



ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

“Mejora Integral de la Gestión (M.I.G) del OOMSAPASLC Los Cabos,
B.C.S”

Marzo 2020



Contenido

1

Contenido	2
Introducción	7
Definiciones de Programas	9
CAPITULO I.- RESUMEN EJECUTIVO.....	13
a) Nombre del Programa o Proyecto de Inversión	13
b) Localización	13
c) Monto Total de Inversión	13
d) Objetivo del Programa o Proyecto de Inversión (PPI)	14
e) Problemática identificada	15
f) Breve descripción del PPI.....	16
g) Horizonte de Evaluación.....	17
h) Descripción de costos del PPI	18
i) Descripción de los Principales Beneficios del PPI.	18
j) Riesgos asociados al proyecto	19
k) Indicadores de rentabilidad por componente.....	19
l) Conclusiones y recomendaciones	20
CAPITULO II.- SITUACIÓN ACTUAL DEL PROGRAMA O PROYECTO DE INVERSIÓN.	20
Diagnóstico de la Situación Actual.....	20
Datos de Población.....	21
Características del medio físico.	23
Situación Actual de la Eficiencia Física	33
Situación Actual Red de Distribución	36

Situación Actual de la Red de Agua Potable	38
Situación Actual de las Tomas Domiciliarias	40
Situación Actual de Micromedición	43
Problemática Identificada	44
Análisis de la Oferta e infraestructura existente	46
Análisis de la Oferta: 1. Eficiencia Física.....	57
Análisis de la Oferta: 1.1. Sectorización de la Red de Distribución de Agua Potable	60
Análisis de la Oferta: 1.2. Red de Tuberías de Agua Potable	61
Análisis de la Oferta: 1.3. Tomas Domiciliarias.....	63
Análisis de la Oferta: 2. Telemetría.....	65
Análisis de la Oferta: 3. Micromedición	66
Análisis de la Demanda: 1. Eficiencia Física.....	71
Análisis de la Demanda: 1.1. Sectorización de la Red de Distribución de Agua Potable.....	72
Análisis de la Demanda: 1.2. Red de Tuberías de Agua Potable	72
Análisis de la Demanda: 1.3. Tomas Domiciliarias	73
Análisis de la Demanda: 2. Telemetría	73
Análisis de la Demanda: 3 Micromedición.....	74
Balance Hídrico Oferta-Demanda	74
Interacciones Oferta-Demanda	77
CAPITULO III.- SITUACIÓN SIN PROGRAMA O PROYECTO DE INVERSIONES.....	93
a) Optimizaciones.....	93
1. Optimizaciones en Eficiencia Física.....	93
2. Optimizaciones en el Sistema de Telemetría	96
3. Optimizaciones en la Micromedición de Consumos.....	97
b) Análisis de la Oferta	97

1. Análisis de la Oferta Sin Proyecto de Eficiencia Física	97
2. Análisis de la Oferta Sin Proyecto de Telemetría	101
3. Análisis de la Oferta Sin Proyecto de Micromedición	101
c) Análisis de la Demanda	104
1. Análisis de la Demanda Sin Proyecto de Eficiencia Física.....	105
2. Análisis de la Demanda Sin Proyecto de Telemetría.....	106
3. Análisis de la Demanda Sin Proyecto de Micromedición	106
1 Interacción de la Oferta – Demanda Sin Proyecto de Eficiencia Física	106
2. Interacción de la Oferta-Demanda Sin Proyecto de Telemetría	115
3. Interacción de la Oferta-Demanda Sin Proyecto de Micromedición.....	117
Análisis de Reducción de Pérdidas Sin Proyecto	119
e). Análisis de Alternativas	122
CAPITULO IV.- SITUACIÓN CON EL PROGRAMA O PROYECTO DE INVERSIÓN.....	129
a) Descripción general.....	129
b) Alineación Estratégica.....	131
c) Localización geográfica	139
d) Calendario de actividades.....	139
e) Monto total de inversión	141
f) Fuentes de financiamiento	141
g) Capacidad instalada.....	142
Descripción de los aspectos más relevantes para determinar la factibilidad técnica, ambiental y legal del programa o proyecto de inversión.	148
Estudio de Factibilidad Técnica	148
Estudio de Factibilidad Ambiental.....	149
Estudio de Factibilidad Legal.....	149

Análisis de la Oferta.....	151
1. Análisis de la Oferta Con Proyecto de Eficiencia Física.....	151
1.3. Análisis de la Oferta Con Proyecto de Tomas Domiciliarias	157
2. Análisis de la Oferta Con Proyecto de Telemetría.....	159
3. Análisis de la Oferta Con Proyecto de Micromedición	161
Análisis de la Demanda	164
1. Análisis de la Demanda Con Proyecto de Eficiencia Física.....	164
2. Análisis de la Demanda Con Proyecto de Telemetría	165
3. Análisis de la Demanda Sin Proyecto de Micromedición	165
Interacción Oferta-Demanda Situación con Proyecto	166
1. Interacción Oferta - Demanda Con Proyecto de Eficiencia Física	166
2. Interacción Oferta - Demanda Con Proyecto de Telemetría	174
3. Interacción Oferta - Demanda Con Proyecto de Micromedición.....	175
CAPITULO V.- EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE INVERSIÓN.....	180
EVALUACION DEL COMPONENTE DE EFICIENCIA FÍSICA (Sectorización hidráulica, rehabilitación de redes y tomas de agua potable).....	182
a) Identificación, Cuantificación y Valoración de los Costos del Programa o Proyecto de Inversión.....	182
b) Identificación, Cuantificación y Valoración de los Beneficios del PPI	185
c) Cálculo de los Indicadores de Rentabilidad	191
d) Análisis de Sensibilidad del Proyecto de Eficiencia Física.....	191
EVALUACION DEL COMPONENTE DE TELEMETRÍA	192
a) Costos del Proyecto de Telemetría.....	192
b) Beneficios del Proyecto de Telemetría	194
d) Análisis de Sensibilidad del Proyecto de Telemetría	196
EVALUACION DEL COMPONENTE DE MICROMEDICIÓN.....	196

a) Costos del Proyecto de Micromedicación.....	196
b) Beneficios del Proyecto de Micromedicación.....	204
c) Indicadores de Rentabilidad del Proyecto de Micromedicación.....	209
d) Análisis de Sensibilidad del Proyecto de Micromedicación.....	209
EVALUACIÓN INTEGRAL DE LA MEJORA INTEGRAL DE GESTIÓN (MIG).....	210
a) Análisis de Riesgos.....	211
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	213
a) Conclusiones	213
b) Recomendaciones	213
VII. BIBLIOGRAFÍA	214
VIII. TABLAS Y FIGURAS.....	215

Introducción

Los Cabos ha decidido impulsar un ambicioso proyecto integral para mejorar su eficiencia global. El proyecto está compuesto por acciones y obras específicas enfocadas a mejorar la eficiencia física y la eficiencia comercial del organismo. El objetivo general del proyecto es mejorar las condiciones de operación en la distribución del agua potable, de tal manera que se minimicen las pérdidas en sistema en las ciudades de San José del Cabo, Cabo San Lucas y el corredor turístico que une a ambas. Este proyecto de Inversión de Eficiencia Física y Comercial del OOMSAPASLC se encuentra dentro de los objetivos, metas y estrategias planteadas en el marco de la planeación del Gobierno Federal, Estatal y Municipal.

Para iniciar adecuadamente el proyecto, se requirió definir un marco de planeación estratégica, con visión integral y de largo plazo, la problemática y los proyectos necesarios para el abastecimiento de la demanda de agua potable para la población fija y flotante en la zona de estudio. En este sentido, el OOMSAPASLC realizó en 2015, la Elaboración del Estudio de Diagnóstico y Planeación Integral, en el cuál se plantean las estrategias, acciones y metas necesarias para el mejoramiento integral y la prestación de los servicios de agua potable, drenaje, tratamiento de aguas residuales, lo anterior observando el cuidado del medio ambiente y el fortalecimiento institucional. A partir de dicho esfuerzo, se efectuó la priorización de obras y acciones, seleccionando las de mayor beneficio potencial y menor requerimiento de inversión para mejorar la operación del sistema de agua potable, y que en conjunto consolidan el proyecto de Mejora Integral de Gestión (MIG).

El OOMSAPASLC ha desarrollado una serie de estudios y análisis que le permiten contar con los elementos de planeación necesarios para impulsar los proyectos que mejoren el nivel de servicio que se da a la ciudadanía. Con dichos estudios se cumple con los “Lineamientos para la Elaboración y Presentación de los Análisis Costo-Beneficio de los Programas y Proyectos de Inversión”. De igual forma, el objetivo de los estudios realizados es tener una sólida base técnica, jurídica y financiera, para conseguir que parte de la infraestructura económica sea financiada con recursos federales.

Entre los principales estudios realizados por el OOMSAPASLC para este proyecto se encuentran los siguientes:

- Estudios de Diagnóstico de Planeación Integral.
- Asesoría Estratégica para el Proyecto de Mejora Integral de la Gestión (P.M.I.G.)
- Análisis de Factibilidad Técnica, Legal y Ambiental del Proyecto.
- Análisis Costo - Beneficio Social y Estimación de Rentabilidad Social.

- Evaluación Económica Financiera y Modelo Financiero.

En los estudios de Diagnóstico y Planeación Integral, se detalla la situación actual del sistema de servicios de Agua Potable y Alcantarillado para todo el Municipio de Los Cabos en cada una de sus áreas de servicios, se destacan los indicadores de gestión, tanto actuales como objetivos a mediano y largo plazo, lo cual facilita la comparación y medición del desempeño del organismo.

En estos documentos de análisis se ha estudiado la situación actual en que se encuentra el sector desde el punto de vista técnico, de operación, nivel de servicios, legal, así como las principales proyecciones para determinar los posibles escenarios y retos que se enfrentaría en caso de no modificar ningún comportamiento, ni tendencia; también se han estimado cuáles serían los beneficios ambientales, sociales y financieros en el caso de que se realice el proyecto integral.

A continuación se presenta la evaluación socioeconómica del proyecto denominado “Mejoramiento Integral de la Gestión (M.I.G) del OOMSAPASLC Los Cabos, B.C.S” donde se presenta la rentabilidad social de la ejecución del proyecto, a partir de la identificación y valoración tanto de los beneficios como de los costos que dicho proyecto implica.

Dada la complejidad y magnitud del proyecto, se presenta dicha evaluación a través de un documento que desarrolla de manera comparativa la situación actual que prevalece (problemática y una proyección de lo que pasaría en caso de mantener constantes los niveles que hoy se observan), junto con la situación que se tendría en caso de que se llevara a cabo el proyecto. En este sentido, la evaluación lo que pretende es identificar de manera específica el cambio en las condiciones de oferta-demanda del agua potable con las ejecución de las obras y acciones que se proponen dentro del proyecto.

Definiciones de Programas

El Mejoramiento Integral de la Gestión (M.I.G.) del OOMSAPASLC Los Cabos, B.C.S., contempla la ejecución de 18 acciones encaminadas a la reducción de pérdidas físicas en la distribución de agua potable, así como al mejoramiento de los procesos comerciales.

En el siguiente cuadro se muestran las obras y acciones del proyecto, las cuales han sido agrupadas en tres componentes principales, conforme a su interdependencia para el logro de las metas y beneficios planteados:

N°	Componente del Proyecto MIG	Obra o Acción	Descripción
1	Eficiencia Física (Sectorización hidráulica, rehabilitación de redes y tomas de agua potable)	<p>1.Construcción y puesta en marcha de 36 sectores hidráulicos en la red de agua potable.</p> <p>2.Sustitución de 49.0 km de tuberías de la red de distribución de agua potable.</p> <p>3.Sustitución de 14,421 tomas domiciliarias de la red de agua potable.</p>	<p>El objetivo primordial de éste componente es la recuperación de pérdidas físicas en la red de distribución del OOMSAPASLC, las cuales representan hoy en día cerca del 36% del volumen suministrado a Los Cabos. Dichas pérdidas son originadas principalmente por el grado de deterioro de la red de agua potable, por la antigüedad de las tuberías y tomas domiciliarias, por la falta de válvulas reguladoras de presión, entre otras causas.</p> <p>Para solventar la problemática se propone construir sectores hidráulicos, con los que será posible controlar el balance de agua (Entradas – Salidas), y localizar con precisión las zonas con mayor incidencia de pérdidas.</p> <p>Una vez que se cuente con los sectores hidráulicos y que se hayan identificado las zonas prioritarias, será necesaria la sustitución de tramos de tubería en mal estado, así como las tomas domiciliarias que se encuentren conectadas a esos segmentos de red. Asimismo, existirán zonas o colonias, donde</p>

			<p>únicamente se requiera la sustitución de tomas, ya sea por el estado de conservación, o bien, por problemas asociados a la calidad de los materiales o procedimientos de construcción.</p> <p>Las acciones han sido evaluadas en conjunto por razones técnicas y de acuerdo a las mejores prácticas de recuperación de Agua No Contabilizada (ANC). Si sólo se sustituyeran tuberías y tomas, sin sectorizar la red, no se alcanzarían los mismos beneficios.</p>
2	Telemetría	4.Instalación de telemetría en 61 puntos distribuidos en pozos y estaciones de bombeo.	Mediante la instalación de la telemetría en la infraestructura principal de agua potable, el OOMSAPASLC busca medir, controlar y monitorear en tiempo real el volumen que se produce y distribuye en toda la zona de cobertura, información que permitirá mejorar los tiempos de respuesta en la operación del sistema.
		5.Instalación de telemetría en 36 sectores hidráulicos proyecto.	
		6.Sustitución de 5 macromedidores en fuentes.	Lo anterior traerá como beneficios la reducción de costos operativos, asociados a los recorridos de campo rutinarios que tiene que realizar el personal del organismo operador en la actualidad. El personal de campo será reubicado en otros procesos que generen mayor valor para el OOMSAPASLC.

3	Reforzamiento de la Gestión Comercial	7. Suministro e instalación de 42,638 micro-medidores para uso Doméstico Urbano (Tipo A y B).	<p>Con la finalidad de alcanzar una mayor cobertura de micromedición e inhibir los sobreconsumos de los usuarios cuyo servicio no esta siendo facturado en función del consumo (Sin Medición), el proyecto contempla la instalación de 42,638 medidores para uso doméstico-residencial, 5,788 medidores para uso comercial, y 720 medidores para uso industrial-hotelero.</p> <p>Para los casos en los que se han identificado dificultades para acceder al medidor por parte de los lecturistas del OOMSAPASLC, se ha contemplado la instalación de medidores de radiofrecuencia, a fin de que el registro se realice a distancia, para lo cual se requieren de la instrumentación de 2 sistemas de lectura remota (San José del Cabo y Cabo San Lucas).</p> <p>Asimismo, el proyecto incluye el levantamiento y actualización del padrón de usuarios, con la finalidad de identificar inconsistencias en la base de datos actual, incluyendo la georreferenciación, tipo de uso, etc. Dicha información es necesaria para la asignación de los aparatos micromedidores a sustituir.</p> <p>Es importante mencionar que el sistema comercial es el software que permitirá almacenar, hacer consultas y administrar la información de los usuarios, incluyendo sus medidores. Por lo anterior, y en el entendido que a la fecha el sistema no cuenta con los capacidades y atributos necesarios para el proyecto (Ej.: Imposibilidad de georeferenciar las cuentas de usuarios), se ha contemplado la implementación de un nuevo sistema comercial.</p>
		8. Suministro e instalación de 5,788 micro-medidores para uso Comercial.	
		9. Suministro e instalación de 720 micro-medidores para uso Industrial, Hoteles y Condominios.	
		10. Instrumentación de sistema de medición de lectura remota para micro-medición San José de Cabo y Cabo San Lucas.	
		11. Actualización del padrón de usuarios.	
		12. Implementación del sistema comercial.	
4	Estudios y proyectos	13. Proyecto ejecutivo de la sectorización de la red.	Para la correcta ejecución de los trabajos, se requiere realizar en primer lugar un estudio de Agua No Contabilizada (ANC), a fin de establecer una línea base y medir con

		<p>14. Estudio diagnóstico de Agua Contabilizada (ANC) de del No</p>	<p>certidumbre el progreso de la eficiencia física una vez sectorizada la red. Asimismo, se contempla la elaboración de los proyectos ejecutivos de sectorización.</p> <p>Esta actividad por sí misma no genera beneficios socioeconómicos, sin embargo es necesaria para la correcta ejecución y seguimiento del componente N°1.</p>
		<p>15. Estudio de eficiencia energética.</p>	<p>El estudio de eficiencia energética permitirá identificar desviaciones en el rendimiento energético de los equipos de bombeo (pozos y rebombes), a fin de identificar medidas de bajo costo o inversiones rentables para el ahorro de energía, previo a la implementación de la telemetría.</p> <p>Esta actividad por sí misma no genera beneficios socioeconómicos, sin embargo es necesaria para la correcta ejecución y seguimiento del componente N°2.</p>
		<p>16. Estudio tarifario.</p>	<p>Estos estudios tienen por objeto la optimización de los procesos comerciales, a fin de que:</p> <p>i) La tarifa de servicios solvante los costos de operación, administración, conservación y mantenimiento, así como los recursos necesarios para constituir un fondo para la rehabilitación paulatina y ampliación de los sistemas operados por el OOMSAPASLC;</p> <p>ii) Se minimice la brecha entre el importe de facturación y el importe efectivamente pagado por los usuarios, y</p> <p>iii) Se logre la autosuficiencia financiera del organismo operador.</p> <p>Esta actividad por sí misma no genera beneficios socioeconómicos, sin embargo es necesaria para sustentar el resto de los componentes y la viabilidad de largo plazo del OOMSAPASLC.</p>
		<p>17. Optimización de procesos comerciales.</p>	
		<p>18. Estudio reingeniería estructural y de procesos</p>	

CAPITULO I .- RESUMEN EJECUTIVO.

a) Nombre del Programa o Proyecto de Inversión

Mejoramiento Integral de la Gestión (M.I.G.) del OOMSAPASLC Los Cabos, B.C.S.

b) Localización

La zona de influencia del MIG comprende las zonas urbanas de San José del Cabo, Cabo San Lucas y el corredor turístico que une a ambas, conforme se muestra en la figura siguiente:

Figura 1. Zona de Influencia del proyecto



Fuente: Elaboración Propia.

Las coordenadas geográficas extremas de la zona de influencia del proyecto se indican en la siguiente tabla:

Tabla 1. Coordenadas geográficas extremas

Vertice	Latitud	Longitud
V1	23.0696244°	-109.691789°
V2	22.8918321°	-109.920221°

Fuente: Elaboración Propia.

c) Monto Total de Inversión

El costo total del Proyecto es de \$523,295,019.41 pesos a enero de 2020 (sin IVA). Este costo se desglosa a partir del tipo de acción correspondiente:

Tabla 2. Inversión del Proyecto a precios de Enero de 2020

N°	Componente	Costo Total (Sin IVA)	IVA	Costo Total (Con IVA)
1	Implementación de sectores hidráulicos	\$134,888,067.81	\$21,582,090.85	\$156,470,158.66
2	Sustitución de tuberías de agua potable (Red de distribución)	\$86,823,149.33	\$13,891,703.89	\$100,714,853.22
3	Sustitución tomas domiciliarias	\$61,141,403.66	\$9,782,624.59	\$70,924,028.25
4	Instalación del sistema de telemetría	\$11,309,392.59	\$1,809,502.81	\$13,118,895.40
5.1	Sustitución de micromedidores	\$175,059,972.72	\$28,009,595.64	\$203,069,568.36
5.2	Instrumentación de sistema de medición de lectura remota	\$5,183,471.60	\$829,355.46	\$6,012,827.06
5.3	Actualización del padrón de usuarios	\$9,424,493.82	\$1,507,919.01	\$10,932,412.83
6	Proyectos ejecutivos y acciones complementarias del MIG	\$39,465,067.88	\$6,314,410.86	\$45,779,478.74
	Total	\$523,295,019.41	\$83,727,203.11	\$607,022,222.51

Fuente: Elaboración Propia.

Por otra parte, se estimó un costo total anual de **\$6,776,859.51 pesos a enero de 2020 (sin IVA)** por concepto de **operación y mantenimiento de los sectores ya establecidos.**

d) Objetivo del Programa o Proyecto de Inversión (PPI)

El objetivo del estudio se centra en determinar los posibles ahorros en costos eficientando la red de tuberías y la micromedición en las tomas existentes, es decir, la problemática que se pretende resolver con el MIG no incide en variables como la oferta, sino en la eficiencia del sistema de distribución y medición.

De manera específica, las metas que pretende cada uno de los elementos del proyecto son:

1. Lograr incrementar la eficiencia física (volumen facturado/volumen producido) hasta un 75.0%; lo que representa incrementar dicha eficiencia del orden de 10 puntos porcentuales para el caso de San José del Cabo, y 13 puntos para Cabo San Lucas, para lo cual se propone la sustitución de 49 km de tuberías y la construcción de 36 sectores hidrométricos. De igual forma, se mejorarían los controles y guías a través de un sistema de telemetría.

2. Incrementar la cobertura de micromedición efectiva a fin de evitar sobreconsumo en los niveles de demanda de los usuarios doméstico-residencial.

En resumen, el objetivo del proyecto MIG es lograr mejorar las condiciones de operación en la producción y distribución del agua potable, a través de mejoras en los componentes de tuberías, sectorización hidráulica y cobertura de micromedición.

e) Problemática identificada

El municipio de Los Cabos se encuentra ubicado en la Región Hidrológica-Administrativa I Península de Baja California, que conforme a las Estadísticas del Agua en México publicadas por CONAGUA - SEMARNAT, registraba a 2012 una Disponibilidad Natural Media de 1,187 m³/habitante/año, por lo que la zona de estudio se puede considerar en situación de estrés hídrico (Indicador de Falkenmark; UNDP et al., 2000).

La problemática en la zona de estudio se origina por las restricciones de oferta existentes. Por otra parte, el bajo nivel de precipitación y otras condiciones del medio físico, no favorecen la formación de escurrimientos perennes, aminorando el potencial de aprovechamiento de aguas superficiales.

Tomando en cuenta lo anterior, es primordial que el OOMSAPASLC cuente con un sistema de agua potable que opere de manera eficiente, buscando aprovechar de la mejor manera posible los escasos recursos hídricos de la región. Además, ya que las futuras fuentes de abastecimiento de agua potable para el OOMSAPASLC muy probablemente estarán limitadas a la desalación de agua de mar, debe tomarse en cuenta que entre mayor sea su proporción respecto al total del volumen producido por el OOMSAPASLC, mayor será el costo de producción y por ende cada metro cúbico de fugas representará un mayor costo social.

Por otro lado, el acelerado crecimiento de Los Cabos como polo turístico del país, ha dificultado significativamente el abastecimiento adecuado y eficiente de agua potable a la población, sobre todo en colonias donde las tuberías de la red y las conexiones domiciliarias presentan deterioro, ya sea por antigüedad, deficiencias en la instalación y/o materiales utilizados, o bien, por la ausencia de control de presiones en la red de distribución, propiciando con ello un elevado índice de fugas, adicionalmente al no contar con zonas hidráulicas independientes no se tiene flexibilidad en la operación, esto implica que el Organismo Operador afecta el suministro de grandes zonas cuando requiere realizar la reparación de fugas, afectando el suministro de múltiples usuarios en varias colonias, situación que se

evitaría al contar con sectores operando de manera independiente.

Es importante señalar que la cantidad perdida de agua en la red, varía dependiendo, principalmente, de su antigüedad; es decir, a mayor antigüedad mayores pérdidas de agua, así como el material de las tuberías, o bien la presión del servicio. Por tal motivo, con el fin de atenuar el problema de pérdidas físicas en la red secundaria, el OOMSAPASLC ha venido realizando mantenimientos reactivos, incluyendo acciones como reparación de fugas en redes de distribución y conexiones domiciliarias de agua potable, rehabilitación y sustitución de redes y ramales en zonas de mayor incidencia, lo que ha permitido sobrellevar la operación desde hace varios años. Sin embargo, los esfuerzos no han sido suficientes, pues en la actualidad más de un 36% del agua que se produce se pierde por concepto de fugas en redes, fugas en tomas domiciliarias, errores de micromedición y clandestinaje, lo cual representa una pérdida anual de 10,709,530 m³ al año.

En virtud de lo anterior, se afirma que la problemática a atacar consiste en una baja eficiencia física del sistema de agua potable en las ciudades de San José del Cabo (65.06%) y Cabo San Lucas (61.42%).

Estas variables representan una serie de problemas como son las fugas de agua potable, pérdidas físicas por clandestinaje, fugas en red, errores de micromedición, altos costos de operación, altos costos por reparación de fugas, altos costos por contratación de personal, entre otros.

Asimismo, en el caso de la cobertura de micromedición, la falta de controles de medición sobre los niveles de consumo de agua potable está generando que existen “sobreconsumos”. En la situación actual, se tiene que el 85% de los micromedidores tienen una antigüedad de más de 5 años y un 32% se encuentra descompuesto. Es importante considerar que el estado de obsolescencia del parque de micromedidores impide al OOMSAPASLC poder cuantificar los consumos reales de los usuarios, lo cual no solo tiene una repercusión en las finanzas del organismo, sino que también incide en el control de la distribución de agua potable a la ciudadanía, impidiendo determinar los balances hidráulicos necesarios para el planteamiento de una estrategia adecuada para atención de fugas.

f) Breve descripción del PPI.

El Proyecto se localiza en el municipio de Los Cabos, específicamente en las ciudades de San José del Cabo y Cabo San Lucas.

El Proyecto consiste en la definición de conjuntos integrales de acciones, que tiene por metas los incrementos en los niveles de eficiencia física y cobertura de micromedición, siendo estos:

- Implementación de 36 sectores hidráulicos en las redes de agua potable;
- Sustitución de 49 km de redes de distribución de agua potable;
- Sustitución de 14,421 tomas domiciliarias de agua potable;
- Implementación de telemetría en 97 sitios para control de suministro de agua potable a los sectores hidráulicos;
- Sustitución de 49,146 micromedidores;
- Instrumentación de sistema de medición de lectura remota para micromedidores en las 2 ciudades, y
- Actualización del padrón de usuarios.

Adicionalmente, para la ejecución del proyecto M.I.G. es necesario contemplar el desarrollo de las siguientes acciones:

- Proyecto ejecutivo de sectorización;
- Diagnóstico de Agua No Contabilizada;
- Implementación de un nuevo sistema comercial;
- Estudio tarifario;
- Estudio para optimización de procesos comerciales,
- Estudio de reingeniería estructural y de procesos; y
- Estudio de eficiencia energética

g) Horizonte de Evaluación

El horizonte de evaluación es de 10 años, considerando 3 años de inversión.

h) Descripción de costos del PPI

Tabla 3. Costos del Proyecto a enero de 2020

N°	Componente	Costo Total (Sin IVA)	IVA	Costo Total (Con IVA)
1	Implementación de sectores hidráulicos	\$134,888,067.81	\$21,582,090.85	\$156,470,158.66
2	Sustitución de tuberías de agua potable (Red de distribución)	\$86,823,149.33	\$13,891,703.89	\$100,714,853.22
3	Sustitución tomas domiciliarias	\$61,141,403.66	\$9,782,624.59	\$70,924,028.25
4	Instalación del sistema de telemetría	\$11,309,392.59	\$1,809,502.81	\$13,118,895.40
5.1	Sustitución de micromedidores	\$175,059,972.72	\$28,009,595.64	\$203,069,568.36
5.2	Instrumentación de sistema de medición de lectura remota	\$5,183,471.60	\$829,355.46	\$6,012,827.06
5.3	Actualización del padrón de usuarios	\$9,424,493.82	\$1,507,919.01	\$10,932,412.83
6	Proyectos ejecutivos y acciones complementarias del MIG	\$39,465,067.88	\$6,314,410.86	\$45,779,478.74
	Total	\$523,295,019.41	\$83,727,203.11	\$607,022,222.51

Fuente: Elaboración Propia.

Por otra parte, se estimó un costo total anual de \$6,776,859.51 pesos a enero de 2020 (sin IVA) por concepto de operación y mantenimiento de los sectores ya establecidos.

i) Descripción de los Principales Beneficios del PPI.

Con la puesta en marcha del Proyecto se pretende incrementar la eficiencia física, pasando de un nivel actual de 63.7% hasta alcanzar una meta de 75.0% en San José del Cabo y Cabo san Lucas, minimizando el volumen de pérdidas físicas (fugas) en el sistema de distribución de agua potable. En este caso se estarían generando ahorros por la liberación de recursos en costos de producción. En síntesis uno de los efectos de mejorar la eficiencia física es la disminución de volúmenes de producción sin afectar los volúmenes de facturación (consumo), por lo que al disminuir los volúmenes de producción se generan dos posibles situaciones: ahorros en los costos de producción y de operación y mantenimiento del sistema de agua potable.

Asimismo, el M.I.G. permitiría incrementar la cobertura de micromedición efectiva al sustituir los aparatos que ya han superado su vida útil, a fin de minimizar el sobre consumo de los usuarios sin medición en la situación actual. El caudal recuperado por menor consumo podrá ser redistribuido a otras colonias en

situación de tandeo para generar beneficios por disminución de consumo de agua de pipa y por mayor consumo de agua potable.

j) Riesgos asociados al proyecto

Dentro de los principales riesgos se encuentra la postergación del periodo de ejecución y el incremento en los costos de los insumos. En este sentido, se tiene un riesgo con la variabilidad de los precios, ya que en la medida que se incrementa, existe la posibilidad de que el monto de inversión aumente. Este riesgo se calificó como medio, ya que existe cierta holgura para los indicadores de rentabilidad.

En el caso de la postergación o incumplimiento de contrato, esto implicaría que se retrase la generación de beneficios. El riesgo se mitiga con la cuidadosa elegibilidad de la empresa que proporcione el servicio y la ejecución de la obra, estrictos programas de supervisión y cubriendo los requisitos que determina la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas; entre los que se debe poner especial atención en la fianza de cumplimiento y la fianza de defectos y vicios ocultos.

k) Indicadores de rentabilidad por componente

Tabla 4. Sectorización y sustitución de tuberías y tomas de la red de agua potable

Indicadores de Rentabilidad:	
VANS	\$224,245,402.23
TIR	33.30%
TRI	20.08%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Telemetría

Indicadores de Rentabilidad:	
VANS	\$9,872,726.06
TIR	29.62%
TRI	23.86%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Micromedición

Indicadores de Rentabilidad:	
VANS	\$241,657,444.51
TIR	45.43%

TRI	23.77%
------------	---------------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Evaluación Integral del MIG

Indicadores de Rentabilidad:	
VANS	\$475,775,572.80
TIR	38.11%
TRI	20.96%

Fuente: Elaboración propia

I) Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones.

Con base en las estimaciones realizadas al comparar los costos y beneficios sociales asociados al Proyecto en el horizonte de evaluación, se concluye dado que el Valor Actual Neto Social (VANS) es mayor a cero y que la Tasa Interna de Retorno (TIRS) es mayor a la tasa de descuento social del 10%, que es conveniente la ejecución del Proyecto. Asimismo, dado que la Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRIS) es mayor al 10%, se considera que es el momento óptimo para la puesta en marcha del MIG.

Recomendaciones.

En virtud de que los proyectos que se encuentran incluidos en el programa de inversiones del OOMSAPASLC, para incrementar las eficiencias física y comercial, resultan rentables, se recomienda llevar a cabo su ejecución.

CAPITULO II.- SITUACIÓN ACTUAL DEL PROGRAMA O PROYECTO DE INVERSIÓN.

Diagnóstico de la Situación Actual

Los Cabos es uno de los 5 municipios del Estado de Baja California Sur, el cual se encuentra ubicado en el extremo sur de dicha entidad federativa. Las coordenadas extremas como referencias geográficas del municipio son: al Norte 23°42', al Sur 22°52' de latitud Norte. Al Este 109°24', al Oeste 110°12' de longitud Oeste. Los límites municipales se encuentran conformados de la siguiente forma. Al norte colinda con el municipio de La Paz y el Golfo de California; al Este, continúa limitando con el mismo Golfo y el Océano Pacífico; al Sur, también limita con el Océano Pacífico, y al Oeste colinda con el municipio de La Paz y con el Océano Pacífico.

La superficie territorial es de 3,684 km², aproximadamente el 5% de la superficie del Estado de Baja California Sur. Tiene una altitud máxima de 1,800. La cabecera municipal se encuentra ubicada en San José del Cabo, y Cabo San Lucas, la cual se encuentra localizada a 32 km de distancia de la cabecera.

El municipio de Los Cabos se encuentra conformado principalmente por 6 localidades urbanas con población mayor o igual a 2,500 habitantes y otras localidades rurales de menor magnitud. De las localidades urbanas, 3 se encuentran agrupadas en la Ciudad de San José del Cabo y la otra mitad en Cabo San Lucas, ambas conurbaciones representan más del 90% de la población del Municipio de Los Cabos.

Figura 2. Localización geográfica del Municipio de Los Cabos, B.C.S.



Fuente: Elaboración propia con imágenes obtenidas de Google Earth

Datos de Población

De acuerdo a la información del último censo de población y vivienda elaborado en 2010 por el INEGI, el Municipio de Los Cabos registraba una población total de 238,487 habitantes, lo que representaba el 37% de la población de BCS, siendo el segundo municipio más grande de la entidad federativa, sólo superado por el municipio de La Paz.

Tabla 8. Resultados del Censo de Población y Vivienda 2010 para el Estado de Baja California Sur

Municipio	Población 2010	% Distrib.
La Paz	251,871	40%
Los Cabos	238,487	37%
Comondú	70,816	11%
Mulegé	59,114	9%
Loreto	16,738	3%
Total Baja California Sur	637,026	100%

Fuente: INEGI. (www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010)

De conformidad a los datos poblacionales proyectados y publicados por el CONAPO, para 2016 se estima que la población del Municipio de los Cabos asciende a 317,224 habitantes.

Figura 3. Distribución de los principales centros de población en el Municipio de Los Cabos



Fuente: IMPLAN Los Cabos. (<https://implanloscabos.mx>)

Figura 4. Localidades urbanas (> 2,500 habitantes) del Municipio de Los Cabos



Fuente: IMPLAN Los Cabos. (<https://implanloscabos.mx>)

San José del Cabo y Cabo San Lucas constituyen el polo turístico comúnmente denominado “Los Cabos” y representan la zona de mayor dinámica poblacional de la región, ambas localidades se encuentran dentro del área de cobertura del OOMSAPASLC y su sistema de agua potable se encuentra conectado a través de los Acueductos I y II, mediante los que se bombea agua desde San José del Cabo hacia Cabo San Lucas.

Características del medio físico.

Clima

A nivel estatal, Baja California Sur cuenta con una pobre dotación de recursos hídricos, forestales, pastizales y suelos fértiles. Lo anterior se encuentra relacionado con la ubicación geográfica del territorio peninsular.

En el estado de Baja California Sur, predomina el clima Muy seco (92%). También existe clima Seco y Semiseco (7%) y Templado subhúmedo (1 %) en la región de la Sierra de La Laguna.

Temperatura media anual

La temperatura promedio más alta, es de 35°C, se presenta en los meses de julio y agosto, la más baja es de 9°C y se registra en enero.

Las lluvias son muy escasas y se presentan durante el verano, la precipitación total anual promedio en el estado es menor a 200 mm.

Debido a la escasa precipitación pluvial, existe poca actividad agrícola de riego en el Municipio, la cual se realiza en el Valle de Santo Domingo donde se cultiva: algodón, trigo, alfalfa verde, frijol, jitomate, cártamo, chile verde y papa.

El clima en la ciudad de Los Cabos, con más de 300 días soleados y temperaturas promedio de 24° centígrados. En el verano, de julio a septiembre, las temperaturas pueden alcanzar los 34° C.

El clima en la ciudad de Los Cabos es generalmente seco y soleado todo el año. El mes más frío del año es enero y la temperatura media anual es de 24°C.

La primavera es la estación más seca. Casi todos los años no se presentan precipitaciones pluviales de marzo a junio. El invierno se confunde imperceptiblemente con la primavera y las temperaturas aumentan gradualmente cuando se aproxima el verano.

Hidrografía

El Municipio de Los Cabos se encuentra dentro de las regiones hidrológicas RH3 (Magdalenas) hacia la parte oeste del Municipio, RH6 (La Paz) en la parte central y este. En estas regiones hidrológicas se localizan las cuencas A. Caracol y A. Candelaria, así como las cuencas La Paz y Cabo San Lucas.

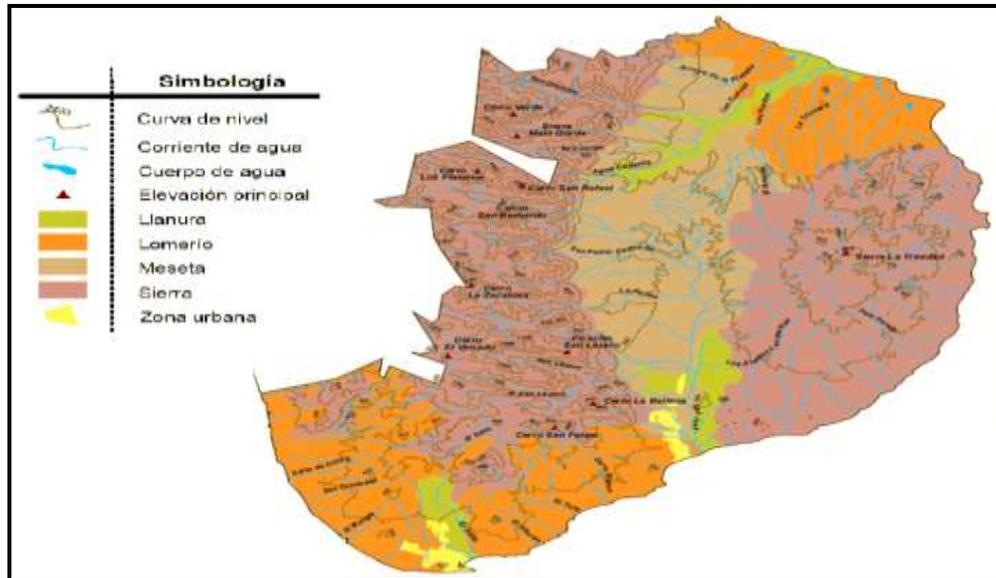
En este Municipio existen cinco subcuencas principales, de las cuales las que ocupan mayormente el territorio municipal son: Arroyo Santiago que abarcan el 21.18%, Río San José cubre el 39.92%, Arroyo Candelaria 9.43%, Arroyo Las Palmas 4.29%; Arroyo Cabo San Lucas 12.71%, A. Santa Inés 0.41% y R. San Jacinto 0.21%, el resto de subcuencas cubren una superficie de 11.85%.

En el Municipio de Los Cabos no existen corrientes superficiales perennes, la mayor parte del año están secas. Las principales corrientes son los ríos San José y Santiago (Las Cuevas).

El río San José es la corriente más importante, drena una superficie de 1,378 km², desde su nacimiento frente al Cerro San Matías hasta su desembocadura en el Océano Pacífico. Su recorrido es de norte a sur y recibe por su margen derecha a los arroyos Miraflores, Boca de la Sierra, Caduaño, La Palma, San Miguelito, San Lázaro y El Saltillo. Por su margen izquierda se tienen los arroyos Las Pilas, Santa Anita, El Peyote, Ciruelar, El Aguajito, El Guayparín. Cabe mencionar que ninguna de estos arroyos presenta una corriente importante.

El río Santiago (Las Cuevas o San Dionisio-La Zorra) drena una superficie de 731 km² desde su nacimiento en la Sierra de La Laguna hasta su desembocadura en el Golfo de California a la altura de Punta Soledad.

Figura 5. Mapa hidrológico del Municipio de Los Cabos, B.C.S.



Fuente: México en cifras. Información nacional, por entidad federativa y municipios. INEGI.

Con base en la información disponible y proporcionada por el OOMSAPASLC, se determinó que el nivel de cobertura del servicio de agua potable alcanzado al año 2015 fue del 89.3% de la población residente en el Municipio; mientras que el restante 10.7% de los habitantes se abastece por medios propios o camiones pipas, las cuales tienen recorridos definidos para suministrar el líquido en las colonias sin redes de distribución.

Aguas Superficiales

La zona de estudio se localiza dentro de dos regiones hidrológicas (RH), siendo éstas la RH número 6 y la RH número 3. La primera abarca mayor superficie. A continuación, se presentan las principales características de las regiones hidrológicas y sus cuencas:

Tabla 9. Regionalización hidrológica de aguas superficiales

Región Hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Tipo
RH-3	A.- Baja California Suroeste (Magdalena)	a.- Candelaria	Exorreica
RH-6	A.- Baja California Sureste (La Paz)	a.- Cabo San Lucas	Exorreica
		b.- Río San José	Exorreica
		c.- Río Santiago	Exorreica

Fuente: INEGI

En la zona de análisis son escasas las formaciones de redes hidrográficas bien desarrolladas, derivado de factores tales como: i) clima, ii) tipo de vegetación, iii) propiedades edafológicas, entre otros, que impiden la formación de corrientes perennes. No obstante, cuando se presenta la temporada de lluvias se forman avenidas

intermitentes que permiten la delimitación de las áreas de escurrimiento o cuencas hidrológicas.

Figura 6. Hidrología superficial de la zona de estudio



Fuente: INEGI

La RH-6 está subdividida en tres subcuencas a saber:

La subcuenca “A” que forma el Valle de Cabo San Lucas, con una superficie de aportación de 275.1 km², delimitada al Norte y al Oeste por la cuenca hidrológica Migriño, al Este por la cuenca hidrológica San José del Cabo, y al Sur por el Océano Pacífico¹.

La subcuenca “B” corresponde al Valle de San José, siendo el río del mismo nombre la corriente principal que tiene su origen entre la Sierra de San Lorenzo y la Sierra del Venado, frente al Cerro de San Matías. Corre de norte a sur hasta su desembocadura en el Estero San José.

Dicha subcuenca hidrológica tiene una superficie de aportación de 1,649.5 km² y se encuentra delimitada al Norte por la cuenca hidrológica Santiago, al Este por la cuenca hidrológica Cabo Pulmo, al Sur por el Océano Pacífico, y al Oeste por las cuencas hidrológicas Pescaderos, Plutarco Elías Calles, Migriño y San Lucas.

¹ ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios de disponibilidad media anual de las aguas superficiales en las cuencas hidrológicas San Lucas, San José del Cabo, Cabo Pulmo, Santiago, San Bartolo Los Planes, La Paz, El Coyote, Alfredo B. Bonfil, Tepentú, Loreto, San Juan B. Londo, Rosarito y Bahía Concepción, mismos que forman parte de la región hidrológica número 6 Baja California Sureste, publicado por la CONAGUA, Diario Oficial de la Federación, 19 de septiembre de 2007.

Se trata de una corriente intermitente, cuyo cauce principal tiene una longitud aproximada de 73 km, permaneciendo seco la mayor parte del año. La mayor cantidad de escurrimientos tributarios se presentan por la margen derecha del Río San José. Cerca de su desembocadura al estero, el cauce pierde sus bordes extendiéndose sobre un área aproximada de 1 km de ancho, inundando esta extensión en época de avenidas extraordinarias.

El Arroyo San José es una de las principales fuentes de abastecimiento de agua potable, a través de la batería de pozos existentes. Corre de norte a sur y recibe por su margen derecha a los arroyos Miraflores, Caduaño, La Palma, San Miguelito, San Lázaro, Santa Anita y El Saltillo. Su margen izquierda no recibe tributarios de importancia, corresponde a la vertiente occidental de la Sierra del Venado, formada por rocas impermeables de un complejo ígneo intrusivo metamórfico. En la parte occidental tiene amplias terrazas de aluviones de características semipermeables.

Por lo que respecta a la subcuenca “C” del Valle de Santiago, posee una superficie de aportación de 1,039.8 km² y se encuentra delimitada al Norte por la cuenca hidrológica de San Bartolo, al Este por la cuenca hidrológica de Cabo Pulmo, al Sur por la cuenca hidrológica San José del Cabo, y al Oeste por las cuencas hidrológicas La Matanza y Pescaderos. La cuenca del Río Santiago es la base para el suministro a toda la región Este del Municipio de Los Cabos.

El régimen de cada arroyo o corriente de agua depende de la distribución espacial y temporal de las precipitaciones, así como de las características morfológicas de la respectiva cuenca, que en la mayoría de los casos es de tipo intermitente. De acuerdo a información oficial (SARH, 1991), en la zona de estudio un porcentaje muy alto de la precipitación pluvial retorna a la atmosfera por evaporación.

Algunas estimaciones realizadas indican en los años de precipitación media o baja el nivel de evaporación es de 90 – 95% del volumen precipitado y el resto escurre superficialmente o ingresa al subsuelo. En lluvias extraordinarias, la evaporación se reduce, estimándose valores de 60 – 80%. En la Tabla siguiente se presenta la información de los principales cauces en la zona de estudio:

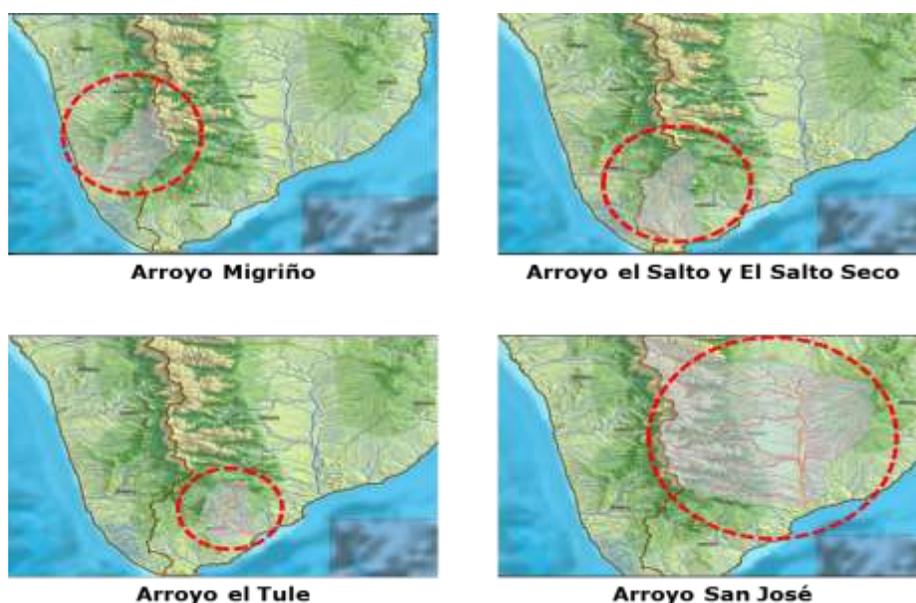
Tabla 10. Indicadores de los cauces principales en la zona de estudio

Indicador	Arroyo Migriño	Arroyo El Salto	Arroyo El Tule	Arroyo San José
Subcuenca	RH03Aa	RH06Aa	RH06Ab	RH06Ac
Elev. Máx (m)	1,218	893	560	1,479
Elev. Media (m)	609	446	280	740
Elev. Min (m)	0	0	0	0
Long. (m)	34,596	30,162	23,266	77,198
Pendiente Med.	3.5177 %	2.9606 %	2.4069 %	1.9145 %

Tiempo Concentración (minutos)	218.06	211.62	186.78	517.21
Área Drenada (Ha)	20,143	19,019	11,103	125,501
Coef. Escurrimiento	0.10	0.10	0.10	0.10
Precip. Media (mm)	210	210	296.8	288
Vol. Medio Anual Escurrimiento (Mm3/año)	4.2	4.0	3.3	36.1

Fuente: SIATL-INEGI

Figura 7. Localización de los cauces principales en la zona de estudio



Fuente: SIATL-INEGI

Aunque las lluvias son de escasa duración, contribuyen de manera importante a la recarga de los acuíferos por la infiltración de la lluvia a través de los suelos permeables que se encuentran en los lechos de los arroyos.

Las condiciones climáticas anteriormente expuestas, principalmente en lo que se refiere al bajo nivel de precipitación, inciden negativamente en el potencial de aprovechamiento de aguas superficiales en el Municipio de Los Cabos.

Aguas Subterráneas

La evolución geológica de la zona de estudio propicio la formación de acuíferos de extensión superficial y espesor relativamente reducidos, que al conjugarse con las condiciones climáticas de baja precipitación pluvial y altas tasas de evaporación, se tiene

como resultado una recarga de aguas subterráneas relativamente lenta. En la región de Los Cabos, el agua del subsuelo representa una de las principales fuentes de agua que da sustento al desarrollo de la zona.

La zona de estudio se ubica en la región hidrológico-administrativa “Península de Baja California”, los acuíferos más cercanos a la zona y sus principales atributos son:

Tabla 11. Acuíferos de la zona de estudio y su Disponibilidad Media Anual

(Cifras en Mm³/año)

Clave	Acuífero	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	Déficit
0316	Migriño	0.9	0.6	0.292000	0.3	0.008000	0.000000
0317	Cabo San Lucas	2.7	2.2	5.111382	0.7	0.000000	-4.611382
0319	San José del Cabo	35.9	10.8	27.723013	29.0	0.000000	-2.623013

Fuente: DOF 20 de abril de 2015.

Figura 8. Localización de acuíferos próximos a la zona de estudio



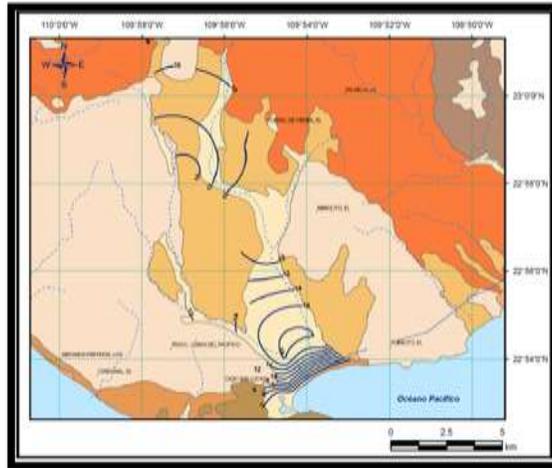
estudio

Fuente: Conagua (<https://datos.gob.mx/busca/dataset/delimitacion-de-acuiferos-de-conagua>)

Para la determinación de la disponibilidad de agua en el Acuífero 0317.- Cabo San Lucas, la CONAGUA publicó que dicho acuífero presentó en 2010 valores de profundidad del nivel estático de entre 2 y 18 m, aumentando gradualmente de la zona costera hacia las estribaciones de las sierras que delimitan el acuífero, conforme se asciende topográficamente.

Los valores más someros se ubican en la parte baja (zona hotelera); en tanto que los más profundos se registran en los poblados El Tezal y Los Llanitos.

Figura 9. Profundidad (m) del nivel estático Acuífero 0317 Cabo San Lucas (2010)

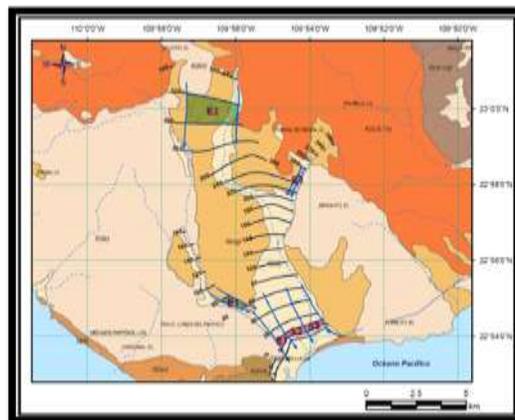


Fuente: CONAGUA.

Por lo que respecta a la elevación del nivel estático, el acuífero 0317 presentó en 2010 valores de entre 2.5 y 360 m, los valores más bajos se localizan en la porción costa, desde donde se incrementan gradualmente por efecto de la topografía hacia la porción septentrional, mostrando de esta manera una dirección preferencial del flujo subterráneo de norte a sur en la zona de Cabo San Lucas.

Las configuraciones de elevación del nivel estático no demuestran alteraciones del flujo natural del agua subterránea que indiquen la presencia de conos de abatimiento causados por la concentración de aprovechamientos (pozos).

Figura 10. Elevación del nivel estático Acuífero 0317 Cabo San Lucas (2010)



Fuente: CONAGUA.

En 2010, la CONAGUA realizó estudios de campo para analizar la hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea del acuífero 0317, en donde se observó de manera general que las concentraciones de los diferentes iones y elementos no sobrepasan los límites máximos permisibles establecidos por la NOM, para los diferentes usos. En ese

entonces, la concentración de sólidos totales disueltos (STD) presentaba valores de 135 a 552 ppm, que no sobrepasaban el límite máximo permisible de 1000 ppm establecido en la NOM-127-SSA1-1994. Las menores concentraciones se registraban en los aprovechamientos localizados hacia partes topográficamente más altas. Con respecto a las concentraciones de elementos mayores por ion dominante, se identificó como familia dominante Clorurada-Sódica.

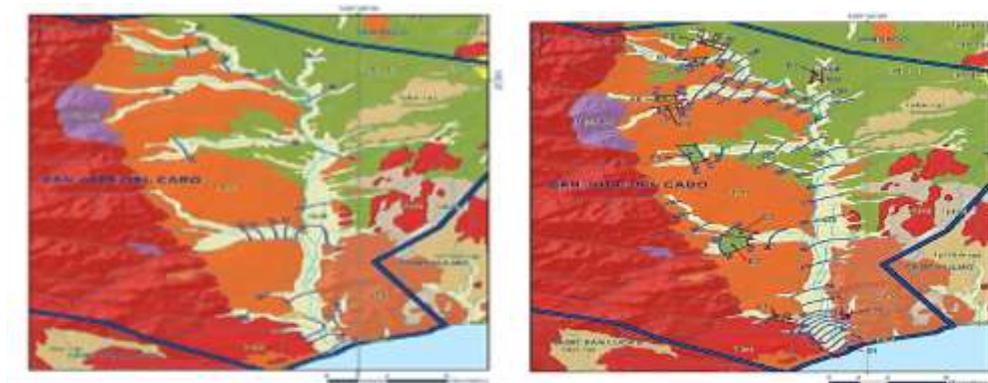
Asimismo, conforme a la información de CONAGUA 2010, se identificó la existencia de 48 aprovechamientos, 13 son pozos y 35 norias, de los cuales 37 estaban activos (12 pozos y 25 norias) y 11 inactivos (1 pozo y 10 norias).

El volumen de extracción se estima en 0.7 Mm³/año, de los cuales 0.35 Mm³ (50%) se estiman a uso público-urbano, 0.20 Mm³ (29%) para el abastecimiento de servicios, 0.1 Mm³ (14%) para cubrir las necesidades de la actividad pecuaria, 0.03 Mm³ (4%) para el uso doméstico y los 0.02 Mm³ restantes (3%) para actividades industriales.

Por lo que se refiere al Acuífero 0319.- San José del Cabo, la configuración de profundidad del nivel estático para el 2011 mostraba valores que varían de 2.0 a 25.0 m, por efecto de la topografía, incrementándose desde las inmediaciones de la zona costera, a lo largo del cauce del arroyo San José. La zona de menor profundidad al nivel del agua se registra en uno de los pozos agua potable del OOMSAPASLC que abastece a la localidad de San José del Cabo, que se localiza cerca de la desembocadura del arroyo San José, mientras que los valores de mayor profundidad se localizan sobre el cauce del arroyo San Miguelito, aproximadamente a 4 km al oeste del poblado Santa Anita.

La configuración de elevación del nivel estático para el 2011, los valores varían de poco menos de 1 msnm hasta los 250 msnm. Se observa claramente el efecto de la topografía, con los valores más bajos hacia la planicie costera y los valores más altos en la porción oeste del acuífero, conforme se asciende topográficamente a lo largo del curso del arroyo San José, mostrando de esta manera que la dirección preferencial del flujo subterráneo de norte a sur hasta descargar en el Océano Pacífico. La configuración de la elevación del nivel estático permite evidenciar que el flujo subterráneo no ha sufrido modificaciones causadas por la concentración de pozos o del bombeo.

Figura 11. Profundidad (m) y Elevación (msnm) del nivel estático Acuífero 0319 San José del Cabo (2011)



Fuente: CONAGUA.

En cuanto a la calidad del agua del Acuífero 0319, de acuerdo a estudios previos realizados por la CONAGUA (1990 – 2011), se determina que las concentraciones de Sólidos Totales Disueltos (STD) son menores a 600 ppm, que no sobrepasan el límite máximo permisible de 1000 ppm establecido la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 de STD para el agua destinada al consumo humano.

Las familias del agua predominantes son bicarbonatada cálcica, bicarbonatada sódica y bicarbonatada mixta. En todos los casos, representan agua de reciente infiltración, con periodos de residencia muy cortos.

De acuerdo con los resultados del censo realizado por la CONAGUA en el 2011, se registró la existencia de 406 aprovechamientos, de los cuales 55 son pozos 345 norias y 6 manantiales. Del total de aprovechamientos, 266 se encuentran activos y 140 inactivos.

El volumen de extracción calculado asciende a 29.0 hm³ anuales, de los cuales 22.0 hm³ (75.9%) se destinan al uso público-urbano, 6.0 hm³ (20.7%) para uso agrícola, 0.5 hm³ (1.7%) de servicios, y los 0.5 hm³ restantes (1.7%) para uso pecuario-doméstico.

El acuífero San José sigue siendo la principal fuente de abastecimiento de agua potable para la zona urbana de Cabo San Lucas – San José del Cabo y de acuerdo a la última actualización de su disponibilidad presenta actualmente un déficit de 2.6 Mm³/año, lo que representa una amenaza desde la perspectiva ambiental, como para el desarrollo urbano en la zona de estudio.

Es importante señalar que el 6 de julio de 1954, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Decreto Presidencial que establece la veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la región meridional del territorio de Baja California Sur.

El decreto en cuestión restringe el alumbramiento de aguas del subsuelo en la región

geográfica que se muestra en la siguiente figura, a excepción de usos domésticos. La restricción también se considera sobre cualquier modificación a los títulos existentes. Cualquier aprovechamiento de aguas subterráneas queda condicionado a la obtención del permiso correspondiente por parte de la CONAGUA, la que sólo lo expedirá en los casos en los que los estudios correspondientes indiquen que no se causarán daños o afectaciones.

Figura 12. Delimitación geográfica de la zona de veda para alumbramiento de aguas de subsuelo en B.C.S.



Zona de Veda DOF 1954


Fuente: CONAGUA

Por lo antes expuesto, se tiene que las únicas fuentes de abastecimiento disponibles en el municipio de Los Cabos son las subterráneas, y no existe la posibilidad de aumentar la capacidad de producción de agua potable mediante nuevos aprovechamientos de agua subterránea y/o superficial.

Situación Actual de la Eficiencia Física

La eficiencia física en una red está determinada por la relación que existe entre el volumen de agua facturada y el volumen de agua producida. Generalmente se expresa en porcentaje, y es un indicador de su aprovechamiento. Un porcentaje bajo de este indicador está directamente relacionado con altos índices de pérdidas o agua no contabilizada.

El sistema de agua potable de Los Cabos puede ser desagregado en los subsistemas que conforman las ciudades de San José del Cabo y Cabo San Lucas, es por ello que se decidió realizar el análisis de manera individual.

Para San José del Cabo se registró en 2016 una producción promedio de 276.83 l/s de la batería de pozos del Acueducto I, más la aportación de un caudal promedio de 436.01 l/s de los pozos del Acueducto II, más 5.32 l/s de aportación promedio de otros 2 pozos profundos, por lo que la producción total ascendió a 718.15 l/s. Para obtener el volumen

de entrada a la ciudad de San José del Cabo es necesario restar el volumen que es transferido para el abastecimiento de Cabo San Lucas, lo cual se realiza a través de los Acueductos I y II que conducen en paralelo desde el Rebombeo Palmilla hasta la llegada al cárcamo Twin Dolphin, el cual registró en 2016 un caudal promedio de 108.59 l/s. Con base a lo anterior el caudal neto de entrada al subsistema de San José del Cabo es el siguiente:

Tabla 12. Balance de producción Subsistema de San José del Cabo (Situación Actual)

Concepto	Volumen anual (m ³ /año)	Caudal Promedio (LPS)
Producción interna (Pozos del Acueducto I)	(+) 8,730,003	(+) 276.83
Producción interna (Pozos del Acueducto II)	(+) 13,749,920	(+) 436.01
Producción interna (Pozos Las Huertas N°3 y Las Animas N°2)	(+) 167,715	(+) 5.32
Subtotal producción San José del Cabo	(=) 22,647,638	(=) 718.15
Transferencia a Subsistema Cabo San Lucas	(-) 3,424,570	(-) 108.59
Balance Total San José del Cabo	(=) 19,223,068	(=) 609.56

Fuente: OOMSAPASLC 2016.

Con base en el balance anterior, es posible afirmar que el volumen de entrada al subsistema de San José del Cabo es de 19,223,068 m³/año, de los cuales el OOMSAPASLC facturó sólo 12,506,122 m³/año, por lo tanto la eficiencia física a 2016 fue de 65.06%; es decir que el agua no contabilizada (ANC) es de un 34.94% del caudal de entrada al subsistema.

Tabla 13. Situación actual de la eficiencia física – Subsistema San José del Cabo

Volumen de Entrada al Subsistema (m ³ /año)	Caudal Promedio de Entrada (LPS)	Volumen Facturado (m ³ /año)	Pérdidas Totales (m ³ /año)	Caudal Promedio de Pérdidas (LPS)	Eficiencia Física (%)
19,223,068	609.56	12,506,122	6,716,947	212.99	65.06%

Fuente: OOMSAPASLC 2016.

Por lo que respecta a Cabo San Lucas, en 2016 se registró una producción promedio de 168.02 l/s provenientes de la Planta Desaladora, más la transferencia de agua en bloque proveniente de los Acueductos I y II de 108.59 l/s, más 51.51 l/s de producción promedio del pozo N° 4 Villas del Palmar. El subsistema de Cabo San Lucas no tiene transferencia hacia otras localidades, por lo tanto su balance hidráulico es el siguiente:

Tabla 14. Balance de producción Subsistema de Cabo San Lucas (Situación Actual)

Concepto	Volumen anual (m ³ /año)	Caudal Promedio
----------	-------------------------------------	-----------------

		(LPS)
Producción interna (Producción de la Planta Desaladora)	(+) 5,298,724	(+) 168.02
Producción interna (Pozos N° 4 Villas del Palmar)	(+) 1,624,469	(+) 51.51
Subtotal producción Cabo San Lucas	(=) 6,923,193	(=) 219.53
Importación de agua de Acueductos I y II	(+) 3,424,570	(+) 108.59
Balance Total Cabo San Lucas	(=) 10,347,763	(=) 328.13

Fuente: OOMSAPASLC 2016.

