



**PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.**

**DICTAMEN DEL EXPERTO SOBRE LAS FACTIBILIDADES  
TÉCNICA, ECONÓMICA Y AMBIENTAL DEL PROYECTO:  
“MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA GESTIÓN (M.I.G.) DEL  
OOMSAPAS LOS CABOS, B.C.S.”**

**DICTAMEN FINAL**

**Ing. Arturo Jiménez Ramón, Director General**

**Julio de 2018**

**[artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)**

**Miembro fundador de**



**[www.ampres.com.mx](http://www.ampres.com.mx)**

**JULIO 2018**

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)





## Índice

<b>1. FUNDAMENTO LEGAL.....</b>	<b>5</b>
<b>2. ANTECEDENTES.....</b>	<b>6</b>
<b>3. ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD TÉCNICA.....</b>	<b>18</b>
I. Capacidad instalada y vida útil del activo.....	18
II. Localización del proyecto referido a factores como: la disponibilidad de insumos, servicios, infraestructura, entre otros.....	18
III. Disponibilidad de insumos necesarios para la operación y, en su caso, para la realización del programa o proyecto.....	20
IV. Justificación sobre la tecnología propuesta.....	21
V. Calificación del personal requerido para llevar a cabo el programa o proyecto de inversión .....	51
VI. Capacidad técnica de cumplir con las metas que se propone alcanzar .....	51
VII. Congruencia del programa o proyecto de inversión con las prácticas aceptadas de la ingeniería y con los desarrollos tecnológicos disponibles.....	52
VIII. Variables críticas que puedan afectar la construcción y/o operación del proyecto .....	56
<b>4. ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD ECONÓMICA.....</b>	<b>57</b>
I. Objetivos y metas del programa o proyecto.....	57
II. Estudio de mercado, elaborado con base en el análisis de la oferta y demanda actual y futura en los mercados relevantes, incluyendo el impacto que tendría la realización del programa o proyecto de inversión sobre el mercado .....	59
III. Costos y beneficios económicos que se estima alcanzar en términos anuales, incluyendo los indicadores de rentabilidad correspondientes .....	60
IV. Argumentación de la dependencia o entidad para justificar la determinación de los costos y beneficios estimados del programa o proyecto .....	63
V. Calendario de inversiones y plazo de ejecución, y su congruencia con los costos y beneficios esperados; .....	69
VI. Parámetros de referencia utilizados, tales como la tasa de descuento y la trayectoria de precios de los insumos y de los bienes y servicios finales, entre otros; .....	70
VII. Costos de operación y mantenimiento esperados, una vez que concluya el periodo de construcción e inicie la operación del activo .....	71
VIII. Análisis de sensibilidad de los parámetros de referencia .....	71



## **PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.**

IX. Fuentes de los recursos para cubrir el costo de la inversión, así como de la operación y mantenimiento de los activos.....	72
X. Identificación de los riesgos asociados a la ejecución y operación del programa o proyecto que puedan afectar su rentabilidad.....	73
<b>5. ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL.....</b>	<b>75</b>
I. Descripción de las obras o actividades del proyecto .....	75
II. Medio natural del área del proyecto .....	76
III. Vinculación con normas, planes, programas y regulaciones.....	79
IV. Identificación de impactos ambientales .....	85
V. Medidas de mitigación .....	89
<b>6. DICTAMEN FINAL DEL PROYECTO .....</b>	<b>93</b>



## **1. FUNDAMENTO LEGAL**

De conformidad a lo establecido en el artículo 34 de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, en el artículo 53 del Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria en su Fracción II, así como en los Lineamientos relativos a los dictámenes de los programas y proyectos de inversión a cargo de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, se requiere de un dictamen sobre el análisis de la factibilidad técnica, económica y ambiental sobre los proyectos de inversión que se realizan con recursos federales.

En el caso particular de los proyectos de infraestructura hidráulica, se requiere de la elaboración del citado dictamen cuando la inversión supera los 150 millones de pesos.

En consecuencia, el presente documento incorpora el análisis efectuado por parte del Ing. Arturo Jiménez Ramón sobre las factibilidades técnica, socioeconómica y ambiental del proyecto de Mejoramiento Integral de la Gestión (M.I.G.) del OOMSAPAS Los Cabos, B.C.S., así como el dictamen particular sobre cada uno de estos aspectos, y el dictamen general del proyecto.

El presente dictamen se fundamenta en la revisión de los siguientes documentos, los cuales fueron proporcionados por el OOMSAPASLC:

- ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DEL PROYECTO DE MEJORA INTEGRAL DE LA GESTIÓN (M.I.G.) DEL OOMSAPASLC LOS CABOS, B.C.S.
- ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL PROYECTO DE MEJORA INTEGRAL DE LA GESTIÓN (M.I.G.) DEL OOMSAPASLC LOS CABOS, B.C.S.
- ESTUDIO DE FACTIBILIDAD AMBIENTAL DEL PROYECTO DE MEJORA INTEGRAL DE LA GESTIÓN (M.I.G.) DEL OOMSAPASLC LOS CABOS, B.C.S.

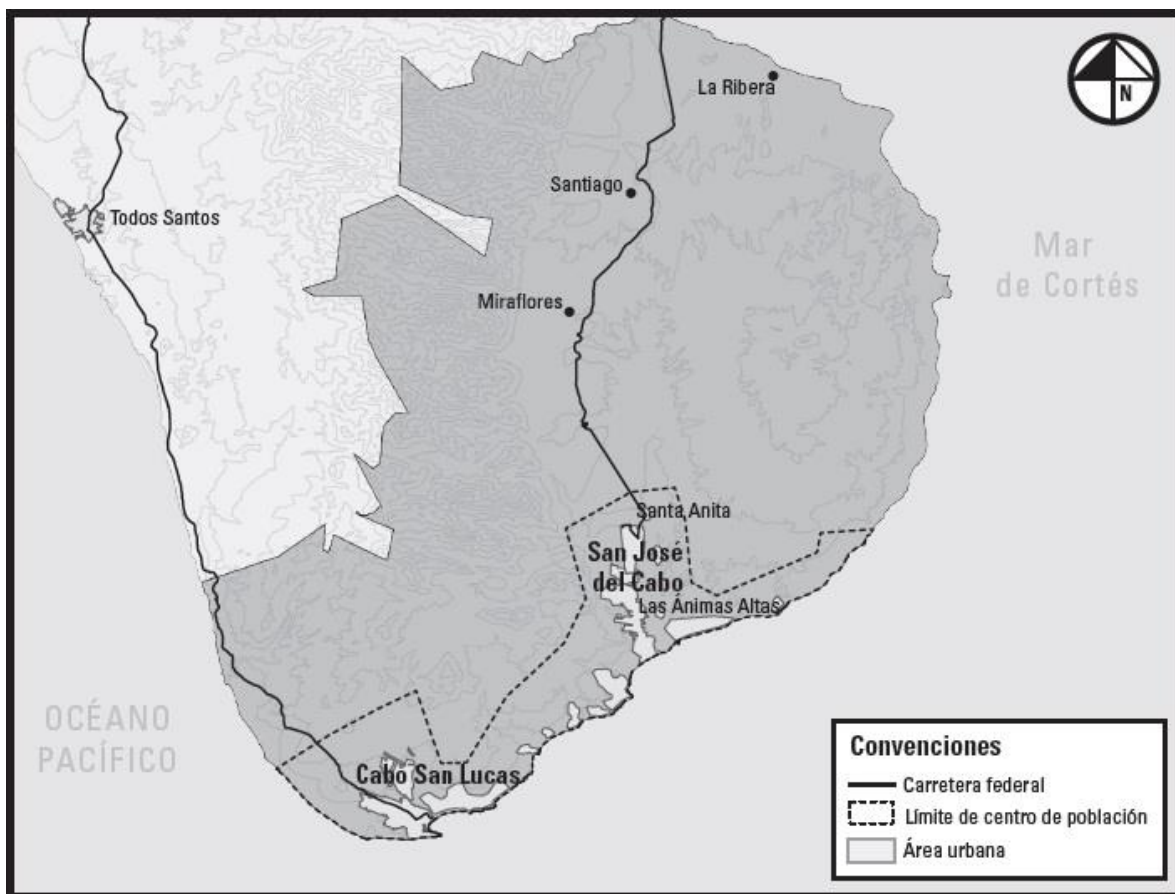
Así como un conjunto de documentos técnicos y datos obtenidos en visita de campo que permiten dar sustento a una visión clara sobre la problemática analizada y el conjunto de soluciones propuestas para mejorar los servicios del Organismo Operador de Los Cabos, B.C.S.



## 2. ANTECEDENTES

Los Cabos es uno de los 5 municipios del Estado de Baja California Sur (B.C.S.), el cual se encuentra ubicado en el extremo sur de dicha entidad federativa. La cabecera municipal se encuentra ubicada en San José del Cabo, sin embargo la localidad más importante es Cabo San Lucas, la cual se encuentra localizada a 32 km de distancia de la cabecera. Las otras delegaciones (Localidades rurales de mayor relevancia por su magnitud demográfica) que forman parte del municipio son La Ribera, Miraflores y Santiago.

**Figura 1** Localización del Municipio de Los Cabos, B.C.S.



Fuente: Instituto Municipal de Planeación de Los Cabos.

De acuerdo a la información del último censo de población y vivienda realizado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) en 2010, el Municipio de Los Cabos registraba una población total de 238,487 habitantes, lo que representaba el 37% de la población de B.C.S., colocándole en el segundo municipio más grande de la entidad federativa, sólo superado



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

por La Paz, capital del Estado. En 2015 el INEGI llevó a cabo la Encuesta Intercensal, la cual se realiza mediante un muestreo aleatorio, representativo y estratificado. De acuerdo a los resultados del muestreo, se estima que la población del Municipio de Los Cabos a 2015 ascendió a 287,671 habitantes, con aproximadamente el 40 % de la población de B.C.S., ubicándose como el municipio más grande del estado.

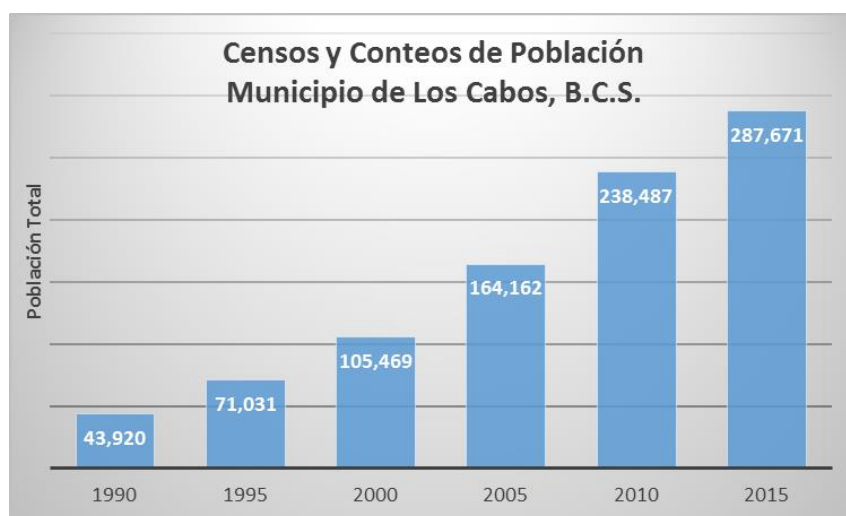
**Tabla 1** Resultados de la Encuesta Intercensal 2015 para el Estado de Baja California Sur.

Municipio	Estimación Población 2015	% Distribución
Los Cabos	287,671	40%
La Paz	272,711	38%
Comondú	72,564	10%
Mulegé	60,171	8%
Loreto	18,912	3%
<b>Total Baja California Sur</b>	<b>712,029</b>	<b>100%</b>

Fuente: INEGI.

La oferta turística ha convertido al Municipio de Los Cabos en uno de los polos de atracción más relevantes de México y a nivel Internacional. Sin embargo, el modelo de desarrollo turístico impulsado en las últimas décadas, basado sobre grandes proyectos de infraestructura hotelera y turística, así como la propia dinámica poblacional que ha sido catalizada por las fuentes de trabajo en el sector turismo, han propiciado en conjunto una mayor demanda de los servicios de agua potable y alcantarillado.

**Figura 2** Evolución de la población total del municipio de Los Cabos 1990-2015.



Fuente: INEGI.

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

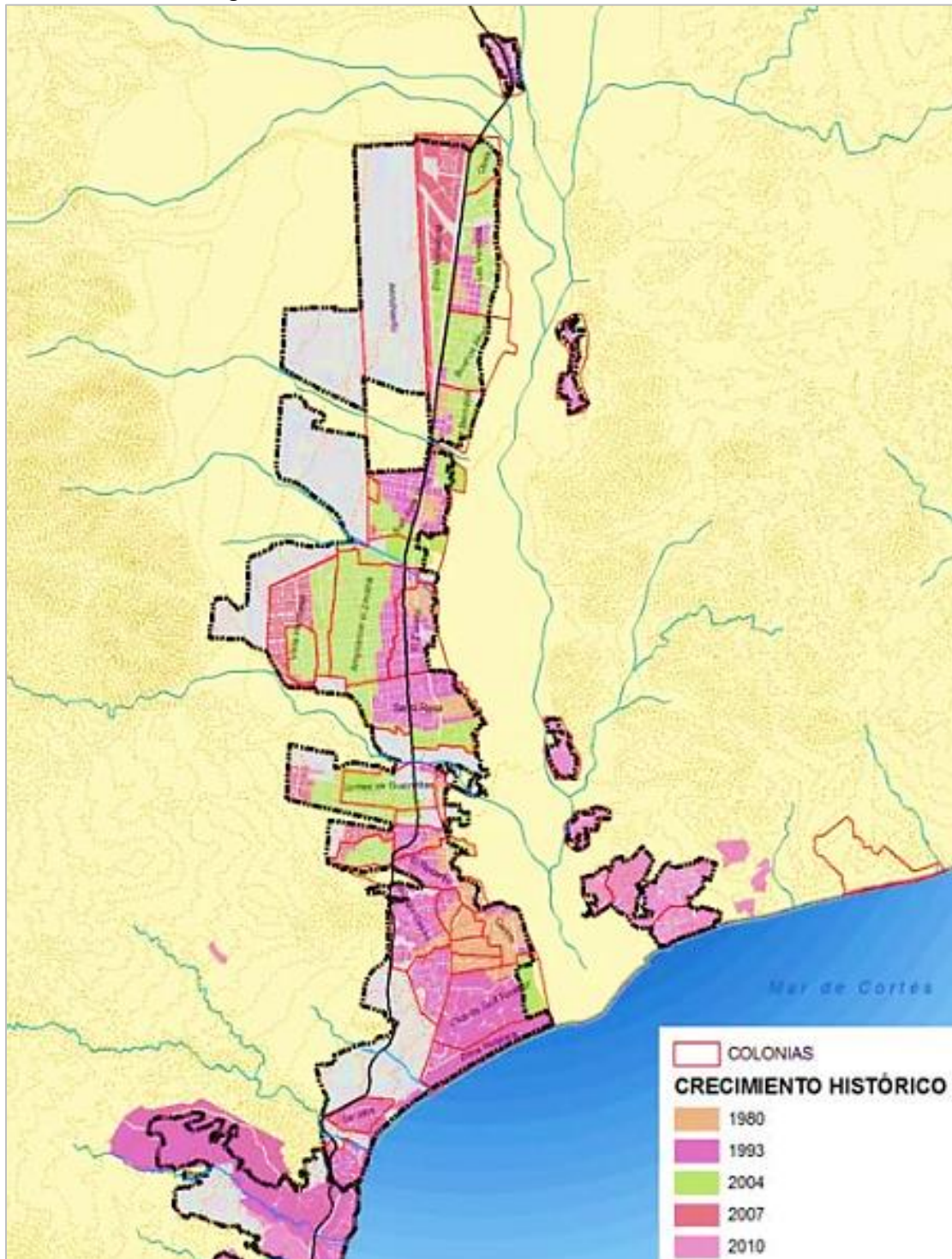
[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)





## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

Figura 3 Crecimiento histórico de San José del Cabo, B.C.S.



Fuente: Plan Directo de Desarrollo Urbano 2040.

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

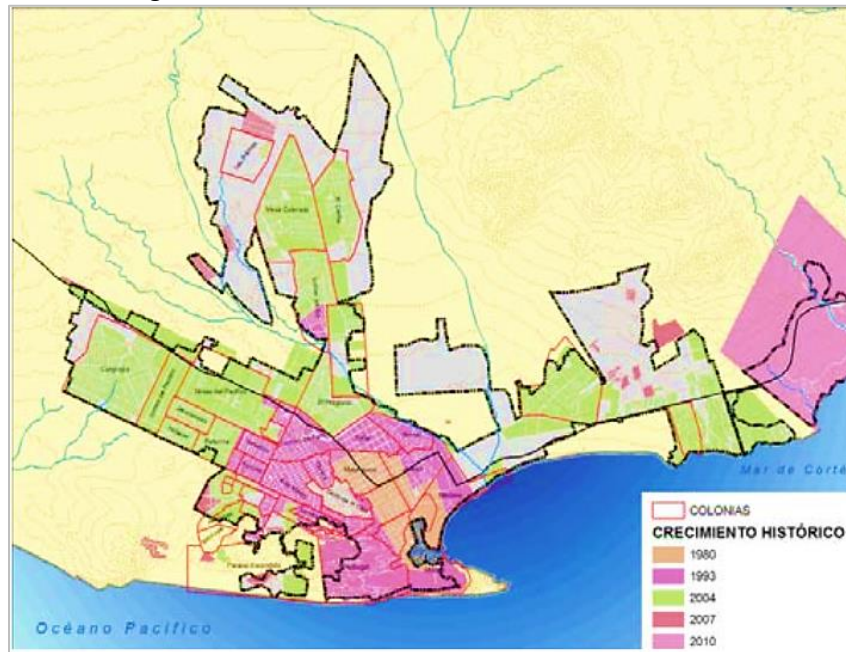
[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)





## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

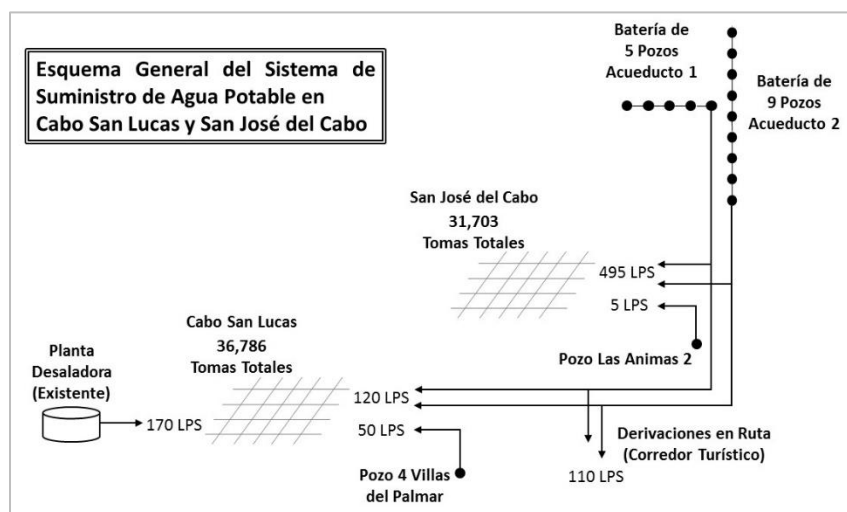
**Figura 4** Crecimiento histórico de Cabo San Lucas, B.C.S.



Fuente: Plan Directo de Desarrollo Urbano 2040.

Actualmente, la oferta de agua potable para las localidades de San José del Cabo y Cabo San Lucas se basa principalmente del aprovechamiento de agua subterránea a través de 16 pozos profundos con un gasto medio en conjunto de 780 L.P.S. Lo anterior se complementa con la producción de la Planta Desaladora existente, con un gasto medio de 170 L.P.S., para una producción global 950 L.P.S.

**Figura 5** Esquema general del sistema de agua potable en Cabo San Lucas y San José del Cabo.



Fuente: OOMSAPAS Los Cabos.

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

Las fuentes de abastecimiento activas en San José del Cabo son 15 pozos profundos, los cuales se integran básicamente en 2 sistemas de abastecimiento: Acueducto I (5 pozos) y Acueducto II (9 pozos), de manera individual el pozo Las Animas N° 2 suministra a las zona de Ánimas Bajas y Ánimas Altas en la conurbación de San José del Cabo. Todas estas fuentes de abastecimiento explotan el acuífero 0319.- San José del Cabo.

En lo que se refiere a las principales líneas de conducción, el Acueducto I tiene una longitud aproximada de 49.9 km, desde las fuentes de captación hasta Cabo San Lucas, su trazo va paralelo a la carretera transpeninsular. El material del acueducto fue originalmente asbesto-cemento (AC), con diámetros variables de 12" a 18". No obstante, en el año 2007 se sustituyeron los 5 km iniciales por tubería de Polietileno de Alta Densidad (PEAD). Por su parte, el Acueducto II tiene una longitud mayor debido a los dos ramales que conforman la batería de pozos, uno sobre el Arroyo San José y el otro sobre el Arroyo San Lázaro, el material de la tubería es PVC y tiene diámetros de hasta 24". Los acueductos I y II de San José del Cabo tienen un trazo casi paralelo y conducen hasta el rebombeo de Palmilla y desde éste punto se bombea al cárcamo Twin Dolphin.

A partir de dicho sitio, el Acueducto I continúa en 14" hacia el centro de Cabo San Lucas, mientras que la línea de conducción de 24" conecta con la estación de Cabo Bello, para bombear a la colonia Lomas del Sol y otras en la zona norte de la ciudad. El inicio de operaciones de la Planta Desaladora de Los Cabos fue en 2006, con un gasto de diseño de 200 L.P.S. y un gasto medio de operación de 168 L.P.S.

En términos de eficiencia física, OOMSAPASLC presenta niveles de 65.1% y 61.4% para los subsistemas de San José del Cabo y Cabo San Lucas, respectivamente.

**Tabla 2** Situación 2016 de la eficiencia física en el suministro de agua potable para las localidades de San José del Cabo y Cabo San Lucas

Concepto	San José del Cabo	Cabo San Lucas
Volumen de Entrada al Subsistema (m3/año)	19,223,068	10,347,763
Caudal Promedio de Entrada (L.P.S.)	609.56	328.13
Volumen Facturado (m3/año)	12,506,122	6,355,179
Pérdidas Totales (m3/año)	6,716,947	3,992,583
Caudal Promedio de Pérdidas (L.P.S.)	212.99	126.6
<b>Eficiencia Física (%)</b>	<b>65.06%</b>	<b>61.42%</b>

Fuente: OOMSAPAS Los Cabos.

Estos índices se encuentran dentro del rango de pérdidas a nivel nacional, el cual oscila entre el 30% y 50% del volumen de suministro, sin embargo la eficiencia física del OOMSAPASLC se encuentra sensiblemente baja en comparación a los principales organismos operadores en la región noroeste



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

del país, donde existe mayor escasez de recursos hídricos y por ende se requiere minimizar las pérdidas del sistema.

Como se puede observar en la Figura 4, actualmente el OOMSAPASLC no es un organismo operador de agua potable eficiente comparado con otros organismos de la región noroeste, en donde se tiene una mayor escasez de recursos hidrológicos. De manera agregada, sus pérdidas totales ascienden a cerca de 10.71 Hm<sup>3</sup> por año (más de 300 L.P.S.), lo que representa no solamente fugas, sino también un mayor desgaste y uso de toda la infraestructura involucrada en la producción y distribución de agua potable, mayores costos operativos y de mantenimiento.

**Figura 6** Comparativa de eficiencia física en O.O. de agua en el Noroeste de México.



Fuente: PIGOO. IMTA.

Actualmente, en ambos subsistemas de Los Cabos la red de distribución se encuentra interconectada hidráulicamente, a la fecha no se ha construido sector alguno, ni en San José del Cabo, ni en Cabo San Lucas, por lo que no se tiene certeza del comportamiento del agua dentro de la red y de su movimiento entre las diversas zonas o colonias que cuentan con cobertura del OOMSAPASLC, Tampoco es posible delimitar con certeza todas las zonas de influencia de tanques, rebombes o captaciones, no se tienen mediciones de caudal, ni presión, ni en la red de distribución, ni en la totalidad de las fuentes activas (Cobertura de Macromedición 2016: 17.6%). Debido a la falta de sectorización en la red y a la ausencia de válvulas reguladoras, no se tiene control sobre la variación de presión. Esto último incide directamente y de manera significativa en el caudal promedio de fugas.



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

Conforme a la información de operación actual del OOMSAPASLC, se estima que las pérdidas físicas (esto incluye las fugas en red y en tomas domiciliarias, dejando fuera lo correspondiente a errores de micromedición, cuota fija y uso clandestino) equivalen al 31.2% del volumen de producción, es decir cerca de 9.2 Hm<sup>3</sup> al año, de los cuales se estima que 6.2 Hm<sup>3</sup>/año (67%) corresponden a fugas en tomas domiciliarias.

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

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

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

**Tabla 3** Longitud de red de agua potable por subsistema.

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

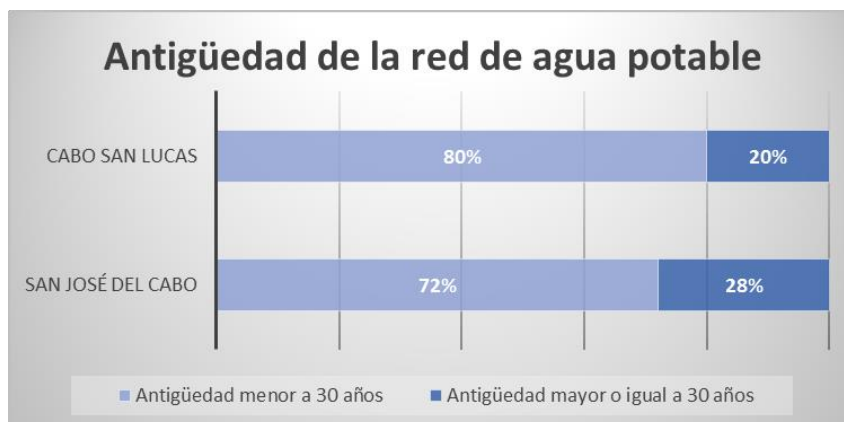
Fuente: OOMSAPAS Los Cabos.

La red de agua potable está compuesta por tuberías de diversos materiales, en las zonas de mayor antigüedad existen tubos de asbesto cemento y algunos tramos de fierro fundido, mientras que en las colonias y fraccionamientos de más reciente desarrollo se identifican principalmente tuberías de PVC. En ambos subsistemas las tuberías presentan diferentes edades, siendo la de mayor antigüedad la del subsistema de San José del Cabo. Se estima que la tubería en mal estado, generalmente mayor a 30 años, se encuentra en un rango de 20-30% en la zona de estudio.



