

Modulo - VIII  
1995

Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ingeniería  
División de Educación Continua

Banco Nacional de Obras y Servicios, S.N.C.  
Centro de Estudios para la Preparación y  
Evaluación Socioeconómica de Proyectos

**“METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE  
PROYECTOS DE MEJORAMIENTO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE  
Y SU APLICACIÓN AL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL SISTEMA  
MUNICIPAL DE AGUA POTABLE EN CIUDAD DEL CARMEN,  
CAMPECHE”**

Versión final

**Participantes:**

Aboytia Nolazco Mario E.  
Flores Vega Gregorio  
Fosado Morúa Edgar  
Hernández Martínez David  
Peinado Burgueño Juan B.  
Souroujon Quintos Sergio M.  
Zamora Barrientos Lourdes S.

**Supervisor:**

Ing. Rafael López Ruíz

México, D.F., Septiembre de 1995

**Universidad Nacional Autónoma de México**  
Facultad de Ingeniería  
División de Educación Continua

**Banco Nacional de Obras y Servicios, S.N.C.**  
Centro de Estudios para la Preparación y  
Evaluación Socioeconómica de Proyectos

**“METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE  
PROYECTOS DE MEJORAMIENTO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE  
Y SU APLICACIÓN AL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL SISTEMA  
MUNICIPAL DE AGUA POTABLE EN CIUDAD DEL CARMEN,  
CAMPECHE”**

Versión final

**Participantes:**

Aoytia Nolazco Mario E.  
Flores Vega Gregorio  
Fosado Morúa Edgar  
Hernández Martínez David  
Peinado Burgueño Juan B.  
Souroujon Quintos Sergio M.  
Zamora Barrientos Lourdes S.

**Supervisor:**

Ing. Rafael López Ruíz

México, D.F., Septiembre de 1995

**METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE PROYECTOS DE MEJORAMIENTO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SU APLICACIÓN AL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL SISTEMA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE EN CIUDAD DEL CARMEN, CAMPECHE.**

**INDICE**

<b>RESUMEN Y CONCLUSIONES</b>	<b>1</b>
<b>I. Antecedentes del proyecto de rehabilitación y mejoramiento del sistema de agua potable en Ciudad del Carmen</b>	<b>1</b>
<b>II. Origen y objetivo del proyecto</b>	<b>2</b>
A. Origen del proyecto	
B. Objetivo del estudio	
<b>III. Descripción del sistema actual de abastecimiento de agua potable</b>	<b>5</b>
A. Fuente y captación	
B. Conducción	
C. Regulación y distribución	
<b>IV. Metodología de evaluación para la optimización del sistema actual</b>	<b>8</b>
A. Proyectos de abastecimiento de agua potable	
B. Separabilidad de proyectos	
C. Identificación, medición y valoración de beneficios	
D. Criterios de evaluación	
<b>V. Resultados de la aplicación de la metodología</b>	<b>14</b>
A. Proyecto: Reparación de fugas	
B. Proyecto: Incremento del gasto suministrado	
<b>VI. Conclusiones, recomendaciones y limitaciones</b>	<b>15</b>
A. Conclusiones	
B. Recomendaciones	
C. Limitaciones	

<b>CAPITULO 1 ORIGEN DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVO</b>	<b>1</b>
<b>DEL ESTUDIO</b>	
I.    Origen del problema	1
II.   Antecedentes del proyecto	6
III.  Objetivo del estudio	8
<b>CAPITULO 2 ZONA DEL PROYECTO</b>	<b>9</b>
I.    Descripción del Area de Influencia del Proyecto	9
II.   Implicaciones ambientales en la realización de de proyectos	11
III.  Marco legal en materias de aguas	12
IV.   Actividades económicas y dinámica de crecimiento de la población	14
A.    Crecimiento de la población	16
<b>CAPITULO 3 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO</b>	<b>18</b>
<b>DE AGUA POTABLE</b>	
I.    Fuente	18
II.   Captación	19
III.  Conducción	20
IV.   Regularización	24
V.    Distribución	25
<b>CAPITULO 4 METODOLOGIA DE EVALUACION</b>	<b>28</b>
I.    Separabilidad de proyectos	28
II.   Evaluación de los proyectos en forma separada o conjunta	30
III.  Identificación, medición y valoración de los beneficios	32
A.    Identificación	32
B.    Curva de demanda agregada	33
C.    Medición y valoración de los beneficios	37
1.    Elaboración de la curva de demanda	38
IV.   Criterios de evaluación	39
A.    Valor Actual Neto Social	39
B.    Tasa Interna de Retorno o de Rendimiento (TIR)	40

<b>CAPITULO 5 APLICACION DE LA METODOLOGIA</b>	<b>41</b>
I. Beneficios	41
A. Situación sin proyecto	41
B. Situación optimizada	43
1. Proyecto "Reparación de fugas"	43
2. Proyecto "Incremento del gasto suministrado"	49
II. Estimación de los costos	53
A. Proyecto "Reparación de fugas"	53
B. Proyecto "Incremento del gasto suministrado"	54
III. Rentabilidad social de los proyectos	56
A. Proyecto "Reparación de fugas"	56
B. Proyecto "Incremento del gasto suministrado"	56
<b>CAPITULO 6 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO</b>	<b>58</b>
I. Conclusiones	58
II. Recomendaciones	62
III. Limitaciones	64
<b>ANEXOS</b>	
<b>ANEXO 1 Propuesta por el SMAP para el Mejoramiento de Agua Potable de Ciudad del Carmen, Campeche</b>	
<b>ANEXO 2 Proyecto "Reparación de fugas"</b>	
<b>ANEXO 3 Proyecto "Incremento del gasto suministrado"</b>	
<b>ANEXO 4 Diario Oficial de la Federación</b>	
<b>ANEXO 5 Situación urbana y ambiental</b>	
<b>ANEXO 6 Marco Jurídico</b>	
<b>ANEXO 7 Estudio Hidrogeológico Regional de los Valles de Chicbul, Plan del Carmen y Rivera Baja</b>	
<b>ANEXO 8 Cálculo de la resistencia por fricción, que soporta la tubería</b>	

- ANEXO 9** Estimación del primer punto de la curva de demanda
- ANEXO 10** Vida útil de los equipos en las etapas de captación, conducción y distribución
- ANEXO 11** Valor actual de costos y beneficios del proyecto  
"Reparación de Fugas"
- ANEXO 12** Valor actual de costos y beneficios del proyecto  
"Incremento del gasto suministrado"
- ANEXO 13** Flujo de costos de los proyectos "Reposición de las válvulas en la conducción" y "Reposición de las válvulas y accesorios en la red de distribución"
- ANEXO 14** Flujo incremental de costos de energía eléctrica, mano de obra y mantenimiento en pozos, estaciones de bombeo y tanques de regularización (Situación optimizada versus situación sin proyecto)
- ANEXO 15** Flujos de inversión, costos de operación y mantenimiento de la zona de captación (Situación sin proyecto)
- ANEXO 16** Flujos de inversión, costos de operación y mantenimiento de la zona de captación (Situación optimizada)
- ANEXO 17** Flujos de inversión, costos de operación y mantenimiento en estaciones de bombeo (Situación sin proyecto)
- ANEXO 18** Flujos de inversión, costos de operación y mantenimiento en estaciones de bombeo (Situación optimizada)
- ANEXO 19** Flujos de inversión, costos de operación y mantenimiento para tanques de regularización (Situación sin proyecto)
- ANEXO 20** Flujos de inversión, costos de operación y mantenimiento para tanques de regularización (Situación optimizada)

## **ABREVIATURAS**

## **GLOSARIO**

## **BIBLIOGRAFIA**

## RESUMEN Y CONCLUSIONES.

El presente estudio contiene la metodología para la evaluación socioeconómica de proyectos en el mejoramiento de sistemas de agua potable y su aplicación al proyecto de rehabilitación del sistema municipal de agua potable en Ciudad del Carmen, Campeche. Bajo el supuesto de que las propuestas formuladas por el Sistema Municipal de Agua Potable (SMAP) son técnicamente correctas y que la información proporcionada por el citado organismo también es correcta.