Con base en el balance anterior, es posible afirmar que el volumen de entrada al subsistema de Cabo San Lucas es de 10,347,763 m³/año, de los cuales el OOMSAPASLC facturó sólo 6,355,179 m³/año, por lo tanto la eficiencia física a 2016 fue de 61.42%; es decir que es decir que el agua no contabilizada (ANC) es de un 38.58% del caudal de entrada al subsistema.

Tabla 15. Situación actual de la eficiencia física – Subsistema Cabo San Lucas

Volumen de Entrada al Subsistema (m ³ /año)	Caudal Promedio de Entrada (LPS)	Volumen Facturado (m ³ /año)	Pérdidas Totales (m ³ /año)	Caudal Promedio de Pérdidas (LPS)	Eficiencia Física (%)
10,347,763	328.13	6,355,179	3,992,583	126.60	61.42%

Fuente: OOMSAPASLC 2016.

Estos índices se encuentran dentro del rango de pérdidas a nivel nacional, el cual oscila entre el 30% y 50%² del volumen de suministro, sin embargo la eficiencia física del OOMSAPASLC se encuentra muy por debajo en comparación a los principales organismos operadores en la región noroeste del país, donde existe mayor escasez de recursos hídricos.

Tabla 16. Comparativa de eficiencia física en la región noroeste de México

Lugar a Nivel Nacional	Ciudad	Eficiencia Física (%)
1	Tecate, Baja California	89.02%
4	Mexicali, Baja California	84.19%
6	Ensenada, Baja California	82.57%
7	Tijuana, Baja California	80.17%
15	Novolato, Sinaloa	70.00%

Fuente: PIGOO. IMTA.(www.pigoo.gob.mx)

Como se puede observar, actualmente el OOMSAPASLC no es un organismo operador de agua potable eficiente comparado con otros organismos de la región noroeste, en donde se tiene una mayor escasez de recursos hidrológicos. De manera agregada, sus

² Programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores (PIGOO) actualizado al 09 de septiembre de 2014 del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).

pérdidas físicas ascienden a 10.71 hm³ por año, lo que representa no solamente fugas, sino también un mayor desgaste y uso de toda la infraestructura involucrada en la producción y distribución de agua potable, mayores costos operativos y de mantenimiento.

En la actualidad el costo promedio de producción del OOMSAPASLC asciende a 12.21 \$/m³, el cual se ve influenciado por el alto costo del agua que proviene de la planta Desaladora de aproximadamente 22.75 \$/m³, a pesar de que hoy en día, el agua desalada únicamente representa el 13% del volumen total suministrado al sistema.

Este punto es de suma relevancia, toda vez que las futuras fuentes de abastecimiento de agua potable para el OOMSAPASLC muy probablemente estarán limitadas a la desalación de agua de mar, por lo que entre mayor sea su proporción respecto al total del volumen producido por el organismo operador, mayor será el costo promedio de producción (\$/m³), y por ende cada metro cúbico de fugas representará un mayor costo social.

Tabla 17. Situación actual de la eficiencia física

Subsistema del OOMSAPASLC	Volumen de Producción (m3/año)	Volumen Facturado (m3/año)	Pérdidas Totales (m3/año)	Eficiencia Física (%)
San José del Cabo	19,223,068	12,506,122	6,716,947	65.06%
Cabo San Lucas	10,347,763	6,355,179	3,992,583	61.42%
Total	29,570,831	18,861,301	10,709,530	63.78%

Fuente: OOMSAPASLC

Lo anterior representa una problemática significativa para el organismo en temas de finanzas, sobreexplotación de acuíferos, oferta, costos sociales, molestias a la población, entre otros.

Situación Actual Red de Distribución

La red de distribución es la parte del sistema de agua potable con mayor dificultad para operar. Para tener un mejor control del agua en una red de distribución es necesario conocer cómo ingresa, las salidas o sitios de transferencia y cómo se distribuye en la red secundaria.

Actualmente, en ambos subsistemas de Los Cabos la red de distribución se encuentra interconectada hidráulicamente, a la fecha no se ha construido sector hidrométrico alguno, ni en San José del Cabo, ni en Cabo San Lucas, por lo que no se tiene certeza del comportamiento del agua dentro de la red y de su movimiento entre las diversas zonas o colonias que cuentan con cobertura del OOMSAPASLC, Tampoco es posible delimitar zonas de influencia de tanques, rebombes o pozos de abastecimiento, no se

tiene mediciones de caudal, ni presión, ni en la red de distribución, ni en la totalidad de las fuentes activas. Debido a la falta de sectorización en la red y a la ausencia de válvulas reguladoras, no se tiene control sobre la variación de presión. Esto último incide directamente y de manera significativa en el caudal promedio de fugas.

Al no contar con zonas hidráulicas independientes (sectores hidrométricos) no se tiene flexibilidad en la operación, esto implica que el OOMSAPASLC afecta el suministro de grandes zonas cuando requiere realizar la reparación de fugas, afectando el suministro de múltiples usuarios en varias colonias, situación que se evitaría al contar con sectores operando de manera independiente.

En definitiva, la mayor problemática asociada a la falta de sectorización de la red en San José del Cabo y Cabo San Lucas radica en la imposibilidad de implementar un programa estructurado para el control y disminución de pérdidas físicas, pues cada vez que el organismo operador realice esfuerzos por tratar de atacar alguna zona con alta incidencia de fugas, las condiciones hidráulicas dentro de la red no sectorizada se modificarán, propiciando el empeoramiento en zonas o colonias diferentes, ya que todo está interconectado. Asimismo, impide tener certeza del caudal perdido y de la localización de zonas con mayor problema, dado que el sistema tiene un suministro intermitente del agua (tandeo).

Actualmente el subsistema de San José del Cabo cuenta con 31,611 tomas domiciliarias, mientras que el subsistema de Cabo San Lucas registra 36,012 tomas. Dando como resultado 67,623 tomas para el municipio en el año 2016. El tamaño de los sectores está limitado únicamente por el gasto disponible de las captaciones de abastecimiento y la capacidad de regulación de los tanques. No existe límite mínimo, ni máximo preestablecido en cuanto al número de usuarios, área o longitud de red. No obstante, en raras ocasiones se desarrollan en áreas superiores a 300 hectáreas o con un número de usuarios superior a 4,000; del orden de 2,000 tomas es un valor bastante común. Por la magnitud del sistema de agua potable del OOMSAPASLC, se requiere la construcción de 36 sectores hidráulicos. Como se comentó anteriormente, el avance actual en la sectorización de la red es nulo.

Tabla 18. Situación actual de la sectorización de la red de agua potable

Subsistema del OOMSAPASLC	Sectores Construidos Situación Actual	Sectores Operando Situación Actual
San José del Cabo	0	0
Cabo San Lucas	0	0
Total	0	0

Fuente: OOMSAPASLC 2016.

Cabe señalar que los 36 sectores se dan como consecuencia de una estimación con base al número de tomas existentes, por lo que se recomienda que el tamaño de los sectores sea de aproximadamente 2,000 tomas por sector, y de acuerdo a la información de la infraestructura existente tanto en tuberías como en válvulas de seccionamiento.

Situación Actual de la Red de Agua Potable

Las redes de distribución de agua potable tanto en San José del Cabo, como en Cabo San Lucas, presentan problemas de funcionamiento, debido principalmente a las pérdidas o fugas de agua en el sistema de tuberías, las cuales son originadas por diversos factores como son:

- i) Tubería que ha superado su vida útil, propensa a rupturas por incrementos abruptos de presión;
- ii) Desgaste de empaques en válvulas de seccionamiento y accesorios de la red, acelerado por la practica operativa por medio de tandeos, que vacian y llenan la red de distribución;
- iii) Deficiencias en los procedimientos de instalación, como puede ser la escasa profundidad respecto al nivel del terreno natural, lo que provoca daños por cargas excesivas, generadas por vehículos que transitan en la superficie.

Actualmente, la red de tuberías de agua potable del OOMSAPASLC tiene una longitud total de 2,382.3 km, los cuales se distribuyen de la siguiente forma:

Tabla 19. Longitud de red de agua potable por subsistema

Subsistema del OOMSAPASLC	Longitud de la red de agua potable (km)	% Distribución
San José del Cabo	1,204.3	50.6%
Cabo San Lucas	1,178.0	49.4%
Total	2,382.3	100.0%

Fuente: OOMSAPASLC 2016.

La red de agua potable está compuesta por tuberías de diversos materiales, en las zonas de mayor antigüedad existen tubos de fibro cemento y algunos tramos de fierro fundido, mientras que en las colonias y fraccionamientos de más reciente desarrollo se identifican principalmente tuberías de PVC.

Es importante mencionar que las cajas de válvulas existentes se encuentran en mal estado y en una gran cantidad de casos están enterradas y sin el conocimiento de su

ubicación por parte del personal del OOMSAPASLC. No se tiene en ninguno de los subsistemas un plan definido de rehabilitación, reposición o mantenimiento de válvulas y cajas, inclusive ocasionalmente éstas son manipuladas ilegalmente por los mismos usuarios, afectando la distribución de agua potable.

El estado de las redes de agua potable es deficiente, careciendo de las condiciones de seccionamiento, apropiadas para una operación eficiente de la infraestructura, que ayude en la planeación y control de diversos parámetros de interés, entre ellos las fugas que tienen lugar en tuberías y tomas domiciliarias.

Conforme a la información de operación actual del OOMSAPASLC, se estima que las pérdidas físicas (esto incluye las fugas en red y en tomas domiciliarias, dejando fuera lo correspondiente a errores de micromedición, cuota fija y uso clandestino) equivalen al 36.2% del volumen de producción, es decir cerca de 9.2 Hm³ al año. Las condiciones por subsistema se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 20. Pérdidas totales por subsistema

Subsistema del OOMSAPASLC	Pérdidas Totales
San José del Cabo	34.9%
Cabo San Lucas	38.6%
Total	36.2%

Fuente: OOMSAPASLC 2016.

Los porcentajes de pérdidas físicas en tomas, red etc, es el resultado de actividades de campo que se realizaron en el municipio de Los Cabos, al igual para las tomas en buen estado y probables fugas, el cual se encuentra sustentado por la metodología aplicada en un estudio realizado por el IMTA-PSC en el municipio de Los Cabos.

Las redes de agua potable en ambos subsistemas presentan diferentes edades, siendo la de mayor antigüedad la del subsistema de San José del Cabo. Se estima que la tubería en mal estado, generalmente mayor a 30 años, se encuentra en un rango de 20-30% en la zona de estudio. Las condiciones de la tubería en los subsistemas se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 21. Condiciones de la tubería (Red de distribución de agua potable)

Condiciones de tubería (Red)	San José del Cabo	Cabo San Lucas
Tubería en Buen o Regular Estado (Menos de 30 años)	72%	80%
Tubería en Mal Estado (30 años o más)	28%	20%
Total	100%	100%

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC.

En promedio el OOMSAPASLC realiza la reparación de 4,654 fugas al año, por lo que el índice de fuga por km es de aproximadamente 1.95, el cual se asume sin variación para ambos subsistemas.

Tabla 22. Índice de fugas por km

Subsistema del OOMSAPASLC	Fugas / km	Eventos por año
San José del Cabo	1.95	2,353
Cabo San Lucas	1.95	2,301
Total	1.95	4,654

Fuente: OOMSAPASLC 2016.

Los costos de reparación de cada fuga varía de los 5 mil pesos hasta los 16 mil pesos, dependiendo de variables como localización, diámetro y material de la tubería, profundidad de excavación, demolición y reposición de pavimentos, señalización, maquinaria y equipo, mano de obra entre otros.

Situación Actual de las Tomas Domiciliarias

Como se mencionó en el apartado anterior, en la situación actual del OOMSAPASLC aproximadamente una tercera parte del gasto producido se desperdicia en pérdidas físicas, equivalentes a un volumen aproximado de 9.2 Hm³/año, de los cuales se estima que 6.2 Hm³/año (67%) corresponden a fugas en tomas domiciliarias. De acuerdo a las estadísticas de operación, a la fecha se estima que el 34% de las tomas tienen probable fuga.

Tabla 23. Situación actual de las tomas domiciliarias

Subsistema del OOMSAPASLC	Tomas Totales	Tomas en Buen Estado	Tomas con Probable Fuga	% Tomas en Buen Estado	% Tomas con Probable Fuga
San José del Cabo	31,611	20,547	11,064	65%	35%
Cabo San Lucas	36,012	24,128	11,884	67%	33%
Total	67,623	44,675	22,948	66%	34%

Fuente: OOMSAPASLC 2016.

En lo que se refiere a la localización de las fugas en tomas domiciliarias, actualmente en ambas localidades el 90% de las fugas en tomas domiciliarias ocurren en las tuberías (conexión entre la red secundaria y el cuadro medidor), así mismo se tienen altos índices de ocurrencia en las válvulas de paso. Los tipos de fuga predominantes son rajaduras (efecto asociado a la falta de control de presión así como a la operación intermitente en la red de distribución) y mala instalación de medidores. La componente de pérdidas en los accesorios adicionales de las tomas, entre otros, codos y niples, es prácticamente nula en comparación con las restantes.

La situación crítica general relativa a fugas en las tomas de los subsistemas de San José del Cabo y Cabo San Lucas, ocurre en las tuberías de poliducto o polietileno, por rajaduras que se presentan en el material de las mismas. Las causas que lo originan incluyen: mala calidad del material utilizado, existen tomas de gran longitud o a escasa profundidad que son afectadas por la carga vehicular, en algunos casos, la conexión directa a la red primaria (acueductos) induce rotura del material por altas presiones. Dentro de la zona de estudio se llegan a registrar presiones de hasta 7 kg/cm², lo cual está fuera de toda norma de operación.

A continuación se muestran las principales estadísticas de fugas en tomas domiciliarias según su tipo y localización:

Tabla 24. Estadísticas de fugas en tomas domiciliarias en San José del Cabo

Subsistema San José del Cabo			
Tipo de Fugas	%	Localización de la Fuga	%
Rajadura	60%	Llave de Paso	16%
Rosca Floja	26%	Tuerca Unión	10%
Rotura	7%	Llave Registro	3%
Llave Rota	1%	Tubería	67%
Corte	4%	Niple	1%
Perforación	2%	Codo	3%
Total	100%	Total	100%

Fuente: OOMSAPASLC 2016.

Tabla 25. Estadísticas de fugas en tomas domiciliarias en Cabo San Lucas

Subsistema San José del Cabo			
Tipo de Fugas	%	Localización de la Fuga	%
Rajadura	62%	Llave de Paso	19%
Rosca Floja	26%	Tuerca Unión	8%
Rotura	6%	Llave Registro	3%
Llave Rota	1%	Tubería	67%
Corte	3%	Niple	1%
Perforación	2%	Codo	2%
Total	100%	Total	100%

Fuente: OOMSAPASLC 2016

Situación Actual de la Telemetría

De acuerdo a la información proporcionada por el OOMSAPASLC, una parte importante de las instalaciones hidráulicas ya contaban con equipamiento telemétrico; sin embargo, actualmente la mayoría de las unidades no se encuentra en funcionamiento por presentar un mal estado de conservación, debido a descomposturas ocasionadas por la

falta de mantenimiento preventivo, o bien, por las afectaciones ocasionadas por el huracán “Odile” que impactó la península de Baja California Sur en septiembre de 2014.

En la actualidad el OOMSAPASLC, reporta un total de 61 instalaciones existentes que requieren ser equipadas con Unidades Terminales Remotas para automatización de equipo electro-mecánico y monitoreo y de los principales parámetros de operación. 36 de estos sitios se encuentran ubicados en el subsistema de San José del Cabo y 25 en Cabo San Lucas, como se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 26. Instalaciones de telemetría funcionando en situación actual

Instalaciones con telemetría instalada y operando	San José del Cabo	Cabo San Lucas
Pozos	0 de 16	0 de 1
Rebombeos y Tanques	0 de 20	0 de 24
Total	0 de 36	0 de 25

Fuente: OOMSAPASLC

Como se menciona en la situación actual de las redes, el OOMSAPASLC tampoco cuenta con la infraestructura necesaria para monitorear la red primaria, lo que le impide tener certeza sobre el comportamiento de caudales y presiones en la red de agua potable, así como el balance hidráulico de ambos subsistemas. Éste es uno de los principales motivos por los que a la fecha ha sido imposible estructurar un adecuado plan para la disminución de pérdidas físicas.

Al no contar con equipo de telemetría en la infraestructura principal del sistema de agua potable, las brigadas de operación y mantenimiento del OOMSAPASLC están obligados a realizar los recorridos rutinarios para operar y monitorear presencialmente el funcionamiento en pozos y rebombeos, principalmente. El control de las funciones hidráulicas y electromecánicas, incluido el paro y arranque de motores, debe realizarse de manera manual. Esto obliga al OOMSAPASLC a tener personal de campo para la atención de las instalaciones consideradas para el proyecto, así como para llevar a cabo la lectura y registro de las respectivas variables de control y supervisión.

Las variables que se verifican de manera presencial son, entre otras; el caudal instantáneo o totalizado, presión en el(los) tren(es) de descarga, tensión (voltaje), corriente (amperaje), nivel de almacenamiento de tanque o cárcamo, flujo de inyección de cloro.

De manera general, es posible afirmar que la operación presencial que se efectúa hoy en día conlleva una serie de desventajas, entre las que destacan; los elevados costos de operación y monitoreo, falta de confiabilidad y continuidad en los registros de las variables críticas de operación, lo cual dificulta el establecimiento de políticas operativas

en cada zona hidráulica conforme a las condiciones de operación, lo que a su vez, repercute en el proceso de toma de decisiones a nivel operativo y gerencial, entorpeciendo cualquier esfuerzo de planeación estratégica que pretenda emprender el organismo operador.

Situación Actual de Micromedición

El padrón de usuarios del OOMSAPASLC al año 2016 se conforma de 67,623 tomas (incluyendo ambos subsistemas), de las cuales 56,343 (83%) son de uso doméstico, 5,901 (9%) son de uso residencial, y las restantes 5,379 (8%) corresponden a usos comerciales e industriales.

Tabla 27. Distribución del padrón de usuarios por tipo de consumo

Subsistema del OOMSAPASLC	Tomas Totales	Tomas Uso Doméstico	Tomas Uso Residencial	Tomas Uso Comercial	Tomas Uso Industrial
San José del Cabo	31,611	27,420	1,777	2,192	221
Cabo San Lucas	36,012	28,922	4,124	2,547	419
Total	67,623	56,343	5,901	4,739	640

Fuente: OOMSAPASLC

De acuerdo con los datos proporcionados por el OOMSAPASLC en 2016, al considerar todos los aparatos medidores instalados se registra actualmente una cobertura de micromedición del 99.75% en San José del Cabo y 99.00% en Cabo San Lucas. Estos niveles son altos, sin embargo al descartar los medidores que están descompuestos y aquellos que presentan errores de exactitud fuera de norma por el deterioro de sus componentes internos obtenemos una cobertura de micromedición real de tan sólo 15%, la cual está muy lejos del nivel requerido y recomendado por las mejores prácticas, la cobertura de micromedición debe ser alrededor del 95%.

Tabla 28. Cobertura de micromedición (Instalada) – Uso Doméstico y Residencial

Subsistema del OOMSAPASLC	Uso Doméstico y Residencial			
	Tomas Totales	Tomas Con Medidor Instalado	Tomas Sin Medidor	% Cobertura Micromedición Instalada
San José del Cabo	29,198	29,128	70	99.76%
Cabo San Lucas	33,046	32,757	289	99.13%
Total	62,244	61,885	359	99.42%

Fuente: OOMSAPASLC 2016

La vida útil de un medidor es aproximadamente de 5 años ya que a partir de este momento la precisión de los mismos comienza a deteriorarse y comienzan a ser más frecuentes las fallas en sus componentes.

Tabla 29. Antigüedad de micromedidores – Uso Doméstico y Residencial

Subsistema del OOMSAPASLC	Uso Doméstico y Residencial					
	Tomas Con Medidor Instalado	Medidores Hasta 5 años	Medidores Entre 6 y 10 años	Medidores Más de 10 años	Medidores con Vida Útil	% Medidores con Vida Útil
San José del Cabo	29,128	4,378	11,619	13,131	4,378	15.03%
Cabo San Lucas	32,757	4,923	13,067	14,767	4,923	15.03%
Total	61,885	9,301	24,686	27,898	9,301	15.03%

Fuente: OOMSAPASLC 2016

Para las conexiones de uso doméstico y residencial en la zona de estudio se identificó, según la fecha de instalación registrada en el padrón de usuarios, que el 84.97% de los micromedidores instalados han superado su vida útil, ya que cuentan con una antigüedad superior a los 5 años. De acuerdo a las pruebas de campo realizadas en una muestra representativa del padrón de usuarios, el OOMSAPASLC pudo establecer que existe una submedición neta del volumen facturado medido. Se estima que las pérdidas asociadas a los errores de micromedición representan cerca de un 3% del volumen de producción, lo cual equivale a 0.8 Hm³/año.

Es importante también considerar que existen colonias localizadas principalmente en el subsistema de Cabo San Lucas, en las que las presiones de operación en la red sobrepasan los 7 kg/cm² en contra de cualquier norma adecuada de operación.

Finalmente, es necesario resaltar el hecho de que la tercera parte de las tomas de uso doméstico está siendo facturada mediante cuota fija debido a que los medidores no funcionan, o bien estos no tienen instalados. De acuerdo con la teoría económica, esta situación propicia que exista un sobreconsumo de agua potable para los usuarios domésticos no medidos.

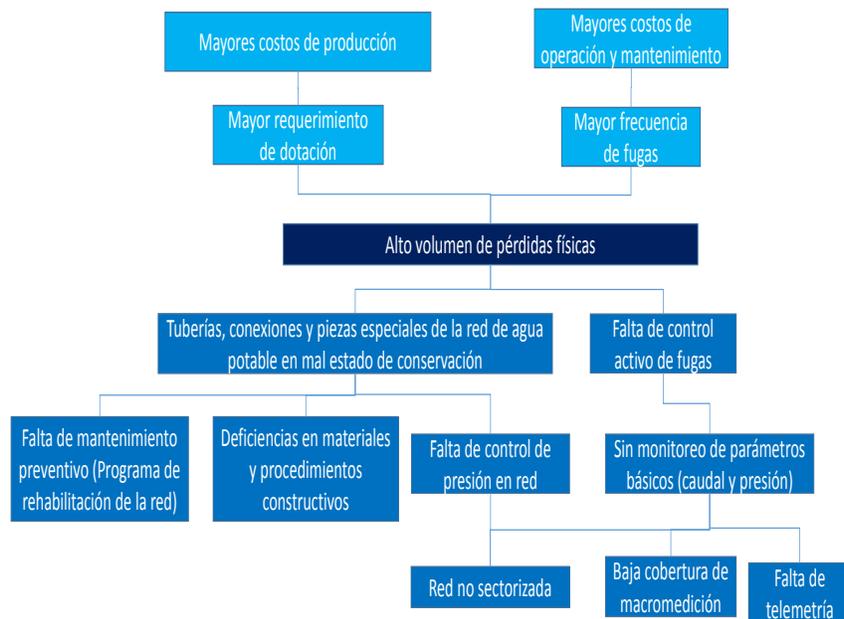
Problemática Identificada

La problemática específica a la que se enfrenta el organismo operador en la actualidad es el bajo nivel de eficiencia física con el que opera el sistema de agua potable, ocasionando el desperdicio de un porcentaje significativo del agua que se ingresa al sistema, situación inadmisible ante el alto grado de restricción con que cuentan los recursos hidrológicos de la región.

Las deficiencias en la red de agua potable de Los Cabos están asociadas principalmente al estado de conservación de la infraestructura hidráulica, ya que una fracción importante ya ha cumplido su vida útil, o bien los procedimientos constructivos y/o los

materiales empleados no han sido los adecuados. Asimismo, los diversos estudios y diagnósticos efectuados sobre el sistema de agua potable de Los Cabos evidencian una falta de control sobre las presiones de trabajo en la red y continuidad del suministro, situación que origina fatiga estructural de los diversos componentes, propiciando un mayor índice de pérdidas. Por lo tanto, la problemática que enfrenta el sistema es significativa y requiere de acciones que permitan disminuir este porcentaje de pérdidas hasta un nivel óptimo, así como establecer un estricto control de los consumos unitarios.

Figura 13. Diagrama de causas-efectos de Pérdidas Físicas



Fuente: Elaboración propia.

De igual forma, es necesario considerar que el estado de obsolescencia del parque de micromedidores impide al OOMSAPASLC el poder cuantificar los consumos reales de los usuarios, lo cual no sólo tiene una repercusión en las finanzas del organismo, sino que también incide en el control de la distribución de agua potable a la ciudadanía, impidiendo determinar los balances hidráulicos (Entradas – Salidas) necesarios para el planteamiento de una estrategia adecuada para atención de fugas.

Figura 14. Diagrama de causas-efectos de Baja Cobertura de Micromedición Efectiva



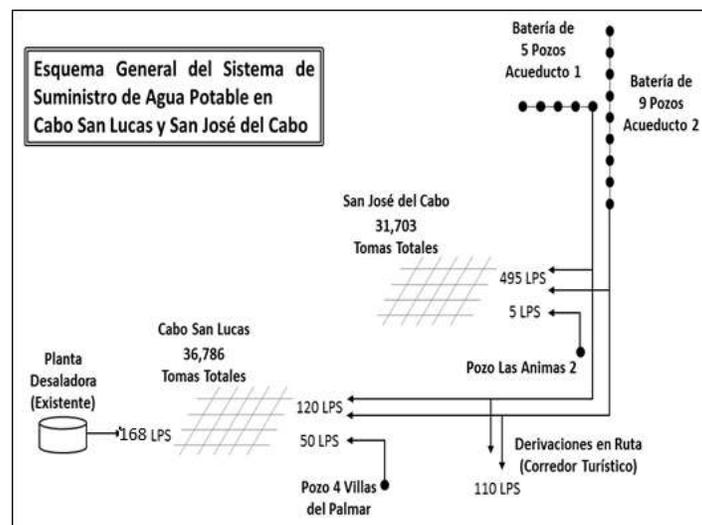
Fuente: Elaboración propia

Análisis de la Oferta e infraestructura existente

El Municipio de Los Cabos se abastece de agua potable primordialmente de pozos profundos, cuyas extracciones se conducen a través de dos acueductos denominados Acueducto I y Acueducto II, que inician en las inmediaciones del aeropuerto internacional de Los Cabos y tienen un desarrollo sensiblemente paralelo a la costa del mar con un trazo contiguo a la carretera transpeninsular en el tramo Santa Anita-Cabo San Lucas.

La oferta de agua potable para ambas localidades se basa principalmente del aprovechamiento de agua subterránea a través de 16 pozos profundos con un gasto medio en conjunto de 758 l/s. Lo anterior se complementa con la producción de la Planta Desaladora existente, con un gasto medio aproximado de 168 l/s., para una producción global 928 l/s en 2015.

Figura 15. Esquema general del sistema de agua potable en Cabo San Lucas y San José del Cabo



Fuente: Elaboración propia con información del OOMSAPASLC

Fuentes Subterráneas

Acuífero San José del Cabo: Se encuentra definido con la clave 0319 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, y se localiza en el extremo sur del Estado de Baja California Sur, entre las coordenadas 23° 01' y 23° 28' de latitud norte y entre los meridianos 109° 32' y 109° 59' de longitud oeste, cubriendo una superficie de 1,284 km².

Limita al norte con el Acuífero Santiago, al este con Cabo Pulmo, al sur con el Acuífero Cabo San Lucas y con el Océano Pacífico; al noroeste el Acuífero el Pescadero y al oeste con Plutarco Elías Calles y Migriño. Geopolíticamente, se encuentra ubicado totalmente dentro del municipio Los Cabos.

Figura 16. Localización del Acuífero San José del Cabo



Fuente: Actualización de la disponibilidad media anual en el acuífero San José del Cabo, B.C.S.

El Acuífero San José del Cabo está administrado por el Organismo de Cuenca “Península de Baja California” de la Conagua, y es jurisdicción territorial de la Dirección Local Baja California Sur, su territorio completo se encuentra vedado y sujeto a las disposiciones del “Acuerdo que establece el Distrito Nacional de Riego de Baja California Sur, declarado de utilidad pública la construcción de las obras que lo forman”, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 2 de julio de 1954. Esta veda se clasifica como tipo III, en la que la capacidad de los mantos acuíferos permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros.

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2013, el municipio de Los Cabos se clasifica como zona de disponibilidad 4. El usuario principal del agua es el público-urbano. El acuífero forma parte del Consejo de Cuenca Baja California Sur instalado el 3 de marzo del 2000 y dentro de este se integra el Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS) San José del Cabo, instalado el 21 de octubre de 1998.

En cuanto a la disponibilidad del acuífero, existe una recarga media anual de 35.9 Mm³/año con una descarga natural comprometida de 10.8 Mm³/año con un volumen concesionado de 27.72 Mm³/año, un volumen de extracción de agua consignado en estudios técnicos de 29 Mm³/año, sin existir una disponibilidad media anual de agua subterránea. Estos datos arrojan un déficit de -2.62 Mm³/año, razón por la cual no existe volumen disponible para nuevas concesiones en este acuífero.

Tabla 30. Disponibilidad en el acuífero San José del Cabo

Clave	Acuífero	Recarga media anual (Mm ³)	Descarga natural comprometida (Mm ³)	Volumen concesionado de agua subterránea (Mm ³)	Volumen de extracción consignado en estudios técnicos (Mm ³)	Disponibilidad media anual de agua subterránea (Mm ³)	Déficit (Mm ³)
0319	San José del Cabo	35.9	10.8	27.726013	29	0.00	-2.626013

Fuente: Publicado por la CONAGUA en el Diario Oficial de la Federación, de fecha 20 de abril de 2015

Acuífero Cabo San Lucas: Se encuentra definido con la clave 0317 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo de Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se ubica en la porción sur del estado de Baja California Sur, entre los paralelos 22° 52' y 23° 07' de latitud norte y los meridianos 109° 42' y 110° 05' de longitud oeste; abarcando una superficie de 515 km².

Limita al norte con los acuíferos San José del Cabo y Migriño y al este, sur y oeste con el Océano Pacífico. Geopolíticamente se encuentra ubicado en su totalidad en el municipio Los Cabos.

Figura 17. Localización del Acuífero Cabo San Lucas



Fuente: Actualización de la disponibilidad media anual en el acuífero San José del Cabo, B.C.S.

El acuífero es administrado por el Organismo de Cuenca Península de Baja California y es jurisdicción territorial de la Dirección Local en Baja California Sur de la Conagua, Su territorio se encuentra sujeto a las disposiciones del Decreto que establece veda por

tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la región meridional del territorio sur de Baja California, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 06 de julio de 1954. Esta veda se clasifica como tipo III, que permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros.

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2010, el municipio Los Cabos se clasifica como zona de disponibilidad 4.

En el acuífero no existe Distrito o Unidad de Riego alguna, ni se ha constituido a la fecha Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS).

En cuanto a la disponibilidad del acuífero, se tiene que existe una recarga media anual de 2.7 Mm³, con una descarga natural comprometida de 2.2 Mm³, un volumen concesionado de 5.11 Mm³, un volumen de extracción de agua consignado en estudios técnicos de 0.7 Mm³, sin existir una disponibilidad media anual de agua subterránea. Estos datos arrojan un déficit de -4.61 Mm³, por lo que no existe volumen disponible para nuevas concesiones en este acuífero.

Tabla 31. Disponibilidad en el acuífero Cabo San Lucas

Clave	Acuífero	Recarga media anual (Mm ³)	Descarga natural comprometida (Mm ³)	Volumen concesionado de agua subterránea (Mm ³)	Volumen de extracción consignado en estudios técnicos (Mm ³)	Disponibilidad media anual de agua subterránea (Mm ³)	Déficit (Mm ³)
0317	Cabo San Lucas	2.7	2.2	5.111382	0.7	0.00	-4.611382

Fuente: Publicado por la CONAGUA en el Diario Oficial de la Federación, de fecha 20 de abril de 2015

Como se puede apreciar, las fuentes de abastecimiento son insuficientes para cubrir la demanda actual y futura de la Ciudad de Cabo San Lucas, debido a que los acuíferos se encuentran sobre explotados.

Por lo que respecta a la operación del sistema de agua potable para Cabo San Lucas, ésta puede ser agrupada en dos subsistemas de abastecimiento:

- i) Subsistema de San José del Cabo.
- ii) Subsistema de Cabo San Lucas.

A continuación, se describirá la infraestructura hidráulica de ambas Localidades.

i) **Subsistema de San José del Cabo:**

Es el de mayor tamaño en cuanto a número de instalaciones y extensión territorial, se sustenta fundamentalmente en la batería de pozos que alimentan los Acueductos I y II, así como en varios rebombes y tanques que abastecen a las colonias de San José del Cabo. Como se mencionó anteriormente, el caudal excedente una vez atendida la

demanda de San José del Cabo, es conducido hasta Cabo San Lucas para completar la oferta de dicha ciudad.

La localización georeferenciada de las principales instalaciones que comprende éste subsistema es la siguiente:

Tabla 32. Instalaciones del subsistema de San José del Cabo

Tipo de Instalación	Nombre	Latitud	Longitud	Capacidad
Pozo	1 – Acueducto 1	23.176329	-109.694987	55.46 l/s
Pozo	2 – Acueducto 1	23.154284	-109.698673	58.78 l/s
Pozo	3 – Acueducto 1	23.138686	-109.701273	54.59 l/s
Pozo	4 – Acueducto 1	23.124733	-109.705474	49.84 l/s
Pozo	5 – Acueducto 1	23.168760	-109.701567	52.87 l/s
Pozo	1 – Acueducto 2	23.189487	-109.696590	59.53 l/s
Pozo	2 – Acueducto 2	23.198737	-109.696796	34.04 l/s
Pozo	3 – Acueducto 2	23.213628	-109.696828	49.45 l/s
Pozo	4 – Acueducto 2	23.176317	-109.712120	53.65 l/s
Pozo	5 – Acueducto 2	23.177214	-109.720972	58.33 l/s
Pozo	6 – Acueducto 2	23.175275	-109.738397	44.23 l/s
Pozo	7 – Acueducto 2	23.163614	-109.697900	46.82 l/s
Pozo	8 – Acueducto 2	23.159046	-109.697502	21.69 l/s
Pozo	9 – Acueducto 2	23.173155	-109.702598	59.88 l/s
Pozo	10 – Acueducto 2	23.110073	-109.700729	0.00 l/s
Pozo	Animas 2	23.076437	-109.686593	4.33 l/s
Rebombeo	Cereso	23.183353	-109.703883	N/D
Rebombeo	Colinas Plus	23.067742	-109.719836	N/D
Rebombeo	Del Rastro	23.232325	-109.736897	N/D
Rebombeo	La Turística	23.051631	-109.703147	N/D
Rebombeo	Monte Real	23.076281	-109.722222	N/D
Rebombeo	Palmilla	23.010597	-109.723728	N/D
Rebombeo	Puerto Nuevo	23.112225	-109.726706	N/D
Rebombeo	Santa Rosa	23.090297	-109.711744	N/D
Rebombeo	Super Manzana 11	23.070231	-109.707156	N/D
Rebombeo	Super Manzana 9	23.056344	-109.704756	N/D
Rebombeo	Vista Hermosa	23.102419	-109.718569	N/D
Rebombeo	Zacatal	23.102508	-109.713567	N/D
Tanque	Elevado Zacatal	23.101515	-109.722916	50 m ³
Tanque	Elevado Santa Rosa	23.090125	-109.711890	50 m ³
Tanque	Pila Supermanzana 11	23.068698	-109.713247	50 m ³
Tanque	Supermanzana 10	23.060561	-109.705461	N/D
Tanque	Pila Supermanzana 10	23.060777	-109.713126	N/D
Tanque	Pila Supermanzana 9	23.053923	-109.710889	N/D
Tanque	La Turística	23.051462	-109.701892	192 m ³
Tanque	Elevado Cereso	23.229968	-109.744603	N/D
Tanque	Pila 8 de Octubre	23.056654	-109.701993	N/D
Tanque	Elevado Costa Dorada	23.167734	-109.714455	N/D
Tanque	Elevado Vista Hermosa	23.098766	-109.730952	300 m ³
Tanque	Elevado Vista Hermosa bis	23.102076	-109.718432	N/D

Tanque	Pila Monte Real	23.077179	-109.730555	N/D
Tanque	Pila Animas Bajas	23.076949	-109.682800	N/D
Tanque	Pila Animas Bajas bis	23.074776	-109.676228	N/D

Fuente: OOMSAPASLC

Las fuentes de abastecimiento activas en San José del Cabo se integra por 15 pozos profundos, los cuales se componen básicamente de 2 sistemas de abastecimiento: Acueducto I con 5 pozos y Acueducto II con 9 pozos.

Por otra parte, y de manera individual, el pozo Las Animas N° 2 suministra a las zonas de las Ánimas Bajas y Ánimas Altas en la conurbación de San José del Cabo. Todas estas fuentes de abastecimiento explotan el acuífero 0319.- San José del Cabo.

La antigüedad de los pozos es variable, debido a que fueron construidos de acuerdo a las necesidades que se iban presentando. Los 5 pozos que fueron perforados para alimentar el Acueducto I, se construyeron en 1976, de los cuales los pozos 1, 2 y 5 han tenido que ser sustituidos debido a las crecidas del río. Por su parte, los 9 pozos que alimentan al Acueducto II, tienen una antigüedad aproximada de 25 años.

En 2007 se realizó la renovación integral del equipo de bombeo para los pozos 1, 2, 3, 4, 5 y 6 del Acueducto II y de los pozos 1, 2, 3, 4 y 5 del Acueducto I, además en el mismo año fue construido el pozo N° 10-2, en las cercanías de la colonia el Zacatal, que se conecta al Acueducto II. Algunos de los pozos no están conectados al acueducto al que fueron designados originalmente, debido a las afectaciones ocasionadas por algunos fenómenos meteorológicos, los ductos originales fueron destruidos y por cuestiones prácticas fueron conectados a la línea del acueducto más cercano como es el caso del pozo 8-2 que originalmente pertenecía al Acueducto II, pero actualmente está conectado al Acueducto I.

Figura 18. Ubicación de las instalaciones del subsistema de San José del



Fuente: OOMSAPASLC

A continuación, se presenta el registro histórico de volúmenes extraídos de la batería de pozos de los Acueductos I y II, así como de los pozos independientes:

Tabla 33. Producción anual en (m3/año) pozos del Acueducto I

Año	Pozo N° 1	Pozo N° 2	Pozo N° 3	Pozo N° 4	Pozo N° 5	Subtotal Pozos Acueducto I
2005	1,877,170	2,096,515	1,464,254	1,448,078	1,752,117	8,638,134
2006	1,914,506	1,902,132	2,033,640	1,646,784	1,766,765	9,263,827
2007	1,422,040	1,982,785	2,080,512	1,018,668	1,902,055	8,406,060
2008	1,686,716	1,644,654	1,974,168	709,504	1,948,533	7,963,575
2009	1,693,813	1,945,620	2,039,544	1,576,800	1,652,045	8,907,822
2010	1,718,849	1,914,341	1,918,424	1,279,967	1,804,303	8,635,884
2011	1,830,340	2,010,308	1,682,202	1,856,615	1,788,499	9,167,965
2012	1,839,974	1,850,027	1,828,958	1,697,004	1,740,139	8,956,102
2013	1,832,544	1,963,494	1,776,168	1,527,336	1,760,616	8,860,158
2014	1,736,899	1,919,034	1,719,360	1,636,416	1,655,640	8,667,349
2015	1,749,070	1,853,553	1,721,609	1,571,667	1,667,258	8,563,157
2016	1,754,720	1,916,587	1,839,894	1,451,712	1,767,088	8,730,003

Fuente: OOMSAPASLC

Tabla 34. Producción anual (m3/año) de los pozos del Acueducto II

Año	Pozo N° 1	Pozo N° 2	Pozo N° 3	Pozo N° 4	Pozo N° 5	Pozo N° 6	Pozo N° 7	Pozo N° 8	Pozo N° 9	Subtotal Pozos Acueducto II
2005	1,624,125	1,490,366	937,750	1,522,600	1,279,118	1,012,255	802,734	823,334	-	9,492,282
2006	1,978,371	1,556,625	1,023,000	1,514,142	1,394,507	1,000,890	1,616,293	788,957	581,259	11,454,044
2007	1,977,959	1,537,434	1,318,743	1,707,715	1,327,865	1,303,937	1,402,378	1,344,367	2,225,463	14,145,861
2008	2,068,477	1,667,069	1,681,946	1,921,968	1,700,268	1,356,668	1,000,411	1,048,472	2,294,562	14,739,841
2009	2,058,992	1,584,874	1,845,081	1,886,976	1,724,286	1,311,380	1,223,323	979,849	2,166,602	14,781,364
2010	1,941,585	1,567,274	1,361,304	1,710,680	1,485,209	1,197,026	1,209,028	996,996	1,816,972	13,286,073
2011	1,964,500	1,571,070	1,902,754	1,854,668	1,023,861	1,527,746	1,652,193	1,679,722	2,089,840	16,266,355
2012	2,010,532	922,662	1,741,956	1,824,012	1,958,861	1,456,116	1,453,892	1,411,416	1,967,566	14,747,013
2013	1,993,068	999,180	1,649,923	1,720,224	1,888,380	1,472,083	1,449,533	261,540	1,946,880	13,380,811
2014	1,802,052	1,398,564	1,431,364	1,688,580	1,842,282	1,385,856	1,662,941	442,620	1,925,352	13,579,611
2015	1,877,188	1,073,613	1,559,538	1,691,968	1,839,639	1,394,898	1,476,480	684,046	1,888,229	13,485,599
2016	1,936,077	1,397,157	1,495,759	1,731,230	1,678,570	1,310,805	1,359,018	951,029	1,890,272	13,749,920

Fuente: OOMSAPASLC

Tabla 35. Producción anual (m³/año) de los pozos independientes en San José del Cabo

Año	Pozo Las Huertas N° 3	Pozo Las Animas N° 2	Subtotal Pozos Independientes SJC
2005	305,697	170,584	476,281
2006	328,406	179,391	507,797
2007	213,581	197,488	411,069
2008	0	194,075	194,075
2009	0	203,092	203,092
2010	0	188,926	188,926
2011	0	152,752	152,752
2012	0	180,393	180,393
2013	0	179,505	179,505
2014	0	62,184	62,184
2015	0	136,475	136,475
2016	0	167,715	167,715

Fuente: OOMSAPASLC

El total de producción en m³ al año para San José del Cabo se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 36. Volúmenes históricos (m³/año) de producción en San José del Cabo

Año	Subtotal Pozos Acueducto I (m ³ /año)	Subtotal Pozos Acueducto II (m ³ /año)	Subtotal Pozos Acueducto I (m ³ /año)	Total de Producción (m ³ /año)
2005	8,638,134	9,492,282	476,281	18,606,696
2006	9,263,827	11,454,044	507,797	21,225,668
2007	8,406,060	14,145,861	411,069	22,962,989
2008	7,963,575	14,739,841	194,075	22,897,491
2009	8,907,822	14,781,364	203,092	23,892,278
2010	8,635,884	13,286,073	188,926	22,110,882
2011	9,167,965	16,266,355	152,752	25,587,073
2012	8,956,103	14,747,012	180,393	23,883,508
2013	8,860,158	13,380,811	179,505	22,420,474
2014	8,667,349	13,579,611	62,184	22,309,144
2015	8,563,157	13,485,599	136,475	22,185,231
2016- 2031	8,730,003	13,749,920	167,715	22,647,638

Fuente: OOMSAPASLC

Por lo que se refiere a las principales líneas de conducción, el Acueducto I tiene una longitud aproximada de 49.9 km, desde las fuentes de captación hasta Cabo San Lucas, su trazo va paralelo a la carretera transpeninsular. El material del Acueducto fue originalmente asbesto-cemento con diámetros variables de 12" a 18"; no obstante, en 2007 se sustituyeron los 5 km iniciales por tubería de Polietileno de Alta Densidad (PEAD).

Por su parte, el Acueducto II tiene una longitud mayor debido a los dos ramales que conforman la batería de pozos, uno sobre el Arroyo San José y el otro sobre el Arroyo San Lázaro, el material de la tubería es PVC y tiene diámetros de hasta 24”.

Es importante resaltar que a través de estos Acueductos se conduce hasta Cabo San Lucas el remanente del consumo de agua potable desde San José del Cabo para completar el abastecimiento de esa primera localidad, por lo que en la medida que aumente el consumo de agua en San José del Cabo, el remanente que es conducido en la actualidad a Cabo San Lucas irá disminuyendo.

ii) **Subsistema Cabo San Lucas:**

Tabla 37. Instalaciones del subsistema de Cabo San Lucas

Tipo de Instalación	Nombre	Latitud	Longitud	Capacidad
Planta Desaladora	Los Cabos	22.891523	-109.992543	168.02 LPS
Pozo	4 Villas del Palmar	22.898675	-109.897037	51.51 LPS
Rebombeo	Tanque Medio	22.884981	-109.937640	6 LPS@98m
Rebombeo	E.B.1	22.915308	-109.985161	N/D
Rebombeo	E.B.2	22.910760	-109.953284	130LPS@125m
Rebombeo	E.B.3	22.940879	-109.940178	76LPS@165m
Rebombeo	Cabo Baja	22.888580	-109.936338	20 LPS@45m
Rebombeo	Cabo Bello o TD viejo	22.908540	-109.862447	90 LPS@73m 3,000 m3
Rebombeo	Twin Dolphin	22.929265	-109.823598	N/D
Rebombeo	El Tezal	22.904578	-109.890519	12 LPS@30m 40 m3
Rebombeo	Matamoros	22.892794	-109.920136	46 LPS@33m 294 m3
Rebombeo	Tanque 4	22.946303	-109.938209	12 LPS@191m 500 m3
Rebombeo	Casa Blanca	22.906332	-109.944057	N/D
Rebombeo	Lomas del Sol	22.926957	-109.931678	6 LPS@119m 1,000 m3
Tanque	Pila 4 de Marzo	22.889823	-109.927910	716 m3
Tanque	Pila Matamoros	22.890942	-109.922858	N/D
Tanque	Pila de Colinas	22.882405	-109.939546	N/D
Tanque	Tanque 1	22.915308	-109.985161	1,000 m3

Fuente: OOMSAPASLC

El abastecimiento desde los acueductos I y II se realiza a través del rebombeo de Palmilla, (para el acueducto I, y de la caja de transición para el acueducto II) desde donde se conduce hasta el cárcamo Twin Dolphin. A partir de dicho sitio, el Acueducto I continúa en 14” hacia el centro de Cabo San Lucas, mientras que la línea de conducción de 24” conecta con la estación de Cabo Bello, para bombear a la colonia Lomas del Sol y otras en la zona norte de la ciudad. El inicio de operaciones de la Planta Desaladora de Los Cabos fue en 2006, con un gasto de diseño de 200 l/s y un gasto medio de operación de 168 en 2016 l/s

Tabla 38. Volúmenes históricos (m3/año) de producción en la localidad de Cabo San Lucas

Año	Pozos Cabo San Lucas	Desaladora	Total de Producción (m3/año)
2015	5,344,699	1,719,775	7,064,474
2016	5,298,724	1,624,469	6,923,193
2017	5,298,724	1,624,469	6,923,193
2018	5,298,724	1,624,469	6,923,193
2019	5,298,724	1,624,469	6,923,193
2020	5,298,724	1,624,469	6,923,193
2021	5,298,724	1,624,469	6,923,193
2022	5,298,724	1,624,469	6,923,193
2023	5,298,724	1,624,469	6,923,193
2024	5,298,724	1,624,469	6,923,193
2025	5,298,724	1,624,469	6,923,193
2026	5,298,724	1,624,469	6,923,193
2027	5,298,724	1,624,469	6,923,193
2028	5,298,724	1,624,469	6,923,193
2029	5,298,724	1,624,469	6,923,193
2030	5,298,724	1,624,469	6,923,193
2031	5,298,724	1,624,469	6,923,193

Fuente: OOMSAPASLC

Tabla 39. Volúmenes históricos (m3/año) de producción en Los Cabos

Año	Pozos San Jose del Cabo	Pozos Cabo San Lucas	Desaladora	Total de Producción (m3/año)
2015	22,185,231	5,344,699	1,719,775	29,249,705
2016	22,647,638	5,298,724	1,624,469	29,570,831
2017	22,647,638	5,298,724	1,624,469	29,570,831
2018	22,647,638	5,298,724	1,624,469	29,570,831
2019	22,647,638	5,298,724	1,624,469	29,570,831
2020	22,647,638	5,298,724	1,624,469	29,570,831
2021	22,647,638	5,298,724	1,624,469	29,570,831
2022	22,647,638	5,298,724	1,624,469	29,570,831
2023	22,647,638	5,298,724	1,624,469	29,570,831
2024	22,647,638	5,298,724	1,624,469	29,570,831
2025	22,647,638	5,298,724	1,624,469	29,570,831
2026	22,647,638	5,298,724	1,624,469	29,570,831

2027	22,647,638	5,298,724	1,624,469	29,570,831
2028	22,647,638	5,298,724	1,624,469	29,570,831
2029	22,647,638	5,298,724	1,624,469	29,570,831
2030	22,647,638	5,298,724	1,624,469	29,570,831
2031	22,647,638	5,298,724	1,624,469	29,570,831

Fuente: OOMSAPASLC

Análisis de la Oferta: 1. Eficiencia Física

De acuerdo con los caudales de producción y facturación reportados por el OOMSAPASLC en 2016, la oferta actual de la eficiencia física de todo el sistema es del 63.78%, la producción de agua potable en total es de 29.5 Hm³ por año a todo el sistema y existen pérdidas totales del orden de 10.7 Hm³/año, sin embargo, la tendencia actual de dicha eficiencia es decreciente debido a que la vida útil de los componentes de la infraestructura como es la tubería, válvulas y piezas especiales, ha sido rebasada en su mayoría por la vida de trabajo actual de dichos componentes. A continuación se presentan los parámetros para cada subsistema que definen sus componentes de eficiencia física y se definen los componentes totales para determinar la situación global.

Tabla 40. Oferta de eficiencias físicas por subsistema (Situación Actual) 2016

Subsistema del OOMSAPASLC	San José del Cabo	Cabo San Lucas	Total
Volumen de Producción (m3/año)	19,223,068	10,347,763	29,570,831
Volumen Facturado (m3/año)	12,506,122	6,355,179	18,861,301
Pérdidas Totales (m3/año)	6,716,947	3,992,583	10,709,530
Eficiencia Física (%)	65.06%	61.42%	63.78%
Pérdidas Totales (%)	34.94%	38.58%	36.22%
Pérdidas en Tomas (%)	20.34%	22.46%	21.08%
Pérdidas en Red (%)	9.74%	10.75%	10.09%
Pérdidas por Error de Micro medición (%)	2.65%	2.93%	2.75%
Pérdidas por Clandestinaje (%)	2.21%	2.44%	2.29%

Fuente: OOMSAPASLC

La eficiencia física en una red está determinada por la relación que existe entre el volumen de agua facturada y el volumen de agua producida, generalmente se expresa en porcentaje y es un indicador de su aprovechamiento. Un porcentaje bajo de este indicador está directamente relacionado con altos índices de pérdidas o agua no contabilizada y se expresa con la siguiente fórmula:

$$Ef = \frac{\text{VolumenFacturado}}{\text{VolumenProducido}}$$

El “agua no facturada” es la diferencia entre lo que se produce y lo que se factura. Esto incluye agua que se contabiliza pero que no se factura (por ejemplo, el agua que usan los bomberos puede ser contabilizada pero no facturada).

El “agua no contabilizada” es la diferencia entre el volumen de agua que se produce y que se contabiliza. Entonces, el “agua no facturada” es una medida de eficiencia más amplia que el “agua no contabilizada”.³

El consumo se debe obtener con base en los datos de la facturación actual por tipo de usuario, sin considerar restricciones ni tandeos, pero con micromedición. A estos valores se le agregarán las pérdidas físicas para obtener la demanda agregada y la dotación⁴, por lo tanto la demanda agregada será el volumen facturado o consumo + pérdidas físicas.

El agua no facturada, que se mide como la diferencia entre el volumen producido y el agua facturada a clientes, es uno de los indicadores clave de eficiencia para los servicios de agua. El agua no facturada incluye pérdidas físicas a causa de fugas en la red de distribución y en las tomas y pérdidas comerciales correspondientes al agua que se “entrega efectivamente” pero no se factura.

De las definiciones anteriores se puede deducir lo siguiente:

$$\text{Producción de Agua} = \text{Vol. Facturado} + \text{Vol. No Facturado}$$

$$\begin{aligned} \text{Vol. No Facturado} \\ &= \text{Pérdidas por Error de Micromedición} + \text{Pérdidas por Clandestinaje} \\ &+ \text{Pérdidas por Fugas en} \end{aligned}$$

$$\text{Vol. No Facturado} = \text{Agua No Contabilizada (ANC)} + \text{Agua Contabilizada No Facturada}$$

$$\text{Pérdidas Totales} = \text{Pérdidas Físicas} + \text{Pérdidas Comerciales} = \text{ANC}$$

$$\begin{aligned} \text{ANC} = \text{Vol. Perdido por Error de Micromedición} + \text{Vol. Perdido por Clandestinaje} \\ + \text{Vol. Perdido por Fugas en} \end{aligned}$$

$$\text{ANC} = \text{Vol. de Producción} * \% \text{Pérdidas Totales}$$

$$\text{Eficiencia Física} = (1 - \% \text{Pérdidas Totales}) = \frac{\text{Vol. Facturado}}{\text{Vol. de Producción}}$$

³ CONAGUA. Guía sobre la participación privada en la prestación de los servicios de agua y saneamiento. (<http://centro.paot.org.mx/documentos/conagua/SGP-23-10.pdf>)

⁴ CONAGUA. Metodología Evaluación Socioeconómica. (<http://www.ampres.com.mx/assets/metodologias-de-evaluacion-socioeconomica-sector-agua.pdf>)

Cabe señalar que para la proyección de la oferta de eficiencia física se tomó como supuesto que tanto el volumen facturado como la producción actual se mantienen constantes durante el horizonte de evaluación toda vez que corresponden al número de beneficiarios en la zona de influencia de los sectores hidráulicos del proyecto.

Tabla 41. Oferta de eficiencia física en la situación Actual – San José del Cabo

Periodo	Año	Volumen Facturado (m3/año)	Producción Actual (m3/año)	Eficiencia Física (%)	Pérdidas Totales (%)	Pérdidas Totales (m3/año)
0	2021	12,506,122	19,223,068	65.06%	34.94%	6,716,947
1	2022	12,506,122	19,222,443	65.06%	34.94%	6,716,322
2	2023	12,506,122	19,222,443	65.06%	34.94%	6,716,322
3	2024	12,506,122	19,222,443	65.06%	34.94%	6,716,322
4	2025	12,506,122	19,222,443	65.06%	34.94%	6,716,322
5	2026	12,506,122	19,222,443	65.06%	34.94%	6,716,322
6	2027	12,506,122	19,222,443	65.06%	34.94%	6,716,322
7	2028	12,506,122	19,222,443	65.06%	34.94%	6,716,322
8	2029	12,506,122	19,222,443	65.06%	34.94%	6,716,322
9	2030	12,506,122	19,222,443	65.06%	34.94%	6,716,322
10	2031	12,506,122	19,222,443	65.06%	34.94%	6,716,322

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Tabla 42. Oferta de eficiencia física en la situación Actual – Cabo San Lucas

Periodo	Año	Volumen Facturado (m3/año)	Producción Actual (m3/año)	Eficiencia Física (%)	Pérdidas Totales (%)	Pérdidas Totales (m3/año)
0	2021	6,355,814	10,347,763	61.42%	38.58%	3,991,948
1	2022	6,355,814	10,348,119	61.42%	38.58%	3,992,304
2	2023	6,355,814	10,348,119	61.42%	38.58%	3,992,304
3	2024	6,355,814	10,348,119	61.42%	38.58%	3,992,304
4	2025	6,355,814	10,348,119	61.42%	38.58%	3,992,304
5	2026	6,355,814	10,348,119	61.42%	38.58%	3,992,304
6	2027	6,355,814	10,348,119	61.42%	38.58%	3,992,304
7	2028	6,355,814	10,348,119	61.42%	38.58%	3,992,304
8	2029	6,355,814	10,348,119	61.42%	38.58%	3,992,304
9	2030	6,355,814	10,348,119	61.42%	38.58%	3,992,304
10	2031	6,355,814	10,348,119	61.42%	38.58%	3,992,304

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

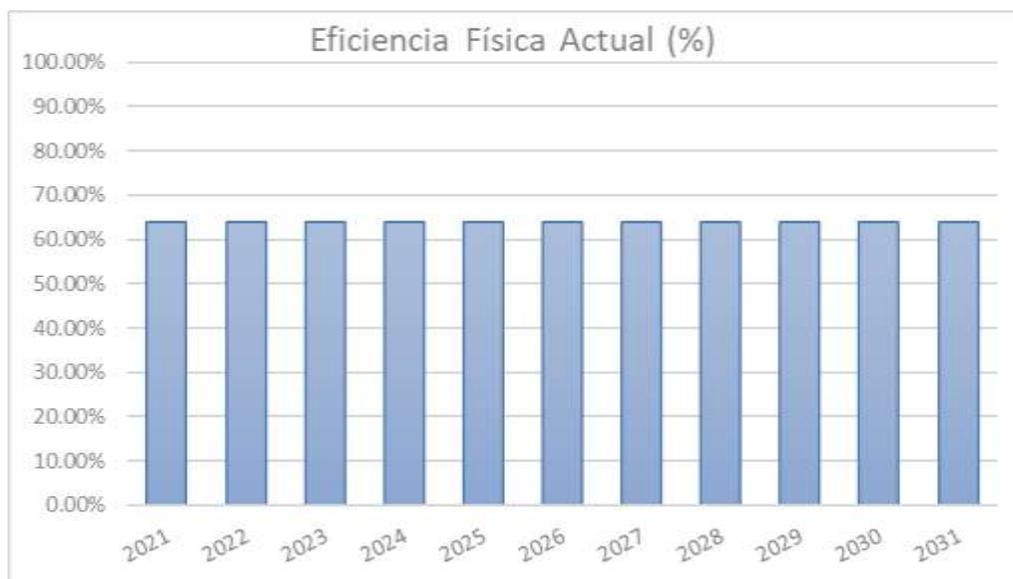
Tabla 43. Oferta de eficiencia física en la situación Actual – Total

Periodo	Año	Volumen Facturado (m3/año)	Producción Actual (m3/año)	Eficiencia Física (%)	Pérdidas Totales (%)	Pérdidas Totales (m3/año)
---------	-----	----------------------------	----------------------------	-----------------------	----------------------	---------------------------

Periodo	Año	Volumen Facturado (m3/año)	Producción Actual (m3/año)	Eficiencia Física (%)	Pérdidas Totales (%)	Pérdidas Totales (m3/año)
0	2021	18,861,936	29,570,831	63.79%	36.21%	10,708,895
1	2022	18,861,936	29,570,562	63.79%	36.21%	10,708,626
2	2023	18,861,936	29,570,562	63.79%	36.21%	10,708,626
3	2024	18,861,936	29,570,562	63.79%	36.21%	10,708,626
4	2025	18,861,936	29,570,562	63.79%	36.21%	10,708,626
5	2026	18,861,936	29,570,562	63.79%	36.21%	10,708,626
6	2027	18,861,936	29,570,562	63.79%	36.21%	10,708,626
7	2028	18,861,936	29,570,562	63.79%	36.21%	10,708,626
8	2029	18,861,936	29,570,562	63.79%	36.21%	10,708,626
9	2030	18,861,936	29,570,562	63.79%	36.21%	10,708,626
10	2031	18,861,936	29,570,562	63.79%	36.21%	10,708,626

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Figura 19. Oferta de la eficiencia física en la situación actual



Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Análisis de la Oferta: 1.1. Sectorización de la Red de Distribución de Agua Potable

En la siguiente tabla se muestra la oferta actual de los sectores hidráulicos en la red agua potable operada por el OOMSAPASLC, desglosada para cada subsistema.

Tabla 44. Oferta de la sectorización en la situación actual

Subsistema del OOMSAPASLC	Sectores Operando Situación Actual
San José del Cabo	0
Cabo San Lucas	0
Total	0

Fuente: OOMSAPASLC

Actualmente la oferta de sectores hidráulicos en operación en los subsistemas de San José del Cabo y Cabo San Lucas es nula (0%).

Análisis de la Oferta: 1.2. Red de Tuberías de Agua Potable

Tal como se mencionó en apartados anteriores la longitud total de la red secundaria de agua potable del OOMSAPASLC es de 2,382.3 km. La red de agua potable está compuesta por tuberías de diversos materiales, en las zonas de mayor antigüedad existen tubos de asbesto cemento y algunos tramos de fierro fundido, mientras que en las colonias y fraccionamientos de más reciente desarrollo se identifican principalmente tuberías de PVC.

En la red de distribución de agua potable de Los Cabos existe un porcentaje significativo de tubería que no se encuentra en buen estado y que derivado de las fugas que de ello se desprende, el OOMSAPASLC tiene pérdidas económicas significativas, debido al deterioro natural de la infraestructura.

