



Análisis Costo-Beneficio Simplificado

Proyecto Plurianual: Ejecución de las Acciones Necesarias para dar Cobertura de Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Tratamiento al Parque Industrial Ecológico de León "Parque Piel"

Contenido

I. Resumen Ejecutivo	4
II. Situación Actual del PPI	11
a) Diagnóstico de la Situación Actual	11
b) Análisis de la Oferta Existente	16
c) Análisis de la Demanda Actual	17
d) Interacción de la Oferta-Demanda	18
III. Situación Actual sin el PPI	19
a) Optimizaciones	19
b) Análisis de la Oferta	21
c) Análisis de la Demanda	22
d) Diagnóstico de la interacción Oferta-Demanda	23
e) Alternativas de solución	24
IV. Situación con el PPI	25
a) Descripción general	25
b) Alineación estratégica	29
c) Localización geográfica	32
d) Calendario de actividades	33
e) Monto total de inversión	33
f) Fuentes de financiamiento	34
g) Capacidad instalada	35
h) Metas anuales y totales de producción	35
i) Vida útil	36
j) Descripción de los aspectos más relevantes	36
k) Análisis de la Oferta	38
l) Análisis de la Demanda	39
m) Interacción Oferta-Demanda	40
V. Evaluación del PPI	43
a) Identificación, cuantificación y valoración de costos del PPI	43
b) Identificación, cuantificación y valoración de beneficios del PPI	43
c) Cálculo de los indicadores de rentabilidad	44
d) Análisis de sensibilidad	45

e) Análisis de riesgos.....	46
VI. Conclusiones y Recomendaciones.....	48
VII. Anexos.....	49
VIII. Bibliografía.....	50

I. Resumen Ejecutivo

El Convenio de Colaboración para la Aportación de Recursos Económicos para la Cobertura de Servicios de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Tratamiento al Parque Industrial Ecológico de León (Parque Piel), celebrado entre el Municipio de León, Propietarios y Colonos de Parque Piel A.C., y el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León (SAPAL), establece entre otras cosas, que el Municipio aportará la cantidad de hasta \$72'588,829.83 (setenta y dos millones quinientos ochenta y ocho mil ochocientos veintinueve pesos 83/100 M.N.) con la finalidad de que se ejecuten las acciones necesarias para dar cobertura de servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y tratamiento y la incorporación del Parque Piel a la infraestructura de SAPAL.

Cabe destacar que, de forma paralela a dicho instrumento, se celebró un convenio de colaboración de recursos con Gobierno del Estado de Guanajuato, a efecto de que aportara hasta un tanto igual al ya señalado a efecto de ejecutar las obras que a continuación se describen:

- Construcción de rehabilitación de la red de alcantarillado sanitario para el Parque Industrial de León.
- Modernización del pretratamiento de aguas residuales en el fraccionamiento Parque Industrial de León.
- Construcción del canal desarenador en influente del Módulo de Desbaste y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipal (PTARM).

De esta forma, el esquema de colaboración para la incorporación de Parque Piel fue integrado por una aportación tripartita, de la siguiente manera: 34% Colonos, 33% Gobierno del Estado, 33% Gobierno municipal.

Como seguimiento a dicho proceso de aportación tripartita y con la finalidad de cumplir con lo que establece la Ley para el Ejercicio y Control de los Recursos Públicos para el Estado y los Municipios de Guanajuato en su artículo 26 bis, fracción II:

II. Presentar a la Secretaría la evaluación correspondiente de los programas y proyectos que tengan a su cargo, en donde se muestre que dichos programas y proyectos son susceptibles de generar, en cada caso, un beneficio social neto bajo supuestos razonables.

Así como el artículo 56, de la misma Ley, en su fracción III:

El deber de los ejecutores del gasto de realizar con anterioridad al ejercicio o contratación de cualquier programa o proyecto de inversión, un análisis costo beneficio que muestre que los programas y proyectos son susceptibles de generar un beneficio social neto bajo supuestos razonables

Se presenta el análisis costo-beneficio, con el enfoque de dar soporte a la inversión que será administrada por SAPAL.

Problemática, objetivo y descripción del PPI

Objetivo del PPI

El Objeto del Convenio de Colaboración antes mencionado, es el de aportar los recursos para la ejecución de las acciones que coadyuvan a la incorporación de dicho fraccionamiento industrial a la infraestructura del SAPAL y consecuentemente dar cobertura de servicios de agua potable, alcantarillado sanitario, tratamiento a los 220 lotes que integran Parque Piel.

Esta colaboración abona a diferentes objetivos socioeconómicos y ambientales para el Municipio de León y el Estado de Guanajuato, por la importancia que representa esta zona industrial en el surponiente de la ciudad, ya que el propósito del parque es la instalación de empresas que por su tamaño y actividades productivas necesitan ubicarse en un sitio con eficiente cobertura de servicios, particularmente el de agua potable, alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales.

Parque Piel, se ubica estratégicamente en las cercanías de la Planta Municipal y su Módulo de Desbaste, donde precisamente se tratan aguas residuales domésticas y como parte de la economía de León y del giro de los usuarios de SAPAL, también se tratan aguas de origen industrial. Es así como aprovechando la disponibilidad de infraestructura existente, y con la unión de esfuerzos, se puede consolidar el parque incorporándolo a la infraestructura que administra el SAPAL.

El destino de los recursos integrados por la aportación tripartita está enfocado en ejecutar las acciones necesarias para dar cobertura de servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y tratamiento a la infraestructura de SAPAL y la incorporación del fraccionamiento industrial denominado Parque Piel.

Problemática Identificada

El proyecto Parque Piel arranca en 1994, sin embargo, como Asociación Parque Piel, se constituye el 05 de febrero de 2020 de acuerdo con la escritura pública número 69503 y está integrada por 220 lotes de terreno que requieren en conjunto, de acuerdo con el convenio de colaboración antes mencionado, una demanda de 86.7992 litros por segundo de agua potable con una descarga de 65.0994 litros por segundo al alcantarillado sanitario.

Actualmente, de los 220 lotes se tienen 63 empresas con actividad, principalmente relacionadas con el sector de la curtiduría.

A la fecha el Parque Industrial no se encuentra incorporado a los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario de SAPAL que, entre otras cosas, significa la ausencia de saneamiento.

Lo anterior implica por un lado que las empresas establecidas han tenido que resolver de forma independiente el abasto de agua para sus procesos productivos y servicios, y por otro lado, que la responsabilidad de la disposición del agua residual y su necesario saneamiento ha quedado desatendida.

Parque Piel se ubica al suroeste de la ciudad de León, en las cercanías del río Turbio, mismo que escurre en dirección al municipio de San Francisco del Rincón y que de acuerdo con CIATEQ (2019), en los últimos años ha presentado un incremento en la contaminación atribuida principalmente a descargas de aguas residuales industriales provenientes de los procesos de curtición no incorporadas al SAPAL y que descargan a cuerpos nacionales, que contienen altas cargas orgánicas y concentraciones elevadas de cloruros, sulfuros, sulfatos y cromo, entre otros contaminantes.

Precisamente CIATEC (2019), elaboró un diagnóstico para encontrar alternativas de saneamiento para el río Turbio, justo en el tramo que comienza a la altura del Parque Piel hasta la comunidad de El Maguey en San Francisco del Rincón. Dicho estudio, entre otras cosas, menciona que se presentan flujos contaminados notablemente superiores a los medidos en 2001 y 2010, entre 93% y 282% mayores, así como una mayor concentración de sulfuros, nitrógeno amoniacal, entre otros, registrados entre el kilómetro 2.8 del Libramiento Sur de San Francisco del Rincón y la confluencia del río Santiago.

Las alternativas de saneamiento que propone CIATEC (2019), mencionan la importancia de gestionar la regularización de conexiones y descargas industriales a las redes municipales, esto es, la regularización del Parque Piel, así como la rehabilitación de infraestructura de conducción de aguas residuales a la Planta de Tratamiento, entre otras acciones enfocadas en la limpieza y rehabilitación de tramos críticos.

Breve descripción del PPI

El análisis por realizar en el presente documento permite evaluar la rentabilidad de la aportación tripartita que será destinada a atender los siguientes elementos:

- Construcción de rehabilitación de la red de alcantarillado sanitario para el Parque Industrial de León.
- Modernización del pretratamiento de aguas residuales en el fraccionamiento Parque Industrial de León.
- Construcción del canal desarenador en influente del Módulo de Desbaste y PTARM.
- Contribuciones para la ejecución de las acciones necesarias para dar cobertura de servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y tratamiento y la incorporación del fraccionamiento industrial denominado Parque Piel a los servicios del SAPAL.

Para llevar a cabo la evaluación del plan general motivo del convenio, se utilizará la metodología de análisis costo-beneficio, considerando el monto de inversión total que aportarán de manera tripartita, tanto el Municipio de León, como SAPAL con recursos aportados por Gobierno del Estado de Guanajuato y la Asociación Parque Piel en la parte de costo social, y por otro lado los beneficios sociales percibidos de la ejecución del proyecto, que tienen que ver entre otros, con la disponibilidad a pagar por las empresas por los servicios de agua potable, agua tratada, alcantarillado sanitario y saneamiento, así como también con el valor del agua liberada al colocar agua tratada en algunos procesos industriales.

Horizonte de evaluación, costos y beneficios del PPI

Horizonte de Evaluación

El horizonte de evaluación utilizado es de 25 años considerando un año de construcción y 25 años de operación que coinciden con la vida útil de la infraestructura.

Descripción de los principales costos del PPI

Los principales costos del proyecto son de inversión, operación y mantenimiento durante el horizonte de evaluación del proyecto y se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1 - Costos de inversión, operación y mantenimiento del PPI

Inversión inicial (IVA incluido)	Costos de Operación y Mantenimiento anual
\$219'966,151.00	\$36'933,295.70

El costo de operación y mantenimiento mostrado se calculó considerando los niveles estimados de demanda de agua potable y alcantarillado sanitario, y utilizando los promedios de costo por

metro cúbico de agua potable producida, así como el costo por metro cúbico de tratamiento de agua residual en la Planta Municipal y su Módulo de Desbaste.

Descripción de los principales beneficios del PPI

Beneficios cuantificables:

- Intercambiar el aprovechamiento de agua de primer uso por agua residual tratada para los procesos en las empresas establecidas en Parque Piel, teniendo como consecuencia la disminución de los costos de extracción.
- Disponibilidad para pagar por los servicios de agua potable, tratada, drenaje y saneamiento.

Beneficios no cuantificables:

- Mejorar la salud pública en la zona sur-poniente de la Ciudad de León, así como de las comunidades aledañas al cauce del río Turbio por medio de la observancia y cumplimiento de los límites permisibles que marca la norma oficial mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, así como la inminente contribución al saneamiento de la cuenca.
- Prevenir con esta acción, las multas y sanciones al municipio de León y las empresas de Parque Piel por la descarga de agua residual al cauce federal del río Turbio.
- Disminución de externalidades negativas como malos olores y fauna nociva y degradación ambiental.
- Disminución de la contaminación del suelo y agua subterránea (saneamiento de los mantos freáticos).
- Mejorar el entorno ambiental del río Turbio, y con ello incidir en la restauración de la Cuenca Lerma-Chapala a la cual pertenece este cauce, misma que actualmente es una de las más contaminadas del país.
- Incremento en la productividad, atractivo y oportunidades de negocio a nivel nacional e internacional, de las empresas que forman parte de Parque Piel derivado de las acciones de regularización e incorporación al sistema SAPAL, como parte de un gobierno con directrices enfocadas al uso y gestión sostenible de los recursos naturales.

Monto total de inversión

\$219'966,151.00

(Doscientos diecinueve millones, novecientos sesenta y seis mil ciento cincuenta y un pesos 00/100 M.N.) * incluye IVA

Riesgos asociados al PPI	<p>En la etapa de planeación y diseño del proyecto los principales riesgos son:</p> <ul style="list-style-type: none">• Estimación inadecuada de plazos para ejecución de obras.• Imprecisiones en estimación de costos.• Proyectos ejecutivos con alcances erróneos o diseñados fuera de contexto.• Liberación de derechos de vía para la construcción.
	<p>En la etapa de construcción los principales riesgos son:</p> <ul style="list-style-type: none">• Carecer de los respectivos permisos, licencias y autorizaciones.• Sobrecostos en estimaciones por cálculos inadecuados, obras no previstas, imponderables de la situación económica global.• Casos fortuitos o de fuerza mayor.
	<p>En la etapa de operación del proyecto los principales riesgos son:</p> <ul style="list-style-type: none">• Demanda insuficiente o sobrestimada.• Incremento inesperado en costos.• Casos fortuitos o de fuerza mayor.

Indicadores de Rentabilidad del PPI

Valor Presente Neto (VPN)	\$287'661,204.05 Pesos
Tasa Interna de Retorno (TIR)	29.38 %
Tasa de Rentabilidad Inmediata	29.42 %

Conclusión

Conclusión del Análisis del PPI	La Tasa Interna de Retorno se calculó de 29.38% , siendo mayor que la Tasa Social de Descuento establecida por la Secretaría de
---------------------------------	--

Análisis Costo-Beneficio

Ejecución de las Acciones Necesarias para dar Cobertura de Servicios de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Tratamiento al Parque Industrial Ecológico de León "Parque Piel"



Hacienda y Crédito Público de 12%, por lo que el proyecto se concluye rentable.

Este proyecto permitirá cumplir con los objetivos estratégicos planteados en los instrumentos formales de planeación vigentes, por lo que se considera que responde a estrategias federales, estatales y municipales.

II. Situación Actual del PPI

a) Diagnóstico de la Situación Actual

El Parque Industrial Ecológico de León ("Parque Piel") arranca en el año de 1994, se encuentra ubicado en la zona sur-poniente de la ciudad de León, justo en colindancia al sur de la Planta de Tratamiento Municipal (PTARM) y Módulo de Desbaste del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León (SAPAL) y está compuesto por 220 lotes de los cuales actualmente el 28.63% se encuentran industrializados, siendo en su mayoría del giro de tenerías (Ver Figura 1).