La Ciudad del Carmen se encuentra situada entre el Golfo de México y la Laguna de Términos en el Estado de Campeche al sureste de México (Mapa N° 1).

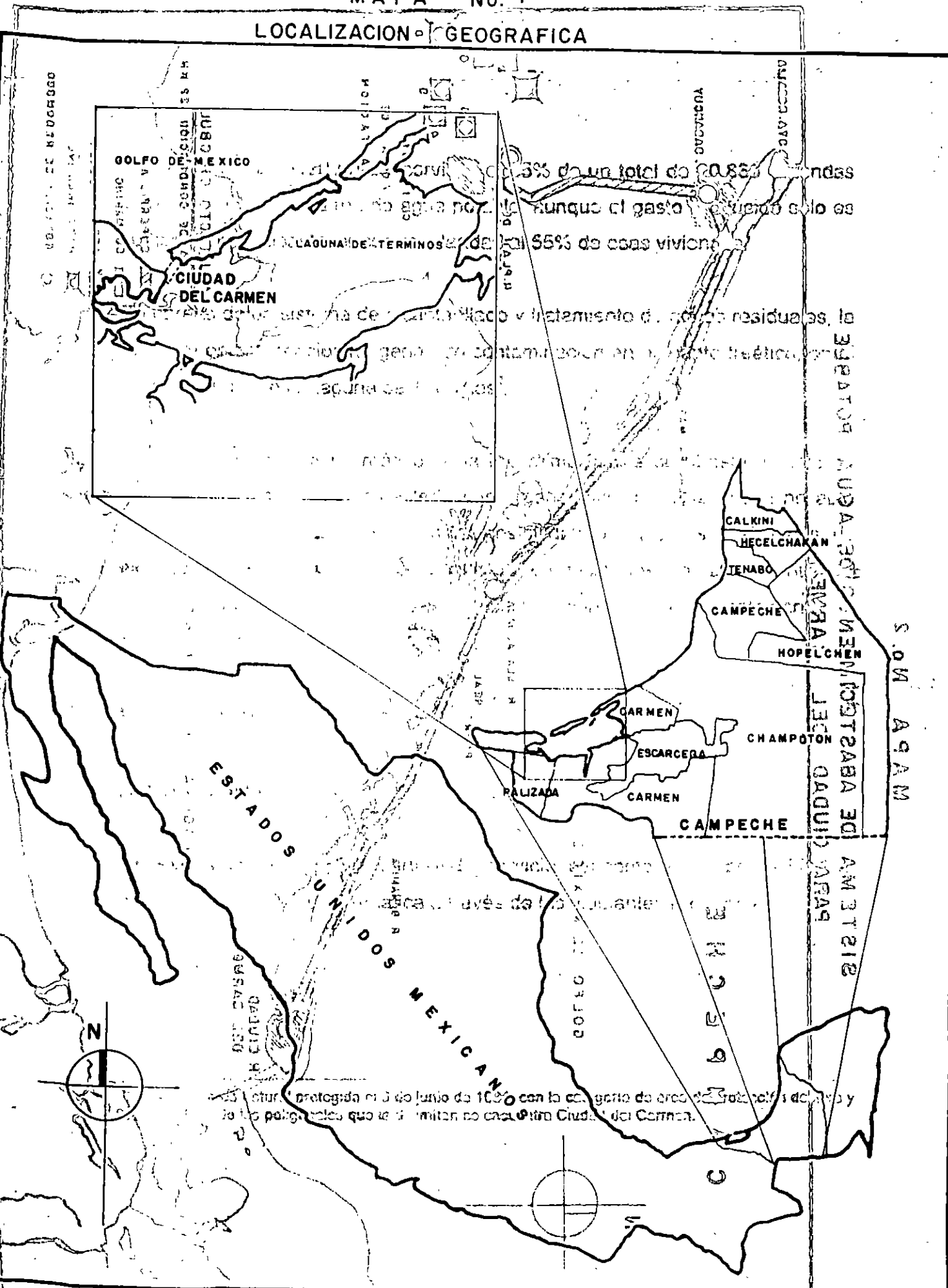
### **I. Antecedentes del proyecto de rehabilitación y mejoramiento del sistema de agua potable en Ciudad del Carmen**

El sistema actual de abastecimiento de agua potable de Ciudad del Carmen, ha sido rebasado por la demanda de la población, abasteciéndose por medio de un acueducto de 122 Km. de longitud (Mapa N° 2) que inició su operación en el año de 1978 y que fué diseñado para una población de 60,000 habitantes con una proyección de crecimiento de hasta 90,000 habitantes en un lapso de 20 años y una capacidad máxima de conducción de 220 litros por segundo (lps). Actualmente la población demanda 500 lps, lo que arroja un déficit del 56%<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Propuesta para el mejoramiento del Sistema Municipal de Agua Potable (SMAP) de Ciudad del Carmen, Campeche.

LOCALIZACION GEOGRAFICA



GOLFO DE MEXICO

CIUDAD DEL CARMEN

CALKINI

HECELCHAKAN

TENABO

CAMPECHE

HOPELCHEN

CARMEN

ESCARCELA

CHAMPOTON

YALIZABA

CARMEN

CAMPECHE

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

GOLFO DE MEXICO

YUCATAN

QUINTEANA ROO

S. O. M. A. Q. A. M.

3% de un total de 20.830 toneladas  
 aunque el gasto efectuado solo es  
 el 55% de esas viviendas

del sistema de saneamiento y tratamiento de aguas residuales, la  
 generacion de contaminación en el medio ambiente con  
 la laguna de terminos

protegida el 3 de junio de 1930 con la creación de una zona de reserva y  
 los peligrosos que se le atribuyen en el Centro Ciudad del Carmen.