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

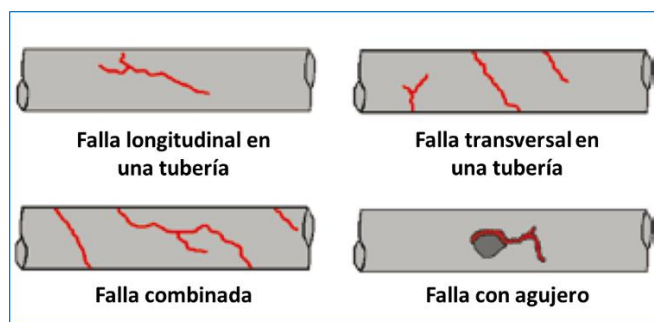
**Figura 7** Antigüedad de la tubería (Red de distribución de agua potable).



Fuente: OOMSAPAS Los Cabos.

De acuerdo a las estadísticas de operación, a la fecha se estima que el 34% de las tomas tienen probable fuga. En lo que se refiere a la localización de las fugas en tomas domiciliarias, actualmente en ambas localidades el 90% de las fugas de las fugas en tomas domiciliarias ocurren en la conexión entre la red secundaria y el cuadro medidor, así mismo se tienen altos índices de ocurrencia en las llaves de paso. Los tipos de fuga predominantes son rajaduras (efecto asociado a la falta de control de presión en la red de distribución) y mala instalación de medidores. La componente de pérdidas en los accesorios adicionales de las tomas, como son: codos, niples y llave de registro, es prácticamente nula.

**Figura 8** Tipos de fugas en tuberías.



Fuente: CONAGUA.

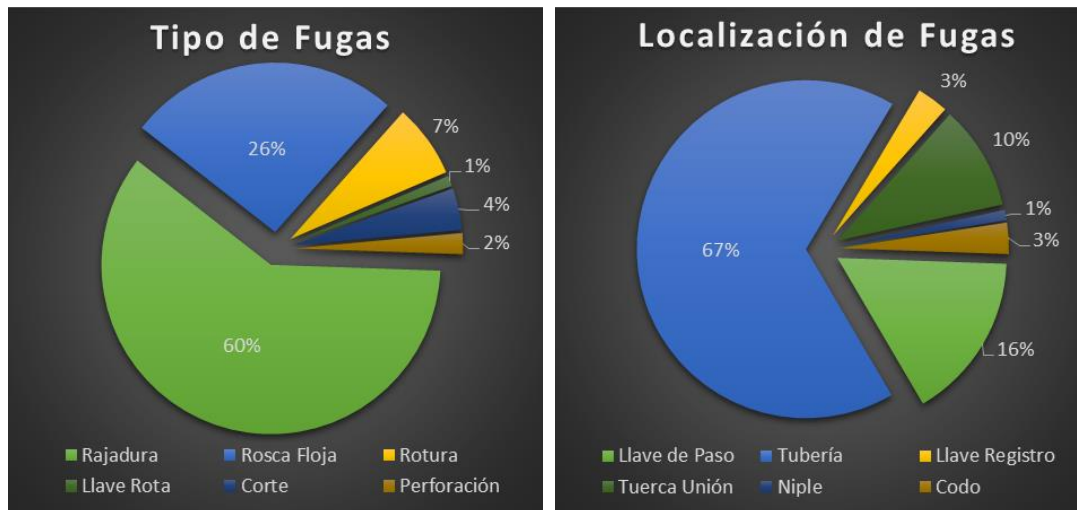
La situación crítica general relativa a fugas en las tomas de los subsistemas de San José del Cabo y Cabo San Lucas, ocurre en las tuberías de poliducto o polietileno, por rajaduras que se presentan en el material de las mismas. Las causas que lo originan incluyen: mala calidad del material utilizado, existen tomas de gran longitud o a escasa profundidad que son afectadas por la carga vehicular, en algunos casos, la conexión directa a la red primaria (acueductos) induce rotura del material por altas



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

presiones. Dentro de la zona de estudio se llegan a registrar presiones superiores a los 7 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual está fuera de toda norma de operación.

**Figura 9** Estadísticas de fugas del OOMSAPASLC.



Fuente: OOMSAPAS Los Cabos.

Un factor importante a tomar en cuenta para el mejoramiento de la eficiencia física de los Organismos Operadores, es la telemetría de la infraestructura hidráulica. Ésta herramienta, además de permitir el control a distancia, establece un monitoreo continuo de los principales parámetros de la operación del sistema de agua potable y con ello, posibilita la determinación del balance hidráulico, información indispensable para establecer cualquier tipo de control de fugas.

De acuerdo a la información proporcionada por el OOMSAPASLC, una parte importante de las instalaciones hidráulicas ya contaban anteriormente con equipamiento telemétrico; sin embargo, a la fecha, la mayoría de las unidades no se encuentra en funcionamiento por presentar un estado de conservación inservible, debido a descomposturas ocasionadas por la falta de mantenimiento preventivo, o bien, por las afectaciones ocasionadas por el huracán “Odile” que impactó la península de B.C.S. en septiembre de 2014.

En la actualidad el costo promedio de producción del OOMSAPASLC asciende a 12.21 \$/m<sup>3</sup>, el cual se ve influenciado por el alto costo del agua que proviene de la planta Desaladora de aproximadamente 22.75 \$/m<sup>3</sup>, a pesar de que hoy en día, el agua desalada únicamente representa el 13% del volumen total suministrado al sistema. Este punto es de suma relevancia, toda vez que las futuras fuentes de abastecimiento de agua potable para el OOMSAPASLC muy probablemente estarán limitadas a la desalación de agua de mar, por lo que entre mayor sea su proporción respecto al total del volumen producido por el organismo operador, mayor será el costo promedio de producción (\$/m<sup>3</sup>), y por ende cada metro cúbico de fugas representará un mayor costo social.

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

Asimismo, los diversos estudios y diagnósticos efectuados sobre el sistema de agua potable de Los Cabos evidencian una falta de control sobre las presiones de trabajo en la red y continuidad del suministro, situación que origina fatiga estructural de los diversos componentes, propiciando un mayor índice de pérdidas.

Por otra parte, el OOMSAPASLC también presenta importantes deficiencias en cuanto a la gestión comercial de los servicios que presta, lo que ha dado como resultado que la situación financiera de los últimos años resulte deficitaria. Es importante señalar que la falta de recursos monetarios impide ejecutar los programas de mantenimiento y renovación a la infraestructura hidráulica con el alcance necesario, lo que a su vez repercute en la calidad de los servicios a la ciudadanía, convirtiéndose esto en un ciclo vicioso que afecta a muchos Organismos Operadores a nivel nacional.

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

**Tabla 4** Padrón de usuarios del OOMSAPAS Los Cabos

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

Fuente: OOMSAPAS Los Cabos.

De acuerdo con los datos proporcionados por el OOMSAPASLC al considerar todos los aparatos medidores instalados se registra actualmente una cobertura de micromedición del 99.75% en San José del Cabo y 99.00% en Cabo San Lucas.





## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

**Tabla 5** Padrón de usuarios del OOMSAPAS Los Cabos

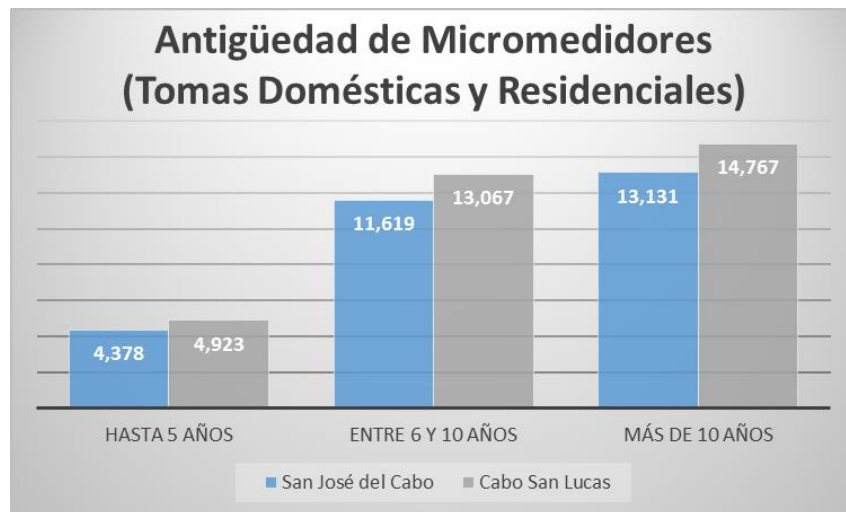
Subsistema del OOMSAPASLC	Uso Doméstico y Residencial			
	Tomas Totales	Tomas Con Medidor Instalado	Tomas Sin Medidor	Cobertura Micromed. Instalada
San José del Cabo	29,198	29,128	70	99.76%
Cabo San Lucas	33,046	32,757	289	99.13%
Total	62,244	61,885	359	99.42%

Fuente: OOMSAPAS Los Cabos.

Estos niveles son altos, sin embargo el Organismo Operador reporta un micromedición con lectura de tan sólo 69.4%. La falta de lecturas se asocia a micromedidores descompuestos y aparatos que presentan errores de exactitud fuera de norma por el deterioro de sus componentes internos.

La vida útil de un medidor es aproximadamente de 7 años ya que a partir de este momento la precisión de los mismos comienza a deteriorarse y comienzan a ser más frecuentes las fallas en sus componentes. Para las tomas de uso doméstico y residencial en la zona de estudio se identificó que el 84.97% de los micromedidores instalados han superado su vida útil, ya que cuentan con una antigüedad superior a los 5 años. De acuerdo a las pruebas de campo realizadas en una muestra representativa del padrón de usuarios, el OOMSAPASLC pudo establecer que existe una submedición neta del volumen facturado medido.

**Figura 10** Antigüedad de micromedidores del OOMSAPASLC.



Fuente: OOMSAPAS Los Cabos.



## **PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.**

Se estima que las pérdidas asociadas a los errores de micromedición representan cerca de un 3% del volumen de producción, lo cual equivale a 0.8 Hm<sup>3</sup>/año.

Es importante también considerar que existen colonias localizadas principalmente en el subsistema de Cabo San Lucas, en las que las presiones de operación en la red sobrepasan los 7 kg/cm<sup>2</sup> en contra de cualquier norma adecuada de operación. Es notable en este caso que los micromedidores utilizados no cumplen satisfactoriamente sus funciones ya que la presión a que están sometidos excede significativamente la nominal a la que estos aparatos se fabrican y prueban en laboratorio (3-4 kg/cm<sup>2</sup>).

Finalmente, es necesario resaltar el hecho de que la tercera parte de las tomas de uso doméstico está siendo facturada mediante cuota fija debido a que no tienen medidores instalados, o bien estos no funcionan.

No se omite mencionar que la micromedición es la base para establecer un adecuado proceso de facturación y cobranza, pero también constituye un elemento fundamental para la cuantificación del balance hidráulico y por ende, para emprender un control activo de fugas en red.

Finalmente, otro elemento que requiere ser tomado en cuenta es el padrón de usuarios, que de acuerdo a los últimos estudios y diagnósticos efectuados al OOMSAPASLC presenta imprecisiones significativas, como es la cantidad de tomas por colonia, tipo de uso, condiciones del micromedidor instalado, etc. Adicionalmente, se tienen identificadas áreas de oportunidad en cuanto al diseño de la base de datos, sus atributos y el sistema para el aprovechamiento de la información, a efecto de generar reportes y estadísticas que coadyuven a elevar los índices de cobranza. Actualmente, no se cuenta con la georreferenciación de los usuarios, limitando las actividades de gestión de contratos, planeación de rutas, entre otras.



### 3. ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD TÉCNICA

El presente apartado tiene como objeto determinar la viabilidad, desde el punto de vista técnico, de realizar el proyecto de Mejora Integral de la Gestión (M.I.G.) del OOMSAPAS Los Cabos, para lo cual se procedió a realizar la revisión de la totalidad de los estudios e informes asociados al proyecto proporcionados por el Organismo Operador, observándose lo siguiente:

#### I. Capacidad instalada y vida útil del activo

Debido a que el objetivo principal del proyecto se encuentra centrado en el incremento de la eficiencia física y que la base para dicho objetivo consiste en la sectorización de la red de distribución, la capacidad instalada se encuentra expresa en función de los sectores hidráulicos que se implementarán en los subsistemas: 16 sectores hidráulicos para San José del Cabo y 20 sectores hidráulicos para Cabo San Lucas.

Para las obras civiles comprendidas en el proyecto M.I.G., las cuales consisten fundamentalmente en cajas de válvulas de concreto armado para la medición y control de los sectores hidráulicos, se estima una vida útil de 50 años y para la infraestructura asociada a tuberías se estima una vida útil de 20 años (Tubería enterrada de PEAD).

En cuanto al equipo electromecánico (Medidores flujo, VRP's, Sensores de presión y equipamiento de las UTR's del sistema de telemetría) se estima una vida útil de 10 años con la aplicación de los mantenimientos preventivos necesarios, para dejarlos en condiciones funcionales al término del periodo de prestación de servicios, que ampare el contrato respectivo.

#### II. Localización del proyecto referido a factores como: la disponibilidad de insumos, servicios, infraestructura, entre otros

En cuanto a su localización y zona de influencia, el Proyecto M.I.G. del OOMSAPASLC, abarca la ciudad de Los Cabos, conformada por la zona urbana de San José del Cabo, Cabo San Lucas y el corredor turístico que une a ambas ciudades. Las coordenadas geográficas extremas de la zona de influencia del proyecto se indican en la siguiente tabla:

**Tabla 6** Coordenadas geográficas extremas del proyecto M.I.G.

Vértice	Latitud	Longitud
V1	22.875528°	-109.975309°
V2	23.167664°	-109.706017°

Fuente: OOMSAPAS Los Cabos.

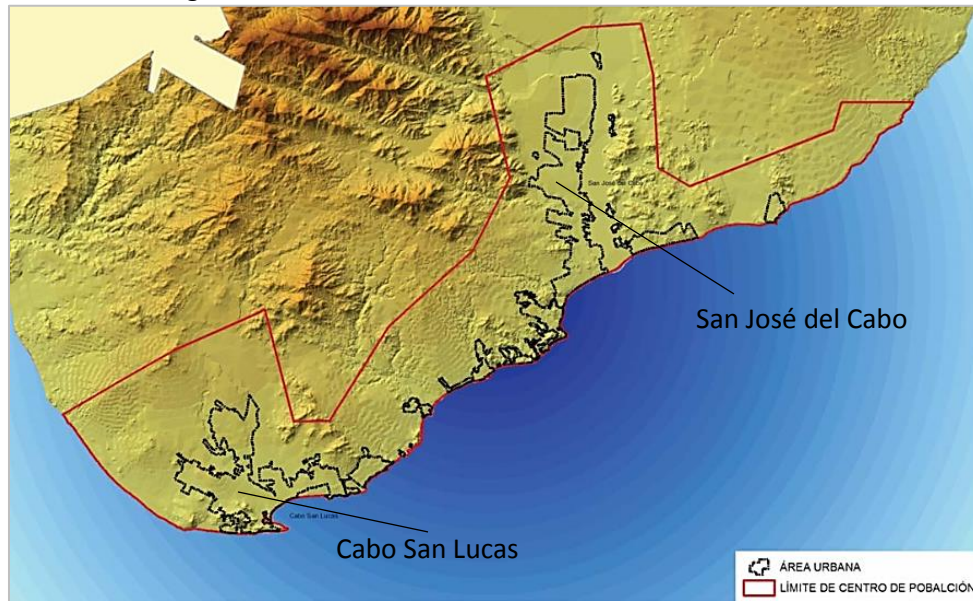
Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

**Figura 11** Delimitación del área urbana de Los Cabos.



Fuente: IMPLAN Los Cabos.

Las obras y acciones que comprenden al proyecto M.I.G. del OOMSAPASLC comprenden básicamente la rehabilitación, modificación y mejora de infraestructura existente para la prestación de los servicios de agua potable, incluyendo lo siguiente:

**Tabla 7** Desglose de obras y acciones del proyecto M.I.G. por localidad

Concepto	San José del Cabo	Cabo San Lucas
1. Instrumentación de sectores hidráulicos	16 sectores	20 sectores
2. Sustitución de macromedición de fuentes	2 medidores	3 medidores
3. Sustitución de redes de agua potable	27 km	22 km
4. Sustitución de tomas domiciliarias	6,537 tomas	7,884 tomas
5. Telemetría en pozos, estaciones de bombeo y tanques	36 sitios	25 sitios
6. Telemetría en sectores hidráulicos	16 sitios	20 sitios
7. Sustitución de micromedidores	22,208 medidores	26,938 medidores
8. Instrumentación de sistema de lectura remota	1 sistema	1 sistema

Fuente: OOMSAPAS Los Cabos.

Adicionalmente a los conceptos indicados en la tabla anterior, el Organismo Operador de Los Cabos ha identificado acciones adicionales que son requeridos para establecer la base del proyecto de mejora de la eficiencia física y comercial, incluyendo: i) Diagnóstico de Agua No Contabilizada; ii) Implementación de un nuevo sistema comercial; iii) Estudio tarifario; iv) Estudio para la optimización de los procesos comerciales; v) Estudio de reingeniería estructural y de procesos, y vi) Estudio de eficiencia energética.

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)



## **PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.**

### **III. Disponibilidad de insumos necesarios para la operación y, en su caso, para la realización del programa o proyecto**

La operación y mantenimiento de los diversos componentes que forman parte del Proyecto M.I.G. del OOMSAPASLC, se basan en herramienta menor y mayor. En el caso de la primera se refiere básicamente a herramientas para desinstalar piezas especiales de fontanería y cuadros de medidor, realizar mediciones en campo de presión, caudal, parámetros electromecánicos de equipos de bombeo, herramienta para localización y detección de fugas, etc. Con esto se realizarán los programas de mantenimiento preventivo o en todo caso, se establecerá una acción correctiva a situaciones que pudieran resultar adversas para la operación del sistema de suministro y distribución de agua potable.

En el caso de la maquinaria o equipo mayor se contempla lo siguiente:

- Retroexcavadoras, cargador compacto (Bobcat) para la apertura y relleno de zanjas en el proceso de sustitución de tubería a cielo abierto;
- Máquinas de perforación direccional o cabrestante para ruptura de tuberías por método “bursting”;
- Cortadoras de pavimento, martillos neumáticos para la reparación de fugas en red, y
- Grúas de bajo tonelaje para retiro y reparación de equipo electromecánico (En la mayoría de los casos puede sustituirse por retroexcavadora);

Los materiales y equipos son existentes en cantidad y calidad adecuada a nivel municipal, además existe la productividad necesaria para el abastecimiento de materiales básicos. Las cantidades requeridas para el proyecto no son significativas, toda vez que en su mayoría se tratan de obras de rehabilitación y modificaciones menores en la red existente de agua potable operada por el OOMSAPASLC.

Igualmente la maquinaria y equipos requeridos para la construcción se pueden localizar y emplear sin mayor dificultad. Se encuentra disponible y existente en la zona urbana de Los Cabos, así como en el resto del Estado.

Dado que el equipamiento del sistema de telemetría se realizará sobre infraestructura existente del OOMSAPASLC, el cual ya cuenta con suministro de energía eléctrica, no se requiere de factibilidad adicional. En el caso de las cajas de medición de los sectores hidráulicos, se requiere realizar la conexión al tendido de baja tensión, pero no existe impedimento para realizar la respectiva solicitud a la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Inclusive se puede proponer un sistema fotovoltaico para alimentar al equipo de medición y transmisión de datos de las cajas de válvulas.



## **PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.**

### **IV. Justificación sobre la tecnología propuesta**

El objetivo central del proyecto M.I.G. es el incremento de la eficiencia física y la optimización de la gestión comercial, con la finalidad de fortalecer operativamente y brindarle sustentabilidad financiera al OOMSAPASLC en lo que respecta a la prestación de los servicios de agua potable.

En este orden de ideas, se plantea la ejecución de obras y acciones que coadyuven a la reducción de pérdidas reales (fugas), así como al mejoramiento de los procedimientos comerciales.

Actualmente el subsistema de San José del Cabo cuenta con aproximadamente 31,611 tomas domiciliarias, mientras que el subsistema de Cabo San Lucas registra cerca de 36,012 tomas domiciliarias.

En la práctica, no existe un límite mínimo, ni máximo preestablecido en cuanto al número de usuarios, área o longitud de red por sector. No obstante, en raras ocasiones se diseñan sectores hidráulicos en áreas superiores a 300 hectáreas, o con un número de usuarios superior a 4,000; del orden de 2,000 tomas es un valor bastante común.

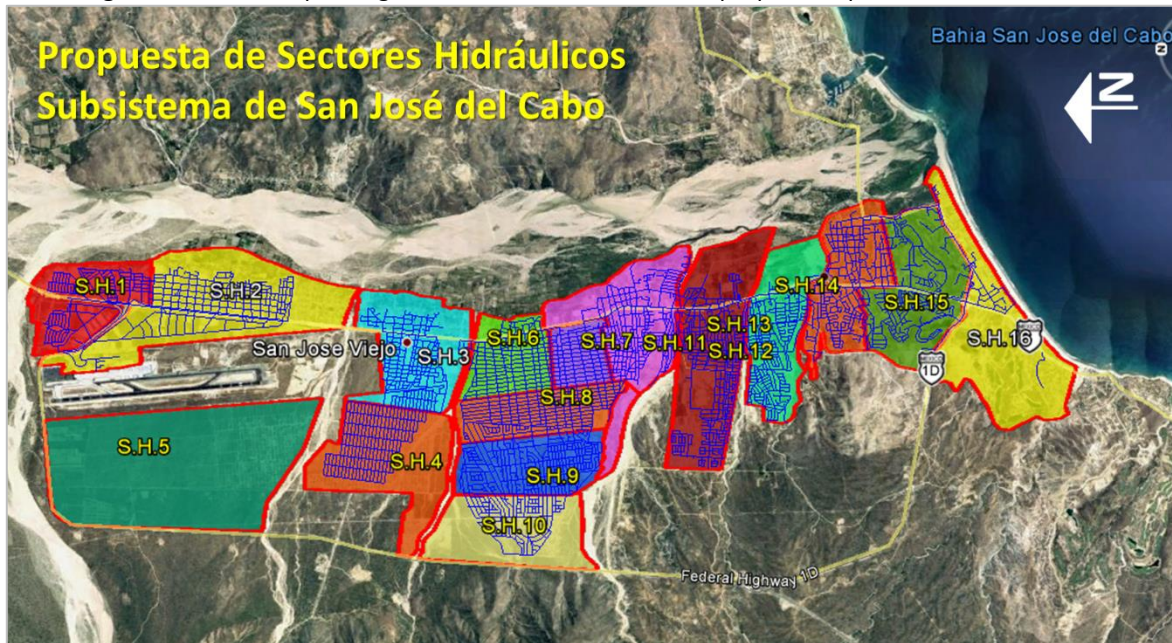
Tomando en cuenta lo anterior y la magnitud del sistema de agua potable del OOMSAPASLC, se ha definido la necesidad de construcción de 36 sectores hidráulicos en total. Como se comentó anteriormente, el avance actual en la sectorización de la red es nulo.





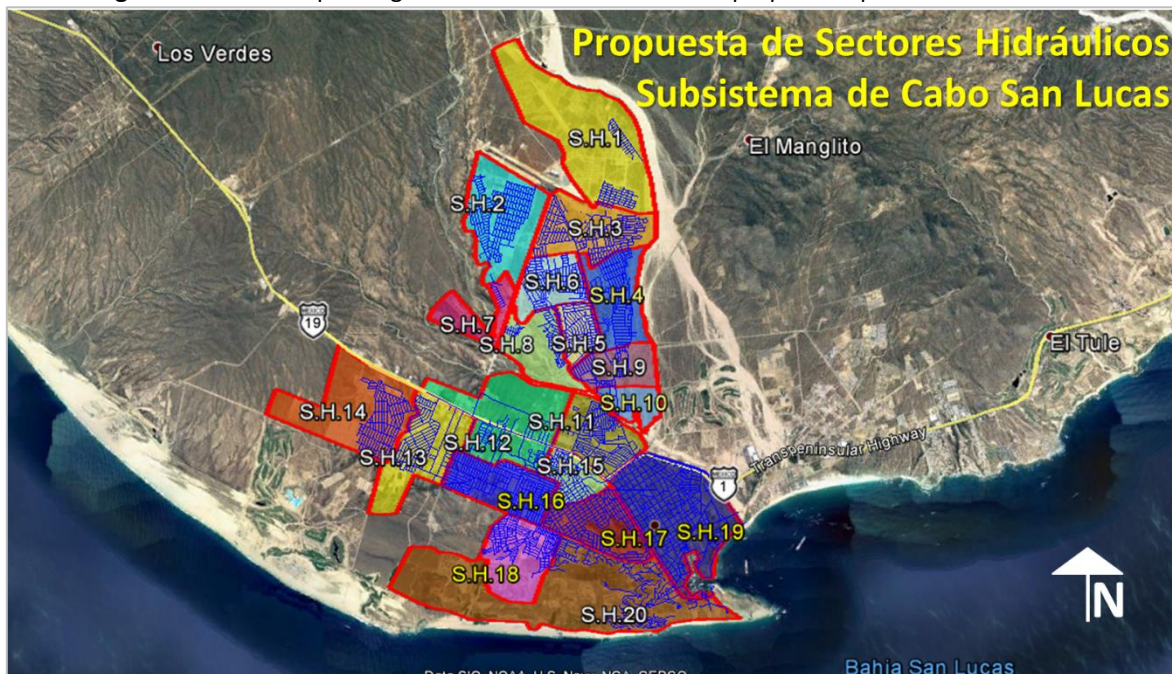
## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

**Figura 12** Esquema general de sectores hidráulicos propuestos para San José del Cabo.



Fuente: OOMSAPAS Los Cabos.

**Figura 13** Esquema general de sectores hidráulicos propuestos para Cabo San Lucas.



Fuente: OOMSAPAS Los Cabos.

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)





## **PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.**

El diseño, construcción, puesta en marcha y operación de los sectores hidráulicos busca ser implementado a través de una empresa especializada (el Contratista) en proyectos de características y magnitudes similares, que pueda aportar, entre otros aspectos, la experiencia técnica en cuanto al diseño, procedimientos constructivos, equipamiento y personal necesario para ejecutar y operar dichas obras. En virtud de lo anterior, el proyecto ejecutivo de los sectores hidráulicos de San José del Cabo y Cabo San Lucas será elaborado posteriormente por el Contratista y deberá tomar en cuenta las premisas siguientes:

- a) Se aprovechará al máximo la infraestructura existente (pozos, estaciones de bombeo, tanques de regularización, líneas primarias y redes de distribución, medidores, entre otros);
- b) Se garantizará una mejor calidad de servicio a los usuarios (presión hidráulica uniforme y suficiente, así como un mejor nivel de continuidad del servicio de agua si lo permiten la producción de las fuentes de abastecimiento);
- c) El proyecto comprenderá soluciones prácticas y económicamente convenientes (cortes de tuberías, instalación de válvulas, reconexiones de tubos, sustitución de tramos pequeños de tuberías, desconexión de tubos, entre otros);
- d) Las obras de sectorización estarán orientadas a la disminución de pérdidas de agua potable (evaluación de pérdidas, localización de fugas, contabilización de agua consumida, entre otros);
- e) Se optimizará la operación hidráulica y mantenimiento de la red (control de presión, continuidad del agua en la red, menores interrupciones y afectaciones en el servicio de agua, entre otros), y

El estudio de factibilidad técnica de los sectores hidráulicos con que cuenta el OOMSAPASLC actualmente, establece los criterios básicos que habrán de seguirse para la implementación de dichos componentes, mismos que se describen a continuación.