Tabla 45. Oferta de la red secundaria de agua potable en la situación Actual – San José del Cabo

Periodo	Año	Longitud Total de Tubería (km)	Tubería en Buen o Regular Estado (%)	Oferta de Tubería en Buen o Regular Estado (km)
0	2021	1,204.3	72.0%	867.1
1	2022	1,204.3	72.0%	867.1
2	2023	1,204.3	72.0%	867.1
3	2024	1,204.3	72.0%	867.1
4	2025	1,204.3	72.0%	867.1
5	2026	1,204.3	72.0%	867.1
6	2027	1,204.3	72.0%	867.1
7	2028	1,204.3	72.0%	867.1
8	2029	1,204.3	72.0%	867.1
9	2030	1,204.3	72.0%	867.1
10	2031	1,204.3	72.0%	867.1

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Tabla 46. Oferta de la red secundaria de agua potable en la situación Actual – Cabo San Lucas

Periodo	Año	Longitud Total de Tubería (km)	Tubería en Buen o Regular Estado (%)	Oferta de Tubería en Buen o Regular Estado (km)
---------	-----	--------------------------------	--------------------------------------	---

Periodo	Año	Longitud Total de Tubería (km)	Tubería en Buen o Regular Estado (%)	Oferta de Tubería en Buen o Regular Estado (km)
0	2021	1,178.0	80.0%	942.4
1	2022	1,178.0	80.0%	942.4
2	2023	1,178.0	80.0%	942.4
3	2024	1,178.0	80.0%	942.4
4	2025	1,178.0	80.0%	942.4
5	2026	1,178.0	80.0%	942.4
6	2027	1,178.0	80.0%	942.4
7	2028	1,178.0	80.0%	942.4
8	2029	1,178.0	80.0%	942.4
9	2030	1,178.0	80.0%	942.4
10	2031	1,178.0	80.0%	942.4

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

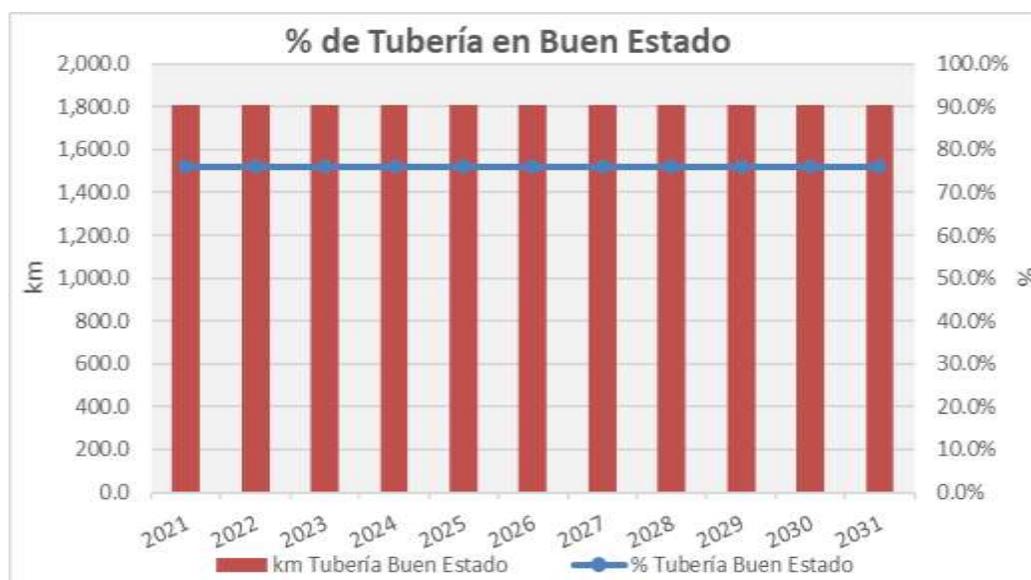
Tabla 47. Oferta de la red secundaria de agua potable en la situación Actual – Total

Periodo	Año	Longitud Total de Tubería (km)	Tubería en Buen o Regular Estado (%)	Oferta de Tubería en Buen o Regular Estado (km)
0	2021	2,382.3	76.0%	1,809.5
1	2022	2,382.3	76.0%	1,809.5
2	2023	2,382.3	76.0%	1,809.5
3	2024	2,382.3	76.0%	1,809.5
4	2025	2,382.3	76.0%	1,809.5
5	2026	2,382.3	76.0%	1,809.5
6	2027	2,382.3	76.0%	1,809.5
7	2028	2,382.3	76.0%	1,809.5
8	2029	2,382.3	76.0%	1,809.5
9	2030	2,382.3	76.0%	1,809.5
10	2031	2,382.3	76.0%	1,809.5

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Según lo expuesto en la tabla anterior, actualmente el 76.0% de la tubería de agua potable operada por el OOMSAPASLC se encuentra en buen o regular estado, el cual como se ha mencionado anteriormente se mantendrá constante durante el horizonte de evaluación en la zona de influencia de los sectores hidráulicos del proyecto.

Figura 20. Oferta de la red secundaria en buen estado en la situación actual



Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC.

Cabe señalar que el organismo operador de Los Cabos no cuenta en la actualidad con un sistema de detección de fugas activo ni con un programa de atención al público sobre fallas en el sistema. El organismo no dispone de personal capacitado para la búsqueda continua de fugas y carece de equipos localizadores para llevar a cabo la búsqueda de fugas ocultas.

Análisis de la Oferta: 1.3. Tomas Domiciliarias

Las tomas domiciliarias en los subsistemas de San José del Cabo y Cabo San Lucas suman en 2018 un total de 72,466 unidades. Debido a diversos factores, como la antigüedad de las tomas instaladas, mala calidad de los materiales que las componen, deficiencias en los procesos de instalación, entre otros, presentan un alto índice de rupturas. De acuerdo a las estadísticas del OOMSAPASLC, se estima que el 34% de las tomas tienen probable fuga, propiciando una pérdida de cerca del 20% del volumen de producción.

Tabla 48. Oferta de tomas domiciliarias en la situación Actual – San José del Cabo

Periodo	Año	Tomas Domiciliarias Totales	Tomas en Buen o Regular Estado (%)	Oferta de Tomas en Buen o Regular Estado
0	2021	38,422	65.0%	24,974
1	2022	38,422	65.0%	24,974
2	2023	38,422	65.0%	24,974
3	2024	38,422	65.0%	24,974
4	2025	38,422	65.0%	24,974
5	2026	38,422	65.0%	24,974

Análisis Costo Beneficio del Programa de Mejoramiento Integral de la Gestión
OOMSAPASLC - Los Cabos, Baja California Sur

Periodo	Año	Tomas Domiciliarias Totales	Tomas en Buen o Regula Estado (%)	Oferta de Tomas en Buen o Regular Estado
6	2027	38,422	65.0%	24,974
7	2028	38,422	65.0%	24,974
8	2029	38,422	65.0%	24,974
9	2030	38,422	65.0%	24,974
10	2031	38,422	65.0%	24,974

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Tabla 49. Oferta de tomas domiciliarias en la situación Actual – Cabo San Lucas

Periodo	Año	Tomas Domiciliarias Totales	Tomas en Buen o Regula Estado (%)	Oferta de Tomas en Buen o Regular Estado
0	2021	41,165	67.0%	27,580
1	2022	41,165	67.0%	27,580
2	2023	41,165	67.0%	27,580
3	2024	41,165	67.0%	27,580
4	2025	41,165	67.0%	27,580
5	2026	41,165	67.0%	27,580
6	2027	41,165	67.0%	27,580
7	2028	41,165	67.0%	27,580
8	2029	41,165	67.0%	27,580
9	2030	41,165	67.0%	27,580
10	2031	41,165	67.0%	27,580

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

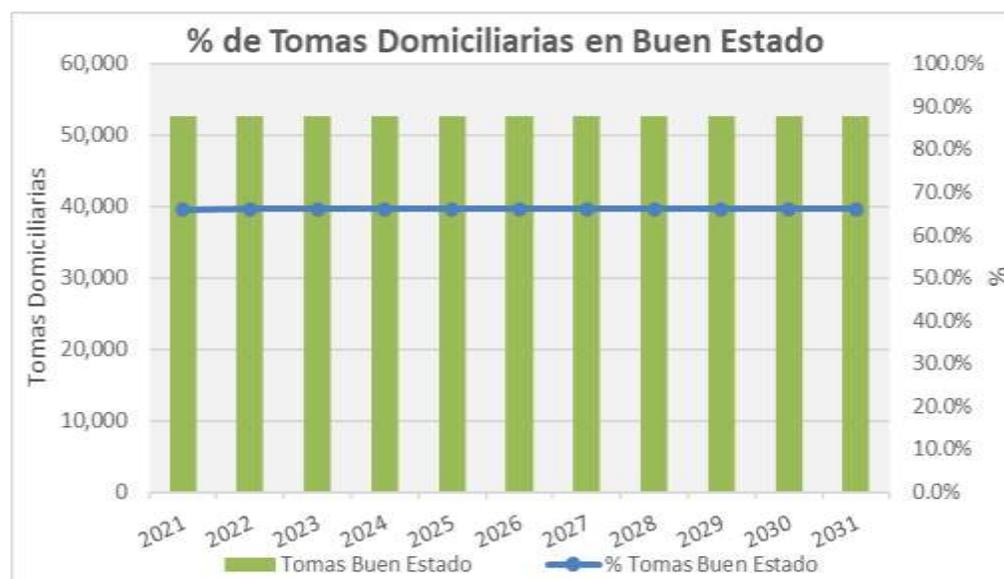
Tabla 50. Oferta de tomas domiciliarias en la situación Actual – Total

Periodo	Año	Tomas Domiciliarias Totales	Tomas en Buen o Regula Estado (%)	Oferta de Tomas en Buen o Regular Estado
0	2021	79,587	66.0%	52,554
1	2022	79,587	66.0%	52,554
2	2023	79,587	66.0%	52,554
3	2024	79,587	66.0%	52,554
4	2025	79,587	66.0%	52,554
5	2026	79,587	66.0%	52,554
6	2027	79,587	66.0%	52,554
7	2028	79,587	66.0%	52,554
8	2029	79,587	66.0%	52,554
9	2030	79,587	66.0%	52,554
10	2031	79,587	66.0%	52,554

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Según lo expuesto en la tabla anterior, actualmente el 66% de las tomas domiciliarias del OOMSAPASLC se encuentran en buen o regular estado, el cual se mantendrá constante durante el horizonte de evaluación en la zona de influencia de los sectores hidráulicos del proyecto.

Figura 21. Oferta de las tomas domiciliarias en buen estado en la situación actual



Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Análisis de la Oferta: 2. Telemetría

En la siguiente tabla se muestra la oferta actual de las instalaciones del OOMSAPASLC que cuentan con un sistema funcional de telemetría, desglosada para cada subsistema.

Tabla 51. Oferta de instalaciones hidráulicas equipadas con telemetría en la situación actual

Subsistema del OOMSAPASLC	Instalaciones con Telemetría Operando
San José del Cabo	0
Cabo San Lucas	0
Total	0

Fuente: OOMSAPASLC

Actualmente la oferta de pozos, estaciones de bombeo, tanques de distribución y demás instalaciones hidráulica del OOMSAPASLC con telemetría en operación es nula (0%).

Análisis de la Oferta: 3. Micromedición

De conformidad con lo presentado en el apartado de la situación actual de la micromedición en tomas de agua potable en el subsistema de San José del Cabo en 2016 se tienen un total de 29,198 tomas domésticas y residenciales registradas en el padrón de usuarios, de las cuales 29,128 son tomas con medidor, es decir el 99.76%, para el caso del subsistema de Cabo San Lucas se tienen registradas 33,046 tomas domésticas y residenciales en el padrón de usuarios, de las cuales 32,757 son medidas, equivalente al 99.13%. No obstante, el 84.97% de la infraestructura de micromedición instalada en Los Cabos ha rebasado su vida útil, un gran número de ellos no está funcionando y se presentan errores de submedición de los consumos.

En este sentido, el OOMSAPASLC cuentan con diferentes mecanismos de tarificación, incluyendo la cuota fija que es aplicada para las tomas sin medidor (instalado y funcional). La cobertura de micromedición es fundamental para evitar condiciones de sobreconsumo⁵, ya que en la medida que no esté relacionado el nivel de pago (tarifa) con el de consumo, existirá un consumo mayor de las conexiones domésticas en comparación al caso donde sí se tenga esa medición.

Por lo tanto, existe un área de oportunidad por parte del OOMSAPASLC para evitar el sobreconsumo y así lograr una liberación de recursos.

De acuerdo con la información reportada por el OOMSAPASLC, la cobertura de micromedición para las tomas de uso doméstico y residencial es de 89.57%. En la siguiente tabla se presenta la situación particular para cada subsistema objeto del presente estudio.

Tabla 52. Situación actual de cobertura de micromedición doméstica y residencial 2016

Subsistema del OOMSAPASLC	Total de Tomas	Tomas con Medidor Instalado	Medidores con Vida Útil (%)	Medidores con Vida Útil (%)
San José del Cabo	29,198	29,128	4,378	15.03%
Cabo San Lucas	33,046	32,757	4,923	15.03%
Total	62,244	61,885	9,301	15.03%

Fuente: OOMSAPASLC

La oferta de micromedición proyectada a lo largo del horizonte de evaluación como se ha venido indicado se mantendrá constante durante el horizonte de evaluación en la zona de influencia de los sectores hidráulicos del proyecto, lo cual busca modelar de manera conservadora el deterioro paulatino que sufrirán los dispositivos.

⁵ Impacto de la micromedición en Guaymas, Sonora, México, IMTA.

Tabla 53. Oferta de los micromedidores en la situación Actual – San José del Cabo

Periodo	Año	Tomas Totales	Medidores Instalados con Vida Útil	% Cobertura de Micromedición (Aparatos con Vida Útil)
0	2021	31,700	4,753	14.99%
1	2022	31,700	4,753	14.99%
2	2023	31,700	4,753	14.99%
3	2024	31,700	4,753	14.99%
4	2025	31,700	4,753	14.99%
5	2026	31,700	4,753	14.99%
6	2027	31,700	4,753	14.99%
7	2028	31,700	4,753	14.99%
8	2029	31,700	4,753	14.99%
9	2030	31,700	4,753	14.99%
10	2031	31,700	4,753	14.99%

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASL y memoria de cálculoC

Tabla 54. Oferta de los micromedidores en la situación Actual – Cabo San Lucas

Periodo	Año	Tomas Totales	Medidores Instalados con Vida Útil	% Cobertura de Micromedición (Aparatos con Vida Útil)
0	2021	35,004	5,215	14.90%
1	2022	35,004	5,215	14.90%
2	2023	35,004	5,215	14.90%
3	2024	35,004	5,215	14.90%
4	2025	35,004	5,215	14.90%
5	2026	35,004	5,215	14.90%
6	2027	35,004	5,215	14.90%
7	2028	35,004	5,215	14.90%
8	2029	35,004	5,215	14.90%
9	2030	35,004	5,215	14.90%
10	2031	35,004	5,215	14.90%

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Tabla 55. Oferta de los micromedidores en la situación Actual – Total

Periodo	Año	Tomas Totales	Medidores Instalados con Vida Útil	% Cobertura de Micromedición (Aparatos con Vida Útil)
0	2021	66,704	9,968	14.94%
1	2022	66,704	9,968	14.94%
2	2023	66,704	9,968	14.94%
3	2024	66,704	9,968	14.94%
4	2025	66,704	9,968	14.94%
5	2026	66,704	9,968	14.94%
6	2027	66,704	9,968	14.94%
7	2028	66,704	9,968	14.94%
8	2029	66,704	9,968	14.94%
9	2030	66,704	9,968	14.94%
10	2031	66,704	9,968	14.94%

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Tal como se muestra en la tabla anterior, la oferta de micromedidores instalados y con vida útil es de 14.94% actualmente debido al deterioro de los dispositivos se estima como se ha mencionado anteriormente se mantendrá constante durante el horizonte de evaluación en la zona de influencia de los sectores hidráulicos del proyecto.

Análisis de la Demanda actual

Conforme a los datos publicados por el Consejo Nacional de Población (CONAPO), en 2010 el Municipio de Los Cabos tenía una población de 243,268 habitantes distribuida según se muestra en la Tabla siguiente:

Tabla 56. Población Municipio de Los Cabos 2010

Población	2010
San José del Cabo	71,187
Cabo San Lucas	69,836
La Ribera	2,091
San José Viejo	7,367
Las Veredas	10,688
Colonia del Sol	48,995
Las Palmas	11,794
Resto	21,311
Total Municipio Los Cabos	243,268

Fuente: CONAPO

Es importante señalar que todas las localidades por debajo de 2,400 habitantes, incluyendo algunas colonias de la periferia, fueron agrupadas por el CONAPO en un rubro denominado "Resto".

Asimismo, se consideran algunos asentamientos que se ubican en la periferia de las localidades urbanas de Cabos San Lucas que han quedado inmersas en la mancha urbana dado el desarrollo que se ha venido presentado en los últimos años

.La demanda esta determinada por la cantidad de agua potable requerida por los usuarios domésticos o bien por las actividades comerciales e industriales de la empresas.

En la siguiente tablas se presentan los datos poblacionales de CONAPO de 2013 a 2031 para las localidades del municipio de Los Cabos.

Tabla 57. Proyecciones del crecimiento poblacional del Municipio de Los Cabos

Año	San José del Cabo	Cabo San	La Ribera	San José	Las Veredas	Colonia del Sol	Las Palmas	Resto	Total
-----	-------------------	----------	-----------	----------	-------------	-----------------	------------	-------	-------

Análisis Costo Beneficio del Programa de Mejoramiento Integral de la Gestión
OOMSAPASLC - Los Cabos, Baja California Sur

		Lucas		Viejo					
2013	71,187	69,836	2,091	7,367	10,688	48,995	11,794	21,311	243,268
2014	75,869	72,687	2,162	7,851	11,391	52,217	12,569	22,439	257,186
2015	80,331	75,162	2,222	8,313	12,061	55,288	13,309	23,486	270,171
2016	84,664	77,363	2,272	8,761	12,711	58,270	14,027	24,483	282,551
2017	88,901	79,334	2,315	9,200	13,348	61,186	14,728	25,441	294,452
2018	93,069	81,111	2,351	9,631	13,973	64,055	15,419	26,370	305,980
2019	97,193	82,723	2,383	10,058	14,593	66,894	16,102	27,279	317,224
2020	101,288	84,192	2,409	10,482	15,207	69,712	16,781	28,174	328,245
2021	105,369	85,535	2,432	10,904	15,820	72,521	17,457	29,059	339,095
2022	109,444	86,765	2,451	11,326	16,432	75,326	18,132	29,938	349,814
2023	113,521	87,891	2,467	11,748	17,044	78,131	18,807	30,814	360,424
2024	117,607	88,925	2,480	12,171	17,658	80,944	19,484	31,690	370,958
2025	121,711	89,875	2,490	12,595	18,274	83,768	20,164	32,568	381,445
2026	125,834	90,746	2,498	13,022	18,893	86,606	20,847	33,449	391,896
2027	129,981	91,544	2,504	13,451	19,515	89,460	21,534	34,334	402,323
2028	134,149	92,269	2,507	13,882	20,141	92,329	22,225	35,224	412,727
2029	138,335	92,923	2,509	14,316	20,770	95,210	22,918	36,118	423,098
2030	142,536	93,504	2,508	14,750	21,400	98,101	23,614	37,014	433,429
2031	146,749	94,016	2,506	15,186	22,033	101,001	24,312	37,914	443,717

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de la CONAPO

Para el análisis de los consumos actuales de agua potable en el Municipio de Los Cabos, y conforme a la clasificación establecida por el OOMSAPASLC para identificar los consumos y realizar el cobro de tarifas, se tienen identificados cuatro tipos de usuarios: doméstico, comercial, industrial y residencial.

Como se puede observar, las localidades de San José del Cabo y Cabo San Lucas son las que representan la mayor proporción de población de todo el Municipio. La Localidad de San José del Cabo presenta un nivel de hacinamiento de 3.69 habitantes por vivienda, mientras que la localidad de Cabo San Lucas presentó 3.88 habitantes por vivienda en el año 2013, de conformidad con datos emitidos por el INEGI.

Para la elaboración del presente estudio, se consideró el promedio de hacinamiento de ambas localidades de 3.79 habitantes por vivienda, como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 58. Hacinamiento promedio

Localidades	Hab/Vivienda
San José del Cabo	3.69
Cabo San Lucas	3.88

Promedio

3.79

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del INEGI

Tomando en consideración la cobertura del sistema de agua potable en la zona de estudio, la cual se considera del 89.57%, y el número de habitantes por vivienda promedio de las localidades de San José del Cabo y Cabo San Lucas, en la siguiente tabla se puede observar las tomas de los diferentes tipos de usuarios, las cuales se obtuvieron del histórico de facturación del OOMSAPASLC, en cuyo caso su proyección se realizó observando el mismo comportamiento estadístico determinado por CONAPO.

Tabla 59. Padrón de usuarios total del sistema por tipo del Municipio de Los Cabos 2016

Subsistema del OOMSAPASLC	Tomas Totales	Tomas Uso Doméstico	Tomas Uso Residencial	Tomas Uso Comercial	Tomas Uso Industrial
San José del Cabo	31,611	27,421	1,777	2,192	221
Cabo San Lucas	36,012	28,922	4,124	2,547	419
Total	67,623	56,343	5,901	4,739	640

Fuente: Elaboración propia con información del OOMSAPASLC

En relación al volumen facturado para los años 2011 a 2016, el OOMSAPASLC reporta datos que se muestran en la siguiente tabla, en la que se aprecia para el año 2011 un volumen facturado de 20,710,620 (m³-año), mientras que para el año 2016, un volumen de 18,861,936 (m³-año), situación que resalta lo expuesto anteriormente en el sentido que los niveles de abastecimiento de agua potable se mantienen mientras que la población aumenta en el municipio.

Tabla 60. Volúmenes facturados de agua (m³-año) 2011 a 2016 .En el Municipio de Los Cabos

Conceptos	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Doméstico	11,521,999	10,476,862	10,116,892	9,990,026	10,698,173	10,378,205
Residencial	2,145,544	1,986,762	1,951,666	1,907,825	2,061,402	1,915,656
Comercial	1,953,268	1,763,478	1,885,257	1,757,406	1,934,763	1,849,377
Industrial	5,089,809	5,363,994	4,929,416	4,663,963	4,862,837	4,718,698
Total	20,710,620	19,591,096	18,883,231	18,319,220	19,557,175	18,861,936

Fuente: Elaboración propia con información del OOMSAPASLC

Consumo Recomendado

De conformidad con lo establecido en el Manual “Estimación de los Factores y Funciones de la Demanda de Agua Potable en el Sector Doméstico de México”, elaborado en octubre del 2012 por el Centro de Investigación y Docencia Económica (CIDE), se tomaron como referencia los datos del promedio de consumo de agua

potable estimado por clima predominante, que para el caso de la zona de influencia del proyecto corresponde a seco o muy seco.

En dicho estudio, se considera que el requerimiento mínimo de agua potable para usuarios domésticos de nivel medio es de 190 litros/habitante/día.

A partir de estos datos y considerando un hacinamiento de 3.79 habitantes por vivienda, el consumo recomendado corresponde a 22 m³/toma/mes.

Tabla 61. Demanda deseada por tipo de usuario

CONCEPTO	Unidad	
Demanda Doméstica Promedio en la Zona	L-Hab-Día	190
Demanda Doméstica Promedio	M ³ -Toma-Mes	22

Fuente: Elaboración propia con información del CIDE y del OOMSAPASLC

En la tabla siguiente se muestra la proyección de la demanda deseada en el horizonte de evaluación, para el 2018 es de 40,640,785 m³/año.

Tabla 62. Proyección de la Demanda Deseada para el Municipio de Los Cabos Situación Actual

CONCEPTO	Unidad	2018	2020	2025	2028
DEMANDA	M ³ -Año	40,640,785	43,351,758	50,107,177	54,187,773

Fuente: Elaboración propia con información del CIDE y del OOMSAPASLC y memoria de cálculo

Análisis de la Demanda: 1. Eficiencia Física

La eficiencia física objetivo es como mínimo del 75% en cada uno de los sectores hidráulicos que se proponen implementar, dicho nivel ha sido definido por parte de la Dirección de Operaciones del OOMSAPASLC y se basa en las mejores prácticas de control de pérdidas de Organismos Operadores de Agua a nivel internacional. La demanda de eficiencia física se asume constante durante el horizonte de evaluación.

Análisis de la Demanda: 1.1. Sectorización de la Red de Distribución de Agua Potable

La demanda de sectorización fue definida por el OOMSAPASLC, estableciéndose una cantidad de 36 sectores hidráulicos distribuidos en ambos subsistemas conforme a la tabla siguiente.

Tabla 63. Demanda de la sectorización de la red de agua potable por subsistema

Subsistema del OOMSAPASLC	Sectores Hidráulicos Demandados
San José del Cabo	16
Cabo San Lucas	20
Total	36

Fuente: OOMSAPASLC

La demanda de sectorización de la red de distribución de agua potable fue determinada por parte de la Dirección de Operaciones del OOMSAPASLC basándose en un tamaño de sector de aproximadamente 2,000 tomas, según las mejores prácticas en materia de sectorización de redes de agua potable, a fin de facilitar el control y monitoreo del balance hídrico. Dicha demanda se mantiene constante durante el horizonte de evaluación.

Análisis de la Demanda: 1.2. Red de Tuberías de Agua Potable

La demanda de la red secundaria de agua potable se refiere a la demanda de tuberías en buen o regular estado que conduzcan o distribuyan el agua a las diversas colonias y zonas de cobertura del OOMSAPASLC. La demanda de las redes de agua potable contempla el número de kilómetros de tubería que se encuentran en mal estado y que continuamente presentan problemas de fugas y que por ende se requiere su cambio a tuberías nuevas. Con el apoyo de personal del OOMSAPASLC fue posible establecer la demanda deseada para el cambio de tuberías para cada subsistema (San José del Cabo y Cabo San Lucas), la cual se presenta en la siguiente tabla. La demanda de tubería de la red secundaria en buen o regular estado se mantiene constante durante el horizonte de evaluación.

Tabla 64. Demanda de la tubería de la red secundaria por subsistema

Subsistema del OOMSAPASLC	Longitud de Tubería (km)	Tubería en Mal Estado (km)	Tubería en Mal Estado (%)	Demanda de Tubería en Buen o Regular Estado (km)
San José del Cabo	1,204.3	337.2	28.0%	1,204.3
Cabo San Lucas	1,178.0	235.6	20.0%	1,178.0

Total	2,382.3	572.8	24.0%	2,382.3
--------------	----------------	--------------	--------------	----------------

Fuente: OOMSAPASLC

Análisis de la Demanda: 1.3. Tomas Domiciliarias

La demanda de tomas domiciliarias de agua potable se refiere a la demanda por conexiones en buen o regular estado que conduzcan el agua a los predios. La demanda de tomas domiciliarias de agua potable contempla el número de estas conexiones que se encuentran en mal estado y que continuamente presentan problemas de fugas y que por ende se requiere su sustitución. Con el apoyo de personal de OOMSAPASLC fue posible establecer la demanda deseada para la sustitución de tomas domiciliarias para cada subsector, la cual se presenta en la siguiente tabla.

La demanda de conexiones en buen o regular estado se mantiene constante durante el horizonte de evaluación.

Tabla 65. Demanda de tomas domiciliarias por subsistema

Subsistema del OOMSAPASLC	Tomas Totales	Tomas con Probable Fuga	Tomas con Probable Fuga (%)	Demanda (Tomas en Buen o Regular Estado)
San José del Cabo	34,320	22,308	35%	34,320
Cabo San Lucas	38,146	25,558	33%	38,146
Total	72,466	47,866	33.9%	72,466

Fuente: OOMSAPASLC

Análisis de la Demanda: 2. Telemetría

Con respecto a la telemetría, la demanda también fue definida por el OOMSAPASLC, estableciéndose como objetivo la instalación de telemetría en toda las estructuras especiales existentes del sistema de agua potable, como son: Pozos, estaciones de bombeo y tanques de distribución, que en su conjunto suman 61 instalaciones. Adicionalmente, se propone la instalación de telemetría para monitoreo y control de los 36 sectores hidráulicos propuestos, resultando un gran total de 97 sitios.

Tabla 66. Demanda de telemetría en estructuras especiales y sectores

Subsistema del OOMSAPASLC	Pozos y Estaciones de Bombeo	Sectores Hidráulicos	Demanda (Sitios de Instalación de Telemetría)
San José del Cabo	36	16	52
Cabo San Lucas	25	20	45
Total	61	36	97

Fuente: OOMSAPASLC

La demanda de sitios que requieren de equiparse con telemetría se mantiene constante durante el horizonte de evaluación.

Análisis de la Demanda: 3 Micromedición

Los niveles de cobertura de micromedición (instalada y funcional) en ambos subsistemas, muestran que sólo un 14.94% de las tomas cuenta con dispositivos en buen estado, es decir que aún no superan el límite de vida útil. Dicho nivel se encuentra lejos de lo requerido y recomendado por las mejores prácticas, pues se considera que la cobertura de micromedición (Medición de consumos unitarios dentro de la tolerancia de error máximo permisible) debe ser cercana al 95% sobre el total de tomas atendidas.

Éste valor se ha establecido por parte del OOMSAPASLC como el índice objetivo o meta. Por ello, se determina que el nivel demandado para los niveles de micromedición es del 95% de cobertura para las tomas domiciliarias dentro de la zona de influencia del PPI.

El análisis de oferta y demanda de micromedición se encuentra limitado a los usos domésticos y residenciales, toda vez que en el resto de los usuarios se asumen funciones inelásticas de demanda y no forman parte de la evaluación socio-económica.

Tabla 67. Demanda de micromedidores por subsistema – Uso Doméstico y Residencial

Subsistema del OOMSAPASLC	Tomas Totales	Demanda de Medidores (Cobertuar Micromedición Efectiva del 95%)
San José del Cabo	31,700	30,115
Cabo San Lucas	35,004	33,254
Total	66,704	63,369

Fuente: OOMSAPASLC

Balance Hídrico Oferta-Demanda

El balance hídrico que se presenta en este apartado, únicamente tiene el propósito de dar a conocer las condiciones actuales en Los Cabos, B.C.S., respecto de la oferta, demanda, eficiencia física del sistema, y el déficit de agua potable, cuyas cifras no se proyectan en el horizonte de evaluación, toda vez que la problemática que se pretende resolver con el M.I.G. no incide en variables como la oferta, sino en la eficiencia del sistema de distribución y medición.

En ese sentido, no se debe perder de vista que el objetivo del estudio se centra en determinar los posibles ahorros en costos eficientando la red de tuberías y la micromedición en las tomas existentes, por lo que para la evaluación social del presente

proyecto, se consideran los valores constantes a lo largo del horizonte de evaluación por los siguientes motivos:

- El alcance del proyecto se encuentra delimitado al actual número de conexiones registradas por parte del OOMSAPASLC, por lo que las nuevas tomas (para consumo doméstico, comercial, industrial y residencial), que en un futuro se incorporen al sistema derivado del crecimiento poblacional, así como de la expansión urbana hacia la periferia de las ciudades, actualmente no se encuentran comprendidas en los 36 sectores que se pretenden ejecutar con la implementación del proyecto.

Con sustento en lo anterior, y con el propósito de no sobre estimar los beneficios del proyecto, se considera el beneficio sobre el número actual de tomas registradas por el OOMSAPASLC.

- Misma situación se presenta con respecto a la sustitución de medidores, la cual se encuentra comprendido dentro de la delimitación de los 36 sectores hídricos que se tienen planeados, por lo que el beneficio que se derive de este componente se reflejará en las tomas actuales.
- Con respecto a la rehabilitación de tuberías en red de distribución, esta se realizará una vez implementada la sectorización, con la cual se podrá identificar con mayor precisión los sectores que presenten problemas y pérdidas de agua por fugas en la red de distribución, permitiendo con ello maximizar el impacto positivo en la reducción de pérdidas físicas en fugas visibles, así como aquellas que no son visibles, pero que se encuentran en la red del sector correspondiente.

Por lo antes mencionado, es conveniente realizar la evaluación únicamente en el área de influencia del proyecto con el fin de no sobre estimar beneficios.

Tabla 68. Balance Hídrico Situación Actual San Jose del Cabo

San José del Cabo								
Año	Población	Población Servida	Total deTomas	Consumo Total (m3/año)	Demanda Total (m3/año)	Oferta (m3/año)	Déficit (m3/año)	Déficit (LPS)
2021	158,296	141,791	38,422	15,200,811	23,365,055	19,223,068	-4,141,987	-131.34
2022	164,016	146,914	39,810	15,750,045	24,208,491	19,223,068	-4,985,423	-158.09
2023	169,790	152,087	41,212	16,304,586	25,060,845	19,223,068	-5,837,777	-185.11
2024	175,625	157,314	42,628	16,864,912	25,922,090	19,223,068	-6,699,022	-212.42
2025	181,522	162,596	44,059	17,431,170	26,792,452	19,223,068	-7,569,384	-240.02
2026	187,477	167,930	45,505	18,002,989	27,671,363	19,223,068	-8,448,295	-267.89

Análisis Costo Beneficio del Programa de Mejoramiento Integral de la Gestión
OOMSAPASLC - Los Cabos, Baja California Sur

2027	193,487	173,313	46,963	18,580,092	28,558,395	19,223,068	-9,335,327	-296.02
2028	199,552	178,746	48,435	19,162,532	29,453,630	19,223,068	-10,230,562	-324.41
2029	205,815	184,356	49,956	19,763,947	30,378,032	19,223,068	-11,154,963	-353.72
2030	212,282	190,149	51,525	20,384,992	31,332,604	19,223,068	-12,109,536	-383.99
2031	218,961	196,131	53,146	21,026,344	32,318,390	19,223,068	-13,095,322	-415.25

Fuente: Elaboración propia con información OOMSAPAS

Tabla 69. Balance Hídrico Situación Actual Cabo San Lucas

Cabo San Lucas								
Año	Población	Población Servida	Total deTomas	Consumo Total (m3/año)	Demanda Total (m3/año)	Oferta (m3/año)	Déficit (m3/año)	Déficit (LPS)
2021	194,293	159,593	41,165	13,104,473	21,335,106	10,347,763	-10,987,343	-348.41
2022	198,884	163,364	42,138	13,414,139	21,840,017	10,347,763	-11,492,254	-364.42
2023	203,414	167,085	43,098	13,719,663	22,337,451	10,347,763	-11,989,688	-380.19
2024	207,890	170,762	44,046	14,021,529	22,828,931	10,347,763	-12,481,168	-395.78
2025	212,314	174,395	44,983	14,319,904	23,314,725	10,347,763	-12,966,962	-411.18
2026	216,681	177,983	45,909	14,614,487	23,794,346	10,347,763	-13,446,583	-426.39
2027	220,990	181,522	46,821	14,905,065	24,267,445	10,347,763	-13,919,682	-441.39
2028	225,239	185,013	47,722	15,191,710	24,734,142	10,347,763	-14,386,379	-456.19
2029	229,602	188,596	48,646	15,485,948	25,213,200	10,347,763	-14,865,437	-471.38
2030	234,080	192,275	49,595	15,787,996	25,704,975	10,347,763	-15,357,212	-486.97
2031	238,678	196,051	50,569	16,098,079	26,209,832	10,347,763	-15,862,070	-502.98

Fuente: Elaboración propia con información OOMSAPASLC

Como se puede apreciar en el balance, se observa un déficit en 2021 de -479.75 l/s, sin embargo, considerando las condiciones actuales de las fuentes de abastecimiento y el crecimiento poblacional estimado, para 2031 se tendría un déficit de -918.23 lps, como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 70. Balance Hídrico Situación Actual Sistema Municipio de los Cabos

Sistema Total								
Año	Población	Población Servida	Total deTomas	Consumo Total (m3/año)	Demanda Total (m3/año)	Oferta (m3/año)	Déficit (m3/año)	Déficit (LPS)
2021	352,589	301,384	79,587	28,305,284	44,700,162	29,570,831	-15,129,330	-479.75
2022	362,900	310,279	81,948	29,164,183	46,048,509	29,570,831	-16,477,678	-522.50
2023	373,205	319,172	84,309	30,024,248	47,398,296	29,570,831	-17,827,465	-565.31
2024	383,515	328,075	86,674	30,886,441	48,751,021	29,570,831	-19,180,190	-608.20
2025	393,836	336,991	89,042	31,751,074	50,107,177	29,570,831	-20,536,346	-651.20
2026	404,158	345,912	91,413	32,617,476	51,465,709	29,570,831	-21,894,878	-694.28
2027	414,476	354,834	93,785	33,485,156	52,825,840	29,570,831	-23,255,009	-737.41
2028	424,791	363,758	96,157	34,354,242	54,187,773	29,570,831	-24,616,941	-780.60
2029	435,417	372,952	98,602	35,249,895	55,591,232	29,570,831	-26,020,401	-825.10
2030	446,363	382,423	101,120	36,172,988	57,037,579	29,570,831	-27,466,748	-870.96

2031	457,639	392,182	103,715	37,124,424	58,528,222	29,570,831	-28,957,391	-918.23
------	---------	---------	---------	------------	------------	------------	-------------	---------

Fuente: Elaboración propia con información OOMSAPASLC

Interacciones Oferta-Demanda

1. Interacción de la Oferta-Demanda de Eficiencia Física

Considerando un horizonte de evaluación de 10 años, en la siguiente tabla se presenta el escenario de manera constante toda vez que corresponden a la zona de influencia de los sectores hidráulicos del proyecto tal y como se ha venido comentando.

Tabla 71. Interacción Oferta-Demanda de la eficiencia física en la situación actual – San José del Cabo

Periodo	Año	Oferta Eficiencia Física Actual (%)	Demanda Eficiencia Física Objetivo (%)	Déficit de Eficiencia Física Situación Actual (%)
0	2021	65.06%	75.00%	-9.94%
1	2022	65.06%	75.00%	-9.94%
2	2023	65.06%	75.00%	-9.94%
3	2024	65.06%	75.00%	-9.94%
4	2025	65.06%	75.00%	-9.94%
5	2026	65.06%	75.00%	-9.94%
6	2027	65.06%	75.00%	-9.94%
7	2028	65.06%	75.00%	-9.94%
8	2029	65.06%	75.00%	-9.94%
9	2030	65.06%	75.00%	-9.94%
10	2031	65.06%	75.00%	-9.94%

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Tabla 72. Interacción Oferta-Demanda de la eficiencia física en la situación actual – Cabo San Lucas

Periodo	Año	Oferta Eficiencia Física Actual (%)	Demanda Eficiencia Física Objetivo (%)	Déficit de Eficiencia Física Situación Actual (%)
0	2021	61.42%	75.00%	-13.58%
1	2022	61.42%	75.00%	-13.58%
2	2023	61.42%	75.00%	-13.58%
3	2024	61.42%	75.00%	-13.58%
4	2025	61.42%	75.00%	-13.58%
5	2026	61.42%	75.00%	-13.58%
6	2027	61.42%	75.00%	-13.58%
7	2028	61.42%	75.00%	-13.58%
8	2029	61.42%	75.00%	-13.58%
9	2030	61.42%	75.00%	-13.58%
10	2031	61.42%	75.00%	-13.58%

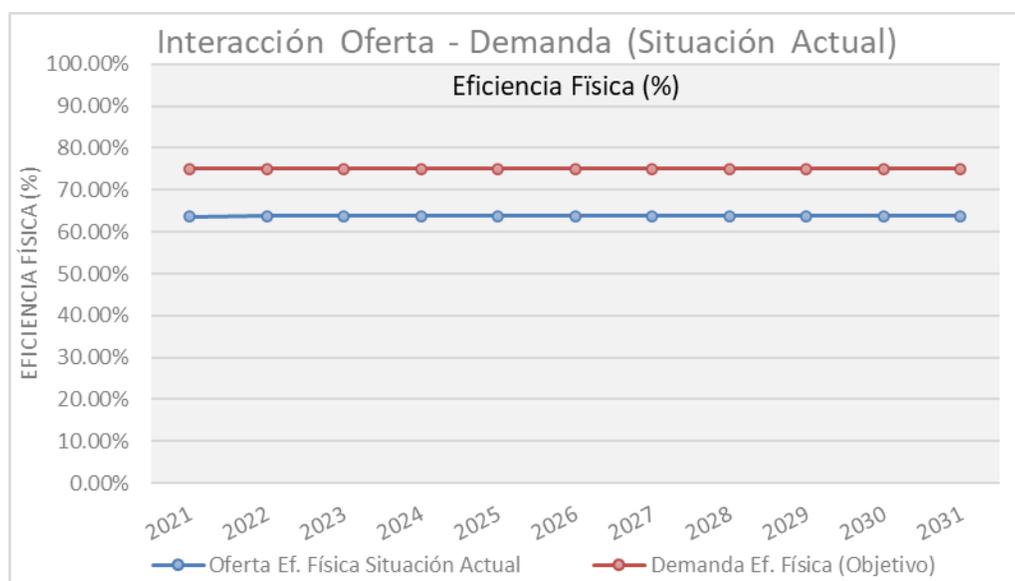
Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Tabla 73. Interacción Oferta-Demanda de la eficiencia física en la situación actual – Total

Periodo	Año	Oferta Eficiencia Física Actual (%)	Demanda Eficiencia Física Objetivo (%)	Déficit de Eficiencia Física Situación Actual (%)
0	2021	63.79%	75.00%	-11.21%
1	2022	63.79%	75.00%	-11.21%
2	2023	63.79%	75.00%	-11.21%
3	2024	63.79%	75.00%	-11.21%
4	2025	63.79%	75.00%	-11.21%
5	2026	63.79%	75.00%	-11.21%
6	2027	63.79%	75.00%	-11.21%
7	2028	63.79%	75.00%	-11.21%
8	2029	63.79%	75.00%	-11.21%
9	2030	63.79%	75.00%	-11.21%
10	2031	63.79%	75.00%	-11.21%

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Figura 22. Interacción Oferta – Demanda de la eficiencia física en la situación actual



Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

A partir del gráfico anterior, se observa la brecha entre los índices de eficiencia actuales y los deseados, tal brecha significa pérdidas de agua producida (costos sociales); por lo tanto, en el escenario de la situación actual implicaría que el nivel de eficiencia física se mantenga constante con el tiempo. Asimismo, la demanda (eficiencia física objetivo) se mantiene durante el horizonte de evaluación en un nivel de 75%, así como la oferta en un 63.79% durante el horizonte de evaluación del proyecto.

1.1. Interacción de la Oferta-Demanda de Sectorización de la Red de Distribución de Agua Potable

La oferta de sectorización de la red es nula actualmente, puesto que no se tienen ningún sector hidráulico construido y operando a la fecha, mientras que la demanda está definida por el OOMSAPASLC en 36 unidades requerida, con base en un tamaño de diseño de aproximadamente 2,000 tomas por sector. Por lo tanto, la interacción oferta – demanda se muestra en las siguientes tablas para cada uno de los subsistemas:

Tabla 74. Interacción Oferta-Demanda de sectores hidráulicos en la situación actual – San José del Cabo

Periodo	Año	Oferta de Sectores Hidráulicos	Demanda Sectores Hidráulicos	Déficit de Sectorización Situación Actual
0	2021	0	16	-16
1	2022	0	16	-16
2	2023	0	16	-16
3	2024	0	16	-16
4	2025	0	16	-16
5	2026	0	16	-16
6	2027	0	16	-16
7	2028	0	16	-16
8	2029	0	16	-16
9	2030	0	16	-16
10	2031	0	16	-16

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Tabla 75. Interacción Oferta-Demanda de sectores hidráulicos en la situación actual – Cabo San Lucas

Periodo	Año	Oferta de Sectores Hidráulicos	Demanda Sectores Hidráulicos	Déficit de Sectorización Situación Actual
0	2021	0	20	-20
1	2022	0	20	-20
2	2023	0	20	-20
3	2024	0	20	-20
4	2025	0	20	-20
5	2026	0	20	-20
6	2027	0	20	-20
7	2028	0	20	-20
8	2029	0	20	-20
9	2030	0	20	-20
10	2031	0	20	-20

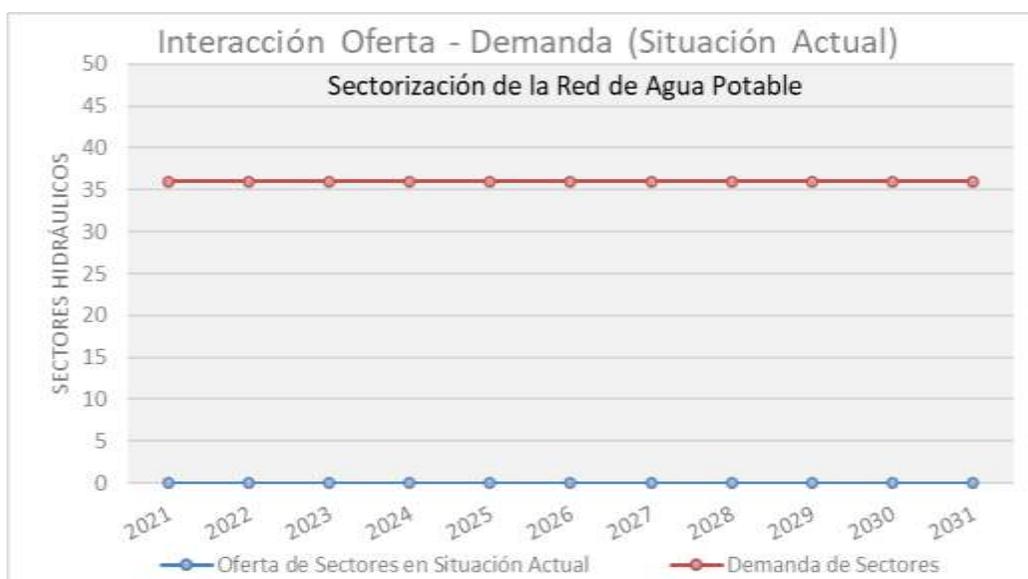
Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Tabla 76. Interacción Oferta-Demanda de sectores hidráulicos en la situación actual – Total

Periodo	Año	Oferta de Sectores Hidráulicos	Demanda Sectores Hidráulicos	Déficit de Sectorización Situación Actual
0	2021	0	36	-36
1	2022	0	36	-36
2	2023	0	36	-36
3	2024	0	36	-36
4	2025	0	36	-36
5	2026	0	36	-36
6	2027	0	36	-36
7	2028	0	36	-36
8	2029	0	36	-36
9	2030	0	36	-36
10	2031	0	36	-36

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Figura 23. Interacción Oferta – Demanda de sectorización en la situación actual



Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Como se puede observar en la gráfica anterior, la oferta y demanda se mantienen constantes a lo largo del horizonte de evaluación, considerando la tendencia actual, por lo que el déficit de sectores se mantiene constante con un valor de 36 sectores requeridos para la zona de influencia del PPI.

1.2. Interacción de la Oferta-Demanda de Red de Tuberías de Agua Potable

Como se mencionó en los apartados de oferta y demanda de la red de distribución de agua potable, la oferta está dada por los kilómetros de tubería que tienen un estado de conservación bueno o regular dependiendo de la antigüedad de instalación, mientras que la demanda se establece con base en cantidad de kilómetros de tubería necesarias para la buena operación de todo el sistema de distribución, es decir por el total de kilómetros de tubería que conforman al sistema de agua potable en Los Cabos.

Tabla 77. Interacción Oferta-Demanda de tuberías de agua potable en la situación actual – San José del Cabo

Periodo	Año	Oferta de Tuberías en Buen o Regular Estado (km)	Demanda de Tuberías en Buen o Regular Estado (km)	Déficit de tuberías de agua potable en Situación Actual (km)
0	2021	867.1	1,204.3	-337.2
1	2022	867.1	1,204.3	-337.2
2	2023	867.1	1,204.3	-337.2
3	2024	867.1	1,204.3	-337.2
4	2025	867.1	1,204.3	-337.2
5	2026	867.1	1,204.3	-337.2
6	2027	867.1	1,204.3	-337.2
7	2028	867.1	1,204.3	-337.2
8	2029	867.1	1,204.3	-337.2
9	2030	867.1	1,204.3	-337.2
10	2031	867.1	1,204.3	-337.2

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Tabla 78. Interacción Oferta-Demanda de tuberías de agua potable en la situación actual – Cabo San Lucas

Periodo	Año	Oferta de Tuberías en Buen o Regular Estado (km)	Demanda de Tuberías en Buen o Regular Estado (km)	Déficit de tuberías de agua potable en Situación Actual (km)
0	2021	942.4	1,178.0	-235.6
1	2022	942.4	1,178.0	-235.6
2	2023	942.4	1,178.0	-235.6
3	2024	942.4	1,178.0	-235.6
4	2025	942.4	1,178.0	-235.6
5	2026	942.4	1,178.0	-235.6
6	2027	942.4	1,178.0	-235.6
7	2028	942.4	1,178.0	-235.6
8	2029	942.4	1,178.0	-235.6
9	2030	942.4	1,178.0	-235.6
10	2031	942.4	1,178.0	-235.6

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

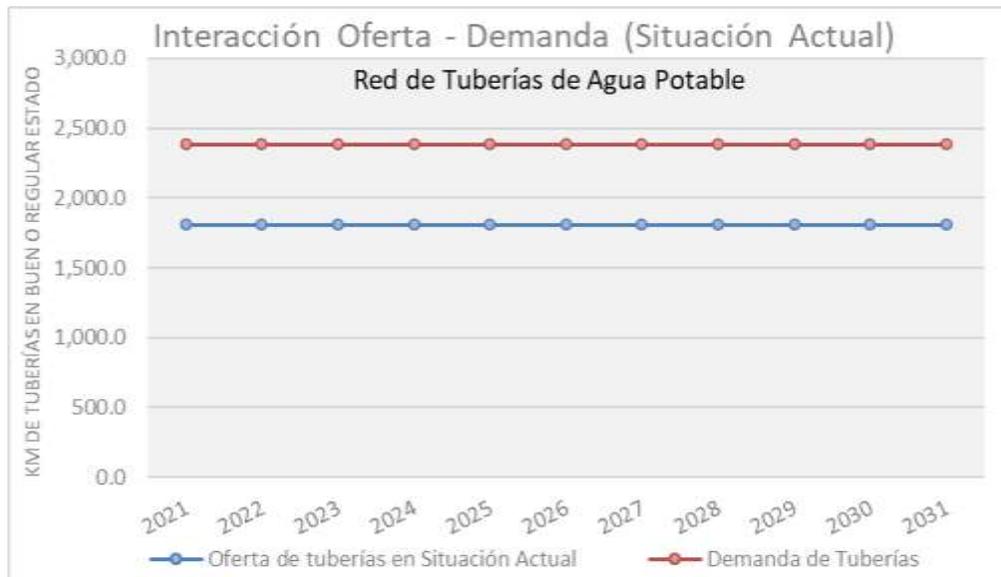
Tabla 79. Interacción Oferta-Demanda de tuberías de agua potable en la situación actual – Total

Periodo	Año	Oferta de Tuberías en Buen o Regular Estado (km)	Demanda de Tuberías en Buen o Regular Estado (km)	Déficit de tuberías de agua potable en Situación Actual (km)
0	2021	1,809.5	2,382.3	-572.8
1	2022	1,809.5	2,382.3	-572.8
2	2023	1,809.5	2,382.3	-572.8
3	2024	1,809.5	2,382.3	-572.8
4	2025	1,809.5	2,382.3	-572.8
5	2026	1,809.5	2,382.3	-572.8
6	2027	1,809.5	2,382.3	-572.8
7	2028	1,809.5	2,382.3	-572.8
8	2029	1,809.5	2,382.3	-572.8
9	2030	1,809.5	2,382.3	-572.8
10	2031	1,809.5	2,382.3	-572.8

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Como se puede observar en la gráfica siguiente, la demanda y oferta de tuberías de agua potable en condiciones buenas o regulares se mantienen constantes durante el horizonte de evaluación. El déficit de redes de agua potable en buenas o regulares condiciones de operación es de -572.8 durante el horizonte de evaluación del proyecto.

Figura 24. Interacción Oferta – Demanda de red secundaria de agua potable en la situación actual



Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

1.3. Interacción de la Oferta-Demanda de Tomas Domiciliarias

Como se mencionó en los apartados de oferta y demanda de las tomas domiciliarias de agua potable, la oferta está dada por el número de tomas que se asume están en buen estado de conservación con base en el índice de probable fuga en toma, mientras que la demanda se establece con base en cantidad de tomas domiciliarias necesarias para la buena operación de todo el sistema de distribución, es decir por el total de tomas que atiende el OOMSAPASLC en la zona de influencia del PPI.

Tabla 80. Interacción Oferta-Demanda de tomas domiciliarias en la situación actual – San José del Cabo

Periodo	Año	Oferta de Tomas en Buen o Regular Estado	Demanda de Tomas en Buen o Regular Estado	Déficit de Tomas Situación Actual
0	2021	24,974	38,422	-13,448
1	2022	24,974	38,422	-13,448
2	2023	24,974	38,422	-13,448
3	2024	24,974	38,422	-13,448
4	2025	24,974	38,422	-13,448
5	2026	24,974	38,422	-13,448
6	2027	24,974	38,422	-13,448
7	2028	24,974	38,422	-13,448
8	2029	24,974	38,422	-13,448
9	2030	24,974	38,422	-13,448
10	2031	24,974	38,422	-13,448

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Tabla 81. Interacción Oferta-Demanda de tomas domiciliarias en la situación actual – Cabo San Lucas

Periodo	Año	Oferta de Tomas en Buen o Regular Estado	Demanda de Tomas en Buen o Regular Estado	Déficit de Tomas Situación Actual
0	2021	27,580	41,165	-13,585
1	2022	27,580	41,165	-13,585
2	2023	27,580	41,165	-13,585
3	2024	27,580	41,165	-13,585
4	2025	27,580	41,165	-13,585
5	2026	27,580	41,165	-13,585
6	2027	27,580	41,165	-13,585
7	2028	27,580	41,165	-13,585
8	2029	27,580	41,165	-13,585
9	2030	27,580	41,165	-13,585
10	2031	27,580	41,165	-13,585

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

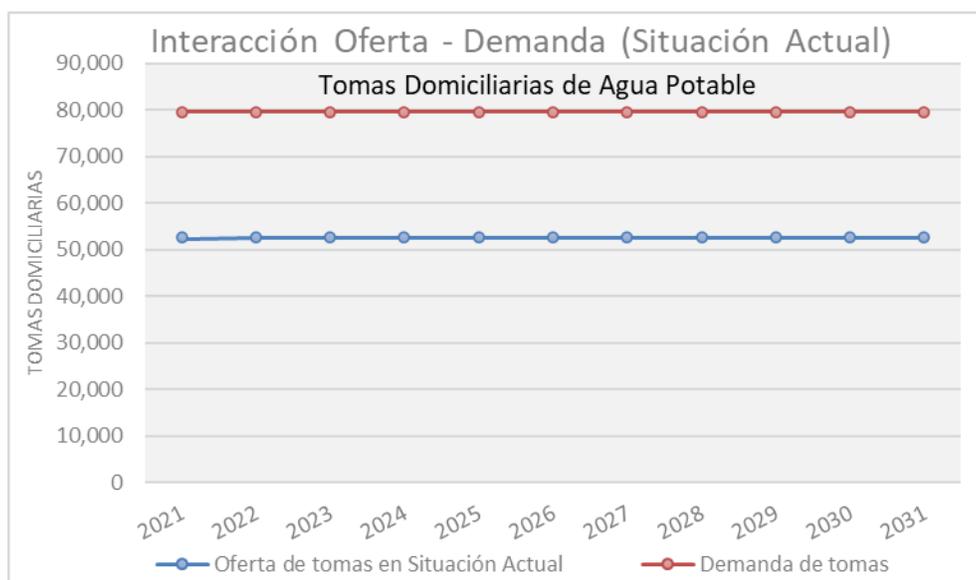
Tabla 82. Interacción Oferta-Demanda de tomas domiciliarias en la situación actual – Total

Periodo	Año	Oferta de Tomas en Buen o Regular Estado	Demanda de Tomas en Buen o Regular Estado	Déficit de Tomas Situación Actual
0	2021	52,554	79,587	-27,033
1	2022	52,554	79,587	-27,033
2	2023	52,554	79,587	-27,033
3	2024	52,554	79,587	-27,033
4	2025	52,554	79,587	-27,033
5	2026	52,554	79,587	-27,033
6	2027	52,554	79,587	-27,033
7	2028	52,554	79,587	-27,033
8	2029	52,554	79,587	-27,033
9	2030	52,554	79,587	-27,033
10	2031	52,554	79,587	-27,033

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Como se puede observar en la siguiente gráfica, la oferta y demanda de tomas domiciliarias en condiciones buenas o regulares se mantiene constante durante el horizonte de evaluación. El déficit de tomas será del -27,033 durante el horizonte del proyecto.

Figura 25. Interacción Oferta – Demanda de tomas domiciliarias en la situación actual



Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

2. Interacción de la Oferta-Demanda de Telemetría

Como se mencionó en los capítulos anteriores, la oferta de telemetría está dada por las instalaciones actuales que cuentan con dicha tecnología y se encuentran en funcionamiento, mientras que la demanda es el número total de estructuras especiales (pozos, estaciones de bombeo y tanques de distribución) con las cuenta actualmente el OOMSAPASLC, más los 36 sectores de la red de distribución que requieren de automatización y control.

Tabla 83. Interacción Oferta-Demanda de instalaciones con telemetría en la situación actual – San José del Cabo

Periodo	Año	Oferta de Sitios con Telemetría Operando	Demanda de Sitios con Telemetría Operando	Déficit de Telemetría Situación Actual
0	2021	0	52	-52
1	2022	0	52	-52
2	2023	0	52	-52
3	2024	0	52	-52
4	2025	0	52	-52
5	2026	0	52	-52
6	2027	0	52	-52
7	2028	0	52	-52
8	2029	0	52	-52
9	2030	0	52	-52
10	2031	0	52	-52

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Tabla 84. Interacción Oferta-Demanda de instalaciones con telemetría en la situación actual – Cabo San Lucas

Periodo	Año	Oferta de Sitios con Telemetría Operando	Demanda de Sitios con Telemetría Operando	Déficit de Telemetría Situación Actual
0	2021	0	45	-45
1	2022	0	45	-45
2	2023	0	45	-45
3	2024	0	45	-45
4	2025	0	45	-45
5	2026	0	45	-45
6	2027	0	45	-45
7	2028	0	45	-45
8	2029	0	45	-45
9	2030	0	45	-45
10	2031	0	45	-45

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

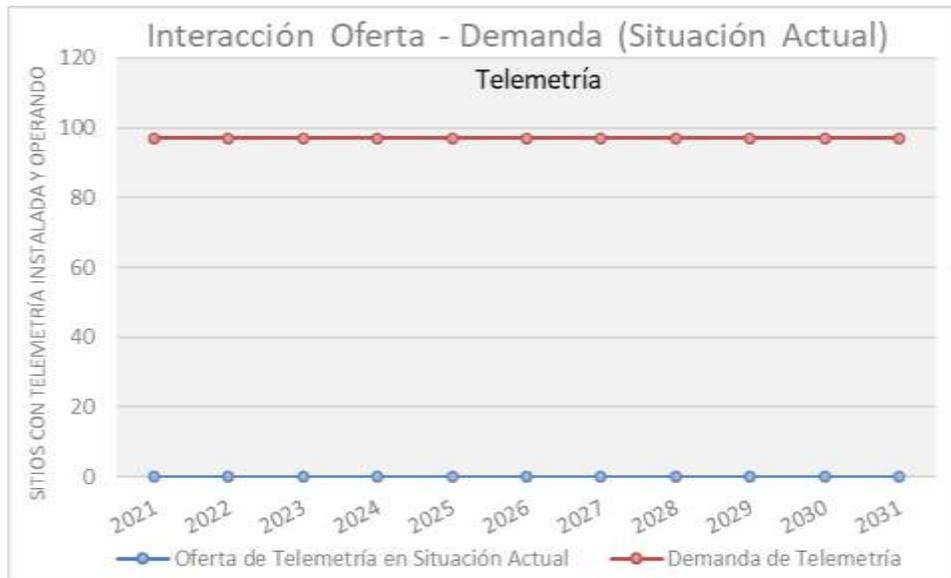
Tabla 85. Interacción Oferta-Demanda de instalaciones con telemetría en la situación actual – Total

Periodo	Año	Oferta de Sitios con Telemetría Operando	Demanda de Sitios con Telemetría Operando	Déficit de Telemetría Situación Actual
0	2021	0	97	-97
1	2022	0	97	-97
2	2023	0	97	-97
3	2024	0	97	-97
4	2025	0	97	-97
5	2026	0	97	-97
6	2027	0	97	-97
7	2028	0	97	-97
8	2029	0	97	-97
9	2030	0	97	-97
10	2031	0	97	-97

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

La proyección de la oferta y demanda de sitios con telemetría instalada y funcional se mantienen constante durante el horizonte de evaluación.

Figura 26. Interacción Oferta – Demanda de telemetría en la situación actual



Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

3. Interacción de la Oferta-Demanda de Micromedición

La oferta de la cobertura de micromedición fue definida como el porcentaje de aparatos medidores que no han superado su límite de vida útil, lo cual se asume corresponde a la fracción de dispositivos en funcionamiento dentro del límite máximo de error de exactitud. Por su parte, la demanda se establece como el 95% de las tomas en la zona de influencia del PPI, toda vez que se busca alcanzar dicho nivel de cobertura de micromedición. Como se mencionó en los apartados anteriores, el análisis de micromedición está acotado a uso doméstico y residencial para fines de la evaluación socioeconómica.