1. La **primera** de ellas, la formuló el SMAP, y tiene como objetivo solucionar de una manera integral la problemática expuesta. Su proyecto global comprende el siguiente conjunto de obras:

- i) **Rehabilitación y mejoramiento de la capacidad instalada existente para incrementar el suministro de agua potable de 220 lps a 270 lps**
- ii) **Construcción de un acueducto que funcionaría paralelamente al existente con capacidad para conducir un caudal adicional de hasta 500 lps**
- iii) **Construcción del sistema de alcantarillado sanitario y obras de drenaje pluvial**
- iv) **Instalación de una planta de tratamiento secundario de aguas residuales**
- v) **Acciones en el área institucional para la consolidación técnica, administrativa y financiera del SMAP.**

2. La **segunda** propuesta la presentó la empresa privada Hidrocorp, S.A de C.V para construir un nuevo acueducto con capacidad de conducción de 800 litros por segundo (lps) y sustituir al que actualmente se encuentra en operación. Su plan consiste en administrar los procesos de captación y conducción del agua hasta la estación central de bombeo de esta ciudad para venderla en bloque al SMAP y éste se encargue de su potabilización, distribución y comercialización. Su objetivo es incrementar la oferta de agua potable.

## **B. Objetivo del estudio**

El objetivo del presente estudio es aplicar una metodología que permita evaluar los costos y beneficios sociales, que resulten de llevar a cabo los proyectos de rehabilitación y de reparación de fugas necesarios para mejorar el funcionamiento del sistema actual de agua potable en Ciudad del Carmen, Campeche.

Para evaluar el proyecto de la rehabilitación y mejoramiento del sistema municipal de agua potable en Ciudad del Carmen, se consideró prioritario estudiar 2 proyectos que permitan obtener la situación base optimizada, la cual sólo beneficiará a los usuarios que estén conectados a la red de agua potable. Estos son:

1. La reparación de fugas en las tomas domiciliarias, en un 50%, lo que permitirá incrementar la dotación en 33 lps.
2. El incremento en 100 lps del gasto, a través de la rehabilitación del sistema de conducción (pozos, estaciones de bombeo y acueducto).

Como última acción se busca que los instrumentos metodológicos desarrollados y la información presentada proporcionen los elementos para el análisis y la toma de decisiones de inversión relacionadas con una futura ampliación del sistema de agua potable, la construcción del alcantarillado sanitario y de la planta de tratamiento de aguas residuales en Ciudad del Carmen, Campeche.

### **III. Descripción del sistema actual de abastecimiento de agua potable**

#### **A. Fuente y captación**

La fuente de abastecimiento es el acuífero de Chicbul, ubicado en la zona de mayor recarga de la región de Pital-Escárcega. Las características físico-químicas y bacteriológicas del agua extraída están dentro de los parámetros recomendados para las fuentes de abastecimiento de agua para el uso y consumo humano<sup>3</sup>.

La captación se realiza por medio de seis pozos profundos de siete existentes, obteniéndose un gasto promedio de 250 lps. En el año de 1988 se rehabilitaron estos pozos, con lo cual se podría extraer hasta 350 lps. Existe una capacidad instalada que no se aprovecha. En el año de 1994 se perforó un octavo pozo, que no opera por falta de equipamiento.

#### **B. Conducción**

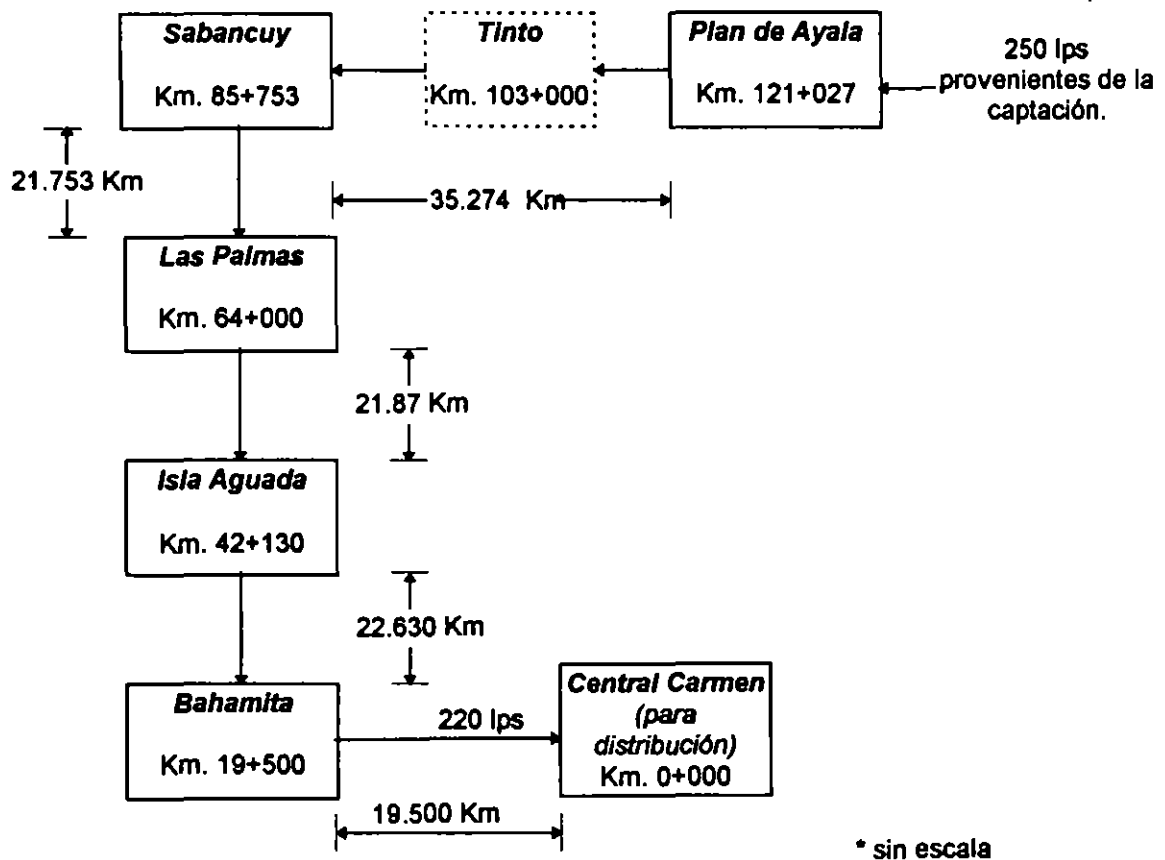
La línea de conducción o acueducto tiene una longitud de 122 km, esta compuesta por tubería de asbesto-cemento de 24" y de acero de 18" y 24" de diámetro, en la cual se conducen inicialmente 250 lps y en el recorrido entrega caudales (30 lps) a diversas poblaciones, llegando a Ciudad del Carmen 220 lps.

---

<sup>3</sup> Por la NOM-012 -SSA1-1993 Requisitos Sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano, públicos y privados.

La conducción se lleva a cabo por bombeo mediante el empleo de 5 estaciones de rebombeo (Figura N°1). La distancia que se presenta entre las estaciones Plan de Ayala y Sabancuy (35.274 Km) provoca un incremento en los costos de operación en bombeo por consumo de energía eléctrica requerida para vencer una pérdida alta de fricción, además de un desgaste mayor en la tubería de dicho tramo causado por la alta presión. Actualmente se encuentra en construcción una nueva estación intermedia ("Tinto" con un avance de 90% de obra), entre estas dos estaciones para dar solución a los problemas anteriores y así poder incrementar el gasto de conducción.