Parque Piel desde su planeación tiene vocación industrial, misma que de acuerdo con lo que plantea la Secretaría de Economía Federal, debería caracterizarse por cuatro aspectos fundamentales:

- 1) Estar ubicada cerca de alguna vía importante de comunicación como puertos aéreos o marítimos, carreteras o vías férreas.
- 2) Disponer de la infraestructura necesaria para la instalación de plantas industriales, como son los servicios básicos de agua y descarga, energía eléctrica, telefonía y urbanización interna.
- 3) Tener todos los permisos necesarios para la operación de las plantas industriales a instalarse dentro del mismo.
- 4) Contar con una administración central que coordine la seguridad interna, el buen funcionamiento de la infraestructura, la promoción de los inmuebles y la gestión general de trámites y permisos ante las autoridades.

Existe incluso una Norma Mexicana de Parques Industriales - NMX-R-046-SCFI-2011 - que busca impulsar los objetivos de competitividad, desarrollo, generación de empleo, así como preservación del medio ambiente que acompañan a este tipo de proyectos.

En este sentido, se identifica que Parque Piel, al no encontrarse incorporado a la infraestructura de SAPAL, tiene un área de oportunidad con relación a los servicios básicos de agua y descarga, al no haber realizado el proceso de incorporación a las redes municipales.

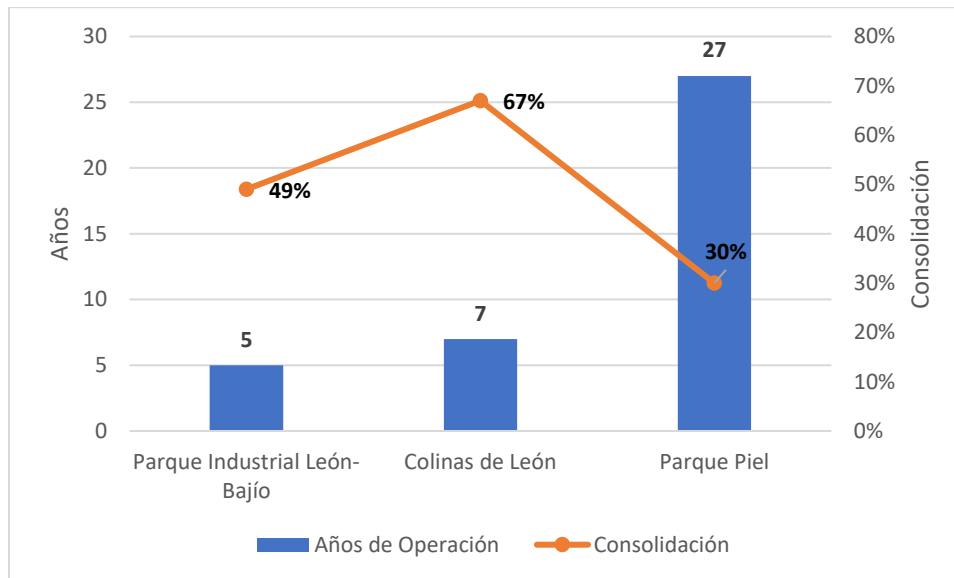
Dicha situación de no incorporación a la infraestructura de SAPAL desde hace 27 años, le ha ocasionado al Parque una desventaja con relación a otros proyectos similares como se muestra en la siguiente gráfica.

Análisis Costo-Beneficio

Ejecución de las Acciones Necesarias para dar Cobertura de Servicios de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Tratamiento al Parque Industrial Ecológico de León "Parque Piel"



Tabla 2 - Tabla comparativa de porcentaje de ocupación de Parques Industriales en León, Gto. Fuente: Elaboración propia con información de Dirección General de Economía de León.



Es importante mencionar que SAPAL como organismo proveedor de los servicios de agua, drenaje y saneamiento cuenta con los elementos suficientes para brindar los servicios requeridos.

Para el tema de agua potable, Parque Piel se encuentra ubicado en la cercanía del rebombeo de Santa Rosa de SAPAL, mismo que recibe agua de la batería de pozos Turbio, por lo cual resultaría relativamente sencillo interconectar al Parque a la infraestructura existente. Actualmente se tiene un caudal medido en la zona de 722 litros por segundo en promedio, corriendo desde Santa Rosa hasta la zona urbana de León, contando con mediciones de continuidad en el servicio del 99.89% en promedio.

De acuerdo con la evaluación sobre las condiciones actuales de la infraestructura existente en Parque Piel, se concluye que la infraestructura interna para distribución de agua potable está en buenas condiciones para brindar el servicio. Misma situación con la infraestructura interna de agua tratada, la cual se encuentra en buenas condiciones para otorgar el servicio.

En cuanto a la situación actual de la infraestructura de alcantarillado sanitario, se concluye en la evaluación que las condiciones actuales no son las óptimas, se requiere la rehabilitación de manera que se pueda garantizar el servicio al Parque, situación por la cual se plantea dentro de los proyectos a ser ejecutados.

Se puede decir que la ciudad de León cuenta con un robusto sistema de saneamiento a través de la infraestructura de alcantarillado sanitario y las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) que opera SAPAL. En la zona adyacente al polígono industrial Parque Piel se encuentran las PTAR's Municipal y el Módulo de Desbaste.

La PTARM, es la de mayor capacidad de diseño, capaz de tratar 2,500 l/s, actualmente trata un caudal afluente en torno a los 1500 l/s. El nivel de tratamiento de esta planta es primario, sin embargo, a 1,000 l/s se les da un tratamiento secundario, cumple con la NOM-001-SEMARNAT-1996

(NOM 001) y actualmente se están realizando trabajos de reingeniería en la planta para que al mediano plazo la calidad del agua tratada cumpla con la NOM-003-SEMARNAT-1997 (NOM 003).

El Módulo de desbaste es una PTAR anexa a la planta Municipal, que recibe influentes con carga contaminante extraordinaria y la trata mediante un proceso combinado, a partir de un proceso fisicoquímico al que se suma un tratamiento biológico por lodos activados con aeración extendida. El Módulo de Desbaste, junto con su sistema de colectores, ha permitido que por primera vez se haya logrado separar las aguas industriales de las aguas domésticas para su tratamiento. Esta planta tiene una capacidad de 150 l/s, actualmente trata un caudal afluente de 95.96 l/s y el proceso de tratamiento de las aguas provenientes de las industrias reciben un pretratamiento, posteriormente un tratamiento fisicoquímico y finalmente un tratamiento biológico, el cual elimina las mayores cargas contaminantes presentando características similares a las aguas domésticas. El agua industrial tratada pasa posteriormente a la Planta Municipal para continuar con su saneamiento.

Tabla 3 - Capacidad de las PTAR's existentes adyacente a Parque Piel. Fuente: Elaboración Propia.

PTAR	Capacidad de diseño (l/s)
Municipal	2,500
Módulo de Desbaste	150

A pesar de la colindancia con la Planta de Tratamiento Municipal y de Desbaste, Parque Piel no cuenta con los servicios adecuados para el desarrollo de sus actividades en tema de agua y disposición de aguas residuales, de igual manera, no cuentan con equipos de medición que permitan conocer el volumen y estado de sus descargas, por lo que el control y aseguramiento de los límites máximos permisibles podría derivar en la generación de altas concentraciones de residuos industriales que se dirigen al río Turbio, propiciando así condiciones no deseables para la población, flora y fauna que se encuentra en las cercanías del paso de dicho río.

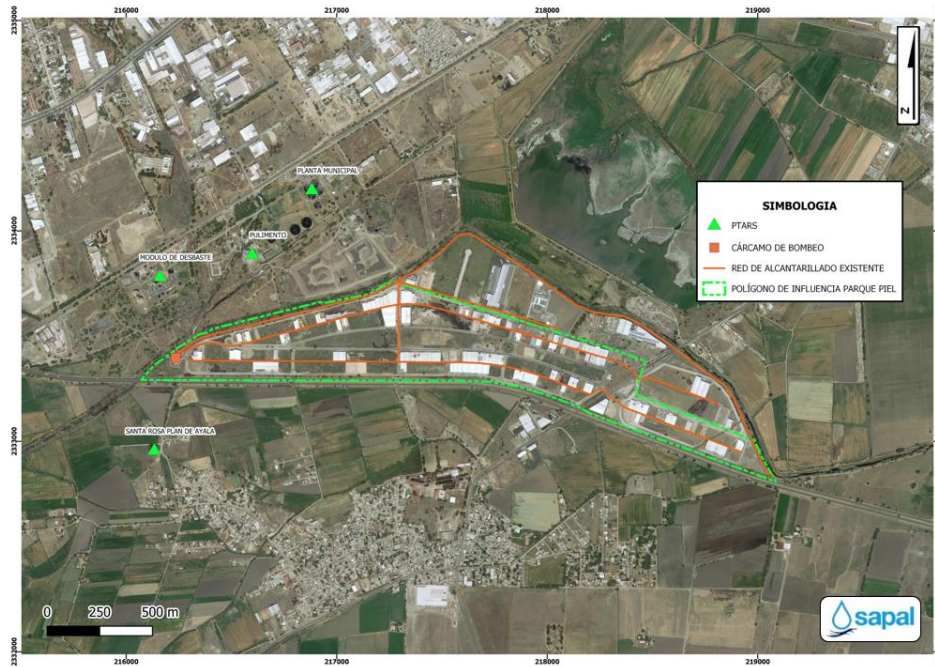


Figura 1. Localización del PPI. Fuente: Elaboración propia con uso de SIG.

Las consecuencias de lo anterior, es algo que ha sido objeto de diversos estudios, no hablando exclusivamente de Parque Piel, sin embargo en la medida en que la atracción de inversiones a la zona se incrementa, el hecho de que no cuente con la infraestructura necesaria para el abasto de agua para sus procesos, así como el tratamiento de sus residuos, lo coloca como un caso de especial atención como lo podemos identificar en el *Estudio: Análisis de alternativas de saneamiento del Río Turbio en el tramo del parque industrial de la ciudad de León al puente del cruce de la Carretera Estatal 37 con el Río Turbio en la localidad de El Maguey del municipio de San Francisco del Rincón, elaborado por CIATEC en 2019.*

El estudio elaborado por CIATEC se deriva del hallazgo de la detección de ácido sulfhídrico (H_2S) en el aire de algunas zonas localizadas entre la ciudad de León y San Francisco del Rincón, siendo que el Gobierno del Estado de Guanajuato a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial (SMAOT) y la Comisión Estatal del Agua (CEAG) establecieron que podrían estar asociadas a emisiones procedentes del río Turbio.

De acuerdo con la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades del Departamento de Salud y Servicios Humanos del Gobierno Federal de los Estados Unidos, el ácido sulfhídrico (H_2S) es un gas incoloro inflamable, de sabor algo dulce y olor a huevos podridos que en altas concentraciones puede ser venenoso. Principalmente entra del cuerpo humano a través del aire por la respiración.

La exposición a concentraciones bajas del ácido sulfhídrico puede causar irritación de los ojos, nariz o garganta, puede causar dificultad para respirar en personas asmáticas. Las exposiciones breves a

concentraciones altas (más de 500 ppm) puede producir pérdida del conocimiento. Se han presentado fatalidades por inhalación de cantidades altas en diversas ocupaciones. La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) de los E.U.A. ha establecido una cantidad máxima de 20 ppm en el aire en el trabajo y un límite de 50 ppm durante un período máximo de 10 minutos si no ocurre exposición adicional. Se recomienda un límite de exposición máximo de 10 ppm durante un período de 10 minutos.

Las mediciones tomadas en 2019 por CIATEC en 12 puntos de muestreo muestran que los niveles obtenidos a nivel de piso en las zonas de Parque Piel y Libramiento Sur de San Francisco del Rincón km 2.8, son superiores hasta en seis órdenes de magnitud al límite permisible para no sufrir efectos nocivos en la salud de un humano publicado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA).

Es importante mencionar que la presencia de ácido sulfhídrico es solo un indicador de la presencia de contaminantes, pero el grado de contaminación se puede medir por diferentes factores de manera más puntual.

El estudio de CIATEC describe que el agua del río Turbio en el tramo de estudio es salada, y está fuertemente contaminada por sustancias orgánicas y por cromo. Tiene un contenido de sales disueltas entre 4 y 7 g/L que equivale a más de 700% del contenido de sales de agua subterránea natural, las sales dominantes son bicarbonatos, sodio, cloruros, sulfatos, amonio y calcio (Ver Figura 2). El contenido de contaminantes orgánicos produce niveles notablemente altos de DQO de 1,500 a 6,500, los niveles de DBO son altos de casi 800 mg/L, respecto al cromo se encontró hasta ocho veces más alto que lo permitido en cuerpos de agua natural de acuerdo con la NOM-001-SEMARNAT-1996.

Como lo menciona CIATEC en su estudio *“se puede afirmar que el Río Turbio es salado y putrefacto, se descompone gradualmente mientras el agua viaja hacia la parte baja de la cuenca y se concentra en sales y cromo; estas condiciones son favorecedoras de ciertos grupos de bacterias cuyo metabolismo anaerobio produce diversos gases indeseables como el ácido sulfhídrico y el amoniac (NH₃), además del metano (CH₄) y CO₂”*.



Figura 2. Descargas en río turbio.

De acuerdo con el mismo estudio, las dos zonas más contaminadas en el tramo de estudio son: el río Turbio en el puente de cruce de la carretera 45D (León-Aguascalientes), aguas abajo de la confluencia del arroyo Hondo (en donde detectaron descargas industriales clandestinas directas y sin tratamiento que provienen de los drenajes internos de Parque Piel), y el segundo punto es el río Turbio al sur de la colonia Buenavista (San Francisco del Rincón) al norte de la comunidad de San Antonio de la Paz (donde habitan 404 personas).

De igual manera en la zona de estudio de acuerdo con el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) existen 54 empresas industriales manufactureras de diferentes giros incluyendo el alimenticio, que se encuentran en un área de hasta 5km del río o menos que están dentro de los directamente afectados por la contaminación.

El estudio de CIATEC llega hasta la comunidad del Maguey, sin embargo, el cauce del río Turbio continúa y forma parte de la cuenca Lerma-Chapala, por lo que las afectaciones a largo plazo en caso de no solucionar la situación pueden ser mayores y llegar a muchas más personas y negocios.

El anterior diagnóstico y los hallazgos mencionados de manera estatal son evidencia de las principales motivaciones para la realización del proyecto, ya que puede representar en beneficios de salud, medio ambiente, así como en oportunidades de negocio.