Tabla 86. Interacción Oferta-Demanda de micromedidores en la situación actual – San José del Cabo

Periodo	Año	Oferta de micromedidores	Demanda de Micromedidores	Déficit de Micromedidores
0	2021	4,753	30,115	-25,362
1	2022	4,753	30,115	-25,362
2	2023	4,753	30,115	-25,362
3	2024	4,753	30,115	-25,362
4	2025	4,753	30,115	-25,362
5	2026	4,753	30,115	-25,362
6	2027	4,753	30,115	-25,362
7	2028	4,753	30,115	-25,362
8	2029	4,753	30,115	-25,362
9	2030	4,753	30,115	-25,362
10	2031	4,753	30,115	-25,362

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Tabla 87. Interacción Oferta-Demanda de micromedidores en la situación actual – Cabo San Lucas

Periodo	Año	Oferta de micromedidores	Demanda de Micromedidores	Déficit de Micromedidores
0	2021	5,215	33,254	-28,039
1	2022	5,215	33,254	-28,039
2	2023	5,215	33,254	-28,039
3	2024	5,215	33,254	-28,039
4	2025	5,215	33,254	-28,039
5	2026	5,215	33,254	-28,039
6	2027	5,215	33,254	-28,039
7	2028	5,215	33,254	-28,039
8	2029	5,215	33,254	-28,039
9	2030	5,215	33,254	-28,039
10	2031	5,215	33,254	-28,039

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

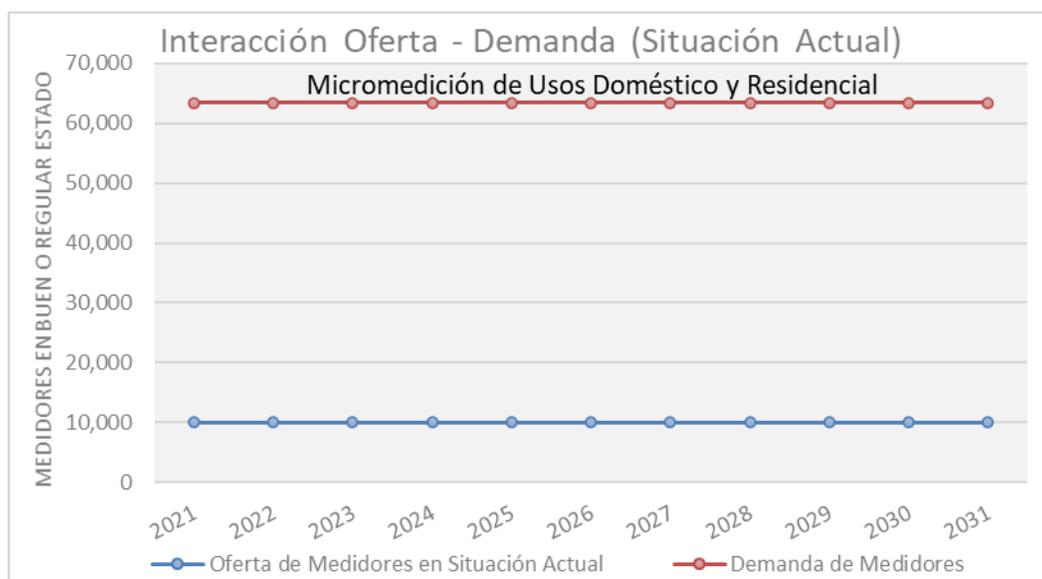
Tabla 88. Interacción Oferta-Demanda de micromedidores en la situación actual – Total

Periodo	Año	Oferta de micromedidores	Demanda de Micromedidores	Déficit de Micromedidores
0	2021	9,968	63,369	-53,401
1	2022	9,968	63,369	-53,401
2	2023	9,968	63,369	-53,401
3	2024	9,968	63,369	-53,401
4	2025	9,968	63,369	-53,401
5	2026	9,968	63,369	-53,401
6	2027	9,968	63,369	-53,401
7	2028	9,968	63,369	-53,401
8	2029	9,968	63,369	-53,401
9	2030	9,968	63,369	-53,401
10	2031	9,968	63,369	-53,401

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Por lo tanto, es posible afirmar que existe una problemática en las condiciones de cobertura de micromedición, ya que hoy en día resulta inviable tener un adecuado control de los consumos unitarios con un parque de medidores en el que sólo el 15% de los aparatos cuenta con vida útil, siendo que se requiere un nivel óptimo del 95% de cobertura sobre el total de las tomas atendidas por el organismo operador.

Figura 27. Interacción Oferta – Demanda de micromedición en la situación actual



Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Análisis de Reducción de Pérdidas

A continuación se muestra el análisis de reducción de pérdidas por fugas en la red de agua potable. Para éste cálculo, tanto la población, como el número de tomas domiciliarias se mantienen constantes durante el horizonte de evaluación, toda vez que corresponden al número de beneficiarios en la zona de influencia de los sectores hidráulicos del proyecto.

El crecimiento de la población y las nuevas tomas domiciliarias que se agreguen en el futuro al sistema del OOMSAPASLC, serán incorporados en el Programa de Sectorización Hidráulica que emprenderá el organismo operador en los próximos años, por lo tanto, los costos y beneficios que se desprenden de la implementación de esos nuevos sectores no han sido considerados en el presente estudio.

Tabla 89. Análisis de Reducción de Pérdidas – Situación Actual – San José del Cabo

Periodo	Año	Población	Tasa de Crecimiento	Tomas Totales Dentro de Sectores Proy.	Producción Req. Para Sectores Proy. (m3/año)	Volumen de Facturado (m3/año)	Eficiencia Física (%)	Pérdidas Totales (%)	Pérdidas Totales (m3/año)	Consumo Unitario Promedio (l/hab/día)	Pedidas Físicas (m3/año)	Eficiencia Física Objetivo (%)	Déficit (%)
0	2021	158,296	-	38,422	19,222,662	12,506,122	65.06%	34.94%	6,716,540	136.38	5,782,299	75.00%	-9.94%
1	2022	158,296	0.00%	38,422	18,933,338	12,506,122	66.05%	33.95%	6,427,216	136.38	5,493,005	75.00%	-8.95%
2	2023	158,296	0.00%	38,422	18,933,338	12,506,122	66.05%	33.95%	6,427,216	136.38	5,493,005	75.00%	-8.95%
3	2024	158,296	0.00%	38,422	18,933,338	12,506,122	66.05%	33.95%	6,427,216	136.38	5,493,005	75.00%	-8.95%
4	2025	158,296	0.00%	38,422	18,933,338	12,506,122	66.05%	33.95%	6,427,216	136.38	5,493,005	75.00%	-8.95%
5	2026	158,296	0.00%	38,422	18,933,338	12,506,122	66.05%	33.95%	6,427,216	136.38	5,493,005	75.00%	-8.95%
6	2027	158,296	0.00%	38,422	18,933,338	12,506,122	66.05%	33.95%	6,427,216	136.38	5,493,005	75.00%	-8.95%
7	2028	158,296	0.00%	38,422	18,933,338	12,506,122	66.05%	33.95%	6,427,216	136.38	5,493,005	75.00%	-8.95%
8	2029	158,296	0.00%	38,422	18,933,338	12,506,122	66.05%	33.95%	6,427,216	136.38	5,493,005	75.00%	-8.95%
9	2030	158,296	0.00%	38,422	18,933,338	12,506,122	66.05%	33.95%	6,427,216	136.38	5,493,005	75.00%	-8.95%
10	2031	158,296	0.00%	38,422	18,933,338	12,506,122	66.05%	33.95%	6,427,216	136.38	5,493,005	75.00%	-8.95%

Fuente: Elaboración propia con base en cifras proporcionadas por el OOMSAPASLC

Tabla 90. Análisis de Reducción de Pérdidas – Situación Actual – Cabo San Lucas

Periodo	Año	Población	Tasa de Crecimiento	Tomas Totales Dentro de Sectores Proy.	Producción Req. Para Sectores Proy. (m3/año)	Volumen de Facturado (m3/año)	Eficiencia Física (%)	Pérdidas Totales (%)	Pérdidas Totales (m3/año)	Consumo Unitario Promedio (l/hab/día)	Pedidas Físicas (m3/año)	Eficiencia Física Objetiva (%)	Déficit (%)
0	2021	194,293	-	41,165	10,347,981	6,355,814	61.42%	38.58%	3,992,167	59.16	3,436,492	75.00%	-13.58%
1	2022	194,293	0.00%	41,165	10,176,288	6,355,814	62.46%	37.54%	3,820,474	59.16	3,264,780	75.00%	-12.54%
2	2023	194,293	0.00%	41,165	10,176,288	6,355,814	62.46%	37.54%	3,820,474	59.16	3,264,780	75.00%	-12.54%
3	2024	194,293	0.00%	41,165	10,176,288	6,355,814	62.46%	37.54%	3,820,474	59.16	3,264,780	75.00%	-12.54%
4	2025	194,293	0.00%	41,165	10,176,288	6,355,814	62.46%	37.54%	3,820,474	59.16	3,264,780	75.00%	-12.54%
5	2026	194,293	0.00%	41,165	10,176,288	6,355,814	62.46%	37.54%	3,820,474	59.16	3,264,780	75.00%	-12.54%
6	2027	194,293	0.00%	41,165	10,176,288	6,355,814	62.46%	37.54%	3,820,474	59.16	3,264,780	75.00%	-12.54%
7	2028	194,293	0.00%	41,165	10,176,288	6,355,814	62.46%	37.54%	3,820,474	59.16	3,264,780	75.00%	-12.54%
8	2029	194,293	0.00%	41,165	10,176,288	6,355,814	62.46%	37.54%	3,820,474	59.16	3,264,780	75.00%	-12.54%
9	2030	194,293	0.00%	41,165	10,176,288	6,355,814	62.46%	37.54%	3,820,474	59.16	3,264,780	75.00%	-12.54%
10	2031	194,293	0.00%	41,165	10,176,288	6,355,814	62.46%	37.54%	3,820,474	59.16	3,264,780	75.00%	-12.54%

Fente: Elaboración propia con base en cifras proporcionadas por el OOMSAPASLC

Tabla 91. Análisis de Reducción de Pérdidas – Situación Actual – Total

Periodo	Año	Población	Tasa de Crecimiento	Tomas Totales Dentro de Sectores Proy.	Producción Req. Para Sectores Proy. (m3/año)	Volumen de Facturado (m3/año)	Eficiencia Física (%)	Pérdidas Totales (%)	Pérdidas Totales (m3/año)	Consumo Unitario Promedio (l/hab/día)	Pedidas Físicas (m3/año)	Eficiencia Física Objetivo (%)	Déficit (%)
0	2021	352,589	-	79,587	29,570,643	18,861,936	63.79%	36.21%	10,708,707	93.83	9,218,791	75.00%	-11.21%
1	2022	352,589	0.00%	79,587	29,109,626	18,861,936	64.80%	35.20%	10,247,690	93.83	8,757,785	75.00%	-10.20%
2	2023	352,589	0.00%	79,587	29,109,626	18,861,936	64.80%	35.20%	10,247,690	93.83	8,757,785	75.00%	-10.20%
3	2024	352,589	0.00%	79,587	29,109,626	18,861,936	64.80%	35.20%	10,247,690	93.83	8,757,785	75.00%	-10.20%
4	2025	352,589	0.00%	79,587	29,109,626	18,861,936	64.80%	35.20%	10,247,690	93.83	8,757,785	75.00%	-10.20%
5	2026	352,589	0.00%	79,587	29,109,626	18,861,936	64.80%	35.20%	10,247,690	93.83	8,757,785	75.00%	-10.20%
6	2027	352,589	0.00%	79,587	29,109,626	18,861,936	64.80%	35.20%	10,247,690	93.83	8,757,785	75.00%	-10.20%
7	2028	352,589	0.00%	79,587	29,109,626	18,861,936	64.80%	35.20%	10,247,690	93.83	8,757,785	75.00%	-10.20%
8	2029	352,589	0.00%	79,587	29,109,626	18,861,936	64.80%	35.20%	10,247,690	93.83	8,757,785	75.00%	-10.20%
9	2030	352,589	0.00%	79,587	29,109,626	18,861,936	64.80%	35.20%	10,247,690	93.83	8,757,785	75.00%	-10.20%
10	2031	352,589	0.00%	79,587	29,109,626	18,861,936	64.80%	35.20%	10,247,690	93.83	8,757,785	75.00%	-10.20%

Fuente: Elaboración propia con base en cifras proporcionadas por el OOMSAPASLC

CAPITULO III.- SITUACIÓN SIN PROGRAMA O PROYECTO DE INVERSIONES.

a) Optimizaciones

La identificación de medidas de optimización consiste en determinar si es factible eliminar ineficiencias de la situación analizada, de manera que no atribuyan beneficios que no le corresponden a un Proyecto. En este sentido, se buscaron acciones de bajo costo o medidas administrativas para mejorar las condiciones de operación de la zona de influencia del Proyecto.

Por su parte, los lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, publicados por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público en el DOF, el 30 de diciembre de 2013, las optimizaciones consisten en las medidas administrativas, técnicas, operativas, e inversiones de bajo costo (menos del 10% del monto total de inversión), entre otras, que serían realizadas en caso de no llevar a cabo un determinado Programa o Proyecto de Inversión.

1. Optimizaciones en Eficiencia Física

La eficiencia física es un indicador que se obtiene de la razón entre el volumen facturado (volumen medido de agua efectivamente suministrada) y el volumen producido, es por ello que para mejorar el indicador es necesario aumentar el volumen facturado, sin incrementar en la misma proporción el volumen producido. En este sentido la eficiencia física tiene dos factores muy importantes para su disminución: estado de conservación de las tuberías, tomas domiciliarias y el control hidráulico de la red mediante sectores hidráulicos.

La situación sin Proyecto considera un programa de búsqueda sistemática de fugas con personal y equipo especializado.

Es difícil determinar con exactitud cuáles son las causas que originan las fallas de una tubería de agua debido a la compleja interrelación de los factores involucrados en el proceso de deterioro. Así las condiciones de un sistema pueden variar dramáticamente por la clase del tubo o región geográfica. Aún las condiciones de un segmento de tubo individual pueden variar debido al tipo de corrosión, el tipo de suelo de soporte o problemas en la fabricación del tubo.

Por otro lado, en la actualidad todo sistema de abastecimiento de agua potable presenta fugas por lo que se vuelve de gran importancia conocer las causas que dan origen a las fugas, sin importar las dificultades que se presenten para su identificación, para poder en un futuro emplear nuevas técnicas de instalación, materiales más resistentes, etc., que las disminuyan a un porcentaje razonable.

En este sentido, se plantea la opción de realizar un trabajo de búsqueda sistemática de fugas dentro de las áreas que se consideren de mayor incidencia con equipos de primera y tercera generación de acuerdo con lo siguiente:

- **Equipos de Primera Generación:** Estos se basan en la detección directa del sonido provocado por la fuga. Es de los primeros equipos utilizados para esta actividad. Su eficiencia es baja, depende en gran medida de la sensibilidad auditiva del operador. Dentro de esta generación podemos mencionar:
 - Geófonos mecánicos: está conformado por dos cilindros que se conectan a una manguera que se asemeja a un estetoscopio médico. Dentro de los cilindros se encuentran dos membranas finas de bronce separadas por un anillo pesado de bronce, formando una caja de resonancia. La localización de la fuga se realiza colocando los cilindros, ya sea directamente en la tubería o en varillas metálicas que se encuentran en contacto con la tubería o el suelo e;
 - Hidrófono: también conocido como varilla de sondeo, está compuesto por un tubo y un auricular. Para detectar la fuga se coloca un extremo de la varilla en el tubo y en otro extremo (donde está el auricular) en el oído, siendo posible detectar la fuga.
- **Equipos de Tercera Generación:** Llamados equipos electromecánicos de detección indirecta, ya que captan las señales a través de sensores estratégicamente colocados. Estas señales alimentan un microprocesador que a través de impulsos eléctricos detecta la ubicación de la fuga en una consola. Este tipo de equipos transforma los impulsos acústicos en señales electrónicas. Son equipos que permiten localizar fugas con rapidez. Las desventajas son que en las tuberías de materiales plásticos se dificulta la detección, teniendo que estrechar el rango de acción.

Otros equipos que, aunque no son diseñados específicamente para localizar fugas son de gran utilidad, son los detectores de metales, usados para detectar tuberías que no han sido catastradas, cajas de operación de válvulas y otras estructuras metálicas dentro de la red.

También por las actividades de la brigada es necesario contar con un aforador de gasto portátil, que permite medir los caudales en una tubería sin necesidad de instalarlo directamente en el tubo, colocándolo de manera externa, estos equipos permiten medir el gasto en tuberías de 19 mm (3/8") hasta 648 mm (25"), así como aquellas tuberías que llevan aire.

De acuerdo con lo anterior, la medida de optimización planteada es la búsqueda de fugas con equipos geófonos y sensores de correlación, mediante cuadrillas de trabajo especializados conformados para este fin, para posteriormente y una vez identificado el punto de fuga, ejecutar los trabajos de reparación como son:

- Trazo y corte del pavimento asfáltico, de concreto hidráulico o empedrado;
- Excavación en el punto de fuga;
- Identificación del material y diámetro de la tubería;
- Sustitución de la tubería en el tramo afectado;
- Relleno con material de banco o producto de la excavación, y
- Reposición del pavimento.

Esta medida de optimización solo garantiza una mejora en el punto de reparación (considerando que los trabajos de reparación sean bien ejecutados) en longitudes variables consideradas en un rango de 2 m a 10 m generalmente y no garantiza la ausencia de nuevos puntos de fuga en puntos adyacentes a la reparación.

De acuerdo con la experiencia del OOMSAPASLC, se espera disminuir las pérdidas en red en aproximadamente un 5% en los 10 años del proyecto; efecto que se ha obtenido en trabajos previos y similares a la búsqueda específica de fugas en áreas identificadas como de mayor probabilidad de ocurrencia.

Cabe señalar que no existe una amplia variedad de medidas de optimización para este tipo de acciones, de hecho, solamente se identifica la búsqueda de fugas y reparación como única mejora y podría representar un monto de inversión superior al 10% considerado por criterio, como el monto de inversión máximo para una optimización, sin embargo, dicho porcentaje representaría una inversión millonaria. El costo específico de esta medida de optimización es de \$44,420,000.00 (sin IVA), equivalente al 10% del importe de inversión del PPI.

1.1. Optimizaciones en Sectorización de la Red de Distribución de Agua Potable

La sectorización no contempla optimizaciones debido a que no existen nuevas medidas administrativas de bajo costo que optimicen las condiciones de sectorización, toda vez que las medidas administrativas ya han sido implementadas como es la designación de cuadrillas para realizar revisiones a las condiciones de la infraestructura y tener tiempos de respuesta lo más corto posibles; sin embargo dichas medidas son insuficientes para tener un buen control y buenos tiempos de respuesta ante eventualidades como fugas, derramamiento de agua en tanques, reparación de pozos y plantas de bombeo. Por tal motivo la situación sin Proyecto es igual a la situación actual.

1.2. Optimizaciones en la Red de Tuberías de Agua Potable

Al igual que en la sectorización, la red de tuberías de agua potable no contempla optimizaciones debido a que las acciones de bajo costo consideradas son las acciones que actualmente lleva a cabo el OOMSAPASLC a través de los programas de operación y mantenimiento. En lo referente al mantenimiento de redes de agua potable, la Dirección de Operaciones cuenta con cuadrillas de respuesta ante eventos de fuga que suceden cuando las redes sufren fracturas en las tuberías y dichas cuadrillas se encuentran actualmente activas y operando, por lo tanto, la situación sin Proyecto será la misma que la situación actual.

1.3. Optimizaciones en las Tomas Domiciliarias de Agua Potable

Al igual que en el caso de la red de tuberías de agua potable, las tomas domiciliarias no contemplan optimizaciones debido a que las acciones de bajo costo consideradas son las acciones que actualmente se llevan a cabo en los programas de operación y mantenimiento. En lo referente al mantenimiento de conexiones de agua potable, el OOMSAPASLC cuenta con cuadrillas de respuesta ante eventos de fuga y dichas cuadrillas se encuentran actualmente activas y operando, por lo tanto, la situación sin Proyecto será la misma que la situación actual.

2. Optimizaciones en el Sistema de Telemetría

Dadas las características de este componente y que están asociadas a la implementación de un sistema de medición congruente con las mejores prácticas actuales para manejos de operación y control; se considera que las mejoras que podrían realizarse al sistema de medición actual podrían ser una mayor capacitación del personal; sin embargo, resulta sumamente costoso el capacitar personal en software e infraestructura que actualmente se encuentra desactualizada o deteriorada.

Por lo tanto, no se consideran optimizaciones toda vez que el proyecto busca obtener información en tiempo real de lo que acontece en los pozos, tanques y plantas para poder tomar decisiones y acciones inmediatas ante cualquier eventualidad.

3. Optimizaciones en la Micromedición de Consumos

En el caso específico la cobertura de micromedición se considera como medida de optimización la sustitución de 4,264 medidores; lo cual corresponde al 10% de la inversión en esta componente del Proyecto y que sería ejecutada en el mismo periodo de 2 años (Conforme al calendario de avances del PPI). El costo específico de esta medida de optimización es de \$14,860,000.00 (sin IVA), equivalente al 10% del importe de inversión del PPI.

b) Análisis de la Oferta

Considerando la implementación de las medidas de optimización sobre la situación actual, el comportamiento de las condiciones de la oferta se modifica marginalmente a favor de mayores volúmenes de agua otorgados a la población.

1. Análisis de la Oferta Sin Proyecto de Eficiencia Física

La oferta de eficiencia física de la situación sin Proyecto considera, con base en la experiencia del personal del OOMSAPASLC en etapas previas donde se ha puesto en marcha programas de búsqueda de fugas, que la recuperación de pérdidas en red tendrá un impacto positivo de un 5%.

Para explicar lo anterior, en el año 2017, la producción de agua se estima en 29.7 Hm³/año y el volumen facturado en 18.9 Hm³/año, por lo tanto, la eficiencia física equivale a 63.47%. La diferencia entre el volumen producido y el volumen facturado representa el volumen no facturado, es decir, las pérdidas totales en la distribución de agua potable equivalentes a 10.7 Hm³/año representan el 36.53%.

Considerando que a través del programa de búsqueda de fugas (como medida de optimización) se puede reducir el volumen de pérdidas en red y tomas domiciliarias (Pérdidas Físicas) en un 5%, se calcula las pérdidas en red optimizadas con la siguiente expresión:

$$\text{Vol. Pérdida Físicas Optimizadas} = \text{Pérdidas Físicas Actuales} * (1 - 5\%)$$

$$\text{Vol. Pérdida Físicas Optimizadas} = (3.0 + 6.3) * 0.95 = 8.9 \text{ H m}^3 / \text{año}$$

Esto equivale a recuperar aproximadamente 0.5 Hm³/año y por consiguiente liberar un caudal de producción. Por ejemplo, en el caso de las pérdidas en red y tomas domiciliarias, que son las de mayor importancia, se estima que con las optimizaciones en conjunto disminuyan a un valor de 8.9 Hm³/año y tener niveles de producción de 29.2 Hm³/año; lo cual representa aumentar la eficiencia física actual de 63.47% a una eficiencia física optimizada de 64.49%, lo que resulta un incremento del 1.02% de mejora en la eficiencia física. En las siguientes tablas se presentan las pérdidas físicas y sus componentes, así como la oferta de eficiencias actual y sin Proyecto durante el horizonte de evaluación.

**Tabla 92. Oferta de eficiencia física en la situación
sin proyecto – San José del Cabo**

Periodo	Año	Volumen Facturado (m3/año)	Producción Sin Proyecto (m3/año)	Eficiencia Física Sin Proyecto (%)	Pérdidas Totales Sin Proyecto (%)	Pérdidas Totales (m3/año)
0	2021	12,506,122	19,222,662	65.06%	34.94%	6,716,540
1	2022	12,506,122	18,933,338	66.05%	33.95%	6,427,216
2	2023	12,506,122	18,933,338	66.05%	33.95%	6,427,216
3	2024	12,506,122	18,933,338	66.05%	33.95%	6,427,216
4	2025	12,506,122	18,933,338	66.05%	33.95%	6,427,216
5	2026	12,506,122	18,933,338	66.05%	33.95%	6,427,216
6	2027	12,506,122	18,933,338	66.05%	33.95%	6,427,216
7	2028	12,506,122	18,933,338	66.05%	33.95%	6,427,216
8	2029	12,506,122	18,933,338	66.05%	33.95%	6,427,216
9	2030	12,506,122	18,933,338	66.05%	33.95%	6,427,216
10	2031	12,506,122	18,933,338	66.05%	33.95%	6,427,216

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

**Tabla 93. Oferta de eficiencia física en la situación sin proyecto –
Cabo San Lucas**

Periodo	Año	Volumen Facturado (m3/año)	Producción Sin Proyecto (m3/año)	Eficiencia Física Sin Proyecto (%)	Pérdidas Totales Sin Proyecto (%)	Pérdidas Totales (m3/año)
0	2021	6,355,814	10,347,981	61.42%	38.58%	3,992,167
1	2022	6,355,814	10,176,288	62.46%	37.54%	3,820,474
2	2023	6,355,814	10,176,288	62.46%	37.54%	3,820,474
3	2024	6,355,814	10,176,288	62.46%	37.54%	3,820,474
4	2025	6,355,814	10,176,288	62.46%	37.54%	3,820,474
5	2026	6,355,814	10,176,288	62.46%	37.54%	3,820,474
6	2027	6,355,814	10,176,288	62.46%	37.54%	3,820,474
7	2028	6,355,814	10,176,288	62.46%	37.54%	3,820,474
8	2029	6,355,814	10,176,288	62.46%	37.54%	3,820,474
9	2030	6,355,814	10,176,288	62.46%	37.54%	3,820,474
10	2031	6,355,814	10,176,288	62.46%	37.54%	3,820,474

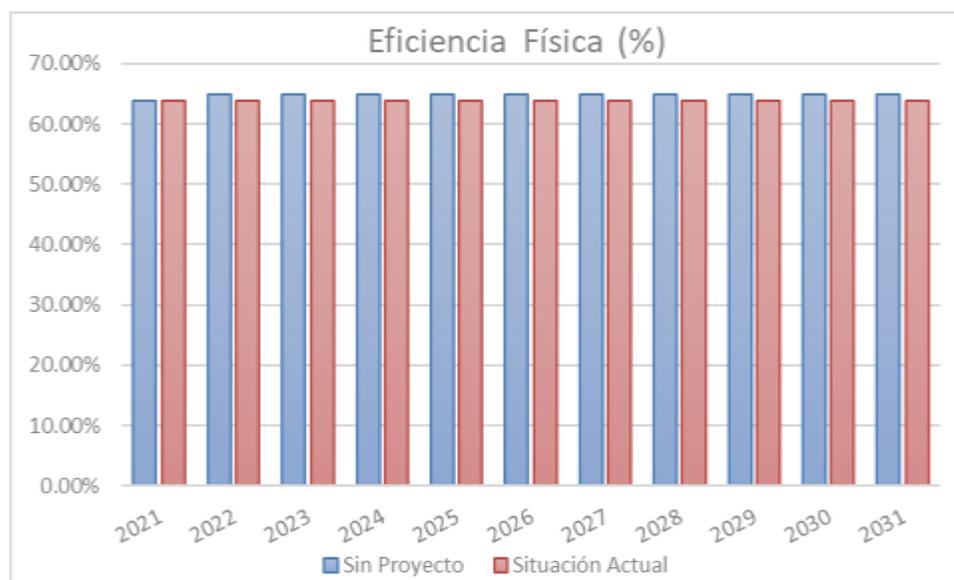
Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Tabla 94. Oferta de eficiencia física en la situación sin proyecto – Total

Periodo	Año	Volumen Facturado (m3/año)	Producción Sin Proyecto (m3/año)	Eficiencia Física Sin Proyecto (%)	Pérdidas Totales Sin Proyecto (%)	Pérdidas Totales (m3/año)
0	2021	18,861,936	29,570,643	63.78%	36.21%	10,708,707
1	2022	18,861,936	29,109,626	64.80%	35.20%	10,247,690
2	2023	18,861,936	29,109,626	64.80%	35.20%	10,247,690
3	2024	18,861,936	29,109,626	64.80%	35.20%	10,247,690
4	2025	18,861,936	29,109,626	64.80%	35.20%	10,247,690
5	2026	18,861,936	29,109,626	64.80%	35.20%	10,247,690
6	2027	18,861,936	29,109,626	64.80%	35.20%	10,247,690
7	2028	18,861,936	29,109,626	64.80%	35.20%	10,247,690
8	2029	18,861,936	29,109,626	64.80%	35.20%	10,247,690
9	2030	18,861,936	29,109,626	64.80%	35.20%	10,247,690
10	2031	18,861,936	29,109,626	64.80%	35.20%	10,247,690

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Figura 28. Oferta de la eficiencia física en la situación sin proyecto



Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

1.1. Análisis de la Oferta Sin Proyecto de Sectorización de la Red de Distribución de Agua Potable

Tal como se mencionó en el apartado de III.a.1.1, al no existir medidas de optimización para la sectorización de la red de distribución de agua potable, la oferta sin Proyecto es igual a la oferta en la situación actual.

1.2. Análisis de la Oferta Sin Proyecto de la Red de Tuberías de Agua Potable

Tal como se mencionó en el apartado de III.a.1.2, al no existir medidas de optimización para la red de tuberías de agua potable, la oferta sin Proyecto es igual a la oferta en la situación actual.

1.3. Análisis de la Oferta Sin Proyecto de las Tomas Domiciliarias

Tal como se mencionó en el apartado de III.a.1.3, al no existir medidas de optimización para las tomas de agua potable, la oferta sin Proyecto es igual a la oferta en la situación actual.

2. Análisis de la Oferta Sin Proyecto de Telemetría

Tal como se mencionó en el apartado de III.a.2, al no existir medidas de optimización para la telemetría de las estructuras especiales del sistema de agua potable, la oferta sin Proyecto es igual a la oferta en la situación actual.

3. Análisis de la Oferta Sin Proyecto de Micromedición

En este caso, con la optimización del Proyecto la cobertura de micromedición se estaría instalando en el mismo plazo de 2 años (conforme al calendario de avances del PPI) un total de 3,105 medidores para usos domésticos y residenciales, de los cuales 1,946 corresponden a San José del Cabo y 1,159 para Cabo San Lucas:

Tabla 95. Cobertura de Micromedición Sin Proyecto – San José del Cabo

Periodo	Año	Tomas con Medición con Vida Útil – Situación Actual	Tomas con Medición con Vida Útil – Sin Proyecto	Cobertura de Micromedición Actual (%)	Cobertura de Micromedición Sin Proyecto (%)
0	2021	5,726	5,726	14.99%	18.06%
1	2022	5,726	6,699	14.99%	21.13%
2	2023	5,726	6,699	14.99%	21.13%

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Tabla 96. Cobertura de Micromedición Sin Proyecto – Cabo San Lucas

Periodo	Año	Tomas con Medición con Vida Útil – Situación Actual	Tomas con Medición con Vida Útil – Sin Proyecto	Cobertura de Micromedición Actual (%)	Cobertura de Micromedición Sin Proyecto (%)
0	2021	5,215	5,215	14.90%	14.90%
1	2022	5,215	6,374	14.90%	18.21%
2	2023	5,215	6,374	14.90%	18.21%

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Tabla 97. Cobertura de Micromedición Sin Proyecto – Total

Periodo	Año	Tomas con Medición con Vida Útil – Situación Actual	Tomas con Medición con Vida Útil – Sin Proyecto	Cobertura de Micromedición Actual (%)	Cobertura de Micromedición Sin Proyecto (%)
0	2021	10,941	10,941	14.94%	16.40%
1	2022	10,941	13,073	14.94%	19.60%
2	2023	10,941	13,073	14.94%	19.60%

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Por lo anterior, con la medida de optimización se tiene una cobertura de micromedición mayor que alcanza su punto máximo en el año 2021 para después mantener la tendencia a la baja a causa del envejecimiento del parque de micromedidores. En este sentido, en el horizonte de evaluación definido y tomando los comportamientos descritos en la situación actual, se tendría que la cobertura se incrementa en promedio 5 puntos porcentuales.

**Tabla 98. Oferta de los micromedidores en la situación
sin proyecto – San José del Cabo**

Periodo	Año	Tomas Totales	Medidores Instalados con Vida Útil	% Cobertura de Micromedición (Aparatos con Vida Útil)
0	2021	31,700	5,726	18.06%
1	2022	31,700	6,699	21.13%
2	2023	31,700	6,699	21.13%
3	2024	31,700	6,699	21.13%
4	2025	31,700	6,699	21.13%
5	2026	31,700	6,699	21.13%
6	2027	31,700	6,699	21.13%
7	2028	31,700	6,699	21.13%
8	2029	31,700	6,699	21.13%
9	2030	31,700	6,699	21.13%
10	2031	31,700	6,699	21.13%

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

**Tabla 99. Oferta de los micromedidores en la situación
sin proyecto – Cabo San Lucas**

Periodo	Año	Tomas Totales	Medidores Instalados con Vida Útil	% Cobertura de Micromedición (Aparatos con Vida Útil)
0	2021	35,004	5,215	14.90%
1	2022	35,004	6,374	18.21%
2	2023	35,004	6,374	18.21%
3	2024	35,004	6,374	18.21%
4	2025	35,004	6,374	18.21%
5	2026	35,004	6,374	18.21%
6	2027	35,004	6,374	18.21%
7	2028	35,004	6,374	18.21%
8	2029	35,004	6,374	18.21%
9	2030	35,004	6,374	18.21%
10	2031	35,004	6,374	18.21%

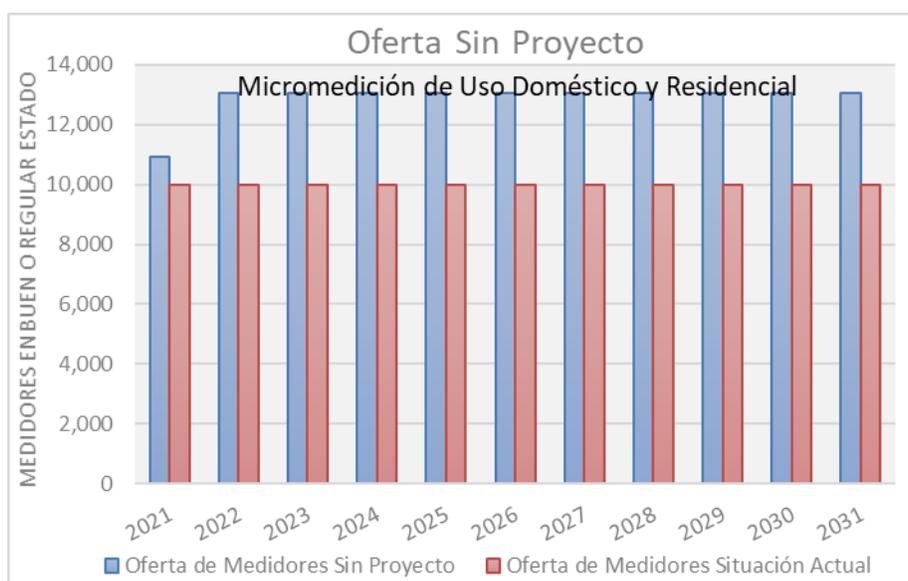
Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Tabla 100. Oferta de los micromedidores en la situación sin proyecto – Total

Periodo	Año	Tomas Totales	Medidores Instalados con Vida Útil	% Cobertura de Micromedición (Aparatos con Vida Útil)
0	2021	66,704	10,941	16.40%
1	2022	66,704	13,073	19.60%
2	2023	66,704	13,073	19.60%
3	2024	66,704	13,073	19.60%
4	2025	66,704	13,073	19.60%
5	2026	66,704	13,073	19.60%
6	2027	66,704	13,073	19.60%
7	2028	66,704	13,073	19.60%
8	2029	66,704	13,073	19.60%
9	2030	66,704	13,073	19.60%
10	2031	66,704	13,073	19.60%

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Figura 29. Oferta de la cobertura de micromedición en la situación sin proyecto



Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

c) Análisis de la Demanda

Como se indicó en el apartado anterior, referente al análisis de la oferta en la situación sin proyecto, las medidas de optimización propuestas para mejorar las condiciones actuales del OOMSAPASLC, generan beneficios importantes sobre las condiciones de la oferta, ya que favorecen de forma directa a los niveles de consumo para cada uno de los usuarios del OOMSAPASLC.

Respecto a la dinámica poblacional del Municipio de Los Cabos, ésta determinó para el horizonte de evaluación, utilizando los datos poblacionales publicados por la CONAPO del 2016 al 2031.

Tabla 101. Proyecciones del crecimiento poblacional del Municipio de Los Cabos

Año	San José del Cabo	Cabo San Lucas	La Ribera	San José Viejo	Las Veredas	Colonia del Sol	Las Palmas	Resto	Total
2013	71,187	69,836	2,091	7,367	10,688	48,995	11,794	21,311	243,268
2014	75,869	72,687	2,162	7,851	11,391	52,217	12,569	22,439	257,186
2015	80,331	75,162	2,222	8,313	12,061	55,288	13,309	23,486	270,171
2016	84,664	77,363	2,272	8,761	12,711	58,270	14,027	24,483	282,551
2017	88,901	79,334	2,315	9,200	13,348	61,186	14,728	25,441	294,452
2018	93,069	81,111	2,351	9,631	13,973	64,055	15,419	26,370	305,980
2019	97,193	82,723	2,383	10,058	14,593	66,894	16,102	27,279	317,224
2020	101,288	84,192	2,409	10,482	15,207	69,712	16,781	28,174	328,245
2021	105,369	85,535	2,432	10,904	15,820	72,521	17,457	29,059	339,095
2022	109,444	86,765	2,451	11,326	16,432	75,326	18,132	29,938	349,814
2023	113,521	87,891	2,467	11,748	17,044	78,131	18,807	30,814	360,424
2024	117,607	88,925	2,480	12,171	17,658	80,944	19,484	31,690	370,958
2025	121,711	89,875	2,490	12,595	18,274	83,768	20,164	32,568	381,445
2026	125,834	90,746	2,498	13,022	18,893	86,606	20,847	33,449	391,896
2027	129,981	91,544	2,504	13,451	19,515	89,460	21,534	34,334	402,323
2028	134,149	92,269	2,507	13,882	20,141	92,329	22,225	35,224	412,727
2029	138,335	92,923	2,509	14,316	20,770	95,210	22,918	36,118	423,098
2030	142,536	93,504	2,508	14,750	21,400	98,101	23,614	37,014	433,429
2031	146,749	94,016	2,506	15,186	22,033	101,001	24,312	37,914	443,717

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de la CONAPO

Respecto al nivel de hacinamiento, se consideró para las proyecciones que éste se mantiene constante con la cifra registrada en 2010 en el ITER, el cual indica que es de 3.79 habitantes por vivienda. Asimismo.

La cobertura del servicio de agua potable en es de 89.32% de conformidad con lo mostrado en el apartado de demanda de la Situación Actual del presente estudio.

Tabla 102. Hacinamiento promedio

Localidades	Hab/Vivienda
San José del Cabo	3.69
Cabo San Lucas	3.88
Promedio	3.79

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del INEGI

Por su parte, se estima que las medidas de optimización propuestas no modificarán el número de usuarios que conforman el padrón del OOMSAPASLC, por lo que se considera que el número de dichos usuarios en la situación optimizada, es similar a la presentada en la situación actual. En la siguiente tabla, se puede apreciar lo antes indicado.

Tabla 103. Padrón de usuarios por tipo del Municipio de Los Cabos en la Situación sin Proyecto (2016)

Subsistema del OOMSAPASLC	Tomas Totales	Tomas Uso Doméstico	Tomas Uso Residencial	Tomas Uso Comercial	Tomas Uso Industrial
San José del Cabo	31,611	27,421	1,777	2,192	221
Cabo San Lucas	36,012	28,922	4,124	2,547	419
Total	67,623	56,343	5,901	4,739	640

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del OOMSAPASLC

1. Análisis de la Demanda Sin Proyecto de Eficiencia Física

La demanda de eficiencia física para la situación sin Proyecto se considera igual que la demanda en la situación actual, la cual busca una eficiencia mínima del 75%.

1.1. Análisis de la Demanda Sin Proyecto de Sectorización de la Red de Distribución de Agua Potable

La demanda de sectorización de la red de distribución de agua potable para la situación sin Proyecto se considera igual que la demanda en la situación actual, la cual busca la implementación de 36 sectores.

1.2. Análisis de la Demanda Sin Proyecto de la Red de Tuberías de Agua Potable

La demanda de red secundaria de agua potable para la situación sin Proyecto se considera igual que la demanda en situación actual, las necesidades de tuberías en buenas o regulares condiciones es de 2,382.3 km.

1.3. Análisis de la Demanda Sin Proyecto de las Tomas Domiciliarias

La demanda de tomas de agua potable para la situación sin Proyecto se considera igual que la demanda en situación actual, es decir, las necesidades de conexiones en condiciones buenas o regulares es de 70,058 unidades.

2. Análisis de la Demanda Sin Proyecto de Telemetría

La demanda en la situación sin proyecto es la misma que la situación actual y fue definida por el OOMSAPASLC; la demanda objetivo es la instalación de telemetría en todas las estructuras especiales, como son: pozos, estaciones de bombeo, tanques de distribución y en los sectores hidráulicos a implementar, que en su conjunto suman un total de 97 sitios.

3. Análisis de la Demanda Sin Proyecto de Micromedición

La demanda de micromedición en tomas de agua potable para la situación sin Proyecto se considera igual que la demanda en la situación actual, la cual busca una cobertura mínima del 95%.

d) Interacciones

1 Interacción de la Oferta – Demanda Sin Proyecto de Eficiencia Física

En las siguientes tablas se muestra el análisis de la oferta optimizada y la demanda optimizada considerando el incremento de la recuperación de las pérdidas en red y tomas domiciliarias al 5% y la demanda objetivo en un nivel de 75%.

Tabla 104. Interacción Oferta-Demanda de la eficiencia física en la situación sin proyecto – San José del Cabo

Periodo	Año	Oferta Eficiencia Física Sin Proyecto (%)	Demanda Eficiencia Física Objetivo (%)	Déficit de Eficiencia Física Sin Proyecto (%)
0	2021	65.06%	75.00%	-9.94%
1	2022	66.05%	75.00%	-8.95%
2	2023	66.05%	75.00%	-8.95%
3	2024	66.05%	75.00%	-8.95%
4	2025	66.05%	75.00%	-8.95%
5	2026	66.05%	75.00%	-8.95%
6	2027	66.05%	75.00%	-8.95%
7	2028	66.05%	75.00%	-8.95%
8	2029	66.05%	75.00%	-8.95%
9	2030	66.05%	75.00%	-8.95%
10	2031	66.05%	75.00%	-8.95%

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Tabla 105. Interacción Oferta-Demanda de la eficiencia física en la situación sin proyecto – Cabo San Lucas

Periodo	Año	Oferta Eficiencia Física Sin Proyecto (%)	Demanda Eficiencia Física Objetivo (%)	Déficit de Eficiencia Física Sin Proyecto (%)
0	2021	61.42%	75.00%	-13.58%
1	2022	62.46%	75.00%	-12.54%
2	2023	62.46%	75.00%	-12.54%
3	2024	62.46%	75.00%	-12.54%
4	2025	62.46%	75.00%	-12.54%
5	2026	62.46%	75.00%	-12.54%
6	2027	62.46%	75.00%	-12.54%
7	2028	62.46%	75.00%	-12.54%
8	2029	62.46%	75.00%	-12.54%
9	2030	62.46%	75.00%	-12.54%
10	2031	62.46%	75.00%	-12.54%

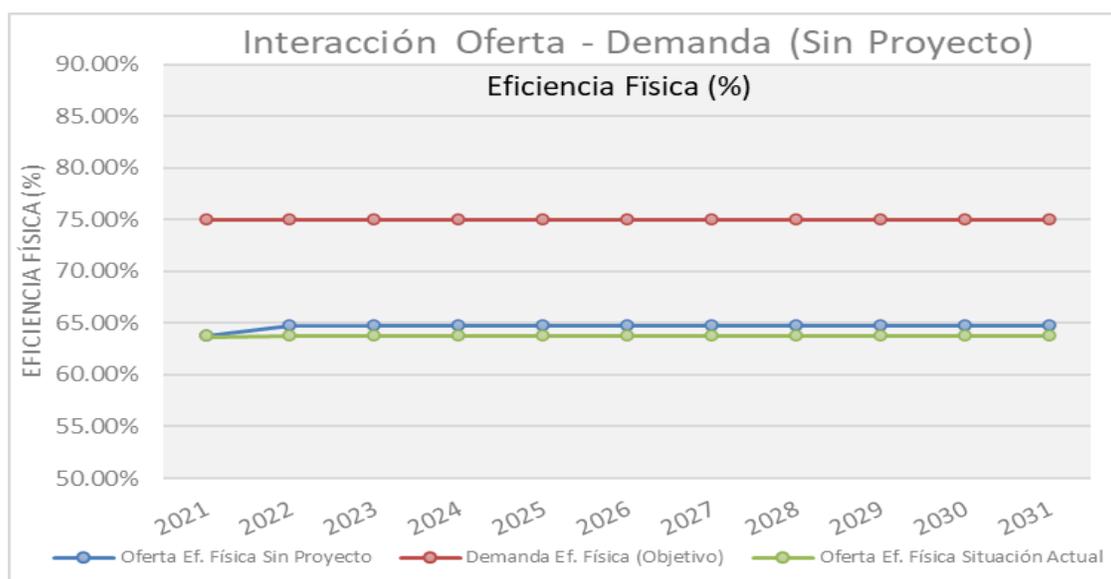
Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Tabla 106. Interacción Oferta-Demanda de la eficiencia física en la situación sin proyecto – Total

Periodo	Año	Oferta Eficiencia Física Sin Proyecto (%)	Demanda Eficiencia Física Objetivo (%)	Déficit de Eficiencia Física Sin Proyecto (%)
0	2021	63.79%	75.00%	-11.21%
1	2022	64.80%	75.00%	-10.20%
2	2023	64.80%	75.00%	-10.20%
3	2024	64.80%	75.00%	-10.20%
4	2025	64.80%	75.00%	-10.20%
5	2026	64.80%	75.00%	-10.20%
6	2027	64.80%	75.00%	-10.20%
7	2028	64.80%	75.00%	-10.20%
8	2029	64.80%	75.00%	-10.20%
9	2030	64.80%	75.00%	-10.20%
10	2031	64.80%	75.00%	-10.20%

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Figura 30. Interacción Oferta – Demanda de la eficiencia física en la situación sin proyecto



Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Como se puede ver en la tabla y gráfica anterior, existe un déficit entre la demanda (objetivo) y la oferta sin Proyecto (optimizada), cuyo valor en el año 2022 es de 10.20%, y se mantendrá constante considerando el deterioro natural de las a través del horizonte de evaluación.

1.1. Interacción de la Oferta – Demanda Sin Proyecto de Sectorización de la Red de Distribución de Agua Potable

La interacción oferta – demanda de sectorización de la red de distribución de agua es la misma que en la situación actual y se representa en las siguientes tablas:

Tabla 107. Interacción Oferta-Demanda de sectores hidráulicos en la situación sin proyecto – San José del Cabo

Periodo	Año	Oferta de Sectores Hidráulicos	Demanda Sectores Hidráulicos	Déficit de Sectorización Sin Proyecto
0	2021	0	16	-16
1	2022	0	16	-16
2	2023	0	16	-16
3	2024	0	16	-16
4	2025	0	16	-16
5	2026	0	16	-16
6	2027	0	16	-16
7	2028	0	16	-16
8	2029	0	16	-16
9	2030	0	16	-16
10	2031	0	16	-16

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Tabla 108. Interacción Oferta-Demanda de sectores hidráulicos en la situación sin proyecto – Cabo San Lucas

Periodo	Año	Oferta de Sectores Hidráulicos	Demanda Sectores Hidráulicos	Déficit de Sectorización Sin Proyecto
0	2021	0	20	-20
1	2022	0	20	-20
2	2023	0	20	-20
3	2024	0	20	-20
4	2025	0	20	-20
5	2026	0	20	-20
6	2027	0	20	-20
7	2028	0	20	-20
8	2029	0	20	-20
9	2030	0	20	-20
10	2031	0	20	-20

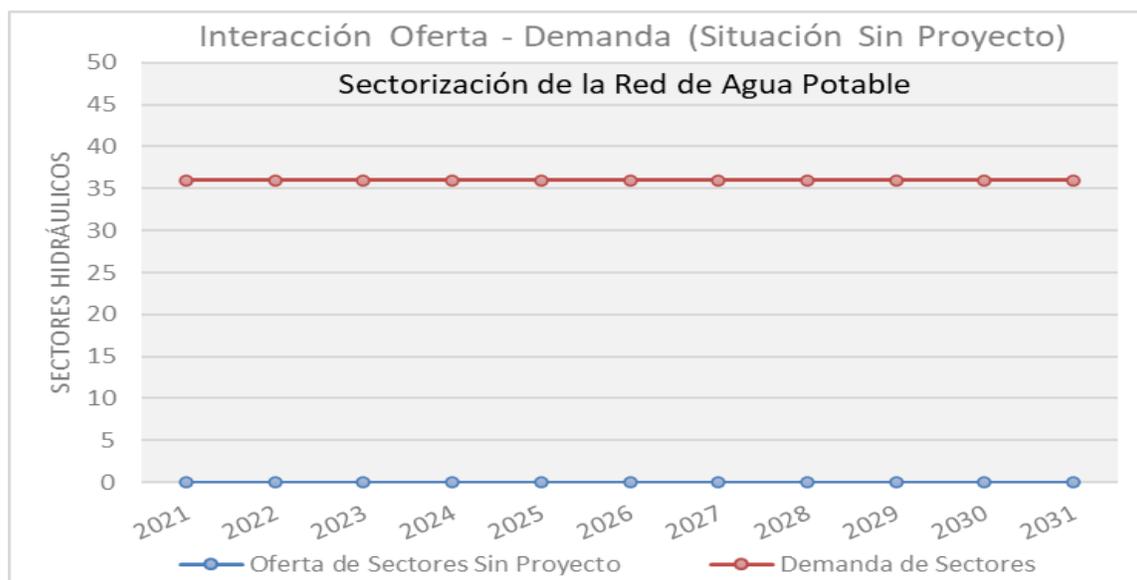
Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Tabla 109. Interacción Oferta-Demanda de sectores hidráulicos en la situación sin proyecto – Total

Periodo	Año	Oferta de Sectores Hidráulicos	Demanda Sectores Hidráulicos	Déficit de Sectorización Sin Proyecto
0	2021	0	36	-36
1	2022	0	36	-36
2	2023	0	36	-36
3	2024	0	36	-36
4	2025	0	36	-36
5	2026	0	36	-36
6	2027	0	36	-36
7	2028	0	36	-36
8	2029	0	36	-36
9	2030	0	36	-36
10	2031	0	36	-36

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Figura 31. Interacción Oferta – Demanda de sectorización en la situación sin proyecto



Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Como se puede observar en la gráfica anterior, la oferta y demanda se mantienen constantes a lo largo del horizonte de evaluación, considerando la tendencia actual, por lo que el déficit de sectores se mantiene constante con un valor de 36 sectores requeridos para la zona de influencia del PPI.

1.2. Interacción de la Oferta – Demanda Sin Proyecto de la Red de Tuberías de Agua Potable

La interacción oferta – demanda de red de tuberías de agua es la misma que en la situación actual y se representa en las siguientes tablas:

Tabla 110. Interacción Oferta-Demanda de tuberías de agua potable en la situación sin proyecto – San José del Cabo

Periodo	Año	Oferta de Tuberías en Buen o Regular Estado (km)	Demanda de Tuberías en Buen o Regular Estado (km)	Déficit de tuberías de agua potable Sin Proyecto (km)
0	2021	867.1	1,204.3	-337.2
1	2022	867.1	1,204.3	-337.2
2	2023	867.1	1,204.3	-337.2
3	2024	867.1	1,204.3	-337.2
4	2025	867.1	1,204.3	-337.2
5	2026	867.1	1,204.3	-337.2
6	2027	867.1	1,204.3	-337.2
7	2028	867.1	1,204.3	-337.2
8	2029	867.1	1,204.3	-337.2
9	2030	867.1	1,204.3	-337.2
10	2031	867.1	1,204.3	-337.2

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Tabla 111. Interacción Oferta-Demanda de tuberías de agua potable en la situación sin proyecto – Cabo San Lucas

Periodo	Año	Oferta de Tuberías en Buen o Regular Estado (km)	Demanda de Tuberías en Buen o Regular Estado (km)	Déficit de tuberías de agua potable Sin Proyecto (km)
0	2021	942.4	1,178.0	-235.6
1	2022	942.4	1,178.0	-235.6
2	2023	942.4	1,178.0	-235.6
3	2024	942.4	1,178.0	-235.6
4	2025	942.4	1,178.0	-235.6
5	2026	942.4	1,178.0	-235.6
6	2027	942.4	1,178.0	-235.6
7	2028	942.4	1,178.0	-235.6
8	2029	942.4	1,178.0	-235.6
9	2030	942.4	1,178.0	-235.6
10	2031	942.4	1,178.0	-235.6

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

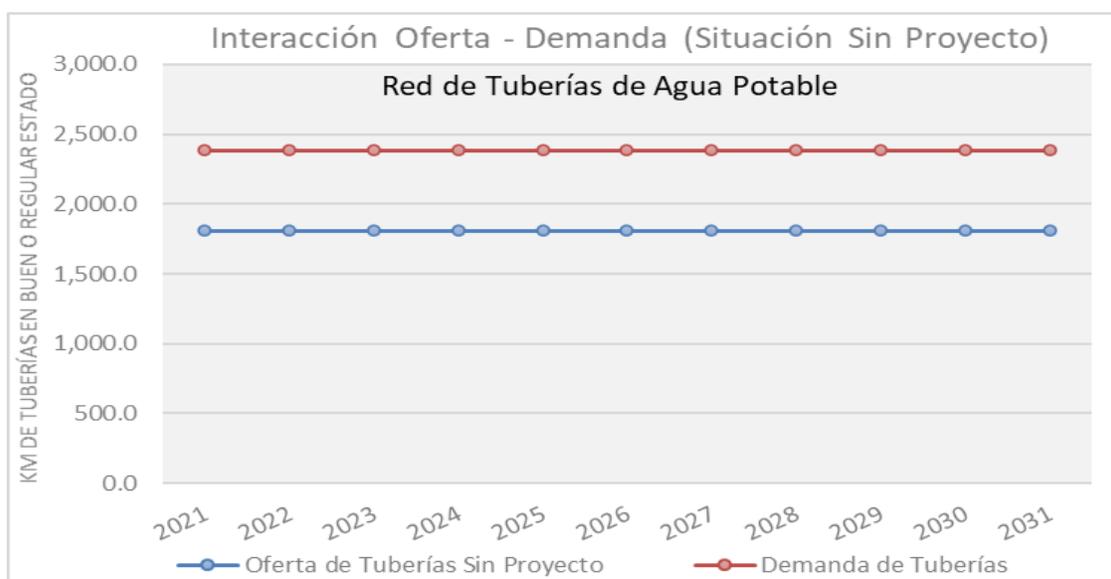
Tabla 112. Interacción Oferta-Demanda de tuberías de agua potable en la situación sin proyecto – Total

Periodo	Año	Oferta de Tuberías en Buen o Regular Estado (km)	Demanda de Tuberías en Buen o Regular Estado (km)	Déficit de tuberías de agua potable Sin Proyecto (km)
0	2021	1,809.5	2,382.3	-572.8
1	2022	1,809.5	2,382.3	-572.8
2	2023	1,809.5	2,382.3	-572.8
3	2024	1,809.5	2,382.3	-572.8
4	2025	1,809.5	2,382.3	-572.8
5	2026	1,809.5	2,382.3	-572.8
6	2027	1,809.5	2,382.3	-572.8
7	2028	1,809.5	2,382.3	-572.8
8	2029	1,809.5	2,382.3	-572.8
9	2030	1,809.5	2,382.3	-572.8
10	2031	1,809.5	2,382.3	-572.8

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Como se puede observar en la gráfica siguiente, la demanda y la oferta de tuberías de agua potable en condiciones buenas o regulares se mantiene durante el horizonte de evaluación. El déficit de redes de agua potable en condiciones buenas o regulares es en 2021 de 572.8 km alcanzando el mismo valor en el año 2031.

Figura 32. Interacción Oferta – Demanda de red de tuberías de agua potable en la situación sin proyecto



Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

1.3. Interacción de la Oferta – Demanda Sin Proyecto de Tomas Domiciliarias

La interacción oferta – demanda de tomas de agua potable es la misma que en la situación actual y se representa en las siguientes tablas:

Tabla 113. Interacción Oferta-Demanda de tomas domiciliarias en la situación sin proyecto – San José del Cabo

Periodo	Año	Oferta de Tomas en Buen o Regular Estado	Demanda de Tomas en Buen o Regular Estado	Déficit de Tomas Sin Proyecto
0	2021	24,974	38,422	-13,448
1	2022	24,974	38,422	-13,448
2	2023	24,974	38,422	-13,448
3	2024	24,974	38,422	-13,448
4	2025	24,974	38,422	-13,448
5	2026	24,974	38,422	-13,448
6	2027	24,974	38,422	-13,448
7	2028	24,974	38,422	-13,448
8	2029	24,974	38,422	-13,448
9	2030	24,974	38,422	-13,448
10	2031	24,974	38,422	-13,448

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Tabla 114. Interacción Oferta-Demanda de tomas domiciliarias en la situación sin proyecto – Cabo San Lucas

Periodo	Año	Oferta de Tomas en Buen o Regular Estado	Demanda de Tomas en Buen o Regular Estado	Déficit de Tomas Sin Proyecto
0	2021	27,580	41,165	-13,585
1	2022	27,580	41,165	-13,585
2	2023	27,580	41,165	-13,585
3	2024	27,580	41,165	-13,585
4	2025	27,580	41,165	-13,585
5	2026	27,580	41,165	-13,585
6	2027	27,580	41,165	-13,585
7	2028	27,580	41,165	-13,585
8	2029	27,580	41,165	-13,585
9	2030	27,580	41,165	-13,585
10	2031	27,580	41,165	-13,585

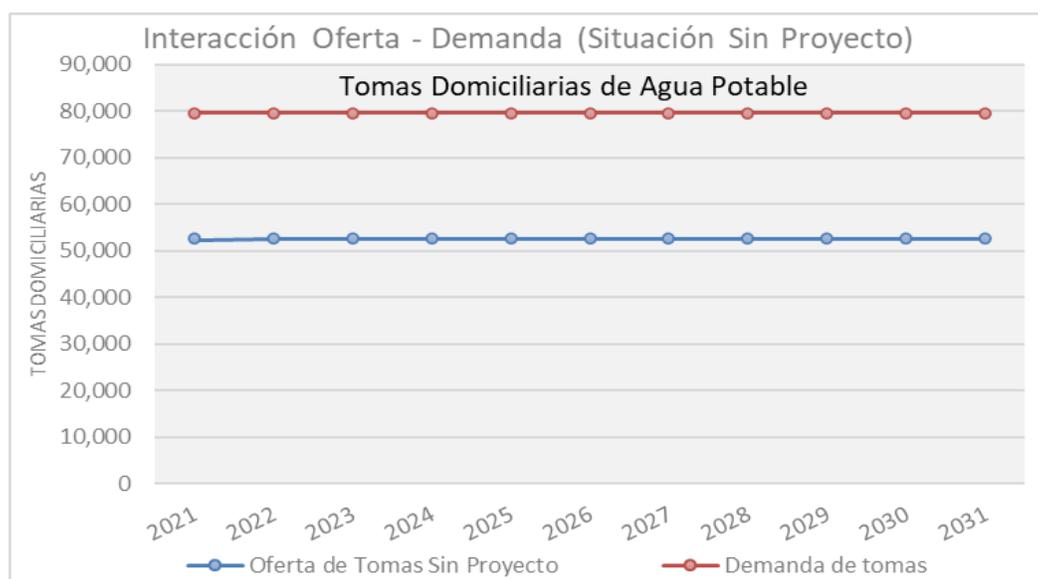
Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Tabla 115. Interacción Oferta-Demanda de tomas domiciliarias en la situación sin proyecto – Total

Periodo	Año	Oferta de Tomas en Buen o Regular Estado	Demanda de Tomas en Buen o Regular Estado	Déficit de Tomas Sin Proyecto
0	2021	52,554	79,587	-27,033
1	2022	52,554	79,587	-27,033
2	2023	52,554	79,587	-27,033
3	2024	52,554	79,587	-27,033
4	2025	52,554	79,587	-27,033
5	2026	52,554	79,587	-27,033
6	2027	52,554	79,587	-27,033
7	2028	52,554	79,587	-27,033
8	2029	52,554	79,587	-27,033
9	2030	52,554	79,587	-27,033
10	2031	52,554	79,587	-27,033

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Figura 33. Interacción Oferta – Demanda de tomas domiciliarias en la situación sin proyecto



Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Como se puede observar en la gráfica anterior, la demanda y oferta de tomas domiciliarias en condiciones buenas o regulares se mantiene constante durante el horizonte de evaluación. El déficit de tomas en 2021 es de -27,033 mismo que se mantendrá constante durante el horizonte del proyecto hasta el año 2031.

