



Análisis Costo-Beneficio Simplificado

**“SECTORIZACIÓN, SUSTITUCIÓN DE TUBERÍAS Y MICROMEDICIÓN
DEL SECTOR INSURGENTES SUR DE LA CIUDAD DE CHETUMAL”**

ABRIL 2018

Tabla de Contenido

I. RESUMEN EJECUTIVO	6
1. DATOS BÁSICOS DEL PPI.....	6
2. EVALUACIÓN DEL PPI	9
3. INDICADORES DE RENTABILIDAD DEL PPI.....	12
4. CONCLUSIÓN	14
II. SITUACIÓN ACTUAL DEL PPI	15
A) DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	15
B) ANÁLISIS DE LA OFERTA ACTUAL O INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	22
C) ANÁLISIS DE LA DEMANDA ACTUAL	32
D) DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN DE LA OFERTA-DEMANDA	36
III. SITUACIÓN SIN EL PPI.....	37
A) OPTIMIZACIONES	37
B) ANÁLISIS DE LA OFERTA EN CASO DE QUE EL PPI NO SE LLEVE A CABO	38
C) ANÁLISIS DE LA DEMANDA EN CASO DE QUE EL PPI NO SE LLEVE A CABO	41
D) DIAGNÓSTICO INTERACCIÓN OFERTA-DEMANDA CON OPTIMIZACIONES	44
E) ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	44
IV. SITUACIÓN CON EL PPI	47
A) DESCRIPCIÓN GENERAL.....	47
B) ALINEACIÓN ESTRATÉGICA	52
C) LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	54
D) CALENDARIO DE ACTIVIDADES.....	55
E) MONTO TOTAL DE INVERSIÓN.....	57
F) FUENTES DE FINANCIAMIENTO	58
G) CAPACIDAD INSTALADA	58
H) METAS ANUALES Y TOTALES DE PRODUCCIÓN	58
I) VIDA ÚTIL	59
J) DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS MÁS RELEVANTES	59
K) ANÁLISIS DE LA OFERTA CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	60
L) ANÁLISIS DE LA DEMANDA CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	61
M) INTERACCIÓN OFERTA-DEMANDA CON IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	61
V. EVALUACIÓN DEL PPI	63
A) IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE COSTOS DEL PPI.....	63
COSTOS DIRECTOS	63
COSTOS INDIRECTOS.....	63
EXTERNALIDADES NEGATIVAS.....	63
METODOLOGÍA	64
SUPUESTOS Y FUENTES	64
B) IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE BENEFICIOS DEL PPI.....	64
BENEFICIOS INDIRECTOS	65
EXTERNALIDADES POSITIVAS	65



Análisis Costo Beneficio

METODOLOGÍA	66
SUPUESTOS Y FUENTES	66
C) CÁLCULO DE LOS INDICADORES DE RENTABILIDAD	66
D) ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	67
E) ANÁLISIS DE RIESGOS	70
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	72
VII. ANEXOS	73
VIII. BIBLIOGRAFÍA	74
IX. RESPONSABLES DE LA INFORMACIÓN	76

Índice de Cuadros

Cuadro I. 1 Inversión Inicial, consolidado (en pesos a abril del 2018).....	7
Cuadro I. 2 Metas por Componente, Consolidado	8
Cuadro I. 3 Costos, Consolidado	9
Cuadro I. 4 Beneficios identificados del Proyecto.	10
Cuadro I. 5 Rentabilidad del Proyecto.	12
Cuadro I. 6 Riesgos asociados al Proyecto.....	13
Cuadro II. 1 Cálculo de la tasa media de crecimiento poblacional de la ciudad de Chetumal, del municipio de Othón P. Blanco, del estado de Quintana Roo y del Territorio Nacional.	17
Cuadro II. 2 Pozos de extracción del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Chetumal.....	23
Cuadro II. 3 Líneas de conducción-alimentación del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Chetumal.	24
Cuadro II. 4 Capacidad de regulación y almacenamiento del sistema de abastecimiento de la ciudad de Chetumal.....	25
Cuadro II. 5 Redes de distribución del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Chetumal.....	26
Cuadro II. 6 Infraestructura de distribución actual en el Sector Insurgentes Sur (zona de proyecto)...	30
Cuadro II. 7 Infraestructura por microsector en el Sector Insurgentes Sur (Zona de Proyecto).....	31
Cuadro II. 8 Clasificación por tipo de usuario de las tomas en la zona de proyecto (Insurgentes Sur). 33	
Cuadro II. 9 Población en área de influencia inmediata del Proyecto (Sector Insurgentes Sur).....	34
Cuadro II. 10 Métodos alternativos	35
Cuadro II. 11 Clasificación por tipo de usuario de las tomas en la zona de proyecto (Insurgentes Sur).	41
Cuadro II. 12 Población en área de influencia inmediata del Proyecto (Sector Insurgentes Sur).....	42
Cuadro II. 13 Métodos alternativos	43



Índice de figuras

Figura I. 1 Macro localización.....	6
Figura I. 2 Micro localización.....	6
Figura II. 1 Zona Metropolitana de Chetumal.....	15
Figura II. 2 Localización del municipio de Othón P. Blanco.	16
Figura II. 3 Etapas de desarrollo y ocupación (PDU,2018).....	18
Figura II. 4 Sectores hidrométricos de la ciudad de Chetumal.	19
Figura II. 5 Zonas del sector hidrométrico Insurgentes de la ciudad de Chetumal.	20
Figura II. 6 Comparación entre las pérdidas por fugas y el número de fugas reportadas por sector (2012-2016).....	21
Figura II. 7 Sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Chetumal.	22
Figura II. 8 Pozos de extracción del Sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Chetumal.....	23
Figura II. 9 Líneas de conducción-alimentación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Chetumal.	24
Figura II. 10 Regulación y Almacenamiento en la ciudad de Chetumal.....	25
Figura II. 11 Redes de distribución del sistema de abastecimiento de la ciudad de Chetumal por Sectores hidrométricos.....	26
Figura II. 12 Infraestructura de almacenamiento, regulación y distribución del sector Insurgentes. ...	27
Figura II. 13 Horarios de servicio en la zona Insurgentes Sur	28
Figura II. 14 Fotos de reparaciones a tuberías de la red de distribución por fugas.	30
Figura II. 15 Zona de Proyecto del Sector Insurgentes Sur de la ciudad de Chetumal.	32
Figura II. 16 Área de influencia por colonias del sector Insurgentes Sur.....	34
Figura II. 17 Área de influencia por colonias del sector Insurgentes Sur.....	42
Figura III. 1 Sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Chetumal.....	38
Figura III. 2 Infraestructura de almacenamiento y regulación del sector Insurgentes.....	40



Análisis Costo Beneficio

v

I. Resumen Ejecutivo

1. Datos básicos del PPI

<p>1.1. Nombre del PPI</p>	<p>Sectorización, sustitución de tuberías y micromedición del sector insurgentes Sur de la ciudad de Chetumal.</p>
-----------------------------------	--

1.2. Localización del PPI

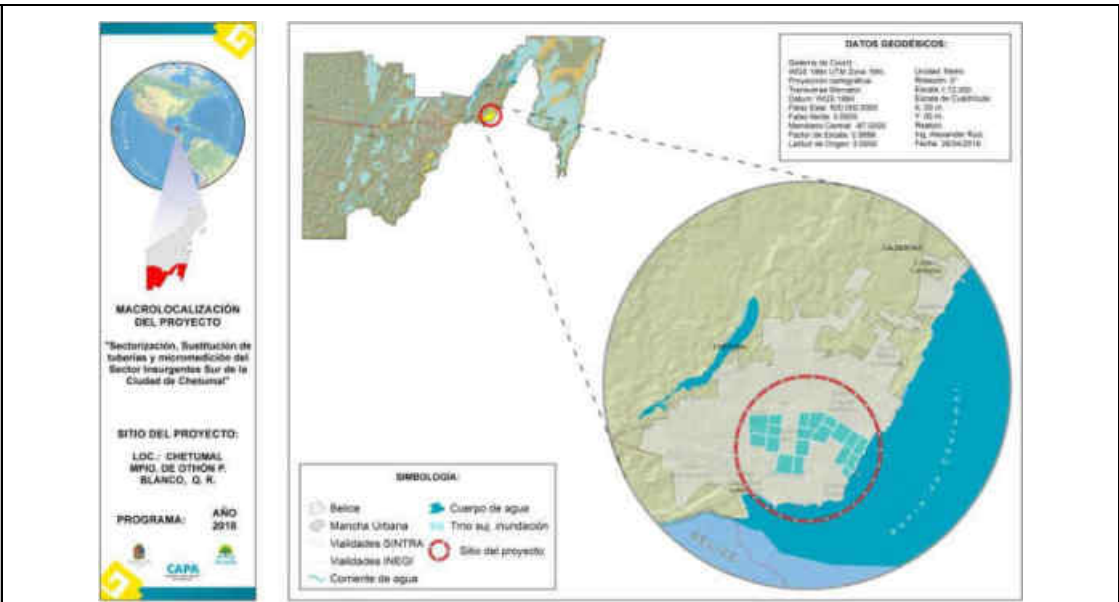


Figura I. 1 Macro localización

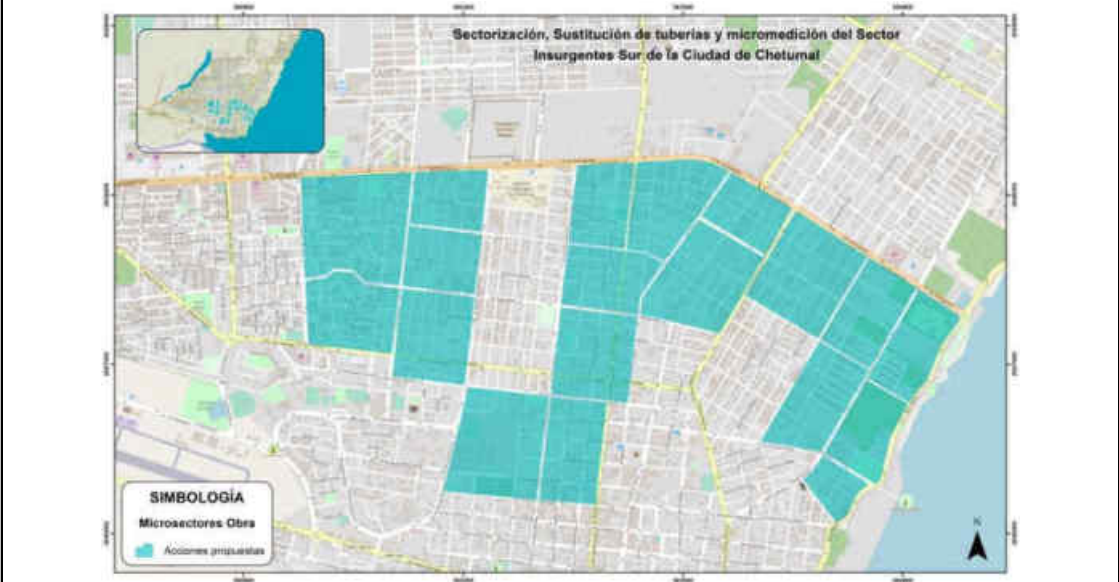


Figura I. 2 Micro localización



1.3. Monto total de inversión	El monto de la inversión es de \$ 139,426,074.04 (son: ciento treinta y nueve millones, cuatrocientos veintiséis mil, setenta y cuatro pesos 04/100 M.N.)		
	Los montos de inversión para cada uno de los componentes del proyecto que atiende la problemática identificada se detallan en el siguiente cuadro.		
Cuadro I. 1 Inversión Inicial, consolidado (en pesos a abril del 2018).			
Componente		Total	
		Sin IVA	Con IVA
1	Red de distribución	96,805,824.59	112,294,756.51
2	Tomas domiciliarias	18,896,301.64	21,919,709.91
3	Equipamiento	3,170,621.39	3,677,920.82
Subtotal componentes:		118,872,747.62	137,892,387.24
IVA (16.0%)		19,019,639.62	-
Otros Impuestos	Uno al millar (0.1%)	139,426.06	139,426.06
	Gastos de Administración (1.0%)	1,394,260.74	1,394,260.74
Subtotal de Impuestos:		20,553,326.42	1,533,686.80
Total:		139,426,074.04	139,426,074.04
Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de planeación de infraestructura de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del estado de Quintana Roo (CAPA).			

1.4. Objetivo del PPI	<p>Mejorar del servicio de distribución de agua potable en el sector Insurgentes Sur de la ciudad de Chetumal, del municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo.</p> <p>Con las obras propuestas se mejorarán las condiciones de eficiencia del sistema al reducir el nivel de pérdidas por fugas, lo que se traducirá en recuperación de caudal, por el correcto aislamiento de cada microsector, lo que permitirá un mejor control en la medición, el incremento de las presiones y las horas de servicio, en beneficio de los usuarios de la zona.</p> <p>Esto a su vez se traducirá en menores costos por reparaciones, al reducir el nivel de pérdidas, el incremento de la eficiencia física en la zona y por ende en la ciudad, al incrementar la medición del gasto que ingresa a la red y que es entregado efectivamente a los usuarios.</p>
------------------------------	---

1.5. Problemática identificada	<p>El sector Insurgentes de la ciudad de Chetumal, fue de los primeros sectores en conformarse, por lo que la infraestructura existente presenta una antigüedad superior a su vida útil lo que ocasiona que el material de las tuberías se vuelva susceptible a fracturas, colapsos y rupturas, dando como resultado fugas con altos volúmenes de pérdidas y la reducción de la presión afectando el suministro de agua potable a los usuarios y la eficiencia del sistema.</p>
---------------------------------------	---

Por lo anterior y para garantizar el servicio a los usuarios del sector, el Organismo operador se ha visto obligado a realizar “tandeos”, es decir, periodos de servicio que oscilan entre dos y cuatro horas al día, lo que provoca que dichos usuarios deban incurrir en gastos adicionales en la adquisición de dispositivos de almacenamiento (tinacos o cisternas) si desean contar con el vital líquido a cualquier hora del día.

1.6. Componentes y metas

El proyecto contempla las siguientes acciones, las cuales tienen como objetivo resolver la problemática actual y futura identificada:

- La sectorización y sustitución de tuberías del sector Insurgentes Sur;
- La sustitución de tomas domiciliarias;
- Y la instalación de equipamiento fijo de sectorización y macromedición a la entrada de cada microsector.

Se pretende la conformación de 19 microsectores en el sector hidrométrico Insurgentes Sur, cuyas acciones están programadas para ejecutarse durante el ejercicio 2018, a continuación se describen los principales componentes consolidados:

Cuadro I. 2 Metas por Componente, Consolidado

Componente	Descripción	Medida	Cantidad	
1	Red de distribución	Preliminares	ML	107,724.61
		Sustitución de red de distribución por el método de inserción por rompimiento (tubería 3" PEAD PE 4710, RD-21).	ML	74,034.00
		Sustitución red de distribución (tubería 4" PEAD PE 4710, RD-21).	ML	33,490.15
		Sustitución red de distribución (tubería 6" PEAD PE 4710, RD-21).	ML	200.46
		Sustitución de piezas especiales para red de distribución (PEAD, PVC y Fo Fo de 3, 4 y 6").	PZA.	1,193.00
2	Tomas domiciliarias	Sustitución toma domiciliaria 0.5" (tubería y piezas especiales Polipropileno).	PZA.	7,301.00
3	Equipamiento	Equipamiento fijo (medidor de gasto con transmisor remoto de 6" para red de distribución).	PZA.	19.00
		Equipamiento fijo (instalación válvula seccionamiento de compuerta vástago fijo 6" con caja de operación).	PZA.	19.00

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de Planeación de Infraestructura de la

CAPA.

2. Evaluación del PPI

2.1. Horizonte de Evaluación Se consideran 21 años de evaluación (se realizará inversión en el año 0 y se operará del año 1 al año 20).

2.2. Identificación y descripción de los principales costos del PPI

Los principales costos identificados se clasifican en inversión inicial, reinversiones por equipamiento, la operación y mantenimiento, los cuales presentan diferente periodicidad.

Para el proyecto integral los costos ascienden, en pesos a Valor Actual a abril 2018, a \$118,872,747.62 (son: ciento dieciocho millones, ochocientos setenta y dos mil, setecientos cuarenta y siete pesos 62/100 M.N.) por inversión inicial; \$1,513,289.75 (son: un millón, quinientos trece mil, doscientos ochenta y nueve pesos 75/100 M.N.) por acciones de mantenimiento correctivo (reequipamientos cada 5 años de operación de los equipos); \$72,779,683.08 (son: setenta y dos millones, setecientos setenta y nueve mil, seiscientos ochenta y tres pesos 08/100 M.N.) por la extracción, operación y mantenimiento del sistema.

A continuación se presentan los costos identificados, cuantificados y valorados para el proyecto en análisis.

Cuadro I. 3 Costos, Consolidado

Identificación	Cuantificación	Valoración	Periodicidad
Inversión inicial	Inversión	118,872,747.62	0 al 20
Reinversión equipamiento	Mantenimiento correctivo	1,513,289.75	Cada 5 años de operación
Costos de Operación y Mantenimiento	Operación del sistema + Mantenimiento correctivo	64,115,385.37	0 al 20
Costos de extracción	(M ³ producidos)*(costo de producción)	8,664,297.71	0 al 20

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de Planeación de Infraestructura de la CAPA.

2.3. Identificación y descripción de los principales

Se identificaron beneficios por los siguientes conceptos

- Ahorro en costos por la Liberación de recursos por métodos alternativos.
- Ahorro en costos por la liberación de recursos por extracción, tratamiento

beneficios del PPI	<p>(cloración), conducción, regulación y distribución.</p> <ul style="list-style-type: none"> Ahorro en costos por la liberación de recursos por mantenimiento. Se reduce la necesidad de inversiones futuras. <p>A continuación se presentan los beneficios identificados, cuantificados y valorados a Valor Actual a abril 2018, lo que representa un total de \$228,581,704.27 (Son: doscientos veintiocho millones, quinientos ochenta y un mil, setecientos cuatro pesos 27/100 M.N.), para el proyecto integral durante el horizonte de evaluación.</p> <p>Cuadro I. 4 Beneficios identificados del Proyecto.</p>			
	Identificación	Cuantificación	Valoración	Periodicidad
	<p>Liberación de recursos para asegurar el consumo.</p> <p>(beneficio por ahorro en costos para la compra de dispositivos de almacenamiento, costos de por la compra de agua en pipas y bombes intradomiciliarios)</p>	<p>[Costo implícito por abastecerse de agua (\$/m3)] * [metros cúbicos (m3) consumidos]</p>	133,382,732.01	1 al 20
	<p>Disminución de los índices de morbilidad.</p> <p>Se incurre en un beneficio adicional por disminución en enfermedades atribuibles al uso de métodos alternativos de abastecimiento de agua.</p>	<p>Debido a que no se cuenta con información acerca de este rubro, no puede cuantificarse ni valorarse</p>		
	<p>Liberación de costos por operación y mantenimiento.</p> <p>(menores costos por el tiempo dedicado a la detección y reparación de fugas, además de que con la sectorización será mucho más fácil aislar la zona afecta y reducir las afectaciones al restos del sistema)</p>	<p>Parte proporcional de la tubería de la red a sustituir</p>	81,318,766.22	1 al 20
<p>Beneficio por la reducción de la demanda total.</p> <p>Ahorro en costos por producción (extracción, cloración, conducción, regulación, distribución; además de reducir la necesidad de inversiones futuras)</p>	<p>Costo de producción por metro cúbico de agua (\$/m3)] * [metros cúbicos (m3) recuperados con el proyecto]</p>	13,880,206.03	0 al 20	



Análisis Costo Beneficio I. Resumen ejecutivo

	Fuente: Elaboración propia.
--	-----------------------------

3. Indicadores de Rentabilidad del PPI

3.1. Valor Presente Neto (VPN)	Valor Neto	<p>El Valor Presente Neto para el proyecto integral asciende a \$33,741,857.60 (Son: treinta y tres millones, setecientos cuarenta y un mil, ochocientos cincuenta y siete pesos 60/100 M.N.). A continuación se presenta el Valor Actual de los Costos Sociales, el Valor Actual de los Beneficios Sociales y el Valor Presente Neto Social.</p> <p>Cuadro I. 5 Rentabilidad del Proyecto.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Concepto</th> <th>Monto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Valor Actual de los Costos Sociales (VACS)</td> <td>(194,839,846.67)</td> </tr> <tr> <td>Inversión inicial</td> <td>(118,872,747.62)</td> </tr> <tr> <td>Reinversión equipamiento</td> <td>(3,187,415.98)</td> </tr> <tr> <td>Operación y Mantenimiento</td> <td>(64,115,385.37)</td> </tr> <tr> <td>Extracción</td> <td>(8,664,297.71)</td> </tr> <tr> <td>Valor Actual de los Beneficios Sociales (VABS)</td> <td>228,581,704.27</td> </tr> <tr> <td>Liberación de recursos</td> <td>228,581,704.27</td> </tr> <tr> <td>Valor Actual Neto Social (VANS)</td> <td>\$ 33,741,857.60</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: Elaboración propia.</p>	Concepto	Monto	Valor Actual de los Costos Sociales (VACS)	(194,839,846.67)	Inversión inicial	(118,872,747.62)	Reinversión equipamiento	(3,187,415.98)	Operación y Mantenimiento	(64,115,385.37)	Extracción	(8,664,297.71)	Valor Actual de los Beneficios Sociales (VABS)	228,581,704.27	Liberación de recursos	228,581,704.27	Valor Actual Neto Social (VANS)	\$ 33,741,857.60
Concepto	Monto																			
Valor Actual de los Costos Sociales (VACS)	(194,839,846.67)																			
Inversión inicial	(118,872,747.62)																			
Reinversión equipamiento	(3,187,415.98)																			
Operación y Mantenimiento	(64,115,385.37)																			
Extracción	(8,664,297.71)																			
Valor Actual de los Beneficios Sociales (VABS)	228,581,704.27																			
Liberación de recursos	228,581,704.27																			
Valor Actual Neto Social (VANS)	\$ 33,741,857.60																			

3.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)	La Tasa Interna de Retorno para el proyecto integral asciende a 14.64% .
---	---

3.3. Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	La Tasa de Rentabilidad Inmediata para el proyecto integral es de 13.01% para el primer año en que entra en operación el proyecto.
--	---

3.4. Riesgos asociados al PPI	<p>Las principales fuentes de riesgo pueden agruparse según la etapa en que se presentan, en inversión y en operación.</p> <p>Durante la inversión: por variaciones en los costos o en el tiempo de ejecución a causa de cambios en los precios unitarios y las cantidades contratadas, obras no consideradas, imprevistos, expropiaciones y consideraciones ambientales.</p> <p>Durante la operación: por variaciones en los beneficios a causa de los consumos</p>
--------------------------------------	--



realmente presentados, cambios en el crecimiento de la población, cambios en la urbanización y la sobrevaloración de los costos; así como por variaciones en los costos de mantenimiento a causa de un cambio en precios de insumos y actividades no consideradas.

Cuadro I. 6 Riesgos asociados al Proyecto.

Descripción	Factibilidad de ocurrencia	Análisis de posible impacto	Acciones para su mitigación
Que la convocatoria de licitación se declare desierta	Baja	El inicio de la obra se postergaría un mes y no se cumpliría el calendario de obra inicialmente propuesto	Revisión de la convocatoria, modificación del calendario de obra para asegurar su finalización este año
Cambio del precio internacional de los materiales	Baja	La inversión inicial se incrementaría	De presentarse, se analizaría el cambio del diseño del proyecto, a fin de ajustarse al presupuesto
Atraso de los trabajos por lluvias	Media	Se alargaría el periodo de obra, no terminando en la fecha establecida; se darían gastos no recuperables, incrementando la inversión	Debido al clima de la región, las posibles afectaciones por lluvias ya están consideradas en los tiempos y costos



4. Conclusión

4.1. Conclusión del análisis

De acuerdo con la evaluación realizada, el proyecto integral cuenta con una rentabilidad positiva por **\$33,741,857.60** medida mediante el Valor Presente Neto (VPN), y considerando beneficios por la Liberación de recursos. El proyecto presenta una rentabilidad social positiva.

Adicional a los beneficios cuantificados se deben considerar los beneficios que se podrían obtener en salud por reducción de los índices de morbilidad (asociados a los métodos de abastecimiento).