Al no tener SAPAL registro de las empresas que actualmente operan en Parque Piel, no es posible tener información puntual sobre los volúmenes a que equivalen las actuales fuentes de abasto de agua, así como el volumen de descarga.

b) Análisis de la Oferta Existente

El Parque Industrial cuenta con la infraestructura necesaria para recibir el servicio de agua potable hasta los predios. Sin embargo, como se comentó anteriormente, no se cuenta con la cobertura del servicio por parte del SAPAL por la falta de incorporación del Parque, lo cual limita las opciones al abasto a través de servicios como el de agua en pipa.

Cabe mencionar que existe también una red de distribución de agua tratada en el Parque que se encuentra en buenas condiciones para recibir el servicio de agua tratada desde la Planta de Tratamiento Municipal, tanque pulimento, la cual cumple con calidad NOM 003.

De igual manera se realizó un recorrido para inspeccionar las condiciones de las líneas sanitarias e industriales y se observó que es necesario rehabilitar y poner en marcha el cárcamo de bombeo para abatir los niveles a los que actualmente opera la red sanitaria.

No se identificó un proceso de saneamiento adicional operando en el Parque Industrial.

c) Análisis de la Demanda Actual

Actualmente se cuenta con la siguiente información sobre la situación de los predios que conforman Parque Piel:

Tabla 4 - Estatus actual de los predios de Parque Piel. Fuente: Elaboración propia.

Estatus del predio	Distribución
Deshabitado	14%
Industrializado	28.63%
Lote baldío	57.4%
Total	100%

De los predios identificados como industrializados, el giro visualizado es el siguiente:

Tabla 5 - Giro de los predios habitados en Parque Piel. Fuente: Elaboración propia.

Giro del predio	Distribución
Tenería	55.6%
Bodega	12.7%
Comercializadora de cartón	4.8%
Lubricantes	3.2%
Recicladora	3.2%
Productos químicos	1.6%
Procesadora de alimentos	1.6%
Comercializadora de papel	1.6%
Cebadero	1.6%
Comercializadora de aluminio	1.6%
Pozo SAPAL	1.6%
Pipas	1.6%
No verificable	9.5%
Total	100%

Como se comentó anteriormente, SAPAL cuenta únicamente con información general y pública sobre los niveles de descarga que provienen de Parque Piel, sin embargo, no es posible determinar cuáles empresas son las que llevan a cabo prácticas contaminantes dentro de sus procesos, si cuentan con algún pretratamiento, ni cuáles son las fuentes de donde obtienen agua precisamente porque no se cuentan con medidores instalados por su estatus de no incorporadas al SAPAL.

Con el afán de establecer la situación actual de la demanda, se determinó la parte proporcional correspondiente al porcentaje actual de consolidación del Parque respecto a la demanda asentada en el convenio de colaboración, partiendo del gasto total de 86.7992 litros y derivando el volumen de descargas a la infraestructura de alcantarillado sanitario, que de acuerdo con el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS) de la CONAGUA, se estima en un 75% respecto a la demanda de agua (CONAGUA, 2016).

Se consideró que actualmente la demanda proviene del 28.63 % de ocupación en Parque Piel, con un valor estimado de 24.8506 litros por segundo de agua potable, que equivalen a 783,433.55 metros cúbicos anuales. Lo anterior se traduce en una descarga de agua residual de 18.6379 litros por segundo, que equivalen a 587,575.16 metros cúbicos anuales.

No se tiene información relacionada a la existencia de un proceso de saneamiento por parte de las empresas establecidas en el Parque Industrial, o del mismo Parque antes de descargar al cauce natural.

d) Interacción de la Oferta-Demanda

A continuación, se muestra una tabla con cifras correspondientes a la demanda actual en función de las cifras reportadas como necesarias en el convenio de colaboración para los 220 lotes que conforman Parque Piel, considerando que a la fecha se tiene una consolidación del 28.63 %.

Tabla 6 Interacción de la Oferta y Demanda Situación Actual. Fuente: Elaboración propia

Demanda Actual			
Fuente	Servicio	l/s	m3 anuales
63 lotes habitados (28.6% de consolidación)	Agua Potable	24.85	783,240.19
	Drenaje	18.64	587,508.94
Oferta Actual			
Fuente	Servicio	l/s	m3 anuales
Actuales (Pipas)	Agua Potable	24.85	783,240.19
NA	Drenaje	0	-

Por el lado de la Oferta al no estar incorporados al SAPAL y no contar con equipos de medición, no es posible determinar con precisión las cifras y fuentes de abasto, sin embargo, se asume el abasto de agua potable que proviene de agua en pipa.

Es importante mencionar que la capacidad de atención al requerimiento de alcantarillado sanitario en la actualidad es nula, puesto que como se observó en la evaluación, se requieren obras de rehabilitación integral del drenaje del Parque.

En la actualidad no se identifica un proceso existente de pretratamiento por lo cual existe un impacto ambiental negativo en la zona y diversos riesgos sanitarios y de sanciones para las empresas que pertenecen al Parque.

Finalmente revisando los lineamientos establecidos por la Norma Mexicana de Parques Industriales que plantea la Secretaría de Economía Federal, Parque Piel requiere atender y resolver el abasto de agua y correcto tratamiento de las aguas residuales generadas para poder ser un lugar atractivo para las inversiones y consolidarse como un proyecto estratégico de desarrollo para la región.

III. Situación Actual sin el PPI

La alta concentración de empresas curtidoras enclavadas en las zonas urbanas de León, así como la poca disponibilidad de sistemas y tecnología para el tratamiento de las aguas residuales generan un grave problema de manejo de residuos. La industria del curtido de pieles es considerada como una de las más contaminantes por el tipo de desechos que genera a lo largo de su proceso productivo (CEAG, 2014).

La principal alternativa de solución para alinear a Parque Piel con el Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado es el objeto del Convenio de Colaboración para el cual se desprende el presente análisis, sin embargo, para efectos de explorar alternativas de bajo costo que pudieran atender al objetivo del mismo proyecto, en este apartado se consideran optimizaciones para atender la problemática actual.

Se plantea entonces la opción de atender el abasto de agua potable a través de un convenio de colaboración con una entidad similar al Fideicomiso de Administración de Pipas (FIDAPIM), seguido de la implementación de separadores hidrodinámicos de flujo continuo con la capacidad suficiente para recibir las descargas residuales del Parque, y finalmente destinar un monto para atender mantenimientos regulares al mismo pretratamiento propuesto así como un monto para mantenimiento o limpieza a la red existente de alcantarillado sanitario.

a) Optimizaciones

La principal problemática de la situación actual de Parque Piel tiene que ver con su falta de incorporación a la infraestructura de agua potable y alcantarillado sanitario de SAPAL, para lo cual se tendrían que ejecutar algunas acciones en este punto para garantizar el servicio, sin embargo, como ya se ha mencionado, esta situación se ha tenido que solventar de alguna manera por parte de los colonos del Parque de manera que puedan cubrir sus necesidades.

El planteamiento de optimizaciones de bajo costo para poder comparar contra el proyecto objeto del presente análisis es de la siguiente manera:

- 1) Mediante un convenio de colaboración con una entidad similar al FIDAPIM (Fideicomiso de Administración de Pipas Municipales) garantizar para los actuales y futuros colonos, el abasto de agua para sus procesos productivos y sus necesidades generales.
- 2) Implementación de un pretratamiento para las aguas residuales del parque, mediante una solución de separadores hidrodinámicos de flujo continuo.
- 3) Un programa de mantenimiento y limpieza con alguna empresa particular para las redes de alcantarillado sanitario existente.

Con relación a los separadores hidrodinámicos de flujo continuo, éstos son estructuras con una unidad de decantación o separación para eliminar sedimentos, grasas, aceites y otros contaminantes que puede aplicarse como pretratamiento de aguas residuales (Ver Figura 3).

No se requiere fuente de poder, porque la energía del agua que fluye permite que los sedimentos puedan separarse.

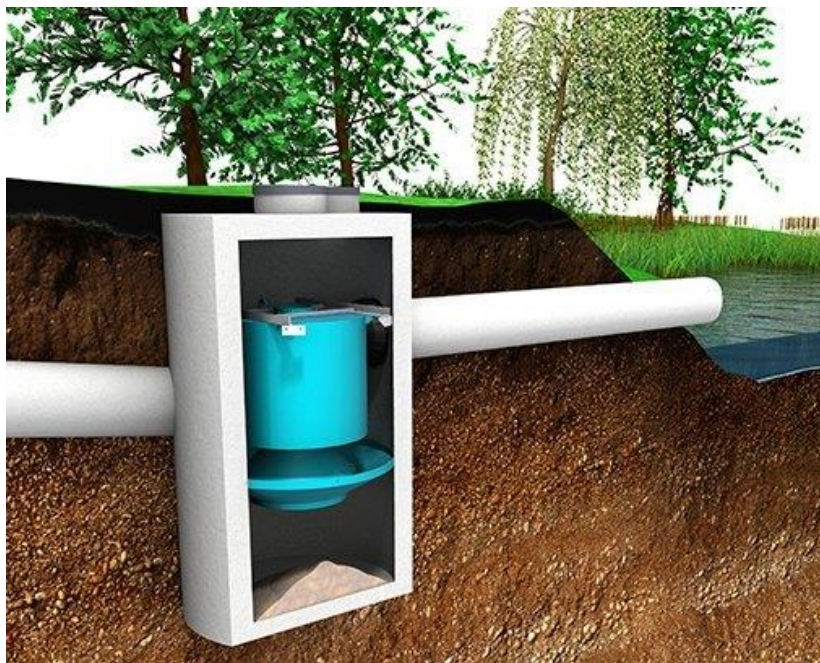


Figura 3. Ejemplo de alternativa de solución, separador hidrodinámico de flujo continuo. Imagen tomada de Hydro International, Separador Centrifugo Downstream Defender. Recuperado de: www.drenatura.com

De acuerdo con un estudio realizado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) existen en el mercado diferentes modelos, de los cuales sus costos paramétricos por suministro e instalación ocurren en un rango de entre \$200,000 pesos hasta los \$800,000 pesos para tratar afluentes desde los 20 hasta 370 litros por segundo (l/s), esto dependiendo de las necesidades de cada proyecto. Para el caso de análisis en donde se estiman descargas de aguas residuales del orden de 65.09 l/s los costos de inversión asociados resultarían de aproximadamente \$277,142.86 pesos.

Este tipo de tecnología no requiere de mantenimiento intensivo, sin embargo, se debe procurar contar un programa de inspección y limpieza para garantizar una operación lo más eficiente posible, por lo que los costos de Operación y Mantenimiento (O&M) por estructura y de forma anualizada se estiman en \$20,000 pesos.

Si bien, este tipo de estructuras constituyen un pretratamiento eficiente que logra remover hasta un 80% de elementos flotantes y aumentar la longevidad de la infraestructura de drenaje, son el primer paso de un tratamiento sostenible de las aguas residuales industriales, ya que el agua residual aún presentaría altos contenidos de DBO₅, DQO, materia orgánica, sulfuros y sustancias químicas que se generan por estas industrias.

b) Análisis de la Oferta

Partiendo del entendido de que el Parque Industrial seguiría con un estatus de no incorporado podemos analizar la oferta en cada uno de sus elementos:

1. **Agua potable.** Se considera que las necesidades actuales de abasto se cubrirían con el uso del servicio de agua en pipas de 10,000 litros cada una, el cual se plantea mediante un convenio que busque garantizar la disponibilidad del servicio de forma regular para las empresas instaladas en el Parque. Considerando el nivel actual de consolidación, podemos mencionar que se requieren un total de 78,324 viajes durante un año, lo cual representaría un volumen promedio de 214 viajes diarios. Si se analiza el requerimiento total planteado en el convenio de colaboración con SAPAL, ésta cifra se multiplicaría por 3.4 lo cual representa un volumen elevado que probablemente sería complicado de operar por los proveedores, además de asegurar la infraestructura para ello, como tanques de almacenamiento y sistemas de bombeo individualizados, sólo por mencionar algunos. En este mismo punto vale la pena mencionar que la situación de agua en pipas no da la certeza de que se recibe la calidad necesaria del líquido para los procesos productivos que lo requieren, así como la disponibilidad. Adicionalmente, el impacto ambiental que tiene el tránsito de este tipo de camiones cisterna es altamente negativo, por las emisiones de CO₂, sin mencionar el desgaste de las vialidades municipales.
2. **Alcantarillado sanitario.** De acuerdo con la evaluación de la infraestructura existente, se observa que las redes de drenaje del Parque se encuentran en una situación donde es necesario una rehabilitación para su correcto funcionamiento, sin embargo en el presente escenario se plantea un mantenimiento regular a las redes, el cual buscaría conseguir condiciones aceptables para conducir las descargas del Parque, sin embargo es muy probable que estos esfuerzos no sean suficientes y eventualmente se tenga que considerar el realizar una mayor inversión.
3. **Saneamiento.** En este caso la oferta planteada está dimensionada para poder recibir el flujo estimado máximo del Parque, sin embargo, es importante señalar que el pretratamiento solamente sirve como un elemento de filtrado que elimina residuos sólidos, sin embargo, no implica el saneamiento de las descargas industriales a niveles aceptables para su descarga final.
4. **Agua tratada.** En este escenario de optimización no se considera la oferta de agua tratada como complemento del servicio de abasto del Parque.

Respecto a la evolución de la Oferta en el horizonte de evaluación, se estima que las condiciones planteadas es altamente probable que se mantengan a lo largo del tiempo de análisis sin embargo

se anticipa que el volumen estimado pudiera ser difícil de manejar en el caso de un incremento en la demanda, por lo que sería importante visibilizar ese riesgo.