### i. Esquema de Redistribución de Caudales con Sectores Hidráulicos

En la elaboración del proyecto ejecutivo se determinará un esquema general de sectores hidráulicos tomando en cuenta la disponibilidad del agua, los límites geográficos y urbanos, usos de suelo, trazo de la red primaria y la ubicación de la infraestructura del sistema de agua potable.

Para elaborar el esquema de sectores hidráulicos se realizarán las actividades siguientes.

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)



## **PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.**

- a) Revisión y actualización de planos de la infraestructura y la red de distribución.
- b) Estudio del funcionamiento hidráulico actual del sistema de agua potable.
- c) Medición de caudal en tanques y carga – gasto – eficiencia en rebombes y pozos: se realizará una campaña de medición de caudales en la llegada de tanques y rebombes, con la finalidad de conocer los valores de caudal transportados por las líneas primarias del sistema de abastecimiento de agua. Las mediciones de caudal se harán con equipo portátil ultrasónico o electromagnético. Asimismo, se obtendrán en campo los datos del punto de operación (carga H – caudal Q- eficiencia) en los rebombes y los pozos profundos que suministran agua al sistema de abastecimiento.
- d) Definición del esquema de sectores hidráulicos: con base en el funcionamiento de la red, en las zonas de influencia hidráulica de operación, en la infraestructura hidráulica disponible, en los límites geográficos naturales y urbanos, topografía y en el anteproyecto de sectores hidráulicos que dispone el OOMSAPASLC.

Para tener mayor factibilidad en la construcción y operación del esquema de sectores propuesto, se buscará minimizar en el diseño lo siguiente:

- División de colonias;
  - Cortes para aislar el sector;
  - Afectaciones a zonas que ya funcionan adecuadamente;
  - Puntos de suministro de agua;
  - Salidas de agua, y
  - División de zonas comerciales, parques públicos, industrias o complejos hoteleros.
- e) Determinación de la población en los sectores hidráulicos del esquema propuesto, considerando las densidades de población en cada uno de ellos.
  - f) Determinación de dotaciones y caudales de diseño en sectores hidráulicos: utilizando los registros históricos del OOMSAPASLC y los resultados de las mediciones de caudal en tanques, rebombes y pozos, estimándose el caudal promedio disponible.

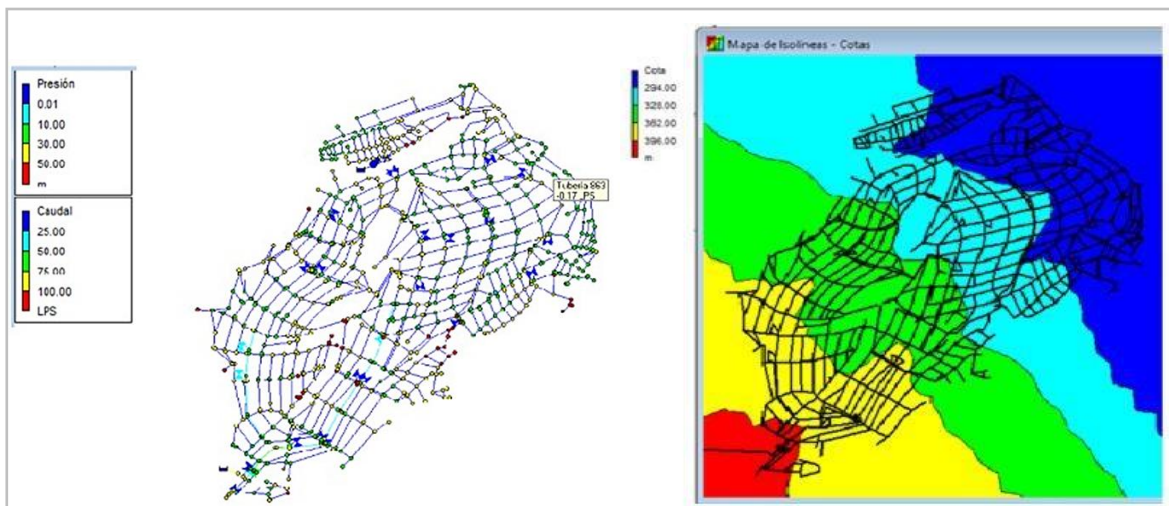


ii. Análisis y Diseño Hidráulico de Sectores

Se realizará un diseño interno de cada sector hidrométrico, mediante el análisis hidráulico de su red primaria y secundaria, hasta lograr que se cumplan los requisitos de caudales en las tuberías y presiones en los nodos, según las especificaciones nacionales de diseño vigentes en la CONAGUA.

El Contratista deberá conformar un modelo de simulación hidráulica de la red primaria y secundaria por separado, para flujo permanente, que deberá reproducir todos sus tramos y nodos; la infraestructura existente (rebombes, tanques, válvulas y pozos); demandas de diseño en los nodos; y propiedades hidráulicas de tuberías y elementos.

**Figura 14** Ejemplo de modelación de un sector hidráulico y mapa de isólinas - Cotas.



Fuente: EPANET.

El modelo reproducirá la operación del sistema de red secundaria de manera adecuada, para lo cual se validarán los siguientes parámetros que podrían influir en un funcionamiento inadecuado:

- Cota de los nodos;
- Demanda de agua en los nodos de caudal;
- Diámetro de las tuberías;
- Rugosidad de las tuberías;
- Coeficientes de pérdida de carga en válvulas;
- Fugas excesivas de agua;
- Tramos de la red omitidos en el esqueleto del modelo y
- Curvas de equipos de bombeos.



## **PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.**

Después de ajustar el modelo de simulación hidráulica de la red primaria, conforme a las condiciones actuales de operación, se realizará el análisis y diseño hidráulico. El Contratista deberá diseñar la red primaria de acuerdo con los siguientes criterios:

- a. Nodos de caudal de suministro de agua a sectores hidrométricos con el gasto máximo diario: cuando exista un tanque o cárcamo de rebombeo antes de suministrar agua al sector hidrométrico y con la suficiente capacidad volumétrica para regular las variaciones máximas horarias en la red de dicho sector;
- b. Nodos de caudal de suministro de agua a sectores hidrométricos con el gasto máximo horario: si se suministra al agua de forma directa al sector hidrométrico;
- c. Nodos de caudal de transferencias: con el gasto medio que asigne el OOMSAPASLC, y
- d. Pozos que conectan directamente a la red primaria: con el gasto medio producido.

El Contratista deberá diseñar la red interna de cada sector hidrométrico con el gasto máximo horario, la modelación considerará los coeficientes de variación diaria y horaria especificados por la CONAGUA.

Además, los resultados estarán alineados a las siguientes especificaciones establecidas por el OOMSAPASLC:

- a. Presión mínima en el punto crítico del sector de 1.5 kg/cm<sup>2</sup> (15 mca);
- b. Todas las presiones hidráulicas, en los nodos de la red interna de los sectores hidrométricos, no deberán sobrepasar los 5.0 kg/cm<sup>2</sup> (50 mca), y
- c. La velocidad del agua, en todas las tuberías de la red interna de los sectores hidrométricos, deberán ser de entre 0.6 m/s y 2.0 m/s.
- d. Debido a la edad, materiales y condiciones físicas que prevalecen actualmente en la red primaria en diámetros mayores, la modelación en éstas tuberías se realizará sin exceder cargas hidráulicas de 3.0 kg/cm<sup>2</sup>, cumpliendo con velocidades mínimas de 0.3 m/s y máximas de 1.5 m/s en el transporte de agua.

Para asegurar que el modelo de simulación representa la realidad con un grado de confiabilidad aceptable el Contratista procederá a realizar la calibración del mismo, para lo cual se realizarán

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)

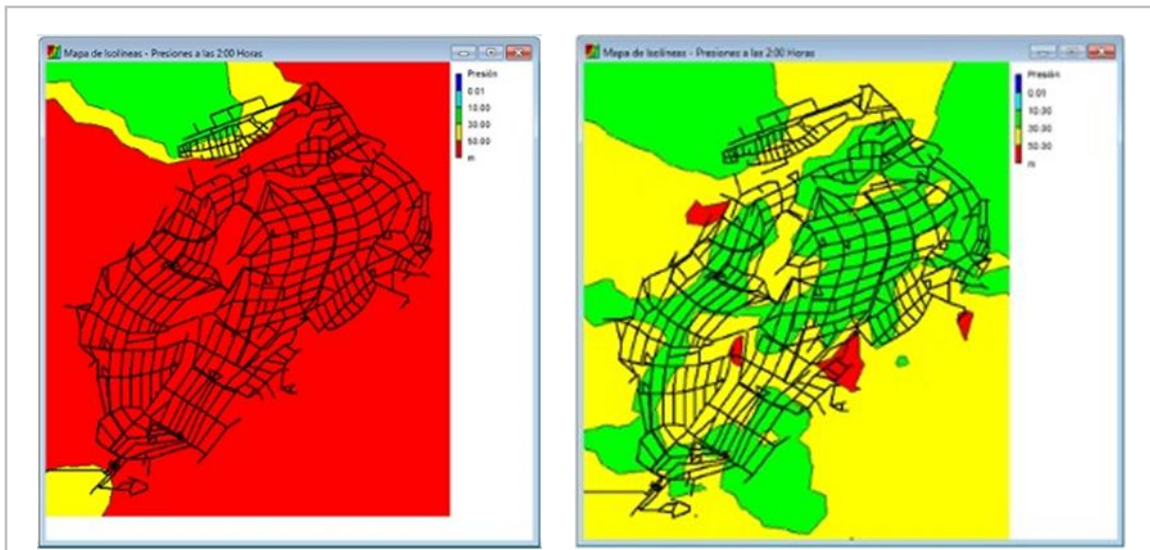


## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

muestreos de presión y caudal en la red de distribución. Dicho muestreo será aleatorio y su localización será planeada para maximizar la facilidad de calibración con el mínimo de punto de medición.

Se realizará un análisis de cada sector hidrométrico en flujo permanente, partiendo de las condiciones actuales y modificando sus elementos u operación, hasta que consiga un esquema de red que sea suficiente para transportar el agua requerida por los usuarios en los niveles de presión y velocidad permisibles. El diseño considerará que los cambios estructurales de la red sean mínimos, reduciendo las obras de sectorización a cortes de tuberías, instalación de válvulas de control automático (presión y caudal), reconexión de tuberías, sustitución de pequeños tramos de tubos, entre otros. También se definirán las tuberías que requieren ser sustituidas para aumentar la capacidad de conducción, a fin de cumplir con las restricciones de presión y caudal que ya se han señalado.

**Figura 15** Ejemplo de simulación hidráulica de un sector sin control (izquierda) y con control de presión (derecha).



Fuente: EPANET.

Asimismo, el diseño de los sectores hidráulicos comprenderá la elaboración de los planos constructivos, especificaciones y memorias de cálculos, incluyendo entre otros datos, el cálculo de las cantidades de obra requeridas para la instrumentación de los sectores, dichas cantidades de obra cuantificarán lo siguiente:

- a) Obra civil e hidráulica: cortes, conexiones, ampliaciones y sustituciones de tuberías, cajas de válvulas, y atraques;

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

- b) Cancelación de cruceros mediante instalación de tapas ciegas para aislar sectores;
- c) Instalación de válvulas: seccionamiento y de control automático (VRP's), y
- d) Equipo de medición; medidores de caudal y presión.

### iii. Construcción y equipamiento de los Sectores Hidrométricos

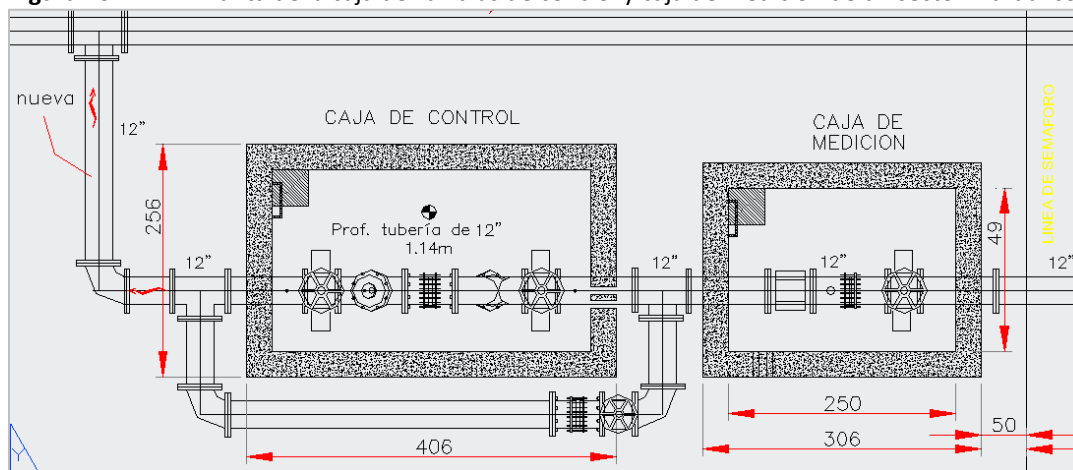
Una vez que se cuente con el proyecto ejecutivo de los sectores hidráulicos se procederá con su construcción, para lo cual se desarrollarán las siguientes obras:

1. Construcción de cajas e instalación de válvulas de seccionamiento y de control automático: las cajas a construir durante la conformación de un sector hidrométrico albergarán en general dos tipos de válvulas, de seccionamiento (compuerta y mariposa) y de control automático (de caudal y presión). El Contratista aplicará el procedimiento siguiente, para la construcción de las cajas y la instalación de válvulas de seccionamiento y de control automático:
  - a) Trazo y corte de pavimento;
  - b) Ruptura de pavimento;
  - c) Excavación a mano;
  - d) Colado de plantilla;
  - e) Armado y colado de losa de cimentación;
  - f) Colocación de muros de tabique recocido rojo;
  - g) Corte de tubería;
  - h) Montaje de válvulas;
  - i) Cimbrado de losa;
  - j) Armado y colado de dadas de cerramiento y losa de cubierta
  - k) Colocación de marco para la tapa;
  - l) Colado de losa y reposición de pavimento, y
  - m) Limpieza y remoción de escombros.
  - n) Cuando se trate de ampliación de cajas existentes se podrá incluir la demolición correspondiente.



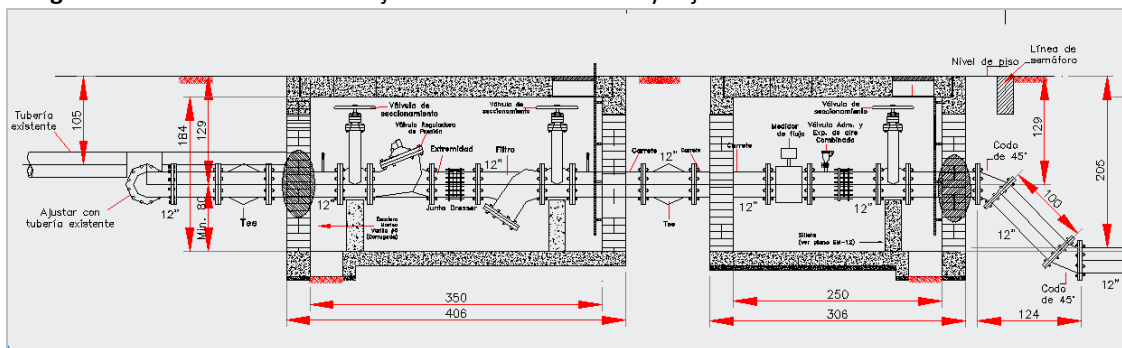
## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

**Figura 16** Planta de la caja de válvulas de control y caja de medición de un sector hidráulico.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 17** Alzado de la caja de válvulas de control y caja de medición de un sector hidráulico.



Fuente: Elaboración propia.

Durante la construcción de cajas e instalación de válvulas se tomarán lasprevenciones necesarias para disponer de la siguiente herramienta y maquinaria:

- Generador eléctrico;
- Cortadora de disco de diamante;
- Rompedora eléctrica;
- Retroexcavadora con martillo hidráulico;
- Esmeriladora para corte de tubería;
- Bomba de achique;
- Compactadora bailarina, y
- Soplete.

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)





## **PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.**

En el desarrollo del proyecto estructural de estas cajas será necesario tomar en consideración las condiciones de cargas rodantes, empujes de agua, empujes de tierra y sub-presión. En el caso de que se diseñen como cajas-atraques deberán analizarse los muros para los empujes inducidos. El análisis y diseño se hará con base en las Normas ACI-318R-89 y ACI-350R-89.

2. Ejecución de cortes de tuberías: según el diseño, el aislamiento de sectores debe ser permanente, por lo tanto, el Contratista colocará tapones en los puntos de separación de tuberías, para delimitar el sector hidrométrico, con el fin de evitar el riesgo futuro de que se pierda el aislamiento físico de dicho sector. Solo se instalarán válvulas de seccionamiento en sitios estratégicos, para dejar puntos de seguridad en el suministro de agua entre sectores, que solo funcionarán cuando se presenten situaciones de emergencia en el sistema de abastecimiento de agua potable.
3. Los tapones comúnmente utilizados son tapas o carretes ciegos unidos con bridas o juntas Gibault, fabricados en acero u otro material que cumpla con la resistencia y hermeticidad adecuada. Será necesario que los cortes se realicen dentro de las cajas de válvulas existentes, en esquinas o cruceros. No se deberán realizar cortes enterrados que no se puedan referenciar o ubicar posteriormente; en estos casos se tendrá que alojar en una caja acondicionada al diámetro de la tubería donde se realice.
4. Instalación y sustitución de tuberías: las tuberías instaladas en los trabajos de sectorización de la red de agua potable tienen en general dos propósitos:
  - a) Conectar dos tuberías existentes para mejorar la distribución del agua. Se tratará de tramos pequeños de apenas unos cuantos metros, y
  - b) Sustituir tramos de tuberías existentes para aumentar la capacidad hidráulica y mejorar las presiones de servicio. Las longitudes pueden variar de un par de decenas de metros, hasta tramos de un par de kilómetros.

La obra se podrá llevar a cabo mediante la aplicación de los procedimientos tradicionales de excavación a cielo abierto, y en los casos en los que se demuestre la viabilidad técnica y económica se podrán emplear equipos de tecnología avanzada por procedimientos de rápido avance y mínimo costo, como podría ser el denominado de perforación direccional o método “bursting”.

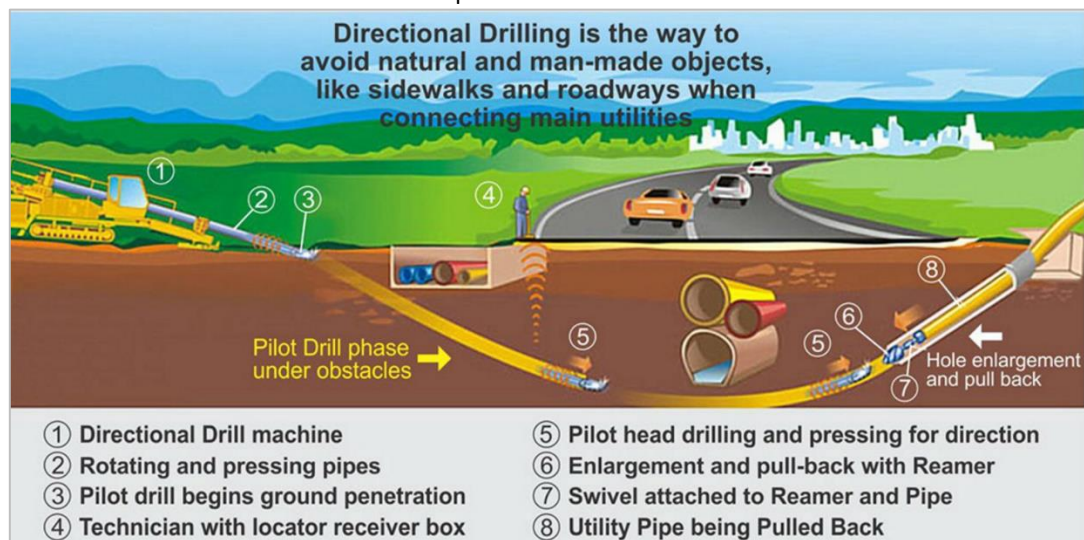


## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

**Perforación direccional:** En éste método se penetra horizontalmente el terreno, dotado de herramientas y accesorios para excavar e introducir las tuberías, con un aditamento de control direccional, para garantizar el correcto alineamiento en la trayectoria de instalación de la tubería.

**Método Bursting:** Se utiliza para reemplazar tuberías existentes y en desuso por otra del mismo diámetro o de un diámetro ligeramente superior. La canalización por sustituir puede ser demolida in situ o sustituida tramo a tramo y demolida cuando ha sido extraída del túnel. Este procedimiento de reemplazo solo puede ser aplicado en tramos rectos de canalización. Se requiere de una inspección y estudio inicial, con una inspección mediante vídeo de la canalización a sustituir, con el objetivo de garantizar que no existen impedimentos para su extracción y demolición.

**Figura 18** Esquema de la perforación direccional para instalación de tuberías de agua potable.

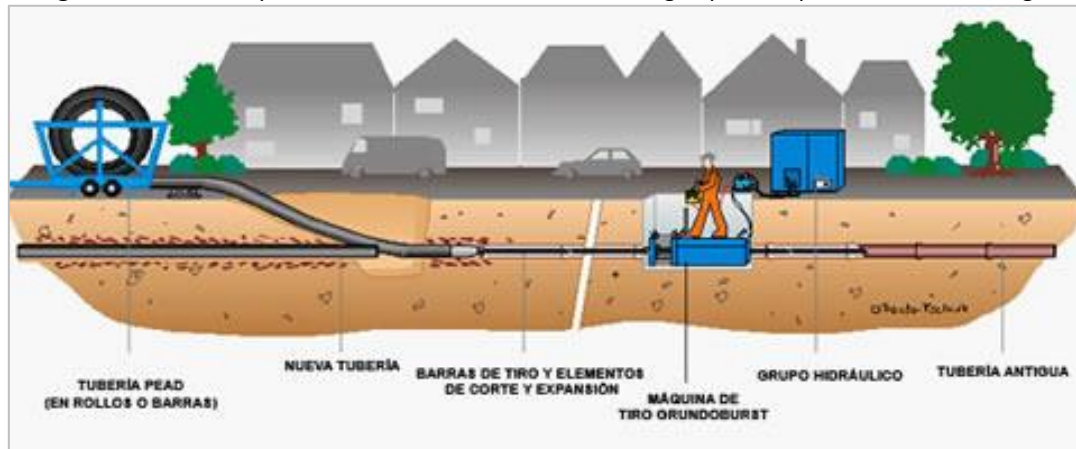


Fuente: We bore it.



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

**Figura 19** Esquema de sustitución de tuberías de agua potable por método “Bursting”.



Fuente: Construdata.

Cuando se trate de instalación o sustitución de tuberías a cielo abierto, el Contratista deberá ajustarse al procedimiento constructivo que incluye la secuencia de actividades siguiente:

- (i) Trazo, corte y demolición pavimento;
- (ii) Excavación de zanja (a mano o con maquinaria pesada);
- (iii) Tendido y conexión de tubería;
- (iv) Relleno con material de banco;
- (v) Compactado con bailarina o rodillo mecánico;
- (vi) Reposición de pavimento, y
- (vii) Limpieza y remoción de escombros.

De acuerdo con la normatividad y en función de las características de la tubería a instalar, el Contratista deberá realizar la prueba de presión hidrostática.

5. Ejecución de reconexiones de tuberías: las reconexiones de tuberías se proponen en la construcción de sectores hidrométricos, principalmente para dar paso al agua hacia otra zona de la red. En las reconexiones de dos tuberías que tengan igual o distinto diámetro y material, se tendrán que realizar las labores de pailería y/o junteo para efectuar la conexión.
6. La instrumentación y equipamiento del sector hidrométrico es indispensable para controlar los caudales y presiones hidráulicas en la red y realizar las pruebas de eficiencia hidráulica y volumétrica. Por tal motivo se procederá a colocar los equipos para medición de caudal y presión hidráulica, así como a instalar las válvulas de control automático (VRP's) para controlar el funcionamiento hidráulico de la red. Los registros de caudal serán útiles para

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)

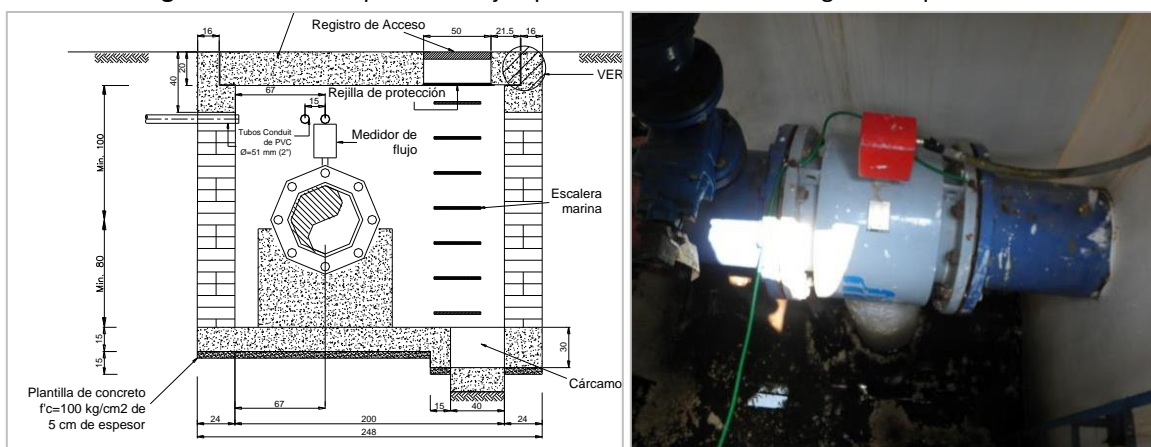


## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

conocer el volumen de agua suministrada al sector hidrométrico y observar las variaciones de la demanda de agua a su entrada o salida. Los valores de presión servirán para monitorear el funcionamiento hidráulico general de la red del sector hidrométrico y verificar su aislamiento durante la puesta en operación. Las válvulas de control automático servirán para estabilizar caudales o presiones en tiempo real y mantener la operación del sector hidrométrico.

- a. **Medidor de flujo:** El tipo de medidor que se deberá instalar será de tipo ultrasónico o electromagnético. El Contratista deberá instalar medidores fijos en cada punto de suministro de agua y en cada salida del sector hidrométrico, que registren el caudal y volumen de manera continua en el tiempo, mediante el uso de Data Logger y emisión remota de señales al sistema de telemetría de OOMSAPASLC.

**Figura 20** Esquema de caja tipo con medidor electromagnético tipo carrete.



Fuente: Elaboración propia.

Para diámetros de 20" y menos se recomiendan medidores de flujo de agua potable, tipo electromagnético, principio de Faraday, geometría tipo carrete con extremos bridados ANSI B16.1 (cara realzada), clase 10 bar, dirección bidireccional, aplicación detección-señalización-transmisión continua de flujo instantáneo y volumen hidráulico acumulado, normatividad ISO 4064, CEN TC92 WG-2 enclaustramiento NEMA 6, IP-68 (inmersión 10 m.c.a.); integrado complementariamente por cableado de interconexión, accesorios y receptor-transmisor con pantalla remota de visualización, características adecuadas para interconexión-comunicación con UTR del OOMSAPASLC.