La Tasa Interna de Retorno Social (TIR) calculada es de **14.64%**, superior a la tasa social de descuento promedio propuesta por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), del 10.0%, lo cual implica que la rentabilidad social esperada del proyecto es mayor al costo de oportunidad.

La Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) calculada para el proyecto para su primer año de operación es de **13.01%**, superior a la tasa social de descuento promedio propuesta por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), del 10.0%, lo cual significa que es recomendable realizar el proyecto a la brevedad posible.

Del análisis de sensibilidad del **monto de inversión** del proyecto se concluye que, con un incremento menor al 27.64%, el proyecto aún sería rentable. Del análisis de sensibilidad de los **costos de operación y mantenimiento** del proyecto integral se concluye que, con un incremento menor al 46.36%, el proyecto aún sería rentable. Del análisis de **sensibilidad de los beneficios** del proyecto integral se concluye que, con una reducción menor al 14.76%, el proyecto aún sería rentable.



II. Situación Actual del PPI

a) Diagnóstico de la Situación Actual

CONTEXTO

El estado de Quintana Roo se ubica al sureste de la República Mexicana, colindando al norte con el Estado de Yucatán, al sur con Belice y parte de Guatemala, al este con el Mar Caribe y al oeste con el estado de Campeche. Quintana Roo se encuentra dividido políticamente en 11 municipios.

Quintana Roo cuenta con dos zonas metropolitanas (ZM):

- La ZM de Cancún (conformada por el municipio de Benito Juárez como central y el municipio de Isla Mujeres como municipio exterior; ubicada en la Región “Caribe Norte” del Estado, en donde se concentra más del 70.0% de la población del estado, de acuerdo al censo INEGI 2010).
- La recién creada ZM Chetumal (Abril 2018), con una superficie total de 9,958.2 Km² que tiene como eje central la ciudad de Chetumal e incluye a las comunidades de Calderitas, Nicolás Bravo, Javier Rojo Gómez, Álvaro Obregón y Sergio Butrón Casas, ubicada en la región “Frontera Sur” del Estado que comprende el municipio de Othón P. Blanco (ver Figura II. 1)

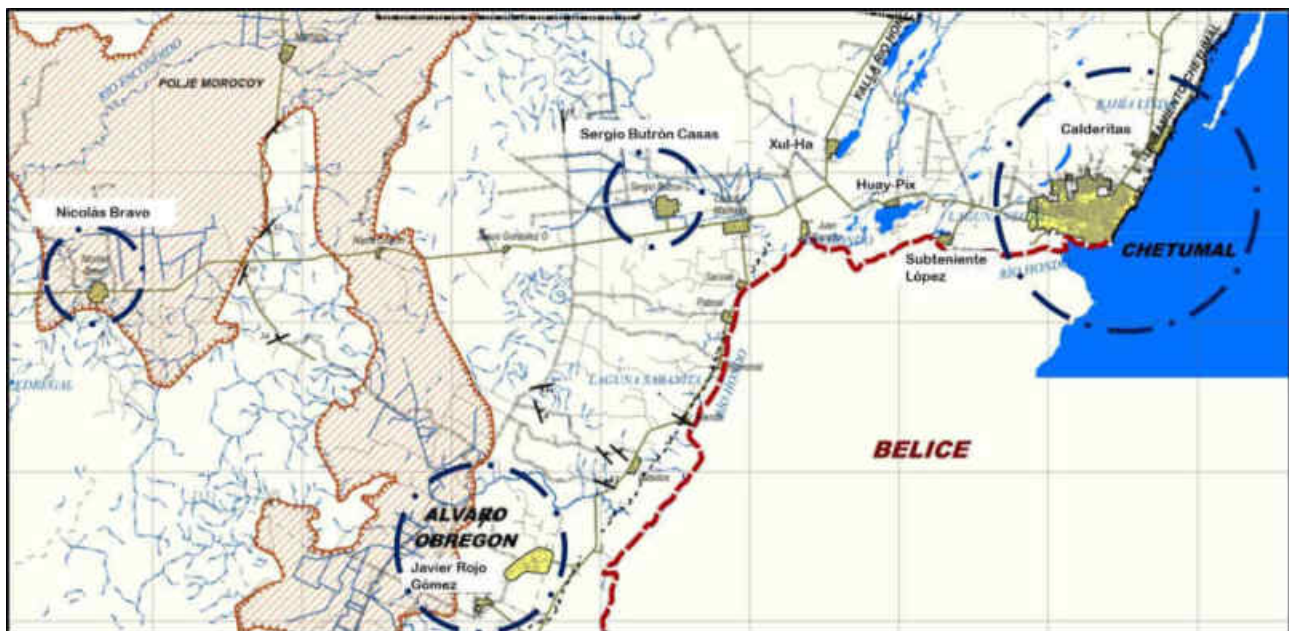


Figura II. 1 Zona Metropolitana de Chetumal.

El municipio de Othón P. Blanco se ubica al Sur del estado, tiene una extensión de 18,760 km² que representa el 36.9% del territorio estatal (es el más extenso del Estado), además de ser el quinto

a) Diagnóstico de la Situación Actual

municipio más grande del país. Limita al norte con el municipio de Bacalar; al oeste con el Municipio de Calakmul (Campeche), al sur con los Distritos de Corozal y Orange Walk (Belice) y al extremo suroeste con el departamento de “El Petén” (Guatemala). Es el segundo más poblado del Estado con una población de 224,080 habitantes (Encuesta intercensal INEGI 2015).

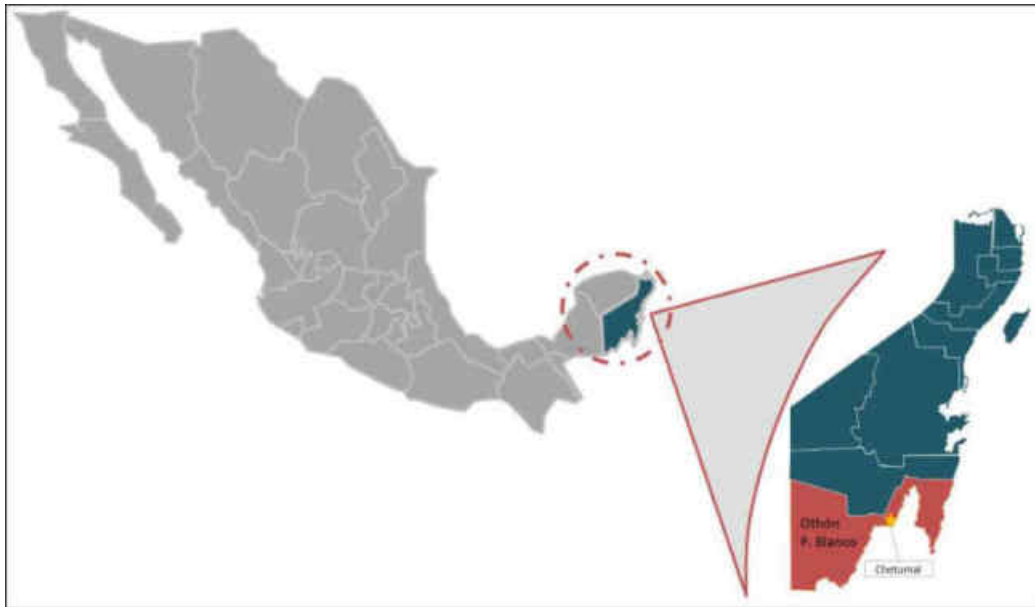
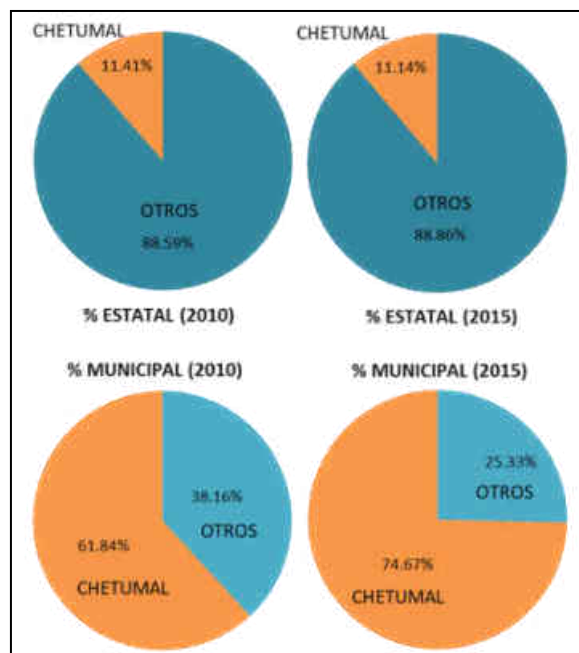


Figura II. 2 Localización del municipio de Othón P. Blanco.



La ciudad de Chetumal, capital del Estado y cabecera del municipal, se ubica en las coordenadas geográficas 18°30'13" latitud norte y 88°18'19" longitud oeste, con una altitud de 10 m.s.n.m. Su principal vía de acceso es por la Carretera Federal 186 que conecta a la ciudad con Escárcega e Xpujil del estado de Campeche, así mismo a unos 15 Km de la ciudad, entronca con la Carretera 186, la Carretera Federal 307 que comunica a la ciudad hacia el norte del Estado con la ciudad de Cancún.

En cuanto a la población, de acuerdo al Censo de Población y Vivienda del INEGI, para el año 2010 la Ciudad contaba con 151,243 habitantes, lo que representaba el 11.41% de la población estatal y el 61.84% de la población municipal. De acuerdo a la encuesta intercensal de 2015, la ciudad contaba con 167,316 habitantes (74.67% de la población municipal).

a) Diagnóstico de la Situación Actual

De acuerdo al Cuadro II. 1, la tasa media de crecimiento anual de la población de Chetumal, en las últimas décadas se ha ubicado por arriba de las medias Nacional y Municipal y se ha comportado de carácter constante al colocarse por encima del 2% anual en el periodo de 2005 a 2015 (.

Cuadro II. 1 Cálculo de la tasa media de crecimiento poblacional de la ciudad de Chetumal, del municipio de Othón P. Blanco, del estado de Quintana Roo y del Territorio Nacional.

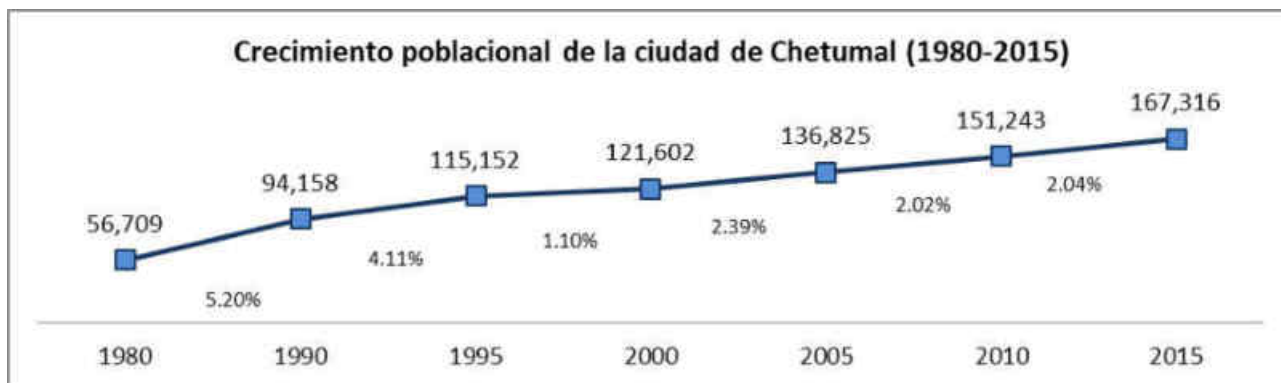
Año	Población				Tasa media de crecimiento anual			
	Nacional	Estatad	Municipal	Chetumal	Nacional	Estatad	Municipal	Chetumal
1980	66,846,833	225,985	97,999	56,709	-	-	-	-
1990	81,249,645	493,277	172,563	94,158	1.97%	8.12%	5.82%	5.20%
1995	91,158,290	703,536	202,046	115,152	2.33%	7.36%	3.20%	4.11%
2000	97,483,412	874,963	208,164	121,602	1.35%	4.46%	0.60%	1.10%
2005	103,263,388	1,135,309	219,763	136,825	1.16%	5.35%	1.09%	2.39%
2010	112,336,538	1,325,578	244,553	151,243	1.70%	3.15%	2.16%	2.02%
2015 ^{b/}	119,530,753	1,501,562	224,080	167,316	1.25%	2.52%	-1.73% ^{a/}	2.04%

Fuente: Elaboración propia con información de los Censos y Conteos de Población y Vivienda del INEGI

Notas:

^{a/} en 2011 mediante decreto se crea el municipio de Bacalar, separando su territorio del municipio de Othón P. Blanco.

^{b/} Encuesta Intercensal INEGI 2015



Gráfica II. 1 Crecimiento poblacional de la ciudad de Chetumal (1980-2015).

Debido a que la ciudad de Chetumal fue fundada junto al litoral de la Bahía, su crecimiento urbano ha seguido un modelo de “abanico”, por lo que, desde un punto de vista geométrico, el centro urbano de la ciudad se ubica en el extremo sur del área urbana.

El área urbana de la Ciudad (AU) y sus zonas de crecimiento (AU-RC) se encuentran definidas en el Programa de Desarrollo Urbano de Chetumal¹ (identificadas como de ocupación inmediata, corto plazo, mediano y largo plazo). Ver Figura II. 3

¹ Publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 27 de marzo de 2018.

a) Diagnóstico de la Situación Actual

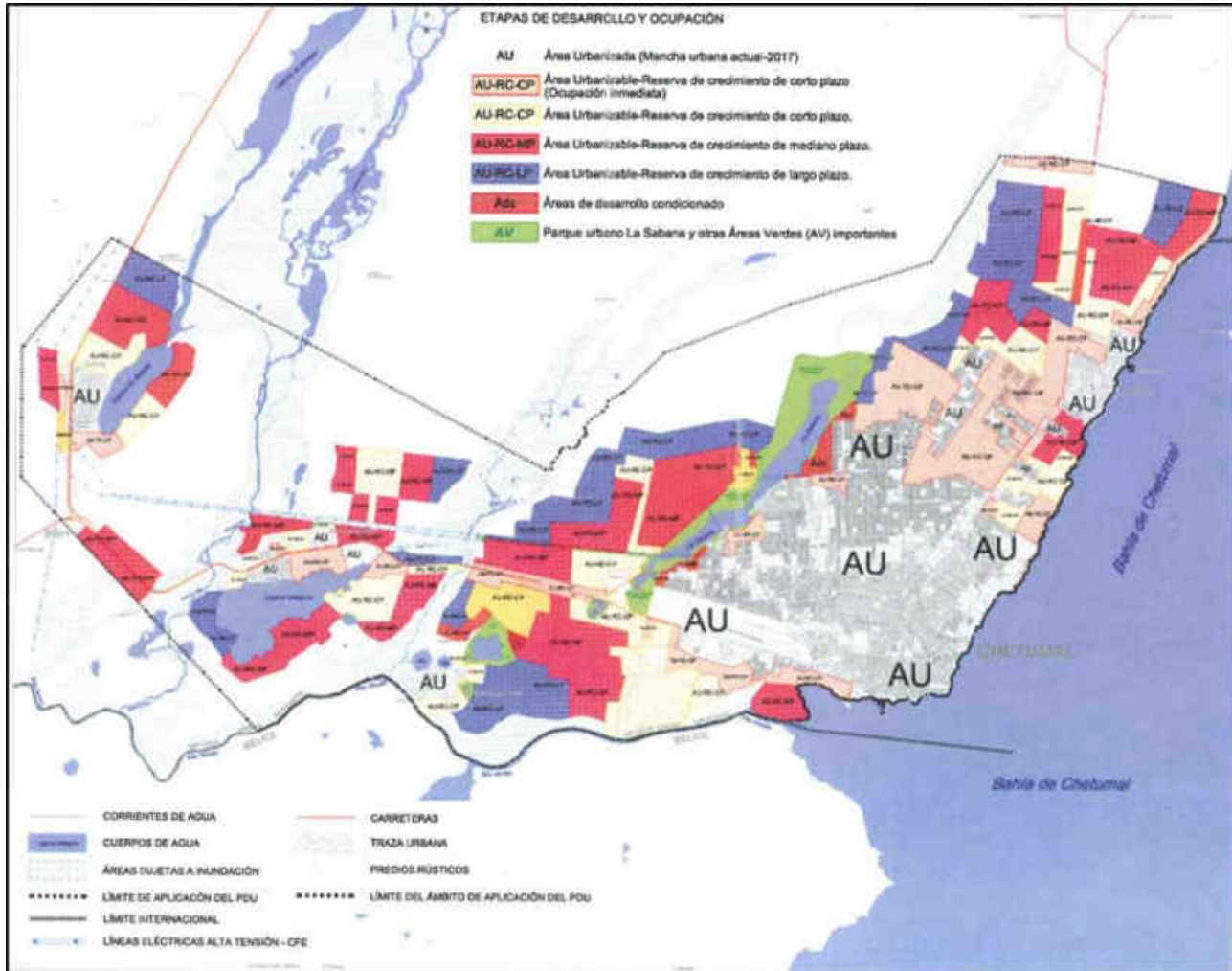


Figura II. 3 Etapas de desarrollo y ocupación (PDU,2018)

Asimismo, por su naturaleza como cabecera estatal y municipal, la ciudad concentra el equipamiento, los servicios y las actividades económicas propicios para que exista una alta dependencia en cuanto a la prestación de servicios y el predominio político-administrativo de la ciudad, pero además porque representa una fuente de empleo para los habitantes de las localidades conurbadas de Subteniente López, Huay-Pix y Xul-Ha, cuya incorporación a la dinámica urbana de la ciudad ha ocasionado un crecimiento tal en la demanda de servicios básicos que la capacidad de atención de las autoridades se ha visto rebasada.

a) Diagnóstico de la Situación Actual

PROBLEMÁTICA

El sistema de distribución de agua de la ciudad de Chetumal se encuentra dividido en sectores hidrométricos establecidos de acuerdo a la ubicación de los cárcamos y tanques de rebompeo: i) Insurgentes, ii) Bachilleres, iii) Aeropuerto (centro), iv) Solidaridad y v) Arboledas.



Figura II. 4 Sectores hidrométricos de la ciudad de Chetumal.

De éstos, los sectores Aeropuerto e Insurgentes comprenden la zona baja y este de la Ciudad denominada “Casco Antiguo”, fueron los primeros en conformarse por lo que en esta zona las redes de distribución han superado su periodo de vida útil con una antigüedad superior a los 30 años, esto aunado a la interconexión de las redes, determinan la existencia de constantes fugas, incrustaciones y taponamientos tanto en redes como en tomas domiciliarias que han provocado una pérdida de presión y la reducción del diámetro hidráulico lo que limita la capacidad del sistema para mantener un nivel de presiones adecuado y un control sobre el nivel de pérdidas.

Adicional a ello, se tienen rutas de atención distantes al lugar de bombeo (tanque) que afectan la presión, que al ser bajo afecta el consumo de los usuarios que habitan en las zonas lejanas, lo que repercute en la prestación del servicio, en cuanto a la continuidad del caudal entregado, el consumo promedio por habitante y la presión con que se entrega el agua en las tomas, que afectan significativamente la eficiencia del sistema.

a) Diagnóstico de la Situación Actual

Por lo anterior y para garantizar el servicio a los usuarios, el Organismo operador se ha visto obligado a realizar “tandeos”, es decir, definir periodos de servicio para dos zonas (Figura II. 5):

- Insurgentes Norte conocida como “Bosques”, con un horario de servicio que oscila entre siete y nueve horas al día;
- Insurgentes Sur conocida como “López Mateos”, con un horario de servicio que oscila entre dos y cuatro horas al día

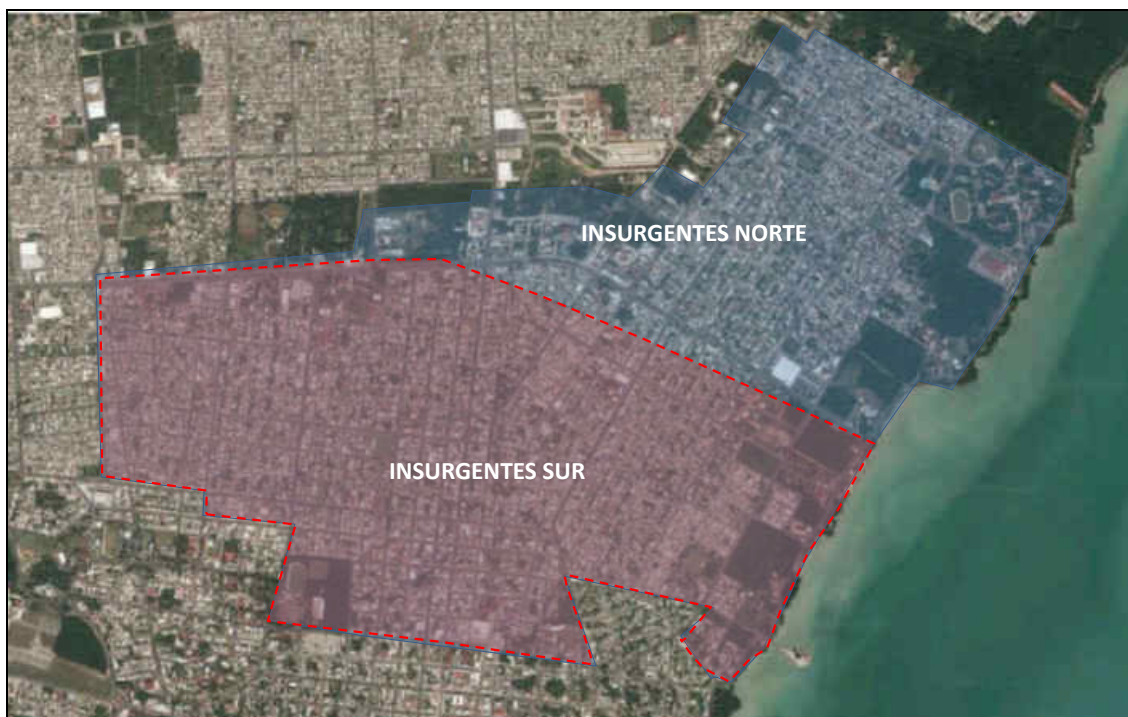


Figura II. 5 Zonas del sector hidrométrico Insurgentes de la ciudad de Chetumal.

Esto ocasiona que los usuarios de ambas zonas (sobre todo en la zona Sur, donde el horario de servicio es menor) deban incurrir en gastos adicionales en la adquisición de dispositivos de almacenamiento (tinacos o cisternas) si desean contar con el vital líquido a cualquier hora del día.

Por ello en 2015, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), elaboró un “*Estudio para la Evaluación y mejoramiento del sistema de captación y conducción de agua potable de la ciudad de Chetumal*”, en el que se realizó un diagnóstico del estado de la infraestructura existente, en donde se destaca que la pérdida del agua no contabilizada del sistema de agua potable en la Ciudad es del 66%²; es decir, una eficiencia física del 34% (por cada 100 M³ producidos, sólo 34 M³ son entregados a los usuarios).

² Incluye pérdidas físicas (desperdicios, fugas en tomas, líneas de conducción, válvulas y medidores) y pérdidas comerciales (clandestinaje, pipas, estimación del consumo, lecturas alteradas, etc.).

a) Diagnóstico de la Situación Actual

Con el análisis también se identificó que en la redes de distribución de la Ciudad, existen zonas de baja presión y con ausencia del suministro en los horarios de mayor consumo a causa de las fugas, derrames en tanques, errores en la medición, tomas clandestinas, entre otros. (Figura II. 6)

En el caso del Sector Insurgentes, se detectó que la tubería de las redes de distribución ha superado su periodo de vida útil lo que ocasiona que el material se vuelva susceptible a fracturas, colapsos y rupturas, dando como resultado fugas con altos volúmenes de pérdidas y la reducción de la presión afectando el suministro de agua potable a los usuarios.

En la Figura II. 6 se identifican los mayores volúmenes de pérdidas y número de fugas reportadas al 2016, se concentran en las zonas del sector Insurgentes (del cual la zona Sur es la más afectada).