Con respecto a los demás servicios realmente la oferta permanecería constante y el el alcantarillado sanitario muy probablemente siga presentando deficiencias a pesar de los mantenimientos que se le realizarían.

c) Análisis de la Demanda

La demanda en el caso de optar por la situación de no avanzar con el proyecto e implementar optimizaciones al sistema actual se describe a continuación:

1. **Agua potable.** La situación de consolidación actual del Parque permite dimensionar las necesidades actuales de servicio para los colonos con un volumen estimado de 24.85 litros por segundo de agua potable. Sin embargo, los valores estimados que se consideran en el convenio son del orden de los 86.8 litros por segundo que estarían sujetos a que el Parque siguiera operando con las limitantes que persisten y pudiera seguir creciendo en el tiempo.
2. **Alcantarillado sanitario.** El cálculo de la demanda de descarga de aguas residuales se estima directamente sobre la cantidad manifestada de requerimiento de agua potable, por lo tanto, en el inicio se plantea un gasto de 18.64 litros por segundo con la situación de consolidación actual, sin embargo, el requerimiento es del orden de los 65.10 litros por segundo.
3. **Saneamiento.** La demanda de saneamiento va ligada el volumen que se requiere tratar de hasta los 65.10 litros por segundo, los cuales al no ser tratados representan un pasivo ambiental de consideración.
4. **Agua tratada.** Se pudiera presumir que parte de la demanda de agua potable pudiera ser aceptada por los empresarios como parte de sus procesos productivos y de esta manera tener beneficios en costo, así como incurrir en buenas prácticas de consumo, sin embargo, esta demanda es difícil de estimar por la falta de incorporación a la infraestructura de SAPAL.

Respecto a la evolución de la Demanda en el horizonte de evaluación, se estiman los escenarios tanto de mantener las condiciones actuales, como de llegar a la consolidación contemplada en el convenio, para que esto se logre se tiene que considerar que existen desincentivos para el crecimiento de las empresas que pertenecen al Parque, así como para futuras inversiones que pudieran llegar a instalarse.

d) Diagnóstico de la interacción Oferta-Demanda

A continuación, se presenta una tabla que muestra la situación planteada como optimizaciones de manera que se puedan atender las necesidades de agua potable y alcantarillado sanitario con su respectivo dimensionamiento económico en el horizonte temporal de evaluación.

Situación Actual con consolidación actual							
	Necesidad en litros por segundo	Necesidad anual en m3	Necesidad anual en litros	Capacidad de Pipa en litros	No. De viajes anuales	Costo de viaje en pipas de SAPAL	importe
Agua Potable	24.85	783,240	783,240,192	10,000	78,324.02	\$ 267.29	\$ 20,935,227.09
Saneamiento (pretratamiento)	18.64	587,430					\$ 277,142.86
Criterio de mantenimiento en Saneamiento					Mantenimiento 10%		\$ 27,714.29
Drenaje sanitario (estimación)	18.64	587,430			Mantenimiento Anual		\$ 110,000.00
						Total Anual	\$ 21,350,084.24
						Total 25 años	\$ 533,752,105.95
							*No considera Inflación
Requerimiento Total							
	Necesidad en litros por segundo	Necesidad anual en m3	Necesidad anual en litros	Capacidad de Pipa en litros	No. De viajes anuales	Costo de viaje en pipas de SAPAL	importe
Agua Potable	86.80	2,735,800	2,735,799,681	10,000	273,579.97	\$ 267.29	\$ 73,125,189.67
Saneamiento (pretratamiento)	65.10	2,051,850					\$ 277,142.86
Criterio de mantenimiento en Saneamiento					Mantenimiento 10%		\$ 27,714.29
Drenaje sanitario (estimación)	65.10	2,051,850			Mantenimiento Anual		\$ 110,000.00
						Total Anual	\$ 73,540,046.82
						Total 25 años	\$ 1,838,501,170.50
							*No considera Inflación

Figura 4 Interacción Oferta-Demanda Sin PPI. Fuente: Elaboración propia.

Las optimizaciones presentadas como solución de bajo costo al objetivo del proyecto para Parque Piel, no resuelven en principio la situación de incorporar a los miembros del fraccionamiento industrial con la infraestructura de SAPAL, tampoco resuelve la problemática existente en cuanto a las condiciones del sistema de alcantarillado sanitario existente, mismo que ya cumplió su periodo de vida útil y que requiere un reemplazo o mantenimiento mayor, tampoco lleva al Parque y a sus colonos a cumplir con las normas ambientales de descarga a cauce natural, y desde luego no incorpora temas de medición de consumo de agua ni mucho menos mejores prácticas como reúso del agua.

e) Alternativas de solución

Las alternativas descritas en los incisos anteriores, después de ser analizadas en su conjunto se considera que pueden ser implementadas como medida de bajo costo, sin embargo, se tienen las siguientes consideraciones:

1. **Agua potable.** El volumen requerido en caso de crecimiento de la demanda puede resultar un reto para el abasto por parte de los actuales proveedores del servicio y para los usuarios del Parque representa un riesgo en su operación ya que no pueden garantizar la continuidad y disponibilidad del servicio ni tampoco la calidad de este, que es importante para el proceso productivo y para las certificaciones nacionales e internacionales que se requieren para ser más competitivos.
2. **Alcantarillado Sanitario.** No es viable que se considere solamente un servicio de mantenimiento o limpieza de las actuales líneas de alcantarillado sanitario del Parque, el grado de deterioro que presentan ya representa un riesgo para el mismo Parque y deben tomarse acciones de rehabilitación para contar con el servicio de forma adecuada.
3. **Sanearamiento.** Los separadores dinámicos constituirían una mejora a la situación actual. Si bien, este tipo de estructuras constituyen un pretratamiento eficiente que logra remover hasta un 80% de elementos flotantes y aumentar la longevidad de la infraestructura, son el primer paso de un tratamiento sostenible de las aguas residuales industriales, ya que el agua residual aún presentaría altos contenidos de DBO₅, DQO, materia orgánica, sulfuros y sustancias químicas que se generan por estas industrias.

Observando también el cuadro de costos asociados, se puede decir que un proyecto de este estilo alcanzaría un costo acumulado de 533 a 1,838 millones de pesos en el horizonte de evaluación, lo cual se puede comparar con la inversión del proyecto planteado en conjunto con los beneficios adicionales que pueden generar para las empresas, la sociedad y el medio ambiente.

IV. Situación con el PPI

a) Descripción general

El objetivo del proyecto propuesto para la zona de Parque Piel, implica realizar las acciones necesarias para el otorgamiento de cobertura de servicios, así como la ejecución de obras de infraestructura hidrosanitaria para la incorporación del Parque a la infraestructura de agua potable y alcantarillado sanitario de SAPAL.

El proceso de incorporación establece el compromiso que SAPAL debe garantizar de forma permanente los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales, por lo que, tanto el organismo operador como el desarrollador deben cumplir con sus atribuciones para que se pueda asegurar al ciudadano la certeza en la prestación de sus servicios.

El propósito del SAPAL para la industria que se incorpora, es que tengan la suficiencia de servicio para realizar sus actividades comerciales y productivas y que quienes ahí laboren tengan a su disposición los servicios básicos para sus necesidades sanitarias.

En relación con las obras necesarias a ejecutarse se consideran las siguientes:

- Construcción de rehabilitación de la red de alcantarillado sanitario para el Parque Industrial de León.

La zona de Parque Piel actualmente cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario deficiente en donde se observa que las tuberías están azolvadas. Para la rehabilitación de la red de alcantarillado sanitario de la zona, se propone la construcción de una red de colectores a partir de 45 cm de diámetro como mínimo, incrementando sus dimensiones de acuerdo con las aportaciones de cada lote. Para la disposición final de las aguas residuales se utilizará un cárcamo de bombeo, el cual mediante una línea de conducción llegará hasta el Módulo de Desbaste.

- Modernización del Pretratamiento de Aguas Industriales en el Fraccionamiento Parque Industrial de León.

Con la finalidad de lograr una mejor calidad del agua residual vertida al sistema de alcantarillado se desarrollarán las siguientes acciones para el sistema de pretratamiento de las aguas residuales de la zona de Parque Piel.

Cárcamo de bombeo.

Se proyecta un cárcamo de bombeo circular de 5.00 m de diámetro para una capacidad de 75.00 m³ de almacenamiento, gasto máximo de 250.00 l/s, un gasto mínimo de 57.60 l/s y un tiempo de retención de 5.00 minutos, con las adecuaciones necesarias para las obras complementarias y de protección a los equipos de bombeo.

- Construcción del Canal Desarenador en Influyente del Módulo de Desbaste y PTAR Municipal.

La calidad del influente a la PTAR Municipal y principalmente en el Módulo de Desbaste, mucho de este volumen descargado de manera ilegal ha provocado un deterioro acelerado a las instalaciones y equipo electromecánico empleado en cada una de las etapas del tratamiento fisicoquímico y biológico debido al origen de las aguas residuales producto de la industria de curtido de pieles que emiten aguas residuales altamente corrosivas con sólidos en suspensión como grasas, pelambres y por las longitudes de traslado arenas finas y gruesa disminuyendo su vida útil y dificultando que la calidad del efluente alcance la calidad requerida.

Con el objetivo de mejorar el proceso de tratamiento se propone la construcción de dos canales desarenadores en la llegada de la PTAR Municipal y Módulo de Desbaste. En la llegada del influente de la PTAR Municipal se propone un canal de sección amplia con una plantilla de 14.00 m un talud 1:1 y una altura de 4.60 m y una pendiente de 0.26 % en una longitud de 242 m. Con plantilla y taludes revestidos con concreto hidráulico (Ver Figura 5).

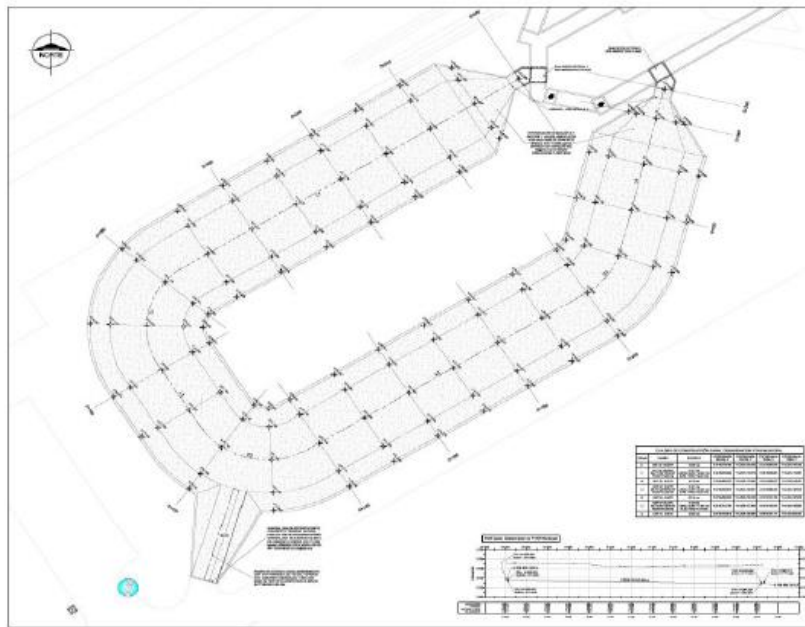


Figura 5. Canal desarenador en influente de PTAR. Municipal

En la llegada del influente del Módulo de Desbaste se propone un canal con una plantilla doble de 2.65 m una en operación y otra en mantenimiento, un talud 1:1 y una altura de 2.50 m y una pendiente de 0.15 % en una longitud de 95 m. Con plantilla y taludes revestidos con concreto hidráulico (Ver Figura 6).

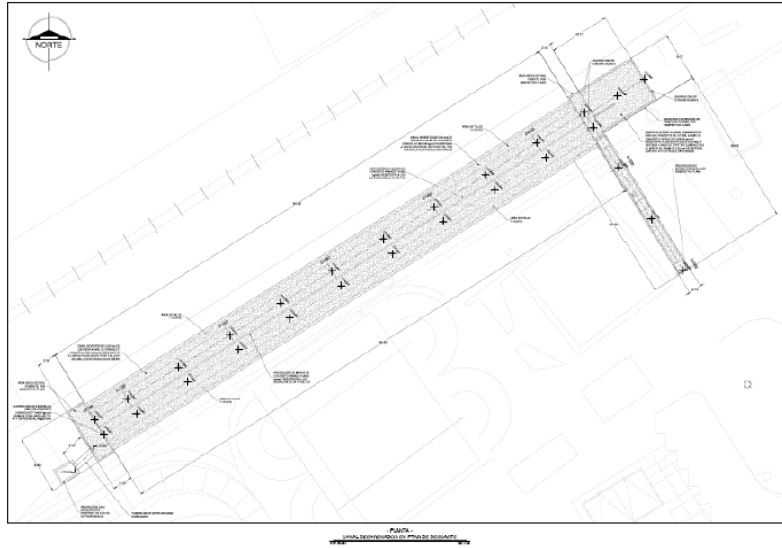


Figura 6 Canal desarenador en influente del módulo de Desbaste.

El proyecto de ejecución de acciones necesarias para dar cobertura de servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y tratamiento al Parque Industrial Ecológico de León "Parque Piel", tiene como sus principales componentes, los elementos descritos en las siguientes tablas:

Tabla 7 - Componentes de Rehabilitación de Red de Alcantarillado. Fuente: Elaboración propia

Componente	Unidad de Medida	Cantidad
Ruptura de pavimento hidráulico de concreto simple, excavaciones y relleno de zanjas y reposición de pavimentos.	m ³	34,270.97
Suministro e instalación de PVC sanitario. Incluye todo lo necesario para su correcta colocación.	ml	8,960.95
Construcción de pozos de visita e instalación de piezas especiales conforme al proyecto.	pozo	88

Tabla 8 - Componentes Modernización del Pretratamiento en Parque Piel. Fuente: Elaboración propia.

Componente	Unidad de Medida	Cantidad
------------	------------------	----------

Análisis Costo-Beneficio

Ejecución de las Acciones Necesarias para dar Cobertura de Servicios de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Tratamiento al Parque Industrial Ecológico de León "Parque Piel"



Demolición de Planta de pretratamiento existente, incluye señalizaciones, demoliciones y desmontajes, así como acarrees de material y rellenos fuera de obra.	m ³	400.87
Patio de maniobras, incluye trazo nivelación y limpieza del terreno. Excavaciones, acarrees de material y rellenos. Suministro de malla geotextil y colocación de concreto hidráulico.	m ²	7,517.60
Obra civil para cárcamo de bombeo y caja colectora de excedencias, incluye trazo, nivelación con aparatos de precisión, acarrees de material y rellenos, suministro y colocación de concreto hidráulico, rejillas de pretratamiento y compuertas. escaleras metálicas y acceso al cárcamo y estructura de polipasto manual de cadena colocada en riel.	m ²	235.28
Muros perimetrales de contención, incluye trazo y nivelación con aparatos de medición, rellenos con material de banco, acarrees, cimbrado, suministro y colocación de concreto hidráulico y acero estructural.	ml	399.45
Construcción de drenaje sanitario, excedencias y línea de conducción a sifón existente. Incluye trazo y nivelación con aparatos de medición, rellenos con material de banco, acarrees, colocación de accesorios hidráulicos, suministro e instalación de tuberías en varios diámetros y dispositivos de medición de caudal.	ml	275.28
Construcción de caseta de vigilancia, y cuarto de control de motores incluye trazo nivelación y limpieza del terreno, acarrees de material y rellenos, suministro y colocación de concreto hidráulico, colocación de herrería.	m ²	53.3
Sistema eléctrico, incluye construcción de acometida eléctrica, alimentadores, sistema de tierras, sistema de alumbrado y equipos.	Lote	1

Tabla 9 - Componentes Canales Desarenadores. Fuente: Elaboración propia. Elaboración propia.