2. Interacción de la Oferta-Demanda Sin Proyecto de Telemetría

La interacción oferta – demanda de las instalaciones con equipamiento de telemetría es la misma que en la situación actual y se representa en las siguientes tablas:

Tabla 116. Interacción Oferta-Demanda de instalaciones con telemetría en la situación sin proyecto – San José del Cabo

Periodo	Año	Oferta de Sitios con Telemetría Operando	Demanda de Sitios con Telemetría Operando	Déficit de Telemetría Sin Proyecto
0	2021	0	52	-52
1	2022	0	52	-52
2	2023	0	52	-52
3	2024	0	52	-52
4	2025	0	52	-52
5	2026	0	52	-52
6	2027	0	52	-52
7	2028	0	52	-52
8	2029	0	52	-52
9	2030	0	52	-52
10	2031	0	52	-52

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Tabla 117. Interacción Oferta-Demanda de instalaciones con telemetría en la situación sin proyecto – Cabo San Lucas

Periodo	Año	Oferta de Sitios con Telemetría Operando	Demanda de Sitios con Telemetría Operando	Déficit de Telemetría Sin Proyecto
0	2021	0	45	-45
1	2022	0	45	-45
2	2023	0	45	-45
3	2024	0	45	-45
4	2025	0	45	-45
5	2026	0	45	-45
6	2027	0	45	-45
7	2028	0	45	-45
8	2029	0	45	-45
9	2030	0	45	-45
10	2031	0	45	-45

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

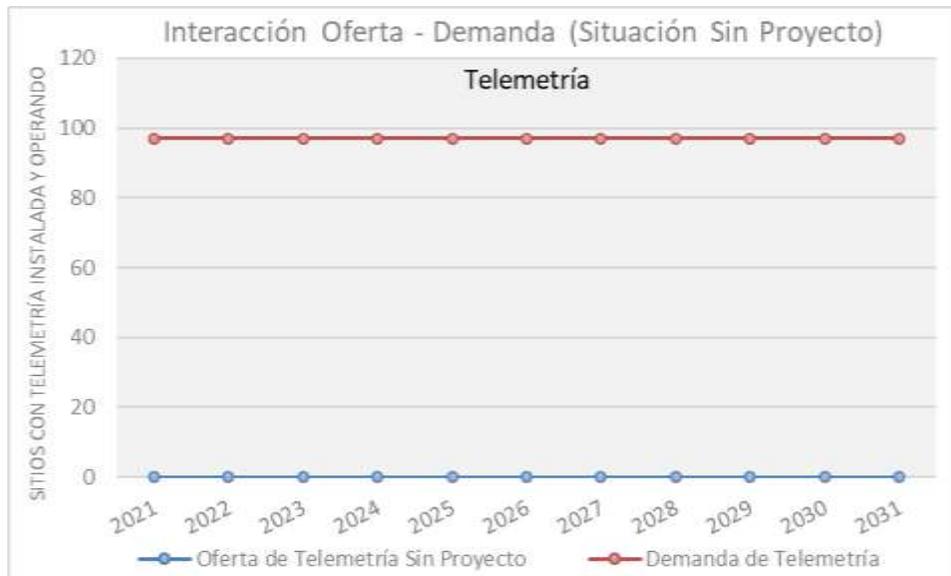
Tabla 118. Interacción Oferta-Demanda de instalaciones con telemetría en la situación sin proyecto – Total

Periodo	Año	Oferta de Sitios con Telemetría Operando	Demanda de Sitios con Telemetría Operando	Déficit de Telemetría Sin Proyecto
0	2021	0	97	-97
1	2022	0	97	-97
2	2023	0	97	-97
3	2024	0	97	-97
4	2025	0	97	-97
5	2026	0	97	-97
6	2027	0	97	-97
7	2028	0	97	-97
8	2029	0	97	-97
9	2030	0	97	-97
10	2031	0	97	-97

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

La proyección de la oferta y demanda de sitios con telemetría instalada y funcional se mantienen constante durante el horizonte de evaluación.

Figura 34. Interacción Oferta – Demanda de telemetría en la situación sin proyecto



Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

3. Interacción de la Oferta-Demanda Sin Proyecto de Micromedición

Considerando el comportamiento de la oferta en la situación sin Proyecto y la demanda, en las siguientes tablas se presenta la interacción en la cobertura lograda y la deseable en un horizonte de 10 años:

Tabla 119. Interacción Oferta-Demanda de micromedidores en la situación sin proyecto – San José del Cabo

Periodo	Año	Oferta de micromedidores	Demanda de Micromedidores	Déficit de Micromedidores Sin Proyecto
0	2021	5,726	30,115	-24,389
1	2022	6,699	30,115	-23,416
2	2023	6,699	30,115	-23,416
3	2024	6,699	30,115	-23,416
4	2025	6,699	30,115	-23,416
5	2026	6,699	30,115	-23,416
6	2027	6,699	30,115	-23,416
7	2028	6,699	30,115	-23,416
8	2029	6,699	30,115	-23,416
9	2030	6,699	30,115	-23,416
10	2031	6,699	30,115	-23,416

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Tabla 120. Interacción Oferta-Demanda de micromedidores en la situación sin proyecto – Cabo San Lucas

Periodo	Año	Oferta de micromedidores	Demanda de Micromedidores	Déficit de Micromedidores Sin Proyecto
0	2021	5,215	33,254	-28,039
1	2022	6,374	33,254	-26,880
2	2023	6,374	33,254	-26,880
3	2024	6,374	33,254	-26,880
4	2025	6,374	33,254	-26,880
5	2026	6,374	33,254	-26,880
6	2027	6,374	33,254	-26,880
7	2028	6,374	33,254	-26,880
8	2029	6,374	33,254	-26,880
9	2030	6,374	33,254	-26,880
10	2031	6,374	33,254	-26,880

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

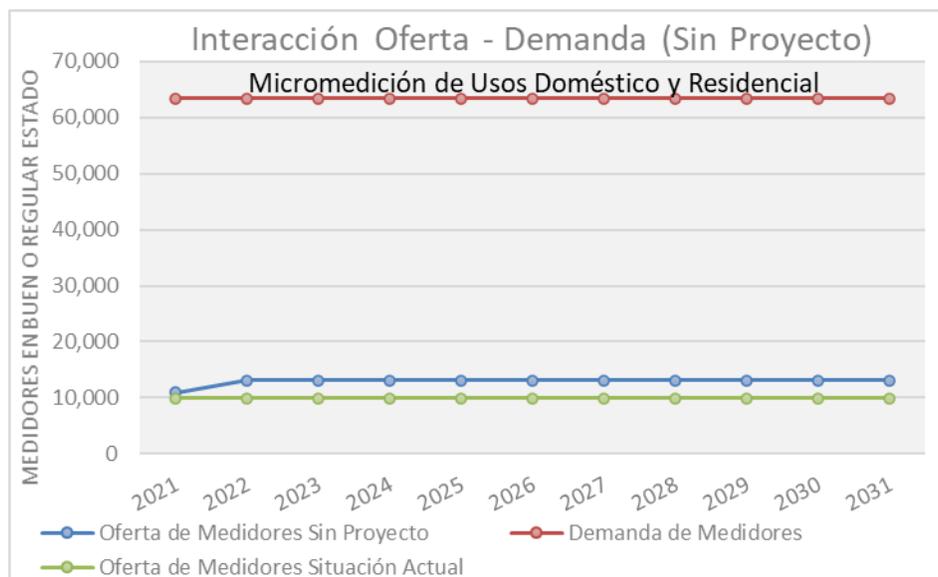
Tabla 121. Interacción Oferta-Demanda de micromedidores en la situación sin proyecto – Total

Periodo	Año	Oferta de micromedidores	Demanda de Micromedidores	Déficit de Micromedidores Sin Proyecto
0	2021	10,941	63,369	-52,428
1	2022	13,073	63,369	-50,296
2	2023	13,073	63,369	-50,296
3	2024	13,073	63,369	-50,296
4	2025	13,073	63,369	-50,296
5	2026	13,073	63,369	-50,296
6	2027	13,073	63,369	-50,296
7	2028	13,073	63,369	-50,296
8	2029	13,073	63,369	-50,296
9	2030	13,073	63,369	-50,296
10	2031	13,073	63,369	-50,296

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Por lo tanto, aunque el nivel de cobertura se incrementó por la optimización puesta en marcha, se tiene que los niveles de cobertura de micromedición se mantienen por debajo de la demanda que requiere el OOMSAPASLC; lo cual define la problemática que pretende corregirse.

Figura 35. Interacción Oferta – Demanda de micromedición en la situación sin proyecto



Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Análisis de Reducción de Pérdidas Sin Proyecto

Conforme se puede apreciar en las tablas siguientes, una vez que se han implementado las medidas de optimización, en 2031 la eficiencia física total sería del 66.05% contra el 65.06% que se tenía en 2021, por lo que el beneficio que se obtiene en comparación con la situación actual es marginal, toda vez que la sustitución física de la red de distribución por si sola no es suficiente para abatir las pérdidas de agua, lo cual se logrará mediante la sectorización que se contempla en el proyecto.

Tabla 122. Análisis de Reducción de Pérdidas Sin Proyecto – San José del Cabo

Periodo	Año	Población	Tasa de Crecimiento	Tomas Totales Dentro de Sectores Proy.	Producción Req. Para Sectores Proy. (m3/año)	Volumen de Facturado (m3/año)	Eficiencia Física (%)	Pérdidas Totales (%)	Pérdidas Totales (m3/año)	Consumo Unitario Promedio (l/hab/día)	Pedidas Físicas (m3/año)	Eficiencia Física Objetivo (%)	Déficit (%)
0	2021	158,296	-	38,422	19,222,662	12,506,122	65.06%	34.94%	6,716,540	136.38	5,782,299	75.00%	-9.94%
1	2022	158,296	0.00%	38,422	18,933,338	12,506,122	66.05%	33.95%	6,427,216	136.38	5,493,005	75.00%	-8.95%
2	2023	158,296	0.00%	38,422	18,933,338	12,506,122	66.05%	33.95%	6,427,216	136.38	5,493,005	75.00%	-8.95%
3	2024	158,296	0.00%	38,422	18,933,338	12,506,122	66.05%	33.95%	6,427,216	136.38	5,493,005	75.00%	-8.95%
4	2025	158,296	0.00%	38,422	18,933,338	12,506,122	66.05%	33.95%	6,427,216	136.38	5,493,005	75.00%	-8.95%
5	2026	158,296	0.00%	38,422	18,933,338	12,506,122	66.05%	33.95%	6,427,216	136.38	5,493,005	75.00%	-8.95%
6	2027	158,296	0.00%	38,422	18,933,338	12,506,122	66.05%	33.95%	6,427,216	136.38	5,493,005	75.00%	-8.95%
7	2028	158,296	0.00%	38,422	18,933,338	12,506,122	66.05%	33.95%	6,427,216	136.38	5,493,005	75.00%	-8.95%
8	2029	158,296	0.00%	38,422	18,933,338	12,506,122	66.05%	33.95%	6,427,216	136.38	5,493,005	75.00%	-8.95%
9	2030	158,296	0.00%	38,422	18,933,338	12,506,122	66.05%	33.95%	6,427,216	136.38	5,493,005	75.00%	-8.95%
10	2031	158,296	0.00%	38,422	18,933,338	12,506,122	66.05%	33.95%	6,427,216	136.38	5,493,005	75.00%	-8.95%

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC.

Tabla 123. Análisis de Reducción de Pérdidas Sin Proyecto –Cabo San Lucas

Periodo	Año	Población	Tasa de Crecimiento	Tomas Totales Dentro de Sectores Proy.	Producción Req. Para Sectores Proy. (m3/año)	Volumen de Facturado (m3/año)	Eficiencia Física (%)	Pérdidas Totales (%)	Pérdidas Totales (m3/año)	Consumo Unitario Promedio (l/hab/día)	Pedidas Físicas (m3/año)	Eficiencia Física Objetivo (%)	Déficit (%)
0	2021	194,293	-	41,165	10,347,981	6,355,814	61.42%	38.58%	3,992,167	59.16	3,436,492	75.00%	-13.58%
1	2022	194,293	0.00%	41,165	10,176,288	6,355,814	62.46%	37.54%	3,820,474	59.16	3,264,780	75.00%	-12.54%
2	2023	194,293	0.00%	41,165	10,176,288	6,355,814	62.46%	37.54%	3,820,474	59.16	3,264,780	75.00%	-12.54%
3	2024	194,293	0.00%	41,165	10,176,288	6,355,814	62.46%	37.54%	3,820,474	59.16	3,264,780	75.00%	-12.54%
4	2025	194,293	0.00%	41,165	10,176,288	6,355,814	62.46%	37.54%	3,820,474	59.16	3,264,780	75.00%	-12.54%
5	2026	194,293	0.00%	41,165	10,176,288	6,355,814	62.46%	37.54%	3,820,474	59.16	3,264,780	75.00%	-12.54%
6	2027	194,293	0.00%	41,165	10,176,288	6,355,814	62.46%	37.54%	3,820,474	59.16	3,264,780	75.00%	-12.54%
7	2028	194,293	0.00%	41,165	10,176,288	6,355,814	62.46%	37.54%	3,820,474	59.16	3,264,780	75.00%	-12.54%
8	2029	194,293	0.00%	41,165	10,176,288	6,355,814	62.46%	37.54%	3,820,474	59.16	3,264,780	75.00%	-12.54%
9	2030	194,293	0.00%	41,165	10,176,288	6,355,814	62.46%	37.54%	3,820,474	59.16	3,264,780	75.00%	-12.54%
10	2031	194,293	0.00%	41,165	10,176,288	6,355,814	62.46%	37.54%	3,820,474	59.16	3,264,780	75.00%	-12.54%

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC.

Tabla 124. Balance Hídrico Sin Proyecto –Total

Periodo	Año	Población	Tasa de Crecimiento	Tomas Totales Dentro de Sectores Proy.	Producción Req. Para Sectores Proy. (m3/año)	Volumen de Facturado (m3/año)	Eficiencia Física (%)	Pérdidas Totales (%)	Pérdidas Totales (m3/año)	Consumo Unitario Promedio (l/hab/día)	Pedidas Físicas (m3/año)	Eficiencia Física Objetivo (%)	Déficit (%)
0	2021	352,589	-	79,587	29,570,643	18,861,936	63.79%	36.21%	10,708,707	93.83	9,218,791	75.00%	-11.21%
1	2022	352,589	0.00%	79,587	29,109,626	18,861,936	64.80%	35.20%	10,247,690	93.83	8,757,785	75.00%	-10.20%
2	2023	352,589	0.00%	79,587	29,109,626	18,861,936	64.80%	35.20%	10,247,690	93.83	8,757,785	75.00%	-10.20%
3	2024	352,589	0.00%	79,587	29,109,626	18,861,936	64.80%	35.20%	10,247,690	93.83	8,757,785	75.00%	-10.20%
4	2025	352,589	0.00%	79,587	29,109,626	18,861,936	64.80%	35.20%	10,247,690	93.83	8,757,785	75.00%	-10.20%
5	2026	352,589	0.00%	79,587	29,109,626	18,861,936	64.80%	35.20%	10,247,690	93.83	8,757,785	75.00%	-10.20%
6	2027	352,589	0.00%	79,587	29,109,626	18,861,936	64.80%	35.20%	10,247,690	93.83	8,757,785	75.00%	-10.20%
7	2028	352,589	0.00%	79,587	29,109,626	18,861,936	64.80%	35.20%	10,247,690	93.83	8,757,785	75.00%	-10.20%
8	2029	352,589	0.00%	79,587	29,109,626	18,861,936	64.80%	35.20%	10,247,690	93.83	8,757,785	75.00%	-10.20%
9	2030	352,589	0.00%	79,587	29,109,626	18,861,936	64.80%	35.20%	10,247,690	93.83	8,757,785	75.00%	-10.20%
10	2031	352,589	0.00%	79,587	29,109,626	18,861,936	64.80%	35.20%	10,247,690	93.83	8,757,785	75.00%	-10.20%

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC.

e). Análisis de Alternativas

De acuerdo a lo expuesto, la problemática en la zona de estudio se origina por las restricciones de oferta existentes. Por otra parte, el bajo nivel de precipitación y otras condiciones del medio físico no favorecen la formación de escurrimientos perennes, aminorando el potencial de aprovechamiento de aguas superficiales.

Para efectos de la presente evaluación, el análisis de alternativas se llevará a cabo de manera cualitativa y cuantitativa para determinar la alternativa de menor CAE.

e.1) Componente N°1: Sectorización, rehabilitación de redes y tomas de agua potable. (Mejora de Eficiencia Física).

Alternativa 1.- Proyecto de Mejora Integral de la Gestión (M.I.G.) – Construcción de sectores hidráulicos, rehabilitación de redes y tomas de agua potable.

El proyecto de implementación de sectores hidráulicos se ha estimado con base en los estudios recientemente realizados por el OOMSAPASLC y que dieron origen a un plan estratégico de división de la red de distribución en 36 sectores independientes, con el objetivo de reorientar los criterios técnicos y la política hidráulica de las ciudades de San José del Cabo y Cabo San Lucas hacia el uso eficiente y sustentable de los recursos hidráulicos y de la infraestructura instalada.

El programa integral de sectorización de la red permitirá operar bajo condiciones controladas de presión y gasto, logrando una distribución eficiente en la red primaria con base en la demanda regional de cada ciudad. La cantidad de sectores por implementar se definió con base en el número de tomas por sector, cercano a 2000 en cada caso.

Esta alternativa implica la erogación de 134.88 millones de pesos (mdp) sin I.V.A., dicha construcción se llevará a cabo en un periodo de 2 años.

Aunado a lo anterior, se realizará la rehabilitación de 49.0 km de la red de distribución en zonas con alto deterioro dentro de los sectores, mismas que actualmente se encuentran identificadas por parte del OOMSAPASLC. El monto de inversión de dicha acción es de 86.82 mdp sin I.V.A., erogándose en un periodo de 3 años.

Asimismo, la presente alternativa incluye también la sustitución de tomas domiciliarias en zonas con alto deterioro dentro de los sectores, mismas que se encuentran identificadas actualmente por el Organismo operador. El monto de esta acción es por un monto de 61.14 mdp sin I.V.A. en un periodo de 2 años.

Para la correcta ejecución de los trabajos anteriormente descritos, se requiere realizar en primer lugar un estudio de Agua No Contabilizada (ANC), a fin de establecer una línea base y medir con certidumbre el progreso de la eficiencia física una vez sectorizada la red, lo cual implica una inversión de 7.06 mdp sin I.V.A. Asimismo, se contempla la elaboración de los proyectos ejecutivos de sectorización, con un costo de 9.42 mdp sin I.V.A. Por lo tanto, la inversión total en estudios y proyectos de éste componente asciende a 16.49 mdp sin I.V.A.

Los costos de operación y mantenimiento asociados a los componentes de sectorización, rehabilitación de tuberías y tomas domiciliarias se calcularon en 3.95 mdp pesos al año (sin I.V.A.), contemplando el 100% de avance de las obras del proyecto.

Conforme a las cifras mostradas en la siguiente tabla, el costo anual equivalente (CAE) de la Alternativa 1 resulta de \$50.42 MDP/Año sin I.V.A.

Tabla 125. Costo Anual Equivalente del Componente 1 – Alternativa 1

Periodo	Año	Costo de Implementación de Sectores Hidráulicos	Costo de Sustitución de Tuberías (Red de Distribución)	Costo de Sustitución de Tomas Domiciliarias	Costo de Proyectos Ejecutivos y Estudios Complementarios	Costo de Operación y Mantenimiento	Costos Totales	Valor Actual de los Costos Totales (VACS)
0	2018	\$67,444,033.91	\$34,752,820.96	\$30,570,701.83	\$16,492,864.19	\$1,979,352.49	\$151,239,773.38	\$151,239,773.38
1	2019	\$67,444,033.91	\$26,035,164.18	\$30,570,701.83	\$0.00	\$3,958,704.98	\$128,008,604.90	\$116,371,459.00
2	2020	\$0.00	\$26,035,164.18	\$0.00	\$0.00	\$3,958,704.98	\$29,993,869.16	\$24,788,321.62
3	2021	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$3,958,704.98	\$3,958,704.98	\$2,974,233.64
4	2022	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$3,958,704.98	\$3,958,704.98	\$2,703,848.77
5	2023	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$3,958,704.98	\$3,958,704.98	\$2,458,044.33
6	2024	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$3,958,704.98	\$3,958,704.98	\$2,234,585.76
7	2025	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$3,958,704.98	\$3,958,704.98	\$2,031,441.60
8	2026	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$3,958,704.98	\$3,958,704.98	\$1,846,765.09
9	2027	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$3,958,704.98	\$3,958,704.98	\$1,678,877.35
10	2028	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$3,958,704.98	\$3,958,704.98	\$1,526,252.14
TOTAL		\$134,888,067.81	\$86,823,149.33	\$61,141,403.66	\$16,492,864.19	\$41,566,402.29	\$340,911,887.27	\$309,853,602.68

Tasa de Descuento	10.00%
Vida Útil (Años)	10 años
CAE Alternativa 1	\$50,427,246.92

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Alternativa 2.- Campaña de búsqueda activa de fugas y sustitución de componentes.

Esta alternativa considera la formación de cuadrillas de trabajo equipadas con geófonos y correladores para la detección de fugas en red. Las brigadas deberán de recorrer y buscar fugas en 96 km de tuberías y 70,225 tomas domiciliarias por año, lo cual implica la contratación de empresas especializadas en dichos trabajos, ya que el OOMSAPAS Los Cabos no cuenta con el personal suficiente para realizar dichas labores.

Se considera un costo de detección de fugas por cada kilómetro de \$100,671 pesos sin I.V.A., que incluye mano de obra especializada, equipo especializado (geófono y correlador), equipo de transporte e insumos menores y toda vez que la longitud de tubería por revisar es de 96 km/año, el costo total anual es igual a 9.66 mdp sin I.V.A.

Se considera un costo de revisión por toma domiciliaria para la búsqueda de fugas de \$1,467 pesos sin I.V.A., que incluye una cuadrilla de mano de obra especializada en búsqueda de fugas, equipo especializado (geófono), equipo de transporte e insumos menores y toda vez que el número de tomas domiciliarias por revisar es de 70,225 tomas, el costo total anual es igual a 102.99 sin I.V.A.

Una vez detectada la fuga se considera un costo de reparación de fuga promedio ponderado de \$7,068 pesos sin I.V.A. Se considera una tasa de localización de fugas igual a 1 fuga por kilómetro por año, tomando en cuenta que se tiene 96 km de línea por revisar, se consideran 96 fugas localizadas y reparadas, lo cual resulta un costo de \$678,563 pesos sin I.V.A. por año.

El programa de búsqueda activa de fugas es un programa permanente en el cual una vez ubicada la fuga, se procede a su reporte y reparación con la sustitución de tuberías y piezas especiales necesarias para dicho fin. Además de la desventaja económica que se presenta a continuación, el ejecutar la alternativa 2 (sin sectorización de la red) conlleva una serie de dificultades técnicas, principalmente por que al no tener circuitos aislados,

la reparación de fugas será interminable, las mejoras en la eficiencia física serán de menor magnitud y tomarán mas tiempo.

Tabla 126. Costo Anual Equivalente del Componente 1 – Alternativa 2

Periodo	Año	Costos de detección de fugas por km (Año)	Costo de revisión por toma domiciliaria (Año)	Costo por reparación de fugas (Año)	Costos Totales	Valor Actual de los Costos Totales (VACS)
0	2021	\$9,664,441.43	\$102,998,084.10	\$678,563.56	\$113,341,089.09	\$113,341,089.09
1	2022	\$9,664,441.43	\$102,998,084.10	\$678,563.56	\$113,341,089.09	\$103,037,353.72
2	2023	\$9,664,441.43	\$102,998,084.10	\$678,563.56	\$113,341,089.09	\$93,670,321.56
3	2024	\$9,664,441.43	\$102,998,084.10	\$678,563.56	\$113,341,089.09	\$85,154,837.78
4	2025	\$9,664,441.43	\$102,998,084.10	\$678,563.56	\$113,341,089.09	\$77,413,488.90
5	2026	\$9,664,441.43	\$102,998,084.10	\$678,563.56	\$113,341,089.09	\$70,375,899.00
6	2027	\$9,664,441.43	\$102,998,084.10	\$678,563.56	\$113,341,089.09	\$63,978,090.00
7	2028	\$9,664,441.43	\$102,998,084.10	\$678,563.56	\$113,341,089.09	\$58,161,900.00
8	2029	\$9,664,441.43	\$102,998,084.10	\$678,563.56	\$113,341,089.09	\$52,874,454.54
9	2030	\$9,664,441.43	\$102,998,084.10	\$678,563.56	\$113,341,089.09	\$48,067,685.95
10	2031	\$9,664,441.43	\$102,998,084.10	\$678,563.56	\$113,341,089.09	\$43,697,896.32
TOTAL		\$106,308,855.77	\$1,132,978,925.13	\$7,464,199.11	\$1,246,751,980.01	\$809,773,016.85

Tasa de Descuento	10.00%
Vida Útil (Años)	10 años
CAE Alternativa 2	\$131,786,829.39

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Selección de alternativa para el Componente N°1:

Como se puede apreciar en los resultados obtenidos en la estimación del costo anual equivalente de cada una de las alternativas de solución, la Alternativa 1.- Proyecto de Mejora Integral de la Gestión (M.I.G.) – Construcción de sectores hidráulicos, rehabilitación de redes y tomas de agua potable, presenta el menor costo, toda vez que el CAE de esta propuesta resulta de \$50.42 MDP/Año sin I.V.A., frente a la alternativa 2, la cual presenta un CAE de \$131.78 MDP/Año sin I.V.A. Por lo anterior, se determina que la Alternativa 1, es la más conveniente económicamente para su realización.

e.2) Componente N°2: Telemetría

Alternativa 1.- Instalación de una red de telemetría mediante Unidades Terminales Remotas (UTR) con transmisión de señal en frecuencia UHF/VHF.

Esta alternativa consiste en equipar y operar un centro de recepción y procesamiento de información, equipado con hardware y software integrados en sistema tipo SCADA, así como equipo de comunicación por radiofrecuencia con las unidades terminales remotas en un total de 61 pozos y estaciones de bombeo, así como en los 36 sectores hidráulicos que se proponen construir como parte del M.I.G., mismos que se instalarán en un periodo de 2 años. Esta acción tendrá un costo de inversión de \$9,188,881 pesos sin I.V.A., con un costo promedio anual de operación y mantenimiento de \$1,102,665 pesos al año sin I.V.A., contemplando el 100% de avance de las obras del proyecto.

Asimismo, se realizará la sustitución de macromedidores en 5 fuentes de abastecimiento para poder registrar en el sistema de telemetría el 100% del caudal producido por las fuentes de abastecimiento, acción que implicará la erogación de \$2,120,511 pesos sin I.V.A.

También se contempla la elaboración de un estudio de eficiencia energética, a fin de identificar desviaciones en el rendimiento energético de los equipos de bombeo (pozos y rebombes) y que con base en ello, el OOMSAPASLC pueda ejecutar medidas de bajo costo o inversiones rentables para el ahorro de energía, previo a la implementación de la telemetría. Dicho estudio implica de una inversión total de \$2,356,123 pesos sin I.V.A., a ser erogado durante el primer año del proyecto.

Conforme a las cifras mostradas en la siguiente tabla, el costo anual equivalente (CAE) de la Alternativa 1 resulta de \$3.34 MDP/Año sin I.V.A.

Tabla 127. Costo Anual Equivalente del Componente 2 – Alternativa 1

Periodo	Año	Instalación del Sistema de Telemetría en Pozos, Rebombes y Sectores	Sustitución de macromedidores en fuentes.	Costo de Proyectos Ejecutivos y Estudios Complementarios	Costo de Operación y Mantenimiento	Costos Totales	Valor Actual de los Costos Totales (VACS)
0	2021	\$4,594,440.74	\$2,120,511.11	\$2,356,123.46	\$557,016.73	\$9,628,092.04	\$9,628,092.04
1	2022	\$4,594,440.74	\$0.00	\$0.00	\$1,102,665.78	\$5,697,106.51	\$5,179,187.74
2	2023	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$1,102,665.78	\$1,102,665.78	\$911,294.03
3	2024	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$1,102,665.78	\$1,102,665.78	\$828,449.12
4	2025	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$1,102,665.78	\$1,102,665.78	\$753,135.56
5	2026	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$1,102,665.78	\$1,102,665.78	\$684,668.69
6	2027	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$1,102,665.78	\$1,102,665.78	\$622,426.08
7	2028	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$1,102,665.78	\$1,102,665.78	\$565,841.90
8	2029	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$1,102,665.78	\$1,102,665.78	\$514,401.72
9	2030	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$1,102,665.78	\$1,102,665.78	\$467,637.93
10	2031	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$1,102,665.78	\$1,102,665.78	\$425,125.39
TOTAL		\$9,188,881.48	\$2,120,511.11	\$2,356,123.46	\$11,583,674.50	\$25,249,190.54	\$20,580,260.20

Tasa de Descuento	10.00%
Vida Útil (Años)	10 años
CAE Alternativa 1	\$3,349,342.57

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Alternativa 2.- Instalación de una red de telemetría mediante comunicación por celular, modalidad GSM.

La segunda alternativa permite una funcionalidad similar a la descrita en la Alternativa 1, no requiere de mucha infraestructura para su operación, llámense torres, cables, accesorios de montaje, antenas, etc. No se requiere línea de vista. Basta con que el dispositivo se encuentre dentro del área de influencia de la red GSM para poder transmitir los datos (variables hidráulicas y eléctricas) desde cada uno de los pozos, rebombes y sectores hidráulicos a monitorear.

La principal desventaja de esta alternativa es la cuota mensual por el uso del servicio a la compañía proveedora del servicio de transmisión de datos (GSM). Asimismo, su uso está restringido a las áreas donde exista el servicio de celular GSM (Cobertura celular con transmisión de datos), no en áreas rurales que estén fuera del alcance de este servicio.

Esta acción representa un costo promedio anual de operación y mantenimiento de \$2,250,000 pesos al año sin I.V.A., contemplando el 100% de avance de las obras del proyecto.

Tabla 128. Costo Anual Equivalente del Componente 2 – Alternativa 2

Periodo	Año	Instalación de Equipo (Sensores, Datalogger, Transmisor GSM, Procesador, Interfaz)	Costo de Operación y Mantenimiento	Costos Totales	Valor Actual de los Costos Totales (VACS)
0	2021	\$53,679,303.86	\$2,650,638.89	\$56,329,942.75	\$56,329,942.75
1	2022	\$0.00	\$2,650,638.89	\$2,650,638.89	\$2,409,671.72
2	2023	\$0.00	\$2,650,638.89	\$2,650,638.89	\$2,190,610.65
3	2024	\$0.00	\$2,650,638.89	\$2,650,638.89	\$1,991,464.23
4	2025	\$0.00	\$2,650,638.89	\$2,650,638.89	\$1,810,422.03
5	2026	\$141,367.41	\$2,650,638.89	\$2,792,006.29	\$1,733,616.24
6	2027	\$0.00	\$2,650,638.89	\$2,650,638.89	\$1,496,216.55
7	2028	\$0.00	\$2,650,638.89	\$2,650,638.89	\$1,360,196.86
8	2029	\$0.00	\$2,650,638.89	\$2,650,638.89	\$1,236,542.60
9	2030	\$0.00	\$2,650,638.89	\$2,650,638.89	\$1,124,129.64
10	2031	\$141,367.41	\$2,650,638.89	\$2,792,006.29	\$1,076,439.29
TOTAL		\$53,962,038.68	\$29,157,027.76	\$83,119,066.44	\$72,759,252.56

Tasa de Descuento	10.00%
Vida Útil (Años)	10 años
CAE Alternativa 2	\$11,841,233.29

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Selección de alternativa para el Componente N°2:

Como se puede apreciar en los resultados obtenidos en la estimación del costo anual equivalente de cada una de las alternativas de solución, la Alternativa 1.- Proyecto de Mejora Integral de la Gestión (M.I.G.) – Instalación de una red de telemetría mediante Unidades Terminales Remotas (UTR) con transmisión de señal en frecuencia UHF/VHF, presenta el menor costo, toda vez que el CAE de esta propuesta resulta de \$3.34 MDP/Año sin I.V.A., frente a la alternativa 2, la cual presenta un CAE de \$11.84MDP/Año sin I.V.A. Por lo anterior, se determina que la Alternativa 1, es la más conveniente económicamente para su realización.

e.3) Componente N°3: Reforzamiento de la gestión comercial

Alternativa 1.- Instalación de micromedidores volumétricos con lectura remota (instalación completa).

La presente alternativa consiste en la sustitución de 42,638 micromedidores volumétricos (Uso Doméstico), mismos que tienen un costo por unidad (incluyendo instalación) de aproximadamente \$2,870 pesos sin I.V.A., por lo que el monto de inversión de esta acción es aproximadamente de \$122,400,613 pesos sin I.V.A. La erogación de por este concepto se realizará en 2 años. Adicionalmente, se contempla la sustitución de 5,788 medidores de uso comercial y 720 de uso industrial, con inversiones que ascienden a 39.93 mdp y 12.73 mdp sin I.V.A., respectivamente. La inversión total para la sustitución de aparatos de medición resulta de 175 mdp sin I.V.A., a ser erogada en un periodo de 2 años. Para la optimización del proceso de lectura, se requiere de la instalación de 2 sistemas de lectura remota, los cuales implican una inversión de 5.18 mdp sin I.V.A.

Asimismo, esta alternativa considera la actualización del padrón de usuarios, misma que de conformidad con las estimación y experiencia del organismo operador tendrá un costo aproximado de 11 mdp sin I.V.A., inversión que se realizará en el primer año.

También se considera la renovación del sistema comercial, el cual se estima una inversión de 11.79 mdp sin I.V.A. durante el primer año.

Finalmente se contempla la ejecución de estudios complementarios por un importe total de 12.49 mdp sin I.V.A.

Esta acción implica un costo promedio anual de operación y mantenimiento de 1.71 mdp al año sin I.V.A., contemplando el 100% de avance de las obras del proyecto.

Conforme a las cifras mostradas en la siguiente tabla, el costo anual equivalente (CAE) de la Alternativa 1 resulta de 39.24 MDP/Año sin I.V.A.

Tabla 129. Costo Anual Equivalente del Componente 3 – Alternativa 1

Periodo	Año	Suministro e Instalación de Micromedidores	Instrumentación de sistema de medición de lectura remota	Costo de Proyectos Ejecutivos y Estudios Complementarios	Costo de Operación y Mantenimiento	Costos Totales	Valor Actual de los Costos Totales (VACS)
0	2021	\$134,133,714.80	\$6,106,449.51	\$20,817,441.51	\$857,744.38	\$161,915,350.20	\$161,915,350.20
1	2022	\$72,097,739.10	\$0.00	\$3,469,573.59	\$1,715,488.75	\$77,282,801.44	\$70,257,092.22
2	2023	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$1,715,488.75	\$1,715,488.75	\$1,417,759.30
3	2024	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$1,715,488.75	\$1,715,488.75	\$1,288,872.09
4	2025	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$1,715,488.75	\$1,715,488.75	\$1,171,701.90
5	2026	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$1,715,488.75	\$1,715,488.75	\$1,065,183.55
6	2027	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$1,715,488.75	\$1,715,488.75	\$968,348.68
7	2028	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$1,715,488.75	\$1,715,488.75	\$880,316.98
8	2029	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$1,715,488.75	\$1,715,488.75	\$800,288.16
9	2030	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$1,715,488.75	\$1,715,488.75	\$727,534.69
10	2031	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$1,715,488.75	\$1,715,488.75	\$661,395.18
TOTAL		\$206,231,453.90	\$6,106,449.51	\$24,287,015.10	\$18,012,631.90	\$254,637,550.40	\$241,153,842.94

Tasa de Descuento	10.00%
Vida Útil (Años)	10 años
CAE Alternativa 1	\$39,246,677.40

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Alternativa 2.- Instalación de micromedidores de chorro múltiple con lectura remota (instalación completa).

La diferencia entre esta alternativa y la anterior, radica principalmente en el mecanismo de registro de los micromedidores a instalar, para esta alternativa se considerará la sustitución de la misma cantidad de aparatos de uso doméstico: 42,638 medidores de tipo chorro múltiple con lectura remota, los cuales tienen un costo unitario de \$2,397 pesos sin I.V.A., por lo que la inversión para esta acción asciende a 102.2 mdp sin I.V.A. a erogarse en los primeros 2 años de implementación del proyecto. Adicionalmente, se contempla la sustitución de 5,788 medidores de uso comercial y 720 de uso industrial, con inversiones que ascienden a 51.75 mdp y 16.48 mdp sin I.V.A., respectivamente.

Esta acción implica un costo promedio anual de operación y mantenimiento de \$7,296,608 pesos al año sin I.V.A., contemplando el 100% de avance de las obras del proyecto. El resto de las inversiones se mantiene igual que la Alternativa 1.

Como se podrá observar a continuación, no obstante que el costo de adquisición de los medidores de chorro múltiple resulta menor en comparación a dispositivos de tipo volumétrico, el costo de mantenimiento es superior, debido a que se les asocia con una mayor frecuencia de fallas en el mecanismo de registro rotatorio.

Tabla 130. Costo Anual Equivalente del Componente 3 – Alternativa 2

Análisis Costo Beneficio del Programa de Mejoramiento Integral de la Gestión
OOMSAPASLC - Los Cabos, Baja California Sur

Periodo	Año	Suministro e Instalación de Micromedidores	Instrumentación de sistema de medición de lectura remota	Costo de Proyectos Ejecutivos y Estudios Complementarios	Costo de Operación y Mantenimiento	Costos Totales	Valor Actual de los Costos Totales (VACS)
0	2021	\$116,057,037.74	\$6,106,449.51	\$17,670,925.91	\$4,967,925.27	\$144,802,338.44	\$144,802,338.44
1	2022	\$54,400,984.27	\$0.00	\$2,945,154.32	\$7,296,608.04	\$64,642,746.64	\$58,766,133.31
2	2023	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,296,608.04	\$7,296,608.04	\$6,030,254.58
3	2024	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,296,608.04	\$7,296,608.04	\$5,482,049.62
4	2025	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,296,608.04	\$7,296,608.04	\$4,983,681.47
5	2026	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,296,608.04	\$7,296,608.04	\$4,530,619.52
6	2027	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,296,608.04	\$7,296,608.04	\$4,118,745.02
7	2028	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,296,608.04	\$7,296,608.04	\$3,744,313.65
8	2029	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,296,608.04	\$7,296,608.04	\$3,403,921.50
9	2030	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,296,608.04	\$7,296,608.04	\$3,094,474.09
10	2031	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,296,608.04	\$7,296,608.04	\$2,813,158.27
TOTAL		\$170,458,022.02	\$6,106,449.51	\$20,616,080.23	\$77,934,005.72	\$275,114,557.48	\$241,769,689.48

Tasa de Descuento	10.00%
Vida Útil (Años)	10 años
CAE Alternativa 2	\$39,346,903.58

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC

Selección de alternativa para el Componente N°3:

Como se puede apreciar en los resultados obtenidos en la estimación del costo anual equivalente de cada una de las alternativas de solución, la Alternativa 1.- Proyecto de Mejora Integral de la Gestión (M.I.G.) – Instalación de micromedidores volumétricos con lectura remota (instalación completa), presenta el menor costo, toda vez que el CAE de esta propuesta resulta de \$38.65 MDP/Año sin I.V.A., frente a la alternativa 2, la cual presenta un CAE de \$39.34 MDP/Año sin I.V.A. Por lo anterior, se determina que la Alternativa 1, es la más conveniente económicamente para su realización.

CAPITULO IV.- SITUACIÓN CON EL PROGRAMA O PROYECTO DE INVERSIÓN.

En el Programa MIG del OOMSAPASLC, se ha identificado que cada una de las acciones que lo integran, representan proyectos capaces de generar beneficios y costos por sí mismos. Por tal motivo y para fines de la evaluación socioeconómica es preciso aplicar el principio de “separabilidad de proyectos”, con la finalidad de determinar la rentabilidad de cada uno.

Al aplicar dicha separabilidad, se asegura que la rentabilidad agregada del programa de inversiones incluirá únicamente aquellas acciones específicas que verdaderamente contribuyan positivamente en la rentabilidad agregada.

a) Descripción general

Con el objetivo de implementar un proyecto para resolver la problemática descrita con anterioridad y el creciente volumen de pérdidas en el sistema de agua potable de Los Cabos, con base en la experiencia del organismo y la planeación estratégica del OOMSAPASLC, se ha diseñado un proyecto integral con alto impacto social de largo plazo, que pretende mejorar la eficiencia del sistema de abastecimiento de agua potable; entendido esto como el proceso de captar, conducir, regularizar, potabilizar y distribuir el agua, desde la fuente natural hasta los consumidores, con un servicio de calidad⁶.

Tomando como base la información obtenida con los estudios recientemente desarrollados por organismo operador y las mejores prácticas definidas por la CONAGUA en materia de agua potable se presenta el proyecto de Mejora Integral de la Gestión (M.I.G.) del OOMSAPASLC.

El objetivo del proyecto de Mejora Integral de la Gestión (M.I.G.) del OOMSAPASLC es lograr mejorar las condiciones de operación en la producción y distribución del agua potable, a través de mejoras en los componentes de tuberías, sectorización hidráulica, y cobertura de micromedición. De manera particular, se persigue una meta de eficiencia física (volumen facturado/volumen producido) del 75.0%; lo que representa incrementar dicha eficiencia en cerca de 10 puntos porcentuales para el caso de San José del Cabo, y 13 puntos para Cabo San Lucas.

Para lo cual se propone lo siguiente:

⁶ Manual de Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable, CONAGUA.

La sustitución de 49 km de tuberías,

- Más de 14 mil tomas y;
- La construcción y puesta en marcha de 36 sectores hidráulicos.

De igual forma, se mejorarían los controles y guías a través de un sistema de telemetría en 97 sitios, incluyendo los sectores de la red de distribución, que permitirán realizar balances hidráulicos por zonas y estructurar de manera eficiente las acciones de recuperación de caudales. Asimismo, se busca incrementar la cobertura de micromedición efectiva al 95%, a fin de evitar sobreconsumo en los niveles de demanda de los usuarios domésticos-residencial.

Los componentes del proyecto son los siguientes:

- **Implementación de 36 sectores hidráulicos en las redes de agua potable;**

El objetivo primordial de éste componente es la recuperación de pérdidas físicas en la red de distribución del OOMSAPASLC.

- **Sustitución de 49 km de redes de distribución de agua potable;**

Una vez que se cuente con los sectores hidráulicos y que se hayan identificado las zonas prioritarias, será necesaria la sustitución de tramos de tubería en mal estado.

- **Sustitución de 14,421 tomas domiciliarias de agua potable;**

Existirán zonas o colonias, donde únicamente se requiera la sustitución de tomas, ya sea por el estado de conservación, o bien, por problemas asociados a la calidad de los materiales o procedimientos de construcción.

- **Implementación de telemetría en 97 sitios para control de suministro de agua potable a los sectores hidráulicos;**

Busca medir, controlar y monitorear en tiempo real el volumen que se produce y distribuye en toda la zona de cobertura, información que permitirá mejorar los tiempos de respuesta en la operación del sistema.

- **Sustitución de 49,146 micromedidores (42,638 medidores para uso doméstico-residencial, 5,788 medidores para uso comercial, y 720 medidores para uso industrial-hotelero) ;**

Con la finalidad de alcanzar una mayor cobertura de micromedición e inhibir los sobreconsumos de los usuarios cuyo servicio no esta siendo facturado en función del consumo (sin medición).

Instrumentación de sistema de medición de lectura remota para micromedidores en las 2 ciudades;

Para los casos en lo que se han identificado dificultades para acceder al medidor por parte de los lecturistas del OOMSAPASLC, se ha contemplado la instalación de medidores de radiofrecuencia, a fin de que el registro se realice a distancia, para lo cual se requieren de la instrumentación de 2 sistemas de lectura remota (San José del Cabo y Cabo San Lucas).

Actualización del padrón de usuarios;

Con la finalidad de identificar inconsistencias en la base de datos actual, incluyendo la georreferenciación, tipo de uso, etc. Dicha información es necesaria para la asignación de los aparatos micromedidores a sustituir

Adicionalmente, para la ejecución del proyecto M.I.G. es necesario contemplar el desarrollo de las siguientes acciones:

- Proyecto ejecutivo de sectorización;
- Diagnóstico de Agua No Contabilizada;
- Implementación de un nuevo sistema comercial;
- Estudio tarifario;
- Estudio para optimización de procesos comerciales; y
- Estudio de reingeniería estructural y de procesos.
- Estudio de eficiencia energética.

b) Alineación Estratégica

i. Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.

El **Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024** tiene como objetivo general transformar la vida pública del país para lograrlo con un desarrollo incluyente.

El Plan está conformado por tres ejes generales que permiten agrupar las problemáticas específicas cuya atención será prioritaria en los próximos seis años:

- Justicia y Estado de derecho,
- Bienestar y

- Desarrollo económico.

Asimismo, contiene tres ejes transversales que se refieren a los problemas públicos comunes, a los ejes generales y cuya atención será prioritaria en todas las políticas públicas de esta administración:

- Igualdad de género, no discriminación e inclusión,
- Combate a la corrupción y mejora de la gestión pública y
- Territorio y desarrollo sostenible.

Objetivos relativos al Agua en el Plan Nacional de Desarrollo:

N.	Objetivo del PND	Estrategias	Tema del agua a considerar
Eje General 1. Justicia y Estado de Derecho			
1	1.3 Garantizar los derechos humanos	1.3.1 Política para garantizar los derechos humanos.	Derechos Humanos al Agua y al Saneamiento
2	1.5 Preservar la seguridad nacional	1.5.3 Aguas nacionales	Protección de aguas nacionales
3	1.9 Un país más resiliente y sostenible	1.9.2 Atención de emergencias 1.9.5 Atención a servicios básicos	Seguridad hídrica
Eje General 2. Bienestar			
4	2.2 Derecho a la educación	2.2.5 Infraestructura básica	Agua y saneamiento en escuelas
5	2.5 Medio ambiente sano	2.5.1 Protección de ecosistemas 2.5.2 Aprovechamiento de los recursos naturales 2.5.8 Control de la contaminación	Calidad del agua y ecosistemas

6	2.6 Acceso incluyente al agua y saneamiento con salud de ecosistemas y cuencas	2.6.1 Inversión en infraestructura 2.6.2 Investigación y uso eficiente 2.6.3 Prevención de la contaminación 2.6.4 Garantizar el acceso al agua potable 2.6.5 Mejorar infraestructura hidráulica 2.6.6 Integridad de los ecosistemas	Agua, saneamiento y equilibrio en cuencas y acuíferos
7	2.7 Vivienda adecuada y accesible	2.7.1 Acceso a los servicios básicos	Servicios básicos de agua y saneamiento
8	2.8 Ordenamiento territorial y ecológico	2.8.4 Servicios básicos con enfoque de hábitat	Infraestructura de servicios básicos con enfoque de un hábitat inclusivo
Eje General 3. Desarrollo económico			
9	3.1 Desarrollo incluyente del campo	3.1.4 Financiamiento transparente en infraestructura	Productividad del agua en el campo
10	3.4 Favorecer la inversión pública y privada	3.4.6 Promover la apertura económica	Inversiones en infraestructura de agua y saneamiento
11	3.5 Política energética soberana y sostenible	3.5.8 Promoción de energía con fuentes renovables	Desarrollo del potencial hidroeléctrico
12	3.8 Desarrollo sostenible sectores agropecuario, acuícola-pesquero	3.8.3 Uso eficiente del suelo y agua	Uso eficiente del agua
13	3.10 Reducción de emisiones de gases efecto invernadero	3.10.1 Reducción de emisiones 3.10.5 Cambio climático	Reducción de emisiones en PTAR´s

La ejecución del Proyecto del Proyecto de Mejora Integral de la Gestión de los Cabos, B.C.S., contribuye al Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, específicamente en su Objetivo 2.6 Promover y garantizar el acceso incluyente al agua potable en calidad y cantidad y al saneamiento, priorizando a los grupos históricamente discriminados, procurando la salud de los ecosistemas y cuencas.

Para la ejecución de dichos Objetivos se trazaron las siguientes estrategias:

- Promover la inversión en infraestructura sostenible para satisfacer la demanda de agua potable y saneamiento para consumo personal y doméstico, priorizando a los grupos históricamente.
- Fomentar la investigación y el uso eficiente y sustentable del agua para consumo humano, así como en la producción de bienes y servicios.
- Fomentar la investigación y el uso eficiente y sustentable del agua para consumo humano, así como en la producción de bienes y servicios.
- Focalizar acciones para garantizar el acceso a agua potable en calidad y cantidad a comunidades periurbanas, rurales e indígenas.
- Mejorar la infraestructura hidráulica, incluyendo el tratamiento y reutilización de aguas residuales y la calidad de los servicios de saneamiento.
- Mantener y restablecer, bajo un enfoque de cuenca, la integridad de los ecosistemas relacionados con el agua, en particular los humedales, los ríos, los lagos y los acuíferos.

i. Programa Nacional Hídrico 2019-2024.

La base del Plan Nacional Hídrico considera diversos planteamientos estratégicos prioritarios, referentes a seis objetivos del sector hídrico para la administración 2019-2024 a fin de lograr un fortalecimiento en el abasto de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento:

1. Derechos Humanos al Agua y al Saneamiento:

- Satisfacer las demandas de agua potable y saneamiento en comunidades rurales y zonas de atención prioritaria.
- Fortalecer a los organismos operadores en los aspectos técnicos, administrativos y financieros.
- Dotar de servicios de agua potable y saneamiento a centros educativos y de salud.

- Dotar de servicios de agua potable y saneamiento a centros educativos y de salud.

2. Seguridad Hídrica:

- Fortalecer las acciones de prevención, resiliencia y adaptación al cambio climático.
- Promover la construcción de infraestructura verde para la protección de centros de población y zonas productivas.
- Atender las emergencias provocadas por fenómenos naturales extremos y antropogénicos.

3. Uso eficiente del agua:

- Incrementar la productividad del agua en la agricultura.
- Fomentar el intercambio de agua de primer uso por agua residual tratada.
- Apoyar proyectos productivos en zonas con disponibilidad de agua.
- Establecer incentivos para que los usuarios realicen un uso eficiente del agua.

4. Calidad del Agua y Ecosistemas:

- Incrementar el tratamiento de las aguas residuales en los centros de población.
- Incrementar el tratamiento de las aguas residuales de la industria.
- Actualizar y aplicar normatividad en materia de contaminación del agua.
- Asegurar que se tome en cuenta la interrelación entre el agua, bosque, suelo y biodiversidad.
- Reducir la contaminación difusa.

5. Eliminar el sobre concesionamiento:

- Reducir el sobre concesionamiento de agua en cuencas y acuíferos.
- Fortalecer el ejercicio de autoridad en materia de aguas nacionales.
- Actualizar la política para el otorgamiento de concesiones y asignaciones de aguas nacionales.
- Garantizar un enfoque de gestión integral del agua.

6. Transparencia y gobernanza:

- Garantizar la transparencia y cero corrupciones en la gestión del agua.
- Actualizar el marco normativo para garantizar los derechos humanos al agua y saneamiento y la adecuada gestión del agua.
- Fortalecer la participación de organizaciones sociales, de usuarios y académicas en la administración y preservación, educación y cultura del agua.
- Implementar mecanismos de atención y resolución de conflictos.
- Fortalecer los instrumentos de información sobre administración, uso y conservación del agua.

ii. Plan Hídrico Estatal de Baja California Sur Visión 2030.

Objetivos estatales 3.- Garantizar los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en calidad y cantidad que contribuyan al cuidado de la salud y mejoren la calidad de vida de la población.

3.1 Consolidar organismos operadores capaces de proporcionar los servicios de manera autosuficiente técnica, administrativa y financiera.

3.2 Apoyar a los organismos operadores y municipios para que en las zonas urbanas se alcancen altos niveles de eficiencia física y se aumente la cobertura de servicios de agua potable y alcantarillado.

3.3 Incrementar la cobertura de servicios de agua potable con atención especial a los grupos marginados.

3.4 Dotar, con calidad, los servicios de agua potable y alcantarillado a toda la población.

3.5 Regular el crecimiento de la urbanización.

iii. Plan Estatal de Desarrollo de Baja California Sur 2015-2021

El Plan Estatal de Desarrollo de Baja California Sur 2015-2021 plantea como objetivo en el Eje IV Calidad de Vida: Generar mayor bienestar con una política social incluyente, comprometida con el crecimiento y desarrollo con sostenibilidad, que fortalezca los valores, respalde una mejor educación, el acceso a la salud con calidad y calidez, a la alimentación, a la cultura y recreación, al deporte, a una vivienda digna, a las oportunidades para la juventud, a las personas con discapacidad y a las

mujeres, garantizando en todo momento mejores condiciones de vida y la integridad que merecen todas las familias sudcalifornianas.

Como parte del eje Calidad de Vida se han trazado cinco estrategias generales en los rubros de igualdad entre hombres y mujeres, bienestar, salud, sostenibilidad y educación.

Componente: Servicios básicos.

Línea de acción:

- Desarrollar la infraestructura necesaria para garantizar a la población el acceso a los servicios básicos de energía eléctrica, agua potable y drenaje.

Meta:

- Ampliar la cobertura de las redes de agua potable y drenaje y tratamiento de aguas negras.

iv. Plan de Desarrollo Municipal de Los Cabos 2018-2021.

El plan de Desarrollo Municipal 2018-2021 (PDM) es el instrumento de planeación que recopila y articula el conjunto de opiniones ciudadanas respecto a las principales problemáticas del Municipio con el objetivo de establecer la visión en ejes estratégicos, proyectos, acciones y metas que se deberán emprender para guiar el desarrollo de las políticas públicas del Gobierno municipal.

Se plantean en el Plan seis líneas de acción o ejes temáticos hacia los que deben estar orientados los objetivos de los programas y las políticas públicas de la administración.

Dentro del Eje Temático 1 (Desarrollo Sostenible y Buen Vivir), se presentan los objetivos de política pública según la terminología de Marco Lógico para la planeación de políticas públicas.

De los objetivos y estrategias se derivan actividades específicas esenciales para su cumplimiento. Este proyecto se alinea con los siguientes objetivos, estrategias, actividades y metas:

- i. Objetivo general: Proteger y preservar el medio ambiente y los recursos naturales del municipio.

7.1.2.6 Objetivo específico: Ampliar la cobertura y capacidad de la infraestructura de agua potable, drenaje y saneamiento para garantizar la seguridad hídrica y de servicios.

Metas:

1. Aumentar en 10% la cobertura de agua potable de uso doméstico.
2. Aumentar la frecuencia del servicio de agua potable.
3. Aumentar 20% el tratamiento y aprovechamiento de aguas residuales.

Acciones y proyectos:

Dentro del PDM para el periodo 2018-2021, se contemplan acciones y proyectos alineados a ampliar la cobertura y capacidad de la infraestructura de agua potable, drenaje y saneamiento, orientados principalmente a:

- Gestionar en coordinación con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Secretaría de Desarrollo Agrario y Rural (SADER) la construcción de una nueva desaladora y la ampliación de la capacidad de la desaladora de Cabo San Lucas y mejorar su eficiencia.
- Trabajar en conjunto con los titulares de las concesiones de explotación de agua de mar para efectos de mejorar la regulación, las eficiencias, los impactos sociales, urbanos y la responsabilidad social.
- Incrementar cobertura de la red de agua potable en las colonias y comunidades rurales.
- Reducir los tiempos de frecuencia de tandeos de agua potable.
- Elevar la eficiencia en la producción y disminuir las pérdidas de agua potable.
- Coadyuvar con el sector empresarial en el uso y cuidado del agua.
- Diagnóstico, propuestas y capacitación al sector privado y público en buenas prácticas hacia la sostenibilidad.
- Implementar un programa para la prevención y atención oportuna de las fugas de agua potable y derrames de aguas negras.

- Integrar la información de redes de infraestructura de agua potable, drenaje, alcantarillado y saneamiento al Centro de Información Geográfica y Estadística del Municipio (CIEG).

c) Localización geográfica

En cuanto a su localización y zona de influencia, el Programa MIG para el OOMSAPASLC, abarca la ciudad de Los Cabos, conformada por la zona urbana de San José del Cabo, Cabo San Lucas y el corredor turístico que une a ambas ciudades.

Figura 36. Zona de Influencia del proyecto



Fuente: Elaboración Propia

Las coordenadas geográficas extremas de la zona de influencia del proyecto se indican en la siguiente tabla:

Tabla 131. Coordenadas geográficas extremas

Vertice	Latitud	Longitud
V1	23.0696244°	-109.691789°
V2	22.8918321°	-109.920221°

Fuente: Elaboración Propia

d) Calendario de actividades

De acuerdo con la planeación estratégica del OOMSAPASLC, la ejecución del Proyecto pretende un periodo de 3 años para la ejecución de las obras de inversión. Con base en las componentes del Proyecto, se presenta el siguiente calendario de ejecución. Es importante destacar que los sectores se irán implementando de forma progresiva cada año.

Tabla 132. Calendario de inversión del proyecto

ACTIVIDADES	UNIDAD	2021	2022	2023
Costo de Implementación de Sectores Hidráulicos	Sectores	50%	50%	
Costo de Sustitución de Tuberías (Red de Distrib)	Km	40%	30%	30%
Costo de Sustitución de Tomas Domiciliarias	Tomas	50%	50%	
Instalación del Sistema de Telemetría	Sitios	51%	49%	
Costo de Sustitución de Micromedidores	Medidores	57%	43%	
Instrumentación del Sistema de Lect. Remota	Sistema	100%		
Costo de Actualización del Padrón de Usuarios	Estudio	100%		
Costo de Estudios Complementarios	Estudio	86%	14%	

Fuente: Elaboración propia.

e) Monto total de inversión

El Proyecto integral tiene un costo total de \$523.29 MDP a pesos de enero de 2020 (sin IVA) a ejecutarse en un periodo de 3 años y se encuentra desglosado en los siguientes componentes:

Tabla 133. Inversión del Proyecto (Precios de Enero 2020)

N°	Componente	Costo Total (Sin IVA)	IVA	Costo Total (Con IVA)
1	Implementación de sectores hidráulicos	\$134,888,067.81	\$21,582,090.85	\$156,470,158.66
2	Sustitución de tuberías de agua potable (Red de distribución)	\$86,823,149.33	\$13,891,703.89	\$100,714,853.22
3	Sustitución tomas domiciliarias	\$61,141,403.66	\$9,782,624.59	\$70,924,028.25
4	Instalación del sistema de telemetría	\$11,309,392.59	\$1,809,502.81	\$13,118,895.40
5.1	Sustitución de micromedidores	\$175,059,972.72	\$28,009,595.64	\$203,069,568.36
5.2	Instrumentación de sistema de medición de lectura remota	\$5,183,471.60	\$829,355.46	\$6,012,827.06
5.3	Actualización del padrón de usuarios	\$9,424,493.82	\$1,507,919.01	\$10,932,412.83
6	Proyectos ejecutivos y acciones complementarias del MIG	\$39,465,067.88	\$6,314,410.86	\$45,779,478.74
	Total	\$523,295,019.41	\$83,727,203.11	\$607,022,222.51

Fuente: Elaboración Propia.

f) Fuentes de financiamiento

Las fuentes de financiamiento de recursos programadas para el Proyecto MIG del OOMSAPASLC, se detallan a continuación, con sus respectivos porcentajes:

- Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN): 49%
- Capital Privado: 20%
- Crédito Bancario: 31%

El 100% del I.V.A. será financiado con recursos del crédito bancario.

Tabla 134. Cronograma de ejecución de recursos por fuente de financiamiento (Pesos a Enero de 2020)

Fuente Financiamiento	Total	2021	2022	2023
FONADIN	\$256,414,560	\$149,190,326	\$94,467,003	\$12,757,230
Capital Privado	\$104,659,004	\$60,894,011	\$38,557,960	\$5,207,033
Crédito Bancario	\$245,948,659	\$143,100,925	\$90,611,207	\$12,236,527
Total	\$607,022,223	\$353,185,262	\$223,636,170	\$30,200,790

Fuente: Elaboración propia.

g) Capacidad instalada.

Componente N°1: Sectorización, rehabilitación de redes y tomas de agua potable. (Mejora de Eficiencia Física).

Como se describió anteriormente, el incremento de la eficiencia física mediante la disminución de pérdidas en el sistema de distribución de agua potable del OOMSAPASLC, depende fundamentalmente de la implementación de sectores hidráulicos, es decir aislar hidráulicamente la red de distribución, conformando circuitos que abarquen zonas de 2,000 tomas en promedio, en las que se tendrá una sola entrada y en su caso, una salida (alimentación a sector vecino) con macromedidor, para conocer así el balance hidráulico (Caudal de entrada – Caudal de Salida) y poder identificar las zonas en Cabo San Lucas y San José del Cabo que presentan mayores pérdidas físicas (Fugas). Asimismo, dichos sectores serán equipados con válvulas reguladoras de presión (VRP's), a fin de controlar las variaciones de presión que perjudican la hermeticidad de la red de tuberías, tomas domiciliarias y el resto de los accesorios que conforman la infraestructura de distribución hasta los usuarios finales.

Una vez sectorizada la red de distribución, se podrán priorizar las zonas que representan una mayor oportunidad en términos del volumen de pérdidas físicas, dando la pauta para la sustitución de tramos de tuberías y sustitución de tomas domiciliarias. Esto implica que se focalizarán las obras en las zonas de mayor prioridad y las que le permitan obtener una mayor recuperación de volúmenes de agua potable. Cabe mencionar que sin la sectorización no se tendría el mismo resultado, ya que al tratar de atacar las fugas directamente se ocasionaría una modificación en las presiones en la red y al encontrarse toda la red interconetada surgirían nuevas fugas, es decir que no habría control, se requeriría una mayor inversión y la mejora de la eficiencia física sería mínima.

Con las obras propuestas (sectores, sustitución de tuberías y tomas domiciliarias), se lograría incrementar la eficiencia física hasta un nivel de 75 puntos porcentuales, por

lo tanto se ha establecido que el proyecto estará concluido completamente en cada sector cuando se alcance dicha eficiencia.

Tomando en cuenta lo anterior, la capacidad instalada del componente N° 1, se muestra a continuación para cada uno de los subsistemas del OOMSAPASLC:

Tabla 135. Capacidad instalada del Componente 1 en el subsistema de San José del Cabo

Periodo	Año	Sectores construidos y puestos en operación (Con Ef.Física \geq 75%)	km de tubería sustituidos en Sectores	Tomas domiciliarias sustituidas en Sectores
0	2021	8	10.773	3.269
1	2022	16	18.887	6.537
2	2023	16	27.000	6,537
3	2024	16	27.000	6,537
4	2025	16	27.000	6,537
5	2026	16	27.000	6,537
6	2027	16	27.000	6,537
7	2028	16	27.000	6,537
8	2029	16	27.000	6,537
9	2030	16	27.000	6,537
10	2031	16	27.000	6,537

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 136. Capacidad instalada del Componente 1 en el subsistema de Cabo San Lucas

Periodo	Año	Sectores construidos y puestos en operación (Con Ef.Física > 75%)	km de tubería sustituidos en Sectores	Tomas domiciliarias sustituidas en Sectores
0	2021	10	8.840	3.942
1	2022	20	15.420	7.884
2	2023	20	22.000	7,884
3	2024	20	22.000	7,884
4	2025	20	22.000	7,884
5	2026	20	22.000	7,884
6	2027	20	22.000	7,884
7	2028	20	22.000	7,884
8	2029	20	22.000	7,884
9	2030	20	22.000	7,884
10	2031	20	22.000	7,884

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 137. Capacidad instalada del Componente 1 - Total

Periodo	Año	Sectores construidos y puestos en operación (Con Ef.Física > 75%)	km de tubería sustituidos en Sectores	Tomas domiciliarias sustituidas en Sectores
0	2021	18	19.613	7.211

Periodo	Año	Sectores construidos y puestos en operación (Con Ef.Física > 75%)	km de tubería sustituidos en Sectores	Tomas domiciliarias sustituidas en Sectores
1	2022	36	34.307	14.421
2	2023	36	49.000	14,421
3	2024	36	49.000	14,421
4	2025	36	49.000	14,421
5	2026	36	49.000	14,421
6	2027	36	49.000	14,421
7	2028	36	49.000	14,421
8	2029	36	49.000	14,421
9	2030	36	49.000	14,421
10	2031	36	49.000	14,421

Fuente: Elaboración propia.