Figura N° 1  
ESTACIONES DE REBOMBEO EN LA LINEA DE CONDUCCION



Por otra parte, el 85% de las válvulas de aire localizadas a 1 km. de distancia una de otra, presentan deterioro y ocasionan la acumulación de aire, con lo que se reduce el diámetro efectivo de trabajo de la tubería.

### **C. Regularización y distribución**

Ciudad del Carmen cuenta con 10 tanques de regularización elevados distribuidos en 7 sectores, cuya función es regular la diferencia que existe entre el gasto constante que llega y el gasto variable que sale.

De los 10 tanques únicamente se tienen en operación 2, por lo que la mayor parte del gasto se distribuye por bombeo directamente a la red de *distribución*.

La *distribución* se inicia en las estación central Carmen, en donde el caudal recibido tiene como tratamiento de potabilización solamente la desinfección por medio de gas cloro. La distribución cuenta con una longitud aproximada de 400 km y se compone de tres redes primarias y una red secundaria.

La red cuenta con 90 cajas de válvulas, y todas ellas están fuera de servicio. Esto impide el seccionamiento de la red y que algunas zonas de la ciudad no reciban con regularidad agua potable por lo que algunas zonas de la Ciudad tienen alta presión y otras baja presión.

De los 220 lps se pierden 89 en fugas en la red (tomas domiciliarias y tuberías de distribución), por ello el abastecimiento real es de 131 lps.

#### **IV. Metodología de evaluación para la optimización del sistema actual**

##### **A. Proyectos de abastecimiento de agua potable**

La evaluación social de obras para la rehabilitación y mejoramiento de sistemas de agua potable requiere de un marco de análisis a través del cual se pueda identificar, medir y valorar los beneficios directos identificados como un mayor consumo de agua potable por la población. El conjunto de obras que permiten que se logre dicho beneficio son:

- i. Un programa de reparación de fugas
- ii. La conexión de un octavo pozo para elevar el gasto captado
- iii. La instalación de equipo de bombeo al pozo N° 1
- iv. La conclusión de las obras de la nueva estación de bombeo "Tinto"
- v. La reposición de válvulas desaireadoras en la línea de conducción

También se tiene como beneficio un mayor consumo de agua potable de las viviendas localizadas en zonas que tienen baja presión en su abastecimiento, al realizarse una mejor distribución (reasignación del agua de las zonas de alta a las de baja presión) que se logra con las siguientes obras:

- i. La rehabilitación de válvulas en la red de distribución
- ii. La rehabilitación de 8 tanques de regularización

##### **B. Separabilidad de proyectos**

Debido a las características de independencia o complementareidad de estas obras y por las diferentes formas en que contribuyen a los beneficios de la sociedad, se utilizará el método de separabilidad de proyectos. En este sentido el estudio se reduce a la evaluación de dos subproyectos:

i. Evaluación socioeconómica del proyecto "reparación de fugas"

Este proyecto se evaluará en forma *separada* ya que es posible incrementar el consumo doméstico, sin necesidad de incrementar el gasto mediante obras adicionales en la captación y conducción

ii. Evaluación socioeconómica del proyecto "Incremento del gasto suministrado"

Se evaluarán *conjuntamente* los siguientes proyectos: la conexión del pozo 8, la instalación de equipo de bombeo para el pozo N° 1, la conclusión de las obras de la nueva estación de rebombeo "Tinto" y la reposición de válvulas desaireadoras; debido a que si no se realizan conjuntamente no es posible incrementar la oferta de agua potable.

*Un tercer proyecto* que se podría llamar "mejor distribución", se lograría con la rehabilitación de las válvulas en la red de distribución y de los 8 tanques de regularización. Este proyecto podría evaluarse en forma *separada*, pero debido a que no se cuenta con información del número de usuarios que se verían beneficiados o perjudicados con estos proyectos, no se evaluará. Sin embargo, es necesario que se rehabiliten los tanques y las válvulas de la red, ya que permitiría realizar *tandeos* y aumentar la presión durante varias horas al día en las zonas que actualmente la tienen más baja. Asimismo permitiría que el total de la población abastecida estuviera en igualdad de condiciones en el suministro, lo que aseguraría el beneficio social del mayor consumo de agua logrado por la mayor oferta<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Para la evaluación se consideraron los costos de rehabilitación de los tanques y de las válvulas en la red de distribución. Los beneficios de una mejor distribución que aportan éstas obras no se cuantificaron. Con ésto sobreestimamos los costos y aseguramos la rentabilidad del proyecto y que el beneficio directo mayor consumo de agua sea recibido por la población

## C. Identificación, medición y valoración de beneficios

### 1. Beneficios

Los proyectos de optimización contribuyen con *beneficios* a la sociedad, a través de un *mayor consumo de agua* potable por la vía del incremento de la oferta. Al no conocer con precisión los consumidores beneficiados, la medición de los beneficios sociales se realizará obteniendo una curva de demanda agregada doméstica de los 94,461 habitantes que están conectados actualmente al sistema de abastecimiento de agua potable.

#### a. Demanda agregada

La curva de demanda agregada se establece mediante la suma de las demandas individuales de los tres diferentes tipos de consumidores domésticos (de acuerdo al nivel socioeconómico: alto, medio y bajo) conectados a la red de agua potable.

Para facilitar la medición de los beneficios utilizaremos una curva de demanda lineal. Al suponer ésta lineal, estamos subestimando los beneficios porque la curva en la realidad es de tipo hiperbólica, es decir, es más alta hacia el origen. Con esto se asegura que si el proyecto resultado de la evaluación es rentable, en la realidad sería aún más rentable.

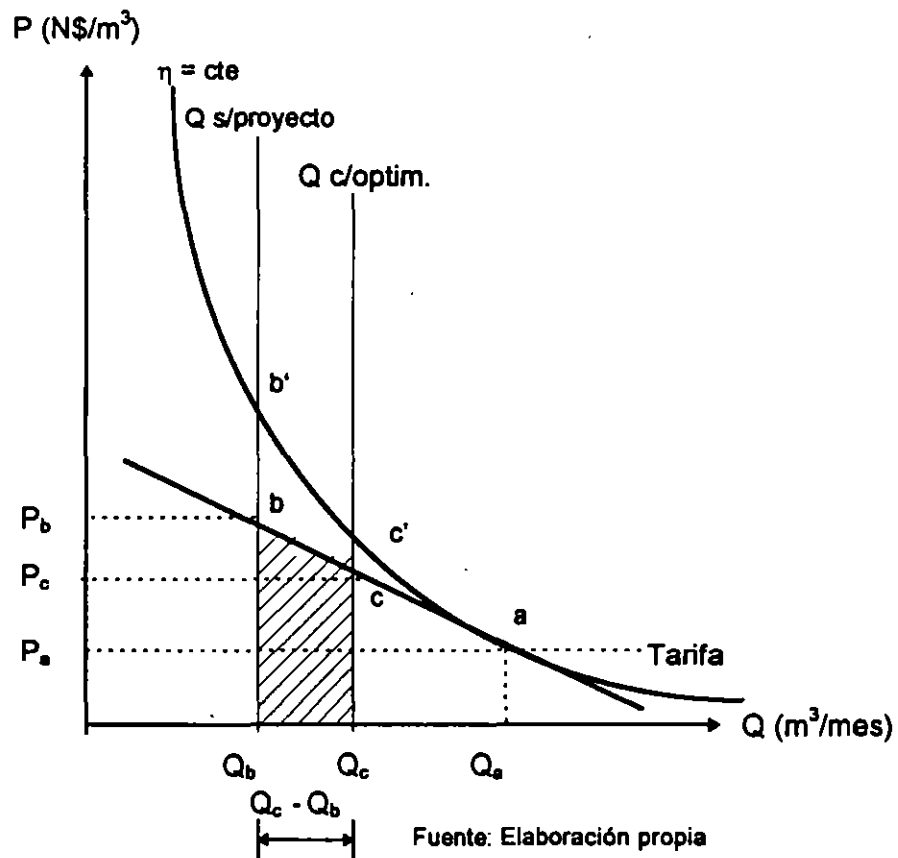
La curva de demanda lineal se obtiene estimando un *primer punto de la curva*; y conociendo la elasticidad precio del agua potable y la cantidad de agua que abastece el sistema de abastecimiento en la situación actual y en la situación optimizada se obtienen un *segundo y tercer punto* respectivamente.