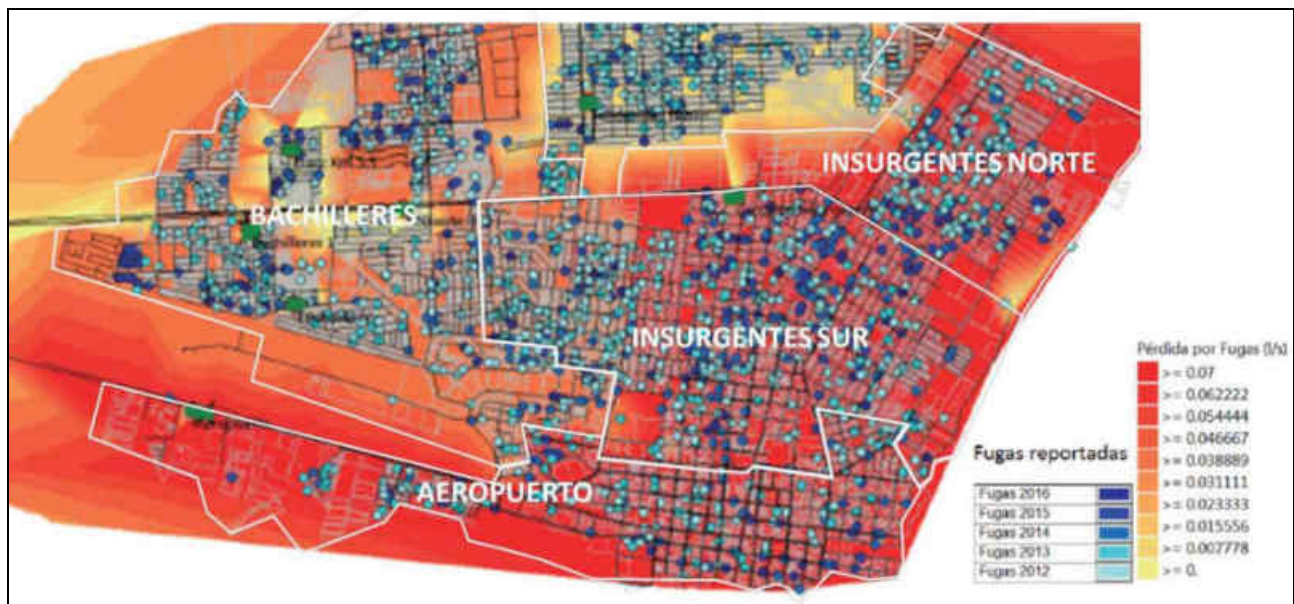


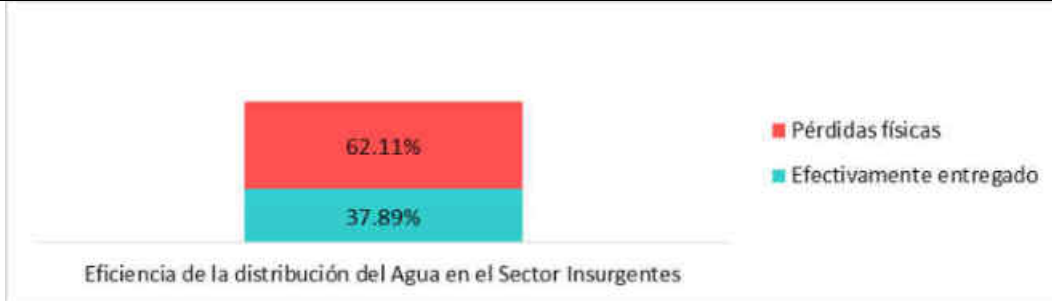
Figura II. 6 Comparación entre las pérdidas por fugas y el número de fugas reportadas por sector (2012-2016).

Fuente: Informe final del "Estudio para la evaluación y mejoramiento del sistema de captación y conducción de agua potable de la ciudad de Chetumal", IMTA, 2015, pág. 52.

De acuerdo a lo anterior, para 2017, de un total de 149.74 Litros por segundo (Lps, aproximadamente 4,722,195 M³) de volumen producido que se distribuyeron en el sector Insurgentes, únicamente se contabilizaron como efectivamente entregado a los usuarios un total de 56.73 Lps (aproximadamente 1,789,136 M³), lo que se refleja en una eficiencia física en el sector del 37.89%, con un promedio de pérdidas físicas del 62.11%³ ocasionado principalmente por el incorrecto aislamiento del sector y la antigüedad de las tuberías que ya han superado su periodo de vida útil.

³ Es preciso recalcar que en él también se encuentra implícito el agua-no contabilizada que se da por la falta de micromedición, los errores de medición y macromedición, tomas clandestinas, consumos promedios etc., que hacen que la eficiencia sea baja.

a) Diagnóstico de la Situación Actual



Considerando el elevado índice de pérdidas que se dan en el sector Insurgentes se hace necesaria la implementación de acciones para la eliminación de dichas pérdidas, acciones tales como la sectorización, ya que al integrar sectores hidrométricos facilitará la reducción de fugas y optimizará el funcionamiento hidráulico.

b) Análisis de la Oferta Actual o Infraestructura Existente

SISTEMA FORMAL

Por medio del Sistema de Agua Potable de la ciudad de Chetumal, el Organismo Operador Othón P. Blanco de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo (CAPA), se encarga de prestar el servicio de agua potable a la capital del Estado y a las localidades conurbadas de Juan Sarabia, Huay-Pix, Xul-Ha, Subteniente López, Calderitas y Luis Echeverría, además de la Zona Industrial de la Ciudad y la Escuela de Policías.

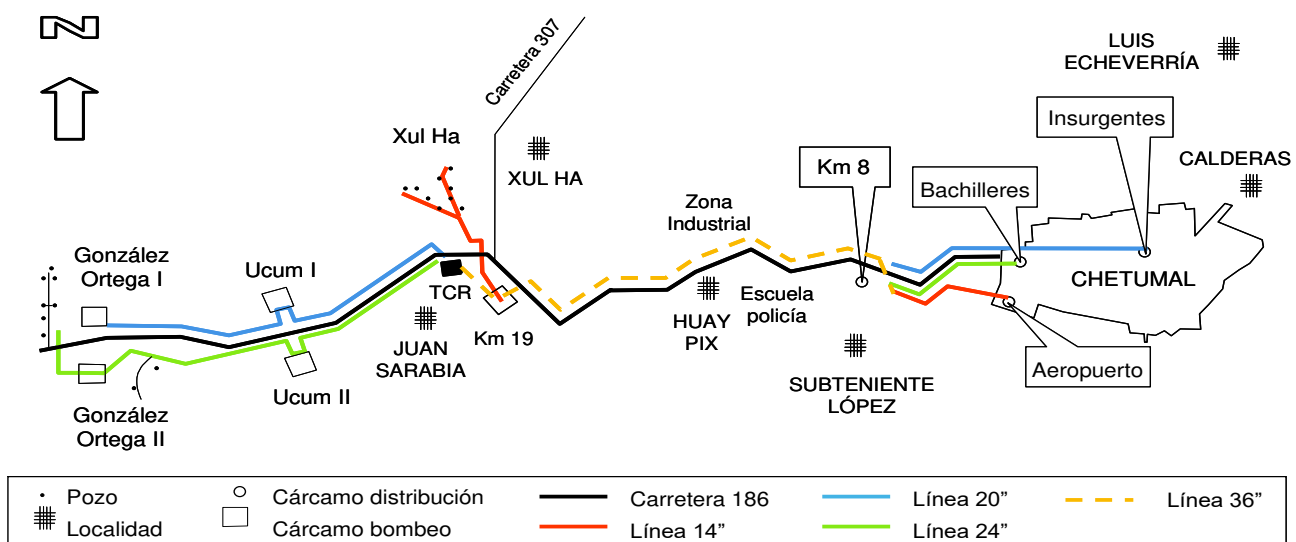


Figura II. 7 Sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Chetumal.

b) Análisis de la Oferta Actual o Infraestructura Existente

EXTRACCIÓN

El agua se obtiene de fuentes subterráneas mediante extracción, con 24 pozos construidos ubicados fuera de la Ciudad, con una capacidad instalada para 945 litros por segundo (Lps) y una producción de 697.65 Lps sin operar a su máxima capacidad, teniendo un caudal de reserva de 247.35 Lps.

Los pozos se encuentran distribuidos en dos baterías de pozos en el poblado de González Ortega (González Ortega I y II), a una distancia de 42 Km de la Ciudad sobre la carretera federal 186 (Chetumal-Escárcega), una tercera batería en las cercanías del poblado de Xul-Ha (a 23 Km de la ciudad). Adicionalmente existen dos pozos situados en las estaciones de bombeo Ucum I y II y dos pozos en el Tanque de cambio de régimen (TCR), a una distancia de 21.5 Km a Chetumal (Figura II. 8).

Cuadro II. 2 Pozos de extracción del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Chetumal.

Zona Extracción	González Ortega I y II	Estación de bombeo Ucum I y II	Tanque de Cambio de Régimen (TCR)	Xul-Ha	Total
Número de Pozos	14	2	2	6	24
Gasto (Lps)	472.25	0 ^{a/}	123.0	102.4	697.65

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de planeación de infraestructura de la CAPA.

Nota:

^{a/} Pozos fuera de operación.

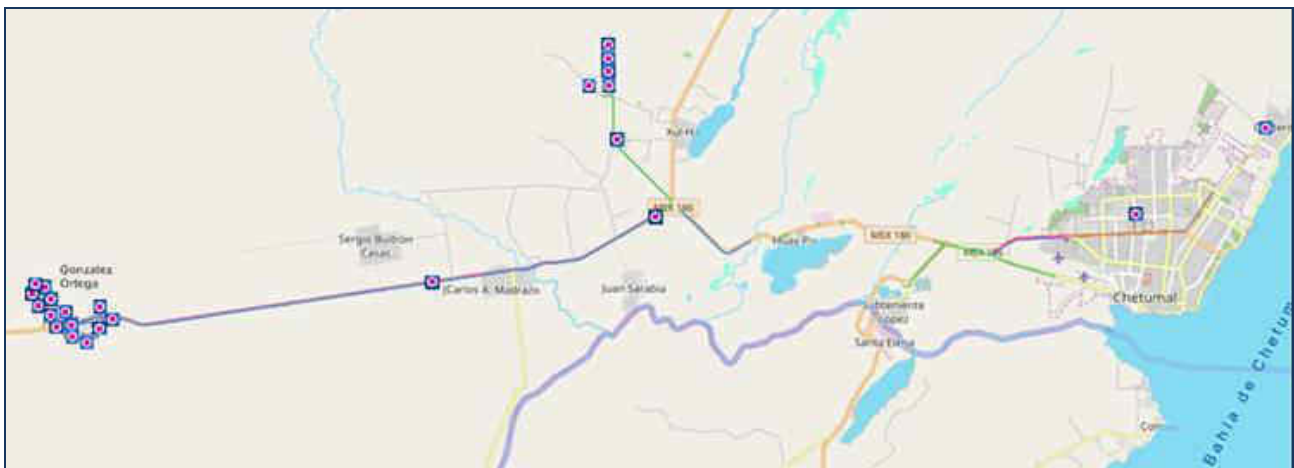


Figura II. 8 Pozos de extracción del Sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Chetumal.

CONDUCCIÓN

Para la conducción del vital líquido desde las zonas de extracción hacia la Ciudad de Chetumal, se cuenta con tuberías de distintos materiales y diámetros de las que se destacan las tuberías que conducen el agua de los cárcamos de bombeo de las zonas de extracción de González Ortega I y II

b) Análisis de la Oferta Actual o Infraestructura Existente

(de fibrocemento y PEAD de 20" y 24" respectivamente) a los cárcamos de rebombeo Ucum I y II y de éstos al Tanque de cambio de Régimen (TCR) del cual se deriva una línea de 36" que a la entrada de Chetumal se deriva en tres líneas secundarias de 24", 20" y 14" para abastecer a los sectores de distribución Bachilleres, Insurgentes y Aeropuerto respectivamente.

La línea de 24" entrega al tanque de regulación Bachilleres un gasto de 185 Lps, del cual se deriva una línea de 18" que entrega al tanque del sector Solidaridad un gasto total de 105 Lps; la de 20" entrega al tanque Insurgentes 149.74 Lps, que a su vez con una línea de 20" que entrega al tanque del sector Arboledas un gasto de 91 Lps y por último la línea de 14" que entrega al tanque del sector Aeropuerto un caudal de 95 Lps.

Cuadro II. 3 Líneas de conducción-alimentación del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Chetumal.

Sector Chetumal	Z.E. a Chetumal	Aeropuerto	Insurgentes	Bachilleres	Solidaridad	Arboledas	Total
Diámetro (")	20, 24 y 36"	14"	20	24"	18"	20"	
Km de conducción	68.45	2.57	7.52	3.81	3.32	6.29	91.96

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de planeación de infraestructura de la CAPA.



Figura II. 9 Líneas de conducción-alimentación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Chetumal.

b) Análisis de la Oferta Actual o Infraestructura Existente

REGULACIÓN/ALMACENAMIENTO

Para la regulación del agua potable, en la Ciudad se tiene una capacidad de 14,663 m³, distribuidos en 10 tanques superficiales, 4 tanques elevados, ubicados en zonas de la ciudad que permiten garantizar un correcto suministro de agua para la población.

Cuadro II. 4 Capacidad de regulación y almacenamiento del sistema de abastecimiento de la ciudad de Chetumal.

Sector Chetumal	Aeropuerto		Insurgentes		Bachilleres		Solidaridad		Arboledas		Total	
	#	M ³	#	M ³	#	M ³	#	M ³	#	M ³	#	M ³
Tanque elevado	1	567	1	491	2	982	-	-	-	-	4	2,040
Tanque de bombeo	-	-	1	144	-	-	-	-	-	-	1	144
Tanque superficial	1	1,632	2	4,143	2	2,001	2	2,765	3	1,939	10	12,479

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de planeación de infraestructura de la CAPA.



Figura II. 10 Regulación y Almacenamiento en la ciudad de Chetumal.

b) Análisis de la Oferta Actual o Infraestructura Existente

DISTRIBUCIÓN

Para la distribución del agua potable en la Ciudad se han establecido 5 sectores hidrométricos: i) Insurgentes, ii) Bachilleres, iii) Aeropuerto (centro), iv) Solidaridad y v) Arboledas, cada uno conformado por circuitos y líneas de agua potable, constituida de tuberías que van de 2" a 12" de diámetro en distintos materiales (PVC, Asbesto-cemento, etc.) con una longitud total aproximada de 677.47 Km.

La eficiencia física del sistema en la ciudad de Chetumal se estima en 34%, lo que implica que el 66% del volumen producido no es entregado a los usuarios.

Cuadro II. 5 Redes de distribución del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Chetumal.

Sector	Aeropuerto	Insurgentes	Bachilleres	Solidaridad	Arboledas	Total
Km de red	89.63	130.62	179.81	190.76	86.65	677.47

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de planeación de infraestructura de la CAPA.

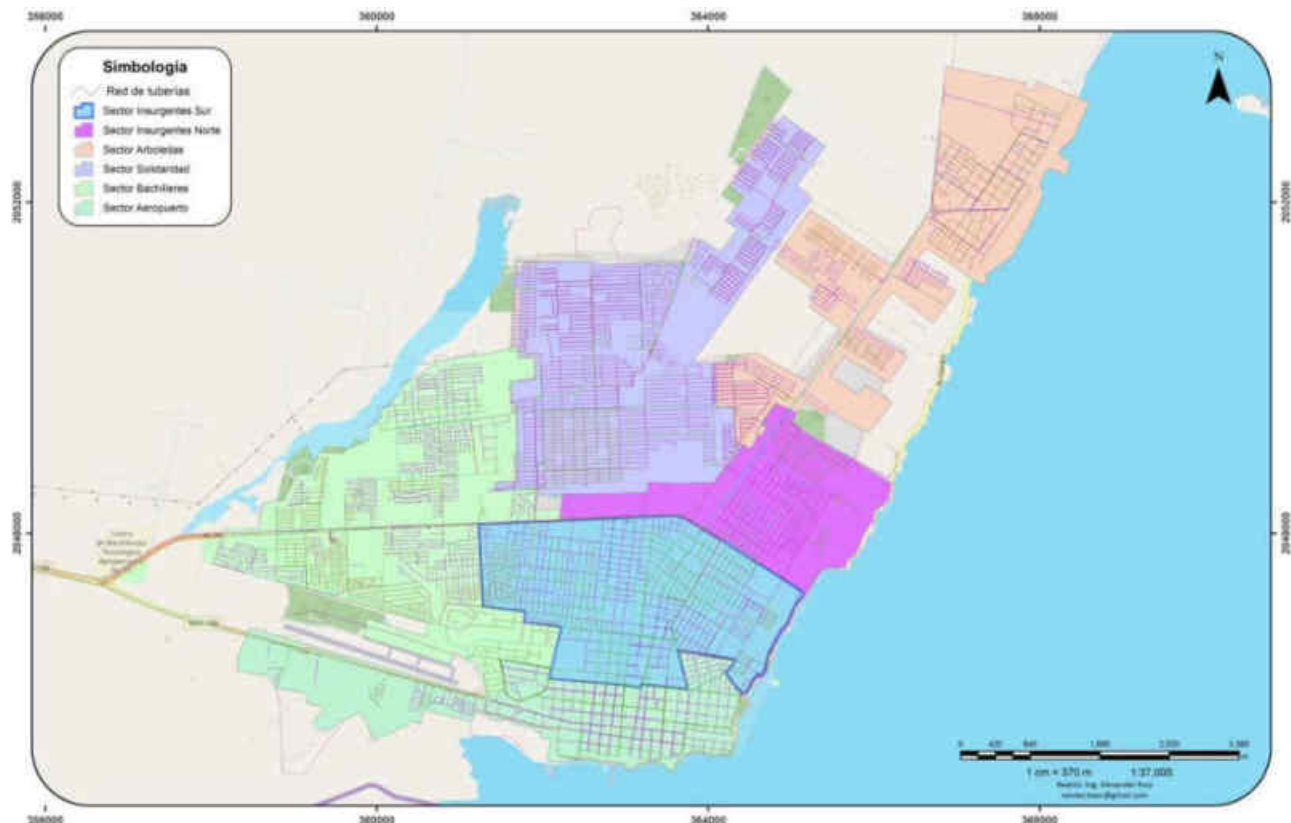


Figura II. 11 Redes de distribución del sistema de abastecimiento de la ciudad de Chetumal por Sectores hidrométricos.

b) Análisis de la Oferta Actual o Infraestructura Existente

De éstos, los sectores Aeropuerto e Insurgentes comprenden la zona baja y este de la ciudad denominado “Casco Antiguo”, en estas zonas las redes de distribución son antiguas (superior a los 30 años), por lo que su capacidad de conducción ha sido rebasada derivado del crecimiento de población en la zona y la ubicación de las instituciones administrativas de gobierno.

SECTOR INSURGENTES

En el sector Insurgentes de la ciudad de Chetumal, se cuenta con una capacidad de regulación de 4,778 M3 consistente en 2 tanques superficiales (Insurgentes 1 y 2) cada uno con capacidad para 2,071.27 M3, conectados a un tanque de bombeo (144 M3) que suministra a un tanque elevado (492 M3) que por medio de bombeo alimenta al Sector, la red de distribución consiste en tuberías de PVC de 2”, 2.5” y 3” de diámetro, con una antigüedad superior a los 30 años (lo que supera su vida útil).

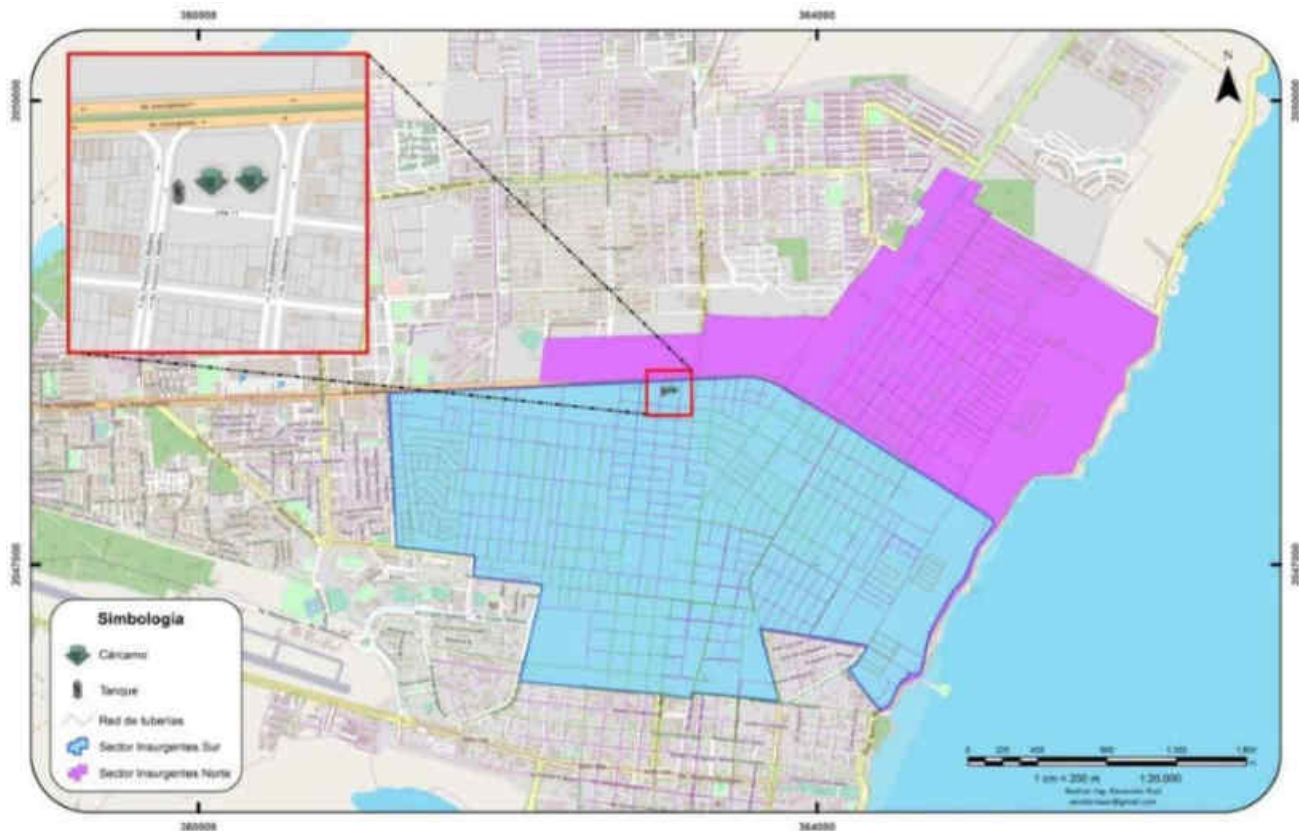


Figura II. 12 Infraestructura de almacenamiento, regulación y distribución del sector Insurgentes.

Para la distribución del caudal que ingresa al tanque se emplean 2 bombas, de las cuales la primera

b) Análisis de la Oferta Actual o Infraestructura Existente

opera las 24 horas del día y distribuye a todo el sector, mientras que la segunda opera de forma periódica⁴, es decir, 3 horas en la mañana para reforzar el gasto suministrado todo el sector y 6 horas en la noche para suministrar únicamente a la zona Insurgentes Norte (Bosques).