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)







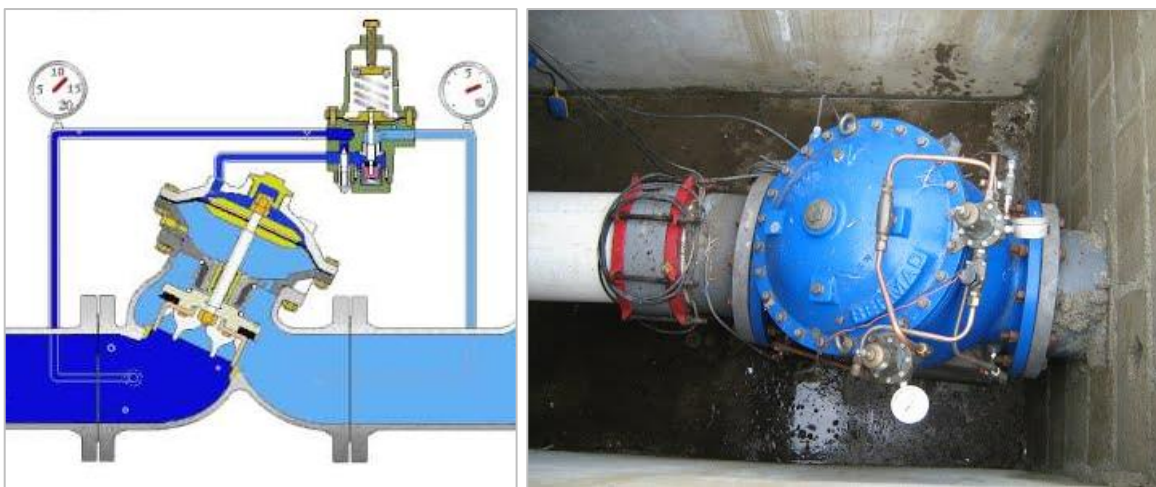
## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

Se recomienda que cada sector hidrométrico cuente con dos puntos de medición de presión hidráulica permanente, uno a la entrada y otro en el punto más alejado o en la zona más alta, en función de cual sea el más crítico. Este último punto corresponde al punto crítico del sector. La intención de estas ubicaciones es medir la situación hidráulica más crítica del agua en la red secundaria. Dependiendo de las características topográficas, geométricas e hidráulicas, en algunos sectores sólo se requerirán uno o dos sensores a lo máximo. Los sensores de presión en los sectores serán instalados en las tuberías secundarias de la red de distribución, dentro de las cajas de válvulas o en cajas construidas exprofeso.

- c. **Válvula de control automático:** el equipamiento de sectores hidrométricos incluye la instalación de válvulas de control automático de flujo, presión y nivel de agua. Los equipos que se podrán instalar en las tuberías de la Red de los sectores hidrométricos son para mantener un caudal constante a través de la válvula, para sostener la presión aguas arriba de la válvula, o para reducir la presión agua debajo de la válvula. Las válvulas de flotador se instalarán dentro de los cárcamos o tanques reguladores, para mantener un nivel o permitir el flujo de agua en un cierto rango de niveles de agua.

**Figura 22**

Esquema de válvula reguladora de presión (VRP).



Fuente: Válvulas automáticas Bermad.

### iv. Puesta en Operación y Pruebas de Funcionamiento de los Sectores

Posterior a la construcción y equipamiento de los sectores hidráulicos, se procederá a realizar la puesta en operación y pruebas de aislamiento. En cada sector hidrométrico puesto en operación

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](http://artjmnzr@pscmex.com)



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

deberá ser verificado física y operacionalmente su aislamiento hidráulico del resto de la red de distribución. Por lo tanto, el Contratista deberá realizar una prueba de aislamiento del sector hidrométrico mediante el cierre de válvulas y medición de presiones dentro y fuera de sus límites, a fin de corroborar que ha quedado independiente hidráulicamente del resto de la Red de distribución del sistema de agua potable.

**Figura 23** Toma de presiones en tomas domiciliarias para pruebas de aislamiento del sector.



Fuente: CONAGUA.

Para realizar la prueba de aislamiento de los sectores hidráulicos es necesario realizar el siguiente procedimiento:

- a. Previo a la prueba de aislamiento se harán recorridos de campo por el límite del sector aislado para inspeccionar que efectivamente se encuentran ejecutadas todas las obras propuestas en el diseño y que las válvulas de emergencia se encuentren cerradas;
- b. Antes de realizar el corte del suministro de agua hacia el sector se realizarán mediciones puntuales de presión con manómetros portátiles en varios sitios a lo largo de su límite, dentro y fuera de él, con el fin de tener valores y poder realizar comparaciones con los registros posteriores de la prueba de aislamiento;
- c. Después se suspenderá el servicio de agua hacia el interior del sector, dando tiempo suficiente para que toda la red se vacíe;
- d. Después de lo anterior, con manómetros portátiles se mide puntualmente la presión del agua en las conexiones domiciliarias dentro y fuera del límite del sector, y





## **PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.**

- e. Si todos los registros de presión dentro del sector hidrométrico tienen valores a cero, o muy cercanos a cero se concluirá que dicho sector ha quedado aislado. En caso contrario se determinará que el sector no ha sido aislado y, por lo tanto, se procederá a inspeccionar las causas y corregir lo que proceda.

Durante la fase de implementación de cada sector se recomienda llevar a cabo un balance hídrico de corta duración, como parte de las Pruebas de Funcionamiento y Capacidad, tomando en cuenta el siguiente procedimiento:

- a. Cerrar la válvula(s) de entrada(s) de agua al sector y salida(s) para que se detenga su abastecimiento de agua;
- b. Realizar el registro de lecturas en todos los medidores domiciliarios (lecturas iniciales);
- c. Abrir la válvula(s) de suministro de agua y salida(s) del sector hidráulico y comenzar con el registro continuo de caudales;
- d. Dejar transcurrir el período elegido [24 (veinticuatro) horas, 3 (tres) días o una semana];
- e. Cuando se cumpla exactamente el período establecido se vuelve a detener el servicio de agua al sector, cerrando la válvula(s) de entrada y salida, y se calcula el volumen de agua suministrado por diferencia de lecturas en los macromedidores;
- f. Registrar nuevamente las lecturas de los medidores domiciliarios (lecturas finales) y calcular el volumen suministrado en el período a partir del registro continuo de caudales;
- g. Calcular el volumen de consumo de agua, restando las lecturas iniciales de las finales de medidores domiciliarios y sumando todas las diferencias, y
- h. Calcular el valor de la eficiencia física dividiendo el volumen de agua del consumo total registrado entre el volumen suministrado en el período.

Cuando no es posible realizar la medición de todos los micromedidores domiciliarios, se recomienda aplicar un muestreo estadístico de campo para estimar los consumos de agua de los usuarios del sector.



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

En este sentido, es recomendable realizar balances hídricos bimestrales durante la fase de operación, en cada uno de los sectores hidrométricos que se haya construido y aislado hidráulicamente, con la finalidad de dar seguimiento a los índices de eficiencia física.

### v. Ejecución del Control Activo de Fugas durante la Fase de Operación

Durante la etapa de operación y mantenimiento de los sectores del proyecto, se procederá a realizar el control activo de fugas, así como el mejoramiento de la rapidez y calidad de reparaciones en la red de agua potable del OOMSAPASLC. La ejecución de las reparaciones de las fugas en estricto apego al Documento Especificaciones Generales para la Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado de la CONAGUA. Las actividades que formarán parte de ésta fase se describen a continuación:

- a. Conformación del grupo de trabajo para la gestión de fugas;
- b. Identificación anual de las causas que originan las fugas en el sistema de agua potable;
- c. Evaluación anual y ejecución permanente de medidas facilitadoras del Control Activo de Fugas y mejora de la rapidez y calidad de reparaciones. (Las medidas facilitadoras incluyen:  
i) Monitoreo del sistema de macromedición, ii) Actualización del catastro de infraestructura hidráulica, iii) Monitoreo de presión y caudal en los principales puntos de la red, iv) Monitoreo del sistema de micromedición, v) Comunicación y participación social para concientizar el cuidado del agua y el reporte de ocurrencia de fugas, y vi) Control de calidad de los materiales, procedimientos y mano de obra utilizados para la reparación de fugas);
- d. Generación mensual de estadísticas sobre la ocurrencia y reparación de fugas;
- e. Elaboración bimestral del balance hídrico;
- f. Análisis anual de la rentabilidad de la recuperación de fugas;
- g. Atención diaria de reportes de fugas detectadas por usuarios o personal operativo del OOMSAPASLC;
- h. Aplicación sistemática diaria de detección y localización de fugas ocultas, y
- i. Aplicación permanente de procedimientos y técnicas de reparación de fugas.

Es importante que el personal de trabajo de campo sea de tipo especializado para la detección de fugas y deberá disponer al menos las siguientes capacidades técnicas:

- Escuchar y distinguir diferentes sonidos de fugas;
- Manejar los diferentes métodos y equipos de detección y localización de fugas: medición de presiones, sectores hidrométricos, sonido, correladores, prelocalizadores y detectores especiales (Georadar, hidrógeno, entre otros);



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

- Manejar los equipos y herramientas auxiliares en la detección: manómetros, medidores de caudal (ultrasónicos, magnéticos), detectores de tuberías y válvulas enterradas, medidores de presión, entre otros;
- Medir las fugas y hacer levantamiento de causas y estadísticas: caudal de fuga, tamaño, ubicación, croquis del lugar, tipo de material del tubo, profundidad, entre otros, y
- Llenar formatos de los resultados de la búsqueda de fugas: total de fugas, caudal promedio, rendimiento de la cuadrilla, costo de la inspección, entre otros.

**Figura 24** Muestra de equipo tipo correlador (arriba) y tipo geófono (abajo) para localización de fugas.



Fuente: CONAGUA.

Como parte del proceso de localización y reparación, es importante que se recopile información relacionada con las fugas, para disponer de estadísticas que sirvan en el futuro para tomar decisiones sobre nuevos trabajos para mejorar la eficiencia física y las condiciones del servicio. Enseguida se presentan los parámetros mínimos, más no limitativos, que comúnmente se levantan en campo por cada fuga reparada:

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)



## **PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.**

- Profundidad del tubo
- Presión interna del agua
- Material de la tubería
- Diámetro del tubo
- Antigüedad de la tubería
- Tipo y tamaño de la fuga
- Caudal unitario de la fuga
- Tipo de suelo y pavimento

Adicionalmente, tratándose de fugas en conexiones domiciliarias, se recabará información sobre el lugar donde ocurrió la fuga: inserción, cuerpo de tubería, codo, conectores, cuadro del micromedidor y niples. En el caso de fugas en válvulas, en la estadística se debe incluir si la fuga ocurrió en el volante, en las bridas o en empaques.

Es importante también que se generen anualmente datos de ocurrencia y reparación de fugas, incluyendo gráficas e indicadores que permitan al OOMSAPASLC analizar las tendencias y comportamiento de las fallas en el tiempo y espacio. Algunos de los reportes recomendados son los siguientes:

- Distribución geográfica de fugas, por intervalos de frecuencia, por colonia, por sector y subsistema;
- Índice de fugas por tipo de material y diámetro de la tubería de la red o conexiones domiciliarias, expresado como número de fugas al año, o bien, gasto total de agua perdida al año;
- Índice de fugas por tipo de elemento donde ocurrió la fuga (por ejemplo, en conexiones domiciliarias, en tuberías de la red de distribución, en válvulas, entre otros), expresada en número de fugas (en el elemento) / km de tubería (o número total de elementos) / año, etc.

Finalmente, el elemento más relevante del control activo de fugas es el proceso de verificación del balance hídrico, ya que permitirá evaluar la evolución del desempeño de la eficiencia física e hidráulica en los sectores del proyecto. Para esto, es necesario utilizar la estructura del balance hídrico estandarizada por la International Water Association (IWA), cumpliendo con las especificaciones particulares respectivas:

La aplicación del esquema siguiente de balance hídrico es por cada sector operado y consistirá en estimar periódicamente cada uno de los volúmenes indicados en cada bloque, utilizando datos estadísticos e información de mediciones y muestreos de campo realizados por el Contratista.

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)



## **PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.**

Con los resultados del balance hídrico será necesario determinar los indicadores de desempeño de la gestión de eficiencia física por sector, con el fin de tener elementos objetivos para analizar comparativamente el estado de pérdidas de agua y su tendencia temporal, tanto en el subsistema de San José del Cabo, como en Cabo San Lucas. En principio se han establecido los siguientes indicadores de desempeño de la gestión de eficiencia física, sin que esto sea limitativo:

- a) Eficiencia física del sector (%), estimada con el volumen de pérdidas reales, dividido entre el volumen suministrado en el año;
- b) Pérdidas de agua específica (m<sup>3</sup>/km/día), calculada como el valor de las pérdidas de agua reales anuales (m<sup>3</sup>/año), entre la longitud de la red del sector (km);
- c) Pérdidas de agua por conexión domiciliaria (m<sup>3</sup>/conexión/día), determinada con el valor de pérdidas reales (m<sup>3</sup>/año), dividida entre el número de conexiones domiciliarias en el sector;
- d) Índice de fugas estructural anual del sector, definido por la IWA.

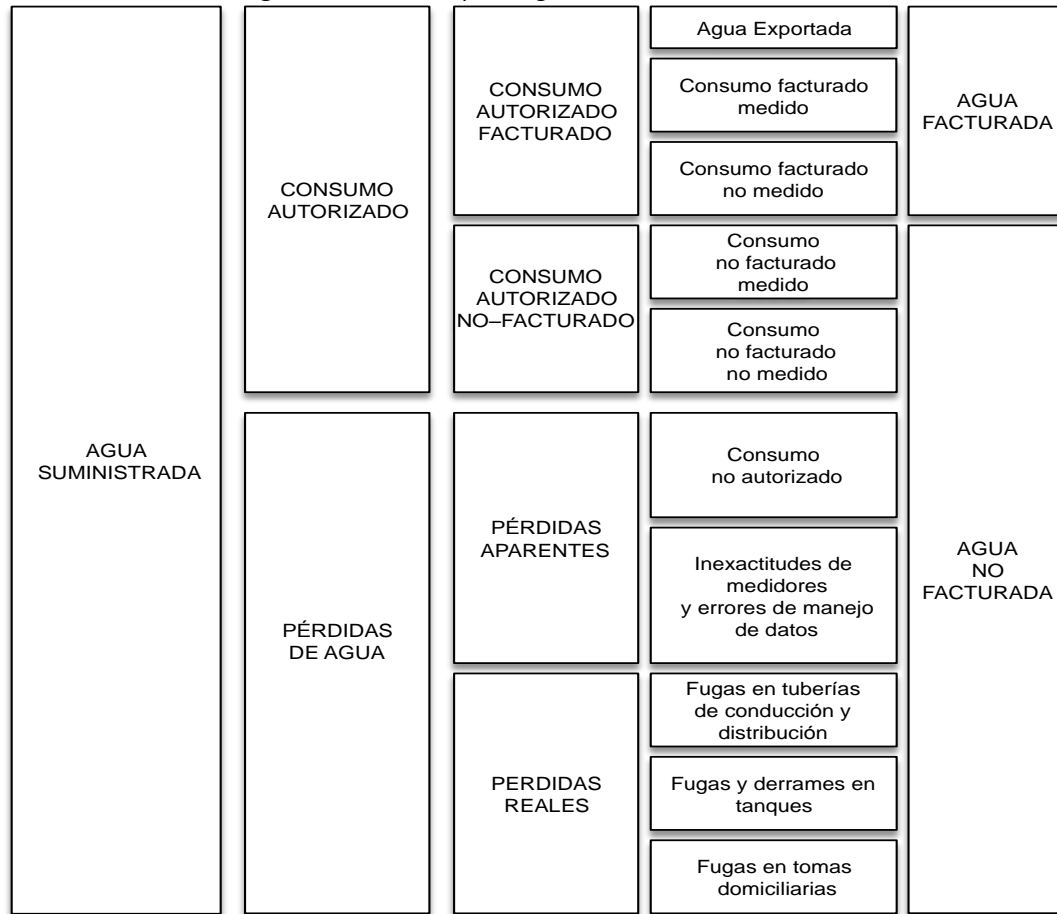
Junto con el balance hídrico, es recomendable realizar también un análisis de los volúmenes de pérdidas de agua susceptibles de reducir y una evaluación de los beneficios y costos correspondientes, considerando lo siguiente:

- a) Beneficio por el valor producción y suministro de agua;
- b) Beneficio por el ahorro de energía eléctrica de los equipos de bombeo;
- c) Costo de reparación de fallas en tubos, conexiones domiciliarias, válvulas y tanques, y
- d) Costo de sustitución o rehabilitación de tuberías y conexiones domiciliarias.



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

**Figura 25** Esquema general del balance hídrico.



Fuente: IWA/AWWA.

Es importante señalar que el diseño, construcción, equipamiento y operación de los sectores hidráulicos será contratado y ejecutado en apego a las Normas Oficiales Mexicanas vigentes y los estándares de fabricación, según el componente del que se trate o las supletorias Internacionales aplicables, entre las que se encuentran: Normas Oficiales Mexicanas (NOM y NMX); Instituto Mexicano del Petróleo (IMP); American Water Works Association (AWWA); National Electrical Manufacturer's Association (NEMA); American National Standards Institute (ANSI); Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE); American Society for Testing and Materials (ASTM); Comisión Federal de Electricidad (CFE); Reglamento de Instalaciones Eléctricas (RIE); Manual de Diseños de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad; Reglamento de Construcciones de Concreto Reforzado (ACI 318, ACI-350, ACI-212) y Comentarios; Estructuras de Concreto Para el Mejoramiento del Medio Ambiente (ACI 350); Instituto Americano de Construcciones de Acero (AISC); Sociedad Americana de Soldadura (AWS); Manual AHMSA para Ingenieros; American Society





## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

of Mechanical Engineers (ASME) y de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE), Normas de la Comunidad Europea, entre otras.

### vi. Sustitución de Tubería de Agua Potable y Tomas Domiciliarias

De acuerdo a la definición del proyecto M.I.G. del OOMSAPASLC, se propone llevar a cabo los trabajos de sustitución de tuberías y tomas en dos etapas: (i) La primera corresponde a la fase de implementación de cada sector en los que el Contratista determinará las zonas con alto deterioro en la red y que presentan fugas considerables, motivo por el que se clasificarán como urgentes, dicha actividad estará basada en los recorridos de campo y las observaciones que se realicen sobre la red de agua potable al momento de las obras de la implementación de sectores que ya han sido descritas. (ii) La segunda etapa se ejecutará en la fase de operación y mantenimiento de los sectores hidráulicos, en donde la sustitución de la tubería y tomas domiciliarias será la consecuencia de ejecutar el Control Activo de Fugas.

Es importante señalar que no se realizará la sustitución de la totalidad de las tuberías, ni de las tomas domiciliarias en los sectores del proyecto. La selección de la tubería de agua potable a sustituir o reparar será resultado de un análisis detallado por parte del Contratista, quien deberá justificarlo mediante factores como son: edad de tubería, material, incidencia de fugas, faltas de agua, presión en la red, estado de los componentes de las tuberías, diseño inadecuado, programas de mantenimiento, registros históricos de fugas, entre otros.

En caso de pequeñas roturas o agujeros que no requieran la sustitución de la tubería, el Contratista podrá realizar reparaciones rápidas y duraderas utilizando abrazaderas de reparación, manguitos flexibles o acoplamientos flexibles. Si la avería producto de la fuga es de una dimensión importante, la reparación se realizará mediante la sustitución del tramo de tubería afectado, del mismo material preferiblemente y del mismo calibre. Aunque lo recomendable es reparar utilizando tubería del mismo material y calibre, existen también acoplamientos de gran tolerancia que permiten realizar la reparación utilizando un tubo de calibre distinto al existente. Estos elementos son habitualmente utilizados en la reparación de tuberías de FC (fibrocemento) y fundición gris y su sustitución por tuberías de materiales plásticos.

Las tomas domiciliarias a instalar por parte del Contratista podrán ser de: PEAD, Fo.Go. (fierro galvanizado), cobre o combinadas. En todos los casos, se necesitará contar con las tomas apropiadas para cada tipo de tubería. El material (plástico o metálico) de la abrazadera y el de la red de distribución deberán ser compatibles.



## **PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.**

Asimismo, la selección del material de las tomas domiciliarias se basará en una evaluación de algunos parámetros en la zona del proyecto, algunos de los elementos que se deben analizar para efectuar la selección son: agresividad del suelo, condiciones hidráulicas de funcionamiento, material de tubería en donde se realizará la conexión, registros históricos de fugas, etc.

En los tramos de tubería de agua potable que hayan sido sustituidos como parte del proyecto M.I.G., será necesario remplazar también las tomas domiciliarias existentes.

Tal como se mencionó en apartados anteriores el Contratista será el responsable de elaborar el proyecto ejecutivo por sector, en el que también se plasmarán las obras de instalación, sustitución y reparación de tuberías de agua potable y tomas domiciliarias. El proyecto ejecutivo, incluyendo la metodología, cálculos, diseño, procedimientos constructivos, materiales y equipo, deberá ser realizado en estricto apego al Documento Especificaciones Generales para la Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado de la CONAGUA, en su versión más actualizada.

Se realizarán las pruebas hidrostáticas con el fin de asegurar la correcta instalación y junteo de la tubería, para que no presente fugas cuando ésta entre en operación. Una vez junteada y anclada provisionalmente la tubería el Contratista procederá a probarla estáticamente. Para realizar la prueba, se llenará la tubería lentamente de agua y se purgará el aire entrampado en ella mediante la inserción de una válvula de aire instalada en la parte más alta del tramo por probar. Una vez escapado el aire se cerrará la válvula y se aplicará presión mediante una bomba de prueba que se conectará a la tubería. Una vez alcanzada la presión de prueba se sostendrá está continuamente durante 2 (dos) horas cuando menos o durante el tiempo necesario para revisar cada tubo, junta y piezas especiales, a fin de localizar las posibles fugas, las cuales se deberán medir en cada tramo en caso de existir. La prueba se hará con válvulas abiertas, usando tapas ciegas en los extremos de la tubería probada. Posteriormente se hará con válvulas cerradas para comprobar el aislamiento de los tramos.

Las pruebas de hermeticidad de las tomas domiciliarias que se hayan reemplazado o instalado, se realizarán de conformidad con la NOM-001-CONAGUA-2011, o en todo caso en su versión vigente. La evaluación de la hermeticidad de las tomas domiciliarias requiere, por su construcción, que se realice en dos etapas: la primera consiste en verificar el conjunto abrazadera y válvula de inserción, acoplados sobre la tubería de la red de distribución; la segunda etapa consiste en verificar el ramal y el cuadro.

Todos los materiales y equipos considerados en el proyecto ejecutivo deberán de dar cumplimiento a las Normas Oficiales Mexicanas o las supletorias internacionales aplicables.



## **PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.**

### **vii. Sustitución de Aparatos Micromedidores**

Al igual que en los componentes anteriores del proyecto M.I.G., el Contratista deberá formular un programa para la instalación o sustitución de micromedidores, que formará parte de los proyectos ejecutivos de cada sector. Para la selección de los aparatos a sustituir, se deberá realizar primeramente la revisión del padrón de usuarios actualizado, en donde deberán estar contenidos las especificaciones del parque de medidores existente. En éste orden de ideas, se realizará sustitución de medidores en tomas activas, que no cuenten con un aparato instalado o bien, se tenga algún problema de funcionamiento que impida el correcto registro y lectura de los consumos.

La selección de las tomas domiciliarias en las que se realizará instalación o sustitución de micromedidores buscará estar orientada a optimizar la recaudación y disminuir el nivel pérdidas aparentes.

El proyecto considerará al menos la misma calidad y nivel de desempeño de los dispositivos existentes actualmente en San José del Cabo y Cabo San Lucas. Es decir, no se podrá sustituir por aparatos de menor clase metrológica, no se podrá sustituir de tipo volumétricos por tipo velocidad. En caso de que existan dispositivos con capacidad de comunicación remota como radiofrecuencia o toque, el dispositivo que lo sustituya deberá poseer también dicha capacidad.

El Contratista deberá considerar todos los accesorios y materiales necesarios de acuerdo a cada tipo de instalación, de forma tal que se garantice el buen funcionamiento de los micromedidores, acatando lo estipulado en la NMX-CH-1/2-1993-SCFI, o bien la norma aplicable que se encuentre vigente. El Contratista también deberá contemplar la sustitución de piezas existentes (ejemplo válvula de paso, llave de nariz, válvula de retención, tubería del marco medidor, conexiones, empaques, etc.) en caso de que constate que las mismas presentan un funcionamiento deficiente y/o fugas. También considerará las pruebas para asegurar el correcto funcionamiento del aparato instalado.

El Contratista está obligado a realizar las pruebas hidráulicas necesarias y los reprocesos de ajuste hasta lograr el correcto funcionamiento de los micromedidores instalados sin fugas en ninguna de las conexiones del marco. Deberá cerciorarse de que el sentido de circulación del agua coincida con el indicado por la flecha que lleva grabada la carcasa del micromedidor. Se verificará además que el micromedidor esté nivelado, ya que esto es fundamental para garantizar su duración y exactitud.

Durante la fase de operación de los sectores hidráulicos, será necesario llevar un registro histórico en el que consigne cada aparato micromedidor instalado o sustituido, con un número consecutivo, el número de serie del nuevo aparato, el número de serie del aparato sustituido (en su caso), el número de cuenta asociado, fecha de fabricación, fecha de aceptación del lote por parte del OOMSAPASLC y/o la Supervisión, fecha de instalación, detalle de las piezas o accesorios instalados



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

o sustituidos, observaciones generales (ejemplo: conexiones domiciliarias en mal estado o de materiales no adecuados, conexiones clandestinas, problemas con los usuarios, etc.).

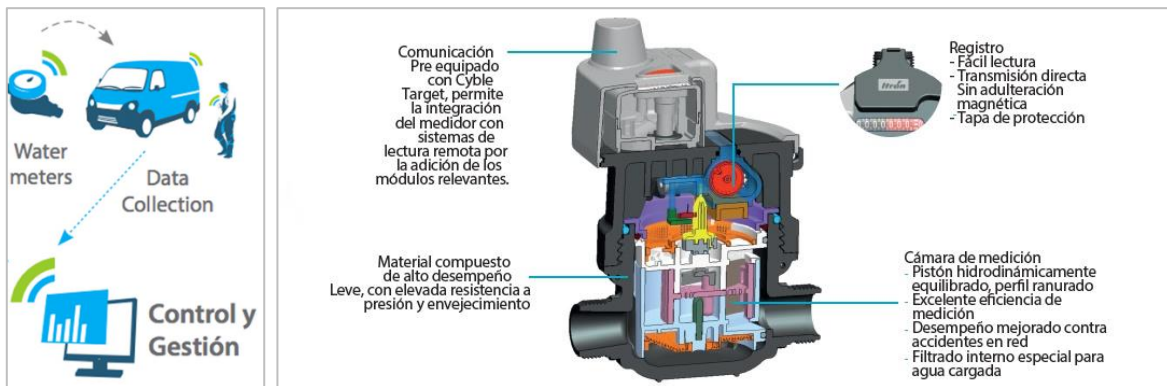
Los criterios del proyecto M.I.G. contemplan que sin excepción alguna, las tomas comerciales o industriales, deberán tener instalado micromedidor. Para el caso de tomas iguales o superiores a 50 mm de diámetro se deberá considerar obligatoriamente el suministro e instalación de micromedidores compuestos, mismos que deberán integrar dos tecnologías de medición en un solo dispositivo y/o electromagnéticos, con la finalidad de asegurar la exactitud de registro tanto de flujo bajo, como alto flujo.