El primer punto de la curva de demanda se obtiene estimando la cantidad de agua que consumirían el total de los usuarios domésticos si todos tuviesen presión en el abastecimiento<sup>5</sup>.

Conocido el primer punto "a", la elasticidad precio del agua potable<sup>6</sup> y la cantidad de agua que se abastece en la situación sin proyecto ( $Q_{s/p}$ ) y en la situación optimizada ( $Q_{c/optim}$ ) se puede obtener un segundo y un tercer punto (b) y (c) respectivamente de la curva de demanda lineal (gráfica N° 1).

Gráfica N° 1  
Curva de demanda agregada



<sup>5</sup> Ver anexo N° 9

<sup>6</sup> De acuerdo con estudios de la Comisión Nacional del Agua la elasticidad precio del agua es de -0.2 en promedio. Revista INDETEC N° 71 junio-julio 1992 pág. 69

donde:

$Q_a$  = cantidad de agua que se demandaría si el total de los habitantes conectados al sistema actual, tuviesen presión.

$P_a$  = precio promedio en N\$/m<sup>3</sup>

$Q_{s/proy}$  = cantidad de agua que abastece el sistema actual (situación sin proyecto).

$Q_{c/optim}$  = cantidad de agua que se abastecería en la situación optimizada.

$b$  = segundo punto de la curva de demanda, se determina con el punto "a", la cantidad de agua que se abastece en la situación sin proyecto ( $Q_{s/p}$ ) y la elasticidad precio.

$c$  = tercer punto de la curva de demanda, se determina con el punto "a", la cantidad de agua que se abastecería en la situación optimizada ( $Q_{c/optim}$ ) y la elasticidad precio.

$P_b$  y  $P_c$  = precios implícitos para los puntos  $b$  y  $c$ .

$Q_c - Q_b$  = incremento en el consumo de agua potable (resultado de las obras para el mejoramiento y rehabilitación del sistema de abastecimiento actual de agua potable) de los consumidores conectados a la red.

En la situación sin proyecto, los usuarios domésticos se encuentran consumiendo  $Q_b$  unidades de agua; los proyectos les permite aumentar su cantidad demandada hasta  $Q_c$ , por lo que la **medición** del beneficio directo **mayor consumo** queda representado por  $(Q_c - Q_b)$  y la **valoración** como el área bajo la curva de demanda lineal entre esos dos puntos, menos el precio que ellos deben de pagar por la cantidad adicional de agua área [ $P_a(Q_c - Q_b)$ ].

## D. Criterios de evaluación

### 1. Valor actual neto social (VANS)

Se considerará como criterio de evaluación de los proyectos para la optimización, el *valor actual neto social* (VANS) considerando los beneficios sociales y *costos de inversión, operación y mantenimiento*<sup>7</sup> ocasionados en un horizonte de evaluación de 20 años (promedio de vida útil de los equipos del sistema). La tasa social de descuento utilizada es del 18%<sup>8</sup>.

$$VANS = -I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{(B_i - C_i)}{(1+r)^i}$$

donde:

$I_0$  representa la inversión en el año cero

$B$  representa los beneficios sociales durante  $i$  años

$C$  representa los costos durante  $i$  años

$r$  representa la tasa de descuento social

### 2. Tasa interna de retorno o de rendimiento (TIR)

La tasa interna de retorno,  $\rho$ , es aquella tasa de interés que hace igual a cero el valor actual de un flujo de beneficios netos (VABN). Es decir :

$$VABN = 0 = \sum_{i=0}^n \frac{BN_i}{(1+\rho)^i}$$

<sup>7</sup> Las inversiones y costos de operación de los proyectos se muestran en los anexos. Se utilizaron precios de mercado.

<sup>8</sup> Indicador calculado por BANOBRAS 1995.

## V. Resultados de la aplicación de la metodología

199 lpa, con la realización de los siguientes obras:

**A. El proyecto denominado "Reparación de Fugas",** que consiste en disminuir en promedio el 50% de las fugas en las tomas domiciliarias<sup>9</sup> de las zonas de Ciudad del Carmen con mayor incidencia de las mismas, requiere una inversión inicial de N\$ 915,120 y un costo anual de mantenimiento y operación de N\$ 484,220 para el primer año y de N\$ 372,000 durante el horizonte de 20 años, con lo cual el valor actual de costos **VAC = N\$ 3'001,443**. Los beneficios anuales identificados son N\$ 2'642,424 que traídos a valor presente son **VAB = N\$ 14'144,266**. Con lo que el Valor Actual-Neto Social del proyecto **"reparación de fugas"** es **VANS = N\$ 11.142.823** y una **TIR >200%**.

**B. El proyecto denominado "Incremento del Gasto Suministrado",** que consiste en incrementar el suministro de 220 a 320 lps<sup>10</sup>, mediante obras como la incorporación de un motor al pozo N° 1, la interconexión del pozo N° 8, concluir la construcción de la estación de bombeo "Tinto", la reposición de las válvulas desaireadoras a lo largo de la red de conducción, obras que requieren de una erogación para la inversión inicial y los costos de operación y mantenimiento cuyo monto en valor actual es: Valor Actual de los Costos (VAC) = N\$ 18'145,795. Los beneficios anuales identificados son de N\$ 3'554,732, que traídos a valor presente son (VAB) = N\$ 19'027,579. Con lo que el Valor Actual Neto Social del proyecto **"Incremento del Gasto Suministrado"** es **VANS = N\$ 881,784** y la **TIR = 21%**.

<sup>9</sup> Anexo N° 2

<sup>10</sup> Anexo N° 3 y capítulo N° 5

3. Recomendaciones

con la que disponen por una parte BANOBRAS para la evaluación financiera,

la CNA en el Programa Maestro el Organismo Operador y las que se obtiene de otras fuentes;

Realizar un estudio para evaluar la población que es manejado con diferencias significativas, por los proponentes del proyecto.