Componente	Unidad de Medida	Cantidad
------------	------------------	----------

Construcción de canal desarenador en influente de la PTAR Municipal, plantilla de 14 m de ancho, talud ambos lados y una altura de 4.6 m. Incluye trazo y nivelación con aparatos de precisión, suministro y colocación de concreto hidráulico, instalación de compuertas y medidas de mitigación ambiental.	ml	242
Construcción de canal desarenador en influente del Módulo de Desbaste, plantilla doble de 2.65 m una en operación y otra en mantenimiento, talud ambos lados y una altura de 2.5 m. Incluye trazo y nivelación con aparatos de precisión, suministro y colocación de concreto hidráulico, instalación de compuertas.	ml	95

b) Alineación estratégica

Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024 en su apartado II *Política Social*, destaca al desarrollo sostenible, que se define como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esta fórmula resume insoslayables mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos que deben ser aplicados en el presente para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico. El hacer caso omiso de este paradigma no sólo conduce a la gestación de desequilibrios de toda suerte en el corto plazo, sino que conlleva una severa violación a los derechos de quienes no han nacido.

Asimismo, en su apartado III *Economía*, destaca: "El sector público fomentará la creación de empleos mediante programas sectoriales, proyectos regionales y obras de infraestructura".

Plan Estatal de Desarrollo Guanajuato 2040

El Plan Estatal de Desarrollo Guanajuato 2040, en su apartado Dimensión Medio Ambiente y Desarrollo, establece que la planificación del desarrollo está ligada indisolublemente al espacio del territorio, con sus características físicas, naturales y sociales. El territorio es el soporte que contiene las condiciones y necesidades de hombres y mujeres y la relación integral entre ellas, necesarias

para desarrollarse y avanzar hacia sociedades más igualitarias, solidarias y cohesionadas, considerando como eje transversal de este proceso la igualdad de derechos, los medios para lograrlo y el acceso a resultados.

En dicho documento se identifica como uno de los grandes retos que enfrenta el Estado de Guanajuato en materia de medio ambiente y territorio, el hacer eficiente el consumo del agua en los sectores industrial, agrícola y de consumo humano, así como incrementar el tratamiento y uso de las aguas residuales.

En este sentido, la línea estratégica 3.1 Medio ambiente de dicho plan, tiene como fin transitar decididamente hacia un balance hídrico y equilibrio ambiental que asegure la sustentabilidad del desarrollo de Guanajuato en todos sus ámbitos, por lo que dentro del objetivo 3.1.1 se establece la obligación de garantizar la disponibilidad y calidad del agua de acuerdo con sus diferentes destinos, estableciendo las estrategias de:

- Crecimiento y consolidación de la infraestructura hidráulica, para la captación y la distribución eficiente del agua.
- Administración eficiente del recurso hídrico, tanto en el ámbito urbano como en el rural
- Fomento de una conciencia para el uso racional y sustentable del agua en los diversos sectores de la población.
- Implementación de sistemas de uso sustentable del agua en los sectores productivos.
- Tratamiento de aguas residuales para reúso en actividades industriales y riego de áreas verdes.
- Remediación de cauces y cuerpos de agua.
- Protección de las zonas de recarga de los acuíferos.

De esta manera es que el Estado de Guanajuato tiene establecida una serie de líneas estratégicas, que define su actuación en aras de fomentar las actividades productivas, así como un desarrollo sustentable en la entidad.

Es por ello por lo que se busca mejorar y simplificar los procesos y trámites que no fomentan la captación de nuevas inversiones, así como consolidar la integración de empresas locales y los clústeres económicos en el Estado, en el caso particular de León precisamente Parque Piel constituye un polo de desarrollo cuya consolidación representa un importante impulso en la cadena productiva en el Municipio.

Lo anterior denota el interés del Gobierno del Estado de Guanajuato en apoyar el desarrollo y consolidación de parques industriales, con la finalidad de fortalecer la economía regional.

Sin embargo, el fomento económico a su vez debe ir de la mano de un desarrollo sustentable, en donde la protección del medio ambiente sea un objetivo importante, razón por la cual el Plan Estatal de Desarrollo tiene como metas reducir la contaminación en cuerpos de agua, afluentes y suelo causada por prácticas inadecuadas de producción y lograr una verdadera conciencia para el cuidado del agua y del medio ambiente entre la población en general y particularmente en los sectores económicos, además de incrementar el tratamiento y uso de las aguas residuales (Gobierno del Estado de Guanajuato, 2018).

Plan Municipal de Desarrollo León hacia el futuro Visión 2040

Por su parte el Plan Municipal de Desarrollo León hacia el futuro Visión 2040, considera como una de sus líneas estratégicas la denominada Desarrollo Sustentable 2040, misma que establece como uno de sus objetivos lograr el manejo sustentable del agua mediante el uso eficiente y mejora de la calidad del agua mediante la implementación de un programa de saneamiento y reúso de las aguas residuales para la industria, riego agrícola y áreas verdes (Instituto Municipal de Planeación, 2015).

En este tenor, es de considerarse que en el Programa de Gobierno 2018-2021 del municipio de León, Guanajuato, se contempla el programa de "Atracción de inversiones, empresas y talento", que tiene como objetivo impulsar la economía a través de la atracción de nuevas inversiones y la generación de empleos, señalando como destino de las inversiones consolidar y fortalecer cuatro zonas industriales. A su vez, en el citado programa de gobierno municipal, bajo el rubro de "Territorio sustentable y cambio climático", tiene como algunos de sus indicadores el porcentaje de servicios de cobertura de agua potable y alcantarillado, la longitud de red de agua potable, drenaje sanitario y drenaje pluvial (Gobierno Municipal León, 2018).

Bajo este marco, considerando la importancia que tiene el Parque Piel, ya que se encuentra ubicado en una importante zona industrial en el sur-poniente de la ciudad de León, Guanajuato, como un parque cuyo propósito es la instalación de empresas que por su tamaño y actividades productivas necesita ubicarse en un desarrollo con una eficiente cobertura de servicios, particularmente el de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales; y que se encuentra cercano a la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad, en cuyo módulo de desbaste se reciben y da tratamiento a las descargas de aguas industriales, y atendiendo a las condiciones actuales que presenta el citado fraccionamiento, es que se planteó como necesaria la unión de voluntades y esfuerzos del gobierno municipal, así como de los propietarios de lotes en el citado desarrollo, con la finalidad de consolidarlo, siendo una acción importante para ello su incorporación a la infraestructura de agua potable y alcantarillado del SAPAL.

Con fecha 11 de febrero de 2021, "SAPAL" suscribió un Convenio de Colaboración Administrativa para la aportación de recursos con el Gobierno del Estado de Guanajuato, por conducto de la Secretaría de Finanzas Inversión y Administración; instrumento a través del cual dicha instancia aportará hasta la cantidad de \$ 72,588,829.83 (setenta y dos millones quinientos ochenta y ocho mil ochocientos veintinueve pesos 83/100 M.N.); monto que corresponde al 33% del costo de las acciones necesarias para la consolidación de "Parque Piel" y su incorporación a la infraestructura municipal.

A la luz de los instrumentos mencionados, las partes manifestaron su intención de suscribir el convenio con la finalidad de aportar recursos necesarios para dar cobertura de servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales a Parque Piel a través de la infraestructura hidrosanitaria a ejecutarse por SAPAL, de tal suerte que dicho desarrollo industrial haga un uso racional del agua, se disponga oportunamente de las aguas residuales que genera y permita su tratamiento y reúso, ello en aras de tener un desarrollo sustentable en el municipio de León.

c) Localización geográfica

El Parque Industrial Ecológico de León "Parque Piel" se ubica al suroeste de la ciudad de León, justo al norte de la localidad de Santa Rosa Plan de Ayala, en las coordenadas UTM 218,318.536m E, 2,333,096.671m N. Se puede acceder por la carretera León-Manuel Doblado, justo llegando al puente que cruza con la Autopista León-Aguascalientes. La Planta de Tratamiento Municipal y su Módulo de Desbaste de SAPAL, se encuentra a 1.6 kilómetros al noroeste de Parque Piel, la Planta de Tratamiento Municipal se localiza en las coordenadas UTM 216,875.047m E, 2,334,191.600m N, y el Módulo de Desbaste se puede localizar con las coordenadas UTM 216,158.986m E, 2,333,786.211m N.

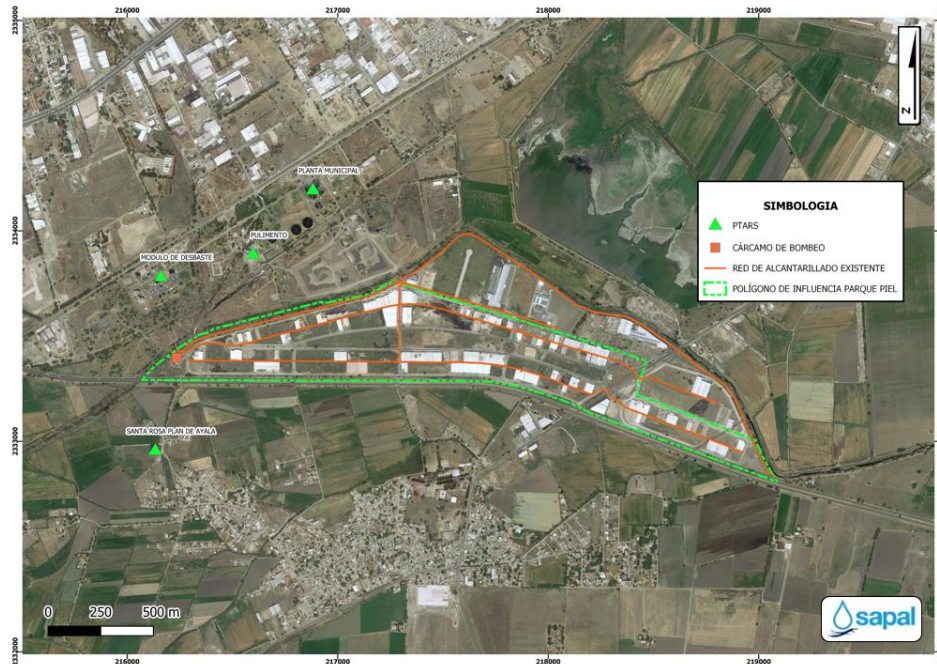


Figura 7 Localización del PPI. Fuente: Elaboración propia con uso de SIG..

Esta cercanía representa una ventaja para realizar las acciones necesarias para incorporar al fraccionamiento a la infraestructura del SAPAL.

La principal zona de influencia está enfocada a los miembros de Parque Piel, sin embargo, el alcance de las obras también tendrá impacto en las localidades cercanas como Santa Rosa Plan de Ayala, zona industrial de Santa Croce, arroyo Hondo, Génesis, Industrial San Jorge, así como las regiones cercanas al cauce de río Turbio en el tramo Parque Piel hasta San Francisco del Rincón (Ver Figura 8).

Análisis Costo-Beneficio

Ejecución de las Acciones Necesarias para dar Cobertura de Servicios de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Tratamiento al Parque Industrial Ecológico de León "Parque Piel"

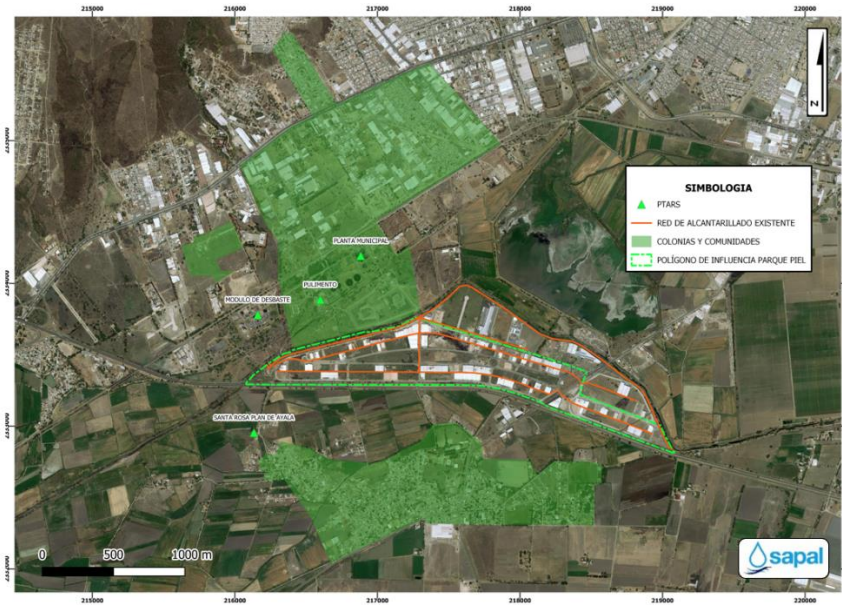


Figura 8 Alcance de obras en zonas aledañas a Parque Piel. Fuente: Elaboración propia con uso de SIG.

d) Calendario de actividades

A continuación, se muestran de manera general el calendario de actividades en que consiste principalmente el PPI.

Concepto	Año 1												Año 2				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	
Construcción de rehabilitación de la red de alcantarillado para el Parque Industrial de León.																	
Modernización del pretratamiento de aguas residuales en el fraccionamiento Parque Industrial de León.																	
Construcción del canal desarenador en influente del Módulo de Desbaste y PTAR Municipal.																	