Asimismo, se llevará cabo una selección de zonas para la implementación de un sistema de lectura remota, que permita al personal del OOMSAPASLC realizar la lectura periódica de consumos de forma ágil y confiable. Dicha selección deberá tomar en cuenta, factibilidad socioeconómica con base en los consumos históricos, así como en la densidad habitacional y condiciones de seguridad que faciliten la implementación y mantenimiento de los medidores con dicha característica.

El equipamiento contempla el uso de medidores con transmisor pre-instalado de comunicación directa, con protección contra adulteración magnética. De igual forma, la recolección de datos se propone mediante uso de "Hand-held" o con receptor montado en unidad vehicular.

**Figura 26**

Esquema general del sistema lectura remota de micromedidores.



Fuente: CICASA e ITRON.

### viii. Implementación de Telemetría en Captaciones, Estaciones de Bombeo, Tanques y Sectores Hidráulicos.

El proyecto M.I.G. incluye la implementación de un sistema de telemetría en un total de 97 sitios, incluyendo los sectores de la red de distribución que se van a construir, lo que permitirá realizar balances hidráulicos por zonas y estructurar de manera eficiente las acciones de recuperación de caudales.

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)

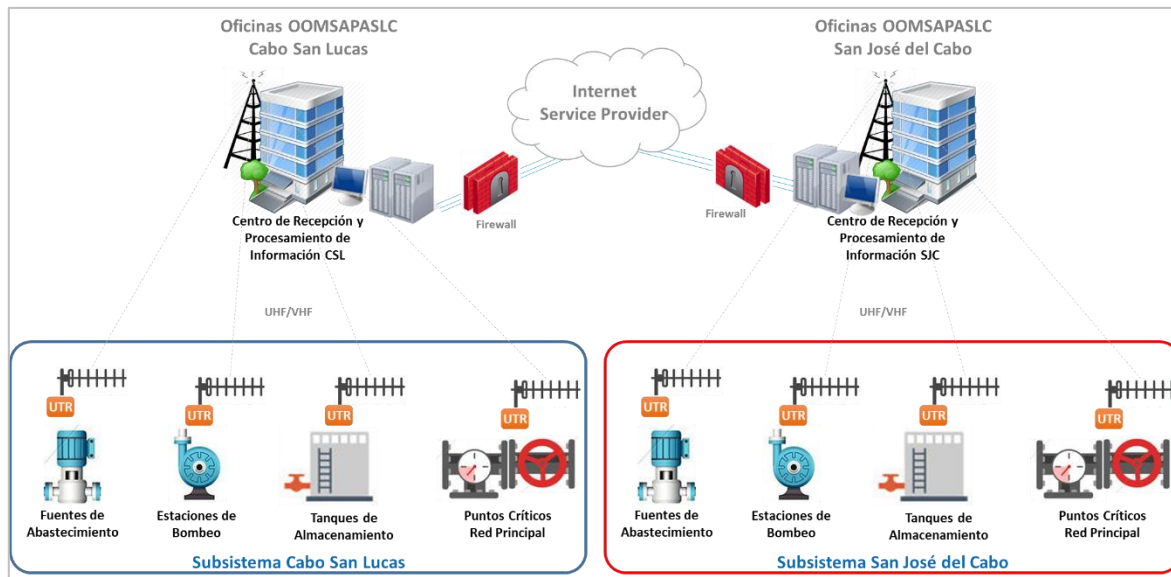


## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

A través del sistema de telemetría se busca medir, controlar y monitorear en tiempo real el volumen que se produce y distribuye en toda la zona de cobertura del OOMSAPASLC, información que permitirá mejorar los tiempos de respuesta en la operación del sistema. Para tal fin, se equipará un centro de recepción y procesamiento de información en cada subsistema, equipado con hardware y software integrados en sistema tipo SCADA, así como equipo de comunicación por radiofrecuencia con las Unidades Terminales Remotas (UTR) en un total de 61 sitios, incluyendo captaciones, estaciones de bombeo y tanques de almacenamiento, adicionalmente se incorporarán los 36 sectores hidráulicos que se proponen construir como parte del M.I.G.

El centro de recepción y procesamiento de información se refiere al sitio donde se instalarán los servidores y al software responsable para comunicarse con las UTR's. El sistema contempla la implementación de dispositivos que permiten conectarse a distancia, para transmitir información en tiempo real, con lo que se podrá identificar el comportamiento (tendencia) de los parámetros medidos en cada estación remota, así como valores instantáneos de variables continuas como: presión, flujo, nivel, parámetros fisicoquímicos del agua, entre otras. De igual forma se obtendrá información de variables de tipo discreto, como es el estado encendido o apagado de una bomba. Estas variables serán monitoreadas en los centros de recepción y procesamiento de información, con la capacidad para su manipulación a distancia, como es el caso de arranque y paro de una bomba, o el cierre y apertura de válvulas de control automático.

**Figura 27** Esquema general del sistema de telemetría del OOMSAPASLC.



Fuente: Elaboración propia.

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

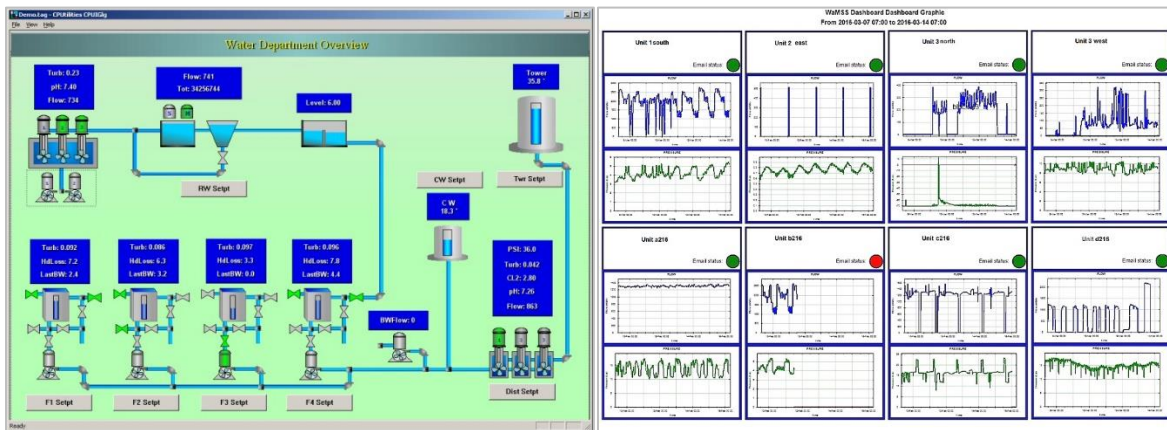
[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

En cada uno de los centros de recepción se podrá recopilar y almacenar la información de las estaciones remotas, con la finalidad de que se pueda llevar a cabo estadística con los datos recabados para un periodo determinado, así como graficar en tiempo real el comportamiento de una variable. Dicho sitio servirá también para conformar unidades de respaldo de información y control alternativo del sistema. El sistema usualmente presenta la información al personal operativo de manera gráfica, en forma de un diagrama de representación.

**Figura 28** Ejemplo de la interfaz en tiempo real del sistema tipo SCADA.



Fuente: Control Products Unlimited, Inc.

Asimismo, se realizará la sustitución de macromedidores en 5 fuentes de abastecimiento, los cuales tendrán integración al sistema SCADA, para poder registrar en el sistema de telemetría el 100% del caudal producido por las fuentes de abastecimiento, tanto en el subsistema de San José del Cabo, como en Cabo San Lucas.

La integración del sistema de telemetría en los tanques de almacenamiento permitirá monitorear los parámetros hidráulicos básicos (nivel y gasto) en tiempo real, para mejorar el control y la operación de los tanques, con información de los elementos necesarios para la toma de decisiones.

A través del monitoreo de presiones en la red primaria de agua potable se busca tener capacidad de reacción inmediata ante cualquier comportamiento anómalo. Con el registro de presión se permitirá el ahorro de agua por la detección oportuna de fugas en la red primaria, además de localizar bajas presiones y faltas del líquido. El conjunto de acciones permitirá homogenizar las presiones en la red y, con ello, se obtendrá una mejor distribución de agua en las líneas primarias de conducción.

Por otra parte, la automatización en las estaciones bombeo de agua potable permitirá controlar remotamente los equipos para actuar en tiempo y forma y dar cumplimiento a las políticas de

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)





## **PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.**

operación definidas por el OOMSAPASLC, así como atender cualquier imprevisto o la ocurrencia de una anomalía en las condiciones de operación sin necesidad de estar en el sitio. De igual forma, se podrá mejorar la continuidad del suministro de agua, mediante la automatización del arranque y paro de los pozos, incluyendo el registro de gasto, presión y variables eléctricas de las estaciones instrumentadas. La mejoría en la operación de los pozos se traduce en beneficios a la ciudad, al acuífero y al propio OOMSAPASLC al incrementar las eficiencias en los sitios de explotación.

El aspecto de seguridad se verá incrementando pues la mitigación de riesgos en la operación de la infraestructura estará apoyada a través del monitoreo y de la utilización de aplicaciones del sistema que permitan detectar oportunamente eventos de pérdida de volúmenes de agua, disminuyendo las perdidas por concepto de fugas y agua no contabilizada.

El sistema de telemetría permitirá monitorear de manera automática las siguientes variables:

- i. Paro y arranque de pozos y estaciones de bombeo, considerando la función remota para encender o apagar el(los) conjunto(s) motor-bomba, así como la función de apertura y cierre de válvulas.;
- ii. Supervisión de gasto producido y medido a través de la señal de un macromedidor tipo electromagnético, así como la presión en la descarga;
- iii. Supervisión del nivel en los tanques de rebombeo, regulación o distribución;
- iv. Medición y monitoreo de voltaje, corriente, energía (kilowatts-hora), demanda (kilowatts), energía reactiva (kilovoltampers-hora) y factor de potencia de los equipos de bombeo, y
- v. Monitoreo del flujo y la presión en puntos críticos de la red primaria, a través de las estaciones de medición permanente de los sectores hidráulicos, considerando la función de apertura y cierre de válvulas de control automático (VRP's).

La alternativa seleccionada para el sistema de comunicación consiste en la transmisión de datos desde las unidades terminales remotas, la cual se realizará por una frecuencia poco saturada que además puede efectuar comunicación de voz y video. El controlador soporta una red de comunicación de datos para aplicaciones SCADA utilizando radiotransmisores. Los enlaces de radio incluyen: radios convencionales UHF. El controlador es un dispositivo multi-puerto que es capaz de comunicarse simultáneamente con niveles jerárquicos superiores, niveles jerárquicos paralelos a ella, controlador a controlador y con niveles jerárquicos inferiores a ella y dispositivos esclavo, tales como medidores inteligentes de flujo, presión o de calidad de agua.



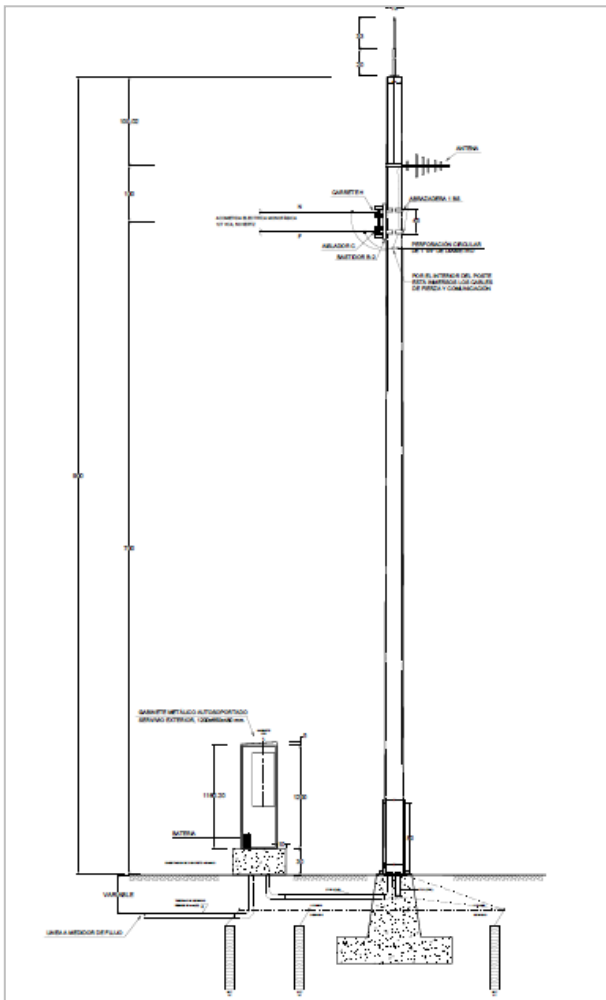
## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

**Figura 29** Esquema de comunicación inalámbrico y reservorio en un sistema tipo SCADA.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 30** Esquema tipo del sistema de comunicación inalámbrica de las UTR. (Fuente: Elaboración propia).



La comunicación de datos utiliza un protocolo seguro, inteligente, de 7 capas, de acuerdo al modelo OSI (Open System Interconnection) definido por la ISO (International Organization for Standardization) y facilita la comunicación entre todas las estaciones del sistema, permitiendo comunicaciones flexibles y eficientes para la transmisión de datos, programas completos, bases de datos u otros parámetros. Tiene la capacidad de transferir los programas de configuración completa y diagnóstico, hacia/desde la Central o de controlador a controlador (capacidad de "bajar"/leer todos los datos). El controlador cuenta con el protocolo Modbus maestro o esclavo pero este protocolo no se utiliza para comunicación vía radio, solo a nivel local cableado.

Los instrumentos antes descritos se instalan en un gabinete auto soportado de acero inoxidable, con áreas de ventilación anti penetración de lluvia, y puerta abatible y desmontable de acero inoxidable. La acometida eléctrica y la antena de comunicación se encuentran en un poste metálico tipo cónico con y 9 metros de altura.

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

**Con base en lo anterior, es posible afirmar que la tecnología propuesta no representa impedimento alguno para la consecución del proyecto.**

### V. Calificación del personal requerido para llevar a cabo el programa o proyecto de inversión

Para la ejecución del proyecto M.I.G. existen a nivel nacional e internacional varias empresas con experiencia probada en el diseño, construcción y operación de este tipo de obras, tanto en su componente de obra civil, hidráulica, así como en los componentes electromecánicos, por lo que resulta factible cumplir en tiempo y forma con los trabajos previstos.

Las respectivas bases de licitación incorporan los requisitos en cuanto a los recursos humanos para la ejecución de las obras del proyecto, siendo esto un elemento básico para la evaluación de las propuestas, en donde se revisarán los perfiles, experiencia y aptitudes presentadas por los participantes. De forma general, se identifica la necesidad de contar con personal especialista en hidráulica, con experiencia comprobada en obras de sectorización de redes, implementación de auditorías de agua o diagnósticos de fugas en sistemas de distribución de agua potable. También se requiere personal especialista en ingeniería electrónica y de telecomunicaciones, con experiencia en diseño e implementación de sistemas tipo SCADA en instalaciones hidráulicas.

**En virtud de lo anterior, no se identifica inconveniente alguno para la realización de las obras, dada la experiencia que se ha comprobado en trabajos similares en otras ciudades del país.**

### VI. Capacidad técnica de cumplir con las metas que se propone alcanzar

Cada vez es más frecuente la utilización de contratos basados en resultados para reducir los niveles de Agua No Contabilizada (ANC), ya que brinda medios eficaces para incentivar a los contratistas a la reducción de fugas en comparación con la forma tradicional de contratar del sector público, basada en insumos. Dichos contratos se ven beneficiados de la aplicación de metodologías estructuradas y equipamiento novedoso que facilita la consecución de las metas previstas.

Específicamente, las metas que pretende cada uno de los elementos del proyecto M.I.G. son:

1. Incrementar la eficiencia física (volumen facturado/volumen producido) hasta un 75.0% en ambos subsistemas operados por el OOMSAPASLC; lo que representa incrementar dicha eficiencia en cerca de 10 puntos porcentuales para el caso de San José del Cabo, y 13 puntos para Cabo San Lucas, para lo cual se propone la sustitución de 49 km de tuberías y la

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

construcción de 36 sectores hidrométricos con válvulas reguladoras de presión. De igual forma, se mejoraría la capacidad de respuesta para atención de fugas a través de la instalación del sistema de telemetría en 97 sitios. El nivel objetivo de eficiencia física del OOMSAPASLC pretende ser alcanzado durante el periodo de contrato de 10 años.

2. Incrementar la cobertura de micromedición efectiva a fin de evitar sobreconsumo en los niveles de demanda de los usuarios domésticos-residencial. De manera particular, la meta a alcanzar consiste en el reemplazo de 22,208 y 26,938 aparatos para San José del Cabo y Cabo San Lucas, respectivamente. El periodo previsto para alcanzar la meta es de 2 años.

**En virtud de lo anterior, no se identifica inconveniente alguno para lograr las metas planteadas en el proyecto.**

### VII. Congruencia del programa o proyecto de inversión con las prácticas aceptadas de la ingeniería y con los desarrollos tecnológicos disponibles

El proyecto M.I.G. guarda congruencia con las prácticas de ingeniería en el manejo de redes de distribución de agua potable y control de pérdidas, ya que ha tomado en cuenta los criterios y lineamientos que establecen instancias rectoras en la materia a nivel nacional e internacional, como lo son la CONAGUA y la IWA/AWWA.

Asimismo, el proyecto toma en cuenta la actual oferta de tecnologías en cuanto monitoreo y control a distancia de la infraestructura hidráulica que interviene totalmente en el proyecto, así como para implementación de Control Activo de Fugas, con lo que se garantiza una mayor facilidad y menor costo para el logro de las metas planteadas.

A nivel nacional existen diversos casos puestos en práctica que demuestran que las técnicas incorporadas en el proyecto M.I.G. del OOMSAPASLC son el mejor camino para lograr un mejoramiento en la eficiencia física del sistema de agua potable de Los Cabos.

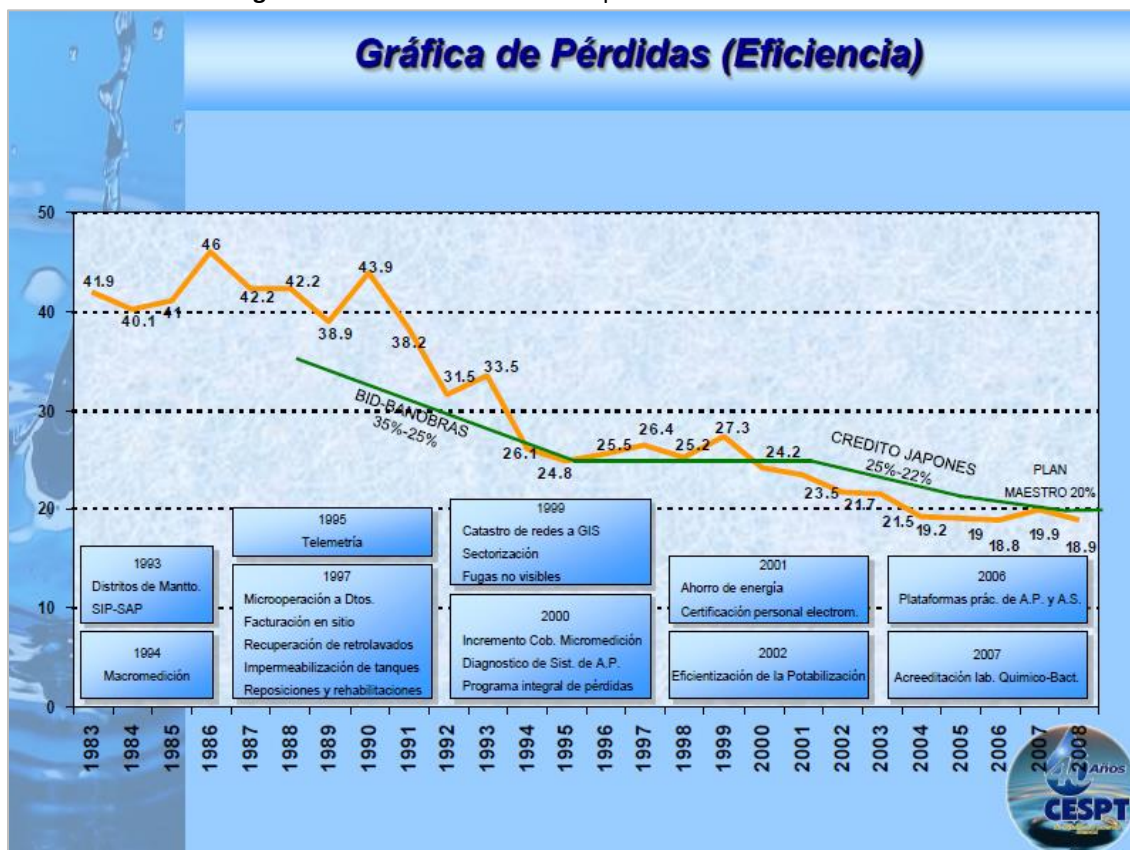
Tal es el caso de la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT), la cual se encarga de la provisión de los servicios de agua potable a la ciudad de Tijuana, la cual mantienen semejanzas con Los Cabos, ya que se trata de una ciudad enclavada en una región semi-desértica, con lluvias escasas, alto crecimiento poblacional y limitadas fuentes de abastecimiento.

Desde principios de los 90's, el sistema de suministro y distribución de agua potable operado por la CESPT presentaba niveles bajos de eficiencia física, que oscilaban en un rango de 60-65%.



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

Figura 31 Evolución de las pérdidas totales de la CESPT.



Fuente: CESPT.

Por éste motivo, la CESPT emprendió diversas acciones para reducir el Agua No Contabilizada a un nivel de 25% en una primera etapa, durante el periodo de 1988 a 1995, a través de un crédito otorgado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS). Posteriormente, la CESPT emprendió un segundo programa de acciones de mejora de eficiencias, lo que permitió reducir las pérdidas a un nivel de 22% y mantenerlas así durante el periodo 2001 a 2005.

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

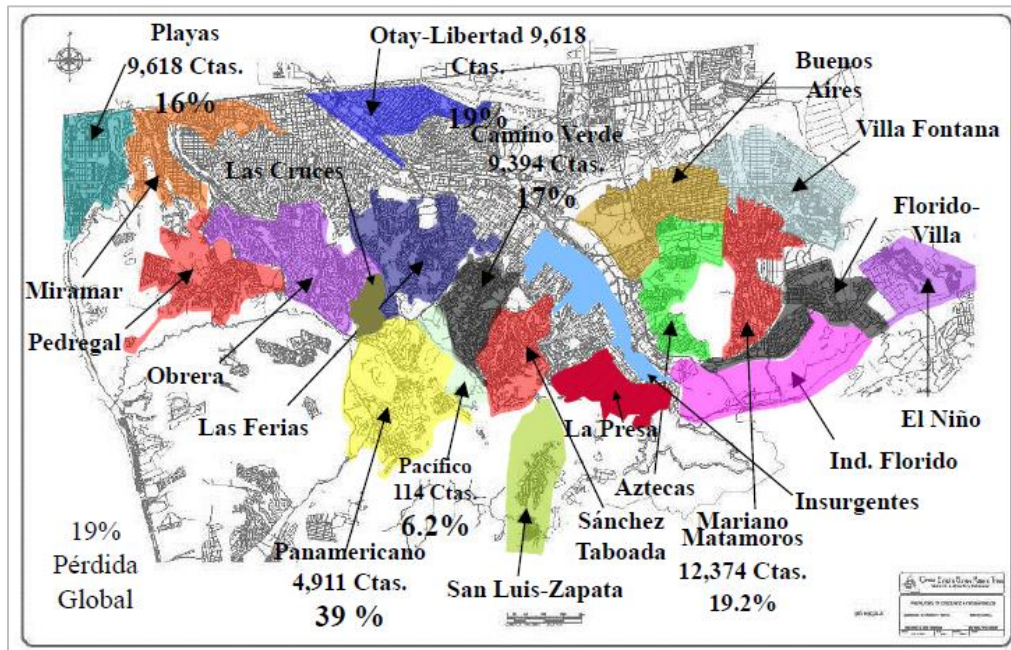
[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)





## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

**Figura 32** Resultados de la sectorización de la red de la Cd. de Tijuana.



Fuente: CESPT.

Entre las acciones clave que permitieron la mejora notable de desempeño de la CESPT, se encuentran las siguientes:

- Catastro de redes e infraestructura hidráulica en un Sistema de Información Geográfica (S.I.G.);
- Cobertura de macromedición en el 100% de las fuentes de abastecimiento y realización periódica de pruebas de exactitud;
- Macromedición en los sitios principales de las redes primarias de agua potable, a fin de visualizar la tendencia de los flujos;
- Sectorización de la red para contar con zonas de suministro independientes que permitan realizar comparaciones entre suministro y la facturación de agua;
- Implementación de programa de detección instrumentada de fugas no visibles en la red de agua potable;
- Control de presiones dentro de un rango de 15 a 50 m.c.a.
- Telemetría de captaciones, rebombes y tanques de almacenamiento;
- Implementación de proceso de facturación en sitio, y
- Laboratorio de medidores para realización de pruebas de exactitud a micromedidores.

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)





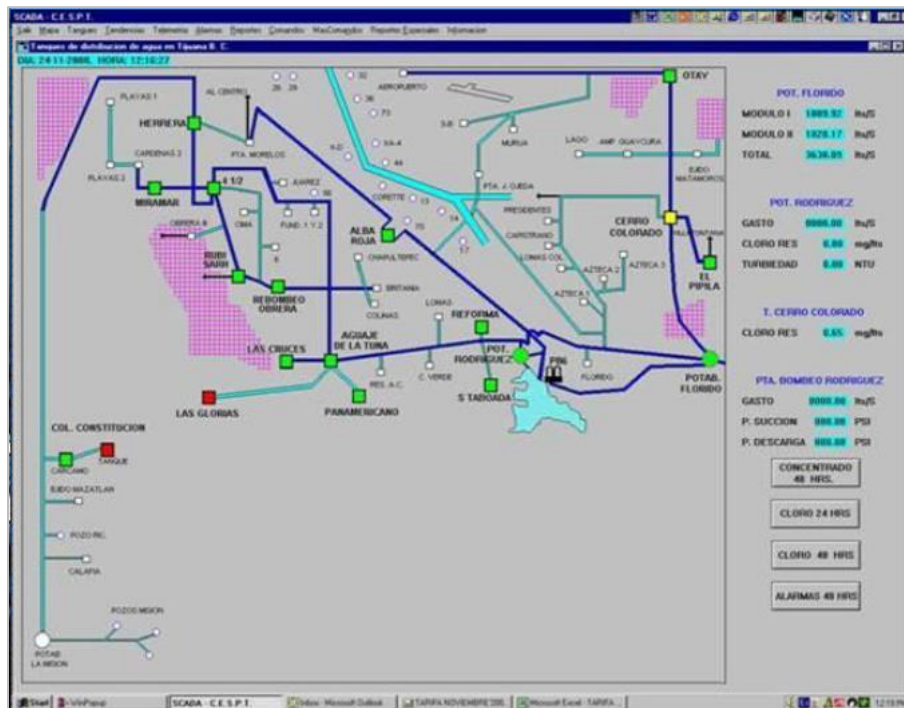
## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

**Figura 33** Programa de detección instrumentada de fugas implementado por la CESPT.



Fuente: CESPT.