Componente N°2: Telemetría.

Para este componente en particular, la capacidad instalada estará conformada por la cantidad de pozos, estaciones de bombeo y sectores hidráulicos en los que sean instalados los sistemas de telemetría para dar lectura y controlar a distancia las principales variables hidráulicas y eléctricas.

Tomando en cuenta lo anterior, la capacidad instalada del componente N° 2, se muestra a continuación para cada uno de los subsistemas del OOMSAPASLC:

Tabla 138. Capacidad instalada del Componente 2 en el subsistema de San José del Cabo

Periodo	Año	Pozos y Estaciones de Bombeo con Instalación de Telemetría	Sectores con Instalación de Telemetría	Total de Sitios con Instalación de Telemetría
0	2021	18	8	26
1	2022	36	16	52
2	2023	36	16	52
3	2024	36	16	52
4	2025	36	16	52
5	2026	36	16	52
6	2027	36	16	52
7	2028	36	16	52
8	2029	36	16	52
9	2030	36	16	52
10	2031	36	16	52

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 139. Capacidad instalada del Componente 2 en el subsistema de Cabo San Lucas

Periodo	Año	Pozos y Estaciones de Bombeo con Instalación de Telemetría	Sectores con Instalación de Telemetría	Total de Sitios con Instalación de Telemetría
0	2021	12	10	22
1	2022	25	20	45
2	2023	25	20	45
3	2024	25	20	45
4	2025	25	20	45
5	2026	25	20	45
6	2027	25	20	45
7	2028	25	20	45
8	2029	25	20	45
9	2030	25	20	45
10	2031	25	20	45

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 140. Capacidad instalada del Componente 2 en Total

Periodo	Año	Pozos y Estaciones de Bombeo con Instalación de Telemetría	Sectores con Instalación de Telemetría	Total de Sitios con Instalación de Telemetría
0	2021	30	18	48
1	2022	61	36	97
2	2023	61	36	97
3	2024	61	36	97
4	2025	61	36	97
5	2026	61	36	97
6	2027	61	36	97
7	2028	61	36	97
8	2029	61	36	97
9	2030	61	36	97
10	2031	61	36	97

Fuente: Elaboración propia.

Componente N°3: Reforzamiento de la gestión comercial

En el caso del componente N°3 la capacidad instalada estará en función del número de micromedidores a sustituir, lo que permitirá incrementar la cobertura de medición efectiva del OOMSAPASLC y reducir los sobre-consumos que actualmente registran algunos de los usuarios, cuyo servicio no es facturado en función de la cantidad que consumen, sino que les aplica una cuota fija.

Tomando en cuenta lo anterior, la capacidad instalada del componente N° 3, se muestra a continuación para cada uno de los subsistemas del OOMSAPASLC:

Tabla 141. Capacidad instalada del Componente 3 en el subsistema de San José del Cabo

Periodo	Año	Medidores Sustituídos (Uso Doméstico – Residencial)	Medidores Sustituídos (Uso Comercial)	Medidores Sustituídos (Uso Industrial)	Total de Medidores Sustituídos
0	2021	9,729	2,501	249	12,479
1	2022	19,458	2,501	249	22,208
2	2023	19,458	2,501	249	22,208
3	2024	19,458	2,501	249	22,208
4	2025	19,458	2,501	249	22,208
5	2026	19,458	2,501	249	22,208
6	2027	19,458	2,501	249	22,208
7	2028	19,458	2,501	249	22,208
8	2029	19,458	2,501	249	22,208
9	2030	19,458	2,501	249	22,208
10	2031	19,458	2,501	249	22,208

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 142. Capacidad instalada del Componente 3 en el subsistema de Cabo San Lucas

Periodo	Año	Medidores Sustituídos (Uso Doméstico – Residencial)	Medidores Sustituídos (Uso Comercial)	Medidores Sustituídos (Uso Industrial)	Total de Medidores Sustituídos
0	2021	11,590	3,287	471	15,348
1	2022	23,180	3,287	471	15,348
2	2023	23,180	3,287	471	26,938
3	2024	23,180	3,287	471	26,938
4	2025	23,180	3,287	471	26,938
5	2026	23,180	3,287	471	26,938
6	2027	23,180	3,287	471	26,938
7	2028	23,180	3,287	471	26,938
8	2029	23,180	3,287	471	26,938
9	2030	23,180	3,287	471	26,938
10	2031	23,180	3,287	471	26,938

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 143. Capacidad instalada del Componente 3 en Total

Periodo	Año	Medidores Sustituídos (Uso Doméstico – Residencial)	Medidores Sustituídos (Uso Comercial)	Medidores Sustituídos (Uso Industrial)	Total de Medidores Sustituídos
0	2021	21,319	5,788	720	27,827
1	2022	42,638	5,788	720	49,146
2	2023	42,638	5,788	720	49,146
3	2024	42,638	5,788	720	49,146
4	2025	42,638	5,788	720	49,146
5	2026	42,638	5,788	720	49,146
6	2027	42,638	5,788	720	49,146

Análisis Costo Beneficio del Programa de Mejoramiento Integral de la Gestión
OOMSAPASLC - Los Cabos, Baja California Sur

Periodo	Año	Medidores Sustituídos (Uso Doméstico – Residencial)	Medidores Sustituídos (Uso Comercial)	Medidores Sustituídos (Uso Industrial)	Total de Medidores Sustituídos
7	2028	42,638	5,788	720	49,146
8	2029	42,638	5,788	720	49,146
9	2030	42,638	5,788	720	49,146
10	2031	42,638	5,788	720	49,146

Fuente: Elaboración propia.

Metas anuales y totales

A continuación se presentan las metas anuales del Proyecto de Mejora Integral de la Gestión (M.I.G.) del OOMSAPASLC en lo que se refiere al cumplimiento de los objetivos específicos, como son: i) Incremento de la eficiencia física, ii) Disminución del % de pérdidas físicas, y iii) Incremento de la cobertura de micromedición efectiva.

Tabla 144. Metas anuales del PPI - San José del Cabo

Periodo	Año	Eficiencia Física %	Pérdidas Totales %	Cobertura de Micromedición % (Medidores C/ Vida Útil)
0	2021	69.68%	30.32%	48.75%
1	2022	75.00%	25.00%	79.44%
2	2023	75.00%	25.00%	79.44%
3	2024	75.00%	25.00%	79.44%
4	2025	75.00%	25.00%	79.44%
5	2026	75.00%	25.00%	79.44%
6	2027	75.00%	25.00%	79.44%
7	2028	75.00%	25.00%	79.44%
8	2029	75.00%	25.00%	79.44%
9	2030	75.00%	25.00%	79.44%
10	2031	75.00%	25.00%	79.44%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 145. Metas anuales del PPI - Cabo San Lucas

Periodo	Año	Eficiencia Física %	Pérdidas Totales %	Cobertura de Micromedición % (Medidores C/ Vida Útil)
0	2021	67.53%	32.47%	48.01%
1	2022	67.53%	25.00%	81.12%
2	2023	75.00%	25.00%	81.12
3	2024	75.00%	25.00%	81.12
4	2025	75.00%	25.00%	81.12
5	2026	75.00%	25.00%	81.12
6	2027	75.00%	25.00%	81.12

Periodo	Año	Eficiencia Física %	Pérdidas Totales %	Cobertura de Micromedición % (Medidores C/ Vida Útil)
7	2028	75.00%	25.00%	81.12
8	2029	75.00%	25.00%	81.12
9	2030	75.00%	25.00%	81.12
10	2031	75.00%	25.00%	81.12

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 146. Metas anuales del PPI - Total

Periodo	Año	Eficiencia Física %	Pérdidas Totales %	Cobertura de Micromedición % (Medidores C/ Vida Útil)
0	2021	63.79%	36.21%	48.36%
1	2022	75.00%	25.00%	80.32%
2	2023	75.00%	25.00%	80.32%
3	2024	75.00%	25.00%	80.32%
4	2025	75.00%	25.00%	80.32%
5	2026	75.00%	25.00%	80.32%
6	2027	75.00%	25.00%	80.32%
7	2028	75.00%	25.00%	80.32%
8	2029	75.00%	25.00%	80.32%
9	2030	75.00%	25.00%	80.32%
10	2031	75.00%	25.00%	80.32%

Fuente: Elaboración propia.

Vida útil

Se considera que la vida útil del presente proyecto incluyendo todos los componentes de inversión, sea de 10 años. Se tiene previsto un periodo de inversión de hasta 3 años en el caso de la sustitución de tuberías, aunque la mayoría de los componentes será ejecutado en 2 años. Por lo tanto, la presente evaluación socioeconómica consideró un horizonte de evaluación de 10 años.

Descripción de los aspectos más relevantes para determinar la factibilidad técnica, ambiental y legal del programa o proyecto de inversión.

Estudio de Factibilidad Técnica

Se han realizado los análisis de alternativas para cada uno de los proyectos del Programa MIG del OOMSAPASLC, identificándose las mejores opciones técnicas y económicas para la problemática específica que cada proyecto pretende resolver, lo cual coadyuvará para que a través del correspondiente concurso se logre el menor costo de inversión y de operación. El estudio de factibilidad técnica ha sido terminado.

Las acciones que se tienen consideradas dentro de este proyecto son las siguientes:

- Sectorización, rehabilitación de red de tuberías y tomas de agua potable,
- Telemetría; y
- Micromedición y Actualización del Padrón de Usuarios.

Estas obras permitirán disminuir las pérdidas físicas de agua, disminuir los costos de producción y ampliar la vida útil de las fuentes de abastecimiento, así como aumentar las eficiencias física y comercial del sistema. Con la realización de este programa, el OOMSAPASLC busca incrementar la eficiencia global generando un ahorro de costos en la operación e incremento de ingresos.

En virtud de los aspectos anteriormente señalados, se considera que el Programa de Mejoramiento Integral de la Gestión (M:I.G) OOMSAPASLC Los Cabos, B.C.S. es técnicamente factible de realizarse, toda vez que se tiene experiencia previa en la ejecución de acciones similares, además de que se tienen identificadas empresas especialistas en cada uno de los proyectos incorporados en el programa de inversiones.

Estudio de Factibilidad Ambiental

Con respecto a los estudios de factibilidad ambiental, estos han sido terminados y se considera que el Programa de Mejoramiento Integral de la Gestión (M:I.G) OOMSAPASLC Los Cabos, B.C.S. es ambientalmente factible de realizarse, toda vez que la zona de desarrollo es urbana y se encuentra actualmente impactada por el propio desarrollo urbano.

Estudio de Factibilidad Legal

La operación y funcionamiento del OOMSAPASLC, se sustenta en las siguientes disposiciones normativas que rigen las condiciones del Sistema de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Los Cabos:

- I. Ley de Aguas del Estado de Baja California Sur (Ley de Aguas).
- II. Ley Orgánica del Gobierno Municipal del Estado de Baja California Sur (Ley Orgánica).
- III. Estatuto Orgánico del Organismo Operador Municipal del Sistema de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Los Cabos (El Estatuto).

IV. Ley de Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente del Estado de Baja California Sur (Ley de Equilibrio Ecológico).

V. Ley de Hacienda para el Municipio de los Cabos, Baja California Sur (Ley de Hacienda).

VI. Ley de Ingresos del Municipio de los Cabos, Baja California Sur, para el Ejercicio Fiscal de 2015 (Ley de Ingresos).

De acuerdo a la Ley de Aguas del Estado de Baja California Sur, en el art. 22 se menciona que “Los Ayuntamientos podrán concesionar total o parcialmente la prestación de los servicios públicos, o contratar la realización de las actividades a que se refieren las Fracciones II a IV del Artículo 51”.

En donde el Art.51 establece que podrán participar los sectores social y privado en:

- La ejecución de obras de infraestructura hidráulica y proyectos relacionados con los servicios públicos, incluyendo el financiamiento, en su caso;
- La administración, operación y mantenimiento total o parcial de los sistemas destinados a la prestación de los servicios públicos; y
- Las demás actividades que convengan con los Municipios, los Organismos Operadores Municipales o Intermunicipales o la Comisión.

Las disposiciones de esta Ley, regulan en el Estado de Baja California Sur, lo relativo a la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente en el Estado y la Ley Orgánica Municipal, la participación de las autoridades estatales y municipales, en el ámbito de su competencia, en la realización de acciones relacionadas con la explotación, desalación, uso y aprovechamiento del recurso agua, así como los servicios públicos de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

Por lo anterior, se considera que el Programa MIG para el OOMSAPASLC es legalmente factible. El estudio de factibilidad legal ha sido terminado.

Derechos de vía: Por la naturaleza de los proyectos, no se requieren adquirir derechos de vía.

Análisis de la Oferta

1. Análisis de la Oferta Con Proyecto de Eficiencia Física

Para el cálculo de la oferta de eficiencia física con Proyecto se partió de la estimación de volumen de agua recuperada que se obtendría a través de la implementación del Proyecto, para lo cual se realizó un análisis de balance hidráulico a nivel subsistema (San José del Cabo y Cabo San Lucas).

Para la estimación del volumen recuperado fue necesario comparar la situación sin Proyecto contra el escenario propuesto con la implementación de sectores hidráulicos y sustitución de tuberías y tomas domiciliarias.

La eficiencia física en la situación sin Proyecto fue proyectada a lo largo del horizonte de evaluación, considerando el supuesto de que la antigüedad de la infraestructura hidráulica en la zona de proyecto propicia un incremento constante de fugas por año en la red de distribución y tomas de agua potable, estimado a razón del 1% anual. Asimismo, en la situación sin Proyecto se contempla una medida de optimización que permitiría la recuperación de fugas en red con una tasa anual de 5%.

En el caso de la situación con Proyecto se contempla un índice de eficiencia física del 75% como condicionante y meta para cada uno de los sectores hidráulicos que se plantean implementar en los subsistemas de San José del Cabo y Cabo San Lucas. Dicho beneficio se estimó de manera progresiva con base en el programa de obras propuesto para la sectorización y sustitución de tuberías y tomas domiciliarias, razón por la que los primeros tres años existe un crecimiento vinculado al avance de ejecución de los trabajos.

Es importante señalar que la ejecución del Proyecto plantea la sectorización del total de la red existente en ambos subsistemas, lo que eventualmente permite que todos los sectores hidráulicos alcancen la eficiencia objetivo del 75%. *Quedan excluidas del presente estudio las ampliaciones que pueda tener el OOMSAPASLC en San José del Cabo o Cabo San Lucas, es por ello que la cantidad de tomas domiciliarias y la longitud total de la red de agua potable se asume constante en el horizonte de evaluación.*

Con la realización del Proyecto y con base en los cálculos y estimaciones de las variables, la oferta esperada en el horizonte de evaluación es la que representa las eficiencias físicas de cada subsistema, así como la eficiencia integrada del OOMSAPASLC.

Tabla 147. Oferta de eficiencia física en la situación con proyecto – San José del Cabo

Análisis Costo Beneficio del Programa de Mejoramiento Integral de la Gestión
OOMSAPASLC - Los Cabos, Baja California Sur

Periodo	Año	Pérdidas Totales Optimizadas (m³/año)	Pérdidas Físicas Optimizadas (m3/año)	Eficiencia Física Sin Proyecto (%)	Pérdidas Totales Con Proyecto (m³/año)	Pérdidas Físicas Con Proyecto (m3/año)	Eficiencia Física Con Proyecto (%)
0	2021	6,716,540	5,782,299	65.06%	5,442,624	4,685,579	69.68%
1	2022	6,427,216	5,493,005	66.05%	4,168,707	3,562,776	75.00%
2	2023	6,427,216	5,493,005	66.05%	4,168,707	3,562,776	75.00%
3	2024	6,427,216	5,493,005	66.05%	4,168,707	3,562,776	75.00%
4	2025	6,427,216	5,493,005	66.05%	4,168,707	3,562,776	75.00%
5	2026	6,427,216	5,493,005	66.05%	4,168,707	3,562,776	75.00%
6	2027	6,427,216	5,493,005	66.05%	4,168,707	3,562,776	75.00%
7	2028	6,427,216	5,493,005	66.05%	4,168,707	3,562,776	75.00%
8	2029	6,427,216	5,493,005	66.05%	4,168,707	3,562,776	75.00%
9	2030	6,427,216	5,493,005	66.05%	4,168,707	3,562,776	75.00%
10	2031	6,427,216	5,493,005	66.05%	4,168,707	3,562,776	75.00%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 148. Oferta de eficiencia física en la situación con proyecto – Cabo San Lucas

Periodo	Año	Pérdidas Totales Optimizadas (m³/año)	Pérdidas Físicas Optimizadas (m3/año)	Eficiencia Física Sin Proyecto (%)	Pérdidas Totales Con Proyecto (m³/año)	Pérdidas Físicas Con Proyecto (m3/año)	Eficiencia Física Con Proyecto (%)
0	2021	3,992,167	3,436,492	61.42%	3,055,386	2,630,103	67.53%
1	2022	3,820,474	3,264,780	62.46%	2,118,605	1,810,450	75.00%
2	2023	3,820,474	3,264,780	62.46%	2,118,605	1,810,450	75.00%
3	2024	3,820,474	3,264,780	62.46%	2,118,605	1,810,450	75.00%
4	2025	3,820,474	3,264,780	62.46%	2,118,605	1,810,450	75.00%
5	2026	3,820,474	3,264,780	62.46%	2,118,605	1,810,450	75.00%
6	2027	3,820,474	3,264,780	62.46%	2,118,605	1,810,450	75.00%
7	2028	3,820,474	3,264,780	62.46%	2,118,605	1,810,450	75.00%
8	2029	3,820,474	3,264,780	62.46%	2,118,605	1,810,450	75.00%
9	2030	3,820,474	3,264,780	62.46%	2,118,605	1,810,450	75.00%
10	2031	3,820,474	3,264,780	62.46%	2,118,605	1,810,450	75.00%

Fuente: Elaboración propia.

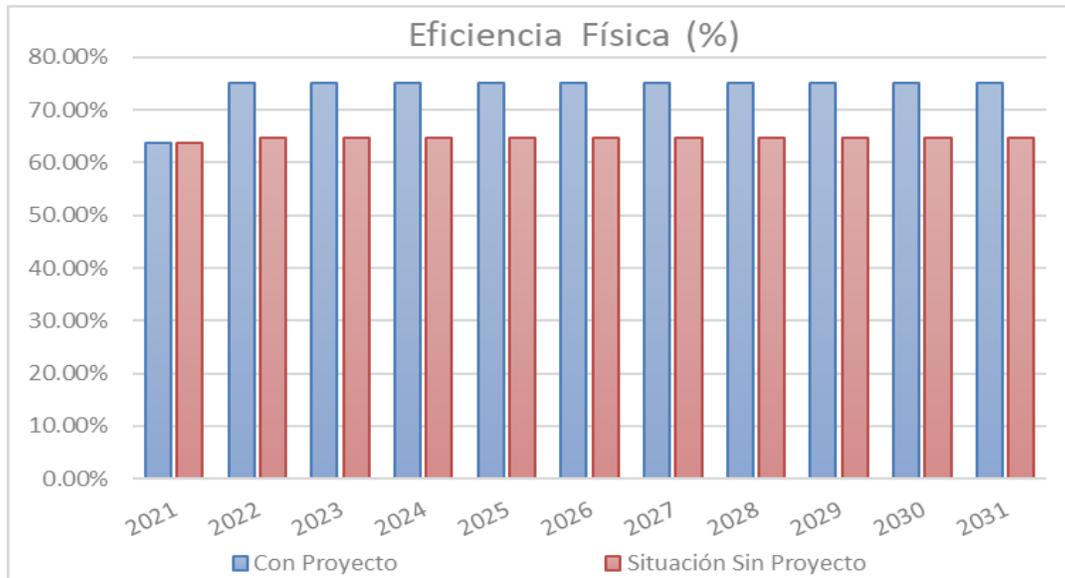
Tabla 149. Oferta de eficiencia física en la situación con proyecto – Total

Periodo	Año	Pérdidas Totales Optimizadas (m³/año)	Pérdidas Físicas Optimizadas (m3/año)	Eficiencia Física Sin Proyecto (%)	Pérdidas Totales Con Proyecto (m³/año)	Pérdidas Físicas Con Proyecto (m3/año)	Eficiencia Física Con Proyecto (%)
0	2021	10,708,707	9,218,791	63.79%	8,498,010	7,315,681	63.79%
1	2022	10,247,690	8,757,785	64.80%	6,287,312	5,373,226	75.00%
2	2023	10,247,690	8,757,785	64.80%	6,287,312	5,373,226	75.00%
3	2024	10,247,690	8,757,785	64.80%	6,287,312	5,373,226	75.00%
4	2025	10,247,690	8,757,785	64.80%	6,287,312	5,373,226	75.00%
5	2026	10,247,690	8,757,785	64.80%	6,287,312	5,373,226	75.00%
6	2027	10,247,690	8,757,785	64.80%	6,287,312	5,373,226	75.00%
7	2028	10,247,690	8,757,785	64.80%	6,287,312	5,373,226	75.00%
8	2029	10,247,690	8,757,785	64.80%	6,287,312	5,373,226	75.00%
9	2030	10,247,690	8,757,785	64.80%	6,287,312	5,373,226	75.00%

10	2031	10,247,690	8,757,785	64.80%	6,287,312	5,373,226	75.00%
----	------	------------	-----------	--------	-----------	-----------	--------

Fuente: Elaboración propia.

Figura 37. Oferta de la eficiencia física en la situación con proyecto



Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la gráfica anterior, con la puesta en marcha del Proyecto se tiene un incremento en eficiencia hasta el nivel objetivo de 75%, el cual se mantiene constante durante el horizonte del proyecto. Uno de los efectos de mejorar la eficiencia física (producción / facturación) es la disminución de los volúmenes de producción sin afectar los volúmenes de facturación (consumo), por lo que al disminuir los volúmenes de producción se generan dos posibles situaciones: ahorros en los costos de producción y de operación y mantenimiento del sistema de agua potable.

1.1. Análisis de la Oferta Con Proyecto de Sectorización de la Red de Distribución de Agua Potable

Con la puesta en marcha del Proyecto y de acuerdo con el capítulo de la oferta de sectorización sin Proyecto, el número de sectores hidráulicos construidos y en operación (bajo los estándares de 2,000 tomas domiciliarias promedio por sector), se incrementaría en los subsistemas de San José del Cabo y Cabo San Lucas. En las siguientes tablas se muestra las proyecciones de los sectores sin Proyecto y con Proyecto a lo largo del horizonte de evaluación.

Tabla 150. Oferta de sectores hidráulicos en la situación con proyecto – San José del Cabo

Periodo	Año	Sectores Construidos y Operando Sin Proyecto	Sectores Construidos y Operando Con Proyecto
0	2021	0	8
1	2022	0	16
2	2023	0	16
3	2024	0	16
4	2025	0	16
5	2026	0	16
6	2027	0	16
7	2028	0	16
8	2029	0	16
9	2030	0	16
10	2031	0	16

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 151. Oferta de sectores hidráulicos en la situación con proyecto – Cabo San Lucas

Periodo	Año	Sectores Construidos y Operando Sin Proyecto	Sectores Construidos y Operando Con Proyecto
0	2021	0	10
1	2022	0	20
2	2023	0	20
3	2024	0	20
4	2025	0	20
5	2026	0	20
6	2027	0	20
7	2028	0	20
8	2029	0	20
9	2030	0	20
10	2031	0	20

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 152. Oferta de sectores hidráulicos en la situación con proyecto – Total

Periodo	Año	Sectores Construidos y Operando Sin Proyecto	Sectores Construidos y Operando Con Proyecto
0	2021	0	18
1	2022	0	36
2	2023	0	36
3	2024	0	36
4	2025	0	36
5	2026	0	36
6	2027	0	36
7	2028	0	36
8	2029	0	36
9	2030	0	36
10	2031	0	36

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede ver en la tabla anterior, con la realización del Proyecto la oferta se incrementa en periodo 2 años de 0 a 36 sectores hidráulicos. De manera gráfica, la oferta con y sin Proyecto se presenta de la siguiente manera:

Figura 38. Oferta de sectores hidráulicos en la situación con proyecto



Fuente: Elaboración propia.

1.2. Análisis de la Oferta Con Proyecto de la Red de Tuberías de Agua Potable

El proyecto permitiría mejorar las condiciones de conservación global de las tuberías de agua potable, incrementándose el porcentaje de redes en condiciones buenas o regulares, lo que a su vez ayudará a mejorar la hermeticidad del sistema y a la disminución de pérdidas física en la red.

En las siguientes tablas se muestra las condiciones de la tubería sin Proyecto y con Proyecto para cada uno de los subsistemas, así como la proyección de las mismas a lo largo del horizonte de evaluación.

Tabla 153. Oferta de la red secundaria de agua potable en la situación con proyecto – San José del Cabo

Periodo	Año	Longitud Total de Tubería (km)	Tubería en Buen o Regular Estado (%)	Oferta de Tubería en Buen o Regular Estado (km)
0	2021	1,204.3	72.0%	867.1
1	2022	1,204.3	72.9%	877.9
2	2023	1,204.3	73.6%	886.0
3	2024	1,204.3	74.2%	894.1
4	2025	1,204.3	74.2%	894.1
5	2026	1,204.3	74.2%	894.1

Periodo	Año	Longitud Total de Tubería (km)	Tubería en Buen o Regular Estado (%)	Oferta de Tubería en Buen o Regular Estado (km)
6	2027	1,204.3	74.2%	894.1
7	2028	1,204.3	74.2%	894.1
8	2029	1,204.3	74.2%	894.1
9	2030	1,204.3	74.2%	894.1
10	2031	1,204.3	74.2%	894.1

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC.

Tabla 154. Oferta de la red secundaria de agua potable en la situación con proyecto – Cabo San Lucas

Periodo	Año	Longitud Total de Tubería (km)	Tubería en Buen o Regular Estado (%)	Oferta de Tubería en Buen o Regular Estado (km)
0	2021	1,178.0	80.0%	942.4
1	2022	1,178.0	80.8%	951.2
2	2023	1,178.0	81.3%	957.8
3	2024	1,178.0	81.9%	964.4
4	2025	1,178.0	81.9%	964.4
5	2026	1,178.0	81.9%	964.4
6	2027	1,178.0	81.9%	964.4
7	2028	1,178.0	81.9%	964.4
8	2029	1,178.0	81.9%	964.4
9	2030	1,178.0	81.9%	964.4
10	2031	1,178.0	81.9%	964.4

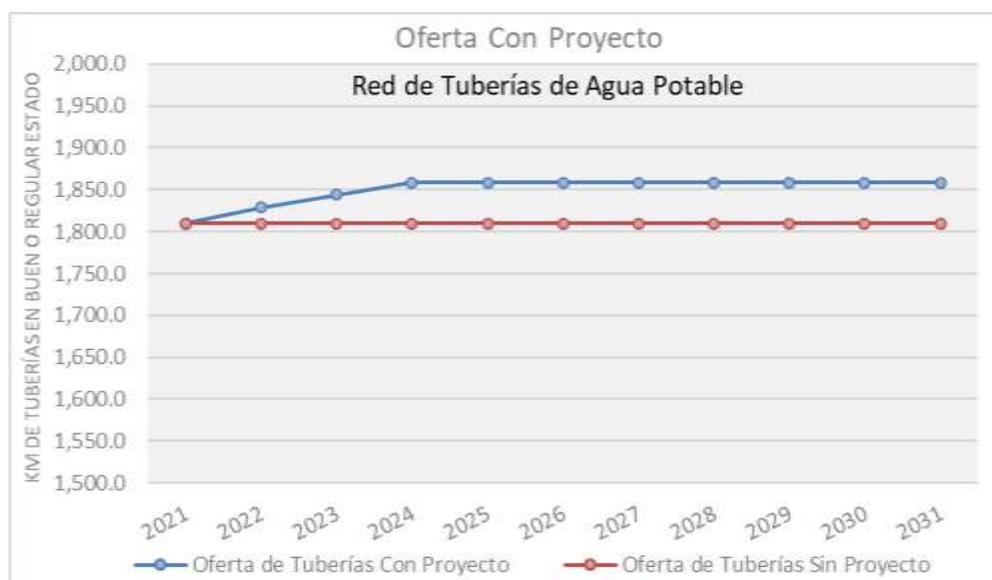
Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC.

Tabla 155. Oferta de la red secundaria de agua potable en la situación con proyecto – Total

Periodo	Año	Longitud Total de Tubería (km)	Tubería en Buen o Regular Estado (%)	Oferta de Tubería en Buen o Regular Estado (km)
0	2021	2,382.3	76.0%	1,809.5
1	2022	2,382.3	76.8%	1,829.1
2	2023	2,382.3	77.4%	1,843.8
3	2024	2,382.3	78.0%	1,858.5
4	2025	2,382.3	78.0%	1,858.5
5	2026	2,382.3	78.0%	1,858.5
6	2027	2,382.3	78.0%	1,858.5
7	2028	2,382.3	78.0%	1,858.5
8	2029	2,382.3	78.0%	1,858.5
9	2030	2,382.3	78.0%	1,858.5
10	2031	2,382.3	78.0%	1,858.5

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC.

Figura 39. Oferta de la red secundaria en buen estado en la situación con proyecto



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede ver en la tabla y gráfica anterior, con la realización del Proyecto la oferta de tubería en buen o regular estado se incrementa en un periodo de 3 años, en el que se mantiene relativamente constante durante los primeros años de operación, para después recuperar una tendencia de deterioro correlacionada a la vida útil de la tubería.

1.3. Análisis de la Oferta Con Proyecto de Tomas Domiciliarias

De acuerdo con el capítulo de la oferta de tomas domiciliarias de agua potable sin Proyecto y a la descripción del Proyecto, las condiciones de conservación global de las tomas se mejorarían, incrementándose el porcentaje de tomas en condiciones buenas o regulares, lo que a su vez permitiría la disminución de fugas en conexiones. En las siguientes tablas se muestra las condiciones de las tomas domiciliarias sin Proyecto y con Proyecto para cada subsistema, así como la proyección de las mismas a lo largo del horizonte de evaluación.

Tabla 156. Oferta de tomas domiciliarias en la situación con proyecto – San José del Cabo

Periodo	Año	Tomas Domiciliarias Totales	Tomas en Buen o Regular Estado (%)	Oferta de Tomas en Buen o Regular Estado
0	2021	34,320	65.0%	22,308
1	2022	34,320	74.5%	25,577
2	2023	34,320	84.0%	28,845
3	2024	34,320	84.0%	28,845
4	2025	34,320	84.0%	28,845
5	2026	34,320	84.0%	28,845
6	2027	34,320	84.0%	28,845

Periodo	Año	Tomas Domiciliarias Totales	Tomas en Buen o Regular Estado (%)	Oferta de Tomas en Buen o Regular Estado
7	2028	34,320	84.0%	28,845
8	2029	34,320	84.0%	28,845
9	2030	34,320	84.0%	28,845
10	2031	34,320	84.0%	28,845

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC.

Tabla 157. Oferta de tomas domiciliarias en la situación con proyecto – Cabo San Lucas

Periodo	Año	Tomas Domiciliarias Totales	Tomas en Buen o Regular Estado (%)	Oferta de Tomas en Buen o Regular Estado
0	2021	38,146	67.0%	25,558
1	2022	38,146	77.3%	29,500
2	2023	38,146	87.7%	33,442
3	2024	38,146	87.7%	33,442
4	2025	38,146	87.7%	33,442
5	2026	38,146	87.7%	33,442
6	2027	38,146	87.7%	33,442
7	2028	38,146	87.7%	33,442
8	2029	38,146	87.7%	33,442
9	2030	38,146	87.7%	33,442
10	2031	38,146	87.7%	33,442

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC.

Tabla 158. Oferta de tomas domiciliarias en la situación con proyecto – Total

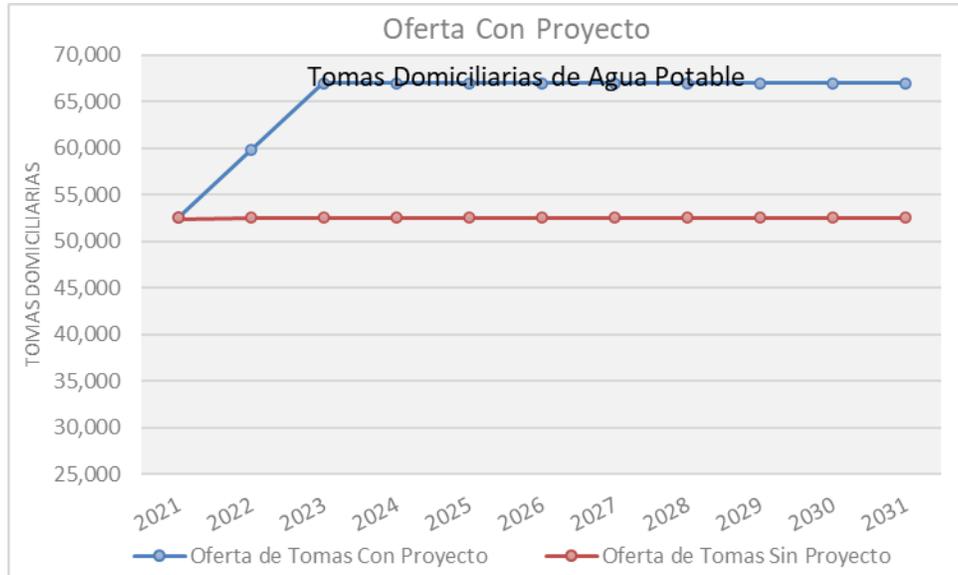
Periodo	Año	Tomas Domiciliarias Totales	Tomas en Buen o Regular Estado (%)	Oferta de Tomas en Buen o Regular Estado
0	2021	72,466	66.1%	47,866
1	2022	72,466	76.0%	55,077
2	2023	72,466	86.0%	62,287
3	2024	72,466	86.0%	62,287
4	2025	72,466	86.0%	62,287
5	2026	72,466	86.0%	62,287
6	2027	72,466	86.0%	62,287
7	2028	72,466	86.0%	62,287
8	2029	72,466	86.0%	62,287
9	2030	72,466	86.0%	62,287
10	2031	72,466	86.0%	62,287

Fuente: Elaboración propia con datos del OOMSAPASLC.

Como se puede ver en la siguiente gráfica, con la realización del Proyecto la oferta se incrementa en periodo 2 años, pasando de 55,077 en 2021 a 62,287 en 2031 tomas en buen o regular estado, y que se mantiene relativamente constante durante los

primeros años de operación, para después recuperar una tendencia de deterioro correlacionada a la vida útil de las tomas domiciliarias.

Figura 40. Oferta de la tomas domiciliarias en buen estado en la situación con proyecto



Fuente: Elaboración propia.

2. Análisis de la Oferta Con Proyecto de Telemetría

Como se mencionó en la oferta sin proyecto y actual, es necesario incrementar las instalaciones hidráulicas con sistemas de telemetría, es por ello que con la puesta en marcha de las acciones de telemetría la oferta se incrementará como se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 159. Oferta de sitios con equipamiento de telemetría en la situación con proyecto – San José del Cabo

Periodo	Año	Sitios con Telemetría Operando Sin Proyecto	Sitios con Telemetría Operando Con Proyecto
0	2021	0	26
1	2022	0	52
2	2023	0	52
3	2024	0	52
4	2025	0	52
5	2026	0	52
6	2027	0	52
7	2028	0	52
8	2029	0	52
9	2030	0	52
10	2031	0	52

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 160. Oferta de sitios con equipamiento de telemetría en la situación con proyecto – Cabo San Lucas

Periodo	Año	Sitios con Telemetría Operando Sin Proyecto	Sitios con Telemetría Operando Con Proyecto
0	2021	0	23
1	2022	0	45
2	2023	0	45
3	2024	0	45
4	2025	0	45
5	2026	0	45
6	2027	0	45
7	2028	0	45
8	2029	0	45
9	2030	0	45
10	2031	0	45

Fuente: Elaboración propia.

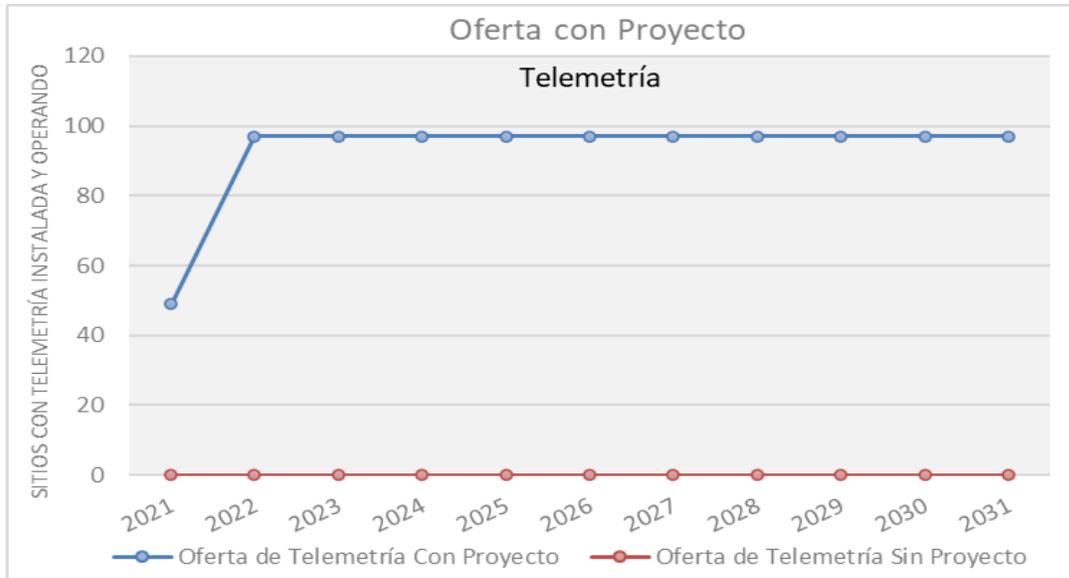
Tabla 161. Oferta de sitios con equipamiento de telemetría en la situación con proyecto – Total

Periodo	Año	Sitios con Telemetría Operando Sin Proyecto	Sitios con Telemetría Operando Con Proyecto
0	2021	0	49
1	2022	0	97
2	2023	0	97
3	2024	0	97
4	2025	0	97
5	2026	0	97
6	2027	0	97
7	2028	0	97
8	2029	0	97
9	2030	0	97
10	2031	0	97

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede ver en la tabla anterior, con la realización del Proyecto la oferta se incrementa en periodo 2 años de 0 a 97 sitios automatizados y monitoreados vía un sistema de telemetría. De manera gráfica, la oferta con y sin Proyecto se presenta de la siguiente manera:

Figura 41. Oferta de sitios con telemetría en la situación con proyecto



Fuente: Elaboración propia.

3. Análisis de la Oferta Con Proyecto de Micromedición

Con la sustitución de medidores descompuestos y obsoletos, se logrará incrementar la cobertura de micromedición efectiva y propiciar que la facturación sea prácticamente en su totalidad mediante servicio medido, evitando los sobreconsumos de cuotas fijas.

De igual forma, con la medición de los consumos el OOMSAPASLC estará en posibilidad de realizar los balances hidráulicos necesarios para las acciones de reducción de pérdidas físicas. En las siguientes tablas se muestra la evolución de la cobertura efectiva, es decir considerando aquellos aparatos que se encuentran instalados y que cuentan con vida útil.

**Tabla 162. Oferta de micromedidores con proyecto – San José del Cabo
(Uso Doméstico y Residencial)**

Periodo	Año	Medidores Instalados con Vida Útil Sin Proyecto	% Cobertura de Micromedición (Aparatos con Vida Útil) Sin Proyecto	Medidores Instalados con Vida Útil Con Proyecto	% Cobertura de Micromedición (Aparatos con Vida Útil) Con Proyecto
0	2021	5,726	18.06%	15,455	48.75%
1	2022	6,699	21.13%	25,184	79.44%
2	2023	6,699	21.13%	25,184	79.44%
3	2024	6,699	21.13%	25,184	79.44%
4	2025	6,699	21.13%	25,184	79.44%
5	2026	6,699	21.13%	25,184	79.44%
6	2027	6,699	21.13%	25,184	79.44%
7	2028	6,699	21.13%	25,184	79.44%
8	2029	6,699	21.13%	25,184	79.44%

Análisis Costo Beneficio del Programa de Mejoramiento Integral de la Gestión
OOMSAPASLC - Los Cabos, Baja California Sur

9	2030	6,699	21.13%	25,184	79.44%
10	2031	6,699	21.13%	25,184	79.44%

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 163. Oferta de micromedidores con proyecto – Cabo San Lucas
(Uso Doméstico y Residencial)**

Periodo	Año	Medidores Instalados con Vida Útil Sin Proyecto	% Cobertura de Micromedición (Aparatos con Vida Útil) Sin Proyecto	Medidores Instalados con Vida Útil Con Proyecto	% Cobertura de Micromedición (Aparatos con Vida Útil) Con Proyecto
0	2021	5,215	14.90%	16,805	48.01%
1	2022	6,374	18.21%	28,395	81.12%
2	2023	6,374	18.21%	28,395	81.12%
3	2024	6,374	18.21%	28,395	81.12%
4	2025	6,374	18.21%	28,395	81.12%
5	2026	6,374	18.21%	28,395	81.12%
6	2027	6,374	18.21%	28,395	81.12%
7	2028	6,374	18.21%	28,395	81.12%
8	2029	6,374	18.21%	28,395	81.12%
9	2030	6,374	18.21%	28,395	81.12%
10	2031	6,374	18.21%	28,395	81.12%

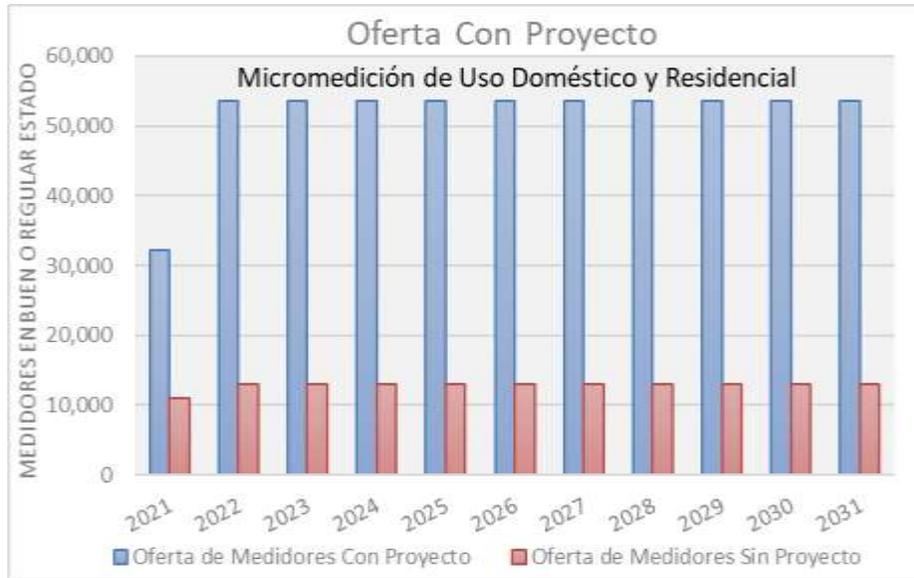
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 164. Oferta de micromedidores con proyecto – Total
(Uso Doméstico y Residencial)**

Periodo	Año	Medidores Instalados con Vida Útil Sin Proyecto	% Cobertura de Micromedición (Aparatos con Vida Útil) Sin Proyecto	Medidores Instalados con Vida Útil Con Proyecto	% Cobertura de Micromedición (Aparatos con Vida Útil) Con Proyecto
0	2021	10,941	16.40%	32,260	48.36%
1	2022	13,073	19.60%	53,579	80.32%
2	2023	13,073	19.60%	53,579	80.32%
3	2024	13,073	19.60%	53,579	80.32%
4	2025	13,073	19.60%	53,579	80.32%
5	2026	13,073	19.60%	53,579	80.32%
6	2027	13,073	19.60%	53,579	80.32%
7	2028	13,073	19.60%	53,579	80.32%
8	2029	13,073	19.60%	53,579	80.32%
9	2030	13,073	19.60%	53,579	80.32%
10	2031	13,073	19.60%	53,579	80.32%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 42. Oferta de micromedidores con vida útil en la situación con proyecto



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede ver en la tabla y gráfica anterior, con la realización del Proyecto la cobertura de micromedición útil incrementa de 19.60% en 2021 a 80.32% en 2031, situación que se mantiene constante durante los años de operación.

Análisis de la Demanda

1. Análisis de la Demanda Con Proyecto de Eficiencia Física

La demanda en la situación con Proyecto es el mismo valor que se ha indicado en la situación actual y la situación sin Proyecto, la cual es la variable definida por el OOMSAPASLC y equivale al 75% en la eficiencia física (eficiencia física objetivo).

1.1. Análisis de la Demanda Con Proyecto de Sectorización de la Red de Distribución de Agua Potable

De la misma manera que la eficiencia física, la demanda de la situación con Proyecto es la misma que la demanda de la situación sin Proyecto, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 165. Demanda de la sectorización de la red de agua potable por subsistema. Situación Con Proyecto

Subsistema del OOMSAPASLC	Sectores Hidráulicos Demandados
San José del Cabo	16
Cabo San Lucas	20
Total	36

Fuente: OOMSAPASLC y memoria de cálculo.

1.2. Análisis de la Demanda Con Proyecto de la Red de Tuberías de Agua Potable

De la misma manera que la eficiencia física, la demanda de la situación con Proyecto es la misma que la demanda de la situación sin Proyecto, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 166. Demanda de la tubería de la red secundaria por subsistema. Situación Con Proyecto

Subsistema del OOMSAPASLC	Longitud de Tubería (km)	Demanda de Tubería en Buen o Regular Estado (km)
San José del Cabo	1,204.3	1,204.3
Cabo San Lucas	1,178.0	1,178.0
Total	2,382.3	2,382.3

Fuente: OOMSAPASLC y memoria de cálculo.

1.3. Análisis de la Demanda Con Proyecto de Tomas Domiciliarias

De la misma manera que la eficiencia física, la demanda de la situación con Proyecto es la misma que la demanda de la situación sin Proyecto, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 167. Demanda de tomas domiciliarias por subsistema. Situación Con Proyecto 2018

Subsistema del OOMSAPASLC	Tomas Totales	Demanda (Tomas en Buen o Regular Estado)
San José del Cabo	34,320	34,320
Cabo San Lucas	38,146	38,146
Total	72,466	72,466

Fuente: OOMSAPASLC y memoria de cálculo.

2. Análisis de la Demanda Con Proyecto de Telemetría

La demanda en la situación con Proyecto es la misma que la demanda de la situación sin Proyecto y fue definida por el OOMSAPASLC; la demanda objetivo es la instalación de telemetría en todas las estructuras especiales, como son: pozos, estaciones de bombeo, tanques de distribución y en los sectores hidráulicos a implementar, que en su conjunto suman un total de 97 sitios.

Tabla 168. Demanda de infraestructura hidráulica que requiere de la instalación de Telemetría. Situación Con Proyecto

Subsistema del OOMSAPASLC	Pozos	Estaciones de Bombeo y Tanques	Sectores Hidráulicos	Total
San José del Cabo	16	20	16	52
Cabo San Lucas	1	24	20	45
Total	17	44	36	97

Fuente: OOMSAPASLC 2016.

3. Análisis de la Demanda Sin Proyecto de Micromedición

En este caso, la demanda de la situación con Proyecto es la misma que en la situación sin Proyecto, la cual corresponde al 95% de cobertura de micromedición. Tal demanda se mantiene constante durante todo el horizonte de evaluación de acuerdo con los estándares y recomendaciones internacionales.

Interacción Oferta-Demanda Situación con Proyecto

1. Interacción Oferta - Demanda Con Proyecto de Eficiencia Física

Con base en lo expuesto en capítulos anteriores, en las siguientes tablas se presentan las ofertas de eficiencia física sin Proyecto y con Proyecto, así como la demanda (eficiencia física objetivo).

Tabla 169. Interacción Oferta-Demanda de la eficiencia física en la situación con proyecto – San José del Cabo

Periodo	Año	Oferta Eficiencia Física Sin Proyecto (%)	Oferta Eficiencia Física Con Proyecto (%)	Demanda Eficiencia Física Objetivo (%)	Déficit de Eficiencia Física Con Proyecto (%)
0	2021	65.06%	69.68%	75.00%	-5.32%
1	2022	66.05%	75.00%	75.00%	0.00%
2	2023	66.05%	75.00%	75.00%	0.00%
3	2024	66.05%	75.00%	75.00%	0.00%
4	2025	66.05%	75.00%	75.00%	0.00%
5	2026	66.05%	75.00%	75.00%	0.00%
6	2027	66.05%	75.00%	75.00%	0.00%
7	2028	66.05%	75.00%	75.00%	0.00%
8	2029	66.05%	75.00%	75.00%	0.00%
9	2030	66.05%	75.00%	75.00%	0.00%
10	2031	66.05%	75.00%	75.00%	0.00%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 170. Interacción Oferta-Demanda de la eficiencia física en la situación con proyecto – Cabo San Lucas

Periodo	Año	Oferta Eficiencia Física Sin Proyecto (%)	Oferta Eficiencia Física Con Proyecto (%)	Demanda Eficiencia Física Objetivo (%)	Déficit de Eficiencia Física Con Proyecto (%)
0	2021	61.42%	67.53%	75.00%	-7.47%
1	2022	62.46%	75.00%	75.00%	0.00%
2	2023	62.46%	75.00%	75.00%	0.00%
3	2024	62.46%	75.00%	75.00%	0.00%
4	2025	62.46%	75.00%	75.00%	0.00%
5	2026	62.46%	75.00%	75.00%	0.00%
6	2027	62.46%	75.00%	75.00%	0.00%
7	2028	62.46%	75.00%	75.00%	0.00%
8	2029	62.46%	75.00%	75.00%	0.00%
9	2030	62.46%	75.00%	75.00%	0.00%
10	2031	62.46%	75.00%	75.00%	0.00%

Fuente: Elaboración propia.

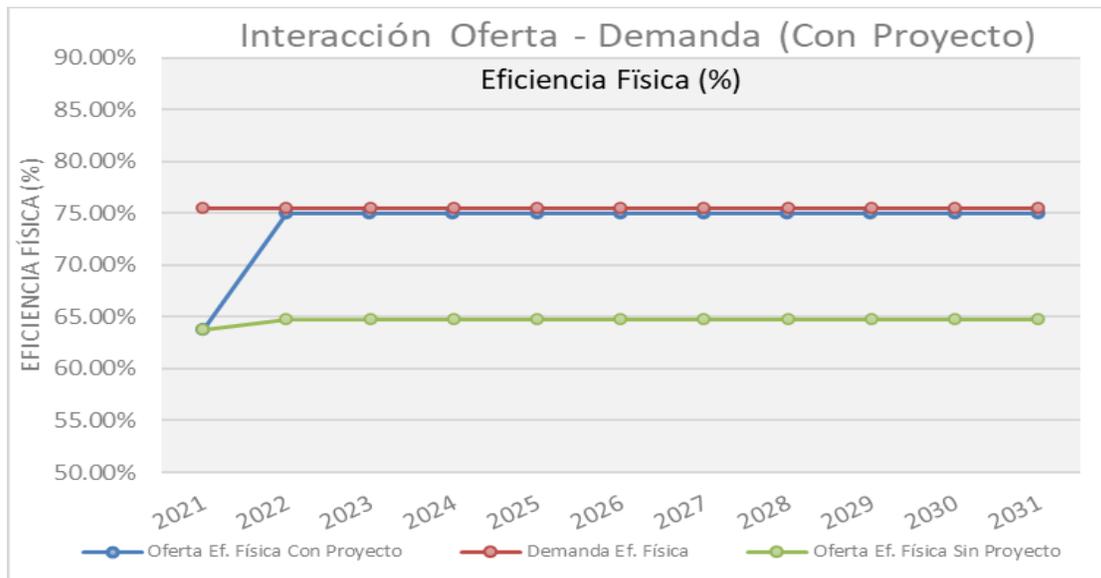
Tabla 171. Interacción Oferta-Demanda de la eficiencia física en la situación con proyecto – Total

Periodo	Año	Oferta Eficiencia Física Sin Proyecto (%)	Oferta Eficiencia Física Con Proyecto (%)	Demanda Eficiencia Física Objetivo (%)	Déficit de Eficiencia Física Con Proyecto (%)
0	2021	63.79%	63.79%	75.00%	-11.21%
1	2022	64.80%	75.00%	75.00%	0.00%
2	2023	64.80%	75.00%	75.00%	0.00%
3	2024	64.80%	75.00%	75.00%	0.00%
4	2025	64.80%	75.00%	75.00%	0.00%
5	2026	64.80%	75.00%	75.00%	0.00%
6	2027	64.80%	75.00%	75.00%	0.00%
7	2028	64.80%	75.00%	75.00%	0.00%
8	2029	64.80%	75.00%	75.00%	0.00%
9	2030	64.80%	75.00%	75.00%	0.00%
10	2031	64.80%	75.00%	75.00%	0.00%

Fuente: Elaboración propia.

Con la entrada del Proyecto se mejorará la eficiencia física del OOMSAPASLC hasta alcanzar el nivel óptimo del 75%. De manera gráfica, la interacción entre la oferta demanda de la eficiencia física se presenta a continuación.

Figura 43. Interacción Oferta – Demanda de la eficiencia física en la situación con proyecto



Fuente: Elaboración propia.

1.1. Interacción Oferta - Demanda Con Proyecto de Sectorización de la Red de Distribución de Agua Potable

En la oferta con Proyecto el número de sectores hidráulicos se incrementaría a 36 para equiparar la demanda establecida por el OOMSAPASLC. En las siguientes tablas y gráfica se presenta la interacción de la oferta y demanda con Proyecto.

Tabla 172. Interacción Oferta-Demanda de sectores hidráulicos en la situación con proyecto – San José del Cabo

Periodo	Año	Oferta de Sectores Hidráulicos	Demanda Sectores Hidráulicos	Déficit de Sectorización Situación Con Proyecto
0	2021	8	16	-8
1	2022	16	16	0
2	2023	16	16	0
3	2024	16	16	0
4	2025	16	16	0
5	2026	16	16	0
6	2027	16	16	0
7	2028	16	16	0
8	2029	16	16	0
9	2030	16	16	0
10	2031	16	16	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 173. Interacción Oferta-Demanda de sectores hidráulicos en la situación con proyecto – Cabo San Lucas

Periodo	Año	Oferta de Sectores Hidráulicos	Demanda Sectores Hidráulicos	Déficit de Sectorización Situación Con Proyecto
0	2021	10	20	-10
1	2022	20	20	0
2	2023	20	20	0
3	2024	20	20	0
4	2025	20	20	0
5	2026	20	20	0
6	2027	20	20	0
7	2028	20	20	0
8	2029	20	20	0
9	2030	20	20	0
10	2031	20	20	0

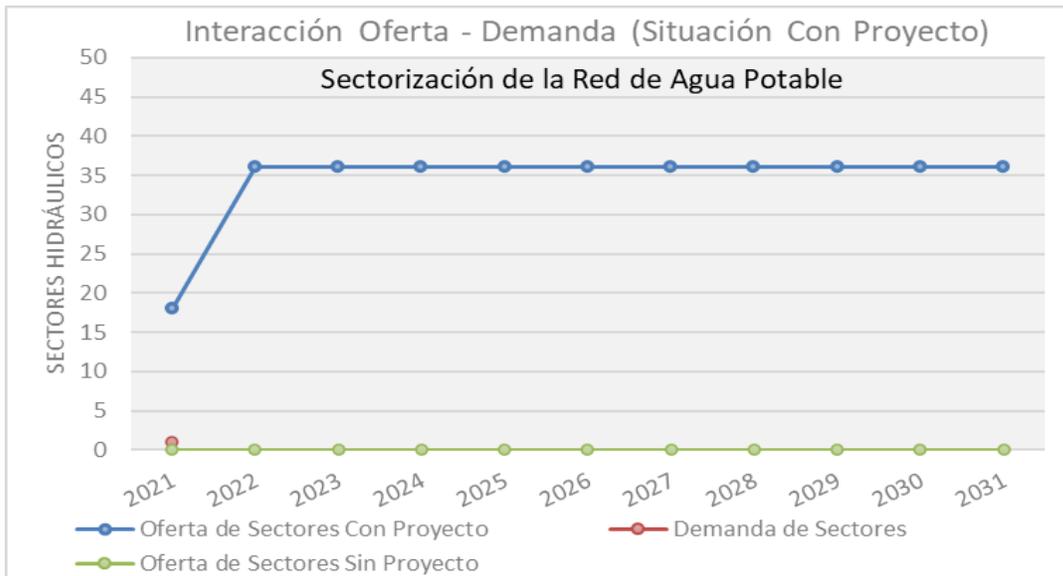
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 174. Interacción Oferta-Demanda de sectores hidráulicos en la situación con proyecto – Total

Periodo	Año	Oferta de Sectores Hidráulicos	Demanda Sectores Hidráulicos	Déficit de Sectorización Situación Con Proyecto
0	2021	18	36	-18
1	2022	36	36	0
2	2023	36	36	0
3	2024	36	36	0
4	2025	36	36	0
5	2026	36	36	0
6	2027	36	36	0
7	2028	36	36	0
8	2029	36	36	0
9	2030	36	36	0
10	2031	36	36	0

Fuente: Elaboración propia.

Figura 44. Interacción Oferta – Demanda de sectores hidráulicos en la situación con proyecto



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla y gráfica anterior, la oferta con Proyecto cubre el 100% de la demanda necesaria a partir del año 2022.

1.2. Interacción Oferta - Demanda Con Proyecto de la Red de Tuberías de Agua Potable

De conformidad con lo descrito en el apartado de oferta y demanda con Proyecto para la red secundaria de agua potable se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 175. Interacción Oferta-Demanda de tuberías de agua potable en la situación con proyecto – San José del Cabo

Periodo	Año	Oferta de Tuberías en Buen o Regular Estado (km)	Demanda de Tuberías en Buen o Regular Estado (km)	Déficit de tuberías de agua potable Con Proyecto (km)
0	2021	867.1	1,204.3	-337.2
1	2022	877.9	1,204.3	-326.4
2	2023	886.0	1,204.3	-318.3
3	2024	894.1	1,204.3	-310.2
4	2025	894.1	1,204.3	-310.2
5	2026	894.1	1,204.3	-310.2
6	2027	894.1	1,204.3	-310.2
7	2028	894.1	1,204.3	-310.2
8	2029	894.1	1,204.3	-310.2
9	2030	894.1	1,204.3	-310.2
10	2031	894.1	1,204.3	-310.2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 176. Interacción Oferta-Demanda de tuberías de agua potable en la situación con proyecto – Cabo San Lucas

Periodo	Año	Oferta de Tuberías en Buen o Regular Estado (km)	Demanda de Tuberías en Buen o Regular Estado (km)	Déficit de tuberías de agua potable Con Proyecto (km)
0	2021	942.4	1,178.0	-235.6
1	2022	951.2	1,178.0	-226.8
2	2023	957.8	1,178.0	-220.2
3	2024	964.4	1,178.0	-213.6
4	2025	964.4	1,178.0	-213.6
5	2026	964.4	1,178.0	-213.6
6	2027	964.4	1,178.0	-213.6
7	2028	964.4	1,178.0	-213.6
8	2029	964.4	1,178.0	-213.6
9	2030	964.4	1,178.0	-213.6
10	2031	964.4	1,178.0	-213.6

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 177. Interacción Oferta-Demanda de tuberías de agua potable en la situación con proyecto – Total

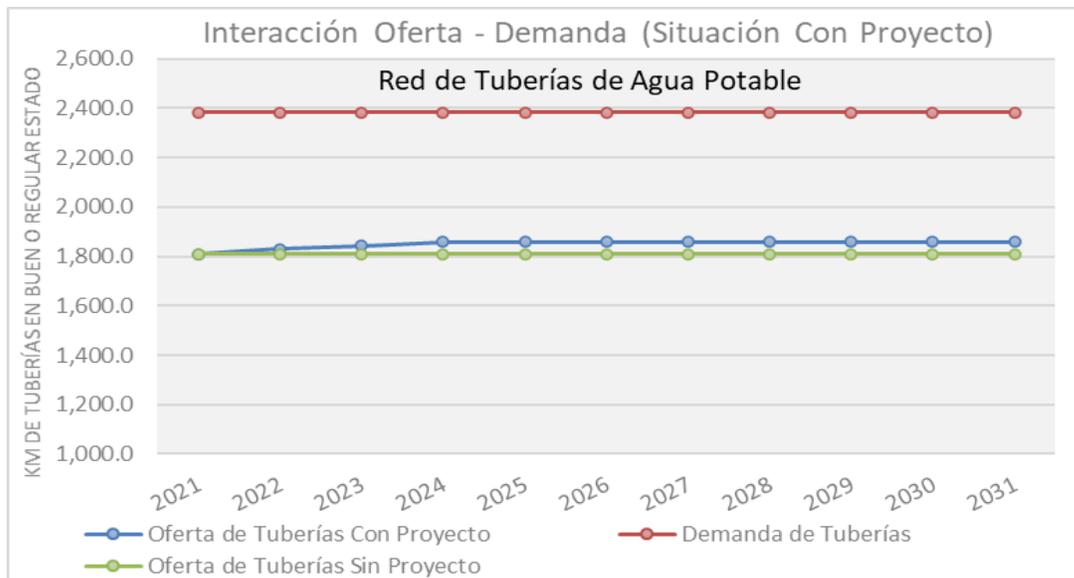
Periodo	Año	Oferta de Tuberías en Buen o Regular Estado (km)	Demanda de Tuberías en Buen o Regular Estado (km)	Déficit de tuberías de agua potable Con Proyecto (km)
---------	-----	--	---	---

Periodo	Año	Oferta de Tuberías en Buen o Regular Estado (km)	Demanda de Tuberías en Buen o Regular Estado (km)	Déficit de tuberías de agua potable Con Proyecto (km)
0	2021	1,809.5	2,382.3	-572.8
1	2022	1,829.1	2,382.3	-553.2
2	2023	1,843.8	2,382.3	-538.5
3	2024	1,858.5	2,382.3	-523.8
4	2025	1,858.5	2,382.3	-523.8
5	2026	1,858.5	2,382.3	-523.8
6	2027	1,858.5	2,382.3	-523.8
7	2028	1,858.5	2,382.3	-523.8
8	2029	1,858.5	2,382.3	-523.8
9	2030	1,858.5	2,382.3	-523.8
10	2031	1,858.5	2,382.3	-523.8

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla anterior, el incremento en la oferta de tuberías en condiciones buenas o regulares es marginal respecto a la situación sin proyecto, por lo que el proyecto no resolverá el déficit en el horizonte de evaluación. No obstante la sustitución de tuberías estará enfocada a las zonas de mayor incidencia de fugas en red, priorizando las obras, lo que permitirá maximizar el beneficio y en conjunto con las acciones de sectorización de la red y sustitución de tomas domiciliarias, será factible lograr las metas de eficiencia propuestas. Asimismo, es importante mencionar que se respeta la tendencia de deterioro natural de la infraestructura, planteado en la situación actual y sin proyecto.