Figura 9- Calendario de Actividades del PPI. Fuente: Elaboración propia.

e) Monto total de inversión

La inversión total del proyecto es del orden de los \$219'966,151.00 pesos, incluyendo el impuesto al valor agregado (IVA), de los cuales \$29'775,621.37 pesos corresponden a las obras de rehabilitación de la red de alcantarillado sanitario, \$32'794,659.14 pesos corresponden a las obras de modernización del pretratamiento, \$10'018,558.32 pesos corresponden a la construcción de canales desarenadores (aportación estatal).

El monto de \$147'377,321.17 corresponden a las contribuciones para la ejecución de las acciones necesarias para dar cobertura de servicios de agua potable, alcantarillado y tratamiento y la incorporación del fraccionamiento industrial denominado Parque Piel a los servicios del SAPAL.

De acuerdo con el reglamento de SAPAL, dichas contribuciones se definen como la contraprestación que deberán aportar en forma proporcional a su demanda de servicios, las personas propietarias de predios, fraccionamientos o desarrollos en condominio para incorporarse a la infraestructura de agua potable, alcantarillado sanitario y tratamiento, incluyendo las obras necesarias para el establecimiento de fuentes de abastecimiento, equipamiento, electrificación, líneas de conducción, tanques de regulación y almacenamiento, líneas primarias, compra de terrenos y compra de derechos, en caso de ser necesario, colectores, subcolectores, y plantas de tratamiento, considerando su construcción, equipamiento, electrificación, bombeos, la adquisición de terrenos, tratamiento y disposición de lodos.

Tabla 10 - Monto total de inversión por componentes. Fuente: Elaboración propia.

Monto total de inversión	
Componentes / Rubros	Monto de inversión
Rehabilitación de red de alcantarillado	\$29'775,612.37
Modernización del pretratamiento	\$32'794,659.14
Construcción canales desarenadores (aportación estatal)	\$10'018,558.32
Incorporación Parque Piel	\$147'377,321.17
	\$219'966,151.00

f) Fuentes de financiamiento

Como se estableció en el Convenio de Colaboración para la aportación de recursos económicos para la cobertura de servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y tratamiento al parque industrial ecológico de León "Parque Piel", se acordó el siguiente esquema de aportaciones por parte de las partes involucradas:

Tabla 11 - Fuentes de Financiamiento. Fuente: Elaboración propia.

Fuente de los recursos	Procedencia	Monto	Porcentaje
1. Estatales	Gobierno del Estado de Guanajuato	\$72'588,829.83	33%
2. Municipales	Municipio de León, Gto.	\$72'588,829.83	33%
3. Privados	Propietarios y colonos Parque Piel, A.C.	\$74'788,491.34	34%
Total		\$219'966,151.00	100%

Siendo que la aportación Municipal será cubierta en 3 ministraciones anuales a partir del año 2021 conforme a la disponibilidad presupuestal existente.

Los propietarios y colonos de Parque Piel cubrirán sus aportaciones individuales en 24 mensualidades contadas a partir del mes de febrero de 2021.

g) Capacidad instalada

La capacidad instalada del Proyecto de Inversión durante todo el horizonte de evaluación será la suficiente para atender las necesidades de abasto de agua potable a un nivel de 86.79 litros por segundo, que se podrá complementar con agua tratada, misma que se tiene disponible desde la PTAR Municipal a un nivel de 20 litros por segundo.

Para el caso de alcantarillado sanitario y saneamiento se está considerando la capacidad de recibir los 65.10 litros por segundo resultantes de los procesos productivos de las empresas del Parque, así como su uso sanitario.

h) Metas anuales y totales de producción

Las metas de producción de agua para SAPAL vienen determinadas por el compromiso establecido en el convenio de colaboración en donde se establece lo siguiente:

La Asociación se encuentra integrada por propietarios y colonos del Parque Piel ubicado en el municipio de León, Guanajuato, integrado por 220 lotes de terreno que se incorporarán a las redes de agua potable y alcantarillado de SAPAL, para lo cual requiere la dotación de servicios conforme a lo siguiente:

Servicio	TOTAL
Agua	86.7992 L/s

Drenaje	65.0994 L/s
---------	-------------

De esta manera es que se establecen los anteriores valores como metas de producción, la medida l/s o litros por segundo nos ayuda a dar una dimensión tanto anual como total.

La equivalencia anual de agua es del orden de 2.7 millones de metros cúbicos anuales, y de drenaje será de 2 millones de metros cúbicos en el mismo periodo.

De forma total en el horizonte de evaluación se habla de una meta disponible de máximo 68 millones de metros cúbicos de agua y de 51 millones de metros cúbicos de aguas residuales, esto implicaría una consolidación al 100% durante todo el periodo.

i) Vida útil

La vida útil del proyecto se estimó considerando a sus componentes principales, la cual llega a los 25 años de operación. Adicionalmente es importante considerar que el tiempo de ejecución o implementación ronda los 210 días naturales para el caso de la rehabilitación de la red de alcantarillado, que es el proceso que requiere mayor esfuerzo.

Tabla 12 - Vida útil del PPI. Fuente: Elaboración propia.

Vida útil del PPI	
Vida útil en años	25

j) Descripción de los aspectos más relevantes

Estudios Técnicos.

El proyecto ejecutivo se realiza de acuerdo con la normatividad vigente la CONAGUA y con base en el Instructivo y Manual Técnico del SAPAL, contando con los planos de ingeniería básica y de detalle, así como sus respectivas memorias de cálculo, manifestando que las acciones del *proyecto son técnicamente factibles*. Los métodos de construcción que se utilizarán están basados en principios comprobados de la ingeniería moderna. La mayor parte de los materiales y componentes que integran la infraestructura del proyecto están disponibles en el mercado local y nacional por lo cual no se dependerá de importaciones. Se cuenta en la región con personal técnico con experiencia en el tema para la construcción del proyecto, para la supervisión de los trabajos y para el correcto funcionamiento de la infraestructura.

Estudios Legales.

De conformidad con lo establecido en el Título Primero, capítulo I, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y en lo relativo a los derechos humanos y sus garantías, se encuentra el Artículo 27, que establece que son propiedad de la Nación, entre otras, las aguas de: ríos y sus afluentes directos o indirectos, lagos interiores de formación natural, manantiales y el subsuelo. El dominio de la Nación sobre el agua es inalienable e imprescriptible. Sólo el Ejecutivo Federal podrá otorgar concesiones (DOF, 2021).

Además, en el Título Quinto, relacionado con los Estados de la Federación y de la Ciudad de México, en su Artículo 115, apartado III e inciso a, establece que los Municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos siguientes: Agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales (DOF, 2021).

A su vez la Ley General de Aguas en el título primero, Capítulo Único, Artículo 1, se señala que la Ley de Aguas Nacionales reglamenta el Artículo 27 de la constitución de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales y *tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable* (DOF, 2020).

Además, en el título segundo, Capítulo I, Artículo 4, establece que *le corresponde al Ejecutivo Federal, la autoridad y administración en materia de aguas nacionales y de sus bienes públicos inherentes, quien lo ejercerá a través de la Comisión Nacional del Agua* (DOF, 2020).

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en el título primero, capítulo IV, sección I y artículo 17, establece que la política ambiental y el Ordenamiento ecológico es un instrumento que se deberá incorporar en la planeación nacional del desarrollo (DOF, 2021a).

Dentro de este mismo capítulo, en la sección II y en los artículos 19 y 19 BIS, señala cuáles son los criterios relacionados con la naturaleza y características de los ecosistemas existentes, la vocación de cada zona o región, los desequilibrios a los ecosistemas provocados por los asentamientos humanos, el equilibrio entre las condiciones ambientales y los asentamientos humanos, impacto ambiental de vías de comunicación, obras y asentamientos humanos. También las modalidades que constituyen las áreas naturales protegidas y en los artículos 20 al 20 BIS 7 señala los órdenes de gobierno a quienes corresponde la formulación de cada una de estas modalidades, lo mismo que los alcances de dichos programas (DOF, 2021a).

Estudios Ambientales.

De acuerdo con el análisis general del proyecto, las afectaciones al medio ambiente pudieran presentarse en el suelo y el aire, toda vez que el suelo se altera al realizar excavaciones, para lo cual será preciso contar con el proyecto ejecutivo y la respectiva manifestación de impacto ambiental del proyecto.

k) Análisis de la Oferta

Agua Potable

Se está considerando abastecer por la cercanía del Parque Piel con el rebombío Santa Rosa, mismo que recibe agua de la batería del Turbio. Resultaría relativamente sencillo interconectar mediante la infraestructura existente de SAPAL en donde actualmente se tiene un caudal medido de 722 litros por segundo en promedio corriendo desde Santa Rosa hasta la zona urbana de León.

A continuación, se muestra una imagen de las líneas de distribución en rojo, que se abastecen de los pozos iluminados en verde y que cortan precisamente a Parque Piel por el centro.



Figura 10 Líneas de distribución en la zona. Fuente: Elaboración propia.

Agua tratada

Se tiene considerado abastecer -como un recurso adicional de valor agregado- con agua tratada de calidad NOM 003 desde la Planta de Tratamiento de Pulimento, misma que tiene una capacidad instalada de 75 litros por segundo, y un promedio histórico de producción de 45 litros por segundo lo cual no se tiene inconveniente en mantenerse en el horizonte temporal por parte de SAPAL.

Es importante mencionar que de acuerdo con la evaluación realizada se pudo comprobar que se cuentan con las condiciones dentro de las instalaciones para recibir el servicio, por lo que no se requieren obras adicionales.

Alcantarillado sanitario

Las obras de rehabilitación en la red de alcantarillado sanitario permitirán recibir la demanda de Parque Piel en su totalidad en todo el horizonte temporal, permitiendo la conducción desde los predios hasta el cárcamo de bombeo que se rehabilitará para enviar al Módulo de Desbaste en la Planta Municipal, en donde se tiene capacidad suficiente para dar tratamiento.

Saneamiento

Actualmente la Planta de Tratamiento Municipal cuenta con una capacidad de diseño de 2,500 litros por segundo, mientras que el Módulo de Desbaste cuenta con una capacidad de diseño de 150 litros por segundo, lo que se traduce en 83.5 millones de metros cúbicos anuales, de los cuales se tratan 45.8 millones de metros cúbicos actualmente, dejando una capacidad disponible del 45%, es decir 37.6 millones de metros cúbicos.

I) Análisis de la Demanda

La demanda considerada para la demanda de agua potable, agua tratada, drenaje y saneamiento se muestra a continuación:

Tabla 13 - Análisis de la Demanda. Fuente: Elaboración propia.

No.	Año	Requerimiento			
		Agua Potable + Tratada		Drenaje/Saneamiento	
		l/s	m3	l/s	m3
1	2021	86.80	2,735,799.68	65.10	2,051,849.76
2	2022	86.80	2,735,799.68	65.10	2,051,849.76
3	2023	86.80	2,735,799.68	65.10	2,051,849.76
4	2024	86.80	2,735,799.68	65.10	2,051,849.76
5	2025	86.80	2,735,799.68	65.10	2,051,849.76
6	2026	86.80	2,735,799.68	65.10	2,051,849.76
7	2027	86.80	2,735,799.68	65.10	2,051,849.76
8	2028	86.80	2,735,799.68	65.10	2,051,849.76
9	2029	86.80	2,735,799.68	65.10	2,051,849.76
10	2030	86.80	2,735,799.68	65.10	2,051,849.76
11	2031	86.80	2,735,799.68	65.10	2,051,849.76
12	2032	86.80	2,735,799.68	65.10	2,051,849.76
13	2033	86.80	2,735,799.68	65.10	2,051,849.76
14	2034	86.80	2,735,799.68	65.10	2,051,849.76
15	2035	86.80	2,735,799.68	65.10	2,051,849.76
16	2036	86.80	2,735,799.68	65.10	2,051,849.76
17	2037	86.80	2,735,799.68	65.10	2,051,849.76
18	2038	86.80	2,735,799.68	65.10	2,051,849.76
19	2039	86.80	2,735,799.68	65.10	2,051,849.76
20	2040	86.80	2,735,799.68	65.10	2,051,849.76
21	2041	86.80	2,735,799.68	65.10	2,051,849.76
22	2042	86.80	2,735,799.68	65.10	2,051,849.76
23	2043	86.80	2,735,799.68	65.10	2,051,849.76
24	2044	86.80	2,735,799.68	65.10	2,051,849.76
25	2045	86.80	2,735,799.68	65.10	2,051,849.76

De antemano se entiende que el crecimiento de la demanda será paulatino y obedecerá a la consolidación y crecimiento del mismo Parque y condiciones externas de la Economía, sin embargo, para efectos de considerar lo que marca el convenio, se maneja el escenario en donde el requerimiento se mantiene en el horizonte temporal, de manera que el SAPAL atienda los requerimientos durante la vida del proyecto.

m) Interacción Oferta-Demanda

Para mostrar la interacción entre Oferta y Demanda se generaron gráficas para poder comparar los niveles disponibles contra los requeridos tanto de agua potable como de alcantarillado o capacidad de tratamiento.

En el caso de la disponibilidad de agua, no se limitó solamente a agua potable, sino que se consideró también una proporción de agua tratada que proviene de la planta de tratamiento de Pulimento,

Análisis Costo-Beneficio

Ejecución de las Acciones Necesarias para dar Cobertura de Servicios de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Tratamiento al Parque Industrial Ecológico de León "Parque Piel"



que, aunque no sería estrictamente necesario incluirla, ya que se tiene caudal suficiente de las líneas de distribución del rebombeo Santa Rosa, representan una ventaja adicional para los colonos de Parque Piel en cuanto a los ahorros que pudieran tener por el reúso del agua.

A continuación, se muestra la comparativa de Oferta contra la demanda en el horizonte de análisis considerando la ejecución del proyecto, es decir incorporando al parque a la red de SAPAL.