Es decir, se realizan tandeos por zona:

- Insurgentes Norte conocida como “Bosques”, con un horario de servicio que oscila entre seis y nueve horas al día;
- Insurgentes Sur conocida como “López Mateos”, con horarios de servicio distintos de cuatro, nueve y veinticuatro horas al día

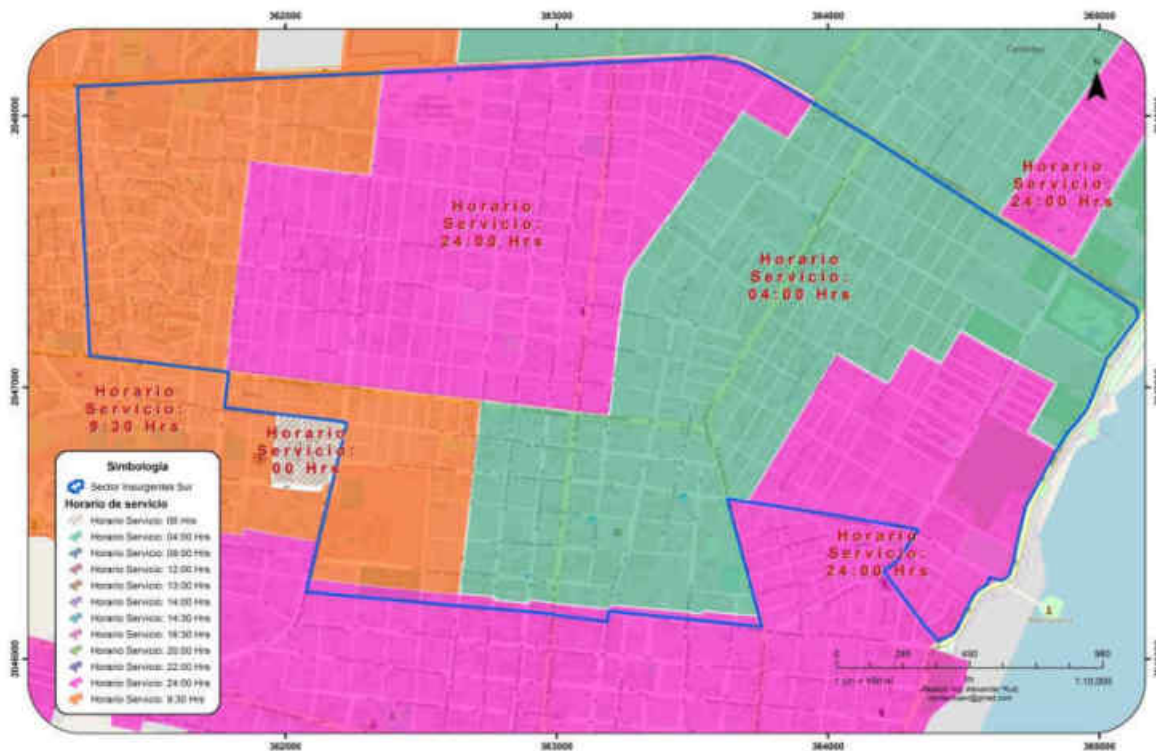


Figura II. 13 Horarios de servicio en la zona Insurgentes Sur

Fuente: Coordinación de Operación de la CAPA

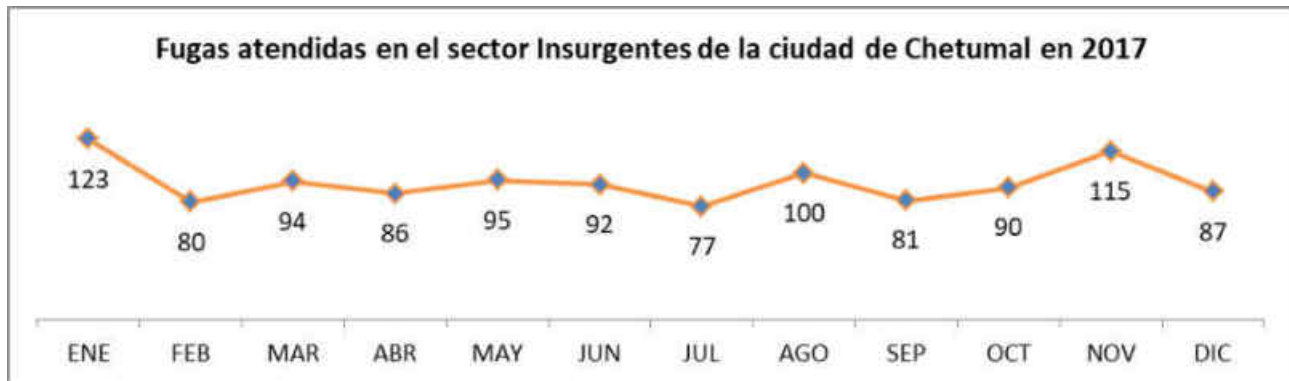
En la zona Insurgentes Sur, si bien la red de distribución cuenta con una cobertura del 100%, su configuración no está ordenada, es decir, existen muchas ramificaciones conectadas a las líneas primarias que le impiden llevar el agua a los puntos más alejados, a pesar de que cuentan con la capacidad de conducción. Esto aunado a las constantes fugas, los problemas de incrustaciones y taponamientos, han provocado además de la reducción del diámetro hidráulico, una pérdida considerable de presión, que traducida en una disminución tanto del caudal entregado en las tomas domiciliarias como de la calidad del agua, afectan significativamente la eficiencia del sistema.

⁴ Para ello existe un arreglo de válvulas que permiten el aislamiento de ambos sectores.

b) Análisis de la Oferta Actual o Infraestructura Existente

La antigüedad de las tuberías ha ocasionado que el material se vuelva susceptible a fracturas, colapsos y rupturas, dando como resultado fugas con altos volúmenes de pérdidas y la reducción de la presión de la red afectando el suministro de agua potable a los usuarios, quienes han debido incurrir en gastos adicionales en la adquisición de dispositivos de almacenamiento (tinacos o cisternas) si desean contar con el vital líquido a cualquier hora del día.

Además de que con ello el organismo operador ha tenido que incrementar sus costos de operación y mantenimiento para poder garantizar el servicio en la zona. Según información proporcionada por la CAPA, durante el último año (2017), en el sector se detectaron y repararon alrededor de 1,120 fugas (Figura II. 14), por un costo aproximado de \$1,120,000.00 (son: un millón ciento veinte mil pesos 00/100 M.N.).



Gráfica II. 2 Fugas detectadas y atendidas en el sector Insurgentes de la ciudad de Chetumal, en 2017.

Fuente: Elaboración propia con información de la coordinación de operación de la CAPA.

Considerando que en 2017 se produjo un total de 697.65 lps (aproximadamente 22,001,090.4 m³), considerando que los costos por operación y mantenimiento del sistema en 2017 ascendieron a \$144,663,625.48 (son: ciento cuarenta y cuatro millones, seiscientos sesenta y tres mil, seiscientos veinticinco pesos 48/100 M.N.) por lo que se estima que los costos de operación y mantenimiento actuales en la Ciudad ascienden a los 6.58 \$/m³, así como un costo por m³ producido en zonas de extracción de \$1.02.



b) Análisis de la Oferta Actual o Infraestructura Existente



Figura II. 14 Fotos de reparaciones a tuberías de la red de distribución por fugas.

La zona de proyecto, comprendida entre las vialidades 4 de Marzo, Insurgentes, Boulevard Bahía, Guadalupe, Primo de Verdad, Calzada Veracruz, Héroes de Chapultepec, Andrés Quintana Roo, Venustiano Carranza, Nápoles y San Salvador, con un área de 583.49 hectáreas y una población beneficiada de 26,210 habitantes, a quienes se les abastece con 73.67 Lps, equivalente a 2,323,257.12 m³ de agua potable al año (acumulado a diciembre 2017), se tiene un volumen facturado de 880,288 m³ al año (27.91 Lps), la diferencia (1,442,969.12 de m³) se considera como pérdidas en la red de distribución, teniendo una relación de eficiencia de aproximadamente un 37.89% (de cada 100 M³ que ingresan al sector, 37.89 M³ se entregan efectivamente a los usuarios).

En el Cuadro II. 6 se muestra la infraestructura de distribución existente, así como las colonias comprendidas en el área de influencia y el consumo en M³ y Lps acumulado a diciembre de 2017.

Cuadro II. 6 Infraestructura de distribución actual en el Sector Insurgentes Sur (zona de proyecto).

RED DISTRIBUCIÓN (ML)	TOMAS DOMICILIARIAS (PZA)	CAUDAL DISPONIBLE
-----------------------	---------------------------	-------------------



b) Análisis de la Oferta Actual o Infraestructura Existente

		M3	LPS
107,724.61	7,301	2,323,257.12	73.67

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de planeación de infraestructura de la CAPA.

Considerando que en la zona de proyecto se pretende la conformación de 19 microsectores, en la Figura II. 15 y en el siguiente cuadro se muestra, la infraestructura disponible, así como el número de tomas y el Caudal distribuido en la zona por microsector.

Cuadro II. 7 Infraestructura por microsector en el Sector Insurgentes Sur (Zona de Proyecto).

MICROSECTOR	RED DISTRIBUCIÓN (ML)	TOMAS DOMICILIARIAS (PZA)	CAUDAL DISPONIBLE	
			(M3)	LPS
1	10,403.17	853	268,371.36	8.51
2	8,562.20	662	214,444.80	6.8
3	2,720.58	190	75,686.40	2.4
4	3,861.92	321	109,745.28	3.48
5	6,436.95	473	158,941.44	5.04
9	5,430.91	197	81,362.88	2.58
10	5,608.65	290	91,139.04	2.89
11	5,758.04	276	99,969.12	3.17
12	7,666.42	370	147,273.12	4.67
13	6,525.81	265	131,189.76	4.16
14	6,128.43	413	132,451.20	4.2
15	3,908.98	254	87,039.36	2.76
16	7,527.20	613	205,299.36	6.51
19	7,740.87	672	193,000.32	6.12
21	3,891.86	267	55,188.00	1.75
22	6,827.73	838	175,340.16	5.56
23	3,435.16	159	42,258.24	1.34
24	3,226.48	96	27,120.96	0.86
25	2,063.25	92	27,436.32	0.87
TOTAL	107,724.61	7,301	2,323,257.12	73.67

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de planeación de infraestructura de la CAPA.



b) Análisis de la Oferta Actual o Infraestructura Existente

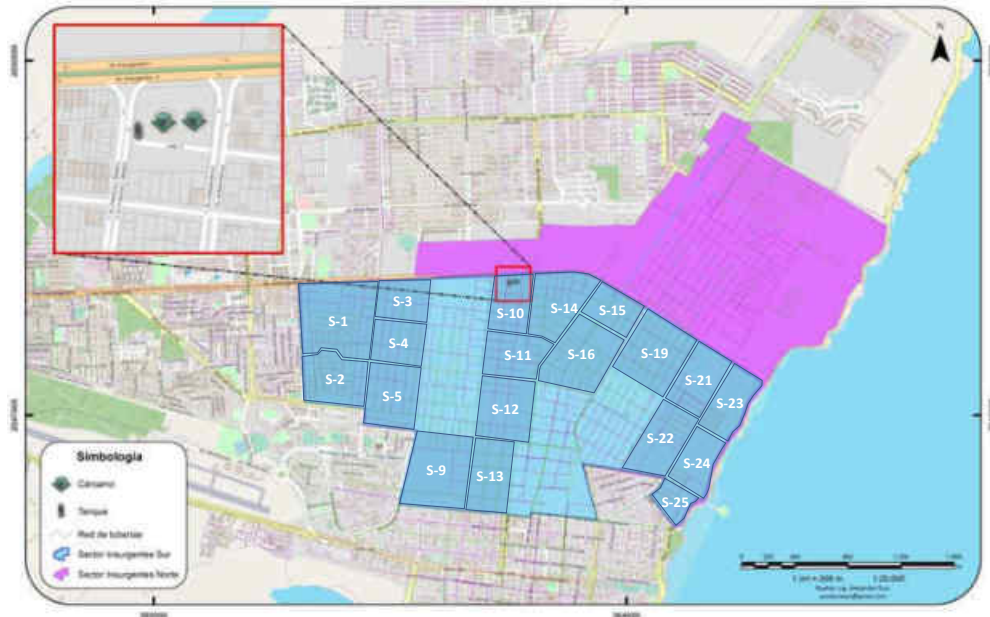


Figura II. 15 Zona de Proyecto del Sector Insurgentes Sur de la ciudad de Chetumal.

La zona de proyecto es abastecida con un total de 73.67 lps, de los cuales, de acuerdo al volumen facturado, sólo se entregan 27.91 lps. (880,288 m³/año) a una población de 26,210 habitantes, lo que representa una dotación promedio de 92.02 litros por habitante día (lt/hab/día).

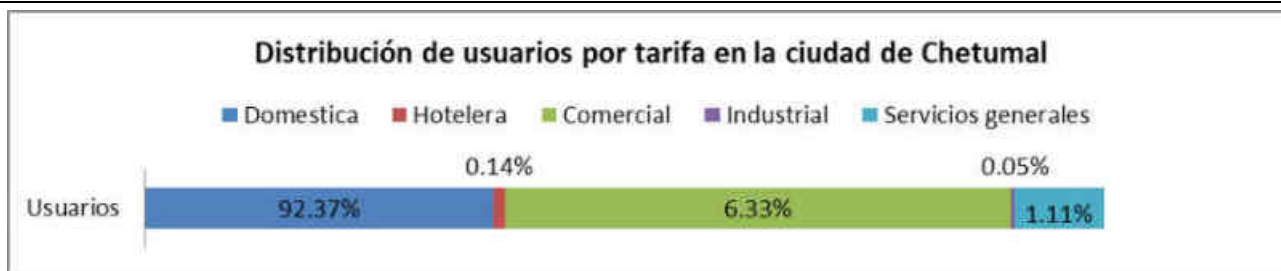
Considerando que el sistema Chetumal produce un total de 697.65 lps, de los cuales sólo se entregan efectivamente a la población de la zona de proyecto un promedio de 27.91 lps (acumulado diciembre 2017), los cuales se facturaron por un monto de \$11,675,480.35 (son; once millones, seiscientos setenta y cinco mil, cuatrocientos ochenta pesos 35/100 M.N.) del que se recauda aproximadamente el 53.81%⁵.

c) Análisis de la Demanda Actual

En la ciudad de Chetumal se cuenta con un padrón de 60,006 usuarios (diciembre 2017), de los cuales el 92.37% son domésticos, 6.33% son comerciales y el restante 1.30% son industriales, hoteleros y de servicios generales.

⁵ Eficiencia de cobro del año 2017 del Organismo Operador Othón P. Blanco de la CAPA (Incluye Chetumal y zona Rural)

c) Análisis de la Demanda Actual



Gráfica II. 3 Distribución de usuarios por tarifa en la ciudad de Chetumal (diciembre 2017).

Fuente: Elaboración propia con información de la Coordinación comercial de la CAPA.

En la zona de proyecto (Insurgentes Sur) se cuenta con 7,301 tomas conectadas, las cuales se clasifican de acuerdo al cuadro siguiente:

Cuadro II. 8 Clasificación por tipo de usuario de las tomas en la zona de proyecto (Insurgentes Sur).

		Domestica	Comercial	Industrial	Servicios generales	Total
Número de usuarios		6,452	713	3	14	7,301
%		88.37%	9.77%	0.04%	0.20%	100.0%
Consumo	M3	722,826	95,430	1,054	10,155	880,288
	LPS	22.92	3.03	0.03	0.32	27.91
	M³/toma/mes	9.34	11.15	29.28	60.45	145.80
Tarifa actual^{a/} (\$/m3)		10.698	9.86	4.936	25.563	25.226

Fuente: Elaboración propia con información de la Coordinación comercial de la CAPA.

Notas: ^{a/}Tarifas del mes de abril 2018 por metro cúbico, tomando como base el rango inferior (0-10), no incluye IVA.

La zona de influencia inmediata del proyecto (Insurgentes Sur) se encuentra comprendida en 583.49 hectáreas, entre las que se encuentran las colonias: Framboyanes, Aserradero (1974), Italia (1970), Taxistas (1974), Benito Juárez (1974), Josefa Ortiz de Domínguez (Polígono II), 20 de noviembre (1978), el primer cuadro de la colonia Centro, la David Gustavo G. Ruiz, Ley Federal de Aguas (1972), Infonavit Francisco J. Mújica (1975), Naval, S.A.H.O.P (1972), Adolfo López Mateos (1961-1964), Fraccionamiento las Brisas, Zona de Granjas (1960-1962), Fraccionamiento la Isla, Adolfo López Mateos, Fraccionamiento (Infonavit) del Mar, Infonavit Aarón Merino Fernández, Fraccionamiento Bahía y Fraccionamiento Edificación Estrella (Figura II. 16).

Cabe destacar que se trata de una zona completamente urbanizada, en donde se encuentran distintas oficinas gubernamentales.



c) Análisis de la Demanda Actual

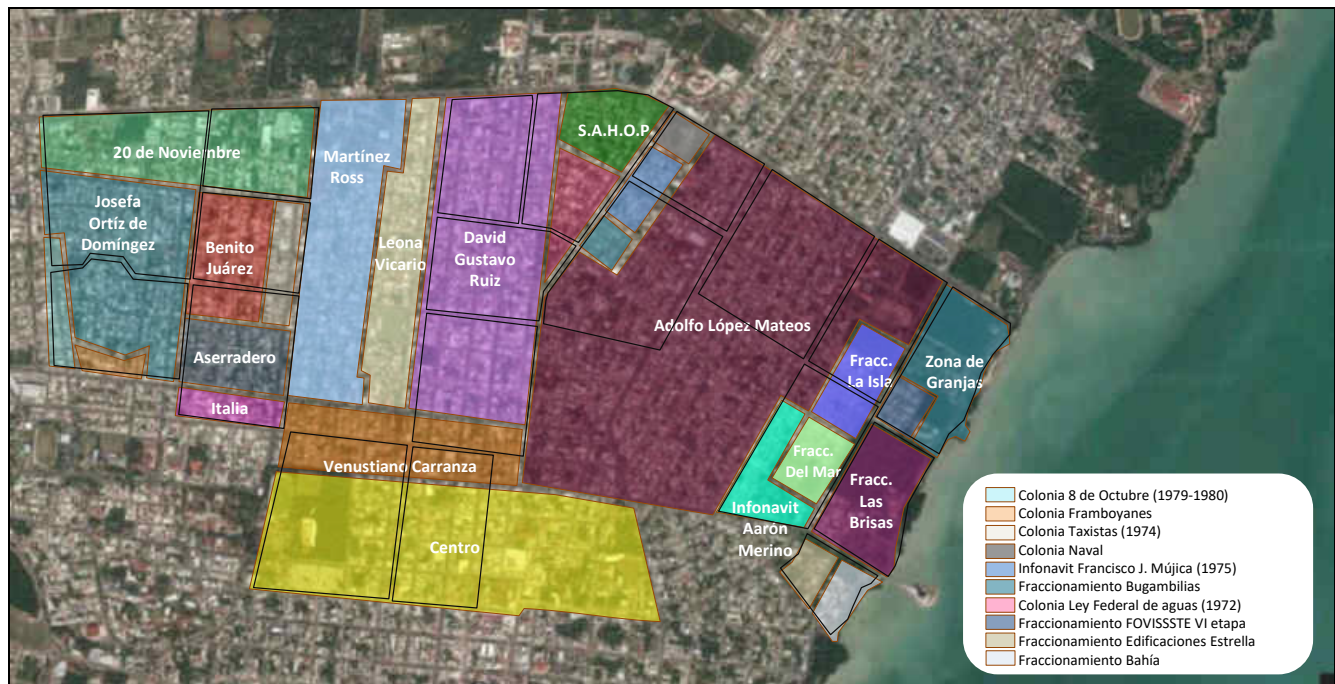


Figura II. 16 Área de influencia por colonias del sector Insurgentes Sur.

La distribución de los usuarios por colonia en la zona de proyecto y su volumen de consumo (acumulado a diciembre de 2017) se presenta en el siguiente Cuadro II. 9.

Cuadro II. 9 Población en área de influencia inmediata del Proyecto (Sector Insurgentes Sur).

COLONIAS	USUARIOS	CONSUMO	
		M3	LPS
Colonia 20 de Noviembre (1978)	464	64,742	2.05
Colonia 8 de Octubre (1979-1980)	159	19,074	0.6
Colonia Adolfo López Mateos (1961-1964)	1,287	159,968	5.07
Colonia Aserradero (1974)	256	29,104	0.92
Colonia Benito Juárez (1974)	339	41,100	1.3
Colonia Centro (primer cuadro)	369	59,296	1.88
Colonia David Gustavo G. Ruiz	1,023	125,428	3.98
Colonia Framboyanes	66	12,338	0.39
Colonia Italia (1970)	116	16,241	0.51
Colonia Josefa Ortiz de Domínguez. (Polígono II)	1,062	115,413	3.66
Colonia Ley Federal de aguas (1972)	126	15,301	0.49
Colonia Naval	59	6,173	0.2
Colonia S.A.H.O.P. (1972)	184	22,453	0.71
Colonia Taxistas (1974)	107	15,395	0.49
Colonia Venustiano Carranza (Casitas 1958)	295	36,441	1.16
Fraccionamiento Bahía	57	6,229	0.2

c) Análisis de la Demanda Actual

Fraccionamiento Bugambilias	122	12,498	0.4
Fraccionamiento del Mar (INFONAVIT)	173	15,589	0.49
Fraccionamiento Edificaciones Estrella	35	4,231	0.13
Fraccionamiento FOVISSSTE VI etapa	155	13,251	0.42
Fraccionamiento la isla	188	17,978	0.57
Fraccionamiento las brisas	89	10,322	0.33
INFONAVIT Aarón Merino Fernández (1975)	347	36,274	1.15
INFONAVIT Francisco J. Mujica (1975)	216	22,656	0.72
Zona de Granjas (1960-1962)	7	2,793	0.09
TOTAL	7,301	880,288	27.91

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de planeación de infraestructura de la CAPA.

La demanda satisfecha en la zona asciende a los 27.91 Ips, pero debido a que el suministro de agua se efectúa con tandeo la demanda puede ser mayor. Se ha observado que la mayor parte de los usuarios (80%) cuentan con cisterna y/o tinaco para solventar el problema de tandeo, mientras que la parte restante, algunos se ayudan de bombas con características de 0.5 hp para el bombeo intradomiciliario desde la toma de agua hasta su tinaco (Rotoplass) al interior de la vivienda (la presión sólo permite que el agua llegue a la toma en las inmediaciones del predio); otros incluso deben solicitar el servicio de pipas al menos una vez al mes o bien deben recurrir al acarreo intradomiciliario desde su toma hasta el interior de sus viviendas.

Cuadro II. 10 Métodos alternativos

MÉTODOS ALTERNATIVOS	%	USUARIOS
Cisterna	36.58%	2,671
Tinaco (Rotoplass)	43.42%	3,170
Acarreo intradomiciliario (Cubetas)	3.69%	269
Bombeo intradomiciliario (0.5 Hp)	15.10%	1,103
Pipas (10,000 L)	1.21%	88
TOTAL	100.00%	7,301

Esto representa costos por la adquisición, sustitución y mantenimiento tanto de los equipos de bombeo (con periodo de vida útil de dos años, un costo de adquisición de \$1,175 y costos de operación y mantenimiento de \$1,700 al año), como de los dispositivos de almacenamiento (con periodo de vida útil de 20 años, con un costo de adquisición por una capacidad de 750L de \$2,011, de mantenimiento anual de \$1,000) y de la compra de agua en pipa (con un costo promedio al año de \$6,000⁶).

⁶ Actualmente el costo de la compra del agua en pipa en la ciudad de Chetumal es de \$500 por un volumen de 10 M³.

d) Diagnóstico de la Interacción de la Oferta-Demanda

En la zona Insurgentes Sur, se cuenta con un servicio de agua potable por horario de cuatro, nueve y veinticuatro horas al día, ya que la infraestructura de distribución presenta una antigüedad superior a su vida útil, que ha ocasionado que el material de las tuberías se vuelva susceptible a fracturas, colapsos y rupturas, dando como resultado fugas con altos volúmenes de pérdidas y la reducción de la presión de la red afectando el suministro de agua potable a los usuarios y la eficiencia del sistema.

De acuerdo a cifras acumuladas a diciembre, en 2017, en el área se tiene una distribución de 73.67 Lps de los cuales se contabilizan y facturan 27.91 Lps, teniendo así una relación de eficiencia de aproximadamente un 37.89% (la diferencia se consideran pérdidas en la red de distribución⁷).

Asimismo, la eficiencia del sistema se ve comprometida por el elevado nivel de pérdidas por fugas y un incorrecto aislamiento del sector, por lo que los usuarios deben incurrir en costos para asegurar su consumo, tales como la adquisición o construcción de dispositivos de almacenamiento, así como métodos alternativos de abastecimiento (compra de agua en pipa, acarreo y/o bombeo intradomiciliario).

Además de que se tienen altos costos por mantenimiento al destinar personal a la atención de fugas de manera constante y periódica, el uso excedente de materiales para reparaciones, las rentas de equipo, entre otras acciones por mantenimiento correctivo (en 2017, el organismo operador destinó alrededor de \$1,120,000.00 para la detección y reparaciones de fugas en el sector).