Figura 45. Interacción Oferta – Demanda de la tubería de agua potable en condiciones buenas o regulares en la situación con proyecto



Fuente: Elaboración propia.

1.3. Interacción Oferta - Demanda Con Proyecto de Tomas Domiciliarias

De conformidad con lo descrito en el apartado de oferta y demanda con Proyecto para la sustitución de tomas domiciliarias de agua potable se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 178. Interacción Oferta-Demanda de tomas domiciliarias en buen o regular estado en la Situación con proyecto – San José del Cabo

Periodo	Año	Oferta de Tomas en Buen o Regular Estado	Demanda de Tomas en Buen o Regular Estado	Déficit de Tomas Con Proyecto
0	2021	24,974	38,422	-13,448
1	2022	28,243	38,422	-10,179
2	2023	31,511	38,422	-6,911
3	2024	31,511	38,422	-6,911
4	2025	31,511	38,422	-6,911
5	2026	31,511	38,422	-6,911
6	2027	31,511	38,422	-6,911
7	2028	31,511	38,422	-6,911
8	2029	31,511	38,422	-6,911
9	2030	31,511	38,422	-6,911
10	2031	31,511	38,422	-6,911

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 179. Interacción Oferta-Demanda de tomas domiciliarias en buen o regular estado en la Situación con proyecto – Cabo San Lucas

Periodo	Año	Oferta de Tomas en Buen o Regular Estado	Demanda de Tomas en Buen o Regular Estado	Déficit de Tomas Con Proyecto
0	2021	27,580	41,165	-13,585
1	2022	31,522	41,165	-9,643
2	2023	35,464	41,165	-5,701
3	2024	35,464	41,165	-5,701
4	2025	35,464	41,165	-5,701
5	2026	35,464	41,165	-5,701
6	2027	35,464	41,165	-5,701
7	2028	35,464	41,165	-5,701
8	2029	35,464	41,165	-5,701
9	2030	35,464	41,165	-5,701
10	2031	35,464	41,165	-5,701

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 180. Interacción Oferta-Demanda de tomas domiciliarias en buen o regular estado en la Situación con proyecto – Total

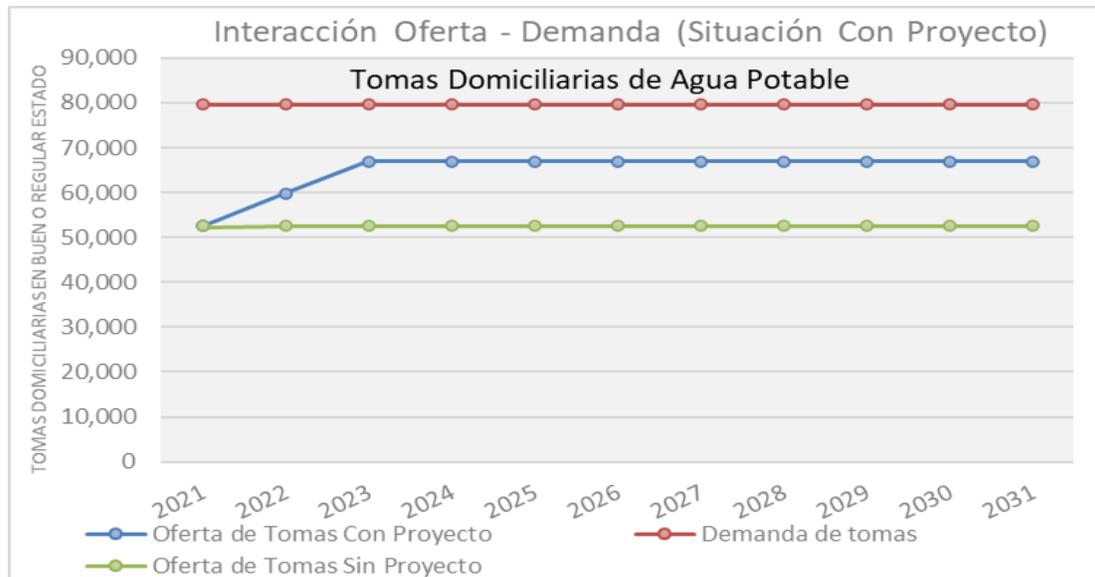
Periodo	Año	Oferta de Tomas en Buen o Regular Estado	Demanda de Tomas en Buen o Regular Estado	Déficit de Tomas Con Proyecto
0	2021	52,554	79,587	-27,033
1	2022	59,765	79,587	-19,822
2	2023	66,975	79,587	-12,612
3	2024	66,975	79,587	-12,612
4	2025	66,975	79,587	-12,612
5	2026	66,975	79,587	-12,612
6	2027	66,975	79,587	-12,612
7	2028	66,975	79,587	-12,612
8	2029	66,975	79,587	-12,612
9	2030	66,975	79,587	-12,612
10	2031	66,975	79,587	-12,612

Fuente: Elaboración propia.

Con la puesta en marcha del proyecto se espera cubrir la demanda de tomas domiciliarias de agua potable en buenas o regulares condiciones aproximadamente en un 84% a partir del año 2023, es decir 66,975 de 79,587 tomas que se necesitan, misma que se mantiene constante durante el horizonte del proyecto.

Cabe señalar que las fugas en tomas domiciliarias representan según estadísticas del OOMSAPASLC cerca de un 67% de las pérdidas físicas del sistema de agua potable, por lo que la ejecución de este componente permitiría en conjunto con la sectorización de la red y la rehabilitación de zonas de alto deterioro de la red, la consecución del objetivo de eficiencia física.

Figura 46. Interacción Oferta – Demanda de las tomas domiciliarias en condiciones buenas o regulares en la situación con proyecto



Fuente: Elaboración propia.

2. Interacción Oferta - Demanda Con Proyecto de Telemetría

La interacción de la oferta y demanda con proyecto de telemetría se presenta en las siguientes tablas:

Tabla 181. Interacción Oferta-Demanda de instalaciones con telemetría en la situación con proyecto – San José del Cabo

Periodo	Año	Oferta de Sitios con Telemetría Operando	Demanda de Sitios con Telemetría Operando	Déficit de Telemetría Situación Con Proyecto
0	2021	26	52	-26
1	2022	52	52	0
2	2023	52	52	0
3	2024	52	52	0
4	2025	52	52	0
5	2026	52	52	0
6	2027	52	52	0
7	2028	52	52	0
8	2029	52	52	0
9	2030	52	52	0
10	2031	52	52	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 182. Interacción Oferta-Demanda de instalaciones con telemetría en la situación con proyecto – Cabo San Lucas

Periodo	Año	Oferta de Sitios con Telemetría Operando	Demanda de Sitios con Telemetría Operando	Déficit de Telemetría Situación Con Proyecto
0	2021	23	45	-22
1	2022	45	45	0
2	2023	45	45	0
3	2024	45	45	0
4	2025	45	45	0
5	2026	45	45	0
6	2027	45	45	0
7	2028	45	45	0
8	2029	45	45	0
9	2030	45	45	0
10	2031	45	45	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 183. Interacción Oferta-Demanda de instalaciones con telemetría en la situación con proyecto – Total

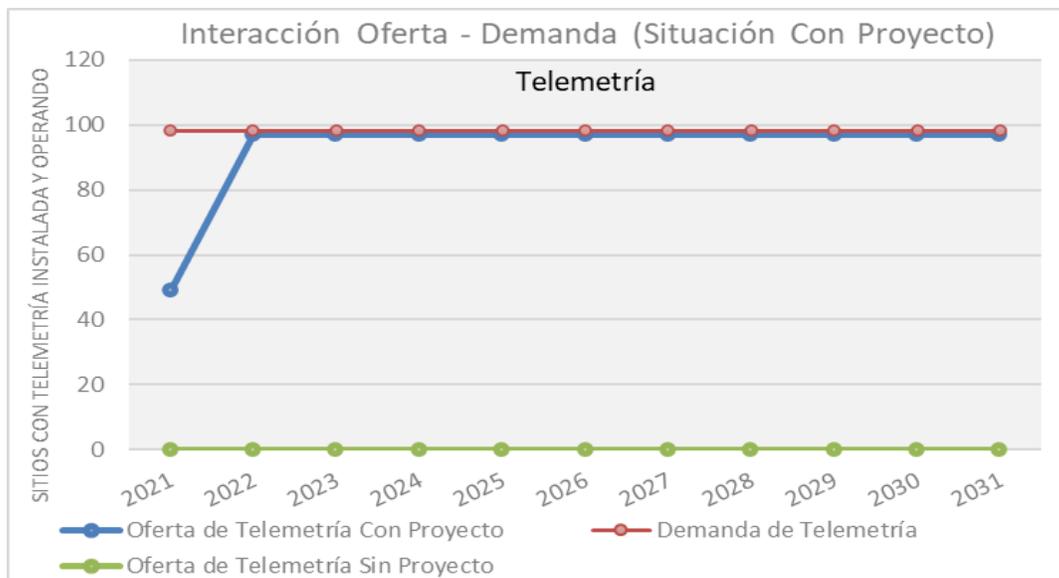
Periodo	Año	Oferta de Sitios con Telemetría Operando	Demanda de Sitios con Telemetría Operando	Déficit de Telemetría Situación Actual
0	2021	49	97	-48

Periodo	Año	Oferta de Sitios con Telemetría Operando	Demanda de Sitios con Telemetría Operando	Déficit de Telemetría Situación Actual
1	2022	97	97	0
2	2023	97	97	0
3	2024	97	97	0
4	2025	97	97	0
5	2026	97	97	0
6	2027	97	97	0
7	2028	97	97	0
8	2029	97	97	0
9	2030	97	97	0
10	2031	97	97	0

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla, la oferta con Proyecto cubre el 100% de la demanda necesaria a partir del año 2023.

Figura 47 Interacción Oferta – Demanda de instalaciones con telemetría en la situación con proyecto



Fuente: Elaboración propia.

3. Interacción Oferta - Demanda Con Proyecto de Micromedición

Considerando la oferta y la demanda en la situación con proyecto y tomando un horizonte de evaluación de 10 años, la implementación del proyecto permite incrementar la cobertura de micromedición útil, en 2023, situación que se mantiene constante durante el horizonte del proyecto.

Tabla 184. Interacción Oferta-Demanda de micromedidores en la situación con proyecto – San José del Cabo

Periodo	Año	Oferta de Medidores Instalados con Vida Útil Con Proyecto	Demanda de Medidores Instalados con Vida Útil	Déficit de Micromedidores Con Proyecto
0	2021	15,455	30,115	-14,660
1	2022	25,184	30,115	-4,931
2	2023	25,184	30,115	-4,931
3	2024	25,184	30,115	-4,931
4	2025	25,184	30,115	-4,931
5	2026	25,184	30,115	-4,931
6	2027	25,184	30,115	-4,931
7	2028	25,184	30,115	-4,931
8	2029	25,184	30,115	-4,931
9	2030	25,184	30,115	-4,931
10	2031	25,184	30,115	-4,931

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 185. Interacción Oferta-Demanda de micromedidores en la situación con proyecto – Cabo San Lucas

Periodo	Año	Oferta de Medidores Instalados con Vida Útil Con Proyecto	Demanda de Medidores Instalados con Vida Útil	Déficit de Micromedidores Con Proyecto
0	2021	16,805	33,254	-16,449
1	2022	28,395	33,254	-4,859
2	2023	28,395	33,254	-4,859
3	2024	28,395	33,254	-4,859
4	2025	28,395	33,254	-4,859
5	2026	28,395	33,254	-4,859
6	2027	28,395	33,254	-4,859
7	2028	28,395	33,254	-4,859
8	2029	28,395	33,254	-4,859
9	2030	28,395	33,254	-4,859
10	2031	28,395	33,254	-4,859

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 186. Interacción Oferta-Demanda de micromedidores en la situación con proyecto – Total

Periodo	Año	Oferta de Medidores Instalados con Vida Útil Con Proyecto	Demanda de Medidores Instalados con Vida Útil	Déficit de Micromedidores Con Proyecto
0	2021	32,260	63,369	-31,109
1	2022	53,579	63,369	-9,790
2	2023	53,579	63,369	-9,790
3	2024	53,579	63,369	-9,790
4	2025	53,579	63,369	-9,790
5	2026	53,579	63,369	-9,790

Periodo	Año	Oferta de Medidores Instalados con Vida Útil Con Proyecto	Demanda de Medidores Instalados con Vida Útil	Déficit de Micromedidores Con Proyecto
6	2027	53,579	63,369	-9,790
7	2028	53,579	63,369	-9,790
8	2029	53,579	63,369	-9,790
9	2030	53,579	63,369	-9,790
10	2031	53,579	63,369	-9,790

Fuente: Elaboración propia.

Figura 48 .Interacción Oferta – Demanda de micromedidores en la situación con proyecto



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 187. Análisis de Reducción de Pérdidas con proyecto-San José del Cabo

Periodo	Año	Población	Tasa de Crecimiento	Tomas Totales Dentro de Sectores Proy.	Producción Req. Para Sectores Proy. (m3/año)	Volumen de Facturado (m3/año)	Eficiencia Física (%)	Pérdidas Totales (%)	Pérdidas Totales (m3/año)	Consumo Unitario Promedio (l/hab/día)	Pedidas Físicas (m3/año)	Eficiencia Física Objetivo (%)	Déficit (%)
0	2021	158,296	-	38,422	17,948,745	12,506,122	69.68%	30.32%	5,442,624	136.38	4,685,579	75.00%	-5.32%
1	2022	158,296	0.00%	38,422	16,674,829	12,506,122	75.00%	25.00%	4,168,707	136.38	3,562,776	75.00%	0.00%
2	2023	158,296	0.00%	38,422	16,674,829	12,506,122	75.00%	25.00%	4,168,707	136.38	3,562,776	75.00%	0.00%
3	2024	158,296	0.00%	38,422	16,674,829	12,506,122	75.00%	25.00%	4,168,707	136.38	3,562,776	75.00%	0.00%
4	2025	158,296	0.00%	38,422	16,674,829	12,506,122	75.00%	25.00%	4,168,707	136.38	3,562,776	75.00%	0.00%
5	2026	158,296	0.00%	38,422	16,674,829	12,506,122	75.00%	25.00%	4,168,707	136.38	3,562,776	75.00%	0.00%
6	2027	158,296	0.00%	38,422	16,674,829	12,506,122	75.00%	25.00%	4,168,707	136.38	3,562,776	75.00%	0.00%
7	2028	158,296	0.00%	38,422	16,674,829	12,506,122	75.00%	25.00%	4,168,707	136.38	3,562,776	75.00%	0.00%
8	2029	158,296	0.00%	38,422	16,674,829	12,506,122	75.00%	25.00%	4,168,707	136.38	3,562,776	75.00%	0.00%
9	2030	158,296	0.00%	38,422	16,674,829	12,506,122	75.00%	25.00%	4,168,707	136.38	3,562,776	75.00%	0.00%
10	2031	158,296	0.00%	38,422	16,674,829	12,506,122	75.00%	25.00%	4,168,707	136.38	3,562,776	75.00%	0.00%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 188. Análisis de Reducción de Pérdidas con proyecto-Cabo San Lucas

Periodo	Año	Población	Tasa de Crecimiento	Tomas Totales Dentro de Sectores Proy.	Producción Req. Para Sectores Proy. (m3/año)	Volumen de Facturado (m3/año)	Eficiencia Física (%)	Pérdidas Totales (%)	Pérdidas Totales (m3/año)	Consumo Unitario Promedio (l/hab/día)	Pedidas Físicas (m3/año)	Eficiencia Física Objetivo (%)	Déficit (%)
0	2021	180,042	-	41,165	9,411,200	6,355,814	67.53%	32.47%	3,055,386	63.85	2,630,103	75.00%	-7.47%
1	2022	180,042	0.00%	41,165	8,474,419	6,355,814	75.00%	25.00%	2,118,605	63.85	1,810,450	75.00%	0.00%
2	2023	180,042	0.00%	41,165	8,474,419	6,355,814	75.00%	25.00%	2,118,605	63.85	1,810,450	75.00%	0.00%
3	2024	180,042	0.00%	41,165	8,474,419	6,355,814	75.00%	25.00%	2,118,605	63.85	1,810,450	75.00%	0.00%
4	2025	180,042	0.00%	41,165	8,474,419	6,355,814	75.00%	25.00%	2,118,605	63.85	1,810,450	75.00%	0.00%
5	2026	180,042	0.00%	41,165	8,474,419	6,355,814	75.00%	25.00%	2,118,605	63.85	1,810,450	75.00%	0.00%
6	2027	180,042	0.00%	41,165	8,474,419	6,355,814	75.00%	25.00%	2,118,605	63.85	1,810,450	75.00%	0.00%
7	2028	180,042	0.00%	41,165	8,474,419	6,355,814	75.00%	25.00%	2,118,605	63.85	1,810,450	75.00%	0.00%
8	2029	180,042	0.00%	41,165	8,474,419	6,355,814	75.00%	25.00%	2,118,605	63.85	1,810,450	75.00%	0.00%
9	2030	180,042	0.00%	41,165	8,474,419	6,355,814	75.00%	25.00%	2,118,605	63.85	1,810,450	75.00%	0.00%
10	2031	180,042	0.00%	41,165	8,474,419	6,355,814	75.00%	25.00%	2,118,605	63.85	1,810,450	75.00%	0.00%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 189. Análisis de Reducción de Pérdidas con proyecto-Total

Periodo	Año	Población	Tasa de Crecimiento	Tomas Totales Dentro de Sectores Proy.	Producción Req. Para Sectores Proy. (m3/año)	Volumen de Facturado (m3/año)	Eficiencia Física (%)	Pérdidas Totales (%)	Pérdidas Totales (m3/año)	Consumo Unitario Promedio (l/hab/día)	Pedidas Físicas (m3/año)	Eficiencia Física Objetivo (%)	Déficit (%)
0	2021	338,338	-	79,587	27,359,946	18,861,936	63.79%	36.21%	8,498,010	97.78	7,315,681	75.00%	-11.21%
1	2022	338,338	0.00%	79,587	25,149,248	18,861,936	75.00%	25.00%	6,287,312	97.78	5,373,226	75.00%	0.00%
2	2023	338,338	0.00%	79,587	25,149,248	18,861,936	75.00%	25.00%	6,287,312	97.78	5,373,226	75.00%	0.00%
3	2024	338,338	0.00%	79,587	25,149,248	18,861,936	75.00%	25.00%	6,287,312	97.78	5,373,226	75.00%	0.00%
4	2025	338,338	0.00%	79,587	25,149,248	18,861,936	75.00%	25.00%	6,287,312	97.78	5,373,226	75.00%	0.00%
5	2026	338,338	0.00%	79,587	25,149,248	18,861,936	75.00%	25.00%	6,287,312	97.78	5,373,226	75.00%	0.00%
6	2027	338,338	0.00%	79,587	25,149,248	18,861,936	75.00%	25.00%	6,287,312	97.78	5,373,226	75.00%	0.00%
7	2028	338,338	0.00%	79,587	25,149,248	18,861,936	75.00%	25.00%	6,287,312	97.78	5,373,226	75.00%	0.00%
8	2029	338,338	0.00%	79,587	25,149,248	18,861,936	75.00%	25.00%	6,287,312	97.78	5,373,226	75.00%	0.00%
9	2030	338,338	0.00%	79,587	25,149,248	18,861,936	75.00%	25.00%	6,287,312	97.78	5,373,226	75.00%	0.00%
10	2031	338,338	0.00%	79,587	25,149,248	18,861,936	75.00%	25.00%	6,287,312	97.78	5,373,226	75.00%	0.00%

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, la implementación del proyecto permitirá que a partir de 2023 se logre una eficiencia física en el sistema del 75%, la cual se mantiene durante el horizonte del proyecto.

CAPITULO V.- EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE INVERSIÓN.

En este Capítulo se presentan los resultados de la identificación, cuantificación y valoración de los costos y beneficios por la implementación del Proyecto MIG del OOMSAPASLC.

Para la evaluación social del presente proyecto, se consideran los valores constantes a lo largo del horizonte de evaluación por los siguientes motivos:

- El alcance del proyecto se encuentra delimitado al actual número de conexiones registradas por parte del OOMSAPASLC, por lo que las nuevas tomas (para consumo doméstico, comercial, industrial y residencial), que en un futuro se incorporen al sistema derivado del crecimiento poblacional, así como de la expansión urbana hacia la periferia de las ciudades, actualmente no se encuentran comprendidas en los 36 sectores que se pretenden ejecutar con la implementación del proyecto.

Con sustento en lo anterior, y con el propósito de no sobreestimar los beneficios del proyecto, se considera el beneficio sobre el número actual de tomas registradas por el OOMSAPASLC.

- Misma situación se presenta con respecto a la sustitución de medidores, la cual se encuentra comprendido dentro de la delimitación de los 36 sectores hídricos que se tienen planeados, por lo que el beneficio que se derive de este componente se reflejará en las tomas actuales.
- Con respecto a la rehabilitación de tuberías en red de distribución, esta se realizará una vez implementada la sectorización, con la cual se podrán identificar con mayor precisión los sectores que presenten problemas y pérdidas de agua por fugas en la red de distribución, permitiendo con ello maximizar el impacto positivo en la reducción de pérdidas físicas en fugas visibles, así como aquellas que no son visibles, pero que se encuentran en la red del sector correspondiente.

Por lo antes mencionado, es conveniente realizar la evaluación únicamente en el área de influencia del proyecto con el fin de no sobreestimar beneficios.

Así mismo la evaluación se apegó a la metodología Costo-Beneficio de los Lineamientos para la Elaboración y Presentación de Análisis Costo y Beneficio, Publicados por la Unidad de Inversiones de la Subsecretaría de Egresos de la SHCP, así como a las recomendaciones de las Metodologías de Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Metodología de Evaluación socioeconómica y

Estructuración de Proyectos de Inversión (Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento, Mejoramiento de Eficiencia y Protección a Centros de Población).

Los costos y beneficios atribuibles al proyecto en estudio, se identificaron, cuantificaron y valoraron, comparando la Situación sin Proyecto, versus la Situación con Proyecto en un horizonte de evaluación de 10 años y una tasa de descuento social del 10%.

Los costos identificados son aquellos en los que incurre la sociedad para realizar un proyecto y los que surgen a lo largo de la vida útil del mismo; se pueden dividir en costos de inversión, de operación y de mantenimiento.

Para realizar una evaluación costo beneficio, se deben corregir los precios de mercado para trabajar con precios sociales, eliminando el impuesto al valor agregado. Es importante mencionar que, para fines de esta evaluación, no se utilizaron los factores de ajuste a precios sociales, lo anterior en atención a las recomendaciones emitidas en la página de internet del CEPEP.

Los indicadores de rentabilidad utilizados fueron estimados de acuerdo a los siguientes criterios:

- Valor Actual Neto Social (VANS). Este criterio establece que el valor del proyecto será el valor presente de los flujos netos de efectivo que se espera sean generados por las inversiones realizadas. La regla general establece que un proyecto con VANS positivo debe ejecutarse y con VANS negativo rechazarse.
- Tasa Interna de Retorno Social (TIRS). Este criterio es equivalente a hacer el VANS igual a cero, determinándose la tasa que permite que el flujo actualizado sea cero. El criterio de aceptación es cuando la TIRS es igual o mayor que la tasa de descuento utilizada.
- Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI). Es cuando se maximiza el VANS y eso nos indica el momento óptimo de ejecutar la obra.

Con la finalidad de contar con los indicadores que permitan conocer la conveniencia de llevar a cabo la ejecución del proyecto en términos sociales, se compararon en un horizonte de 10 años considerando el inicio de operación del proyecto a partir del 2018, toda vez que las acciones del proyecto se pueden llevar a cabo de forma parcial, permitiendo obtener beneficios a partir del segundo año de su ejecución), los costos y beneficios sociales legítimamente atribuibles al mismo, utilizando la tasa social de

descuento establecida por la Unidad de Inversiones de la SHCP⁷ y que refleja el costo de oportunidad social de los recursos utilizados por el proyecto.

EVALUACION DEL COMPONENTE DE EFICIENCIA FÍSICA (Sectorización hidráulica, rehabilitación de redes y tomas de agua potable)

a) Identificación, Cuantificación y Valoración de los Costos del Programa o Proyecto de Inversión.

1. Costos del Proyecto de Eficiencia Física

En el presente apartado se incluyen los costos asociados a la ejecución de las acciones que permitirán al OOMSAPASLC aumentar el nivel de eficiencia física en el sistema de distribución de agua potable, incluyendo las acciones de: i) Sectorización de la red de distribución de agua potable, ii) Sustitución de la red de tuberías de agua potable, y iii) Sustitución de tomas domiciliarias. Asimismo, se incluyen los costos asociados al desarrollo de los proyectos ejecutivos y estudios complementarios para el mejoramiento de la eficiencia física.

Tabla 190. Inversión Total del Proyecto de Eficiencia Física (Pesos a Enero 2020)

N°	Concepto	Costo Total (Sin IVA)	IVA 16.0%	Costo Total (Con IVA)
1	Construcción y puesta en marcha de 36 sectores hidráulicos en la red de agua potable.	\$134,888,067.81	\$21,582,090.85	\$156,470,158.66
2	Sustitución de 49.0 km de tuberías de la red de distribución de agua potable	\$86,823,149.33	\$13,891,703.89	\$100,714,853.22
3	Sustitución de 14,421 tomas domiciliarias de la red de agua potable	\$61,141,403.66	\$9,782,624.59	\$70,924,028.25
4	Proyecto ejecutivo de la sectorización de la red	\$9,424,493.82	\$1,507,919.01	\$10,932,412.83
5	Estudio de diagnóstico del Agua No Contabilizada (ANC)	\$7,068,370.37	\$1,130,939.26	\$8,199,309.62
	Total	\$299,345,484.99	\$47,895,277.60	\$347,240,762.58

Fuente: Elaboración propia

Por lo que respecta al desarrollo del Proyecto Ejecutivo de Sectorización y al Estudio de diagnóstico del Agua No Contabilizada (ANC), dichos componentes contemplan a los subsistemas de San José del Cabo y de Cabo San Lucas, aunque para fines de presupuesto se contabilizan de manera unificada. Ambas acciones se consideran

⁷ Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión emitidos por la Unidad de Inversiones de la SHCP.

necesarias para el adecuado diseño y planeación de las obras de sectorización de la red y para el programa del control activo de fugas del OOMSAPASLC.

El costo anual de operación y mantenimiento de la componente de eficiencia física es de \$3.98 MDP a precios de enero de 2020 sin IVA y aplica para un avance del 100% de las obras propuestas, conforme a lo siguiente:

Tabla 191. Costos de operación y mantenimiento del Proyecto de Eficiencia Física (Pesos a Enero2020)

N°	Concepto	Costo Total (Sin IVA)
1	Costos de Operación del Programa de Control Activo de Fugas	\$2,769,730.76
2	Costos de Mantenimiento de Sectores Hidráulicos	\$1,188,974.22
	Total	\$3,958,704.98

Fuente: Elaboración propia.

1.1. Costos del Proyecto de Sectorización de la Red de Distribución de Agua Potable

La inversión total para la construcción y puesta en marcha de los 36 sectores hidráulicos del proyecto asciende a \$134.9 a precios de enero de 2020 MDP sin IVA, conforme a lo siguiente:

Tabla 192. Costo de inversión para la construcción de sectores hidráulicos (Pesos a Enero 2020)

N°	Subsistema del OOMSAPASLC	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Costo Total (Sin IVA)
1	San José del Cabo	16	Sectores	\$3,821,337.73	\$61,141,403.66
2	Cabo San Lucas	20	Sectores	\$3,687,333.21	\$73,746,664.15
	Total	36			\$134,888,067.81

Fuente: Elaboración propia.

1.2. Costos del Proyecto de la Red de Tuberías de Agua Potable

La inversión total para el componente de sustitución de 49.0 km tuberías de la red de distribución de agua potable en zonas con alto nivel de incidencias de fugas asciende a \$86.8 MDP a precios de enero de 2020 sin IVA, conforme a lo siguiente:

Tabla 193. Costo de inversión de la sustitución de tuberías de la red de agua potable (Pesos a Enero 2020)

N°	Subsistema del OOMSAPASLC	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Costo Total (Sin IVA)
1	San José del Cabo	27	km	\$1,771,455.78	\$47,829,306.14
2	Cabo San Lucas	22	km	\$1,772,447.42	\$38,993,843.18
	Total	49			\$86,823,149.33

Fuente: Elaboración propia.

1.3. Costos del Proyecto de Tomas Domiciliarias

La inversión total para el componente de sustitución de 14,421 tomas domiciliarias de la red de distribución de agua potable en zonas con alto nivel de incidencias de fugas asciende a \$61.1 MDP sin IVA, conforme a lo siguiente:

Tabla 194. Costo de inversión de la sustitución de tomas domiciliarias (Pesos a Enero 2020)

N°	Subsistema del OOMSAPASLC	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Costo Total (Sin IVA)
1	San José del Cabo	6,537	Tomas	\$4,235.04	\$27,684,450.60
2	Cabo San Lucas	7,884	Tomas	\$4,243.65	\$33,456,953.06
	Total	14,421			\$61,141,403.66

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestran los costos totales, incluyendo las inversiones y los costos de operación y mantenimiento de todas las acciones consideradas para el mejoramiento de la eficiencia física del OOMSAPASLC a lo largo del horizonte de evaluación (10 años):

Tabla 195. Costos totales de los componentes de mejora de eficiencia física (Pesos a enero 2020)

Periodo	Año	Costos de Inversiones	Costo de Operación y Mantenimiento	Costos Totales (Sin IVA)
0	2021	\$149,260,420.89	\$1,979,352.49	\$1,979,352.49
1	2022	\$124,049,899.92	\$3,958,704.98	\$3,958,704.98
2	2023	\$26,035,164.18	\$3,958,704.98	\$3,958,704.98
3	2024	\$0.00	\$3,958,704.98	\$3,958,704.98
4	2025	\$0.00	\$3,958,704.98	\$3,958,704.98
5	2026	\$0.00	\$3,958,704.98	\$3,958,704.98
6	2027	\$0.00	\$3,958,704.98	\$3,958,704.98

7	2028	\$0.00	\$3,958,704.98	\$3,958,704.98
8	2029	\$0.00	\$3,958,704.98	\$3,958,704.98
9	2030	\$0.00	\$3,958,704.98	\$3,958,704.98
10	2031	\$0.00	\$3,958,704.98	\$3,958,704.98
Total		\$254,100,000.00	\$41,566,402.29	\$340,911,887.27

Fuente: Elaboración propia.

b) Identificación, Cuantificación y Valoración de los Beneficios del PPI

1. Beneficios del Proyecto de Eficiencia Física

En el presente documento, se analiza la eficiencia física de la red mediante las acciones de sectorización y sustitución de tuberías y tomas domiciliarias que se encuentran en mal estado de conservación por tuberías o tomas nuevas, por lo que a partir de la situación sin proyecto solo se analizará la sustitución y sectorización de redes debido a que la eficiencia física es una consecuencia directamente proporcional a la situación de las redes.

1.1. Beneficios del Proyecto de Sectorización de la Red, Sustitución de Tuberías y Tomas Domiciliarias en la Red de Agua Potable

Liberación de recursos en costos de producción (liberación de caudal)

Corresponde a la disminución del volumen de producción de agua potable y por consecuencia en un menor costo de producción para el OOMSAPASLC. Se espera que los costos de producción disminuyan paulatinamente hasta llegar a un punto mínimo una vez terminados los trabajos de sectorización de la red.

Para el cálculo de los beneficios fue necesario partir de los volúmenes de producción y facturación anuales que actualmente registra el OOMSAPASLC y con base en la meta de eficiencia física planteada del 75% para los sectores hidráulicos a implementar, se calcularon los volúmenes de agua recuperada (originados a partir de la disminución de pérdidas en redes y tomas). Es importante señalar que uno de los supuestos consiste en la facturación y su comportamiento constante a lo largo del horizonte (El PPI no propicia variación de los consumos actuales). Sobre esta base se procedió a la cuantificación del volumen de entrada necesario (Producción en situación con proyecto), el cual resulta menor, en la medida en la que se desperdicia menos agua para suministrar a los usuarios.

Actualmente los costos de producción se estiman en \$12.21 por metro cúbico de acuerdo a información de la Dirección de Operación y Mantenimiento y a los gastos operacionales vigentes. Éste costo se consideró constante durante el horizonte de evaluación.

Con la puesta en marcha de las acciones de sustitución de redes de agua potable y tomas domiciliarias, y sectorización hidráulica, el porcentaje de pérdidas físicas disminuirá a medida que vaya avanzando la ejecución de los trabajos.

Tabla 196. Ahorro de recursos de producción– San José del Cabo

Periodo	Año	Volumen de Producción SP (m3/año)	Pedidas Físicas SP (m3/año)	Volumen de Producción CP (m3/año)	Pedidas Físicas CP (m3/año)	Disminución de Pérdidas Físicas CP (m3/año)	Ahorro de Recurso (\$/año)
0	2021	19,222,662	2,891,149	17,948,745	1,794,429	1,096,720	\$15,775,370.85
1	2022	18,933,338	5,493,005	16,674,829	3,562,776	1,930,229	\$27,764,678.26
2	2023	18,933,338	5,493,005	16,674,829	3,562,776	1,930,229	\$27,764,678.26
3	2024	18,933,338	5,493,005	16,674,829	3,562,776	1,930,229	\$27,764,678.26
4	2025	18,933,338	5,493,005	16,674,829	3,562,776	1,930,229	\$27,764,678.26
5	2026	18,933,338	5,493,005	16,674,829	3,562,776	1,930,229	\$27,764,678.26
6	2027	18,933,338	5,493,005	16,674,829	3,562,776	1,930,229	\$27,764,678.26
7	2028	18,933,338	5,493,005	16,674,829	3,562,776	1,930,229	\$27,764,678.26
8	2029	18,933,338	5,493,005	16,674,829	3,562,776	1,930,229	\$27,764,678.26
9	2030	18,933,338	5,493,005	16,674,829	3,562,776	1,930,229	\$27,764,678.26
10	2031	18,933,338	5,493,005	16,674,829	3,562,776	1,930,229	\$27,764,678.26

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 197. Ahorro de recursos de producción– Cabo San Lucas

Periodo	Año	Volumen de Producción SP (m3/año)	Pedidas Físicas SP (m3/año)	Volumen de Producción CP (m3/año)	Pedidas Físicas CP (m3/año)	Disminución de Pérdidas Físicas CP (m3/año)	Ahorro de Recurso (\$/año)
0	2021	10,347,981	1,718,246	9,411,200	911,857	806,389	\$11,599,211.39
1	2022	10,176,288	3,264,780	8,474,419	1,810,450	1,454,329	\$20,919,267.24
2	2023	10,176,288	3,264,780	8,474,419	1,810,450	1,454,329	\$20,919,267.24
3	2024	10,176,288	3,264,780	8,474,419	1,810,450	1,454,329	\$20,919,267.24
4	2025	10,176,288	3,264,780	8,474,419	1,810,450	1,454,329	\$20,919,267.24
5	2026	10,176,288	3,264,780	8,474,419	1,810,450	1,454,329	\$20,919,267.24
6	2027	10,176,288	3,264,780	8,474,419	1,810,450	1,454,329	\$20,919,267.24
7	2028	10,176,288	3,264,780	8,474,419	1,810,450	1,454,329	\$20,919,267.24
8	2029	10,176,288	3,264,780	8,474,419	1,810,450	1,454,329	\$20,919,267.24
9	2030	10,176,288	3,264,780	8,474,419	1,810,450	1,454,329	\$20,919,267.24
10	2031	10,176,288	3,264,780	8,474,419	1,810,450	1,454,329	\$20,919,267.24

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 198. Ahorro de recursos de producción– Total

Periodo	Año	Volumen de Producción SP (m3/año)	Pedidas Físicas SP (m3/año)	Volumen de Producción CP (m3/año)	Pedidas Físicas CP (m3/año)	Disminución de Pérdidas Físicas CP (m3/año)	Ahorro de Recurso (\$/año)
0	2021	29,570,643	4,609,395	27,359,946	2,706,286	1,903,110	\$27,374,582.24
1	2022	29,109,626	8,757,785	25,149,248	5,373,226	3,384,559	\$48,683,945.50
2	2023	29,109,626	8,757,785	25,149,248	5,373,226	3,384,559	\$48,683,945.50

Periodo	Año	Volumen de Producción SP (m3/año)	Pedidas Físicas SP (m3/año)	Volumen de Producción CP (m3/año)	Pedidas Físicas CP (m3/año)	Disminución de Pérdidas Físicas CP (m3/año)	Ahorro de Recurso (\$/año)
3	2024	29,109,626	8,757,785	25,149,248	5,373,226	3,384,559	\$48,683,945.50
4	2025	29,109,626	8,757,785	25,149,248	5,373,226	3,384,559	\$48,683,945.50
5	2026	29,109,626	8,757,785	25,149,248	5,373,226	3,384,559	\$48,683,945.50
6	2027	29,109,626	8,757,785	25,149,248	5,373,226	3,384,559	\$48,683,945.50
7	2028	29,109,626	8,757,785	25,149,248	5,373,226	3,384,559	\$48,683,945.50
8	2029	29,109,626	8,757,785	25,149,248	5,373,226	3,384,559	\$48,683,945.50
9	2030	29,109,626	8,757,785	25,149,248	5,373,226	3,384,559	\$48,683,945.50
10	2031	29,109,626	8,757,785	25,149,248	5,373,226	3,384,559	\$48,683,945.50

Fuente: Elaboración propia.

Liberación de recursos en costos de reparación de fugas en red

Son una consecuencia directa de la disminución del número de fugas estimado una vez que comiencen los trabajos de sustitución de tuberías y sectorización de la red. Se espera que los costos de reparación de fugas disminuyan paulatinamente hasta llegar a un punto mínimo una vez terminados los trabajos.

Como se mencionó en capítulos anteriores, los costos oscilan de los 6 mil pesos en adelante, es por ello que para fines de la evaluación se considera que los costos de reparación por fuga esta dado por esta cantidad.

Tabla 199. Liberación de recursos por disminución de reparación de fugas– San José del Cabo

Periodo	Año	Fugas Estimadas Sin Proyecto	Fugas Estimadas Con Proyecto	Incidencia de Fugas Evitadas	Liberación de Recursos (\$/año)
0	2021	2,348	2,071	277	1,767,092.59
1	2022	2,348	1,793	555	3,534,185.18
2	2023	2,348	1,793	555	3,534,185.18
3	2024	2,348	1,793	555	3,534,185.18
4	2025	2,348	1,793	555	3,534,185.18
5	2026	2,348	1,793	555	3,534,185.18
6	2027	2,348	1,793	555	3,534,185.18
7	2028	2,348	1,793	555	3,534,185.18
8	2029	2,348	1,793	555	3,534,185.18
9	2030	2,348	1,793	555	3,534,185.18
10	2031	2,348	1,793	555	3,534,185.18

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 200. Liberación de recursos por disminución de reparación de fugas– Cabo San Lucas

Periodo	Año	Fugas Estimadas Sin Proyecto	Fugas Estimadas Con Proyecto	Incidencia de Fugas Evitadas	Liberación de Recursos (\$/año)
0	2021	2,297	1,984	313	\$2,056,895.78
1	2022	2,297	1,672	625	\$4,120,859.92
2	2023	2,297	1,672	625	\$4,120,859.92
3	2024	2,297	1,672	625	\$4,120,859.92
4	2025	2,297	1,672	625	\$4,120,859.92
5	2026	2,297	1,672	625	\$4,120,859.92
6	2027	2,297	1,672	625	\$4,120,859.92
7	2028	2,297	1,672	625	\$4,120,859.92
8	2029	2,297	1,672	625	\$4,120,859.92
9	2030	2,297	1,672	625	\$4,120,859.92
10	2031	2,297	1,672	625	\$4,120,859.92

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 201. Liberación de recursos por disminución de reparación de fugas– Total

Periodo	Año	Fugas Estimadas Sin Proyecto	Fugas Estimadas Con Proyecto	Incidencia de Fugas Evitadas	Liberación de Recursos (\$/año)
0	2021	4,645	4,055	590	\$3,823,988.37
1	2022	4,645	3,465	1,180	\$7,655,045.11
2	2023	4,645	3,465	1,180	\$7,655,045.11
3	2024	4,645	3,465	1,180	\$7,655,045.11
4	2025	4,645	3,465	1,180	\$7,655,045.11
5	2026	4,645	3,465	1,180	\$7,655,045.11
6	2027	4,645	3,465	1,180	\$7,655,045.11
7	2028	4,645	3,465	1,180	\$7,655,045.11
8	2029	4,645	3,465	1,180	\$7,655,045.11
9	2030	4,645	3,465	1,180	\$7,655,045.11
10	2031	4,645	3,465	1,180	\$7,655,045.11

Fuente: Elaboración propia.

De la misma manera que en las redes de agua potable, las fugas en la situación con proyecto y situación sin proyecto se mantienen constantes a través del horizonte de evaluación debido a deterioro de las tuberías.

Liberación de recursos en costos de operación y mantenimiento

Corresponde a la disminución de los costos de operación y mantenimiento del sistema debido a que en la situación sin proyecto, los costos siguen siendo elevados y con la puesta en marcha del proyecto, los costos se reducirán significativamente por la sustitución de los componentes defectuosos por componentes nuevos.

Los costos de operación registrados por el OOMSAPASLC son los siguientes:

Tabla 202. Costos operacionales del OOMSAPASLC

CONCEPTO	TOTAL
Sueldos y prestaciones	\$171,490,998.13
Materiales	\$114,080,645.36
Gastos de energía eléctrica	\$97,866,886.38
Cloro y reactivos	\$743,103.76
Otros gastos operacionales	\$51,148,617.80
Total	\$435,330,251.42

Fuente: OOMSAPASLC.

Para fines de la evaluación se trabajó bajo el supuesto que los costos de operación y mantenimiento tienen correlación aproximada de 0.5 con respecto al volumen de producción u oferta de agua potable, por lo tanto derivado de la disminución de la producción, los costos de operación y mantenimiento del sistema disminuirán en dicha proporción.

A continuación se presentan las tablas con los cálculos de los costos de operación y mantenimiento.

Tabla 203. Disminución de costos de operación y mantenimiento– San José del Cabo.

Periodo	Año	Volumen de Producción Sin Proyecto (m3/año)	Costos de Operación y Mantenimiento Sin Proyecto (\$/año)	Volumen de Producción Con Proyecto (m3/año)	Costos de Operación y Mantenimiento Con Proyecto (\$/año)	Disminución de Costos de Operación y Mantenimiento (\$/año)
0	2021	19,222,662	\$282,994,518.47	17,948,745	\$275,636,220.39	\$7,358,298.08
1	2022	18,933,338	\$278,735,114.67	16,674,829	\$265,854,547.57	\$12,880,567.10
2	2023	18,933,338	\$278,735,114.67	16,674,829	\$265,854,547.57	\$12,880,567.10
3	2024	18,933,338	\$278,735,114.67	16,674,829	\$265,854,547.57	\$12,880,567.10
4	2025	18,933,338	\$278,735,114.67	16,674,829	\$265,854,547.57	\$12,880,567.10
5	2026	18,933,338	\$278,735,114.67	16,674,829	\$265,854,547.57	\$12,880,567.10
6	2027	18,933,338	\$278,735,114.67	16,674,829	\$265,854,547.57	\$12,880,567.10
7	2028	18,933,338	\$278,735,114.67	16,674,829	\$265,854,547.57	\$12,880,567.10
8	2029	18,933,338	\$278,735,114.67	16,674,829	\$265,854,547.57	\$12,880,567.10
9	2030	18,933,338	\$278,735,114.67	16,674,829	\$265,854,547.57	\$12,880,567.10
10	2031	18,933,338	\$278,735,114.67	16,674,829	\$265,854,547.57	\$12,880,567.10

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 204. Disminución de costos de operación y mantenimiento– Cabo San Lucas

Periodo	Año	Volumen de Producción Sin Proyecto (m3/año)	Costos de Operación y Mantenimiento Sin Proyecto (\$/año)	Volumen de Producción Con Proyecto (m3/año)	Costos de Operación y Mantenimiento Con Proyecto (\$/año)	Disminución de Costos de Operación y Mantenimiento (\$/año)
---------	-----	---	---	---	---	---

Análisis Costo Beneficio del Programa de Mejoramiento Integral de la Gestión
OOMSAPASLC - Los Cabos, Baja California Sur

Periodo	Año	Volumen de Producción Sin Proyecto (m3/año)	Costos de Operación y Mantenimiento Sin Proyecto (\$/año)	Volumen de Producción Con Proyecto (m3/año)	Costos de Operación y Mantenimiento Con Proyecto (\$/año)	Disminución de Costos de Operación y Mantenimiento (\$/año)
0	2021	10,347,981	\$152,335,732.95	9,411,200	\$146,609,174.97	\$5,726,557.99
1	2022	10,176,288	\$149,808,184.86	8,474,419	\$139,312,512.87	\$10,495,671.99
2	2023	10,176,288	\$149,808,184.86	8,474,419	\$139,312,512.87	\$10,495,671.99
3	2024	10,176,288	\$149,808,184.86	8,474,419	\$139,312,512.87	\$10,495,671.99
4	2025	10,176,288	\$149,808,184.86	8,474,419	\$139,312,512.87	\$10,495,671.99
5	2026	10,176,288	\$149,808,184.86	8,474,419	\$139,312,512.87	\$10,495,671.99
6	2027	10,176,288	\$149,808,184.86	8,474,419	\$139,312,512.87	\$10,495,671.99
7	2028	10,176,288	\$149,808,184.86	8,474,419	\$139,312,512.87	\$10,495,671.99
8	2029	10,176,288	\$149,808,184.86	8,474,419	\$139,312,512.87	\$10,495,671.99
9	2030	10,176,288	\$149,808,184.86	8,474,419	\$139,312,512.87	\$10,495,671.99
10	2031	10,176,288	\$149,808,184.86	8,474,419	\$139,312,512.87	\$10,495,671.99

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 205. Disminución de costos de operación y mantenimiento– Total

Periodo	Año	Volumen de Producción Sin Proyecto (m3/año)	Costos de Operación y Mantenimiento Sin Proyecto (\$/año)	Volumen de Producción Con Proyecto (m3/año)	Costos de Operación y Mantenimiento Con Proyecto (\$/año)	Disminución de Costos de Operación y Mantenimiento (\$/año)
0	2021	29,570,643	\$435,330,251.42	27,359,946	\$422,245,395.36	\$13,084,856.07
1	2022	29,109,626	\$428,543,299.53	25,149,248	\$405,167,060.43	\$23,376,239.10
2	2023	29,109,626	\$428,543,299.53	25,149,248	\$405,167,060.43	\$23,376,239.10
3	2024	29,109,626	\$428,543,299.53	25,149,248	\$405,167,060.43	\$23,376,239.10
4	2025	29,109,626	\$428,543,299.53	25,149,248	\$405,167,060.43	\$23,376,239.10
5	2026	29,109,626	\$428,543,299.53	25,149,248	\$405,167,060.43	\$23,376,239.10
6	2027	29,109,626	\$428,543,299.53	25,149,248	\$405,167,060.43	\$23,376,239.10
7	2028	29,109,626	\$428,543,299.53	25,149,248	\$405,167,060.43	\$23,376,239.10
8	2029	29,109,626	\$428,543,299.53	25,149,248	\$405,167,060.43	\$23,376,239.10
9	2030	29,109,626	\$428,543,299.53	25,149,248	\$405,167,060.43	\$23,376,239.10
10	2031	29,109,626	\$428,543,299.53	25,149,248	\$405,167,060.43	\$23,376,239.10

Fuente: Elaboración propia.

Los beneficios totales del proyecto integral de Eficiencia Física son presentados en la siguiente tabla:

Tabla 206. Beneficios del proyecto de Eficiencia Física

Periodo	Año	Beneficios de Liberación de Producción (\$/año)	Liberación de recursos por reparación de fugas en red (\$/año)	Liberación de recursos por disminución de op y mto (\$/año)	Beneficios Totales del Proyecto (\$/año)
0	2021	\$23,236,967	\$3,540,000	\$11,107,105	\$37,884,073
1	2022	\$41,325,462	\$7,080,000	\$19,842,966	\$68,248,428
2	2023	\$41,325,462	\$7,080,000	\$19,842,966	\$68,248,428
3	2024	\$41,325,462	\$7,080,000	\$19,842,966	\$68,248,428

Periodo	Año	Beneficios de Liberación de Producción (\$/año)	Liberación de recursos por reparación de fugas en red (\$/año)	Liberación de recursos por disminución de op y mtto (\$/año)	Beneficios Totales del Proyecto (\$/año)
4	2025	\$41,325,462	\$7,080,000	\$19,842,966	\$68,248,428
5	2026	\$41,325,462	\$7,080,000	\$19,842,966	\$68,248,428
6	2027	\$41,325,462	\$7,080,000	\$19,842,966	\$68,248,428
7	2028	\$41,325,462	\$7,080,000	\$19,842,966	\$68,248,428
8	2029	\$41,325,462	\$7,080,000	\$19,842,966	\$68,248,428
9	2030	\$41,325,462	\$7,080,000	\$19,842,966	\$68,248,428
10	2031	\$41,325,462	\$7,080,000	\$19,842,966	\$68,248,428

Fuente: Elaboración propia.

c) Cálculo de los Indicadores de Rentabilidad

Los criterios utilizados para determinar la rentabilidad del proyecto son el Valor Actual Neto Social (VANS), la Tasa Interna de Retorno Social (TIRS) y la Tasa de Retorno Inmediato (TRI).

El VANS se obtiene al descontar el flujo de beneficios netos de costos, que resulta de comparar las situaciones con y sin proyecto. Para su cálculo se consideró una tasa social de descuento que refleja el costo de oportunidad de los recursos nacionales utilizados en el proyecto y que corresponde al 10%.

Por su parte, la TIRS corresponde a la tasa de descuento que hace que el VANS sea igual a cero.

Los resultados obtenidos de la evaluación del proyecto integral para el mejoramiento de la eficiencia física (Sectorización de la red, sustitución de tuberías y tomas domiciliarias) se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 207. Rentabilidad de la Sectorización y Sustitución de tuberías y tomas de la red de agua potable

INDICADOR	VALOR
VANS	\$224,245,402.23
TIR	33.30%
TRI	20.08%

Fuente: Elaboración propia

d) Análisis de Sensibilidad del Proyecto de Eficiencia Física

De acuerdo al análisis realizado, el proyecto de Eficiencia Física continuaría siendo rentable con un aumento de hasta el 79% en la inversión total del proyecto, un

aumento de 853% sobre los costos de operación y mantenimiento, o una disminución de hasta el 42% en los beneficios sociales cuantificados.

Tabla 208. Análisis de variación de variables relevantes del proyecto sobre el VANS – Eficiencia Física

Variación (%)	VANS Inversión	VANS Operación y Mantenimiento	VANS Beneficios
Máx	79.09%	852.52%	-41.99%
VPN	\$0.00	\$0.00	\$0.00
TIR	10.00%	10.00%	10.00%
TRI	11.21%	11.13%	11.20%

Fuente: Elaboración propia

EVALUACION DEL COMPONENTE DE TELEMETRÍA

a) Costos del Proyecto de Telemetría

La inversión total para la implementación del proyecto de Telemetría asciende a \$13.6 MDP sin IVA, conforme a lo siguiente:

Tabla 209. Inversión Total del Proyecto de Telemetría (Pesos a Enero 2020)

N°	Concepto	Costo Total (Sin IVA)	IVA 16.0%	Costo Total (Con IVA)
1	Instalación de telemetría en 61 pozos y estaciones de bombeo.	\$5,772,502.47	\$923,600.39	\$6,696,102.86
2	Instalación de telemetría en 36 sectores hidráulicos proyecto.	\$3,416,379.01	\$546,620.64	\$3,962,999.65
3	Sustitución de 5 macromedidores en fuentes.	\$2,120,511.11	\$339,281.78	\$2,459,792.89
4	Estudio de eficiencia energética	\$2,356,123.46	\$376,979.75	\$2,733,103.21
	Total	\$13,665,516.04	\$2,186,482.57	\$15,851,998.61

Fuente: Elaboración propia.

Por lo que respecta al desarrollo del Estudio de eficiencia energética, dicho actividad contempla a los subsistemas de San José del Cabo y de Cabo San Lucas, aunque para fines de presupuesto se contabilizan de manera unificada. La información que se generó a partir del estudio se considera necesaria para el adecuado diseño del sistema de telemetría del OOMSAPASLC.

A continuación se presentan los costos de inversión del proyecto de Telemetría en los 97 sitios propuestos, con el desglose para cada subsistema del OOMSAPASLC.

Tabla 210. Costos de inversión del sistema de telemetría – San José del Cabo (Pesos a Enero 2020)

N°	Componente	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Costo Total (Sin IVA)
1	Instalación de telemetría en pozos y estaciones de bombeo.	36	Sitios	\$94,899.42	\$3,416,379.01
2	Instalación de telemetría en sectores hidráulicos proyecto.	16	Sitios	\$95,717.52	\$1,531,480.25
3	Sustitución de macromedidores en fuentes.	2	Medidores	\$412,321.60	\$824,643.21
	Total				\$5,772,502.47

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 211. Costos de inversión del sistema de telemetría – Cabo San Lucas (Pesos a Enero 2020)

N°	Componente	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Costo Total (Sin IVA)
1	Instalación de telemetría en pozos y estaciones de bombeo.	25	Sitios	\$94,244.94	\$2,356,123.46
2	Instalación de telemetría en sectores hidráulicos proyecto.	20	Sitios	\$94,244.94	\$1,884,898.76
3	Sustitución de macromedidores en fuentes.	3	Medidores	\$431,955.97	\$1,295,867.90
	Total				\$5,536,890.12

Fuente: Elaboración propia.

El costo anual de operación y mantenimiento de la componente de telemetría es de \$1.1 MDP sin IVA y aplica para un avance del 100% de las obras propuestas, conforme a lo siguiente:

Tabla 212. Costos de operación y mantenimiento del Proyecto de Telemetría (Pesos a Enero 2020)

N°	Concepto	Costo Total (Sin IVA)
1	Costos de Mantenimiento de equipos de Telemetría	\$1,102,665.78
	Total	\$1,102,665.78

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestran los costos totales, incluyendo las inversiones y los costos de operación y mantenimiento de todas las acciones consideradas para el mejoramiento de la eficiencia física del OOMSAPASLC a lo largo del horizonte de evaluación (10 años):

Tabla 213. Costos totales del proyecto de telemetría (Pesos a enero de 2020)

Periodo	Año	Costos de Inversiones	Costo de Operación y Mantenimiento	Costos Totales (Sin IVA)
0	2021	\$9,071,075.30	\$557,016.73	\$9,628,092.04
1	2022	\$4,594,440.74	\$1,102,665.78	\$5,697,106.51
2	2023	\$0.00	\$1,102,665.78	\$1,102,665.78
3	2024	\$0.00	\$1,102,665.78	\$1,102,665.78
4	2025	\$0.00	\$1,102,665.78	\$1,102,665.78
5	2026	\$0.00	\$1,102,665.78	\$1,102,665.78
6	2027	\$0.00	\$1,102,665.78	\$1,102,665.78
7	2028	\$0.00	\$1,102,665.78	\$1,102,665.78
8	2029	\$0.00	\$1,102,665.78	\$1,102,665.78
9	2030	\$0.00	\$1,102,665.78	\$1,102,665.78
10	2031	\$0.00	\$1,102,665.78	\$1,102,665.78
Total		\$13,665,516.04	\$11,583,674.50	\$25,249,190.54

Fuente: Elaboración propia.

b) Beneficios del Proyecto de Telemetría

El beneficio principal del proyecto se concentra en la liberación de recursos por disminución de personal para operar las instalaciones de agua potable, debido a que con la ejecución del proyecto se estima que el personal en sitio disminuya, ya que las operaciones se realizarán vía remota.

De acuerdo con el OOMSAPASLC, con la entrada en operación de la telemetría se podrían liberar un total de 27 personas que actualmente se encargan de la operación y monitoreo de pozos de abastecimiento, estaciones de bombeo y tanques de distribución en San José del Cabo y Cabo San Lucas, conforme a lo siguiente:

Tabla 214. Personal operativo del OOMSAPASLC liberado por proyecto de Telemetría

Tipo de Instalación	San José del Cabo	Cabo San Lucas	Total
Pozos	5	0	5
Estaciones de	12	10	22

Tipo de Instalación	San José del Cabo	Cabo San Lucas	Total
bombeo y tanques			
Total	17	10	27
%	63%	37%	44%

Fuente: Elaboración propia.

Considerando al personal liberado y de acuerdo con el OOMSAPASLC, los costos anuales por el personal de campo para la operación y monitoreo de estructuras especiales asciende a 144,000 pesos por persona.

De acuerdo con lo anterior, se presentan en la siguiente tabla los costos liberados por el personal de OOMSAPASLC (operación) que representan a las 27 personas.

Tabla 215. Beneficios del proyecto de Telemetría

Periodo	Año	Liberación de Recursos por Disminución del Personal				Total Disminución de Costos (\$/año)
		Pozos - San José del Cabo	Rebombeos y TQ - San José del Cabo	Pozos - Cabo San Lucas	Rebombeos y TQ - Cabo San Lucas	
0	2021	\$424,102.22	\$1,017,845.33	\$0.00	\$867,053.43	\$2,309,000.99
1	2022	\$848,204.44	\$2,035,690.67	\$0.00	\$1,696,408.89	\$4,580,304.00
2	2023	\$848,204.44	\$2,035,690.67	\$0.00	\$1,696,408.89	\$4,580,304.00
3	2024	\$848,204.44	\$2,035,690.67	\$0.00	\$1,696,408.89	\$4,580,304.00
4	2025	\$848,204.44	\$2,035,690.67	\$0.00	\$1,696,408.89	\$4,580,304.00
5	2026	\$848,204.44	\$2,035,690.67	\$0.00	\$1,696,408.89	\$4,580,304.00
6	2027	\$848,204.44	\$2,035,690.67	\$0.00	\$1,696,408.89	\$4,580,304.00
7	2028	\$848,204.44	\$2,035,690.67	\$0.00	\$1,696,408.89	\$4,580,304.00
8	2029	\$848,204.44	\$2,035,690.67	\$0.00	\$1,696,408.89	\$4,580,304.00
9	2030	\$848,204.44	\$2,035,690.67	\$0.00	\$1,696,408.89	\$4,580,304.00
10	2031	\$848,204.44	\$2,035,690.67	\$0.00	\$1,696,408.89	\$4,580,304.00

Fuente: Elaboración propia.

Los beneficios representados por los costos de personal liberados representan un beneficio anual para el organismo operador de 3.88 millones de pesos anuales por los 27 trabajadores liberados de la operación.

c) Indicadores de Rentabilidad del Proyecto de Telemetría

Los resultados obtenidos de la evaluación del proyecto de telemetría se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 216. Rentabilidad del proyecto de Telemetría

Indicador	Valor
VANS	\$9,872,726.06
TIR	29.62%
TRI	23.86%

Fuente: Elaboración propia.

d) Análisis de Sensibilidad del Proyecto de Telemetría

De acuerdo al análisis realizado, el proyecto de Telemetría continuaría siendo rentable con un aumento de hasta el 74.52% en la inversión total del proyecto, un aumento de 134.64% sobre los costos de operación y mantenimiento, o una disminución de hasta el 32.42% en los beneficios sociales cuantificados.

Tabla 217. Análisis de variación de variables relevantes del proyecto sobre el VANS – Telemetría

Variación (%)	VANS Inversión	VANS Operación y Mantenimiento	VANS Beneficios
Máx	74.52%	134.64%	-32.42%
VPN	\$0.00	\$0.00	\$0.00
TIR	10.00%	10.00%	10.00%
TRI	12.43%	12.43%	12.43%

Fuente: Elaboración propia.

EVALUACION DEL COMPONENTE DE MICROMEDICIÓN.

a) Costos del Proyecto de Micromedición

Como ya se describió, existe un escenario con una situación deficiente en la cobertura efectiva de micromedición de agua potable, lo cual se traduce en la incapacidad de que los usuarios perciban el costo marginal de cada metro cúbico que consumen; lo cual se traduce en un sobreconsumo para aquellos usuarios que no presenten restricciones en el abastecimiento de agua potable (costo social). Dicho sobreconsumo, de acuerdo con los principios básicos de economía, se traducen en un uso excesivo porque los consumidores estarían utilizando más agua de la que consumirían si pagaran el costo marginal de producción de la misma.