**Figura 34** Sistema de telemetría de la CESPT.



Fuente: CESPT.

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)



## **PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.**

### VIII. Variables críticas que puedan afectar la construcción y/o operación del proyecto

- Riesgo de escasez de agua suministrada a la red por insuficiencia de las fuentes de abastecimiento;
- Riesgos de diseño de la sectorización hidráulica;
- Riesgos de atrasos en el desarrollo de la obras;
- Riesgo por sobre costo de la obras;
- Riesgo de infracción a las normas establecidas, y
- Riesgo de incumplimiento de las medidas de mitigación.



## 4. ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD ECONÓMICA

El procedimiento para la elaboración del presente Dictamen Económico, se enmarca en los Lineamientos relativos a los dictámenes de los programas y proyectos de inversión a cargo de las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal.

A partir de la revisión de los parámetros utilizados para la estimación de beneficios y costos sociales del proyecto de Mejoramiento Integral de la Gestión (M.I.G.) del OOMSAPAS Los Cabos, se tienen las siguientes consideraciones.

### I. Objetivos y metas del programa o proyecto

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013 – 2018 asume como premisa básica la búsqueda del desarrollo sustentable del país, es decir, que todos los mexicanos cuenten con una vida digna sin comprometer el patrimonio de las generaciones futuras. De igual manera, se establece que es necesario que se intensifiquen las acciones encaminadas a incrementar la eficiencia en la distribución de agua, ya que persisten pérdidas importantes por fugas en las redes de suministro, las cuales oscilan en promedio entre el 30 y 50%. Este nivel de pérdida de recursos, tanto en las redes como a nivel domiciliario, representa un costo elevado, ya que el costo unitario por litro de agua incorpora los costos por extracción de las fuentes de abastecimiento, potabilización, almacenamiento y conducción, los cuales requieren importantes inversiones de recursos para su construcción y operación.

El proyecto M.I.G. se encuentra alineado al PND, inscrito en el Eje VI.4. México Próspero; Estrategia 4.4.2. Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a este recurso, y cuyas líneas de acción específicamente alineadas a este programa son:

- PND 4.4.2.3. Incrementar la cobertura y mejorar la calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, y
- PND 4.4.2.5. Fortalecer el desarrollo y la capacidad técnica y financiera de los organismos operadores para la prestación de mejores servicios.

De igual forma el Proyecto se encuentra alineado con el Plan Nacional Hídrico (PNH) 2014 – 2018, inscrito en el Objetivo 3. Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, y cuyas estrategias de acción específicamente alineadas a este programa son:



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

- PNH 3.1 Mejorar las eficiencias de agua en los municipios.

Asimismo, el Programa Hídrico Regional 2010-2030 establece los siguientes objetivos:

Establecer criterios de planeación, programación y gestión integral orientados a la preservación del recurso hídrico que permita establecer políticas públicas a corto, mediano y largo plazo.

- Aumentar la disponibilidad de agua en los acuíferos, así como implementación de otras alternativas que atiendan la demanda para uso público y actividades productivas.

Por lo tanto, es posible afirmar que el Proyecto se encuentra dentro de los objetivos, metas y estrategias planteadas en el marco de la planeación del Gobierno Federal y en el ámbito regional del Estado de Baja California Sur.

A continuación se presentan las metas anuales del Proyecto de Mejora Integral de la Gestión (M.I.G.) del OOMSAPASLC en lo que se refiere al cumplimiento de los objetivos específicos, como son: i) Incremento de la eficiencia física, ii) Disminución del % de pérdidas físicas, y iii) Renovación del parque de micromedidores.

**Tabla 8** Metas anuales del proyecto M.I.G. del OOMSAPASLC.

Periodo	Año	Eficiencia Física %	Pérdidas Totales %	Cobertura de Micromedición % (Medidores Con Vida Útil)
<b>0</b>	2018	63.79%	36.21%	48.36%
<b>1</b>	2019	75.00%	25.00%	80.32%
<b>2</b>	2020	75.00%	25.00%	80.32%
<b>3</b>	2021	75.00%	25.00%	80.32%
<b>4</b>	2022	75.00%	25.00%	80.32%
<b>5</b>	2023	75.00%	25.00%	80.32%
<b>6</b>	2024	75.00%	25.00%	80.32%
<b>7</b>	2025	75.00%	25.00%	80.32%
<b>8</b>	2026	75.00%	25.00%	80.32%
<b>9</b>	2027	75.00%	25.00%	80.32%
<b>10</b>	2028	75.00%	25.00%	80.32%

Fuente: Análisis Costo-Beneficio del proyecto.



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

II. Estudio de mercado, elaborado con base en el análisis de la oferta y demanda actual y futura en los mercados relevantes, incluyendo el impacto que tendría la realización del programa o proyecto de inversión sobre el mercado

La problemática principal que se pretende resolver con el M.I.G. no incide directamente en la oferta de agua potable, sino en la eficiencia del sistema de distribución y medición. Es decir, no se pretende incrementar el volumen de agua que se inyecta a la red, sino, mejorar su manejo dentro de la red de tuberías para minimizar las pérdidas.

De acuerdo con los caudales de producción y facturación reportados por el OOMSAPASLC en 2016, la oferta de la eficiencia física de todo el sistema es del 63.78%, la producción de agua potable en total es de 29.5 Hm<sup>3</sup> por año a todo el sistema y existen pérdidas totales del orden de 10.7 Hm<sup>3</sup>/año, sin embargo, la tendencia actual de dicha eficiencia es decreciente debido a que la vida útil de los componentes de la infraestructura como es la tubería, válvulas y piezas especiales, ha sido rebasada en su mayoría.

A continuación se presentan los parámetros para cada subsistema que definen sus componentes de eficiencia física y se definen los componentes totales para determinar la situación global.

**Tabla 9** Oferta de eficiencias físicas por subsistema (Situación Actual).

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

Fuente: OOMSAPASLC.

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

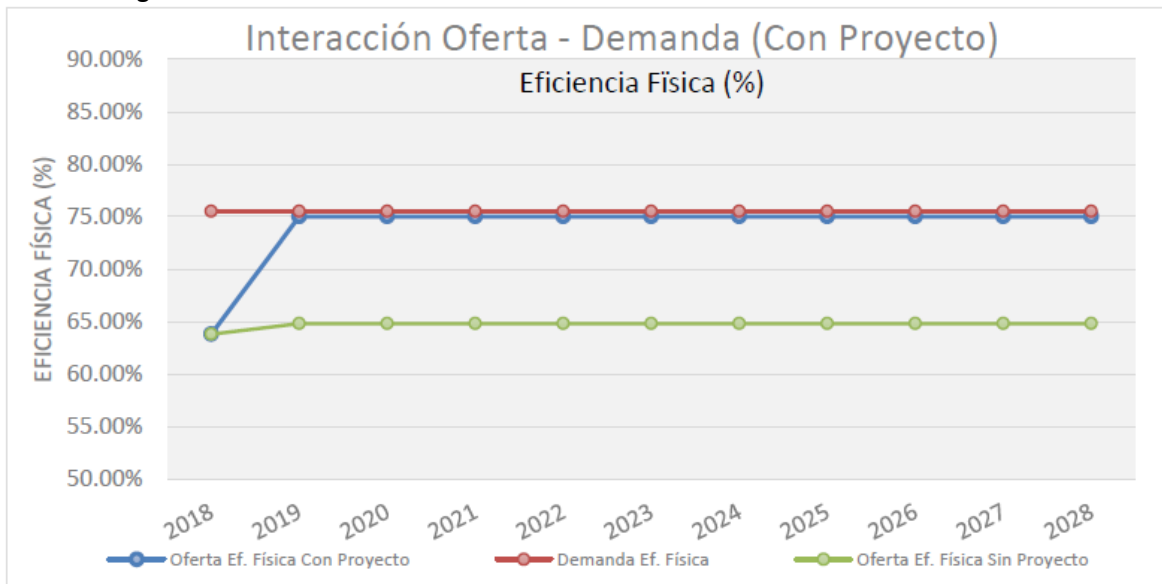


## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

La demanda en la situación actual para los fines del proyecto M.I.G. se puede definir en términos de la eficiencia física objetivo, la cual tiene un valor de 75% en cada uno de los sectores hidráulicos que se proponen implementar, dicho nivel ha sido definido por parte de la Dirección de Operaciones del OOMSAPASLC y se basa en las mejores prácticas de control de pérdidas de Organismos Operadores de Agua. La demanda de eficiencia física se asume constante durante el horizonte de evaluación.

Con la entrada del Proyecto se mejorará la eficiencia física del OOMSAPASLC hasta alcanzar el nivel óptimo del 75%. De manera gráfica, la interacción entre la oferta demanda de la eficiencia física se presenta a continuación.

**Figura 35** Interacción Oferta – Demanda de la eficiencia física del OOMSAPASLC.



Fuente: Análisis Costo-Beneficio del proyecto.

### III. Costos y beneficios económicos que se estima alcanzar en términos anuales, incluyendo los indicadores de rentabilidad correspondientes

#### Identificación de los principales beneficios económicos

Con la puesta en marcha del proyecto M.I.G. se pretende incrementar la eficiencia física, pasando de un nivel actual de 63.7% hasta alcanzar una meta de 75.0%, tanto en San José del Cabo, como en Cabo san Lucas, minimizando el volumen de pérdidas físicas (fugas) en el sistema de distribución de agua potable. En este caso se estarían generando ahorros por: i) La liberación de recursos en costos de producción, ii) Liberación recursos por reparaciones fuga en red, iii) Liberación de recursos por

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)





## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

disminución de operación y mantenimiento, y iv) Liberación de recursos por disminución de personal de campo

Asimismo, el M.I.G. permitiría incrementar la cobertura de micromedición efectiva al sustituir los aparatos que ya han superado su vida útil, a fin de minimizar el sobre consumo de los usuarios sin medición en la situación actual. El caudal recuperado por menor consumo podrá ser redistribuido a otras colonias en situación de tandeo para generar beneficios por: i) Disminución de consumo de agua de pipa, y ii) Por mayor consumo de agua potable en usuarios con servicio tandeado.

En la siguiente tabla se detallan los beneficios económicos agregados que genera el proyecto M.I.G. durante el horizonte de evaluación de 10 años:

**Tabla 10** Agregado de Beneficios Económicos del proyecto M.I.G. (10 Años).

N°	Tipo de Beneficio Económico	Costo Total (Con IVA)
1	Beneficios de liberación de producción de agua potable	\$436,491,590.53
2	Liberación de recursos por reparación de fugas en red	\$74,340,000.00
3	Liberación de recursos por disminución de operación y mantenimiento	\$209,536,768.09
4	Liberación de recursos de personal de campo	\$40,840,000.00
5	Beneficios por liberación de recursos de pipas	\$447,898,477.12
6	Beneficio por mayor consumo (usuarios con tandeo)	\$406,968,381.95
	<b>Beneficios totales del proyecto</b>	<b>\$1,616,075,217.69</b>

Fuente: Análisis Costo-Beneficio del proyecto.

### Costo total del proyecto

Por otra parte, el costo total del Proyecto es de \$444'200,000.00 pesos a 2017 (sin IVA). Este costo se desglosa a partir del tipo de acción correspondiente:



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

**Tabla 11** Inversión del proyecto M.I.G. OOMSAPASLC (precios de 2017).

N°	Componente	Costo Total (Sin IVA)	IVA	Costo Total (Con IVA)
1	Implementación de sectores hidráulicos	\$114,500,000.00	\$18,320,000.00	\$132,820,000.00
2	Sustitución de tuberías de agua potable (Red de distribución)	\$73,700,000.00	\$11,792,000.00	\$85,492,000.00
3	Sustitución tomas domiciliarias	\$51,900,000.00	\$8,304,000.00	\$60,204,000.00
4	Instalación del sistema de telemetría	\$9,600,000.00	\$1,536,000.00	\$11,136,000.00
5.1	Sustitución de micromedidores	\$148,600,000.00	\$23,776,000.00	\$172,376,000.00
5.2	Instrumentación de sistema de medición de lectura remota	\$4,400,000.00	\$704,000.00	\$5,104,000.00
5.3	Actualización del padrón de usuarios	\$8,000,000.00	\$1,280,000.00	\$9,280,000.00
6	Proyectos ejecutivos y acciones complementarias del MIG	\$33,500,000.00	\$5,360,000.00	\$38,860,000.00
	<b>Total</b>	<b>\$444,200,000.00</b>	<b>\$71,072,000.00</b>	<b>\$515,272,000.00</b>

Fuente: Análisis Costo-Beneficio del proyecto.

Adicionalmente, se estimó un costo total anual de \$5,350,257.34 pesos a 2017 (sin IVA) por concepto de operación y mantenimiento de los sectores ya establecidos.

### Indicadores de rentabilidad socioeconómica

Los criterios utilizados para determinar la rentabilidad del proyecto son el Valor Actual Neto Social (VANS), la Tasa Interna de Retorno Social (TIRS) y la Tasa de Retorno Inmediato (TRI).

El VANS se obtiene al descontar el flujo de beneficios netos de costos, que resulta de comparar las situaciones con y sin proyecto. Para su cálculo se consideró una tasa social de descuento que refleja el costo de oportunidad de los recursos nacionales utilizados en el proyecto y que corresponde al 10%, según lo estipulado por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).

Por su parte, la TIRS corresponde a la tasa de descuento que hace que el VANS sea igual a cero.

Los resultados obtenidos de la evaluación del proyecto M.I.G. se presentan en la siguiente tabla:



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

**Tabla 12** Indicadores de rentabilidad socioeconómica del proyecto M.I.G.

Indicadores de Rentabilidad del proyecto M.I.G.	
VANS	\$405'854,792.88
TIR	38.23%
TRI	20.45%

Fuente: Análisis Costo-Beneficio del proyecto.

Tomando en cuenta lo anterior, se recomienda ampliamente la ejecución del proyecto conforme al calendario de obra propuesto, debido al alto nivel de rentabilidad asociada y a que los usuarios del OOMSAPASLC se verían beneficiados significativamente con la ejecución de dichas obras de infraestructura.

#### IV. Argumentación de la dependencia o entidad para justificar la determinación de los costos y beneficios estimados del programa o proyecto

Los procedimientos metodológicos que se utilizaron para la identificación, cuantificación y valoración de los beneficios sociales cumplen con los lineamientos y los principios de evaluación socioeconómica de proyectos, publicados por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), conforme lo que se expone a continuación:

##### 1. Beneficios del Proyecto de Sectorización de la Red, Sustitución de Tuberías y Tomas Domiciliarias en la Red de Agua Potable

**Liberación de recursos en costos de producción (liberación de caudal):** Corresponde a la disminución del volumen de producción de agua potable y por consecuencia en un menor costo de producción para el OOMSAPASLC. Se espera que los costos de producción disminuyan paulatinamente hasta llegar a un punto mínimo una vez terminados los trabajos de sectorización de la red.

Para el cálculo de los beneficios fue necesario partir de los volúmenes de producción y facturación anuales que actualmente registra el OOMSAPASLC y con base en la meta de eficiencia física planteada del 75% para los sectores hidráulicos a implementar, se calcularon los volúmenes de agua recuperada (originados a partir de la disminución de pérdidas en redes y tomas). Es importante señalar que uno de los supuestos consiste en la facturación y su comportamiento constante a lo largo del horizonte (El proyecto no propicia variación de los consumos actuales). Sobre esta base se procedió a la cuantificación del volumen de entrada necesario (Producción en situación con



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

proyecto), el cual resulta menor, en la medida en la que se desperdicia menos agua para suministrar a los usuarios.

Actualmente los costos de producción se estiman en \$12.21 por metro cúbico de acuerdo a información de la Dirección de Operación y Mantenimiento del OOMSAPASLC y a los gastos operacionales vigentes. Éste costo se consideró constante durante el horizonte de evaluación.

Con la puesta en marcha de las acciones de sustitución de redes de agua potable y tomas domiciliarias, y sectorización hidráulica, el porcentaje de pérdidas físicas disminuirá a medida que vaya avanzando la ejecución de los trabajos.

**Liberación de recursos en costos de reparación de fugas en red:** Son una consecuencia directa de la disminución del número de fugas estimado una vez que comiencen los trabajos de sustitución de tuberías y sectorización de la red. Se espera que los costos agregados de reparación de fugas disminuyan paulatinamente hasta llegar a un punto mínimo una vez terminados los trabajos.

**Liberación de recursos en costos de operación y mantenimiento:** Corresponde a la disminución de los costos de operación y mantenimiento del sistema debido a que en la situación sin proyecto, los costos siguen siendo elevados y con la puesta en marcha del proyecto, los costos se reducirán significativamente por la sustitución de los componentes defectuosos por componentes nuevos. Para fines de la evaluación socioeconómica se trabajó bajo el supuesto de que los costos de operación y mantenimiento tienen correlación aproximada de 0.5 con respecto al volumen de producción u oferta de agua potable, por lo tanto derivado de la disminución de la producción, los costos de operación y mantenimiento del sistema disminuirán en dicha proporción.

### 2. Beneficios del Proyecto del Sistema de Telemetría

**Liberación de recursos por disminución de personal de campo:** El beneficio principal del proyecto se concentra en la liberación de recursos por disminución de personal para operar las instalaciones de agua potable, debido a que con la ejecución del proyecto se estima que el personal en sitio disminuya, ya que las operaciones se realizarán vía remota.

### 3. Beneficios del Proyecto de Sustitución de Micromedidores

Para el componente de micromedición, el racionamiento del consumo de ciertos usuarios no medidos liberará caudales que se contemplan para beneficio de las colonias más afectadas por los tandeos en el suministro de agua potable, por lo tanto los beneficios que se cuantificaron para el proyecto son los siguientes:

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

1. Liberación de recursos por disminución de pipas de agua potable utilizadas por usuarios con tandeo, y
2. Mayor consumo usuarios con tandeo.

**Liberación de recursos por disminución de pipas de agua potable utilizadas por usuarios con tandeo:** De acuerdo con el OOMSAPASLC, existe un porcentaje importante de usuarios con tandeo localizados en la Ciudad de Cabo San Lucas. Los usuarios con tandeo son aquellos que no cuentan con una dotación constante de agua y, en la mayoría de los casos, su consumo está restringido. De acuerdo con la Dirección de Operación del organismo operador, en Cabo San Lucas un 36% de los usuarios domésticos sufre de tandeo, así como un 33 % de los usuarios residenciales. Es a raíz de ello que existe en Cabo San Lucas una proporción significativa de la población en una situación de consumo menor al de equilibrio.

Se consideró para este estudio que el agua obtenida de los usuarios con un sobreconsumo (v. gr. el caudal liberado con la implementación de micromedidores) podrá hacerse llegar a los habitantes con problemas de tandeo, para mejorar su situación actual.

De acuerdo con la evaluación de proyectos, es necesario considerar la mejor alternativa disponible para los usuarios con problemas de tandeo que desean adquirir agua. Por ello, se consideró el precio de mercado por metro cúbico de agua potable de pipa en el área de estudio. Dicho precio resulta ser, a partir de un trabajo de campo entre diversos proveedores, de \$386 pesos por metro cúbico. A partir de dicho precio, quedó determinada la cantidad de agua que consumen los usuarios con tandeo en caso de que se les surta una cantidad menor a la que estarían dispuestos a pagar al precio de \$386 pesos.

La existencia de un mercado significativo de pipas de agua potable en Cabo San Lucas hace evidente que existen usuarios que reciben una dotación de agua potable menor a la correspondiente a la del precio de referencia y que complementan su consumo a través de agua de pipas.

Si se consideran las siguientes variables:

<i>Qs:</i>	La dotación de agua en la situación sin proyecto para los usuarios con tandeo.
<i>Qpipa:</i>	La cantidad de agua que consumen los usuarios con acceso al mercado de pipas de agua potable.
<i>Ppipa:</i>	El precio de mercado de agua de pipa.
<i>N:</i>	La cantidad de usuarios con problemas de tandeo beneficiados.

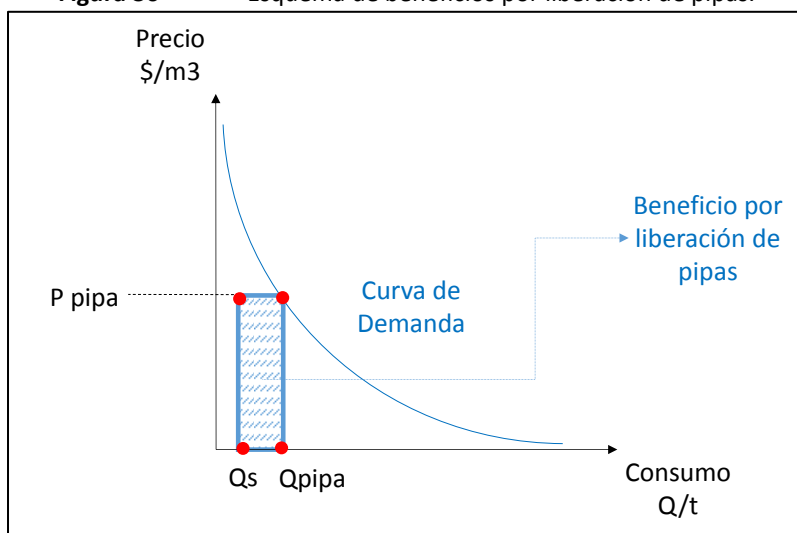


## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

Se obtiene la siguiente fórmula que corresponde a un rectángulo multiplicado N veces donde el rectángulo corresponde al beneficio de liberación de agua de pipas por individuo y N es la cantidad de usuarios con tandeo que dejarán de producirse al ser reemplazadas por los caudales liberados por los usuarios sin restricción.

$$\text{Beneficio por liberación de pipas} = (Q_s - Q_{\text{pipa}}) * P_{\text{pipa}} * N$$

**Figura 36** Esquema de beneficios por liberación de pipas.



Fuente: Análisis Costo-Beneficio del proyecto.

La cuantificación de los beneficios por liberación de recursos y mayor consumo queda determinada por los metros cúbicos liberados por el menor consumo de los usuarios no medidos.

Por ejemplo, considerando lo anterior, se estarían ahorrando aproximadamente 25 m<sup>3</sup>/toma/año para el caso de uso doméstico en San José del Cabo, que multiplicado por el número de medidores a instalar en dicha zona y clasificación, da como resultado una liberación promedio de 397,018 metros cúbicos de caudal de manera anual.

En este orden de ideas, se recuperarían con todo el proyecto de manera agregada cerca de 700 mil metros cúbicos cada año durante el horizonte de evaluación. Dicho caudal tiene el costo social correspondiente a los costos por menor consumo de los usuarios sin restricción y ya está cuantificado por los beneficios provienen de recursos reasignados de una manera más eficiente en el sentido Pareto.





## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

De acuerdo con la curva de demanda utilizada, se tiene que los usuarios que perciben un precio marginal de \$386 pesos por metro cúbico consumen 94.50 m<sup>3</sup>/toma/año para uso doméstico y 103.88 m<sup>3</sup>/toma/año en el caso residencial. Dada la existencia del mercado de pipas en Cabo San Lucas y por las estadísticas de tandeo en colonias de dicha ciudad, es evidente que los usuarios reciben una cantidad menor a los 94.50 m<sup>3</sup>/toma/año en zonas de tandeo. Bajo un enfoque conservador, se consideró que los usuarios con problemas de tandeo reciben una dotación de 86.81 y 89.69 m<sup>3</sup>/toma/año para uso doméstico y residencial, respectivamente, y con base en ello se determinó que el agua liberada logra satisfacer la demanda del mercado de pipas al lograr surtir para cada uno de los usuarios beneficiados una dotación superior a la que consumen a un precio de \$386 pesos por metro cúbico de agua.

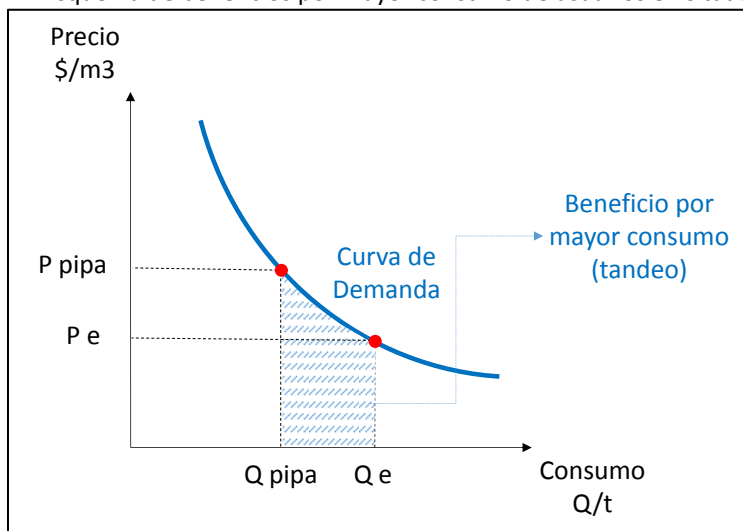
**Mayor consumo de usuarios con tandeo:** De manera adicional, en caso de que exista disponibilidad de proveer más agua de la empleada para la liberación de consumo de agua de pipa, el cuál es el caso del presente proyecto, los usuarios con tandeo consumirán más agua hasta llegar al punto de equilibrio o bien, a la cantidad que consumirían sin restricción. De este modo, su bienestar aumentaría y queda representado por el área debajo de la curva de demanda entre la cantidad que consumen los usuarios con tandeo al precio de pipa y la cantidad que consumirán ahora.

Si se consideran las siguientes variables:

$Q_e$ :	La cantidad de agua consumida al precio de equilibrio.
$Q_{pipa}$ :	La cantidad de agua que consumen los usuarios con acceso al mercado de pipas de agua potable.
$P_{pipa}$ :	El precio de mercado de agua de pipa.
$P_e$ :	El precio de equilibrio.
$N$ :	La cantidad de usuarios con problemas de tandeo beneficiados.



**Figura 37** Esquema de beneficios por mayor consumo de usuarios en situación de tandeo.



Fuente: Análisis Costo-Beneficio del proyecto.

Del caudal liberado para la liberación de pipas queda disponible un caudal de hasta 634,164 metros cúbicos/año que podrá ser reasignado a usuarios con problemas de tandeo para que así se acerquen a la cantidad de agua consumida sin restricción en la zona de estudio, la cual fue determinada con base al registro de consumos medidos en zonas sin tandeo de Cabo San Lucas equivalente a 152.93 y 209.81 m<sup>3</sup>/toma/año para uso doméstico y residencial, respectivamente. La cantidad de agua disponible después de la liberación de agua de pipa no es suficiente para alcanzar el consumo sin restricción, pero si representa una mejora de las condiciones en las que son abastecidas las tomas en las zonas de tandeo de Cabo San Lucas.