De continuar operando bajo las condiciones actuales, el Sistema reduciría más aún la relación de eficiencia, o alternatively se tendría que incrementar el costo de mantenimiento de la red de distribución y, por lo tanto, el costo de operación.



⁷ Además del agua-no contabilizada que se da por la falta de micromedición, los errores de medición y macromedición, tomas clandestinas, consumos promedios etc., que hacen que la eficiencia sea baja.

III. Situación sin el PPI

Supuestos técnicos y económicos y horizonte de evaluación

Considerando el periodo de construcción y la vida útil del proyecto se establece un horizonte de evaluación de 21 años, periodo en que se contemplan los siguientes supuestos:

- Se considera que en el horizonte de evaluación, no habrá incorporación de nuevos usuarios a la red de distribución, por ser actualmente una zona totalmente urbanizada.
- Los usuarios no presentarán cambios en sus hábitos de consumo, (se mantendrá constante en el horizonte de análisis).
- La distribución, el consumo promedio y otras variables permanecerán constantes durante el horizonte del proyecto.

a) Optimizaciones

Con el fin de no atribuir al proyecto beneficios que no le corresponden se debe buscar optimizar la situación actual. Para ello se requiere analizar medidas administrativas de bajo costo que permitan obtener parte o la totalidad de beneficios identificados para el proyecto. Una vez optimizada la situación actual se debe determinar en el tiempo la denominada situación Sin Proyecto.

Como optimización se analizaron acciones, consistentes en la sustitución y/o mantenimientos menores en algunos de los componentes del sistema, dichas acciones tratan de:

- Con el fin de lograr cubrir al 100% la micromedición en el sector, con lo que se garantice el incremento en las eficiencias por concepto de consumo medido:
 - La sustitución de los micromedidores en la zona así como el mantenimiento preventivo y correctivo menor en donde éstos operen pero con deficiencias, consistirá en un programa anual, que en el caso de las sustituciones se realizarán al primer año por un monto de inversión de \$5,110,700.00 (son: cinco millones, ciento diez mil, setecientos pesos 00/100 M.N.), considerando el mantenimiento anual correspondiente al 10% de la inversión inicial, que proyectados al horizonte de evaluación de 20 años, se obtiene un costo al valor presente de \$9,462,322.96
 - Reparación y Mantenimiento de los macromedidores en la estación de distribución Insurgentes (a la entrada y salida del tanque) y en los sectores que actualmente están operando en la zona (microsectores 6, 7, 8, 17, 18 y 20), que trata de un programa anual, por un monto de \$170,000.00 (son: ciento setenta mil pesos 00/100 M.N.), que proyectados al horizonte de evaluación, se obtiene un costo al valor presente de \$1,617,305.83.
- La sustitución del múltiple de descarga de 18" existente en la estación de distribución (Insurgentes) por un monto de \$350,838.63 (son: trescientos cincuenta mil, ochocientos treinta y ocho pesos 63/100 M.N.), con un costo por mantenimiento anual de \$20,000.00 que



a) Optimizaciones

proyectados al horizonte de evaluación, representan un costo al valor presente de \$521,109.90. En tal sentido, al considerar las optimizaciones planteadas, se tendrían efectos positivos sobre la eficiencia del sistema, se estima que con éstas se podrá incrementar la eficiencia física en aproximadamente 3%, al incrementar la medición a la entrada del sector y a la entrega en la toma de los usuarios. Aunque éstos no solucionan en su conjunto los problemas de las pérdidas en la red que afectan la eficiencia y generan bajas presiones en la zona.

b) Análisis de la Oferta en caso de que el PPI no se lleve a cabo

SISTEMA FORMAL

Por medio del Sistema de Agua Potable de la ciudad de Chetumal, el Organismo Operador Othón P. Blanco de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo (CAPA), se encarga de prestar el servicio de agua potable a la capital del Estado y a las localidades conurbadas de Juan Sarabia, Huay-Pix, Xul-Ha, Subteniente López, Calderitas y Luis Echeverría, además de la Zona Industrial de la Ciudad y a la Escuela de Policías.

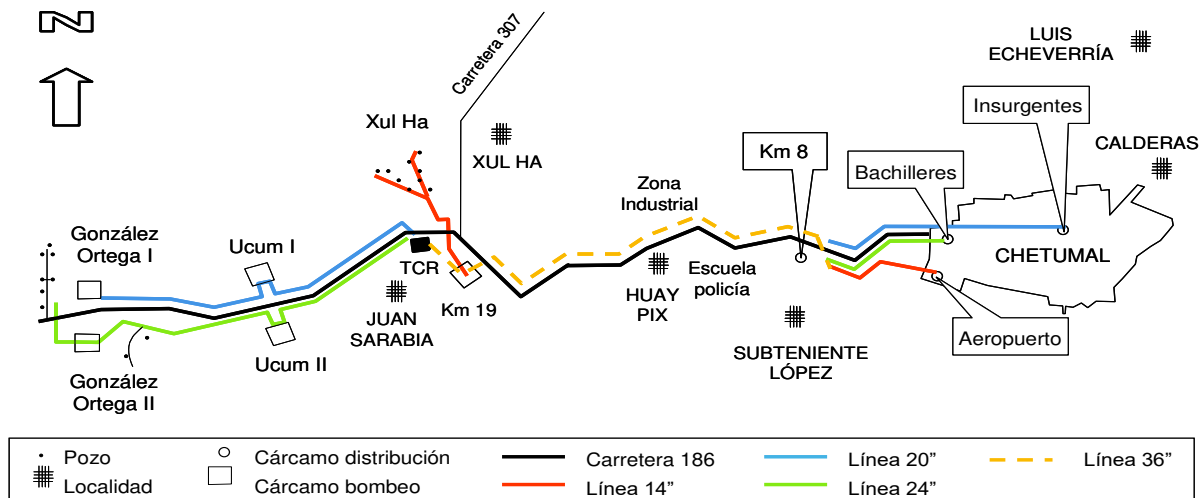


Figura III. 1 Sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Chetumal.

El agua se obtiene de fuentes subterráneas mediante extracción, con 24 pozos construidos ubicados fuera de la ciudad, con una capacidad instalada de 945 litros por segundo (Lps) y una producción de 697.65 Lps sin operar a su máxima capacidad, teniendo un caudal de reserva de 247.35 Lps.

Los pozos se encuentran distribuidos en dos baterías de pozos en el poblado de González Ortega (González Ortega I y II), a una distancia de 42 Km de la Ciudad sobre la carretera federal 186 (Chetumal-Escárcega), una tercera batería en las cercanías del poblado de Xul-Ha (a 23 Km de la ciudad). Adicionalmente existen dos pozos situados en las estaciones de bombeo Ucum I y II y dos



b) Análisis de la Oferta en caso de que el PPI no se lleve a cabo

pozos en el Tanque de cambio de régimen (TCR), a una distancia de 21.5 Km a Chetumal.

Para la conducción del vital líquido desde la zonas de extracción hacia la Ciudad de Chetumal, se cuenta con tuberías de distintos materiales y diámetros de las que se destacan las tuberías que conducen el agua de los cárcamos de rebombeo de las zonas de extracción al Tanque de Cambio de Régimen (TCR) del cual se deriva una línea de 36" que a la entrada de Chetumal se deriva en tres líneas secundarias de 24", 20" y 14" para abastecer a los sectores de distribución Bachilleres, Insurgentes y Aeropuerto respectivamente.

Para la distribución en la Ciudad se han establecido 5 sectores hidrométricos: i) Insurgentes, ii) Bachilleres, iii) Aeropuerto (centro), iv) Solidaridad y v) Arboledas, cada uno conformado por circuitos y líneas de agua potable, constituida de tuberías que van de 2" a 12" de diámetro en distintos materiales (PVC, Asbesto-cemento, etc.) con una longitud total aproximada de 677.47 Km. Actualmente se estima una eficiencia física del 34%, lo que implica que el 66% del volumen producido que ingresa a la ciudad de Chetumal no es entregado a los usuarios.

SECTOR INSURGENTES

El sector Insurgentes en conjunto con el sector Aeropuerto comprenden la zona baja y este de la ciudad denominado "Casco Antiguo", estas zonas se encuentran totalmente urbanizadas y concentran gran parte de las instituciones administrativas de gobierno.

En el sector Insurgentes de la ciudad de Chetumal, se cuenta con una capacidad de regulación de 4,778 M3 consistente en 2 tanques superficiales (Insurgentes 1 y 2) cada uno con capacidad para 2,071.27 M3, conectados a un tanque de bombeo (144 M3) que suministra a un tanque elevado (492 M3) que por medio de bombeo alimenta al Sector.

Para la distribución del caudal que ingresa al tanque se emplean 2 bombas, de las cuales la primera opera las 24 horas del día y distribuye a todo el sector (Insurgentes Norte y Sur), mientras que la segunda opera de forma periódica⁸, es decir, 3 horas en la mañana para reforzar el gasto suministrado a todo el sector y 6 horas en la noche para suministrar únicamente al sector Insurgentes Norte (Bosques).

⁸ Para ello existe un arreglo de válvulas que permiten el aislamiento de ambos sectores.

b) Análisis de la Oferta en caso de que el PPI no se lleve a cabo

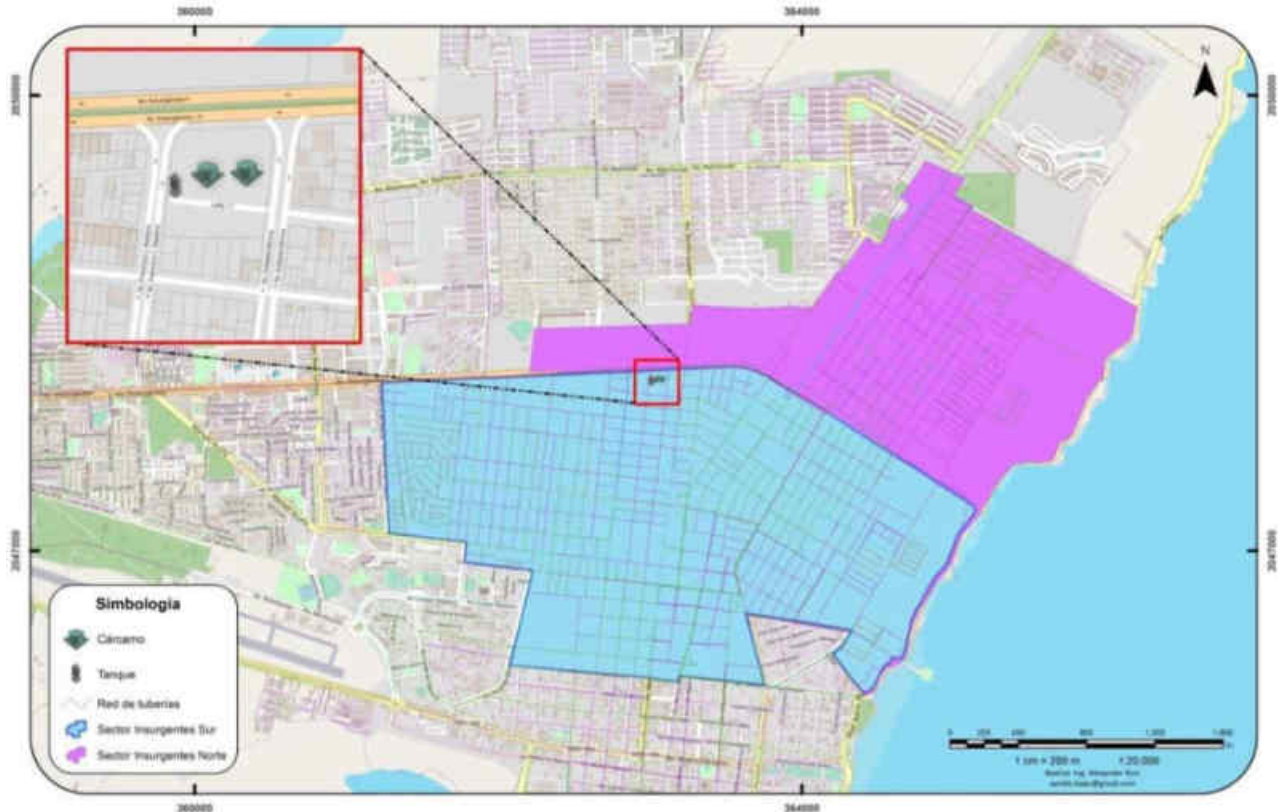


Figura III. 2 Infraestructura de almacenamiento y regulación del sector Insurgentes.

En lo que respecta a la red de distribución del sector, si bien se cuenta con una cobertura del 100%, su configuración no está ordenada, es decir, existen muchas ramificaciones conectadas a las líneas primarias que le impiden llevar el agua a los puntos más alejados a pesar de que cuentan con la capacidad de conducción.

Esto aunado a las constantes fugas, los problemas de incrustaciones y taponamientos, han provocado además de la reducción del diámetro hidráulico, una pérdida considerable de presión, que traducida en una disminución tanto del caudal entregado en las tomas domiciliarias como de la calidad del agua, afectan significativamente la eficiencia del sistema.

La antigüedad de las tuberías ha ocasionado que el material se vuelva susceptible a fracturas, colapsos y rupturas, dando como resultado fugas con altos volúmenes de pérdidas y la reducción de la presión de la red afectando el suministro de agua potable a los usuarios.

Según información proporcionada por la CAPA, los costos de operación y mantenimiento actuales de la infraestructura de agua potable del sistema en la ciudad ascienden a los 6.58 \$/m³ de agua que se distribuye en la ciudad; mientras que el costo de producción⁹ asciende a 1.02 \$/m³.

⁹ Incluye costos por concepto del pago de derechos, energía eléctrica por extracción y la conducción a la ciudad.



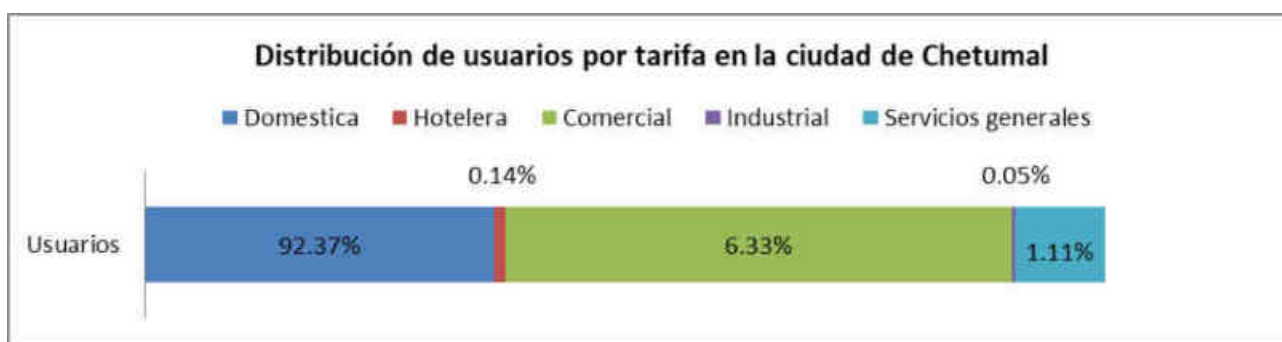
b) Análisis de la Oferta en caso de que el PPI no se lleve a cabo

Por lo que el Organismo operador ha emprendido acciones para el mejoramiento de la operación del sistema, consistentes en reparaciones y mantenimientos de carácter correctivos en tanques y red de distribución, que han permitido que en algunas zonas se logre la recuperación de presiones en algunas zonas del sector, pero que posterior a ello afecta la eficiencia debido a que la red por su antigüedad no soporta dicha carga y genera más pérdidas por fricción o incluso fisuras en las mismas.

Esto ocasiona que el organismo operador deba destinar aún más recursos para la detección de fugas no visibles y su reparación.

c) Análisis de la Demanda en caso de que el PPI no se lleve a cabo

En la ciudad de Chetumal se cuenta con un padrón de 60,006 usuarios (diciembre 2017), de los cuales el 92.37% son domésticos, 6.33% son comerciales y el restante 1.30% son industriales, hoteleros y de servicios generales.



Gráfica II. 4 Distribución de usuarios por tarifa en la ciudad de Chetumal (diciembre 2017).

Fuente: Elaboración propia con información de la Coordinación comercial de la CAPA.

En la zona de proyecto se cuenta con 7,301 tomas conectadas, las cuales se clasifican de acuerdo al cuadro siguiente:

Cuadro II. 11 Clasificación por tipo de usuario de las tomas en la zona de proyecto (Insurgentes Sur).

		Doméstica	Comercial	Industrial	Hotelera	Servicios generales	Total
Número de usuarios		6,452	713	3	14	119	7,301
%		88.37%	9.77%	0.04%	0.20%	1.63%	100.0%
Consumo	M3	722,826	95,430	1,054	10,155	50,823	880,288
	LPS	22.92	3.03	0.03	0.32	1.61	27.91
	M³/toma/mes	9.34	11.15	29.28	60.45	35.59	145.80
Tarifa actual^{a/} (\$/m3)		10.698	9.86	4.936	25.563	25.226	

Fuente: Elaboración propia con información de la Coordinación comercial de la CAPA.

Notas: ^{a/}Tarifas del mes de abril 2018 por metro cúbico, tomando como base el rango inferior (0-10), no incluye IVA.



c) Análisis de la Demanda en caso de que el PPI no se lleve a cabo

La zona de influencia inmediata del proyecto (Insurgentes Sur) se encuentra comprendida en 583.49 hectáreas, entre las que se encuentran las colonias: Framboyanes, Aserradero (1974), Italia (1970), Taxistas (1974), Benito Juárez (1974), Josefa Ortiz de Domínguez (Polígono II), 20 de noviembre (1978), el primer cuadro de la colonia Centro, la David Gustavo G. Ruiz, Ley Federal de Aguas (1972), Infonavit Francisco J. Mújica (1975), Naval, S.A.H.O.P (1972), Adolfo López Mateos (1961-1964), Fraccionamiento las Brisas, Zona de Granjas (1960-1962), Fraccionamiento la Isla, Adolfo López Mateos, Fraccionamiento (Infonavit) del Mar, Infonavit Aarón Merino Fernández, Fraccionamiento Bahía y Fraccionamiento Edificación Estrella (Figura II. 16).

Cabe destacar que se trata de una zona completamente urbanizada, en donde se encuentran distintas oficinas gubernamentales.

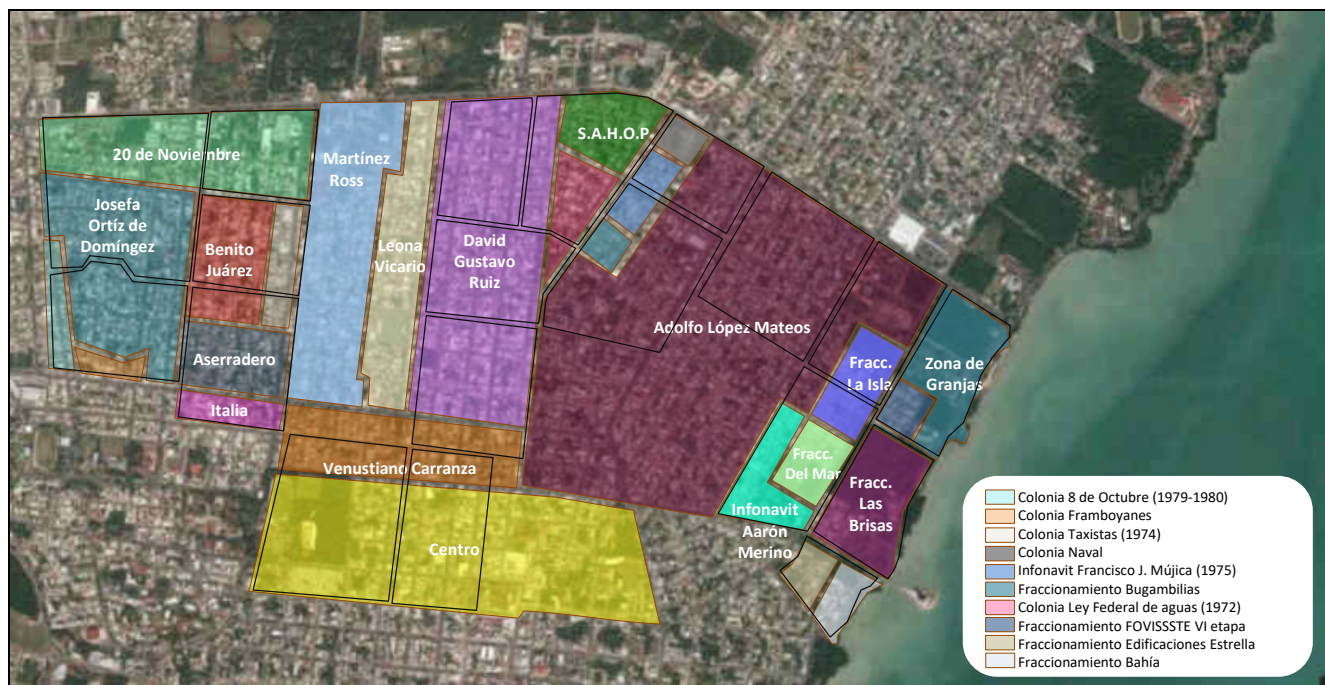


Figura II. 17 Área de influencia por colonias del sector Insurgentes Sur.

La distribución de los usuarios por colonia en la zona de proyecto y su volumen de consumo (acumulado a diciembre de 2017) se presenta en el siguiente Cuadro II. 9.

Cuadro II. 12 Población en área de influencia inmediata del Proyecto (Sector Insurgentes Sur).

COLONIAS	USUARIOS	CONSUMO	
		M3	LPS
Colonia 20 de Noviembre (1978)	464	64,742	2.05
Colonia 8 de Octubre (1979-1980)	159	19,074	0.6
Colonia Adolfo López Mateos (1961-1964)	1,287	159,968	5.07
Colonia Aserradero (1974)	256	29,104	0.92
Colonia Benito Juárez (1974)	339	41,100	1.3

c) Análisis de la Demanda en caso de que el PPI no se lleve a cabo

Colonia Centro (primer cuadro)	369	59,296	1.88
Colonia David Gustavo G. Ruiz	1,023	125,428	3.98
Colonia Framboyanes	66	12,338	0.39
Colonia Italia (1970)	116	16,241	0.51
Colonia Josefa Ortiz de Domínguez. (Polígono II)	1,062	115,413	3.66
Colonia Ley Federal de aguas (1972)	126	15,301	0.49
Colonia Naval	59	6,173	0.2
Colonia S.A.H.O.P. (1972)	184	22,453	0.71
Colonia Taxistas (1974)	107	15,395	0.49
Colonia Venustiano Carranza (Casitas 1958)	295	36,441	1.16
Fraccionamiento Bahía	57	6,229	0.2
Fraccionamiento Bugambilias	122	12,498	0.4
Fraccionamiento del Mar (INFONAVIT)	173	15,589	0.49
Fraccionamiento Edificaciones Estrella	35	4,231	0.13
Fraccionamiento FOVISSSTE VI etapa	155	13,251	0.42
Fraccionamiento la isla	188	17,978	0.57
Fraccionamiento las brisas	89	10,322	0.33
INFONAVIT Aarón Merino Fernández (1975)	347	36,274	1.15
INFONAVIT Francisco J. Mujica (1975)	216	22,656	0.72
Zona de Granjas (1960-1962)	7	2,793	0.09
TOTAL	7,301	880,288	27.91

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de planeación de infraestructura de la CAPA.

La demanda satisfecha en la zona asciende a los 27.91 lps, pero debido a que el suministro de agua se efectúa con tandeo la demanda puede ser mayor. Se ha observado que la mayor parte de los usuarios (80%) cuentan con cisterna y/o tinaco para solventar el problema de tandeo, mientras que la parte restante, algunos se ayudan de bombas con características de 0.5 hp para el bombeo intradomiciliario desde la toma de agua hasta su tinaco (Rotoplass) al interior de la vivienda (la presión sólo permite que el agua llegue a la toma en las inmediaciones del predio); otros incluso deben solicitar el servicio de pipas al menos una vez al mes o bien deben recurrir al acarreo intradomiciliario desde su toma hasta el interior de sus viviendas.