- i) La incongruencia en algunos datos sobre todo en el rubro de la población, que es un dato fundamental para la elaboración del proyecto.

2. No existe un programa preciso de costos de inversión y mantenimiento por parte del organismo operador para cada una de las obras por realizar, por lo tanto se recurrió a estimaciones y proyecciones propias.

4. Establecer algunos mecanismos para hacer eficiente administrativamente el programa de actualización de tarifas, que con ayuda de los medidores de consumo de agua se cobrará el cobro en función de los medidores de consumo de agua.

5. Se recomienda al IMAE hacer seguimiento al censo realizado por la UNACAR con el propósito de tener mayor certeza de la población actual.

Realizar un estudio para evaluar la población que es manejado con diferencias significativas, por los proponentes del proyecto.

1

**CAPITULO 1  
ORIGEN DEL PROBLEMA  
ANTECEDENTES Y OBJETIVO DEL ESTUDIO**

**I. Origen del Problema**

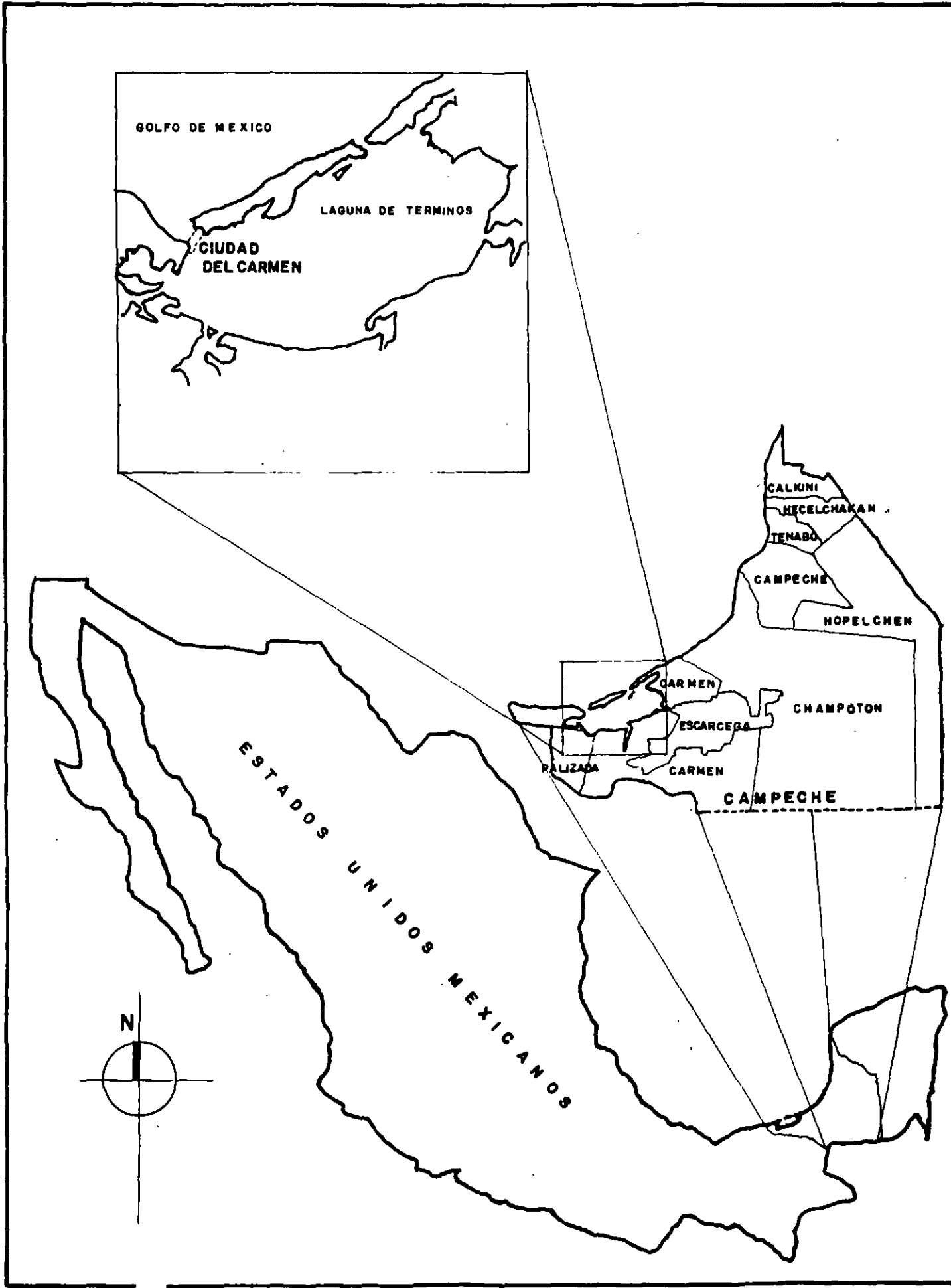
Ciudad del Carmen se ubica en la parte poniente de la Isla del Carmen, situada entre la Laguna de Términos y el Golfo de México en la región sureste del país (Mapa N° 1).

En esta localidad la oferta de agua potable es insuficiente para satisfacer la demanda de los distintos sectores de la población y se carece de infraestructura para la evacuación de aguas residuales y su tratamiento, lo que genera contaminación del medio urbano y natural.

Antes de construirse el actual sistema de agua potable la población se abastecía de los mantos freáticos de la isla, por medio de pozos someros y pozos hincados (puyones), otras alternativas de abastecimiento eran la construcción de aljibes en las viviendas en donde captaban agua de lluvia para tomar después de hervirla.

La perforación de pozos someros en los predios para extraer agua del manto freático de la isla se utilizó para beber, hasta que la contaminación de las aguas se hizo ostensible por la alteración de sus características organolépticas, destinándose entonces para otros fines domésticos.

MAPA No. 1  
LOCALIZACION GEOGRAFICA



Ante la imposibilidad de seguir usando las aguas del subsuelo de la isla como fuente de abastecimiento, se tuvo que recurrir a la captación de agua en la parte continental del municipio del Carmen.

En el subsuelo de la isla el nivel de aguas freáticas se encuentra a una profundidad promedio de 2 metros bajo la superficie, sin embargo, por sus características organolépticas se puede determinar que no es apta para el consumo humano<sup>1</sup>. La realización de obras de extracción de agua del subsuelo en grandes volúmenes podría provocar el abatimiento del manto freático, y si la extracción superara los volúmenes de recarga generaría intrusión salina provocando su salinización y la del suelo.

En 1978 se puso en marcha el sistema de agua potable y se seleccionó como fuente de abastecimiento subterránea el acuífero de la región de Chicbul (Mapa N° 2). Esta es una zona situada fuera de la isla, a 122 km de distancia de Ciudad del Carmen y cuenta con la disponibilidad y calidad del agua suficientes para satisfacer una demanda creciente de esta población.