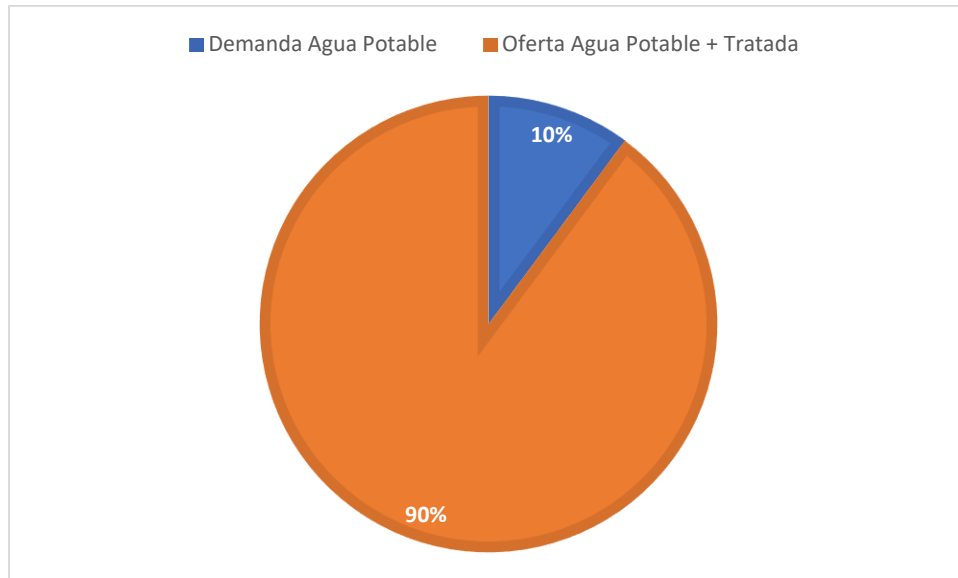


Figura 11 Oferta vs Demanda de Agua considerando el PPI. Fuente: Elaboración propia.

Para el caso del Alcantarillado, se consideró el supuesto donde la demanda tiene un crecimiento sostenido logrando el 100% de consolidación en 2045. Se puede observar en la siguiente gráfica como la capacidad disponible que resulta de la capacidad instalada menos la actualmente utilizada, es superior que la demanda en todo el horizonte de evaluación.

Análisis Costo-Beneficio

Ejecución de las Acciones Necesarias para dar Cobertura de Servicios de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Tratamiento al Parque Industrial Ecológico de León "Parque Piel"

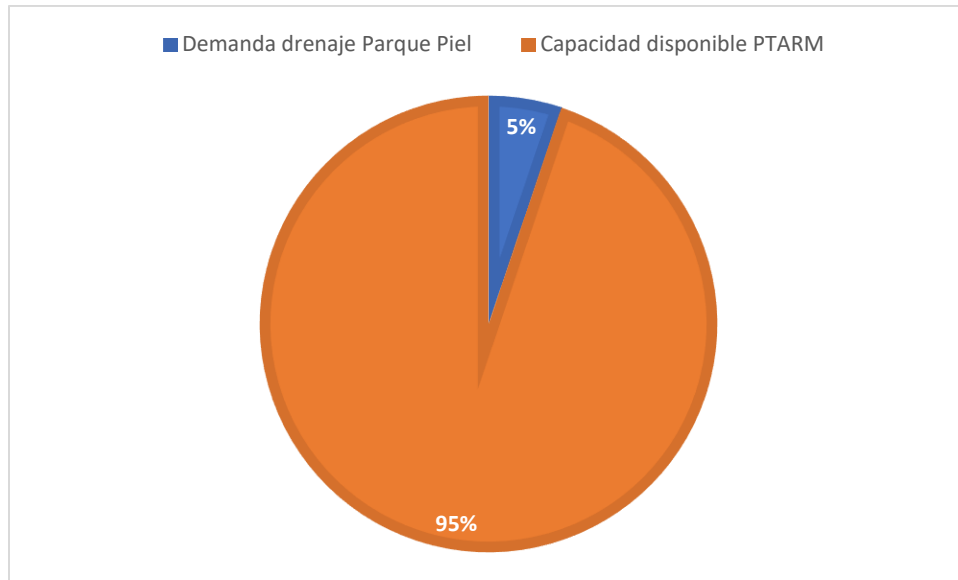


Figura 12 Demanda vs Oferta Alcantarillado Sanitario con el PPI. Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior permite mostrar que con el proyecto implementado se logra cubrir las necesidades tanto de abasto como de alcantarillado sanitario y saneamiento en su totalidad con un amplio margen de crecimiento lo que representa beneficios para los colonos del Parque.

De forma adicional, el proyecto resuelve el tema de la incorporación con el Organismo Operador que es SAPAL, cumpliendo con los lineamientos establecidos dentro de la Norma Mexicana de Parques Industriales, significaría también la certeza de recibir el servicio mediante agua entubada y contar con un sistema de medición de consumo eficiente y confiable.

Se resolvería la grave situación en cuanto a las descargas de aguas residuales que, por las características de las empresas y su proceso, representa un riesgo tanto para sus negocios como para la sociedad y el medio ambiente en general.

Los beneficios llegan al nivel de mitigar el impacto de la contaminación presente en el río Turbio que afecta a varias localidades aledañas con alcances más allá del límite territorial del municipio o el estado de Guanajuato. En atracción de inversiones también se tiene un impacto al poner las condiciones para consolidar el Parque Industrial como una verdadera opción que genere competitividad entre los que formen parte del proyecto.

V. Evaluación del PPI

a) Identificación, cuantificación y valoración de costos del PPI

Partiendo del enfoque de una evaluación social del proyecto, en el rubro de los costos se debe incluir el monto que la sociedad valore por la ejecución del proyecto, así como su operación a lo largo del horizonte de evaluación.

Se consideró el monto total de la inversión que es de **\$219'966.151.00** que, representan un costo social al ser destinados para impulsar el objetivo del convenio de colaboración que busca integrar a Parque Piel con SAPAL.

Se tomaron en consideración los costos de operación y mantenimiento necesarios por brindar el servicio de agua potable, alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales.

Para lo anterior, se consideraron valores históricos como el costo por producción de un metro cúbico de agua tratada que es del orden de los **\$12.06** pesos, así como el valor del tratamiento promedio entre Planta de Tratamiento Municipal y el Módulo Desbaste que es de **\$1.92** por metro cúbico con datos de 2020.

Considerando lo anterior se obtiene un valor de **\$36'933,295.70** pesos considerando las condiciones de demanda de 86.7992 litros por segundo para agua potable y 65.0994 litros por segundo para drenaje.

Otro costo que se desprende del proyecto es el monto que las empresas invertirán por el servicio de tratamiento de aguas residuales, sin embargo, este es un monto que no se vería afectado puesto que las mismas empresas cubrirán el valor de las tarifas del servicio de tratamiento, por lo que no se verá reflejado como un costo en el balance final, por lo cual se omite.

Así mismo, no se identifican costos adicionales que deban ser incluidos en el análisis.

b) Identificación, cuantificación y valoración de beneficios del PPI

- **Preferencias declaradas o disponibilidad a pagar.** Ante la dificultad de valorar las inversiones en infraestructura de servicios como el agua y drenaje, se consultaron diversas fuentes como el *Manual Técnico de Evaluación Económica de Impactos Ambientales en Proyectos* de la Universidad de Los Andes en Colombia (Centro de Estudios para el Desarrollo Económico, Universidad de los Andes.), el *Estudio de Beneficios Económicos por el Mejoramiento del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales en la Ciudad de Puno* en Perú (Tudela-Mamani, 2017) y el estudio de *Los Costos y Beneficios Económicos de las Inversiones en Infraestructura Municipal de Agua y Drenaje: Una Perspectiva Global* de la Universidad de Berkeley (Whittington, 2006), y se identificó el método de valoración de beneficios llamado preferencias declaradas o

disponibilidad a pagar. Este método consiste en tomar el monto ya declarado por las empresas que están dispuestas a pagar por cambiar su situación actual de no contar con la infraestructura, así como las tarifas que estén dispuestos a pagar por el servicio, de manera que ese monto se considera como equivalente al impacto o beneficio para la sociedad. En este sentido es que se consideró el monto de disponibilidad a pagar por servicio de agua potable con tarifa preferente que aplica de acuerdo con las tarifas vigentes de **\$29.67** pesos por metro cúbico, **\$9.53** pesos por metro cúbico de agua tratada y para saneamiento que es de **\$14.57** pesos por metro cúbico.

- **Intercambio de agua potable.** Dentro de los compromisos entre SAPAL y Parque Piel, está el de abastecer un total de 20 litros por segundo de agua tratada, para que pueda ser integrado a sus procesos productivos. El valor pagado por el agua tratada a SAPAL no es el que se incluye como beneficio social, el valor que se incluye es el monto equivalente de agua potable que se "libera" y queda disponible para otro uso dentro de la red. Con la intención de tener un valor conservador de intercambio de agua, se considera que se coloca el **45%** de los 20 litros por segundo, y no se toma el valor total de venta de agua potable, sino que se descuenta el costo estimado por extracción, para obtener solamente el beneficio. El resultado de esta operación es de **\$11.58 pesos** por metro cúbico, es decir **\$3'284,881.00 pesos anuales**, que en realidad es una valoración bastante conservadora comparándolo con lo que la literatura al respecto sugiere, sobre todo en casos donde el tema de escasez de agua es un tema crítico, como el caso de León pudiera considerarse.

c) Cálculo de los indicadores de rentabilidad

A continuación, se muestra el cuadro resumen de los indicadores de rentabilidad y en la parte inferior una imagen del archivo de trabajo de donde resultan dichos valores.

Tabla 14 - Indicadores de rentabilidad. Fuente: Elaboración propia.

Indicadores de Rentabilidad	
Indicador	Valor
Valor Presente Neto (VPN)	\$287'661,204.05 Pesos
Tasa interna de retorno (TIR)	29.38 %
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	29.42 %

Análisis Costo-Beneficio

Ejecución de las Acciones Necesarias para dar Cobertura de Servicios de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Tratamiento al Parque Industrial Ecológico de León "Parque Piel"



Tabla 15- Análisis de Rentabilidad. Fuente: Elaboración propia.

Concepto	Datos								
Tasa de descuento	12%								
Horizonte de evaluación	25 años								
Periodo	Costos		Beneficios				Intercambio de Agua (Agua Potable Disponible)	Resultado	Acumulado
	Inversión inicial	Costo de Operación y Mantenimiento	DAP Agua Potable	DAP Agua Tratada	DAP Saneamiento				
0	-\$ 219,966,151.00							-\$ 219,966,151.00	-\$ 219,966,151.00
1		-\$ 36,933,295.70	\$ 62,467,968.09	\$ 6,007,468.03	\$ 29,895,451.02	\$ 3,284,881.00		\$ 64,722,472.44	-\$ 155,243,678.56
2		-\$ 36,933,295.70	\$ 62,467,968.09	\$ 6,007,468.03	\$ 29,895,451.02	\$ 3,284,881.00		\$ 64,722,472.44	-\$ 90,521,206.11
3		-\$ 36,933,295.70	\$ 62,467,968.09	\$ 6,007,468.03	\$ 29,895,451.02	\$ 3,284,881.00		\$ 64,722,472.44	-\$ 25,798,733.67
4		-\$ 36,933,295.70	\$ 62,467,968.09	\$ 6,007,468.03	\$ 29,895,451.02	\$ 3,284,881.00		\$ 64,722,472.44	\$ 38,923,738.77
5		-\$ 36,933,295.70	\$ 62,467,968.09	\$ 6,007,468.03	\$ 29,895,451.02	\$ 3,284,881.00		\$ 64,722,472.44	\$ 103,646,211.21
6		-\$ 36,933,295.70	\$ 62,467,968.09	\$ 6,007,468.03	\$ 29,895,451.02	\$ 3,284,881.00		\$ 64,722,472.44	\$ 168,368,683.66
7		-\$ 36,933,295.70	\$ 62,467,968.09	\$ 6,007,468.03	\$ 29,895,451.02	\$ 3,284,881.00		\$ 64,722,472.44	\$ 233,091,156.10
8		-\$ 36,933,295.70	\$ 62,467,968.09	\$ 6,007,468.03	\$ 29,895,451.02	\$ 3,284,881.00		\$ 64,722,472.44	\$ 297,813,628.54
9		-\$ 36,933,295.70	\$ 62,467,968.09	\$ 6,007,468.03	\$ 29,895,451.02	\$ 3,284,881.00		\$ 64,722,472.44	\$ 362,536,100.99
10		-\$ 36,933,295.70	\$ 62,467,968.09	\$ 6,007,468.03	\$ 29,895,451.02	\$ 3,284,881.00		\$ 64,722,472.44	\$ 427,258,573.43
11		-\$ 36,933,295.70	\$ 62,467,968.09	\$ 6,007,468.03	\$ 29,895,451.02	\$ 3,284,881.00		\$ 64,722,472.44	\$ 491,981,045.87
12		-\$ 36,933,295.70	\$ 62,467,968.09	\$ 6,007,468.03	\$ 29,895,451.02	\$ 3,284,881.00		\$ 64,722,472.44	\$ 556,703,518.31
13		-\$ 36,933,295.70	\$ 62,467,968.09	\$ 6,007,468.03	\$ 29,895,451.02	\$ 3,284,881.00		\$ 64,722,472.44	\$ 621,425,990.76
14		-\$ 36,933,295.70	\$ 62,467,968.09	\$ 6,007,468.03	\$ 29,895,451.02	\$ 3,284,881.00		\$ 64,722,472.44	\$ 686,148,463.20
15		-\$ 36,933,295.70	\$ 62,467,968.09	\$ 6,007,468.03	\$ 29,895,451.02	\$ 3,284,881.00		\$ 64,722,472.44	\$ 750,870,935.64
16		-\$ 36,933,295.70	\$ 62,467,968.09	\$ 6,007,468.03	\$ 29,895,451.02	\$ 3,284,881.00		\$ 64,722,472.44	\$ 815,593,408.09
17		-\$ 36,933,295.70	\$ 62,467,968.09	\$ 6,007,468.03	\$ 29,895,451.02	\$ 3,284,881.00		\$ 64,722,472.44	\$ 880,315,880.53
18		-\$ 36,933,295.70	\$ 62,467,968.09	\$ 6,007,468.03	\$ 29,895,451.02	\$ 3,284,881.00		\$ 64,722,472.44	\$ 945,038,352.97
19		-\$ 36,933,295.70	\$ 62,467,968.09	\$ 6,007,468.03	\$ 29,895,451.02	\$ 3,284,881.00		\$ 64,722,472.44	\$ 1,009,760,825.41
20		-\$ 36,933,295.70	\$ 62,467,968.09	\$ 6,007,468.03	\$ 29,895,451.02	\$ 3,284,881.00		\$ 64,722,472.44	\$ 1,074,483,297.86
21		-\$ 36,933,295.70	\$ 62,467,968.09	\$ 6,007,468.03	\$ 29,895,451.02	\$ 3,284,881.00		\$ 64,722,472.44	\$ 1,139,205,770.30
22		-\$ 36,933,295.70	\$ 62,467,968.09	\$ 6,007,468.03	\$ 29,895,451.02	\$ 3,284,881.00		\$ 64,722,472.44	\$ 1,203,928,242.74
23		-\$ 36,933,295.70	\$ 62,467,968.09	\$ 6,007,468.03	\$ 29,895,451.02	\$ 3,284,881.00		\$ 64,722,472.44	\$ 1,268,650,715.19
24		-\$ 36,933,295.70	\$ 62,467,968.09	\$ 6,007,468.03	\$ 29,895,451.02	\$ 3,284,881.00		\$ 64,722,472.44	\$ 1,333,373,187.63
25		-\$ 36,933,295.70	\$ 62,467,968.09	\$ 6,007,468.03	\$ 29,895,451.02	\$ 3,284,881.00		\$ 64,722,472.44	\$ 1,398,095,660.07

d) Análisis de sensibilidad

A continuación, se muestra el análisis de sensibilidad en donde se modificó el valor de la Inversión para ver que tanto afecta el resultado de rentabilidad medido por el Valor Presente Neto o VPN.