Cuadro II. 13 Métodos alternativos

MÉTODOS ALTERNATIVOS	%	USUARIOS
Cisterna	36.58%	2,671
Tinaco (Rotoplass)	43.42%	3,170
Acarreo intradomiciliario (Cubetas)	3.69%	269
Bombeo intradomiciliario (0.5 Hp)	15.10%	1,103
Pipas (10,000 L)	1.21%	88
TOTAL	100.00%	7,301

c) Análisis de la Demanda en caso de que el PPI no se lleve a cabo

Esto representa costos por la adquisición, sustitución y mantenimiento tanto de los equipos de bombeo (con periodo de vida útil de dos años, un costo de adquisición de \$1,175 y costos de operación y mantenimiento de \$1,700 al año), como de los dispositivos de almacenamiento (con periodo de vida útil de 20 años, con un costo de adquisición por una capacidad de 750L de \$2,011, de mantenimiento anual de \$1,000) y de la compra de agua en pipa (con un costo promedio al año de \$6,000¹⁰).

d) Diagnóstico Interacción Oferta-Demanda con Optimizaciones

En la zona Insurgentes Sur, se cuenta con un servicio de agua potable por horario de cuatro, nueve y veinticuatro horas al día, ya que la infraestructura de distribución presenta una antigüedad superior a su vida útil, que ha ocasionado que el material de las tuberías se vuelva susceptible a fracturas, colapsos y rupturas, dando como resultado fugas con altos volúmenes de pérdidas y la reducción de la presión de la red afectando el suministro de agua potable a los usuarios y la eficiencia del sistema.

De acuerdo a cifras acumuladas a diciembre, en 2017, en el área se tiene una distribución de 73.67 Lps de los cuales, con las acciones de optimización se logrará contabilizar y facturar 30.12 Lps, teniendo así una relación de eficiencia de aproximadamente un 40.89% (aunque el porcentaje pérdidas seguirá siendo elevado, la mayoría de ellas en la red de distribución).

Asimismo, la eficiencia del sistema se ve comprometida por el elevado nivel de pérdidas por fugas y un incorrecto aislamiento del sector, por lo que los usuarios aún deberán incurrir en costos para asegurar su consumo, tales como la adquisición o construcción de dispositivos de almacenamiento, así como métodos alternativos de abastecimiento (compra de agua en pipa, acarreo y/o bombeo intradomiciliario). Además de que se tienen altos costos por mantenimiento al destinar personal a la atención de fugas de manera constante y periódica, el uso excedente de materiales para reparaciones, las rentas de equipo, entre otras acciones por mantenimiento correctivo.

e) Alternativas de solución

Alternativa 1

Sustitución de tuberías mediante el método constructivo sin zanja

Consiste en la sectorización y sustitución de tuberías en el sector Insurgentes sur, mediante el suministro e instalación de 107,724.61 Ml de tuberías de PEAD de 3, 4 y 6 pulgadas de diámetro, la sustitución de 7,301 tomas domiciliarias, la instalación de 19 válvulas de seccionamiento y 19 medidores de flujo a la entrada de cada microsector. Tendrá una vida útil de 20 años y un costo de Inversión inicial sin IVA de \$ 118,872,747.62 (son: ciento dieciocho millones, ochocientos setenta y

¹⁰ Actualmente el costo de la compra del agua en pipa en la ciudad de Chetumal es de \$500 por un volumen de 10 M³.

Alternativa 1

dos mil, setecientos cuarenta y siete pesos 62/100 M.N.).

Con esto se logrará la conformación de 19 microsectores en la zona, cada uno operará de forma independiente, lo que garantizará la hermeticidad de la red y con ello una recuperación de caudal y presión, en beneficio de los usuarios de la zona.

Cada microsector estará compuesto por una línea envolvente de 4 pulgadas de diámetro con una red de distribución interior de 3", cuya interconexión a la línea principal se realizará a través de una línea de alimentación de 6" conectada a una caja de válvulas con una válvula de seccionamiento y medidor de flujo.

Cabe destacar que al tratarse de vialidades principales donde la afluencia vehicular es elevada, se propone realizar la sustitución de la tubería de 3 pulgadas de diámetro (74,034.0 MI) utilizando el método de inserción por rompimiento (pipe bursting), que consiste en la instalación de una tubería nueva en el espacio ocupado por el tubo antiguo, el cual se destruye e incorpora al suelo circundante conforme se va instalando la nueva tubería. Es una tecnología sin zanja (trenchless) muy recomendada para la sustitución de líneas de agua potable en zonas sensibles donde exista gran afluencia vehicular o edificios cercanos. Para evitar que el servicio se vea interrumpido durante el proceso constructivo, la tubería para la nueva red será instalada a un lado de la antigua, siguiendo su trazo, para posteriormente ser conectada cuando sea completada con las líneas envolventes y la línea de alimentación donde se instalarán las válvulas y medidores de flujo, dicha acción se realiza en aproximadamente 2 horas, por lo que el usuario no se verá afectado.

En el caso de la instalación de las tuberías para la construcción de las líneas envolventes y de alimentación de cada microsector, ésta será realizada por el método tradicional (con zanjas) ya que actualmente no existe infraestructura de este tipo en la zona (el flujo que ingresa a la red de distribución tiene un solo punto de entrada, lo que afecta actualmente a los puntos más lejanos a dicho punto, por la pérdida de presión).

Alternativa 2

Sustitución de tuberías mediante el método constructivo tradicional

Consistente en la sectorización y sustitución de tuberías en el sector Insurgentes sur, mediante el suministro e instalación de 107,724.61 MI de tuberías de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) de 3, 4 y 6 pulgadas de diámetro, la sustitución de 7,301 tomas domiciliarias, la instalación de 19 válvulas de seccionamiento y 19 medidores de flujo a la entrada de cada microsector. Tendrá una vida útil de 20 años y un costo de Inversión inicial sin IVA de \$ 132,127,804.94 (son: ciento treinta y dos millones, ciento veintisiete mil, ochocientos cuatro pesos 94/100 M.N.).

Con esto se logrará la conformación de 19 microsectores en la zona, cada uno operará de forma independiente, lo que garantizará la hermeticidad de la red y con ello una recuperación de caudal y presión, en beneficio de los usuarios de la zona.

La característica representativa de esta acción, consiste en que la instalación de las tuberías se realizará de manera "tradicional" es decir, se deberán abrir zanjas en el área, lo que implica que se

deba considerar un monto para la repavimentación, ya que se trata de una zona completamente urbanizada y que además abarca parte de la zona centro y este de la ciudad. Esto a su vez, afectará de manera negativa a los vehículos y peatones que transiten diariamente por la zona, ya que al abrir zanjas para la instalación de la nueva tubería, implica que se deban cerrar vialidades, para que la maquinaria pesada encargada de ello, pueda trabajar.

Selección de la alternativa

Al evaluar la alternativa 1 se observó que es técnicamente viable cuyo método constructivo genera menos incomodidades a la población ya que para su ejecución no es necesario el cierre de vialidades, ya que únicamente se “abren” ventanas de entrada y salida cada determinada longitud, lo que representa un menor impacto visual en el entorno.

En proyectos donde se emplea el método de “sin zanja” se tiene un impacto mucho menor en la zona del proyecto, no sólo por la reducción de la perturbación que causaría si se empleara el método tradicional, sino también por la reducción de la tensión y el efecto sobre el estilo de vida de la comunidad que habita, en particular durante la ejecución de grandes proyectos.

Además de que brinda mayor seguridad a los trabajadores y peatones, ya que cuanto mayor es el tiempo en que se tienen las zanjas abiertas por cualquier retraso en el proceso constructivo (en el caso del método tradicional), aumentan las posibilidades que ocurra algún accidente, por el contrario, en el caso del método “sin zanja” en el cual no es necesario excavar todo el tramo a renovar, que a su vez representa una mínima interrupción a las actividades de tráfico y los negocios, la reducción de daños en las superficies pavimentadas existentes, menos impactos ambientales adversos y menos interrupciones en el servicio de abastecimiento de agua potable en los patrones normales de vida de las personas que viven y trabajan alrededor de la zona de construcción.

Al analizar la alternativa 2 se observó que es técnicamente viable pero con costos preliminares elevados además de que genera externalidades negativas elevadas, ya que en la zona en estudio se encuentra completamente urbanizada con calles pavimentadas y vialidades de elevado tránsito vehicular, por lo que durante la ejecución, se generarán costos elevados.



IV. Situación con el PPI

a) Descripción general

Tipo de PPI			
Proyecto de infraestructura económica	<input type="checkbox"/>	Programa de adquisiciones	<input type="checkbox"/>
Proyecto de infraestructura social	<input type="checkbox"/>	Programa de mantenimiento	<input type="checkbox"/>
Proyecto de infraestructura gubernamental	<input type="checkbox"/>	Programa de adquisiciones de protección civil	<input type="checkbox"/>
Proyecto de inmuebles	<input type="checkbox"/>	Programa de mantenimiento de protección civil	<input type="checkbox"/>
Otros proyectos de inversión	<input type="checkbox"/>	Programa ambiental	<input type="checkbox"/>
		Otros programas de inversión	<input type="checkbox"/>

Descripción del PPI

El proyecto consiste en la sectorización y sustitución de tuberías en el sector Insurgentes sur, mediante el suministro e instalación de 107,724.61 MI de tuberías de PEAD de 3, 4 y 6 pulgadas (") de diámetro, para la conexión de 7,301 tomas domiciliarias, la instalación de 19 válvulas de seccionamiento y 19 medidores de flujo a la entrada de cada microsector.

Con la realización del proyecto se tendrá la consolidación de 19 microsectores en la zona del Sector Insurgentes Sur de la ciudad de Chetumal. Cada uno compuesto por una línea envolvente de 4" con una red de distribución interior de 3", cuya interconexión a la línea principal se realizará a través de una línea de alimentación de 6" conectada a una caja de válvulas con una válvula de seccionamiento y medidor de flujo del mismo diámetro.

La zona de influencia inmediata del Proyecto comprende las colonias de Framboyanes, Aserradero (1974), Italia (1970), Taxistas (1974), Benito Juárez (1974), Polígono II y 20 de noviembre (1978), primer cuadro de la colonia Centro, la David Gustavo G. Ruiz, Ley Federal de Aguas (1972), Infonavit Francisco J. Mújica (1975), Naval, S.A.H.O.P (1972), Adolfo López Mateos (1961-1964), Fraccionamiento las Brisas y Fraccionamiento Zona de Granjas (1960-1962), Fraccionamiento la Isla, Adolfo López Mateos, Fraccionamiento (Infonavit) del Mar, Infonavit Aarón Merino Fernández, Fraccionamiento Bahía y Fraccionamiento Edificación Estrella.

Con él se definirán microsectores, a partir de la clausura de algunos puntos de unión en las redes para formar circuitos primarios cerrados, de tal forma que se logre restringir el paso de agua de un microsector a otro con lo que se mejorará la administración del líquido, además de que con él se logre una medición más exacta de los caudales a distribuir y un control operativo más eficiente ya que se las redes primarias se interconectarán en un solo punto denominado de entrega y en donde se colocará una válvula de distrito y un medidor de gasto.

Descripción del PPI

Asimismo, se pretende la sustitución de las tomas domiciliarias con el fin de detectar y corregir las fugas en tomas, que serán más fácilmente identificables conforme se presuricen las redes de distribución.

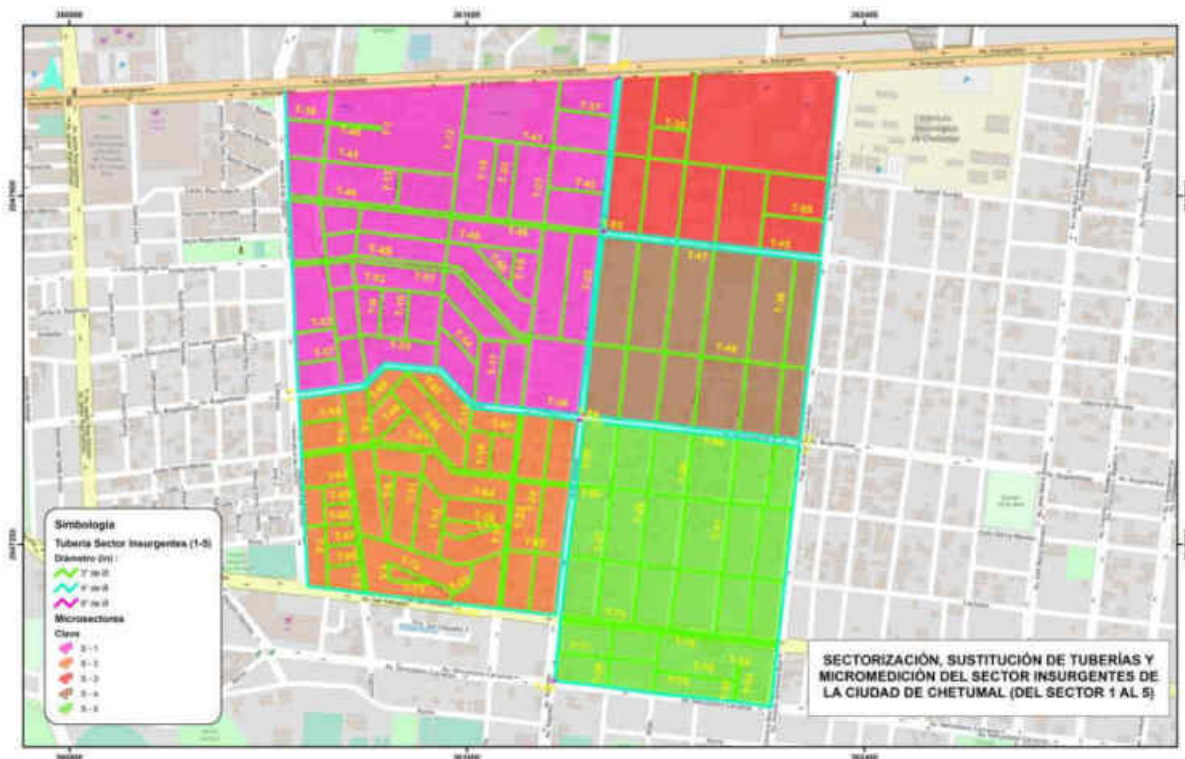
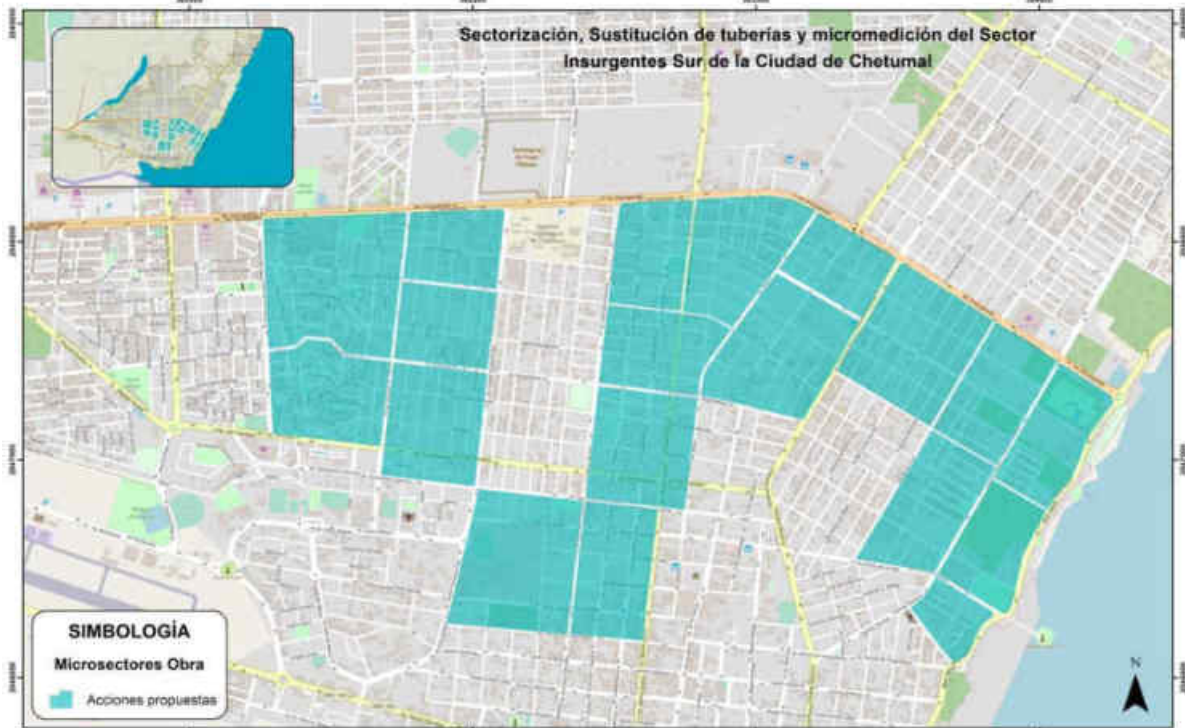
Cuadro IV. 1 Componentes del Proyecto.

Componente	Descripción	Medida	Cantidad	
1	Red de distribución	Preliminares	ML	107,724.61
		Sustitución de red de distribución por el método de inserción por rompimiento (tubería 3" PEAD PE 4710, RD-21).	ML	74,034.00
		Sustitución red de distribución (tubería 4" PEAD PE 4710, RD-21).	ML	33,490.15
		Sustitución red de distribución (tubería 6" PEAD PE 4710, RD-21).	ML	200.46
		Sustitución de piezas especiales para red de distribución (PEAD, PVC y Fo Fo de 3, 4 y 6").	PZA.	1,193.00
2	Tomas domiciliarias	Sustitución toma domiciliaria 0.5" (tubería y piezas especiales Polipropileno).	PZA.	7,301.00
3	Equipamiento	Equipamiento fijo (medidor de gasto con transmisor remoto de 6" para red de distribución).	PZA.	19.00
		Equipamiento fijo (instalación válvula seccionamiento de compuerta vástago fijo 6" con caja de operación).	PZA.	19.00

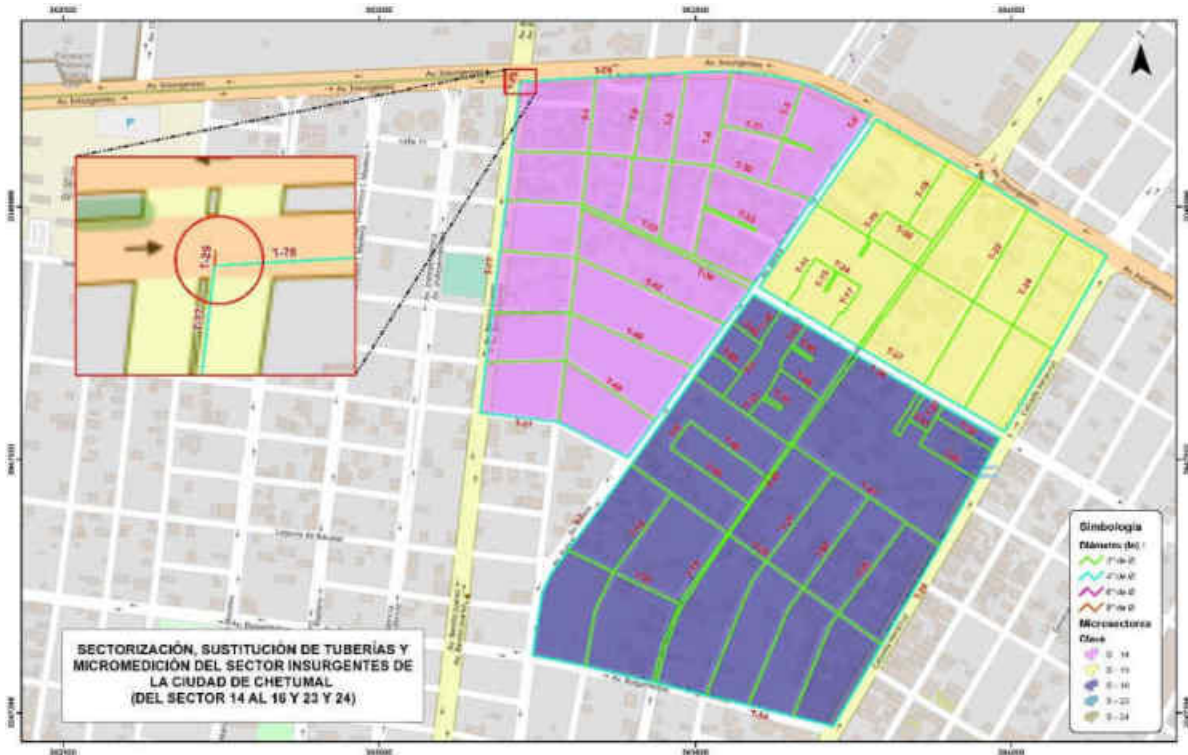
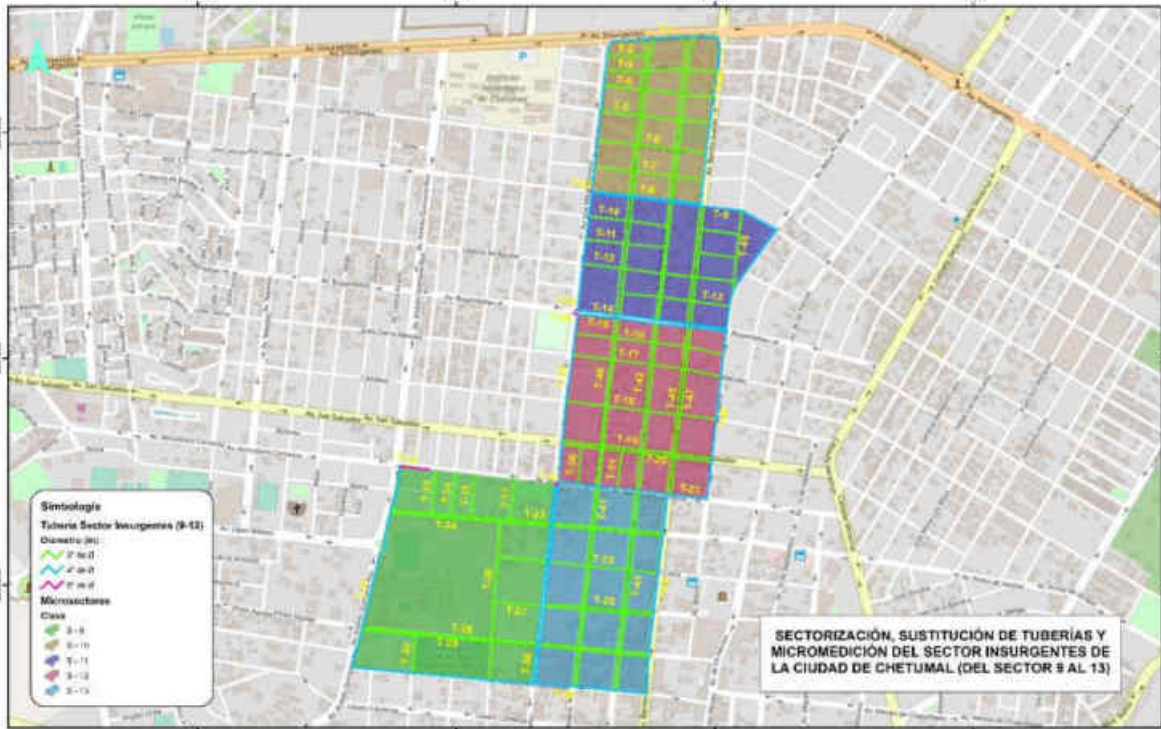
Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de planeación de infraestructura de la CAPA.