El sistema se diseñó para dotar a una población de 60,000 habitantes y se proyectó para abastecer la demanda hasta 1998 a una población de 90,000 habitantes. Sin embargo, el acelerado crecimiento económico y poblacional en el periodo 1978-1986, determinó la mayor demanda doméstica, comercial e industrial de agua potable que rebasó la capacidad de suministro. Asimismo la ampliación de la red de distribución que respondía a una creciente urbanización

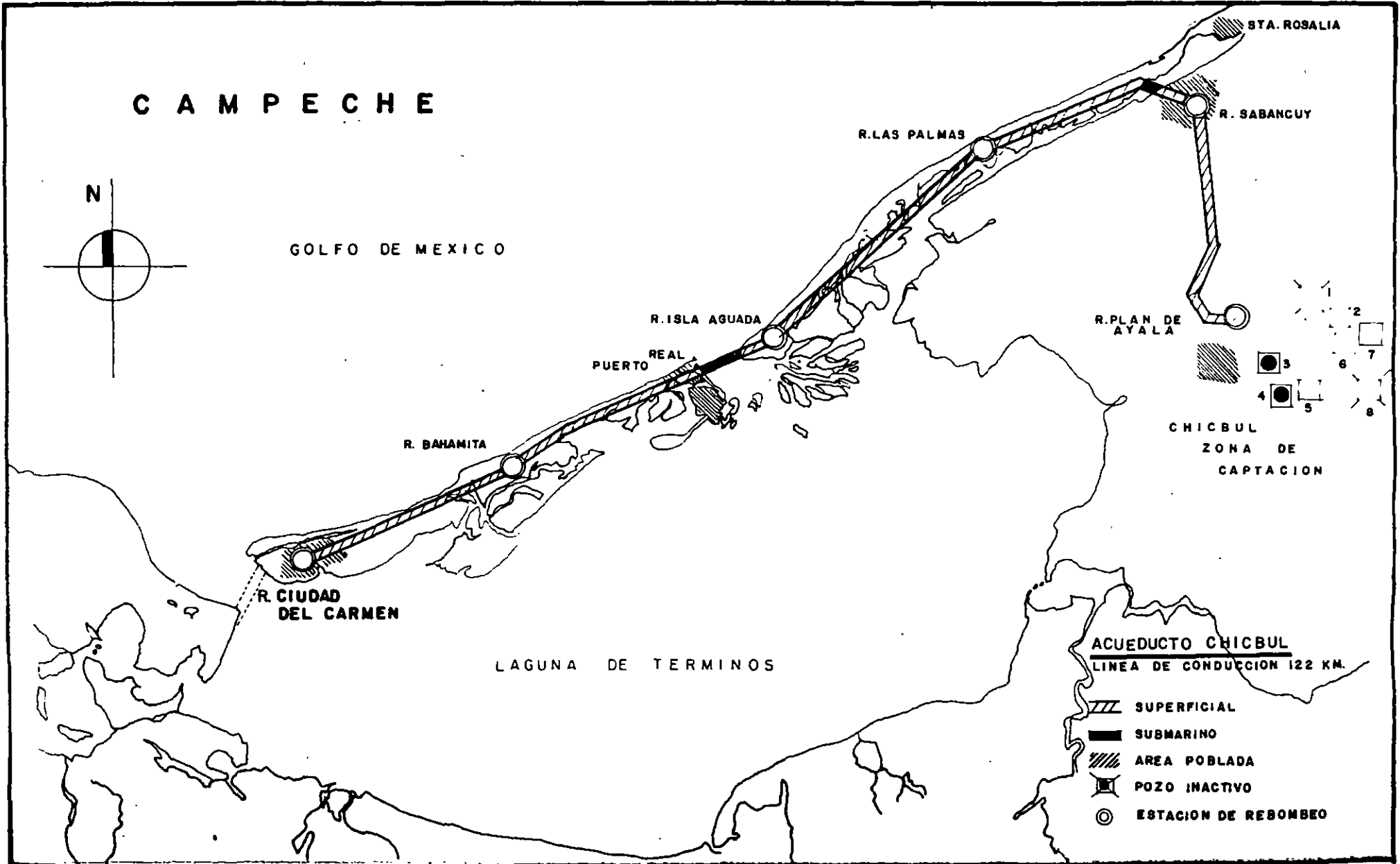
---

<sup>1</sup> No existe un estudio de las características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua del manto freático que puedan respaldar ésta afirmación, pero por sus características organolépticas se puede inferir que el agua no es apta para el consumo humano.



MAPA No. 2

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
PARA CIUDAD DEL CARMEN



se realizó sin la planeación adecuada por lo que actualmente existen colonias sin la presión o abasto suficiente.

El Sistema Municipal de Agua Potable (SMAP) estima una población de 160,000 habitantes y una demanda de 463 lps, que incluye el consumo doméstico, comercial e industrial; sin embargo la cantidad máxima que puede ofertar el sistema es de 220 lps.

Por otra parte, la Comisión Nacional del Agua (CNA) en un estudio que realizó en 1994 detectó que del caudal suministrado desde la estación central de rebombeo a las viviendas se perdían un total de 89 lps, de los cuales 23 lps corresponden a fugas en la red de distribución y 66 lps en las tomas domiciliarias. Con este nivel de pérdidas el consumo real baja a 131 lps y la dotación diaria por habitante a 70.6 l/h/d que es inferior a los 250 l/h/d, que es la dotación, que incluye pérdidas, con la cual diseña la CNA los proyectos de abastecimiento de agua potable en zonas con clima similar al de Ciudad del Carmen<sup>2</sup>.

Al revisar las fuentes de datos sobre el comportamiento del crecimiento de la población se observó incongruencia, por lo que se recurrió a fuentes mas recientes, como el "Censo de Expansión Urbana en Ciudad del Carmen" realizado de enero a marzo de 1995 por la Universidad Autónoma del Carmen, en el que se determinó una población de 93,897 habitantes, datos que contrastan con los proporcionados por el SMAP.

---

<sup>2</sup>CNA "Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento e Institucional para Ciudad del Carmen, Camp. 1992"

En mayo de 1995, el total de tomas domésticas fué de 20,074 que representa el 96% de las viviendas totales, de las cuales sólo el 55% recibe un servicio con presión suficiente y el resto de las viviendas conectadas al sistema complementa su consumo mediante formas alternativas de abastecimiento.

La inequitativa distribución entre las distintas colonias de la ciudad tiene relación con el gasto suministrado, sin embargo, el problema fundamental obedece a un deficiente manejo de la red de distribución: las válvulas que pudieran servir para distribuir el gasto quedaron inhabilitadas al pavimentarse las calles de la ciudad, ya que se taparon las cajas de válvulas, sin que a la fecha se hayan reparado o repuesto. Asimismo la operación de los tanques de regularización depende de un mayor gasto enviado a la red pero también de la operación de las válvulas. Con la rehabilitación de las válvulas y de los tanques de regularización se podría seccionar la red y hacer tandeos para hacer llegar el agua potable a ciertas zonas de la ciudad que no reciben el servicio por problemas de baja presión.