Como se puede ver en el siguiente cuadro, la variable inversión sí afecta de forma considerable al resultado de rentabilidad, siendo que al llegar a un 50% más de incremento, arroja resultados que sugieren la no rentabilidad del proyecto, de igual manera al reducir la cantidad el valor del proyecto incrementa en similar proporción.

Tabla 16 Análisis de sensibilidad variable Inversión. Fuente: Elaboración propia.

Variación en la inversión				
Inversión	Variación	VPN	TIR	TRI
-\$ 109,983,075.50	-50%	\$ 397,644,279.55	58.85%	58.85%
-\$ 153,976,305.70	-30%	\$ 353,651,049.35	42.03%	42.03%
-\$ 197,969,535.90	-10%	\$ 309,657,819.15	32.67%	32.69%
-\$ 219,966,151.00	0%	\$ 287,661,204.05	29.38%	29.42%
-\$ 241,962,766.10	10%	\$ 265,664,588.95	26.68%	26.75%
-\$ 314,551,595.93	30%	\$ 193,075,759.12	20.38%	20.58%
-\$ 471,827,393.90	50%	\$ 35,799,961.15	13.08%	13.72%
-\$ 802,106,569.62	70%	-\$ 294,479,214.57	6.33%	8.07%

A continuación, se muestra el cuadro resumen del análisis de la variación en el costo de operación, que es la variable que considera los costos por producir y sanear el agua de acuerdo con los valores considerados. Se puede ver como el impacto es menor al de la Inversión, sin embargo, si tiene un impacto también en el resultado si incrementa más allá del 50%.

Tabla 17 Análisis de sensibilidad variable costos de operación. Fuente: Elaboración propia.

Variación en Costos de Operación				
Costos de Operación	Variación	VPN	TIR	TRI
\$ -	-100%	\$ 577,334,180.05	46.21%	46%
-\$ 18,466,647.85	-50%	\$ 432,497,692.03	37.81%	38%
-\$ 25,853,306.99	-30%	\$ 374,563,096.83	34.44%	34%
-\$ 33,239,966.13	-10%	\$ 316,628,501.62	31.07%	31%
-\$ 36,933,295.70	0%	\$ 287,661,204.05	29.38%	29.42%
-\$ 40,626,625.27	10%	\$ 258,693,906.41	27.68%	28%
-\$ 48,013,284.41	30%	\$ 200,759,311.20	24.28%	24%
-\$ 55,399,943.55	50%	\$ 142,824,715.99	20.84%	21%
-\$ 62,786,602.69	70%	\$ 84,890,120.78	17.35%	18%

e) Análisis de riesgos

Se trabajó en la identificación de riesgos que pudieran tener un impacto en el proyecto, para lo cual se elaboró una tabla y se evaluó de acuerdo con la metodología de severidad de riesgos, donde se asigna un valor a la probabilidad de ocurrencia y un valor de probabilidad al impacto que generaría, para en conjunto calcular la severidad y priorizar los riesgos.

La idea es que para los riesgos identificados y evaluados que tengan mayor prioridad, se debe tener un plan de acción para mitigarlos.

Tabla 18 Identificación de riesgos. Fuente: Elaboración propia.

Descripción	Probabilidad	Impacto	Severidad
Mayor tiempo en la entrega de las obras	Media	Bajo	Media
Calidad en los trabajos	Baja	Alto	Media
Mayor flujo demandado del que se tiene previsto	Baja	Media	Media
Revisiones de la autoridad	Baja	Medio	Media
Mayor tiempo en el proceso de SAPAL para iniciar las obras	Baja	Bajo	Baja
Falta de disponibilidad de las empresas para cumplir con los requerimientos del convenio	Media	Alto	Alta

Los riesgos del proyecto podrían venir dados por variaciones en tiempo o costo en la ejecución, sin embargo, la experiencia en obras similares por parte de SAPAL, hace que se pueda mitigar en gran medida este tipo de riesgos.

Este tipo de proyectos generalmente se licitan por el monto de las obras, lo cual pudiera detonar un riesgo en cuanto a la calidad del trabajo a recibir por los contratistas, sin embargo, este riesgo disminuye ya que SAPAL ha venido desarrollando experiencia y mecanismos para la supervisión y aseguramiento de la calidad de los trabajos recibidos.

Un riesgo adicional es una demanda mayor en cuanto a las estimaciones de dotación y descargas. Para disminuir este riesgo se tomó en consideración la capacidad de diseño que considera los 220 lotes ocupados por empresa, siendo que en la actualidad se encuentra el parque a un 28.63 % de su ocupación.

El riesgo que en general se tiene con una severidad mayor, tiene que ver con la falta de disponibilidad de las empresas para cumplir con los requerimientos del convenio. Al ser mayor el número de involucrados que tienen que aportar y adherirse al programa, es probable que puedan existir algunos que no tengan completa disponibilidad o bien que pudieran estar en desacuerdo en algún momento, sin embargo, al tener ya su firma en el convenio y al ser una necesidad que les representa también una desventaja competitiva y un riesgo latente en su operación, es probable que no tengan mayor inconveniente.

De cualquier manera, SAPAL cuenta con un programa de acompañamiento para que los propietarios y colonos de Parque Piel tengan toda la información y puedan ejecutar las acciones correspondientes.

VI. Conclusiones y Recomendaciones

Los resultados de análisis costo-beneficio indican que en general el proyecto es suficientemente rentable en términos de beneficio social generado bajo los supuestos que se proponen.

El principal valor que hace que el proyecto resulte socialmente rentable, tiene que ver con las preferencias declaradas o disponibilidad para pagar por la mejora en la infraestructura, el cual como se expuso en puntos anteriores, equivale al valor social de dicha mejora.

Es importante no perder de vista que el proyecto tiene una fuerte componente de beneficio ambiental, que debe ser atendido invariablemente y que este proyecto precisamente figura como la principal alternativa identificada para internalizar las externalidades negativas que se están generando actualmente.

También es importante no desatender el tema de salud de las personas, ya que el contenido de ácido sulfhídrico presente en el aire, como otros contaminantes y sólidos presentes que provienen de procesos industriales de curtiduría, es algo que eventualmente puede tener efectos graves en la salud de la población no sólo en el entorno inmediato, sino con alcances mayores, es por esto que se hace más importante el iniciar con las actividades que detengan el flujo de nuevos contaminantes y pueda iniciar la remediación pensando en el futuro.

VII. Anexos

Número del anexo	Concepto del Anexo	Descripción
Anexo A	Estudio CIATEC	Contiene el Diagnóstico y alternativas de solución planteadas por CIATEC en relación con el saneamiento del Río Turbio
Anexo B	Memoria de cálculo	Documento que contiene costos, beneficios e indicadores de rentabilidad del PPI
Anexo C	Análisis de Sensibilidad	

VIII. Bibliografía

Centro de Estudios de Finanzas Públicas, Cámara de Diputados. (2018). *Manual de Procedimiento para la Presentación y Registro de Programas y Proyectos de Inversión en la Cartera de la SHCP (Actualización 2018)*. México: CEFP.

Centro de Estudios para el Desarrollo Económico, Universidad de los Andes. (s.f.). *EVALUACIÓN ECONÓMICA DE IMPACTOS AMBIENTALES EN PROYECTOS SUJETOS A LICENCIAMIENTO AMBIENTAL, MANUAL TÉCNICO*. Ministerio de Ambiente, Vivienda, y Desarrollo Territorial.

CIATEC. (2019). *Estudio: Análisis de alternativas de saneamiento del Río Turbio en el tramo del parque industrial de la ciudad de León al puente del cruce de la Carretera Estatal 37 con el Río Turbio en la localidad de El Maguey del municipio de San Francisco del Rincón*.

Comisión Nacional del Agua. (2020). *Inventario de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación*. México: CONAGUA.

CONAGUA. (2016). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Datos Básicos para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado*. México: CONAGUA/SEMARNAT.

Gobierno del Estado de Guanajuato. (2018). *Plan Estatal de Desarrollo Guanajuato 2040. Construyendo el futuro*. Guanajuato: POGEG.

Gobierno Municipal León. (2018). *Programa de Gobierno Municipal de León, Guanajuato 2018-2021*. León: Ayuntamiento de León de los Aldama.

INEGI. (2021). *Unidad de Medida y Actualización*. México: Diario Oficial de la Federación.

Instituto Municipal de Planeación. (2015). *Plan Municipal de Desarrollo, León hacia el futuro. Visión 2040*. León: POGEG.

OECD. (2011). *Benefits of Investing in Water and Sanitation: An OECD Perspective*. *OECD Studies on Water*.

Redhouse, D. R. (2004). *Every One's a Winner? - Economic valuation of water projects*. Londres: WaterAid.

Secretaría de Hacienda y Crédito Público. (2013). *Lineamientos para elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión*. México: DOF.

Stockholm International Water Institute. (2005). *Making Water a Part of Economic Development: 2. Generating Economic Benefits with Improved Water Resources Management and Services*. Estocolmo: World Health Organization.

Tudela-Mamani, J. (2017). *Estimación de beneficios económicos por el mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Puno (Perú)*. Desarrollo y Sociedad.

Whittington, D. &. (2006). *The Economic Costs and Benefits of Investments in Municipal Water and Sanitation Infrastructure: A Global Perspective*. Berkeley: University of California.

Índice de Tablas

Tabla 1 - Costos de inversión, operación y mantenimiento del PPI	7
Tabla 2 - Tabla comparativa de porcentaje de ocupación de Parques Industriales en León, Gto. Fuente: Elaboración propia con información de Dirección General de Economía de León.	12
Tabla 3 - Capacidad de las PTAR's existentes adyacente a Parque Piel. Fuente: Elaboración Propia.	13
Tabla 4 - Estatus actual de los predios de Parque Piel. Fuente: Elaboración propia.....	17
Tabla 5 - Giro de los predios habitados en Parque Piel. Fuente: Elaboración propia.	17
Tabla 6 - Componentes de Rehabilitación de Red de Alcantarillado. Fuente: Elaboración propia	27
Tabla 7 - Componentes Modernización del Pretratamiento en Parque Piel. Fuente: Elaboración propia. ..	27
Tabla 8 - Componentes Canales Desarenadores. Fuente: Elaboración propia. Elaboración propia.	28
Tabla - Monto total de inversión por componentes. Fuente: Elaboración propia.	34
Tabla - Fuentes de Financiamiento. Fuente: Elaboración propia.	35
Tabla - Vida útil del PPI. Fuente: Elaboración propia.	36
Tabla - Análisis de la Demanda. Fuente: Elaboración propia.	40
Tabla - Indicadores de rentabilidad. Fuente: Elaboración propia.	44
Tabla - Análisis de Rentabilidad. Fuente: Elaboración propia.	45
Tabla Análisis de sensibilidad variable Inversión. Fuente: Elaboración propia.	46
Tabla Análisis de sensibilidad variable costos de operación. Fuente: Elaboración propia.....	46
Tabla Identificación de riesgos. Fuente: Elaboración propia.....	47

Índice de Figuras

Figura 1. Localización del PPI. Fuente: Elaboración propia con uso de SIG.	14
Figura 2. Descargas en Río turbio. Fuente:	15
Figura 3 Interacción de la Oferta y Demanda Situación Actual. Fuente: Elaboración propia.....	18
Figura 4. Ejemplo de Alternativa de solución Separador Hidrodinámico de Flujo Continuo, imagen tomada de Hydro International, Separador Centrifugo Downstream Defender. Recuperado de: www.drenatura.com	20
Figura 5 Interacción Oferta-Demanda Sin PPI. Fuente: Elaboración propia.	23
Figura 6. Canal desarenador en influente de PTAR. Municipal	26
Figura 7 Canal desarenador en influente del módulo de Desbaste.....	27
Figura Localización del PPI. Fuente: Elaboración propia con uso de SIG.	32
Figura 9 Alcance de obras en zonas aledañas a Parque Piel. Fuente: Elaboración propia con uso de SIG. ..	33
Figura - Calendario de Actividades del PPI. Fuente: Elaboración propia.	33
Figura 11 Líneas de distribución en la zona. Fuente: Elaboración propia.....	38
Figura 12 Oferta vs Demanda de Agua considerando el PPI. Fuente: Elaboración propia.	41
Figura 13 Demanda vs Oferta Drenaje con el PPI. Fuente: Elaboración propia.	42

Directorio

ELABORÓ

LEC. David Aaron Gutierrez Ayala
Coordinador de Recursos Económicos
SAPAL

ELABORÓ

M. I. Rabindranath Bahena Ayala
Jefe del Departamento de Planeación Hídrica
SAPAL

VALIDÓ

Ing. Alfredo Mayorga Vázquez
Subdirector de Planeación
SAPAL

Vo.Bo.

Arq. Luz Ángel Minguela González
Director de Atracciones de Inversiones
Dirección General de Economía

Vo.Bo.

Arq. Juan José Martínez Campos
Subdirector Gestión de Recursos y
Seguimiento al Programa de Gobierno
Dirección General de Inversión Pública