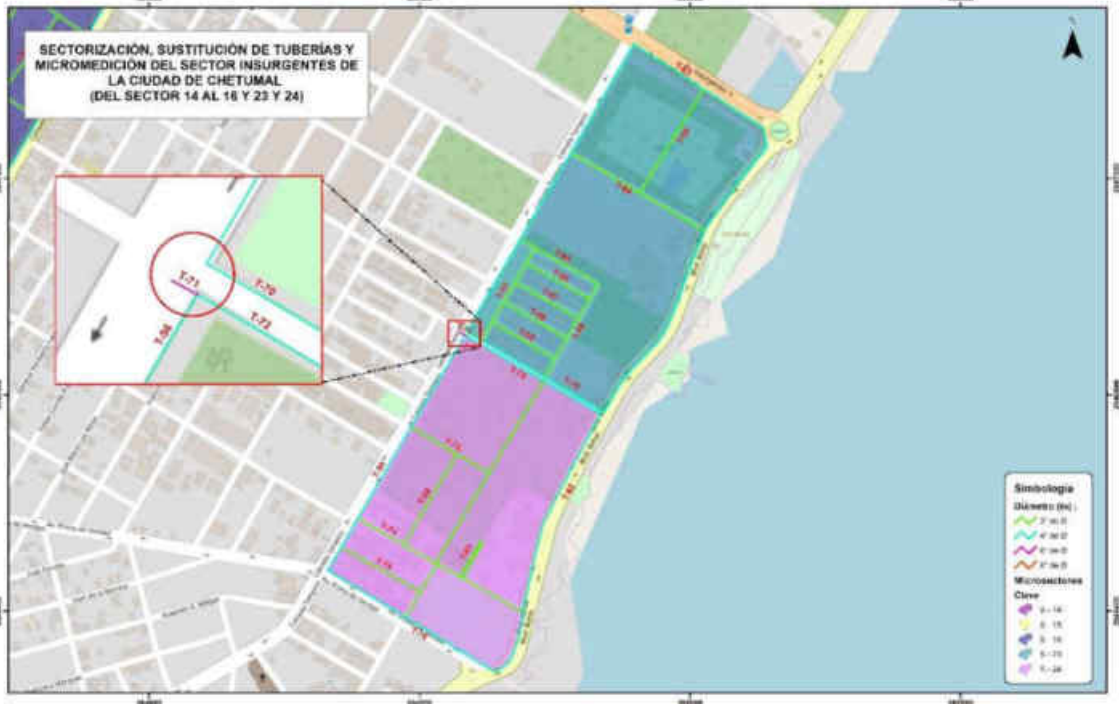
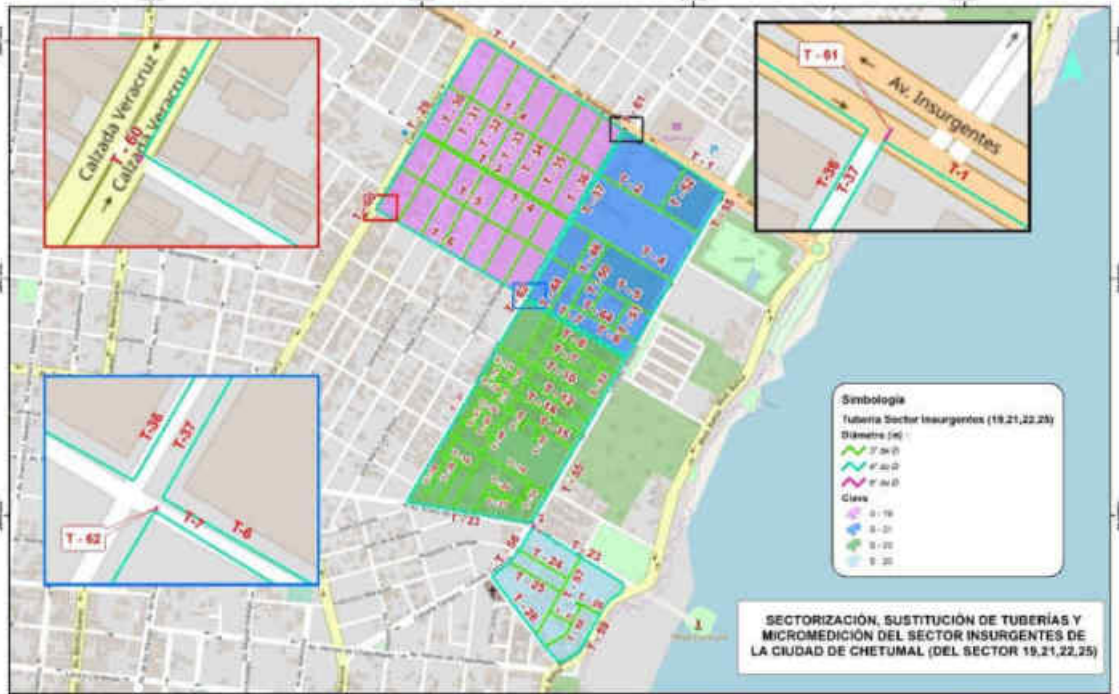
Ubicación del PPI



Ubicación del PPI



Ubicación del PPI



En las imágenes se muestra la zona del proyecto en el sector Insurgentes Sur



b) Alineación estratégica

Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2013-2018

Meta Nacional 4.- “México Próspero”

Objetivo 4.4.- “Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo”

Estrategia 4.4.2.- “implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso al recurso”

Líneas de acción:

- 4.4.2.3.- Incrementar la cobertura y mejorar la calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018

PROGRAMA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA 2014-2018

Objetivo 3.- Incrementar la infraestructura hidráulica, tanto para asegurar agua destinada al consumo humano y riego agrícola, como para saneamiento y protección contra inundaciones.

Estrategia 3.1.- Construir infraestructura para incrementar la oferta de agua potable, y la capacidad drenaje y saneamiento.

Línea de Acción:

- 3.1.2.- Construir nueva infraestructura para el incremento en las coberturas de agua potable y alcantarillado.

Programas de SEDATU

PROGRAMA SECTORIAL DE DESARROLLO AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO 2013-2018

Objetivo 3. Consolidar ciudades compactas, productivas, competitivas, incluyentes y sustentables, que faciliten la movilidad y eleven la calidad de vida de sus habitantes.

Estrategia 3.3. Promover la mejora de la infraestructura, equipamiento, servicios, espacios y movilidad urbana sustentable en coordinación con gobiernos estatales y municipales.

Línea de acción:

- 3.3.1.- Contribuir a que las ciudades cuenten con la infraestructura necesaria para la provisión de servicios básicos, en especial a los hogares de bajos ingresos.



<p>Programas de SEDATU</p> <p>=====</p> <p>PROGRAMA NACIONAL DE DESARROLLO URBANO 2014-2018</p> <p>Objetivo 2.- Consolidar un modelo de desarrollo urbano que genere bienestar para los ciudadanos, garantizando la sustentabilidad social, económica y ambiental.</p> <p>Estrategia 2.1.- Crear instrumentos normativos para el desarrollo de ciudades ambientalmente sustentables.</p> <p>Línea de acción:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2.1.5.- Promover el reconocimiento del ciclo integral del agua dentro de los PDU municipales y de centros de población.
--

<p>Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022</p> <p>PLAN ESTATAL DE DESARROLLO QUINTANA ROO 2016-2022.</p> <p>EJE 5.- CRECIMIENTO ORDENADO CON SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL.</p> <p>Objetivo general: Orientar, bajo una política de sustentabilidad, el ordenamiento y control territoriales de la entidad, impulsando un sistema de ciudades y comunidades rurales que potencialicen su valor natural, cultural e histórico, además de garantizar el respeto al medio ambiente y la preservación de los recursos naturales en un esquema de equilibrio territorial.</p> <p>Estrategia general: Impulsar un modelo de crecimiento urbano sustentable que considere la vocación turística, las políticas federales y los criterios internacionales de desarrollo humano, así como la dotación de infraestructura y de los equipamientos necesarios, los servicios públicos de calidad y el adecuado manejo de los recursos naturales.</p> <p>PROGRAMA 32.- SERVICIOS PÚBLICOS DE CALIDAD</p> <p>Objetivo: Garantizar, el acceso a servicios urbanos de calidad, de manera segura, adecuada y accesible para los habitantes de las ciudades y localidades para mejorar su calidad de vida.</p> <p>Estrategia: Incrementar y fomentar en coordinación con los municipios, la inversión pública y privada en materia de servicios públicos, optimizando y transparentando la inversión.</p> <p>LÍNEA DE ACCIÓN 9.- Implementar acciones para mejorar la calidad de agua potable.</p>

<p>Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022</p> <p>PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DE CHETUMAL-CALDERITAS-SUBTENIENTE LÓPEZ-HUAY-PIX Y XUL-HÁ. MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO</p> <p>TOMO III</p> <p>IV. Programación y corresponsabilidad sectorial</p> <p>IV.6 Programa y acciones a corto, mediano y largo plazo</p> <p>Matriz IV.3. Infraestructura Regional (Pág. 578)</p>

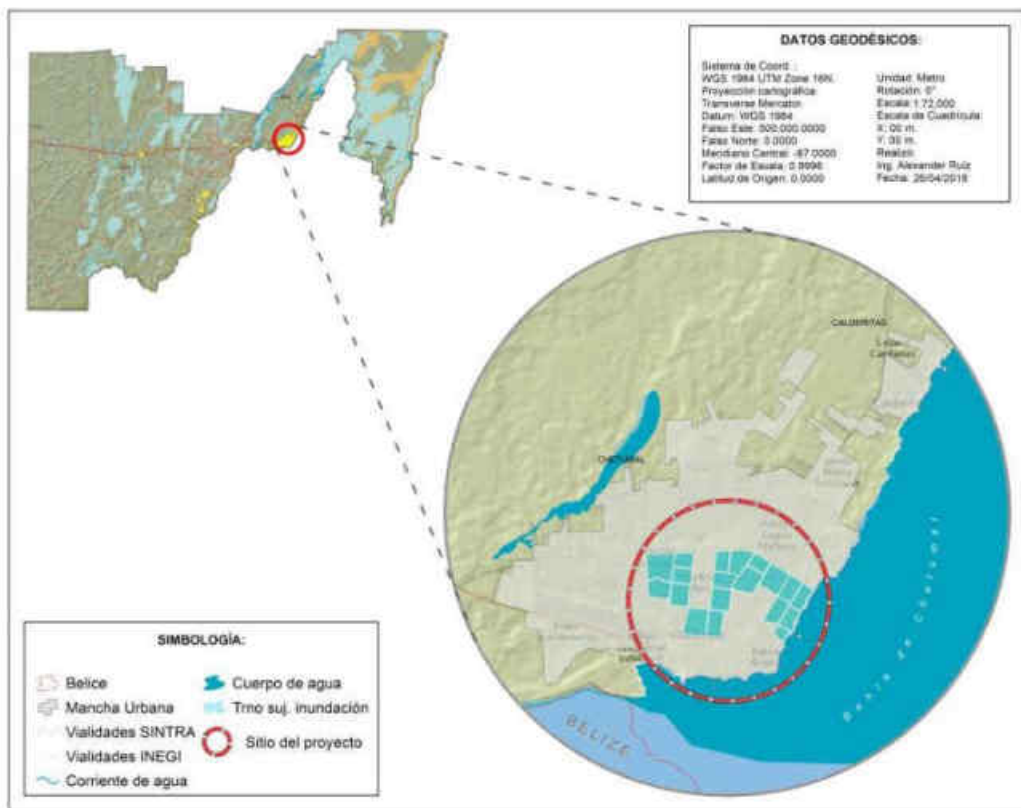


Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022

(<http://www.opb.gob.mx/portal/wp-content/uploads/transparencia/93/I/f/PDU2018/PDU%20integrado%2019012018-publicacion%20digital.pdf>)

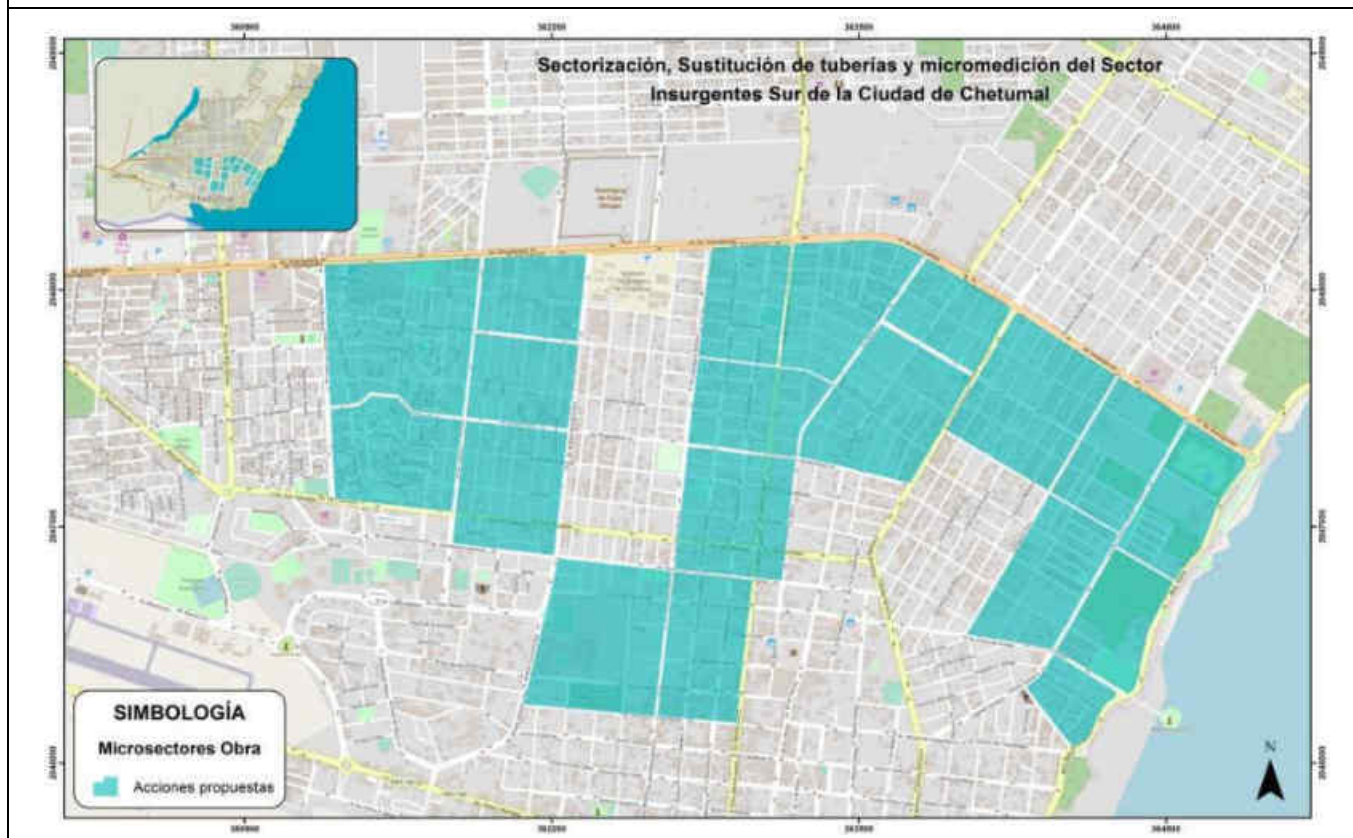
c) Localización geográfica

Macrolocalización



Ubicación de la zona de proyecto en la ciudad de Chetumal

Microlocalización



Ubicación de la zona de proyecto en la ciudad de Chetumal

d) Calendario de actividades

Cuadro IV. 2 Calendario de actividades del proyecto.

Actividad	Cantidad	2018						2019					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Preliminares	107,724.61												
Sustitución de red de distribución por el método de inserción por rompimiento (tubería 3" PEAD PE 4710, RD-21).	74,034.00												
Sustitución red de distribución (tubería 4" PEAD PE 4710, RD-21).	33,490.15												
Sustitución red de distribución (tubería 6" PEAD PE 4710, RD-21).	200.46												
Sustitución de piezas especiales para red de distribución (PEAD, PVC y Fo Fo de 3, 4 y 6").	1,193.00												



Actividad	Cantidad	2018						2019					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sustitución toma domiciliaria 0.5" (tubería y piezas especiales Polipropileno)	7,301.00												
Equipamiento fijo (medidor de gasto con transmisor remoto de 6" para red de distribución).	19.00												
Equipamiento fijo (instalación válvula seccionamiento de compuerta vástago fijo 6" con caja de operación).	19.00												

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de planeación de infraestructura de la CAPA.

Cuadro IV. 3 Calendario de ejecución físico financiero consolidado (pesos a abril 2018, Incluye IVA).

Avance	1	2	3	4	5	6
Físico (%)	1.00%	1.00%	7.00%	14.00%	14.00%	14.00%
Financiero (\$)	100.00	100.00	9,849,356.24	19,698,912.46	19,698,912.46	19,698,912.46

Avance	7	8	9	10	11	12
Físico (%)	14.00%	14.00%	14.00%	7.00%		
Financiero (\$)	19,698,912.46	19,698,912.46	19,698,912.46	9,849,356.24		

Total físico	100.00%
Total financiero	137,892,387.24
Uno al millar (0.1%)	139,426.06
Gastos de Administración (1.0%)	1,394,260.74
Total	139,426,074.04

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de planeación de infraestructura de la CAPA.



e) Monto total de inversión

Cuadro IV. 4 Inversión total del proyecto (Consolidado, pesos a abril 2018, no incluye IVA).

Monto total de inversión		
Componentes/Rubros		Monto de inversión
1	Preliminares	6,973,192.45
2	Sustitución de red de distribución por el método de inserción por rompimiento (tubería 3" PEAD PE 4710, RD-21).	58,940,688.39
3	Sustitución red de distribución (tubería 4" PEAD PE 4710, RD-21).	29,861,202.11
4	Sustitución red de distribución (tubería 6" PEAD PE 4710, RD-21).	241,434.63
5	Sustitución de piezas especiales para red de distribución (PEAD, PVC y Fo Fo de 3, 4 y 6").	789,307.01
Subtotal Red de distribución:		96,805,824.59
6	Sustitución toma domiciliaria 0.5" (tubería y piezas especiales Polipropileno).	18,896,301.64
Subtotal Tomas domiciliarias:		18,896,301.64
7	Equipamiento fijo (medidor de gasto con transmisor remoto de 6" para red de distribución).	2,558,413.08
8	Equipamiento fijo (instalación válvula seccionamiento de compuerta vástago fijo 6" con caja de operación).	612,208.31
Subtotal Equipamiento:		3,170,621.39
Subtotal de Componentes/Rubros		118,872,747.62
Impuesto al Valor Agregado (16.0%)		19,019,639.62
Otros Impuestos	Uno al millar (0.1%)	139,426.06
	Gastos de Administración (1.0%)	1,394,260.74
Subtotal de Impuestos		20,553,326.42
Total		139,426,074.04

f) Fuentes de financiamiento

Cuadro IV. 5 Distribución de la inversión por fuente de financiamiento (pesos a abril 2018, incluye IVA).

Fuente de recursos		Procedencia	Monto	Porcentaje
1	Federales	FONMETRO 2018	139,426,074.04	100%
2	Estatales			
3	Municipales			
4	Fideicomisos			
5	Otros			
Total			139,426,074.04	100%

g) Capacidad instalada

Concluido el proyecto, se dispondrá de una cobertura total del servicio de agua en el sector Insurgentes Sur de la ciudad de Chetumal, ya que se dispondrá de 107.73 Km de Red de distribución que permitirán la conexión de 7,301 tomas domiciliarias.

h) Metas anuales y totales de producción

Resultados en metas de infraestructura

Concepto	Unidad de medida	Cantidad
Red de distribución de Agua potable	ML	107,724.61
Tomas domiciliarias	PZA.	7,301.00

Metas de operación

--



i) Vida útil

Vida útil del PPI

Vida útil en años

20 años

j) Descripción de los aspectos más relevantes

Estudios técnicos

Principales resultados	El proyecto ejecutivo de “Sectorización, sustitución de tuberías y micromedición del sector insurgentes Sur de la ciudad de Chetumal, municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo” fue realizado en cumplimiento con la normatividad vigente de la Comisión Nacional del Agua (Conagua), por lo que se considera técnicamente factible.
Porcentaje de avance	100%
Fecha de conclusión	Marzo 2018

Estudios legales

Principales resultados	<p>Respecto a la vía pública está pertenece en un principio a la Nación, la cual tiene la propiedad de tierras, agua y espacios comprendidos dentro de los límites del territorio nacional, según lo establece el Art. 27 de la Constitución Política De Los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM). De igual manera, el Art. 115 de la CPEUM establece la división territorial y de organización política y administrativa, y le otorga a la Federación, los Estados y Municipios la facultad de hacerse cargo de las funciones y servicios públicos, emanando así las diferentes legislaciones al respecto como las leyes de Desarrollo Urbano y sus Reglamentos respectivos, donde detallan cada uno de los Servicios Públicos Municipales, especificando que las vías públicas pueden ser de ámbito municipal, estatal o federal según corresponda.</p> <p>En este sentido, los municipios son los encargados de las vialidades secundarias (integradas por pasos vehiculares, avenidas, calzadas, calles y cerradas que permiten la comunicación al interior del municipio); los Estados de las vialidades primarias (integradas por carreteras, pasos vehiculares, avenidas, calzadas y calles que comunican a dos o más municipios de la entidad o estados de la federación); y la Federación de aquellas en las que no participan ninguno de los anteriores, a menos que</p>
-------------------------------	--



Estudios legales	
	tengan convenio, o lo marque la ley.
Porcentaje de avance	En proceso
Fecha de conclusión	

Estudios ambientales	
Principales resultados	Para la realización del proyecto analizado será fundamental el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental en relación con los trámites requeridos ante la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales referente al impacto. Dada la importancia del equilibrio ecológico de la zona de afectación, A medida que se vayan realizando las acciones que se presentan en el presente proyecto es necesario realizar la tramitología necesaria ante la SEMARNAT de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) o la Constancia de No Requerimiento de MIA, según corresponda.
Porcentaje de avance	En trámite
Fecha de conclusión	

Estudios de mercado	
Principales resultados	No aplica
Porcentaje de avance	
Fecha de conclusión	

Otros estudios específicos	
Principales resultados	No aplica
Porcentaje de avance	
Fecha de conclusión	

k) Análisis de la Oferta con la Implementación del Proyecto
Con la ejecución del proyecto se conformarán 19 microsectores hidrométricos en la zona Insurgentes Sur con una infraestructura de distribución de 107,724.61 MI de tubería de PEAD de 3, 4 y 6 pulgadas de diámetro. Se mejorará el servicio, al incrementarse el flujo de agua a entregar por la recuperación de caudal al

k) Análisis de la Oferta con la Implementación del Proyecto

reducir las pérdidas, por la hermeticidad de la red, con lo que se lograrán incrementar las presiones, con un caudal recuperado de aproximadamente 45.76 Lps de caudal en la zona y así incrementar las horas de servicio en un aproximado de 5 horas diarias.

l) Análisis de la Demanda con la Implementación del Proyecto

La demanda sería la misma que se presentó en el apartado **Análisis de la demanda en la situación sin proyecto**, donde se presentó la proyección de los usuarios en la zona de influencia del proyecto, mismos que se verán beneficiados con la ejecución del mismo.

m) Interacción Oferta-Demanda con Implementación del Proyecto

Con el proyecto, se logrará mejorar el servicio de agua potable en beneficio de la población que habita en el Sector Insurgentes Sur de la ciudad de Chetumal, quienes con la recuperación de caudal y de presiones en la red, podrán incrementar su consumo de agua similar al resto de la población (206 LHD), se logrará incrementar las horas de servicio, reducir las fugas y con ello los costos por mantenimiento, pero a su vez, con la incorporación de las zonas de crecimiento en el sector y con ello el incremento del consumo, se incrementarán los costos de operación (Cuadro IV. 6).

Cuadro IV. 6 Proyección de Costos de la situación con Proyecto (pesos a abril 2018).

Periodo	Año	Costos TOTAL CP (\$/año)	Periodo	Año	Costos TOTAL CP (\$/año)	Periodo	Año	Costos TOTAL CP (\$/año)
2018	0	7,604,134.30	2025	7	7,621,103.37	2032	14	7,731,402.32
2019	1	7,604,134.30	2026	8	7,629,587.90	2033	15	7,756,855.93
2020	2	7,608,376.57	2027	9	7,688,979.65	2034	16	7,756,855.93
2021	3	7,610,073.47	2028	10	7,688,979.65	2035	17	7,756,855.93
2022	4	7,612,618.83	2029	11	7,688,979.65	2036	18	7,773,825.00
2023	5	7,612,618.83	2030	12	7,731,402.32	2037	19	7,773,825.00
2024	6	7,612,618.83	2031	13	7,731,402.32	2038	20	7,773,825.00
		Total			161,368,455.13			
		VAN			72,779,683.07			

Fuente: Elaboración propia.