De acuerdo con la metodología planteada, para la identificación y cuantificación de los costos del proyecto de inversión se definieron los siguientes efectos directos para la puesta en marcha del proyecto:

1. Costo de inversión para la ejecución en el horizonte de evaluación.
2. Costos de operación y mantenimiento de los micromedidores.
3. Costos por menor consumo de agua potable.

En el caso particular del numeral 3.- Costos por menor consumo de agua, el análisis se limita a la micromedición de usuarios domésticos (A y B), ya que para el caso de usuarios no domésticos, se considera que su comportamiento tiende a ser inelástico (cambios pequeños en sus niveles de consumo ante cambios en el precio debido a que son consumidores “más” cautivos) y por ello no se puede aproximar de manera confiable el comportamiento de tales usuarios ante la instalación de micromedidores.

De acuerdo con los datos del proyecto y las estimaciones del OOMSAPASLC, el costo total de inversión para el componente de micromedición es de 210.28 MDP sin IVA y se integra de la siguiente manera:

Tabla 218. Inversión Total del Proyecto de Micromedición (Pesos a Enero 2020)

N°	Concepto	Costo Total (Sin IVA)	IVA 16.0%	Costo Total (Con IVA)
1	Suministro e instalación de 23,180 micromedidores para uso Doméstico Urbano (Tipo A y B)	\$122,400,613.50	\$19,584,098.16	\$141,984,711.66
2	Suministro e instalación de 5,788 micromedidores para uso Comercial	\$39,936,292.57	\$6,389,806.81	\$46,326,099.38
3	Suministro e instalación de 720 micromedidores para uso Industrial, Hoteles y Condominios	\$12,723,066.66	\$2,035,690.67	\$14,758,757.32
4	Instrumentación de sistema de medición de lectura remota para micromedición San José de Cabo y Cabo San Lucas	\$5,183,471.60	\$829,355.46	\$6,012,827.06
5	Actualización del padrón de usuarios	\$9,424,493.82	\$1,507,919.01	\$10,932,412.83
6	Implementación del sistema comercial	\$10,013,524.68	\$1,602,163.95	\$11,615,688.63
7	Estudio tarifario	\$2,356,123.46	\$376,979.75	\$2,733,103.21
8	Optimización de procesos comerciales	\$2,356,123.46	\$376,979.75	\$2,733,103.21
9	Estudio reingeniería estructural y de procesos	\$5,890,308.64	\$942,449.38	\$6,832,758.02

N°	Concepto	Costo Total (Sin IVA)	IVA 16.0%	Costo Total (Con IVA)
	Total	\$210,284,018.38	\$33,645,442.94	\$243,929,461.32

Fuente: Elaboración propia.

Por lo que respecta al desarrollo de la Actualización del padrón de usuarios, Implementación del sistema comercial, Estudio tarifario, Estudio de optimización de procesos comerciales y al Estudio de reingeniería estructural y de procesos, dichos componentes contemplan a los subsistemas de San José del Cabo y de Cabo San Lucas, aunque para fines de presupuesto se contabilizan de manera unificada. La actualización del padrón de usuarios se considera necesaria para el adecuado diseño y planeación del programa de sustitución de medidores. Asimismo, el resto de las acciones y estudios permitirá al OOMSAPASLC mejorar el proceso comercial, incluido el control de los consumos medidos.

A continuación se presentan los costos de inversión del proyecto de micromedición con el desglose para cada subsistema del OOMSAPASLC.

Tabla 219. Costos de inversión del proyecto de micromedición – San José del Cabo (Pesos a Enero 2020)

N°	Componente	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Costo Total (Sin IVA)
1	Suministro e instalación de micromedidores para uso Doméstico Urbano (Tipo A y B)	19,458	Medidores	\$2,869.78	\$55,840,125.89
2	Suministro e instalación de micromedidores para uso Comercial	2,501	Medidores	\$8,243.13	\$20,616,080.23
3	Suministro e instalación de micromedidores para uso Industrial, Hoteles y Condominios	249	Medidores	\$17,505.33	\$4,358,828.39
4	Instrumentación de sistema de medición de lectura remota para micromedición	1	Sistema	\$2,591,735.80	\$2,591,735.80
	Total				\$83,406,770.32

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 220. Costos de inversión del proyecto de micromedición – Cabo San Lucas (Pesos a Enero 2020)

N°	Componente	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Costo Total (Sin IVA)
----	------------	----------	--------	-----------------	--------------------------

N°	Componente	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Costo Total (Sin IVA)
1	Suministro e instalación de micromedidores para uso Doméstico Urbano (Tipo A y B)	23,180	Medidores	\$2,871.46	\$66,560,487.61
2	Suministro e instalación de micromedidores para uso Comercial	3,287	Medidores	\$5,877.76	\$19,320,212.33
3	Suministro e instalación de micromedidores para uso Industrial, Hoteles y Condominios	471	Medidores	\$17,758.47	\$8,364,238.27
4	Instrumentación de sistema de medición de lectura remota para micromedición	1	Sistema	\$2,591,735.80	\$2,591,735.80
	Total				\$96,836,674.01

Fuente: Elaboración propia.

El costo anual de operación y mantenimiento asociado a la componente de micromedición es de \$1.71 MDP sin IVA y aplica para un avance del 100% de las acciones propuestas, conforme a lo siguiente:

Tabla 221. Costos de operación y mantenimiento del Proyecto de Micromedición (Pesos a Enero 2020)

N°	Concepto	Costo Total (Sin IVA)
1	Costos de Operación de Medidores Instalados	\$1,715,488.75
	Total	\$1,715,488.75

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestran los costos totales, incluyendo las inversiones y los costos de operación y mantenimiento de todas las acciones consideradas para el incremento de la cobertura efectiva de micromedición del OOMSAPASLC a lo largo del horizonte de evaluación (10 años):

Tabla 222. Costos totales del proyecto de micromedición (Pesos a 2020)

Periodo	Año	Costos de Inversiones	Costo de Operación y Mantenimiento	Costos Totales (Sin IVA)
0	2021	\$146,138,557.31	\$857,744.38	\$146,996,301.69
1	2022	\$64,145,461.07	\$1,715,488.75	\$65,860,949.82
2	2023	\$0.00	\$1,715,488.75	\$1,715,488.75

3	2024	\$0.00	\$1,715,488.75	\$1,715,488.75
4	2025	\$0.00	\$1,715,488.75	\$1,715,488.75
5	2026	\$0.00	\$1,715,488.75	\$1,715,488.75
6	2027	\$0.00	\$1,715,488.75	\$1,715,488.75
7	2028	\$0.00	\$1,715,488.75	\$1,715,488.75
8	2029	\$0.00	\$1,715,488.75	\$1,715,488.75
9	2030	\$0.00	\$1,715,488.75	\$1,715,488.75
10	2031	\$0.00	\$1,715,488.75	\$1,715,488.75
Total		\$210,284,018.38	\$18,012,631.90	\$296,496,884.10

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, el costo por menor consumo se encuentra determinado por el efecto que se tiene en los usuarios que se les instala un nuevo micromedidor. En este sentido, se consideran que los usuarios que no cuenta con medidor, o bien, éste no es funcional e impide que la facturación se realice por servicio medido, presentan un sobre consumo.

Con la entrada del proyecto, estos usuarios tendrán un micromedidor y el OOMSAPASLC empezará a facturarle con las tarifas asociadas al consumo mensual, por lo que se estima la reducción de su consumo, lo que genera que exista un costo social:

$$Q_{c/p} < Q_{s/p}$$

$$\Leftrightarrow$$

$$(Q_{s/p} - Q_{c/p}) > 0$$

$Q_{s/p}$: Consumo en la situación sin proyecto

$Q_{c/p}$: Consumo en la situación con proyecto

Con la puesta en marcha del proyecto los usuarios que no tienen medidor o bien, el aparato con que cuentan no funciona, ocasionando una facturación por cuota fija, pasarán en la situación con proyecto a un esquema de servicio medido, lo que restringirá su consumo.

Al no estar medidos, se estima que los usuarios de agua potable sobreconsumen la cantidad que consumirían si el precio pagado por metro cúbico fuera cero, también existen estudios que consideran un sobreconsumo del 25%⁸. No obstante lo anterior, bajo un escenario conservador y asumiendo que la mayoría de los casos del presente proyecto corresponden a la sustitución de medidores descompuestos, se consideró un efecto menor, asumiéndose una reducción del consumo equivalente a diez puntos

⁸ Impacto de la micromedición en Guaymas, Sonora, México. IMTA.

porcentuales (10.0%). En la siguiente tabla se muestran las variaciones que presentarán los consumos de los usuarios a los que se les instalará micromedidor para cada uno de los subsistemas del OOMSAPASLC

Tabla 223. Variación de consumo en situación Sin y Con Proyecto por sustitución de micromedidores

Subsistema del OOMSAPASLC	Uso Doméstico		Uso Residencial	
	Consumo Sin Proyecto (m3/toma/mes)	Consumo Con Proyecto (m3/toma/mes)	Consumo Sin Proyecto (m3/toma/mes)	Consumo Con Proyecto (m3/toma/mes)
San José del Cabo	23.15	21.04	49.31	44.83
Cabo San Lucas	10.25	9.31	21.40	19.46

Fuente: Elaboración propia.

Se asume que en la situación con proyecto el nivel de consumo será el valor promedio, según los registros de facturación de usuarios con servicio medido del OOMSAPASLC (Base de datos comercial). A su vez, dicho consumo corresponde a un precio implícito definido en función de la Curva de la Demanda de Agua Potable estimada por la CONAGUA⁹ para la zona de influencia del proyecto:

$$Q = e^{2.787} * P^{-0.286} * Y^{0.067} * N^{0.361} * e^{0.023 * TMA} * PMA^{-0.126}$$

En donde:

Q = Gasto de demanda (m3/toma/mes)

P = Precio del agua (\$/m3)

Y = Ingreso familiar mensual (\$/vivienda/mes)

N = Número de habitantes por vivienda (Hab./vivienda)

TMA = Temperatura media anual (°C)

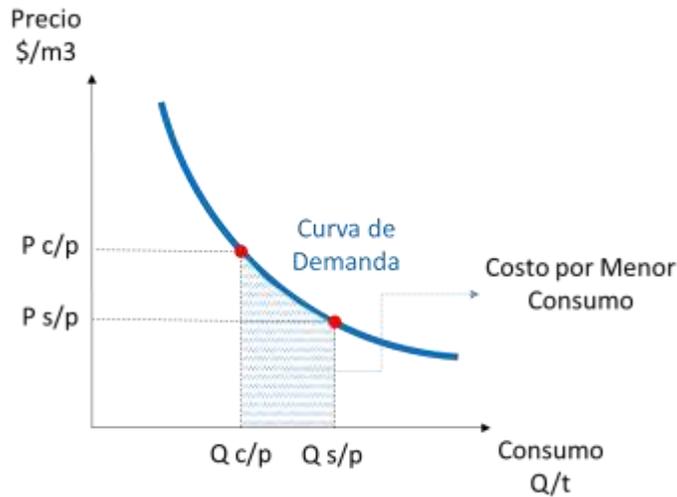
PMA = Precipitación media anual (mm/año)

En la literatura se puede encontrar que para el cálculo de los beneficios se hace el supuesto de que el precio que paga la sociedad (Tarifa) por el servicio de agua potable corresponde al Costo Marginal Social (CMgS) y al Costo Marginal privado (CMgP) del proyecto.

⁹ Estimación de los factores y funciones de la demanda de agua potable en el sector doméstico en México, CONAGUA-CIDE 2012.

La implementación del proyecto implicaría que una vez que un micromedidor es instalado para los usuarios, estos se comportarán de manera similar a los usuarios con consumo medido. Para cuantificar y valorar esta disminución en el consumo, se debe calcular el área bajo la Curva de Demanda de Agua Potable, al pasar del Consumo en la situación sin proyecto a la situación Consumo situación con proyecto.

Figura 49. Costo por menor consumo por la sustitución de micromedidores



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la propuesta de proyecto de micromedición, se instalarán 42,638 medidores en tomas de uso doméstico (Tipo A y B), y 6,508 para usos no domésticos.

El efecto se produce de manera anual en el horizonte de evaluación. Dado que el proyecto se ejecuta en 2 años, se tiene este efecto distribuido en los años de ejecución y una vez que se llega al objetivo planteado por el OOMSAPASLC, los costos se mantienen relativamente constantes pero con una disminución gradual debida a la tendencia de medidores obsoletos. Con base en los parámetros anteriores, presenta la proyección de los costos por menor consumo.

Tabla 224. Estimación de costos por menor consumo por la sustitución de medidores – San José del Cabo

Periodo	Año	Costo Menor Consumo - Uso Doméstico (\$/año)	Costo Menor Consumo - Uso Residencial (\$/año)	Costo Menor Consumo - Total (\$/año)
0	2021	\$1,411,696	\$18,037	\$1,429,733
1	2022	\$2,682,207	\$34,270	\$2,716,477
2	2023	\$2,682,207	\$34,270	\$2,716,477
3	2024	\$2,682,207	\$34,270	\$2,716,477
4	2025	\$2,682,207	\$34,270	\$2,716,477
5	2026	\$2,682,207	\$34,270	\$2,716,477

Análisis Costo Beneficio del Programa de Mejoramiento Integral de la Gestión
OOMSAPASLC - Los Cabos, Baja California Sur

Periodo	Año	Costo Menor Consumo - Uso Doméstico (\$/año)	Costo Menor Consumo - Uso Residencial (\$/año)	Costo Menor Consumo - Total (\$/año)
6	2027	\$2,682,207	\$34,270	\$2,716,477
7	2028	\$2,682,207	\$34,270	\$2,716,477
8	2029	\$2,682,207	\$34,270	\$2,716,477
9	2030	\$2,682,207	\$34,270	\$2,716,477
10	2031	\$2,682,207	\$34,270	\$2,716,477

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 225. Estimación de costos por menor consumo por la sustitución de medidores – Cabo San Lucas

Periodo	Año	Costo Menor Consumo - Uso Doméstico (\$/año)	Costo Menor Consumo - Uso Residencial (\$/año)	Costo Menor Consumo - Total (\$/año)
0	2021	\$13,010,192	\$384,927	\$13,395,119
1	2022	\$24,719,364	\$731,362	\$25,450,726
2	2023	\$24,719,364	\$731,362	\$25,450,726
3	2024	\$24,719,364	\$731,362	\$25,450,726
4	2025	\$24,719,364	\$731,362	\$25,450,726
5	2026	\$24,719,364	\$731,362	\$25,450,726
6	2027	\$24,719,364	\$731,362	\$25,450,726
7	2028	\$24,719,364	\$731,362	\$25,450,726
8	2029	\$24,719,364	\$731,362	\$25,450,726
9	2030	\$24,719,364	\$731,362	\$25,450,726
10	2031	\$24,719,364	\$731,362	\$25,450,726

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 226. Estimación de costos por menor consumo por la sustitución de medidores – Total

Periodo	Año	Costo Menor Consumo - Uso Doméstico (\$/año)	Costo Menor Consumo - Uso Residencial (\$/año)	Costo Menor Consumo - Total (\$/año)
0	2021	\$14,421,887	\$402,964	\$14,824,852
1	2022	\$27,401,572	\$765,632	\$28,167,203
2	2023	\$27,401,572	\$765,632	\$28,167,203
3	2024	\$27,401,572	\$765,632	\$28,167,203
4	2025	\$27,401,572	\$765,632	\$28,167,203
5	2026	\$27,401,572	\$765,632	\$28,167,203
6	2027	\$27,401,572	\$765,632	\$28,167,203
7	2028	\$27,401,572	\$765,632	\$28,167,203
8	2029	\$27,401,572	\$765,632	\$28,167,203
9	2030	\$27,401,572	\$765,632	\$28,167,203
10	2031	\$27,401,572	\$765,632	\$28,167,203

Fuente: Elaboración propia.

b) Beneficios del Proyecto de Micromedición

Para el componente de micromedición, el racionamiento del consumo de ciertos usuarios no medidos liberará caudales que se contemplan para beneficio de las colonias más afectadas por los tandeos en el suministro de agua potable, por lo tanto los beneficios que se cuantificaron para el proyecto son los siguientes:

1. Liberación de recursos por disminución de pipas de agua potable utilizadas por usuarios con tandeo, y
2. Mayor consumo usuarios con tandeo.

Liberación de recursos por disminución de pipas de agua potable utilizadas por usuarios con tandeo

De acuerdo con el OOMSAPASLC, existe un porcentaje importante de usuarios con tandeo localizados en la Ciudad de Cabo San Lucas. Los usuarios con tandeo son aquellos que no cuentan con una dotación constante de agua y, en la mayoría de los casos, su consumo está restringido. De acuerdo con la Dirección de Operación, en Cabo San Lucas un 36% de los usuarios domésticos sufre de tandeo, así como un 33 % de los usuarios residenciales. Es a raíz de ello que existe en Cabo San Lucas una proporción significativa de la población en una situación de consumo menor al de equilibrio.

Se consideró para este estudio que el agua obtenida de los usuarios con un sobreconsumo (v. gr. el caudal liberado con la implementación de micromedidores) podrá hacerse llegar a los habitantes con problemas de tandeo, para mejorar su situación actual.

De acuerdo con la evaluación de proyectos, es necesario considerar la mejor alternativa disponible para los usuarios con problemas de tandeo que desean adquirir agua. Por ello, se consideró el precio de mercado por metro cúbico de agua potable de pipa en el área de estudio. Dicho precio resulta ser, a partir de un trabajo de campo entre diversos proveedores, de \$386 pesos por metro cúbico. A partir de dicho precio, quedó determinada la cantidad de agua que consumen los usuarios con tandeo en caso de que se les surta una cantidad menor a la que estarían dispuestos a pagar al precio de \$386 pesos.

La existencia de un mercado significativo de pipas de agua potable en Cabo San Lucas hace evidente que existen usuarios que reciben una dotación de agua potable menor a la correspondiente a la del precio de referencia y que complementan su consumo a través de agua de pipas.

Si se consideran las siguientes variables:

Q_s : La dotación de agua en la situación sin proyecto para los usuarios con tandeo.

Q_{pipa} : La cantidad de agua que consumen los usuarios con acceso al mercado de pipas de agua potable.

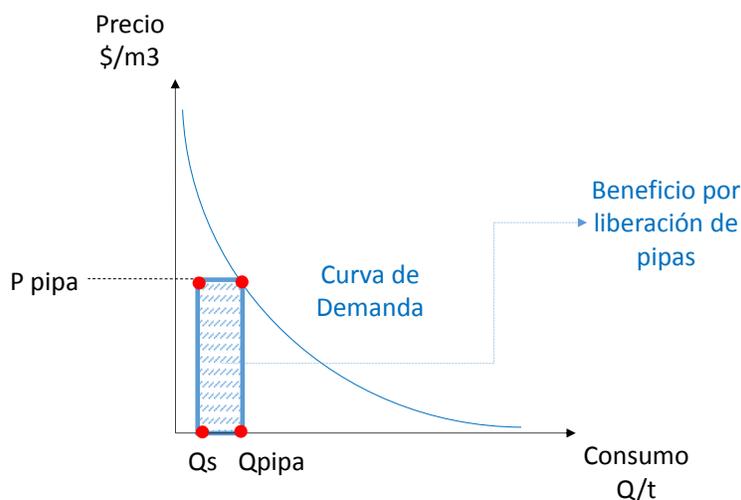
P_{pipa} : El precio de mercado de agua de pipa.

N : La cantidad de usuarios con problemas de tandeo beneficiados.

Se obtiene la siguiente fórmula que corresponde a un rectángulo multiplicado N veces donde el rectángulo corresponde al beneficio de liberación de agua de pipas por individuo y N es la cantidad de usuarios con tandeo que dejarán de producirse al ser reemplazadas por los caudales liberados por los usuarios sin restricción.

$$\text{Beneficio por liberación de pipas} = (Q_s - Q_{pipa}) * P_{pipa} * N$$

Figura 50. Beneficio por liberación de pipas



Fuente: Elaboración propia.

La cuantificación de los beneficios por liberación de recursos y mayor consumo queda determinada por los metros cúbicos liberados por el menor consumo de los usuarios no medidos. En este sentido, se tenía que en la situación sin proyecto los consumos eran los siguientes:

Tabla 227. Variación de consumo en situación Sin y Con Proyecto por sustitución de micromedidores

	Uso Doméstico	Uso Residencial
--	---------------	-----------------

Subsistema del OOMSAPASLC	Consumo Sin Medidor (m3/toma/mes)	Consumo Con Medidor (m3/toma/mes)	Consumo Sin Medidor (m3/toma/mes)	Consumo Con Medidor (m3/toma/mes)
San José del Cabo	23.15	21.04	49.31	44.83
Cabo San Lucas	10.25	9.31	21.40	19.46

Fuente: Elaboración propia.

Por ejemplo, considerando lo anterior, se estarían ahorrando aproximadamente 25 m3/toma/año para el caso de uso doméstico en San José del Cabo, que multiplicado por el número de medidores a instalar en dicha zona y clasificación, da como resultado una liberación promedio de 397,018 metros cúbicos de caudal de manera anual.

En este orden de ideas, se recuperarían con todo el proyecto de manera agregada cerca de 700 mil metros cúbicos cada año durante el horizonte de evaluación. Dicho caudal tiene el costo social correspondiente a los costos por menor consumo de los usuarios sin restricción y ya está cuantificado por los beneficios provienen de recursos reasignados de una manera más eficiente en el sentido Pareto.

De acuerdo con la curva de demanda utilizada, se tiene que los usuarios que perciben un precio marginal de \$386 pesos por metro cúbico consumen 94.50 m3/toma/año para uso doméstico y 103.88 m3/toma/año en el caso residencial. Dada la existencia del mercado de pipas en Cabo San Lucas y por las estadísticas de tandeo en colonias de dicha ciudad, es evidente que los usuarios reciben una cantidad menor a los 94.50 m3/toma/año en zonas de tandeo. Bajo un enfoque conservador, se consideró que los usuarios con problemas de tandeo reciben una dotación de 86.81 y 89.69 m3/toma/año para uso doméstico y residencial, respectivamente, y con base en ello se determinó que el agua liberada logra satisfacer la demanda del mercado de pipas al lograr surtir para cada uno de los usuarios beneficiados una dotación superior a la que consumen a un precio de \$386 pesos por metro cúbico de agua.

Los beneficios agregados de la liberación de recursos por disminución de agua de pipa por usuarios en situación de tandeo se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 228. Beneficios por liberación de recursos por disminución de agua de pipa

Periodo	Año	Liberación de Recursos por Disminución de agua de pipa		
		Beneficio por Liberación de Agua de Pipa - Uso Doméstico (\$/año)	Beneficio por Liberación de Agua de Pipa - Uso Residencial (\$/año)	Beneficio por Liberación de Agua de Pipa - Total (\$/año)
0	2021	\$39,624,494	\$9,497,633	\$49,122,127
1	2022	\$39,624,494	\$9,497,633	\$49,122,127
2	2023	\$39,624,494	\$9,497,633	\$49,122,127
3	2024	\$39,624,494	\$9,497,633	\$49,122,127
4	2025	\$39,624,494	\$9,497,633	\$49,122,127

Periodo	Año	Liberación de Recursos por Disminución de agua de pipa		
		Beneficio por Liberación de Agua de Pipa - Uso Doméstico (\$/año)	Beneficio por Liberación de Agua de Pipa - Uso Residencial (\$/año)	Beneficio por Liberación de Agua de Pipa - Total (\$/año)
5	2026	\$39,624,494	\$9,497,633	\$49,122,127
6	2027	\$39,624,494	\$9,497,633	\$49,122,127
7	2028	\$39,624,494	\$9,497,633	\$49,122,127
8	2029	\$39,624,494	\$9,497,633	\$49,122,127
9	2030	\$39,624,494	\$9,497,633	\$49,122,127
10	2031	\$39,624,494	\$9,497,633	\$49,122,127

Fuente: Elaboración propia.

Mayor consumo de usuarios con tandeo

De manera adicional, en caso de que exista disponibilidad de proveer más agua de la empleada para la liberación de consumo de agua de pipa, el cuál es el caso del presente proyecto, los usuarios con tandeo consumirán más agua hasta llegar al punto de equilibrio o bien, a la cantidad que consumirían sin restricción. De este modo, su bienestar aumentaría y queda representado por el área debajo de la curva de demanda entre la cantidad que consumen los usuarios con tandeo al precio de pipa y la cantidad que consumirán ahora.

Si se consideran las siguientes variables:

Q_e : La cantidad de agua consumida al precio de equilibrio.

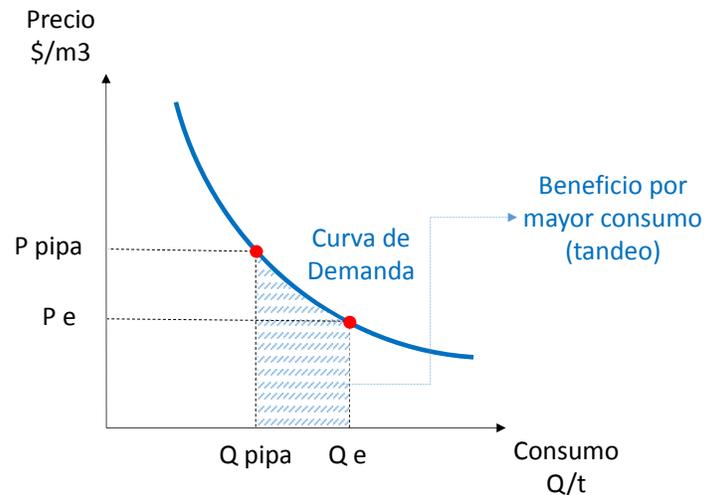
Q_{pipa} : La cantidad de agua que consumen los usuarios con acceso al mercado de pipas de agua potable.

P_{pipa} : El precio de mercado de agua de pipa.

P_e : El precio de equilibrio.

N : La cantidad de usuarios con problemas de tandeo beneficiados.

Figura 51. Beneficio por mayor consumo de usuarios en situación de tandeo



Fuente: Elaboración propia.

Del caudal liberado para la liberación de pipas queda disponible un caudal de hasta 634,164 metros cúbicos/año que podrá ser reasignado a usuarios con problemas de tandeo para que así se acerquen a la cantidad de agua consumida sin restricción en la zona de estudio, la cual fue determinada con base al registro de consumos medidos en zonas sin tandeo de Cabo San Lucas equivalente a 152.93 y 209.81 m³/toma/año para uso doméstico y residencial, respectivamente. Como se podrá observar en la memoria de cálculo anexa, la cantidad de agua disponible después de la liberación de agua de pipa no es suficiente para alcanzar el consumo sin restricción, pero si representa una mejora de las condiciones en las que son abastecidas las tomas en las zonas de tandeo de Cabo San Lucas.

Los beneficios agregados por mayor consumo de usuarios en situación de tandeo se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 229. Beneficios por mayor consumo de agua potable de usuarios en situación de tandeo

Periodo	Año	Beneficios por Mayor Consumo de Usuarios con Tandeo		
		Beneficio por Mayor Consumo - Uso Doméstico (\$/año)	Beneficio por Mayor Consumo - Uso Residencial (\$/año)	Beneficio por Mayor Consumo - Total (\$/año)
0	2021	\$18,881,431	\$278,877	\$19,160,308
1	2022	\$43,961,974	\$840,568	\$44,802,541
2	2023	\$43,961,974	\$840,568	\$44,802,541
3	2024	\$43,961,974	\$840,568	\$44,802,541
4	2025	\$43,961,974	\$840,568	\$44,802,541
5	2026	\$43,961,974	\$840,568	\$44,802,541
6	2027	\$43,961,974	\$840,568	\$44,802,541
7	2028	\$43,961,974	\$840,568	\$44,802,541
8	2029	\$43,961,974	\$840,568	\$44,802,541
9	2030	\$43,961,974	\$840,568	\$44,802,541

Periodo	Año	Beneficios por Mayor Consumo de Usuarios con Tandeo		
		Beneficio por Mayor Consumo - Uso Doméstico (\$/año)	Beneficio por Mayor Consumo - Uso Residencial (\$/año)	Beneficio por Mayor Consumo - Total (\$/año)
10	2031	\$43,961,974	\$840,568	\$44,802,541

Fuente: Elaboración propia.

Los beneficios totales del proyecto de Micromedición son presentados en la siguiente tabla:

Tabla 230. Beneficios del proyecto de Micromedición

Periodo	Año	Beneficios por Liberación de Recursos de Pipas (\$/año)	Beneficio por mayor consumo (usuarios con tandeo) (\$/año)	Beneficios Totales del Proyecto (\$/año)
0	2021	\$49,122,126.66	\$19,160,307.97	\$68,282,434.63
1	2022	\$49,122,126.66	\$44,802,541.27	\$93,924,667.93
2	2023	\$49,122,126.66	\$44,802,541.27	\$93,924,667.93
3	2024	\$49,122,126.66	\$44,802,541.27	\$93,924,667.93
4	2025	\$49,122,126.66	\$44,802,541.27	\$93,924,667.93
5	2026	\$49,122,126.66	\$44,802,541.27	\$93,924,667.93
6	2027	\$49,122,126.66	\$44,802,541.27	\$93,924,667.93
7	2028	\$49,122,126.66	\$44,802,541.27	\$93,924,667.93
8	2029	\$49,122,126.66	\$44,802,541.27	\$93,924,667.93
9	2030	\$49,122,126.66	\$44,802,541.27	\$93,924,667.93
10	2031	\$49,122,126.66	\$44,802,541.27	\$93,924,667.93

Fuente: Elaboración propia.

c) Indicadores de Rentabilidad del Proyecto de Micromedición

Los resultados obtenidos de la evaluación del proyecto de micromedición se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 231. Rentabilidad del proyecto de sustitución de micromedidores

INDICADOR	VALOR
VANS	\$241,657,444.51
TIR	45.43%
TRI	23.77%

Fuente: Elaboración propia.

d) Análisis de Sensibilidad del Proyecto de Micromedición

De acuerdo al análisis realizado, el proyecto de sustitución de micromedidores continuaría siendo rentable con un aumento de hasta el 118.2% en la inversión total del proyecto, un aumento de 2,120.05% sobre los costos de operación y mantenimiento, o una disminución de hasta el 37.44% en los beneficios sociales cuantificados.

Tabla 232. Análisis de variación de variables relevantes del proyecto sobre el VANS – Micromedición

Variación (%)	VANS Inversión	VANS Operación y Mantenimiento	VANS Beneficios
Máx	118.20%	2,120.05%	-37.44%
VPN	-\$0.02	-\$0.02	-\$0.01
TIR	10.00%	10.00%	10.00%
TRI	11.86%	11.19%	11.67%

Fuente: Elaboración propia.

EVALUACIÓN INTEGRAL DE LA MEJORA INTEGRAL DE GESTIÓN (MIG).

En los capítulos anteriores se ha analizado la rentabilidad socioeconómica de los 3 grandes componentes en que fue dividido el Programa de Mejora Integral de Gestión para el OOMSAPAs, los cuales fueron identificados aplicando el principio de separabilidad de proyectos.

Una vez demostrada la rentabilidad socioeconómica de los 3 componentes separables, en este capítulo se presentan los indicadores de rentabilidad de manera integral, cuyo propósito conjunto es el incremento de la eficiencia global en los servicios que proporciona el OOMSAPAS al municipio de Los Cabos, al cual atribuyen el total de los proyectos de inversión anteriormente analizados al complementarse entre sí.

De acuerdo con los indicadores obtenidos en la evaluación, se tiene una TIR global del 38.11% y VAN de 475 millones de pesos.

Dado lo anterior, los indicadores de rentabilidad pertinentes para este proyecto serían el Valor Presente Neto Social (VPNS), la Tasa Interna de Retorno Social (TIRS) y la Tasa de Rentabilidad Inmediata Social (TRIS).

Tabla 233. Evaluación del proyecto integral

Periodo	Año	Beneficios Totales del Proyecto	Costos Totales del Proyecto	Flujo Neto	Flujo Neto Valor Presente
0	2021	\$114,874,862.29	\$322,689,018.65	-\$207,814,156.36	-\$207,814,156.36
1	2022	\$178,220,201.63	\$227,733,864.49	-\$49,513,662.86	-\$45,012,420.78
2	2023	\$178,220,201.63	\$60,979,226.94	\$117,240,974.68	\$96,893,367.51
3	2024	\$178,220,201.63	\$34,944,062.76	\$143,276,138.86	\$107,645,483.74
4	2025	\$178,220,201.63	\$34,944,062.76	\$143,276,138.86	\$97,859,530.68

Análisis Costo Beneficio del Programa de Mejoramiento Integral de la Gestión
OOMSAPASLC - Los Cabos, Baja California Sur

5	2026	\$178,220,201.63	\$34,944,062.76	\$143,276,138.86	\$88,963,209.71
6	2027	\$178,220,201.63	\$34,944,062.76	\$143,276,138.86	\$80,875,645.19
7	2028	\$178,220,201.63	\$34,944,062.76	\$143,276,138.86	\$73,523,313.81
8	2029	\$178,220,201.63	\$34,944,062.76	\$143,276,138.86	\$66,839,376.19
9	2030	\$178,220,201.63	\$34,944,062.76	\$143,276,138.86	\$60,763,069.26
10	2031	\$178,220,201.63	\$34,944,062.76	\$143,276,138.86	\$55,239,153.87
		\$1,897,076,878.55	\$890,954,612.19	\$1,006,122,266.36	\$475,775,572.80

VPN	\$475,775,572.80
TIR	38.11%
TRI	20.96%

Fuente: Elaboración propia.

El proyecto de Mejora Integral de la Gestión (M.I.G.) del OOMSAPASLC tiene un Valor Presente Neto Social (VPNS) de \$475 millones de pesos de 2020, con una Tasa Interna de Retorno Social (TIRS) de 38.11% y una Tasa de Rentabilidad Inmediata Social (TRIS) de 20.96%. Los indicadores de rentabilidad muestran que el proyecto es rentable y que el momento óptimo de entrada en operación del proyecto es inmediato. Lo anterior es congruente con los estudios recientes en donde se identifica un déficit y uso ineficiente del agua potable en Los Cabos.

a) Análisis de Riesgos

Con base en la información de cada uno de los proyectos que conforman el Proyecto para la Mejora Integral de la Gestión (M.I.G.) del OOMSAPASLC, incluyendo los respectivos estudios específicos, se identificaron los siguientes riesgos e impactos para su ejecución:

Tabla 234. Análisis de riesgos asociados al PPI

DESCRIPCIÓN	IMPACTO
Restricciones en la suficiencia presupuestal	En caso de que no se cuente con la suficiencia presupuestaria, el periodo de inversión del proyecto podría prolongarse, lo que provocaría un impacto sobre la rentabilidad del mismo.
Deficiencias en la ingeniería y el diseño	Este tipo de deficiencias genera sobrecostos que impactan directamente en la rentabilidad del proyecto
Incremento del monto de inversión	En caso de que se incrementara el monto de inversión del proyecto la rentabilidad del mismo se vería afectada. En la sección de sensibilidad se especifican los incrementos máximos permisibles sobre el monto de inversión para que el proyecto continúe siendo rentable.

Incremento de costos de operación y mantenimiento	En caso de que se incrementarán los costos de operación y mantenimiento del proyecto la rentabilidad del mismo se vería afectada. En la sección de sensibilidad se especifican los incrementos máximos permisibles sobre los costos de operación y mantenimiento para que el proyecto continúe siendo rentable.
--	---

Fuente: Elaboración propia.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

a) Conclusiones

Con base en las estimaciones realizadas sobre el proyecto de Mejora Integral de la Gestión (M.I.G.) y los indicadores de rentabilidad obtenidos, se concluye que el proyecto es rentable a una tasa de descuento del 10% y el momento óptimo de inversión es el año inmediato.

De acuerdo con el análisis de sensibilidad realizado para el proyecto y las variables relevantes, se identificaron impactos no significativos ante variaciones en los costos de inversión, costos de operación y mantenimiento, o cuantificación de beneficios sociales.

Los análisis y resultados demuestran que la recuperación de caudal y control de fugas son inversiones rentables que tienen un impacto social positivo significativo.

En el caso de las variables de riesgo, se determinó que podría existir la posibilidad de problemas en la operación e instalación de los medidores por problemas de aceptación y malestar social, lo que implicaría que las metas programadas no se logaran.

b) Recomendaciones

En virtud de que los proyectos que se encuentran incluidos en el programa de inversiones del OOMSAPASLC, para incrementar las eficiencias física como los de eficiencia comercial, resultaron ser rentables, se recomienda destinar recursos para llevar a cabo las obras incluidas que fueron analizadas en el presente estudio.

VII. BIBLIOGRAFÍA.

1. Guía General para la Presentación de Estudios de Evaluación Socioeconómica de Programas y Proyectos de Inversión (2015), CEPEP.
2. Guía de Proyectos de Dotación de Servicios de Agua Potable Rural. (2006), CEPEP.
3. Guía de Proyectos de Agua Potable Urbana. (2006), CEPEP.
4. Metodologías de evaluación socioeconómica para proyectos de agua potable, alcantarillado, saneamiento y protección a centros de población (2008), CONAGUA.
5. Diagnóstico Integral de Planeación 2015 del OOMSAPASLC.
6. Estudio de Evaluación de Pérdidas en el Sistema de Distribución de Agua Potable de la Ciudad de Los Cabos, B.C.S., (1992), IMTA-PSC.
7. Impacto de la Micromedición en Guaymas, Sonora, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (1990), IMTA.
8. Estimación de los factores y funciones de la demanda de agua potable en el sector doméstico en México (2012), CONAGUA-CIDE.
9. Manual de Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable (2012), CONAGUA.

VIII. TABLAS Y FIGURAS

<i>Tabla 1. Coordenadas geográficas extremas</i>	13
<i>Tabla 2. Inversión del Proyecto a precios de Enero de 2020</i>	14
<i>Tabla 3. Costos del Proyecto a enero de 2020</i>	18
<i>Tabla 4. Sectorización y sustitución de tuberías y</i>	19
<i>Tabla 5. Telemetría</i>	19
<i>Tabla 6. Micromedición</i>	19
<i>Tabla 7. Evaluación Integral del MIG</i>	20
<i>Tabla 8. Resultados del Censo de Población y Vivienda 2010</i>	21
<i>Tabla 9. Regionalización hidrológica de aguas superficiales</i>	25
<i>Tabla 10. Indicadores de los cauces principales en la zona de estudio</i>	27
Tabla 11. Acuíferos de la zona de estudio y su Disponibilidad Media Anual	29
<i>Tabla 12. Balance de producción Subsistema de San José del Cabo (Situación Actual)</i>	34
<i>Tabla 13. Situación actual de la eficiencia física – Subsistema San José del Cabo</i>	34
Tabla 14. Balance de producción Subsistema de Cabo San Lucas (Situación Actual)	34
<i>Tabla 15. Situación actual de la eficiencia física – Subsistema Cabo San Lucas</i>	35
<i>Tabla 16. Comparativa de eficiencia física en la región noroeste de México</i>	35
<i>Tabla 17. Situación actual de la eficiencia física</i>	36
Tabla 18. Situación actual de la sectorización de la red de agua potable	37
<i>Tabla 19. Longitud de red de agua potable por subsistema</i>	38
<i>Tabla 20. Pérdidas totales por subsistema</i>	39
<i>Tabla 21. Condiciones de la tubería (Red de distribución de agua potable)</i>	39
<i>Tabla 22. Índice de fugas por km</i>	40
<i>Tabla 23. Situación actual de las tomas domiciliarias</i>	40
<i>Tabla 24. Estadísticas de fugas en tomas domiciliarias en San José del Cabo</i>	41
<i>Tabla 25. Estadísticas de fugas en tomas domiciliarias en Cabo San Lucas</i>	41
<i>Tabla 26. Instalaciones de telemetría funcionando en situación actual</i>	42
<i>Tabla 27. Distribución del padrón de usuarios por tipo de consumo</i>	43
Tabla 28. Cobertura de micromedición (Instalada) – Uso Doméstico y Residencial	43
<i>Tabla 29. Antigüedad de micromedidores – Uso Doméstico y Residencial</i>	44
<i>Tabla 30. Disponibilidad en el acuífero San José del Cabo</i>	48
<i>Tabla 31. Disponibilidad en el acuífero Cabo San Lucas</i>	49
<i>Tabla 32. Instalaciones del subsistema de San José del Cabo</i>	50
<i>Tabla 33. Producción anual en (m³/año) pozos del Acueducto I</i>	52
<i>Tabla 34. Producción anual (m³/año) de los pozos del Acueducto II</i>	53
<i>Tabla 35. Producción anual (m³/año) de los pozos independientes en San José del Cabo</i>	54
<i>Tabla 36. Volúmenes históricos (m³/año) de producción en San José del Cabo</i>	54
<i>Tabla 37. Instalaciones del subsistema de Cabo San Lucas</i>	55

Tabla 38. Volúmenes históricos (m3/año) de producción en la localidad de Cabo San Lucas.....	56
Tabla 39. Volúmenes históricos (m3/año) de producción en Los Cabos.....	56
Tabla 40. Oferta de eficiencias físicas por subsistema (Situación Actual) 2016.....	57
Tabla 41. Oferta de eficiencia física en la situación Actual – San José del Cabo	59
Tabla 42. Oferta de eficiencia física en la situación Actual – Cabo San Lucas.....	59
Tabla 43. Oferta de eficiencia física en la situación Actual – Total.....	59
Tabla 44. Oferta de la sectorización en la situación actual.....	60
Tabla 45. Oferta de la red secundaria de agua potable en la situación Actual – San José del Cabo.....	61
Tabla 46. Oferta de la red secundaria de agua potable en la situación Actual – Cabo San Lucas.....	61
Tabla 47. Oferta de la red secundaria de agua potable en la situación Actual – Total	62
Tabla 48. Oferta de tomas domiciliarias en la situación Actual – San José del Cabo..	63
Tabla 49. Oferta de tomas domiciliarias en la situación Actual – Cabo San Lucas.....	64
Tabla 50. Oferta de tomas domiciliarias en la situación Actual – Total.....	64
Tabla 51. Oferta de instalaciones hidráulicas equipadas con telemetría en la situación actual.....	65
Tabla 52. Situación actual de cobertura de micromedición doméstica y residencial 2016.....	66
Tabla 53. Oferta de los micromedidores en la situación Actual – San José del Cabo.	67
Tabla 54. Oferta de los micromedidores en la situación Actual – Cabo San Lucas.....	67
Tabla 55. Oferta de los micromedidores en la situación Actual – Total.....	67
Tabla 56. Población Municipio de Los Cabos 2010.....	68
Tabla 57. Proyecciones del crecimiento poblacional del Municipio de Los Cabos	68
.....	68
Tabla 58. Hacinamiento promedio.....	69
Tabla 59. Padrón de usuarios total del sistema por tipo del Municipio de Los Cabos 2016.....	70
Tabla 60. Volúmenes facturados de agua (m3-año) 2011 a 2016 .En el Municipio de Los Cabos.....	70
Tabla 61. Demanda deseada por tipo de usuario.....	71
Tabla 62. Proyección de la Demanda Deseada para el Municipio de Los Cabos Situación Actual.....	71
Tabla 63. Demanda de la sectorización de la red de agua potable por subsistema.....	72
Tabla 64. Demanda de la tubería de la red secundaria por subsistema.....	72
Tabla 65. Demanda de tomas domiciliarias por subsistema.....	73
Tabla 66. Demanda de telemetría en estructuras especiales y sectores.....	73
Tabla 67. Demanda de micromedidores por subsistema – Uso Doméstico y Residencial.....	74
Tabla 68. Balance Hídrico Situación Actual San Jose del Cabo.....	75
Tabla 69. Balance Hídrico Situación Actual Cabo San Lucas.....	76
Tabla 70. Balance Hídrico Situación Actual Sistema Municipio de los Cabos.....	76
Tabla 71. Interacción Oferta-Demanda de la eficiencia física en la situación actual – San José del Cabo.....	77

<i>Tabla 72. Interacción Oferta-Demanda de la eficiencia física en la situación actual – Cabo San Lucas</i>	77
<i>Tabla 73. Interacción Oferta-Demanda de la eficiencia física en la situación actual – Total</i>	78
<i>Tabla 74. Interacción Oferta-Demanda de sectores hidráulicos en la situación actual – San José del Cabo</i>	79
<i>Tabla 75. Interacción Oferta-Demanda de sectores hidráulicos en la situación actual – Cabo San Lucas</i>	79
<i>Tabla 76. Interacción Oferta-Demanda de sectores hidráulicos</i>	80
<i>Tabla 77. Interacción Oferta-Demanda de tuberías de agua potable en la situación actual – San José del Cabo</i>	81
<i>Tabla 78. Interacción Oferta-Demanda de tuberías de agua potable en la situación actual – Cabo San Lucas</i>	81
<i>Tabla 79. Interacción Oferta-Demanda de tuberías de agua potable en la situación actual – Total</i>	82
<i>Tabla 80. Interacción Oferta-Demanda de tomas domiciliarias en la situación actual – San José del Cabo</i>	83
<i>Tabla 81. Interacción Oferta-Demanda de tomas domiciliarias en la situación actual – Cabo San Lucas</i>	83
<i>Tabla 82. Interacción Oferta-Demanda de tomas domiciliarias en la situación actual – Total</i>	84
<i>Tabla 83. Interacción Oferta-Demanda de instalaciones con telemetría en la situación actual – San José del Cabo</i>	85
<i>Tabla 84. Interacción Oferta-Demanda de instalaciones con telemetría en la situación actual – Cabo San Lucas</i>	85
<i>Tabla 85. Interacción Oferta-Demanda de instalaciones con telemetría en la situación actual – Total</i>	86
<i>Tabla 86. Interacción Oferta-Demanda de micromedidores en la situación actual – San José del Cabo</i>	87
<i>Tabla 87. Interacción Oferta-Demanda de micromedidores en la situación actual – Cabo San Lucas</i>	87
<i>Tabla 88. Interacción Oferta-Demanda de micromedidores en la situación actual – Total</i>	88
<i>Tabla 89. Análisis de Reducción de Pérdidas – Situación Actual – San José del Cabo</i>	90
<i>Tabla 90. Análisis de Reducción de Pérdidas – Situación Actual – Cabo San Lucas</i>	91
<i>Tabla 91. Análisis de Reducción de Pérdidas – Situación Actual – Total</i>	92
<i>Tabla 92. Oferta de eficiencia física en la situación</i>	98
<i>Tabla 93. Oferta de eficiencia física en la situación sin proyecto –</i>	99
<i>Tabla 94. Oferta de eficiencia física en la situación sin proyecto – Total</i>	99
<i>Tabla 95. Cobertura de Micromedición Sin Proyecto – San José del Cabo</i>	101
<i>Tabla 96. Cobertura de Micromedición Sin Proyecto – Cabo San Lucas</i>	101
<i>Tabla 97. Cobertura de Micromedición Sin Proyecto – Total</i>	101
<i>Tabla 98. Oferta de los micromedidores en la situación</i>	102
<i>Tabla 99. Oferta de los micromedidores en la situación</i>	102
<i>Tabla 100. Oferta de los micromedidores en la situación sin proyecto – Total</i>	103

Tabla 101. Proyecciones del crecimiento poblacional del Municipio de Los Cabos..	104
Tabla 102. Hacinamiento promedio	105
Tabla 103. Padrón de usuarios por tipo del Municipio de Los Cabos en la Situación sin Proyecto (2016)	105
Tabla 104. Interacción Oferta-Demanda de la eficiencia física en la.....	107
Tabla 105. Interacción Oferta-Demanda de la eficiencia física en la situación sin proyecto – Cabo San Lucas.....	107
Tabla 106. Interacción Oferta-Demanda de la eficiencia física en la situación sin proyecto – Total.....	108
Tabla 107. Interacción Oferta-Demanda de sectores hidráulicos en la situación sin proyecto – San José del Cabo.....	109
Tabla 108. Interacción Oferta-Demanda de sectores hidráulicos en la situación sin proyecto – Cabo San Lucas.....	109
Tabla 109. Interacción Oferta-Demanda de sectores hidráulicos en la situación sin proyecto – Total.....	110
Tabla 110. Interacción Oferta-Demanda de tuberías de agua potable en la situación sin proyecto – San José del Cabo.....	111
Tabla 111. Interacción Oferta-Demanda de tuberías de agua potable en la situación sin proyecto – Cabo San Lucas.....	111
Tabla 112. Interacción Oferta-Demanda de tuberías de agua potable en la situación sin proyecto – Total.....	112
Tabla 113. Interacción Oferta-Demanda de tomas domiciliarias en la situación sin proyecto – San José del Cabo.....	113
Tabla 114. Interacción Oferta-Demanda de tomas domiciliarias en la situación sin proyecto – Cabo San Lucas.....	113
Tabla 115. Interacción Oferta-Demanda de tomas domiciliarias en la situación sin proyecto – Total.....	114
Tabla 116. Interacción Oferta-Demanda de instalaciones con telemetría en la situación sin proyecto – San José del Cabo.....	115
Tabla 117. Interacción Oferta-Demanda de instalaciones con telemetría en la situación sin proyecto – Cabo San Lucas.....	115
Tabla 118. Interacción Oferta-Demanda de instalaciones con telemetría en la situación sin proyecto – Total.....	116
Tabla 119. Interacción Oferta-Demanda de micromedidores en la situación sin proyecto – San José del Cabo.....	117
Tabla 120. Interacción Oferta-Demanda de micromedidores en la situación sin proyecto – Cabo San Lucas.....	117
Tabla 121. Interacción Oferta-Demanda de micromedidores en la situación sin proyecto – Total.....	118
Tabla 122. Análisis de Reducción de Pérdidas Sin Proyecto – San José del Cabo.....	119
Tabla 123. Análisis de Reducción de Pérdidas Sin Proyecto –Cabo San Lucas.....	120
Tabla 124. Balance Hídrico Sin Proyecto – Total.....	121
Tabla 125. Costo Anual Equivalente del Componente 1 – Alternativa 1	123
Tabla 126. Costo Anual Equivalente del Componente 1 – Alternativa 2	124
Tabla 127. Costo Anual Equivalente del Componente 2 – Alternativa 1	125
Tabla 128. Costo Anual Equivalente del Componente 2 – Alternativa 2	126

<i>Tabla 129. Costo Anual Equivalente del Componente 3 – Alternativa 1</i>	127
<i>Tabla 130. Costo Anual Equivalente del Componente 3 – Alternativa 2</i>	127
<i>Tabla 131. Coordenadas geográficas extremas</i>	139
<i>Tabla 132. Calendario de inversión del proyecto</i>	140
<i>Tabla 133. Inversión del Proyecto (Precios de Enero 2020)</i>	141
<i>Tabla 134. Cronograma de ejecución de recursos por fuente de financiamiento (Pesos a Enero de 2020)</i>	141
<i>Tabla 135. Capacidad instalada del Componente 1 en el subsistema</i>	143
<i>Tabla 136. Capacidad instalada del Componente 1 en el subsistema</i>	143
<i>Tabla 137. Capacidad instalada del Componente 1 - Total</i>	143
<i>Tabla 138. Capacidad instalada del Componente 2 en el subsistema de San José del Cabo</i>	144
<i>Tabla 139. Capacidad instalada del Componente 2 en el subsistema de</i>	144
<i>Tabla 140. Capacidad instalada del Componente 2 en Total</i>	145
<i>Tabla 141. Capacidad instalada del Componente 3 en el subsistema de San José del Cabo</i>	146
<i>Tabla 142. Capacidad instalada del Componente 3 en el subsistema de Cabo San Lucas</i>	146
<i>Tabla 143. Capacidad instalada del Componente 3 en Total</i>	146
<i>Tabla 144. Metas anuales del PPI - San José del Cabo</i>	147
<i>Tabla 145. Metas anuales del PPI - Cabo San Lucas</i>	147
<i>Tabla 146. Metas anuales del PPI - Total</i>	148
<i>Tabla 147. Oferta de eficiencia física en la situación con proyecto – San José del Cabo</i>	151
<i>Tabla 148. Oferta de eficiencia física en la situación con proyecto – Cabo San Lucas</i>	152
<i>Tabla 149. Oferta de eficiencia física en la situación con proyecto – Total</i>	152
<i>Tabla 150. Oferta de sectores hidráulicos en la situación con</i>	153
<i>Tabla 151. Oferta de sectores hidráulicos en la situación con</i>	154
<i>Tabla 152. Oferta de sectores hidráulicos en la situación con proyecto – Total</i>	154
<i>Tabla 153. Oferta de la red secundaria de agua potable en la situación con proyecto – San José del Cabo</i>	155
<i>Tabla 154. Oferta de la red secundaria de agua potable en la situación con proyecto – Cabo San Lucas</i>	156
<i>Tabla 155. Oferta de la red secundaria de agua potable en la situación con proyecto – Total</i>	156
<i>Tabla 156. Oferta de tomas domiciliarias en la situación con proyecto – San José del Cabo</i>	157
<i>Tabla 157. Oferta de tomas domiciliarias en la situación con proyecto – Cabo San Lucas</i>	158
<i>Tabla 158. Oferta de tomas domiciliarias en la situación con proyecto – Total</i>	158
<i>Tabla 159. Oferta de sitios con equipamiento de telemetría en la situación con proyecto – San José del Cabo</i>	159
<i>Tabla 160. Oferta de sitios con equipamiento de telemetría en la situación con proyecto – Cabo San Lucas</i>	160

<i>Tabla 161. Oferta de sitios con equipamiento de telemetría en la situación con proyecto – Total</i>	160
<i>Tabla 162. Oferta de micromedidores con proyecto – San José del Cabo</i>	161
<i>Tabla 163. Oferta de micromedidores con proyecto – Cabo San Lucas</i>	162
<i>Tabla 164. Oferta de micromedidores con proyecto – Total</i>	162
<i>Tabla 165. Demanda de la sectorización de la red de agua potable por subsistema. Situación Con Proyecto</i>	164
<i>Tabla 166. Demanda de la tubería de la red secundaria por subsistema</i>	164
<i>Tabla 167. Demanda de tomas domiciliarias por subsistema. Situación Con Proyecto 2018</i>	165
<i>Tabla 168. Demanda de infraestructura hidráulica que requiere de la instalación de Telemetría. Situación Con Proyecto</i>	165
<i>Tabla 169. Interacción Oferta-Demanda de la eficiencia física en la situación con proyecto – San José del Cabo</i>	166
<i>Tabla 170. Interacción Oferta-Demanda de la eficiencia física en la situación con proyecto – Cabo San Lucas</i>	166
<i>Tabla 171. Interacción Oferta-Demanda de la eficiencia física en la situación con proyecto – Total</i>	167
<i>Tabla 172. Interacción Oferta-Demanda de sectores hidráulicos en la situación con proyecto – San José del Cabo</i>	168
<i>Tabla 173. Interacción Oferta-Demanda de sectores hidráulicos en la situación con proyecto – Cabo San Lucas</i>	168
<i>Tabla 174. Interacción Oferta-Demanda de sectores hidráulicos en la situación con proyecto – Total</i>	169
<i>Tabla 175. Interacción Oferta-Demanda de tuberías de agua potable en la situación con proyecto – San José del Cabo</i>	170
<i>Tabla 176. Interacción Oferta-Demanda de tuberías de agua potable en la situación con proyecto – Cabo San Lucas</i>	170
<i>Tabla 177. Interacción Oferta-Demanda de tuberías de agua potable en la situación con proyecto – Total</i>	170
<i>Tabla 178. Interacción Oferta-Demanda de tomas domiciliarias en buen o regular estado en la Situación con proyecto – San José del Cabo</i>	172
<i>Tabla 179. Interacción Oferta-Demanda de tomas domiciliarias en buen o regular estado en la Situación con proyecto – Cabo San Lucas</i>	172
<i>Tabla 180. Interacción Oferta-Demanda de tomas domiciliarias en</i>	172
<i>Tabla 181. Interacción Oferta-Demanda de instalaciones con telemetría en la situación con proyecto – San José del Cabo</i>	174
<i>Tabla 182. Interacción Oferta-Demanda de instalaciones con telemetría en la situación con proyecto – Cabo San Lucas</i>	174
<i>Tabla 183. Interacción Oferta-Demanda de instalaciones con telemetría en la situación con proyecto – Total</i>	174
<i>Tabla 184. Interacción Oferta-Demanda de micromedidores en la situación con proyecto – San José del Cabo</i>	175
<i>Tabla 185. Interacción Oferta-Demanda de micromedidores en la situación con proyecto – Cabo San Lucas</i>	176

<i>Tabla 186. Interacción Oferta-Demanda de micromedidores en la situación con proyecto – Total</i>	176
<i>Tabla 187. Análisis de Reducción de Pérdidas con proyecto-San José del Cabo</i>	178
<i>Tabla 188. Análisis de Reducción de Pérdidas con proyecto-Cabo San Lucas</i>	178
<i>Tabla 189. Análisis de Reducción de Pérdidas con proyecto-Total</i>	179
<i>Tabla 190. Inversión Total del Proyecto de Eficiencia Física (Pesos a Enero 2020)</i>	182
<i>Tabla 191. Costos de operación y mantenimiento del Proyecto de Eficiencia Física (Pesos a Enero2020)</i>	183
<i>Tabla 192. Costo de inversión para la construcción de sectores hidráulicos (Pesos a Enero 2020)</i>	183
<i>Tabla 193. Costo de inversión de la sustitución de tuberías de la red de agua potable (Pesos a Enero 2020)</i>	184
<i>Tabla 194. Costo de inversión de la sustitución de tomas domiciliarias (Pesos a Enero 2020)</i>	184
<i>Tabla 195. Costos totales de los componentes de mejora de eficiencia física (Pesos a enero 2020)</i>	184
<i>Tabla 196. Ahorro de recursos de producción– San José del Cabo</i>	186
<i>Tabla 197. Ahorro de recursos de producción– Cabo San Lucas</i>	186
<i>Tabla 198. Ahorro de recursos de producción– Total</i>	186
<i>Tabla 199. Liberación de recursos por disminución de reparación de fugas– San José del Cabo</i>	187
<i>Tabla 200. Liberación de recursos por disminución de reparación de fugas– Cabo San Lucas</i>	187
<i>Tabla 201. Liberación de recursos por disminución de reparación</i>	188
<i>Tabla 202. Costos operacionales del OOMSAPASLC</i>	189
<i>Tabla 203. Disminución de costos de operación y mantenimiento– San José del Cabo</i>	189
<i>Tabla 204. Disminución de costos de operación y mantenimiento– Cabo San Lucas</i>	189
<i>Tabla 205. Disminución de costos de operación y mantenimiento– Total</i>	190
<i>Tabla 206. Beneficios del proyecto de Eficiencia Física</i>	190
<i>Tabla 207. Rentabilidad de la Sectorización y Sustitución de tuberías y tomas de la red de agua potable</i>	191
<i>Tabla 208. Análisis de variación de variables relevantes del proyecto sobre el VANS – Eficiencia Física</i>	192
<i>Tabla 209. Análisis de variación de variables relevantes del proyecto sobre la TIRS – Eficiencia Física</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Tabla 210. Inversión Total del Proyecto de Telemetría (Pesos a Enero 2020)</i>	192
<i>Tabla 211. Costos de inversión del sistema de telemetría – San José del Cabo (Pesos a Enero 2020)</i>	193
<i>Tabla 212. Costos de inversión del sistema de telemetría – Cabo San Lucas (Pesos a Enero 2020)</i>	193
<i>Tabla 213. Costos de operación y mantenimiento del Proyecto de Telemetría (Pesos a Enero 2020)</i>	193
Tabla 214. Costos totales del proyecto de telemetría (Pesos a enero de 2020)	194

<i>Tabla 215. Personal operativo del OOMSAPASLC liberado por proyecto de Telemetría</i>	194
<i>Tabla 216. Beneficios del proyecto de Telemetría</i>	195
<i>Tabla 217. Rentabilidad del proyecto de Telemetría</i>	195
<i>Tabla 218. Análisis de variación de variables relevantes del proyecto sobre el VANS – Telemetría</i>	196
<i>Tabla 219. Análisis de variación de variables relevantes del proyecto sobre la TIRS – Telemetría</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Tabla 220. Inversión Total del Proyecto de Micromedición (Pesos a Enero 2020)</i>	197
<i>Tabla 221. Costos de inversión del proyecto de micromedición – San José del Cabo (Pesos a Enero 2020)</i>	198
<i>Tabla 222. Costos de inversión del proyecto de micromedición – Cabo San Lucas (Pesos a Enero 2020)</i>	198
<i>Tabla 223. Costos de operación y mantenimiento del Proyecto de Micromedición (Pesos a Enero 2020)</i>	199
<i>Tabla 224. Costos totales del proyecto de micromedición (Pesos a 2020)</i>	199
<i>Tabla 225. Variación de consumo en situación Sin y Con Proyecto por sustitución de micromedidores</i>	201
<i>Tabla 226. Estimación de costos por menor consumo por la sustitución de medidores – San José del Cabo</i>	202
<i>Tabla 227. Estimación de costos por menor consumo por la sustitución de medidores – Cabo San Lucas</i>	203
<i>Tabla 228. Estimación de costos por menor consumo por la sustitución de medidores – Total</i>	203
<i>Tabla 229. Variación de consumo en situación Sin y Con Proyecto por sustitución de micromedidores</i>	205
<i>Tabla 230. Beneficios por liberación de recursos por disminución de agua de pipa</i>	206
<i>Tabla 231. Beneficios por mayor consumo de agua potable de usuarios en situación de tandeo</i>	208
<i>Tabla 232. Beneficios del proyecto de Micromedición</i>	209
<i>Tabla 233. Rentabilidad del proyecto de sustitución de micromedidores</i>	209
<i>Tabla 234. Análisis de variación de variables relevantes del proyecto sobre el VANS – Micromedición</i>	210
<i>Tabla 235. Análisis de variación de variables relevantes del proyecto sobre la TIRS – Micromedición</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Tabla 236. Evaluación del proyecto integral</i>	210
<i>Tabla 237. Análisis de riesgos asociados al PPI</i>	211