#### 4. Determinación de los Costos del Proyecto

Para la estimación de los costos de inversión del proyecto M.I.G., se identificaron, cuantificaron y valoraron todas las obras, equipamiento y acciones complementarias necesarias para la obtención de los beneficios sociales arriba señalados. El costo social más relevante lo constituyen las obras para la implementación de los sectores hidráulicos, así como la renovación del parque de micromedidores, cuyos montos de inversión, como del resto de los componentes comprendidos en el M.I.G., fueron valorizados con precios índice basados en proyectos y obras contratadas anteriormente por el propio OOMSAPSLC, así como por medio de cotizaciones de mercado. Todos los precios fueron actualizados a 2017 para fines de la evaluación socioeconómica.



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

### V. Calendario de inversiones y plazo de ejecución, y su congruencia con los costos y beneficios esperados;

El calendario de inversiones comprende un periodo de implementación del proyecto M.I.G. de 3 años, en el Análisis Costo-Beneficio se prevé el inicio de las obras en 2018 y su terminación para el año 2020.

**Tabla 13** Calendario de inversiones del proyecto M.I.G. (pesos de 2017).

Concepto	Unidad	Total	2018	2019	2020
Costo de Sectores Hidráulicos	Pesos	\$114,500,000.00	\$57,250,000.00	\$57,250,000.00	\$0.00
	Sectores	36	18	18	0
Costo de Sustitución de Tuberías de la Red	Pesos	\$73,700,000.00	\$29,500,000.00	\$22,100,000.00	\$22,100,000.00
	km	49.000	19.614	14.693	14.693
Costo de Sustitución de Tomas Domiciliarias	Pesos	\$51,900,000.00	\$25,950,000.00	\$25,950,000.00	\$0.00
	Tomas	14,421	7,211	7,210	0
Instalación del Sistema de Telemetría	Pesos	\$9,600,000.00	\$5,700,000.00	\$3,900,000.00	\$0.00
	Sitios	97	49	48	0
Costo de Sustitución de Micromedidores	Pesos	\$148,600,000.00	\$96,650,000.00	\$51,950,000.00	\$0.00
	Medidores	49,146	27,827	21,319	0
Instrumentación del Sist. de Lectura Remota	Pesos	\$4,400,000.00	\$4,400,000.00	\$0.00	\$0.00
	Sistema	2	2	0	0
Costo de Actualización del Padrón de Usuarios	Pesos	\$8,000,000.00	\$8,000,000.00	\$0.00	\$0.00
	Estudio	1	1	0	0
Costo de Estudios Complementarios	Pesos	\$33,500,000.00	\$31,000,000.00	\$2,500,000.00	\$0.00
	Estudio	7	6	1	0
<b>Inversión Total (SIN IVA)</b>		<b>\$444,200,000.00</b>	<b>\$258,450,000.00</b>	<b>\$163,650,000.00</b>	<b>\$22,100,000.00</b>

Fuente: Análisis Costo-Beneficio del proyecto.

Debido a que el objetivo principal del proyecto M.I.G. se encuentra centrado en el incremento de la eficiencia física y que la base para dicho objetivo consiste en la sectorización de la red de distribución, a continuación se muestran las metas anuales planteadas en el Análisis de Costo-Beneficio. Como se puede apreciar, dichas metas son congruentes con el calendario de inversiones y el avance progresivo de la sectorización de la red de distribución de agua potable.

Es importante observar que los sectores se irán implementando y poniendo en funcionamiento de forma progresiva, es decir, que no se requiere esperar a la conclusión de los 36 sectores para percibir la mejora en los niveles de eficiencia física.



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

**Tabla 14** Metas anuales del proyecto M.I.G.

Periodo	Año	Eficiencia Física %	Pérdidas Totales %
0	2018	63.78%	36.22%
1	2019	69.35%	30.65%
2	2020	75.00%	25.00%
3	2021	75.00%	25.00%
4	2022	75.00%	25.00%
5	2023	75.00%	25.00%
6	2024	75.00%	25.00%
7	2025	75.00%	25.00%
8	2026	75.00%	25.00%
9	2027	75.00%	25.00%
10	2028	75.00%	25.00%

Fuente: Análisis Costo-Beneficio del proyecto.

Tomando en cuenta lo anterior, es posible afirmar que los costos de operación y los beneficios en el flujo de evaluación social se encuentran en el año que corresponde, esto es, a partir del año de entrada de operación de la infraestructura, observándose la debida congruencia entre los mismos.

VI. Parámetros de referencia utilizados, tales como la tasa de descuento y la trayectoria de precios de los insumos y de los bienes y servicios finales, entre otros;

Para la evaluación socioeconómica del proyecto, se utilizaron los siguientes supuestos económicos:

- Tasa social de descuento del 10% anual, acorde a los lineamientos de la Unidad de Inversiones de la SHCP.
- Horizonte de evaluación de 10 años.

El ajuste a valores sociales se realizó mediante la eliminación del Impuesto al Valor Agregado (IVA) a los precios de mercado, lo cual se considera aceptable bajo las condiciones de libre mercado que comúnmente son aplicadas en la economía nacional.

Los valores de los costos utilizados provienen de fuentes diversas, como son: licitaciones públicas, proyectos ejecutivos, anteproyectos y cotizaciones de mercado, por lo que se estima que cuentan con un rango aceptable de certidumbre.

Todos los supuestos económicos utilizados en la evaluación socioeconómica se consideran válidos.



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

### VII. Costos de operación y mantenimiento esperados, una vez que concluya el periodo de construcción e inicie la operación del activo

Los costos de operación y mantenimiento del proyecto M.I.G. son acordes a la infraestructura que entrará en operación, y fueron estimados conforme al calendario de avance expuesto en el numeral anterior. Dichos costos fueron valorizados corresponden a la dimensión y características de diseño.

En la siguiente tabla se muestra el flujo de costos de operación y mantenimiento durante el horizonte de evaluación (10 años).

**Tabla 15** Flujos de costos de operación y mantenimiento del proyecto M.I.G. (pesos de 2017).

Periodo	Año	Costos de Mantenimiento de Sectores Hidráulicos y Operación del Programa de Control Activo de Fugas	Costos de Mantenimiento de equipos de Telemetría	Costos de Operación de Medidores Instalados	Costos Totales de Operación y Mantenimiento
0	2018	\$1,529,836.68	\$472,824.74	\$728,097.99	\$2,730,759.41
1	2019	\$3,059,673.37	\$936,000.00	\$1,456,195.98	\$5,451,869.35
2	2020	\$3,059,673.37	\$936,000.00	\$1,456,195.98	\$5,451,869.35
3	2021	\$3,059,673.37	\$936,000.00	\$1,456,195.98	\$5,451,869.35
4	2022	\$3,059,673.37	\$936,000.00	\$1,456,195.98	\$5,451,869.35
5	2023	\$3,059,673.37	\$936,000.00	\$1,456,195.98	\$5,451,869.35
6	2024	\$3,059,673.37	\$936,000.00	\$1,456,195.98	\$5,451,869.35
7	2025	\$3,059,673.37	\$936,000.00	\$1,456,195.98	\$5,451,869.35
8	2026	\$3,059,673.37	\$936,000.00	\$1,456,195.98	\$5,451,869.35
9	2027	\$3,059,673.37	\$936,000.00	\$1,456,195.98	\$5,451,869.35
10	2028	\$3,059,673.37	\$936,000.00	\$1,456,195.98	\$5,451,869.35
		<b>\$32,126,570.34</b>	<b>\$9,832,824.74</b>	<b>\$15,290,057.79</b>	<b>\$57,249,452.87</b>

Fuente: Análisis Costo-Beneficio del proyecto.

### VIII. Análisis de sensibilidad de los parámetros de referencia

- Análisis de Sensibilidad de los componentes de eficiencia física (Sectorización de la red de distribución, sustitución de tuberías y tomas domiciliarias).

De acuerdo al análisis realizado, los componentes de Eficiencia Física continuaría siendo rentables con un aumento de hasta el 121.5% en su monto de inversión total, un aumento de 1,636.3% sobre

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

los costos de operación y mantenimiento, o una disminución de hasta el 53.1% en los beneficios sociales cuantificados.

### ii. Análisis de Sensibilidad del componente de telemetría

De acuerdo al análisis realizado, el componente de Telemetría continuaría siendo rentable con un aumento de hasta el 64.4% en su inversión total, un aumento de 123.5% sobre los costos de operación y mantenimiento, o una disminución de hasta el 29.7% en los beneficios sociales cuantificados.

### iii. Análisis de Sensibilidad del componente de micromedición

Finalmente, de análisis realizado al componente de sustitución de micromedidores, se puede concluir que continuaría siendo rentable con un aumento de hasta el 120.7% en el monto de inversión total, un aumento de 2,274.5% sobre los costos de operación y mantenimiento, o una disminución de hasta el 32.2% en los beneficios sociales cuantificados.

De los análisis de sensibilidad realizados a los componentes del proyecto M.I.G., se concluye que tanto de manera conjunta, como individualmente, las principales variables que tendrían un impacto directo en los indicadores de rentabilidad social, muestran un margen de variación aceptable sin afectar su viabilidad socioeconómica.

## IX. Fuentes de los recursos para cubrir el costo de la inversión, así como de la operación y mantenimiento de los activos

Las fuentes de financiamiento de recursos programadas para el proyecto M.I.G. del OOMSAPASLC, se detallan a continuación, con sus respectivos porcentajes:

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

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





## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

**Tabla 16** Cronograma de ejecución de recursos por fuente de financiamiento (pesos de 2017).

Fuente de Financiamiento	Total	2018	2019	2020
<b>FONADIN</b>	\$217,658,000	\$126,640,500	\$80,188,500	\$10,829,000
<b>Capital Privado</b>	\$88,840,000	\$51,690,000	\$32,730,000	\$4,420,000
<b>Crédito Bancario</b>	\$208,774,000	\$121,471,500	\$76,915,500	\$10,387,000
Total (IVA incluido)	<b>\$515,272,000</b>	<b>\$299,802,000</b>	<b>\$189,834,000</b>	<b>\$25,636,000</b>

Fuente: Análisis Costo-Beneficio del proyecto.

Los costos de operación y mantenimiento para el caso del proyecto M.I.G. serán pagados directamente por la empresa Contratista, toda vez que se trata de un proyecto estructurado bajo un modelo de asociación público-privada.

### X. Identificación de los riesgos asociados a la ejecución y operación del programa o proyecto que puedan afectar su rentabilidad

Con base en la información de cada uno de los proyectos que conforman el Proyecto para la Mejora Integral de la Gestión (M.I.G.) del OOMSAPASLC, incluyendo los respectivos estudios específicos, se identificaron los siguientes riesgos e impactos para su ejecución:

**Tabla 17** Análisis de riesgos asociados al proyecto M.I.G.

Descripción	Impacto	Observaciones del Dictamen
<b>Restricciones en la suficiencia presupuestal</b>	En caso de que no se cuente con la suficiencia presupuestaria, el periodo de inversión del proyecto podría desfasarse o reprogramarse, lo que provocaría un impacto sobre la rentabilidad del mismo.	A la fecha, los estudios de pre-inversión se encuentran concluidos en su totalidad y el esquema de financiamiento ya ha sido definido y se encuentra en proceso de aprobación por los respectivos involucrados, con buenas perspectivas de concretarse, principalmente en lo que se refiere a las garantías para el pago de la contraprestación y la autorización de la deuda plurianual.
<b>Deficiencias en la ingeniería y el diseño</b>	Este tipo de deficiencias genera sobrecostos que impactan directamente en la rentabilidad del proyecto.	El proyecto M.I.G. ha sido concebido bajo una modalidad de asociación público-privada, una de las ventajas de dicho esquema de contratación es que el riesgo de diseño es transferido al

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

Descripción	Impacto	Observaciones del Dictamen
		Contratista, quien posteriormente será acreedor a una contraprestación basada en indicadores de desempeño durante la fase de operación del proyecto.
<b>Incremento del monto de inversión</b>	En caso de que se incrementara el monto de inversión del proyecto la rentabilidad del mismo se vería afectada. En la sección de sensibilidad se especifican los incrementos máximos permisibles sobre el monto de inversión para que el proyecto continúe siendo rentable.	EL procedimiento utilizado para la cuantificación de las inversiones de los componentes del proyecto M.I.G. permite tener un rango de confiabilidad aceptable sobre los mismos, por lo que el riesgo de que exista una subvaloración significativa de los mismos es poco probable.
<b>Incremento de costos de operación y mantenimiento</b>	En caso de que se incrementarán los costos de operación y mantenimiento del proyecto la rentabilidad del mismo se vería afectada. En la sección de sensibilidad se especifican los incrementos máximos permisibles sobre los costos de operación y mantenimiento para que el proyecto continúe siendo rentable.	EL procedimiento utilizado para la cuantificación de los costos de operación y mantenimiento del proyecto M.I.G. permite tener un rango de confiabilidad aceptable sobre los mismos, por lo que el riesgo de que exista una subvaloración significativa de los mismos es poco probable.

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, los análisis de sensibilidad muestran holgura en las variables que tendrían un alto impacto en la evaluación socioeconómica del proyecto, por lo que es posible afirmar que cuenta con una rentabilidad sólida y poco vulnerable.

Se observa que no existen variables de alto riesgo en lo que respecta a los costos y los beneficios contemplados en el estudio de evaluación social.

**Por lo anteriormente expuesto, se concluye que el proyecto es económicamente factible.**



## 5. ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL

El Dictamen Ambiental es el documento mediante el cual se manifiesta la opinión respecto a los impactos que un proyecto u obras pueden causar al medio ambiente, y en donde, a partir de una evaluación inicial, se manifiesta que las medidas y acciones que se realizarán para eliminar, minimizar o solventar dichos impactos se enfocan a cubrir cabalmente la regulación ambiental de carácter federal, estatal y municipal que le aplique en materia de agua potable, atmósfera, suelo, residuos u otros aplicables.

El Dictamen Ambiental toma en consideración las características e información propias del proyecto M.I.G., incluyendo sus características técnicas; revisa la regulación y normatividad ambientales que en su caso son aplicables al proyecto u obra; analiza y evalúa las actividades y procesos propios del proyecto u obra en cuanto a sus impactos potenciales al ambiente según lo contenido en el análisis de factibilidad ambiental y en la diversa documentación que ya ha sido generada para el proyecto y sus obras.

### I. Descripción de las obras o actividades del proyecto

El proyecto ha sido descrito ampliamente en las secciones anteriores, sin embargo se incluye a continuación una breve descripción de los principales componentes que lo conforman.

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

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

El programa integral de sectorización de la red permitirá operar bajo condiciones controladas de presión y gasto, logrando una distribución eficiente en la red primaria con base en la demanda regional de cada ciudad. La cantidad de sectores por implementar se definió con base en el número de tomas por sector cercano a 2,000 en cada caso. Dicha construcción se llevará a cabo en un periodo de 2 años.



## **PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.**

Aunado a lo anterior, se ejecutará la rehabilitación de 49.0 km de la red de distribución en zonas con alto deterioro dentro de los sectores, mismas que actualmente se encuentran identificadas por parte del OOMSAPASLC. Asimismo, se prevé también la sustitución de tomas domiciliarias en zonas con alto deterioro dentro de los sectores.

### Componente N°2: Telemetría.- Instalación de una red de telemetría mediante Unidades Terminales Remotas (UTR) con transmisión de señal en frecuencia UHF/VHF:

Consiste en equipar y operar un centro de recepción y procesamiento de información, equipado con hardware y software integrados en sistema tipo SCADA, así como equipo de comunicación por radiofrecuencia con las unidades terminales remotas en un total de 61 pozos y estaciones de bombeo, así como en los 36 sectores hidráulicos que se proponen construir como parte del M.I.G., mismos que se instalarán en un periodo de 2 años.

Asimismo, se realizará la sustitución de macromedidores en 5 fuentes de abastecimiento para poder registrar en el sistema de telemetría el 100% del caudal producido por las fuentes de abastecimiento.

### Componente N°3: Reforzamiento de la gestión comercial.- Instalación de micromedidores volumétricos con lectura remota (instalación completa):

Consiste en la sustitución de 42,638 micromedidores volumétricos (Uso Doméstico) en un periodo de 2 años. Adicionalmente, se contempla la sustitución de 5,788 medidores de uso comercial y 720 de uso industrial. Para la optimización del proceso de lectura, se requiere de la instalación de 2 sistemas de lectura remota.

## **II. Medio natural del área del proyecto**

### Flora

Con relación a este aspecto, resulta muy variada la clasificación de los recursos naturales de origen vegetal; se relacionan directamente con la topografía, la composición del suelo, el régimen pluvial y las características climatológicas de tipo desértico.

Los matorrales ocupan 86% de la superficie de la entidad, le siguen en importancia las selvas secas en la región de Los Cabos y los manglares de las costas. En la parte sur se localizan los bosques, principalmente de encinos en la sierra La Laguna (reserva de la biosfera); en la parte litoral existe



## **PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.**

vegetación de dunas costeras y mezquitales que se presentan en los cauces de arroyos intermitentes. Sólo 2.7% de la superficie estatal se dedica a la agricultura.

Por lo que respecta a la Flora Marina, el Municipio se encuentra en la Región marina del Pacífico Noreste que está definida como las aguas costeras que comienzan desde el estrecho de Bering al norte, bajando por la costa oeste de Norte América hasta la frontera costera occidental de Guatemala.

La zona sur de la península de Baja California está influida por una extensión de la corriente ecuatorial del sur que fluye hacia el norte y se tienen 444 taxa registrados que corresponden al 40.3% del porcentaje total de especies para el litoral mexicano del Pacífico. Las especies y categoría subespecíficas por grupo y región ficológica registradas para el Pacífico Tropical corresponden a 109 especies de clorofilas, 24 especies de Phaeophita spp y 263 especies de Rodophita spp.

### Fauna

La fauna es un reflejo de los procesos evolutivos de la región de Los Cabos. El aislamiento geográfico y ecológico ha sido importante en la evolución de la fauna, existiendo un gran número de especies endémicas o únicas. Actualmente, en el municipio se distribuyen alrededor de 300 especies de vertebrados nativos que incluyen anfibios, reptiles, aves y mamíferos, siendo el grupo de las aves el más abundante.

El grupo de los reptiles es muy diverso y particular, pues existe un elevado número de especies únicas de la península y de la región de Los Cabos. De las cerca de 38 especies (un anfisbénido, una tortuga de agua dulce, 17 lagartijas y 19 serpientes), el 45% son endémicas.

En cuanto las aves, se estima que en el municipio existen alrededor de 218 especies. Algunas están restringidas a las zonas costeras y cuerpos de agua dulce, mientras que otras presentan una amplia distribución. La mayoría son residentes, 43% son estacionales (invernales) y 13% son raras o migratorias. Del total de aves, cerca de 74 (34%) son acuáticas.

Como se puede apreciar, la fauna es muy variada. En la terrestre existen varias especies de animales, tales como: tejón, zorrillo pinto, zorrillo rayado, coyote, zorra gris, puma americano, gato montés, babisuri, venado bura o cola prieta, mapache, conejo, liebre común, murciélago, rata de campo, tuza, rata y ratón común. Entre las aves destacan: codorniz, paloma serrana, paloma de ala blanca, cardenal, chuparrosa, pájaro carpintero, torcaza, golondrina, cuervo, ceniztonle, calandria serrana, golondrina palmera. Aves marinas como gaviotas, pelícano gris, tijereta, tildillo, zarapico; y albatros.



## **PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.**

En los matorrales se tienen: correcaminos, zorra del desierto, borrego cimarrón y tlalcoyote. En la selva seca: ave alca, víbora de cascabel, lagarto escorpión y cacomixtle.

En la fauna marina, de las aproximadamente 850 especies sobresalen: el marlín negro, azul y rayado; pez vela, pez espada, dorado, atún, cabrilla, jurel, wahoo, pez gallo, pargo. La mayoría de estos son codiciados principalmente en la pesca deportiva.

Por lo que respecta al ambiente acuático, se tiene: lobo marino de California, elefante marino y común, corales, caracol gorrito, concha nácar, sardinilla peninsular, delfín nariz de botella, foca común, ballena azul, ballena gris, ballena jorobada, orca, rorcual tropical y cachalote. Animales en peligro de extinción: nutria marina y foca de Guadalupe.

### Recursos naturales

Aquí pueden encontrarse prácticamente todos los ecosistemas conocidos a nivel mundial, una gran variedad de plantas y animales que en muchos casos son especies que habitan únicamente en México. Los habitantes de Los Cabos aprovechan la riqueza natural que les brinda en recursos principalmente las playas, por ejemplo la explotación de sal que inclusive se exporta desde este municipio.

Así también, se cuenta con potenciales mineros en proporciones limitadas como son los no metálicos, destacando en la región de Capuano y Mezquite, depósitos de calizas y granitos no cuantificados. Con una variedad infinita de especies marinas, destaca el sector pesquero, haciéndose más rica la abundancia por la incidencia del Océano Pacífico y el Golfo de California. Preferentemente por la representación del sector turismo, la actividad se define hacia las especies para la explotación deportivas.

### Características y uso de suelo

Entre las alturas que fluctúan de los 400 a 1,000 metros, los suelos pertenecen a la clase in-situ de montaña y son rocosos, pedregosos y algunos areno-arcillosos. Entre los 0-400 metros, los suelos pertenecen a las clases desérticos y semidesérticos y son arenosos profundos, arcillosos, pedregosos y rocosos, presentándose estos últimos en forma dominante.





## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

### Áreas naturales protegidas

En el municipio se localizan la reserva de la Biósfera Sierra Laguna; el Parque Marino Nacional.- Cabo Pulmo; la Reserva Ecológica Estatal Esteros San José del Cabo, y la Zona de Refugio Submarino de Flora, Fauna y Condiciones Ecológicas de Fondo.

Por lo que respecta al Estero San José del Cabo, se ubica en el extremo meridional de Baja California Sur y es un humedal de agua dulce de gran importancia para las aves migratorias y playeras debido a la escasez de cuerpos de agua en la península bajacaliforniana. Su vegetación demarca un ambiente ribereño de carácter tropical, único en la región desértica del distrito del Cabo.

En este ecosistema habita el Mascarita de Belding o Mascarita Peninsular (*Geothlypis beldingi*), un ave endémica de los oasis de Baja California Sur.

### Las Dunas

Son ecosistemas frágiles con alta heterogeneidad espacial, en términos de la gran diversidad de micro ambientes que presentan, entre los cuales existen factores físicos que varían drásticamente, así como lugares de almacenamiento de arena.

Poseen conjuntos particulares de especies con una vegetación caracterizada por la singularidad de sus comunidades y por el alto grado de endemismos. Asimismo, representan un sistema de protección de la línea de costa, pues disipan y amortiguan los efectos producidos por la fuerza del oleaje, por lo que para el municipio representan una zona de valor ambiental, geográfico y patrimonial en donde existen áreas vulnerables a inundación por huracanes o tormentas.

### III. Vinculación con normas, planes, programas y regulaciones

El objetivo de este apartado es describir el grado de concordancia entre el proyecto M.I.G. y los establecidos en los diferentes instrumentos normativos y de planeación vigentes en el área de influencia.

#### Planes y programas de desarrollo estatal, municipal o del centro de población.

**Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2015-2021 del Estado de Baja California Sur.-** Cuenta con cinco ejes fundamentales que conllevan una visión de futuro. Dentro del Eje IV Calidad de vida, en el componente Servicios básicos, se establece el desarrollo de infraestructura necesaria para



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

garantizar a la población el acceso a los servicios básicos de energía eléctrica, agua potable y drenaje, por lo que el proyecto concuerda con lo señalado en éste componente.

**Segunda Actualización del Plan Director de Desarrollo Urbano San José del Cabo-Cabo San Lucas 2040.-** Dentro de la Segunda Actualización del Plan Director de Desarrollo Urbano San José del Cabo-Cabo San Lucas 2040 (PDU SJC-CSL 2040), se plantean como estrategias respecto al mejoramiento de infraestructura, alcanzar cobertura total del servicio continuo de agua potable mediante estrategias paralelas, por una parte a través de la construcción de nuevas fuentes de abastecimiento, y por otra, por la reducción del consumo de agua por habitante, la reducción de fugas, etc.

Asimismo, mediante diferentes estrategias, se plantea realizar los estudios necesarios para desarrollar los proyectos e infraestructura de abastecimiento de agua a la población, encontrándose el proyecto contemplado dentro de la Segunda Actualización del Plan director de desarrollo urbano San José del Cabo-Cabo San Lucas 2040.

**Programa Nacional Hídrico (PNH-2014-2018) de la CONAGUA.-** Actualmente el Estado enfrenta un enorme reto para que los municipios provean a la población los servicios de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales, y cumplir con el derecho humano al agua, que se refiere al acceso de agua suficiente, salubre, aceptable y asequible, por lo que el Programa Nacional hídrico 2014-2018, establece en su objetivo número 3, fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Para ello, se pretende que se amplíe la cobertura de agua potable al 94%, fomentando el incremento de las eficiencias y capacidades técnicas, administrativas y financieras de los organismos operadores prestadores de estos servicios y la incorporación o sustitución de nuevas fuentes de abastecimiento. Así como crear infraestructura para aprovechamiento de nuevas fuentes de abastecimiento, por lo que el proyecto de M.I.G. apoyará al cumplimiento de este objetivo.

**Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas.-** Las Áreas Naturales Protegidas son las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas. Se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, su Reglamento, el programa de manejo y los programas de ordenamiento ecológico. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley.



## **PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.**

El estado de Baja California Sur, cuenta con un total de 8 áreas naturales protegidas, con una superficie aproximada de 3'307,544 has, resaltando que la ejecución del proyecto no se encuentra dentro de ninguna Área Natural Protegida.

**Programa de Recuperación y Restablecimiento de las Zonas de Restauración Ecológica.-** El proyecto no se encuentra dentro de un área que cuente con algún programa actual de recuperación y restablecimiento de las zonas de restauración ecológica.

**Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad.-** La CONABIO ha identificado regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad en México, generando para ello instrumentos de planeación territorial y se ha establecido Regiones Prioritarias Terrestres, Marinas, Hidrológicas, así como Áreas de Importancia para la Conservación (AICA).

En ese sentido, el proyecto no se encuentra dentro de alguna Región Prioritaria Terrestre, ni alguna AICA.

**Sitio RAMSAR.-** La Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, conocida en forma abreviada como Convenio de RAMSAR, es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos, en cuyo caso el proyecto no se encuentra dentro de ningún sitio RAMSAR.

### Leyes y reglamentos.

#### **Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).-**

El proyecto se alinea con criterios establecidos en la LGEEPA, ya que dentro de los principales objetivos del proyecto se encuentra el aprovechamiento sustentable del agua con acciones que mejoran la infraestructura para una mayor eficiencia y eficacia en la distribución del agua potable.

Es importante observar que de conformidad con el Artículo 28 de la LGEEPA, el proyecto tendría que obtener previamente la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), se destaca que de los tres componentes que integran el proyecto, únicamente la sectorización y sustitución de tubería de la red de agua potable conllevarán la realización de obra pública, la cual se ejecutará en sitios que se encuentran impactados de origen, por lo que se considera que no será necesario la obtención de una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) para su realización tomando en consideración los supuestos del artículo 31 de la propia Ley, así como de los artículos 5 y 6 de su Reglamento.