Además de que con su implementación se lograrán:

Reducción de costos por bombeos intradomiciliarios de agua: al existir mayor presión en las redes de agua, el caudal llegaría hasta los depósitos ubicados en las azoteas de las casas, por lo que los usuarios no tendrían que realizar bombeos desde su depósito superficial a estos.

m) Interacción Oferta-Demanda con Implementación del Proyecto

Mayor control en la identificación de fugas, así como la posible afectación a las vialidades: derivado de la creación de los sectores y distritos hidrométricos se tendrá un mayor control de las presiones en las redes y por lo tanto no se someterían a gastos mayores a su capacidad, lo cual evitaría rupturas de las tuberías y por lo tanto el cierre de calles para su reparación.

Incremento en la vida útil de la infraestructura, derivado a que las redes de distribución no serán sometidas a gastos mayores a su capacidad, el período de su vida útil aumenta, lo cual también impactaría en la reducción en costos por su mantenimiento.

Mejor calidad en los servicio de agua potable, los usuarios recibirían un mejor servicio en cuanto a tiempo de suministro y mejores presiones del caudal.



V. Evaluación del PPI

a) Identificación, cuantificación y valoración de costos del PPI

Para el proyecto se identifican costos de inversión, operación y mantenimiento, los cuales se cuantifican y valoran respecto a las cotizaciones presentadas en el estudio de ingeniería del proyecto.

Cuadro V. 1 Costos directos (pesos a abril 2018, no incluye IVA).

Costos directos			
Identificación	Cuantificación	Valoración	Periodicidad
Inversión inicial	Inversión	118,872,747.62	0 al 20
Reinversión equipamiento	Mantenimiento correctivo	3,187,415.98	Cada 5 años de operación
Costos de Operación y Mantenimiento	Operación del sistema + Mantenimiento correctivo	64,115,385.37	0 al 20
Costos de extracción	(M ³ producidos)*(costo de producción)	8,664,297.71	0 al 20

Fuente: Elaboración propia.

Nota: los costos presentados es a horizonte del proyecto

Cuadro V. 2 Costos indirectos (pesos sociales a abril 2018, no incluye IVA).

Costos indirectos			
Identificación	Cuantificación	Valoración	Periodicidad
No aplica.			

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro V. 3 Externalidades negativas (peso sociales a abril 2018, no incluye IVA).

Externalidades negativas			
Identificación	Cuantificación	Valoración	Periodicidad
No aplica.			

Fuente: Elaboración propia.

Metodología

Se consideró un horizonte de evaluación de 21 años (1 año de inversión y 20 años de vida útil). Se consideró que los costos de operación y mantenimiento se mantienen a lo largo del horizonte de evaluación.

El análisis se realizó en pesos constantes, por lo que no se considera el posible impacto de la inflación en los precios. Se asume que los precios de los insumos y servicios que impactarán en la construcción y operación del proyecto no variarán significativamente durante el horizonte de evaluación.

Supuestos y fuentes

Los costos se definieron a partir del análisis de los presupuestos que proporciono la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Gobierno del Estado de Quintana Roo (CAPA).

La operación de los elementos que componen el proyecto es a partir de que la infraestructura este instalada.

b) Identificación, cuantificación y valoración de beneficios del PPI

La identificación, cuantificación y valoración de los beneficios se realizó en base a la ocupación poblacional en la zona de proyecto (sector Insurgentes Sur) y al mejoramiento de la calidad y eficiencia del servicio a los usuarios.

Los beneficios sociales atribuibles al proyecto corresponden a los costos que se evitan con su puesta en marcha, el uso de métodos alternativos para asegurar su consumo como la compra de agua en pipa o el acarreo, mismos que se presentaron en la situación sin proyecto; además de que existen otros beneficios que se pueden considerar como son el mayor consumo de agua, así como evitar enfermedades por el uso de métodos alternativos de abastecimiento.

Cuadro V. 4 Beneficios directos (pesos sociales a abril 2018, no incluye IVA).

Beneficios directos			
Identificación	Cuantificación	Valoración	Periodicidad
Liberación de recursos para asegurar el consumo. (beneficio por ahorro en costos para la compra de dispositivos de almacenamiento, costos de por la compra de agua en pipas y bombeos)	[Costo implícito por abastecerse de agua (\$/m ³)] * [metros cúbicos (m ³) consumidos]	133,382,732.01	1 al 20

Beneficios directos			
Identificación	Cuantificación	Valoración	Periodicidad
intradomiciliarios)			
Disminución de los índices de morbilidad. Se incurre en un beneficio adicional por disminución en enfermedades atribuibles al uso de métodos alternativos de abastecimiento de agua.	Debido a que no se cuenta con información acerca de este rubro, no puede cuantificarse ni valorarse		
Liberación de costos por operación y mantenimiento. (menores costos por el tiempo dedicado a la detección y reparación de fugas, además de que con la sectorización será mucho más fácil aislar la zona afecta y reducir las afectaciones al restos del sistema)	Parte proporcional de la tubería de la red a sustituir	81,318,766.22	1 al 20
Beneficio por la reducción de la demanda total. Ahorro en costos por producción (extracción, cloración, conducción, regulación, distribución; además de reducir la necesidad de inversiones futuras)	Costo de producción por metro cúbico de agua [\$/m3] * [metros cúbicos (m3) recuperados con el proyecto]	13,880,206.03	0 al 20

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro V. 5 Beneficios indirectos (pesos sociales a abril 2018, no incluye IVA).

Beneficios indirectos			
Identificación	Cuantificación	Valoración	Periodicidad
No aplica			

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro V. 6 Externalidades positivas (pesos sociales a abril 2018, no incluye IVA).

Externalidades positivas			
Identificación	Cuantificación	Valoración	Periodicidad
No aplica			

Fuente: Elaboración propia.

Metodología

En este apartado se presenta la identificación, cuantificación y valoración de los beneficios, que se tendrían una vez concluidas las acciones. Estos se obtienen comparando las situaciones sin proyecto y con proyecto.

En el caso del proyecto de sustitución de tuberías, cuya finalidad está dirigida al mejoramiento de la eficiencia del sistema, con lo que se podrán liberar recursos por parte de los usuarios por el uso de métodos alternativos para garantizar su consumo, y por parte del organismo operador por la operación y mantenimiento, y por las inversiones futuras.

Supuestos y fuentes

El crecimiento de la demanda se basa en la incorporación de usuarios al servicio de agua potable, así como la incorporación de las zonas de crecimiento y su población considerando la ocupación máxima del sector a 20 años.

Se asume que los precios de los diferentes insumos y servicios (en pesos constantes) no variarán significativamente durante el horizonte de evaluación.

c) Cálculo de los indicadores de rentabilidad

Una vez cuantificados y valorados los costos y beneficios, se procedió a calcular la rentabilidad social del proyecto, considerando una tasa social del 10%, para lo cual se armó el flujo de efectivo del proyecto. A continuación se muestra el resumen de los indicadores de rentabilidad social del mismo

Cuadro V. 7 Indicadores de rentabilidad del Proyecto (a abril 2018).

Indicadores de Rentabilidad		
Indicador	Valor	Interpretación
Valor Presente Neto (VPN)	33.74 MDP	El VPN es mayor a 0 por lo que se considera al proyecto como socialmente rentable , ya que los beneficios superan a los costos.
Tasa interna de retorno (TIR)	14.64%	La TIR es mayor a la tasa social de descuento oficial, del 10%, por lo que su rentabilidad supera el costo de oportunidad
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	13.01%	La TRI del primer año de operación es mayor a la tasa social de descuento oficial del 10%, por lo que se considera que debe ejecutarse el proyecto al ser este el momento óptimo de inversión.

Fuente: Elaboración propia.

d) Análisis de sensibilidad

Análisis de sensibilidad 1. Variable Beneficios

En el siguiente cuadro se presentan los resultados del análisis de sensibilidad realizado para la variable **beneficios** disminuyendo y aumentando dicho monto en los porcentajes que se presentan en la primera columna.

Los flujos para el total del horizonte de evaluación para los análisis de sensibilidad realizados pueden encontrarse en los anexos. Se realizó un análisis consistente en disminuir e incrementar dicho monto en los porcentajes que se presentan en la primera columna del siguiente cuadro.

Las cifras presentadas en la quinta fila corresponden al escenario en que la reducción de los beneficios es tal que el VAN es igual a cero. Con una tasa de **14.76%**, por lo que puede concluirse que con una disminución de los beneficios en una cifra mayor a dicho porcentaje el proyecto no sería rentable.

Cuadro V. 8 Análisis de sensibilidad de la variable BENEFICIOS.

Beneficios						
Tasa de variación	VA inversión	VA costos	VA beneficios	VA Neto	TIR	TRI
12.00%	-122,060,164	-72,779,683	256,011,509	61,171,662	18.39%	15.30%
9.00%	-122,060,164	-72,779,683	249,154,058	54,314,211	17.45%	14.73%
6.00%	-122,060,164	-72,779,683	242,296,607	47,456,760	16.51%	14.16%
3.00%	-122,060,164	-72,779,683	235,439,155	40,599,309	15.57%	13.58%
-14.76%	-122,060,164	-72,779,683	194,839,847	0	10.00%	10.21%
-12.00%	-122,060,164	-72,779,683	201,151,900	6,312,053	10.88%	10.73%
-9.00%	-122,060,164	-72,779,683	208,009,351	13,169,504	11.82%	11.30%
-6.00%	-122,060,164	-72,779,683	214,866,802	20,026,955	12.76%	11.87%
-3.00%	-122,060,164	-72,779,683	221,724,253	26,884,406	0	12.44%
0.00%	-122,060,164	-72,779,683	228,581,704	33,741,858	14.64%	13.01%

Fuente: Elaboración propia

Análisis de sensibilidad 1. Variable Beneficios

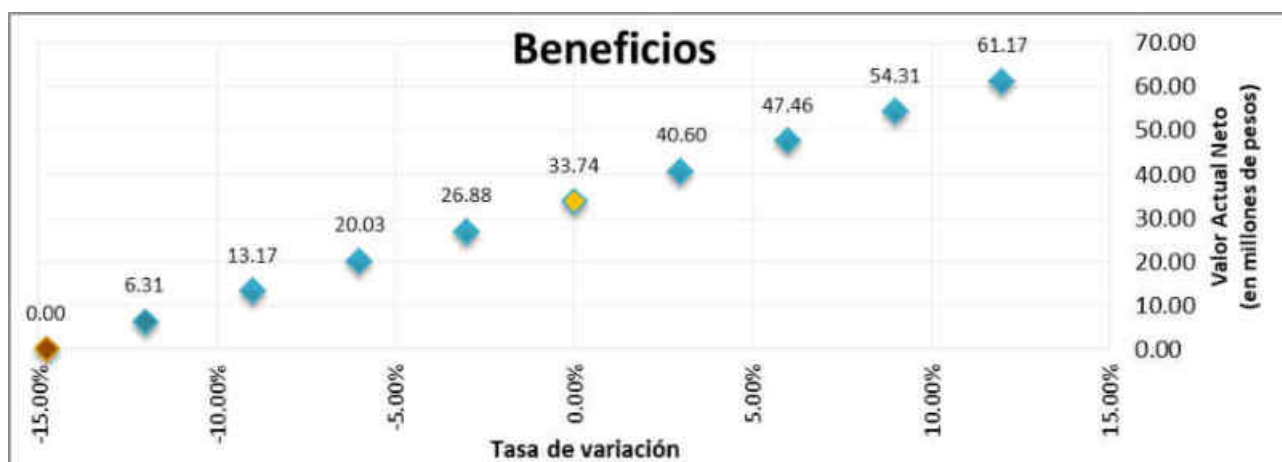


Figura V. 1 Análisis de sensibilidad de los Beneficios del Proyecto.

Análisis de sensibilidad 2. Variable Inversión

En el siguiente cuadro se presentan los resultados del análisis de sensibilidad realizado para la variable **inversión** disminuyendo y aumentando dicho monto en los porcentajes que se presentan en la primera columna.

Los flujos para el total del horizonte de evaluación para los análisis de sensibilidad realizados pueden encontrarse en los anexos. Se realizó un análisis consistente en disminuir e incrementar dicho monto en los porcentajes que se presentan en la primera columna del siguiente cuadro.

Las cifras presentadas en la **primera fila** corresponden al escenario en que el incremento de la inversión es tal que el VAN es igual a cero. Con una tasa de **27.64%**, por lo que puede concluirse que con un incremento de la inversión en una cifra mayor a dicho porcentaje el proyecto no sería rentable.

Cuadro V. 9 Análisis de sensibilidad de la variable INVERSIÓN.

Inversión						
Tasa de variación	VA inversión	VA costos	VA beneficios	VA Neto	TIR	TRI
27.64%	-155,802,021	-72,779,683	228,581,704	0	10.00%	10.20%
25.00%	-152,575,204	-72,779,683	228,581,704	3,226,817	10.36%	10.41%
20.00%	-146,472,196	-72,779,683	228,581,704	9,329,825	11.08%	10.84%
15.00%	-140,369,188	-72,779,683	228,581,704	15,432,833	11.86%	11.32%
10.00%	-134,266,180	-72,779,683	228,581,704	21,535,841	12.70%	11.83%
5.00%	-128,163,172	-72,779,683	228,581,704	27,638,849	13.62%	12.39%
0.00%	-122,060,164	-72,779,683	228,581,704	33,741,858	14.64%	13.01%

Fuente: Elaboración propia

Análisis de sensibilidad 2. Variable Inversión



Figura V. 2 Análisis de sensibilidad de la variable Inversión del Proyecto.

Análisis de sensibilidad 3. Variable Costos

En el siguiente cuadro se presentan los resultados del análisis de sensibilidad realizado para la variable **Costos** disminuyendo y aumentando dicho monto en los porcentajes que se presentan en la primera columna.

Los flujos para el total del horizonte de evaluación para los análisis de sensibilidad realizados pueden encontrarse en los anexos. Se realizó un análisis consistente en disminuir e incrementar dicho monto en los porcentajes que se presentan en la primera columna del siguiente cuadro.

Las cifras presentadas en la **primera fila** corresponden al escenario en que el incremento de los costos es tal que el VAN es igual a cero. Con una tasa de **46.36%**, por lo que puede concluirse que con un incremento de los costos en una cifra mayor a dicho porcentaje el proyecto no sería rentable.

Cuadro V. 10 Análisis de sensibilidad de la variable COSTOS.

Costos						
Tasa de variación	VA inversión	VA costos	VA beneficios	VA Neto	TIR	TRI
46.36%	-122,060,164	-106,521,541	228,581,704	0	10.00%	10.23%
40.00%	-122,060,164	-101,891,556	228,581,704	4,629,984	10.65%	10.61%
35.00%	-122,060,164	-98,252,572	228,581,704	8,268,969	11.15%	10.91%
30.00%	-122,060,164	-94,613,588	228,581,704	11,907,953	11.65%	11.21%
25.00%	-122,060,164	-90,974,604	228,581,704	15,546,937	12.15%	11.51%
20.00%	-122,060,164	-87,335,620	228,581,704	19,185,921	12.65%	11.51%
15.00%	-122,060,164	-83,696,636	228,581,704	22,824,905	13.15%	12.11%
10.00%	-122,060,164	-80,057,651	228,581,704	26,463,889	13.65%	12.41%
5.00%	-122,060,164	-76,418,667	228,581,704	30,102,873	14.14%	12.71%
0.00%	-122,060,164	-72,779,683	228,581,704	33,741,858	14.64%	13.01%

Análisis de sensibilidad 3. Variable Costos

Fuente: Elaboración propia

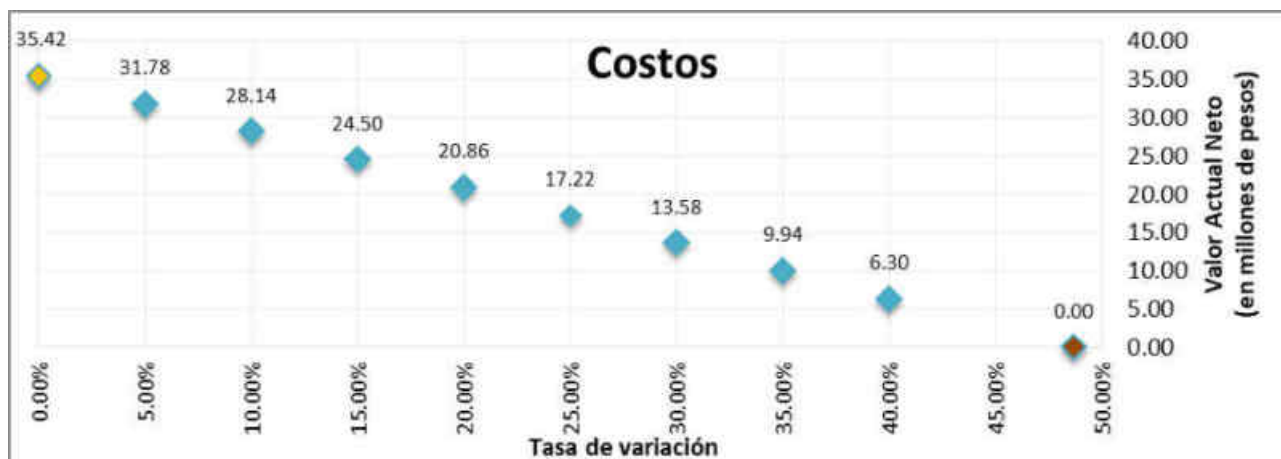


Figura V. 3 Análisis de sensibilidad de la variable Costos del Proyecto.

Cuadro V. 11 Resumen del análisis de sensibilidad de las principales variables del Proyecto.

Variable	Variación respecto a su valor original	Impacto sobre el Indicador de Rentabilidad
Inversión	+ 27.64 %	Con un <u>incremento</u> de la inversión en un porcentaje superior al 27.64% el proyecto no sería rentable.
Costos	+ 46.36 %	Con un <u>incremento</u> de los costos en un porcentaje superior a 46.36% el proyecto no sería rentable.
Beneficios	- 14.76%	Con una <u>reducción</u> de los beneficios en un porcentaje superior a 14.76% el proyecto no sería rentable.

e) Análisis de riesgos

Las principales fuentes de riesgo pueden agruparse según la etapa en que se presentan, en inversión y operación:

- Durante la inversión, por variaciones en los costos o en el tiempo de ejecución a causa de cambios en los precios unitarios y las cantidades contratadas, obras no consideradas, imprevistos, expropiaciones y consideraciones ambientales.
- Durante la operación, por variaciones en los beneficios a causa de los consumos realmente presentados, cambios en el crecimiento de la población, cambios en la urbanización y la sobrevaloración de los costos; así como por variaciones en los costos de mantenimiento a causa

de un cambio en precios de insumos y actividades no consideradas.

Cuadro V. 12 Análisis de riesgos asociados al proyecto.

Descripción	Factibilidad de ocurrencia	Análisis de posible impacto	Acciones para su mitigación
Que la convocatoria de licitación se declare desierta	Baja	El inicio de la obra se postergaría un mes y no se cumpliría el calendario de obra inicialmente propuesto	Revisión de la convocatoria, modificación del calendario de obra para asegurar su finalización este año
Cambio del precio internacional de los materiales	Baja	La inversión inicial se incrementaría	De presentarse, se analizaría el cambio del diseño del proyecto, a fin de ajustarse al presupuesto
Atraso de los trabajos por lluvias	Media	Se alargaría el periodo de obra, no terminando en la fecha establecida; se darían gastos no recuperables, incrementando la inversión	Debido al clima de la región, las posibles afectaciones por lluvias ya están consideradas en los tiempos y costos

Fuente: elaboración propia.



VI. Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

De acuerdo con la evaluación realizada, el proyecto integral cuenta con una rentabilidad positiva por **\$33,741,857.60**, medida mediante el Valor Presente Neto (VPN), y considerando beneficios por la Liberación de recursos y por mayor consumo. El proyecto presenta rentabilidad social positiva.

Adicional a los beneficios cuantificados se deben considerar los beneficios que se podrían obtener en salud por reducción de los índices de morbilidad (asociados a los métodos de abastecimiento).

La Tasa Interna de Retorno Social (TIR) calculada es de **14.64%**, superior a la tasa social de descuento promedio propuesta por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), del 10.0%, lo cual implica que la rentabilidad social esperada del proyecto es mayor al costo de oportunidad.

La Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) calculada para el proyecto para su primer año de operación es de **13.01%**, superior a la tasa social de descuento promedio propuesta por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), del 10.0%, lo cual significa que es recomendable realizar el proyecto a la brevedad posible.

Del análisis de sensibilidad del monto de *inversión* del proyecto se concluye que, con un incremento menor al 27.64%, el proyecto aún sería rentable. Del análisis de sensibilidad de *los costos de operación y mantenimiento* del proyecto integral se concluye que, con un incremento menor al 46.36%, el proyecto aún sería rentable. Del análisis de sensibilidad de los *beneficios* del proyecto integral se concluye que, con una reducción menor al 14.76%, el proyecto aún sería rentable.

Recomendaciones

Considerando los resultados obtenidos, se recomienda la ejecución de las acciones propuestas, ya que estas presentan indicadores de rentabilidad positivos (VPN), una rentabilidad social superior al costo de oportunidad (TIR) y un momento de inversión que corresponde con el momento óptimo de inversión (TRI).

La puesta en operación de las acciones del proyecto presentan resultados positivos para el cálculo de los indicadores de rentabilidad, además de que se logrará mejorar las condiciones de eficiencia del sistema al reducir el nivel de pérdidas por fugas, por el correcto aislamiento de cada microsector, que a su vez permitirá un mejor control en la medición, el incremento de las presiones y las horas de servicio, teniendo como resultado un mayor consumo por parte de los usuarios.



VII. Anexos

Número del Anexo	Concepto del Anexo	Descripción
Anexo A	Análisis de la Oferta y la Demanda	Contiene el análisis de la oferta y demanda en la situación actual, sin proyecto y con proyecto.
Anexo B	Estudios Técnicos	
Anexo C	Estudios Legales	
Anexo D	Estudios Ambientales	
Anexo E	Estudios de Mercado	
Anexo F	Estudios Específicos	
Anexo G	Memoria de cálculo con los costos, beneficios e indicadores de rentabilidad del PPI	
Anexo H	Análisis de Sensibilidad	



VIII. Bibliografía

Plan Estatal de Desarrollo del estado de Quintana Roo (2016-2022)

<http://www.quintanaroo.gob.mx/ped-2016-2022>

Plan Municipal del desarrollo del municipio de Othón P. Blanco del estado de Quintana Roo (2016-2018)

<http://www.opb.gob.mx/portal/wp-content/uploads/2016/07/Plan-Municipal-de-Desarrollo-2016-2018.pdf>

Programa de Desarrollo Urbano de Chetumal-Calderitas-Subteniente López-Huay-Pix y Xul-Ha, Municipio de Othón P. Blanco del estado de Quintana Roo, publicado en el Periódico oficial el 27 de marzo de 2018.

<http://po.segob.qroo.gob.mx/sitio/Publicacion.php?Fecha=2018-03-27&Tipo=3&Numero=41>

Sistema de Cuentas Nacionales de México Cuentas. Instituto Nacional de Información Estadística y Geográfica 2013

<http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/Boletines/Boletin/Comunicados/Especiales/2013>

Censo de Población y Vivienda 2010. Instituto Nacional de Información Estadística y Geográfica 2013

http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/iter2010.aspx

Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2010. Consejo Nacional De Población

http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion_2010_por_entidad_federativa_y_municipio

Datos Sociodemográficos Censo de Población y Vivienda 2010. Principales resultados por localidad, 2010; Instituto Nacional de Información Estadística y Geográfica

http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/iter2010.aspx

Inventario Nacional de Viviendas; INEGI

<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mapa/INV/>

Anuario estadístico y geográfico de Quintana Roo 2014

<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/ficha.aspx?upc=702825066031>

Índices de Marginación por entidad federativa 2010, índice a nivel localidad; Consejo Nacional de Población; 2010

http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion




Análisis Costo Beneficio VIII. Bibliografía

Guía general para la presentación de estudios de evaluación socioeconómica de programas y proyectos de inversión: Análisis Costo-Beneficio, Actualización 2015

<http://www.cepep.gob.mx/>

IX. Responsables de la información

	23
	Quintana Roo
	Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del estado de Quintana Roo (CAPA)

Ing. Roque Miguel Marzuca Esquivel	Coordinador de Planeación de la Comisión de Agua Potable del estado de Quintana Roo (CAPA)		Tel: 01-983-28-5-30-69 Correo: roquemarzuca@capa.gob.mx r_marzuca@hotmail.com

2.0

14 de Junio de 2018