampliación de la PTAR Oeste de Matamoros Tamaulipas	82
Ilustración 89. Evaluación comparativa del catastro técnico de la infraestructura de alcantarillado y saneamiento de Matamoros, TM.....	83
Ilustración 90. Criterios para ponderar la selección de alternativas	84
Ilustración 91. Selección de alternativas para la rehabilitación de colectores en Matamoros, TM.	84
Ilustración 92. Localización de los colectores propuestos para reemplazar en Matamoros, TM.....	85
Ilustración 93. Selección de alternativas de construcción de colectores	85
Ilustración 94. Ubicación de los colectores de la fase III del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Matamoros, TM	86



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Ilustración 95. Selección de alternativas de conexión de EBAR 75 a interceptor.....	86
Ilustración 96. Localización de la conexión de la EBAR N 75 a interceptor	87
Ilustración 97. Selección de alternativas para el dren Principal	87
Ilustración 98. Rehabilitación del dren Principal.....	88
Ilustración 99. Selección de alternativas de rehabilitación del dren 32 izquierdo	88
Ilustración 100. Localización de dren 32 izquierdo	89
Ilustración 101. selección de alternativas para la ampliación de 12,011 descargas en Matamoros, TM.	89
Ilustración 102. Selección de alternativa de las EBAR 35, 17, 16 y 21	90
Ilustración 103. Ubicación de las EBAR 35, 16, 17, y 21, de Matamoros, TM.....	91
Ilustración 104. Selección de alternativas para reingeniería de las EBAR 3, 10, 11, 36, 37, 44, 49, 58, 73, 86, y 91	92
Ilustración 105. Selección de alternativa para la ampliación de la PTAR Oeste de Matamoros, TM	92
Ilustración 106. Selección de alternativas para ampliación de la PTAR Oeste de Matamoros, TM .	93
Ilustración 107. Cartera de proyectos de colectores para Matamoros, TM	94
Ilustración 108. Cartera de proyectos de EBARS de Matamoros, TM.....	94
Ilustración 109. Cartera de proyecto de la PTAR para Matamoros, TM	95
Ilustración 110. Cartera de proyectos para acciones e infraestructura complementaria de Matamoros, TM.....	95
Ilustración 111. Modalidades de financiamiento para PSFN en Matamoros, TM	97
Ilustración 112. Diagrama para análisis de organismos operadores	99
Ilustración 113. Análisis de la organización actual de la JAD Matamoros	100
Ilustración 114. Organización propuesta para la JAD Matamoros.....	101
Ilustración 115. Esquema básico de evaluación de riesgos	103
Ilustración 116. Clasificación de los riesgos, según su posibilidad de predicción.....	104
Ilustración 117. Matriz de evaluación de riesgos para la ejecución de proyectos en Matamoros, TM	110
Ilustración 118. Evaluación de riesgos de la cartera de proyectos de Matamoros, TM	111