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)



## **PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.**

### **Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.-**

Este Reglamento establece en su Artículo 5 cuáles son las obras hidráulicas que requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental, donde en la Fracción IV se mencionan las obras de conducción para el abastecimiento de agua nacional que rebasen los 10 kilómetros de longitud, que tengan un gasto de más de quince litros por segundo y cuyo diámetro de conducción exceda de 15 centímetros; Así como en la Fracción V que se mencionan Sistemas de abastecimiento múltiple de agua con diámetros de conducción de más de 25 centímetros y una longitud mayor a 100 kilómetros.

Considerando que el sistema del Municipio se encuentra ya en operación, en el Artículo 6 se especifica que las ampliaciones, modificaciones, sustituciones de infraestructura, rehabilitación y el mantenimiento de instalaciones relacionado con las obras y actividades que se encuentren en operación, NO requerirán de la autorización en materia de impacto ambiental siempre y cuando cumplan con todos los requisitos siguientes:

- I. Las obras y actividades cuenten previamente con la autorización respectiva o cuando no hubieren requerido de ésta;
- II. Las acciones por realizar no tengan relación alguna con el proceso de producción que generó dicha autorización, y
- III. Dichas acciones no impliquen incremento alguno en el nivel de impacto o riesgo ambiental, en virtud de su ubicación, dimensiones, características o alcances, tales como conservación, reparación y mantenimiento de bienes inmuebles; construcción, instalación y demolición de bienes inmuebles en áreas urbanas, o modificación de bienes inmuebles cuando se pretenda llevar a cabo en la superficie del terreno ocupada por la construcción o instalación de que se trate.

En este caso, se deberá dar aviso a la Secretaría previamente a la realización de dichas acciones.

Para el caso de ampliaciones, modificaciones, sustitución de infraestructura, rehabilitación y el mantenimiento de instalaciones relacionadas con las obras y actividades señaladas en el artículo 5 anterior, así como con las que se encuentren en operación y que sean distintas a las referidas al inicio del Artículo 6 y las condiciones establecidas; solo podrán ser exentadas de la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental cuando se demuestre que su ejecución no causará desequilibrios ecológicos ni rebasará los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la protección al ambiente y a la preservación y restauración de los ecosistemas.



## **PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.**

Para esto, igualmente se deberá dar aviso a la Secretaría de las acciones que se pretenden realizar, para que ésta determine si es necesaria la presentación de una manifestación de impacto ambiental, o si las acciones no requieren ser evaluadas.

### **Ley de Aguas Nacionales.-**

En la Fracción VI del Artículo 7, se declara como utilidad pública la eficientización y modernización de los servicios de agua domésticos y públicos urbanos, para contribuir al mejoramiento de la salud y bienestar social, para mejorar la calidad y oportunidad en el servicio prestado, así como para contribuir a alcanzar la gestión integrada de los recursos hídricos.

Asimismo, en el Artículo 7 BIS se declara de interés público la realización periódica de inventarios de usos y usuarios e infraestructura hidráulica y equipamiento diverso necesario para la gestión integrada de los recursos hídricos.

Por otra parte, en la Fracción XLVI del Artículo 9, se faculta a la Comisión Nacional del Agua para mejorar el conocimiento sobre la ocurrencia del agua sus usos y usuarios, y en las Fracciones XIII y XIV del mismo Artículo a fomentar y apoyar los servicios públicos urbanos y rurales de agua potable, alcantarillado, saneamiento, recirculación y reúso en el territorio nacional, para lo cual se coordinará con los Gobiernos de los estados, y a través de éstos, con los municipios, sin afectar las disposiciones, facultades y responsabilidades municipales y estatales, en la coordinación y prestación de los servicios referidos.

### Normas Oficiales Mexicanas.

**NOM-059-SEMARNAT-2001.** PROTECCIÓN AMBIENTAL ESPECIES NATIVAS DE MÉXICO DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES-CATEGORÍAS DE RIESGO Y ESPECIFICACIONES PARA SU INCLUSIÓN, EXCLUSIÓN O CAMBIO-LISTA DE ESPECIES EN RIESGO.- En caso de encontrarse flora y/o fauna listada en la norma citada, se realizarán actividades de rescate y reubicación de los ejemplares para su protección.

**NOM-052-SEMARNAT-2005,** QUE ESTABLECE LAS CARACTERÍSTICAS, EL PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN, CLASIFICACIÓN Y LOS LISTADOS DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS.- Los mantenimientos a vehículos, maquinaria y equipo se efectuarán en talleres autorizados, donde se almacenarán adecuadamente y temporalmente los residuos peligrosos generados, mismos que serán recolectados y transportados por una empresa autorizada ante la SEMARNAT. Asimismo, los residuos peligrosos generados en el sitio de obra serán contenidos temporalmente en recipientes



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

adecuados para su posterior recolección y transporte por una empresa autorizada ante la SEMARNAT.

**NOM-012-SSA1-1993.** REQUISITOS SANITARIOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO, PÚBLICO Y PRIVADO.- En nuevos proyectos de redes de distribución deben eliminarse los extremos terminales o muertos, así como las tuberías de las redes de distribución, deben ubicarse longitudinalmente en la calle, en los extremos laterales de la misma a un nivel superior al del alcantarillado y a la máxima distancia posible de éste. Al restablecimiento del servicio se debe reforzar la desinfección durante las seis horas siguientes, garantizando la existencia de cloro residual libre entre 1.0 a 1.5 mg/l, y las nuevas tuberías deberán limpiarse y desinfectarse antes de iniciar su operación.

**NOM-080-ECOL-1994** LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE RUIDO PROVENIENTE DEL ESCAPE DE LOS VEHÍCULOS AUTOMOTORES, MOTOCICLETAS Y TRICICLOS MOTORIZADOS EN CIRCULACIÓN, Y SU MÉTODO DE MEDICIÓN. Todos los vehículos automotores que se desempeñen dentro de las obras del proyecto cumplirán los límites de ruido máximos permisibles en esta Norma de acuerdo a su peso bruto vehicular, observando los parámetros establecidos en la propia Norma.

**NOM-045-SEMARNAT-2006,** PROTECCIÓN AMBIENTAL.- VEHÍCULOS EN CIRCULACIÓN QUE USAN DIESEL COMO COMBUSTIBLE.- LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE OPACIDAD, PROCEDIMIENTO DE PRUEBA Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO DE MEDICIÓN.- Todos los vehículos con motor a diesel que se desempeñen dentro de las obras del proyecto cumplirán con los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape, en función del año-modelo del vehículo y peso bruto; esto será comprobado con calcomanía de verificación y bitácora de mantenimiento al día.

**NOM-041-SEMARNAT-2006,** QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE GASES CONTAMINANTES PROVENIENTES DEL ESCAPE DE LOS VEHÍCULOS AUTOMOTORES EN CIRCULACIÓN QUE USAN GASOLINA COMO COMBUSTIBLE.- Todos los vehículos con motor a gasolina que se desempeñen dentro de las obras del proyecto cumplirán con los límites máximos permisibles de gases contaminantes provenientes del escape comprobado con calcomanía de verificación y bitácora de mantenimiento al día.





## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

**NOM-161-SEMARNAT-2011**, QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS PARA CLASIFICAR A LOS RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL Y DETERMINAR CUÁLES ESTÁN SUJETOS A PLAN DE MANEJO; EL LISTADO DE LOS MISMOS, EL PROCEDIMIENTO PARA LA INCLUSIÓN O EXCLUSIÓN A DICHO LISTADO; ASÍ COMO LOS ELEMENTOS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA FORMULACIÓN DE LOS PLANES DE MANEJO.- De acuerdo a la generación esperada de residuos de la construcción por las obras proyectadas, estos estarán sujetos a un plan de manejo que se deberá elaborar.

### IV. Identificación de impactos ambientales

Los impactos más relevantes derivados del componente de sectorización de redes y sustitución de tuberías, tomando en consideración las principales acciones como son:

#### a) Preparación de terreno:

1. Establecimiento de Campamentos, los cuales provocarán contaminación y asentamiento del suelo en los sitios de establecimiento, además de algunas de las áreas colindantes, por generación de residuos derivados de la estancia del personal que labore durante la preparación del sitio y las labores de sustitución de tubería de la red de agua potable y sectorización, que son acciones con un tiempo de elaboración de algunas semanas por cada punto.

Asimismo, se tendrán generación de aguas sanitarias y grises; Demanda de servicios de aseo y tratamiento de aguas residuales, energía y agua potable, y modificación temporal del paisaje.

2. Corte de Pavimento, lo cual generará polvo y emisiones de gases por la combustión del equipo, pudiendo afectar levemente la visibilidad mientras se efectúan las labores. De igual forma, se tendrá incremento de ruido por el corte, generación de vibraciones, y perturbación de habitantes.

Esta actividad también provocará un aumento de emisión de gases generados por vehículos automotores que circulen por las vías en obra y vías de acceso, esto debido a la obstrucción temporal de secciones del área actual de rodamiento, disminuyendo con esto la velocidad del flujo vehicular.

3. Demolición de carpeta asfáltica y excavación, que provocará emisión de partículas y polvos por el movimiento del asfalto, incrementando en los riesgos de erosión debido al movimiento de tierras. Asimismo, se tendrá un aumento de emisión de gases generados por vehículos automotores que circulen por las vías en obra y vías de acceso, esto debido a la obstrucción temporal de secciones del área actual de rodamiento, disminuyendo con esto la velocidad del flujo vehicular. Esta actividad también provocará perturbación de los habitantes por la generación de ruido, vibraciones y

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

emisiones contaminantes por la operación de equipo y vehículos, y residuos de manejo especial por la demolición y excavación.

4. Mantenimiento de maquinaria y equipo, con la consecuente generación de residuos peligrosos (Aceites lubricantes gastados, trapos, estopas, envases que contuvieron material peligroso, etc.), residuos no peligrosos y descargas de aguas residuales.

### b) Construcción:

1. Seccionamiento y retiro de tubería a sustituir y colocación del nuevo tramo, que generará emisión de gases por la operación de equipo; incremento de Ruido principalmente por los trabajos de corte de tramos; residuos por el retiro de tubería a sustituir y materiales sobrantes.

Asimismo, se tendrá un aumento de emisión de gases generados por vehículos automotores que circulen por las vías en obra y vías de acceso, esto debido a la obstrucción temporal de secciones del área actual de rodamiento, disminuyendo con esto la velocidad del flujo vehicular.

2. Relleno, nivelación y compactación de zanjas, que provocará la emisión de gases por la operación de maquinaria, equipo y vehículos para transporte de material pétreo, así como la generación de polvos por el movimiento de tierras.

Asimismo, se tendrá la generación de vibraciones, compactación y asentamiento del suelo, e incremento del ruido con la consecuente perturbación de habitantes y aumento de emisión de gases generados por vehículos automotores que circulen por las vías en obra y vías de acceso, esto debido a la obstrucción temporal de secciones del área actual de rodamiento, disminuyendo con esto la velocidad del flujo vehicular.

3. Colocación de nuevo pavimento que incrementará el riesgo de erosión y provocará la alteración de paisaje, contaminación de aire por la presencia de gases de combustión y partículas suspendidas derivadas de la operación del equipo y por vehículos automotores que circulen por las vías en obra y vías de acceso, esto debido a la obstrucción temporal de secciones del área actual de rodamiento, disminuyendo con esto la velocidad del flujo vehicular. Asimismo, habrá contaminación por ruido, perturbación de habitantes y pérdida de suelo para infiltración de aguas.

4. Retiro de residuos de demolición y excavación y materiales sobrantes, que provocará contaminación de aire por la presencia de gases de combustión y partículas suspendidas derivadas de la operación del equipo y de los vehículos para el transporte de los residuos de demolición. Así como de los vehículos automotores que circulen por las vías en obra y vías de acceso, esto debido a

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)



## **PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.**

la obstrucción temporal de secciones del área actual de rodamiento, disminuyendo con esto la velocidad del flujo vehicular.

Asimismo, se tendrá generación de polvos por el movimiento de tierras y escombros, incremento de ruido por la operación de maquinaria y vehículos, afectación moderada a la visibilidad durante las maniobras de carga y descarga de los residuos de demolición y excavación, y la consecuente perturbación de habitantes.

5. Colocación de señalamientos horizontales y pintados, que generarán residuos no peligrosos y peligrosos (pinturas y solventes), así como contaminación de suelo.

6. Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo, que generará residuos peligrosos (Aceites lubricantes gastados, trapos, estopas, envases que contuvieron material peligroso, etc.), y no peligrosos, así como la descarga de aguas residuales.

Conforme a lo antes expuesto, los impactos ambientales que se tendrían son:

- I. Calidad del aire: Estos impactos se derivan principalmente por la generación de polvos durante los movimientos de tierra; además de las emisiones de la maquinaria, equipo y vehículos con los que se trabajen en la obra; un factor más que se suma son las emisiones generadas por los vehículos que circulen por la zona y zonas aledañas donde se vea afectado el flujo vehicular por las acciones y obras.
- II. Microclima: Estos impactos son derivados por acciones similares a las mencionadas en la calidad del aire.
- III. Ruido: Es derivado principalmente por la operación de los vehículos, maquinaria y equipo; y donde se espera un incremento mayor es durante las labores de corte y ruptura de pavimento.
- IV. Visibilidad: La afectación en la visibilidad se deriva principalmente por el movimiento de tierras durante las excavaciones y la generación de polvo durante las labores de corte de pavimento.
- V. Calidad del agua: En este rubro se tendrán beneficios ya que el proyecto pretende renovación de la infraestructura con la que se abastece el agua potable, trayendo beneficios directos en la calidad del agua. Durante la etapa de operación se generará ahorro de este recurso debido a la nueva infraestructura, evitando fugas de agua.
- VI. Infiltración: Éste es un rubro ya impactado en el área de obra, ya que habrá que recordar que las acciones se llevarán en suelo urbano donde existe pérdida del suelo para infiltración debido a pavimentación; y aunque se lleven a cabo las obras, finalmente la zona quedará igualmente pavimentada.

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)



## **PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.**

- VII. Descargas líquidas: A pesar que durante la etapa de preparación del terreno y construcción habrá descargas líquidas debido al establecimiento de campamentos y al mantenimiento de la maquinaria, equipos y vehículos; estas no serán de gran magnitud, puesto que la intervención a la red es mínima.
- VIII. Uso de suelo: Ya se encuentra establecido y solo debido a las obras se afectará temporalmente.
- IX. Explotación de bancos de materiales pétreos: Derivado del relleno de las zanjas, lo cual provocará impactos adversos poco significativos.
- X. Compactación y asentamiento: El impacto sobre el suelo debido a compactación y asentamiento ya se encuentra dado y al final de las obras el sitio quedará en similar situación.
- XI. Vibración: Los efectos de vibración se darán principalmente durante las labores de corte y demolición de pavimento, con impactos adversos poco significativos.
- XII. Estabilidad del suelo: Puede afectarse principalmente por las labores de excavación y demolición del pavimento durante la etapa de preparación del terreno, sin embargo, al final de la etapa de construcción el sitio quedará pavimentado nuevamente.
- XIII. Generación de residuos: Éste impacto es muy significativo por las labores de demolición y excavación, donde se generarán residuos de manejo especial.
- XIV. Carga al ecosistema: La carga disminuirá principalmente al hacer más eficiente el reparto del recurso hídrico.
- XV. Modificación al paisaje: Será temporal toda vez que al final de las obras se reestablecerá a las condiciones previas al inicio.
- XVI. Factor social y económico: La demanda por mano de obra se llevará prácticamente durante toda la duración de las etapas de Preparación de terreno y construcción, siendo esto un impacto benéfico pero poco significativo. Asimismo, se harán más eficientes los servicios de abastecimiento de agua potable, por lo que se destaca un impacto benéfico y significativo, al igual que en la salud pública que tenderá a incrementarse por un mejor abasto de agua potable.
- XVII. Flora: La ubicación donde se desarrollarán las obras son áreas ya impactadas en cuanto a vegetación, lo único existente es vegetación de bosque urbano ubicado en banquetas, camellones, áreas verdes, etc. En forma general, esta vegetación no se encuentra sobre la zona de obra, sin embargo, sí en las áreas colindantes. De acuerdo a lo anterior, se prevé que al momento de la realización de las acciones (principalmente las de sustitución de tubería de red de agua potable y colectores) a nivel subterráneo se encuentren obstrucciones por raíces de este arbolado, las cuales, previo dictamen técnico, serán trasplantadas o sustituidas.



## V. Medidas de mitigación

La presentación de las medidas de mitigación, corresponden a recomendaciones que deberán realizarse, temporal o permanentemente, con el fin de atenuar, minimizar o hasta eliminar los efectos adversos causados por las acciones que un proyecto contemple hacia el medio ambiente, esto es, los impactos negativos identificados y evaluados con anticipación. Así mismo, estas medidas también tienen por objeto acentuar o maximizar los aspectos positivos que conlleve el proyecto.

En ese sentido, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Sensibilizar al personal que participe en la obra sobre el beneficio social que conlleva la correcta realización de sus actividades, procurando la menor o nula afectación al entorno natural.
- Hacer obligatorio el uso de equipo de seguridad por parte de los trabajadores.
- Contar con botiquín y gente capacitada para brindar los primeros auxilios en caso de accidente y facilidad de contacto vía radio o teléfono con los centros socorristas y de emergencias más cercanas, el personal que laborará en el proyecto deberá contar con algún tipo de servicio de salud.
- En caso de ser necesario, colocación de campamentos temporales para el resguardo de material, equipo y maquinaria, se dismantelarán y retirarán totalmente al término de los trabajos restituyendo las condiciones del sitio anteriores a su instalación.
- Prohibir el uso de fogatas en el sitio de obra o sus alrededores que puedan ocasionar un accidente o la emisión de gases contaminantes.
- Establecer horarios de trabajo, con la finalidad de evitar molestias a los habitantes aledaños, al igual que para actividades que impliquen generación de ruido con la finalidad de mitigar dichos efectos siempre cumpliendo con la normatividad aplicable.
- Evitar fecalismo al aire libre por parte de los trabajadores, en el sitio de obra y en los alrededores, para lo cual se instalarán letrinas portátiles en las zonas de trabajo, de las cuales se deberán cumplir con la NOM-002-SEMARNAT-1996.
- Delimitar físicamente el área de trabajo.
- En las vialidades cercanas a las obras, previo al inicio de obras se colocarán señalizaciones para conductores y peatones con carácter informativo, preventivo y restrictivo de sus movimientos, basado en elementos verticales y horizontales fijos, pintados, luminosos, fosforescentes y/o eléctricos, con la finalidad de guiar y advertir al usuario, así como para permitir un flujo vehicular ordenado.
- Implementar un programa de entrada y salida de vehículos del sitio para evitar esperas que puedan provocar conflictos viales en las vías de acceso.



## **PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.**

- Planear las mejores rutas de acceso al sitio de obra para los vehículos de carga y descarga, buscando siempre evitar causar conflictos viales.
- Los camiones transportadores de material, deben circular con lonas de protección en las cajas, desde el sitio de carga hasta el de descarga, inclusive si circulan vacíos.
- Los movimientos de tierras, excavaciones y demoliciones se realizarán en húmedo, para evitar la formación de polvos y dispersión de partículas, para lo cual se usará agua tratada, esto 15 o 30 minutos antes de iniciar labores en el área; además de en la superficie circundante después de la excavación.
- En zonas descubiertas de almacenaje, lugares de estacionamiento de vehículos y lugares donde se prepara el equipo y maquinaria pesada, se instalarán barreras físicas (con menos de 50% de porosidad) perpendiculares a la dirección del viento para reducir su velocidad.
- Las descargas de agregados pétreos del camión se harán evitando caídas libres superiores a 1.5 m. y vaciándose lentamente manteniendo los contenedores de materiales cerca del vehículo durante la descarga.
- Las labores que generen polvo y puedan ser realizadas en otros sitios, se realizarán en lugares protegidos y sin corrientes de aire.
- Los cortes de concreto y/o asfalto se harán con equipo con sistemas de agua que favorezcan el precipitado del polvo.
- Colocación de lonas y/o plásticos para contener el polvo en zonas cercanas a viviendas.
- En cuestión de vibraciones, se debe cumplir con la norma ambiental en la materia.
- El equipo pesado si es necesario usará silenciadores para la operación, para encontrarse dentro de los parámetros de la NOM-079-SEMARNAT-1994.
- Todos los vehículos y maquinaria deberán tener un programa de mantenimiento y afinación periódica, con la finalidad de dar cumplimiento a la normatividad relativa a emisiones contaminantes por vehículos automotores, dichas emisiones deberán encuadrarse en las normas: NOM-041-SEMARNAT-1999, NOM-042-SEMARNAT-1999, NOM-044-SEMARNAT-1993 y NOM-045-SEMARNAT-1996.
- El mantenimiento de vehículos, maquinaria y equipo se debe desarrollar en talleres especializados y no en el sitio de obra, los cuales deberán cumplir con la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-052-SEMARNAT-1993 y los residuos deberán ser recolectados y transportados por una empresa autorizada ante la SEMARNAT.
- Cuando sea necesaria alguna reparación de emergencia de maquinaria, ésta se realizará sobre un área impermeable habilitada para tal efecto. Si se tratase de aplicación o cambio de lubricantes, sobre el área impermeable se colocarán charolas para contener cualquier posible derrame.
- En caso de ser necesario almacenar combustibles y otros hidrocarburos en áreas cercanas a la obra, se tomarán las medidas necesarias para evitar, que en caso de alguna



## PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.

contingencia, las sustancias lleguen a los canales de conducción de aguas pluviales o infiltrarse en el suelo y contaminar los depósitos de aguas subterráneas.

- Los residuos líquidos provenientes de las obras, así como del mantenimiento de los equipos nunca serán vertidos al suelo, por lo que dependiendo de la naturaleza de los mismos, se deberá dar la disposición adecuada de acuerdo a las normas NOM-002-SEMARNAT-1996 y NOM-052-SEMARNAT-1993.
- La generación de residuos sólidos urbanos por parte de los trabajadores de las obras, se dispondrán clasificados en contenedores mismos que serán colocados en los sitios donde los trabajadores se reúnan a comer y posteriormente serán entregados a los vehículos recolectores oficiales para su disposición final.
- El almacenamiento de materiales o residuos producto de la demolición y/o excavación se almacenará temporalmente a un costado de las zanjas excavadas y se manejarán de forma separada, para de preferencia buscar su reutilización dentro del mismo sitio de obra, o en su caso en algún otro sitio finalmente su posterior retiro a sitios autorizados.
- Durante el almacenamiento de los materiales o residuos producto de la excavación y/o demolición, estos deben ser protegidos con lonas o pasticos durante la temporadas de lluvias, con el fin de evitar que sean arrastrados por estas; y en temporada de estiaje estos deberán mantenerse húmedos para evitar su arrastre por viento, para lo cual se utilizará agua tratada.
- Se implementarán acciones que minimicen el arrastre de lodo y partículas por parte de vehículos, tanto los que abastezcan de concreto como todos los que participen en la obra.
- En caso de requerirse alguna poda, derribo o trasplante, se seguirán las especificaciones impuestas en la norma ambiental, evitando el retiro de individuos arbóreos pertenecientes a alguna de las categorías establecidas dentro de la NOM-ECOL-059-2001.
- Las tuberías de las redes de distribución, deben ubicarse longitudinalmente en la calle, en los extremos laterales de la misma a un nivel superior al del alcantarillado y a la máxima distancia posible de éste.
- Al restablecimiento del servicio se debe reforzar la desinfección durante las seis horas siguientes, garantizando la existencia de cloro residual libre entre 1.0 a 1.5 mg/l.
- Las nuevas tuberías deberán limpiarse y desinfectarse antes de iniciar su operación.

Las áreas donde se implementarán las acciones pretendidas para este proyecto se desarrollarán dentro del suelo urbano del Municipio, por lo que el 100% de estos sitios se encuentran ya impactados principalmente por el desarrollo urbano que se ha dado tanto en los sitios puntuales de las obras como en sus áreas aledañas.

Las acciones del proyecto son básicamente para la mejora de la infraestructura que otorga el servicio de abastecimiento de agua potable; que las cantidades de obra proyectadas en suma representan

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)





## **PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.**

una dimensión poco significativa, y que estas se desarrollarán en varios puntos de San José del Cabo y Cabo San Lucas, prácticamente en suelo urbano, se puede definir que el área de influencia por impactos ambientales benéficos es la totalidad del suelo urbano del Municipio.

En cuestión de impactos ambientales adversos, es preciso mencionar que estos no influirán más allá de un radio de 300 metros a la redonda en los casos más severos, los cuales serán principalmente debido a que estas acciones se desarrollarán sobre suelo urbano, y principalmente sobre calles y avenidas, lo cual entorpecerá de cierto modo el flujo vial extendiendo el área de influencia hasta las vías de acceso.

Considerando que el medio físico, biológico y social en el sitio en el que se pretende realizar el proyecto presenta características propias, se ocasionarán impactos particulares de acuerdo al entorno que los rodea, por lo que no habrá afectaciones a sitios protegidos.

**En conclusión, desde el punto de vista legal y ambiental, y de acuerdo con la vinculación de ordenamientos de planeación, ordenamientos jurídicos aplicables, no existen regulaciones actuales que impidan el desarrollo del proyecto en el sitio deseado.**



**PLANEACION, SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.**

## **6. DICTAMEN FINAL DEL PROYECTO**

El presente documento se sustenta en el Artículo 34 de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, en el numeral 53 del Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, en los Lineamientos para la Elaboración y Presentación de los Análisis Costo Beneficio de los Programas y Proyectos, así como en los Lineamientos relativos a los Dictámenes de los Programas y Proyectos de Inversión a cargo de las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal, estos últimos emitidos por la Unidad de Inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, publicados en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 18 de marzo de 2008.

En las secciones anteriores se han expuesto los motivos necesarios para afirmar que el proyecto de Mejoramiento Integral de la Gestión (M.I.G.) del OOMSAPAS Los Cabos, B.C.S. es técnicamente razonable, económicamente justificable y ambientalmente sustentable.

A partir de la información disponible y revisada respecto de los estudios de pre-inversión, incluyendo las factibilidades técnica, económica y ambiental, y de conformidad a las recomendaciones y observaciones presentadas en éste dictamen, **se concluye que el citado proyecto cumple con la normatividad vigente y por lo tanto, se recomienda emprender su ejecución conforme al calendario y características previstas, así como iniciar el procedimiento de licitación respectivo.**

**Así lo dictaminó el firmante**

**ING. ARTURO JIMÉNEZ RAMÓN**  
**PLANEACIÓN SISTEMAS Y CONTROL, S.A. DE C.V.**  
**CED. PROF. N° 616200**

Ferrocarril de Cuernavaca # 2807 Col. San Jerónimo Lídice,  
Magdalena Contreras, C.P. 10200, Ciudad de México.  
R.F.C. PSC-850410-CK3  
Tel. 56 81 58 63 y 55 95 92 32

[artjmnzr@yahoo.com.mx](mailto:artjmnzr@yahoo.com.mx) - [artjmnzr@pscmex.com](mailto:artjmnzr@pscmex.com)