En la actualidad, por la escasez de agua potable y su desigual distribución entre las distintas zonas de la ciudad, algunos sectores de la población se ven obligados a obtener este producto por abastecimiento alternativo al mercado formal pagando precios superiores a las tarifas establecidas por el SMAP y con costos sociales derivados de un consumo inferior al requerido y pérdidas de tiempo por acarreo. Así, las familias con un servicio ineficiente o que no cuentan con este, recurren a las siguientes opciones de abastecimiento:

- i. La compra de agua embotellada (purificada).
- ii. La compra de agua en cubetas a los vecinos que cuentan con presión en el suministro.
- iii. La inversión en la construcción de aljibes en las viviendas en donde almacenan agua de lluvia para tomar después de hervirla.
- iv. La inversión en la perforación de pozos someros en los predios para extraer agua del manto freático, la cual no es utilizada para beber, sino para otros usos, debido a que las condiciones fisicoquímicas y bacteriológicas del agua representan elevados riesgos para la salud. En 1993, el 42% de la población de Ciudad del Carmen se abastecía por medio de pozos someros, sin embargo, estos han ido perdiendo su funcionalidad doméstica por la falta de un sistema de alcantarillado ya que los residentes han instalado en sus viviendas fosas sépticas imperfectas, pozos negros y letrinas para evacuar aguas residuales y excreta, que al infiltrarse al manto freático ocasionan su contaminación.

El consumo de agua potable y la evacuación de aguas residuales forman parte de un mismo sistema que requiere de una infraestructura integrada, la situación general sería aquella en que la falta de alcantarillado restringe el consumo de agua potable y ello en cierta medida contribuye a que la demanda de agua potable no aumente. En el caso particular de Ciudad del Carmen la utilización de pozos constituían una alternativa para mitigar la escasez de agua potable y al perder funcionalidad doméstica por los efectos acumulativos de la contaminación bacteriológica se generó un incremento en la demanda por agua potable. En el mismo sentido se debe tomar en cuenta que el 98% de las viviendas carecen de alcantarillado sanitario o de un sistema de tratamiento de

aguas residuales, lo que genera una creciente contaminación de la zona urbana y de las áreas aledañas.

## **II. Antecedentes del proyecto**

Dada la insuficiente oferta de agua potable para satisfacer la demanda de los distintos sectores de la población y al carecer de infraestructura para la evacuación de aguas residuales y su tratamiento, se elaboraron dos propuestas para dar solución a esta problemática:

### ***PROPUESTA DEL SISTEMA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE***

La primera de ellas la formuló el SMAP (ver anexo N°1) y tiene como objetivo solucionar de manera integral la problemática expuesta. Su proyecto es integral y comprende el siguiente conjunto de obras :

- i) rehabilitación y mejoramiento de la capacidad instalada existente para incrementar el suministro de agua potable de 220 lps a 270 lps;
- ii) construcción de un acueducto que funcionará paralelo al existente, con capacidad para conducir un caudal adicional de hasta 500 lps;
- iii) construcción del sistema de alcantarillado sanitario y obras de drenaje pluvial;
- iv) instalación de una planta de tratamiento secundario de aguas residuales;
- v) acciones en el área institucional para la consolidación técnica, administrativa y financiera del SMAP.

**PROPUESTA DE HIDROCORP, S.A. DE C.V.**

La segunda propuesta de solución la presentó la empresa privada Hidrocorp, S.A de C.V para construir un nuevo acueducto con capacidad de conducción de 800 litros por segundo (lps) y sustituir al actual. Su plan consiste en administrar los procesos de captación y conducción del agua hasta la estación central de bombeo de esta ciudad para venderla en bloque al SMAP y éste se encargue de su potabilización, distribución y comercialización. Su proyecto solo solucionaría parcialmente la problemática ya que su objetivo es incrementar la oferta de agua potable.

Ambas propuestas fueron presentadas al Gobierno del Estado de Campeche, y para la primera ya existen avances físicos y financieros de obra (ver anexo N°1). El programa de inversiones del proyecto del SMAP fué calculado en mayo de 1995 en un monto total de 463 millones de nuevos pesos. La propuesta de Hidrocorp fué calculada en septiembre de 1994 en un monto de 212 millones de nuevos pesos<sup>3</sup>.

Para la ejecución del proyecto, el SMAP solicitó apoyo al Estado, Municipio y al Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS) este a su vez, a fin de conocer la viabilidad social del proyecto, encargó su evaluación al Centro de Estudios para la Evaluación Socioeconómica de Proyectos, el cual fué asignado a este grupo de trabajo como parte del programa de formación de recursos humanos en la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos de Inversión.

---

<sup>3</sup> Tipo de cambio N\$6.30/\$US septiembre 1995

### **III. Objetivo del estudio**

El presente estudio tiene como objetivo la aplicación de una metodología que permita evaluar los costos y beneficios sociales, que resulten de llevar a cabo las acciones que consideramos necesarias para la rehabilitación y mejoramiento del actual Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de Ciudad del Carmen, Campeche.

Para evaluar el proyecto de la rehabilitación y mejoramiento del sistema municipal de agua potable en Ciudad del Carmen, se consideró prioritario estudiar las acciones que permitan mejorar la situación actual, las cuales beneficiarán solo a los usuarios que estén conectados a la red de agua potable. Esta situación contempla las siguientes acciones:

- i. **La reparación de fugas en las tomas domiciliarias** en un 50%, lo que permitirá incrementar la dotación real en 33 lps. (Anexo N°2)
- ii. **El incremento en 100 lps del gasto**, a través de la rehabilitación de la captación y de la conducción: pozos, estaciones de rebombeo y acueducto existente. (Anexo N°3)

Como propósito adicional buscamos que los instrumentos metodológicos desarrollados y la información presentada proporcionen los elementos para el análisis y la toma de decisiones de inversión relacionadas con una futura ampliación del sistema de agua potable, la construcción del alcantarillado sanitario y de la planta de tratamiento de aguas residuales en Ciudad del Carmen Campeche.

## CAPITULO 2 ZONA DEL PROYECTO

### I. Descripción del Area de Influencia del Proyecto

La Ciudad del Carmen se ubica en la parte poniente de la Isla del Carmen, la cual está situada entre la Laguna de Términos y el Golfo de México en la región sureste del país. La isla tiene una longitud de 37.5 kilómetros y 3 de ancho aproximadamente.

La isla está ubicada en la zona del trópico húmedo y pertenece a la provincia ecológica No. 76 denominada: **Llanuras y pantanos tabasqueños**<sup>4</sup>.

Tiene un clima cálido húmedo, también considerado como tropical lluvioso, con lluvias predominantes en verano e invierno. Tiene una oscilación térmica media de 5.5°C, su temperatura promedio anual es de 26.7°C, presentándose una máxima de 43.7°C en el mes de mayo y una mínima de 10.5°C durante noviembre.

La precipitación promedio anual es de 1,681 mm, presentándose la máxima durante septiembre y octubre con 296.3 mm. y 234.7 mm. respectivamente, la temporada de secas se presenta de febrero a abril con una precipitación promedio que varía de 38.2 a 44.7 mm.

La pendiente de la isla varía de 0 al 2%. Presenta una altura máxima de 3 m (snm). La composición que conforman sus 3 tipos de suelo<sup>6</sup> (solonchak órtico

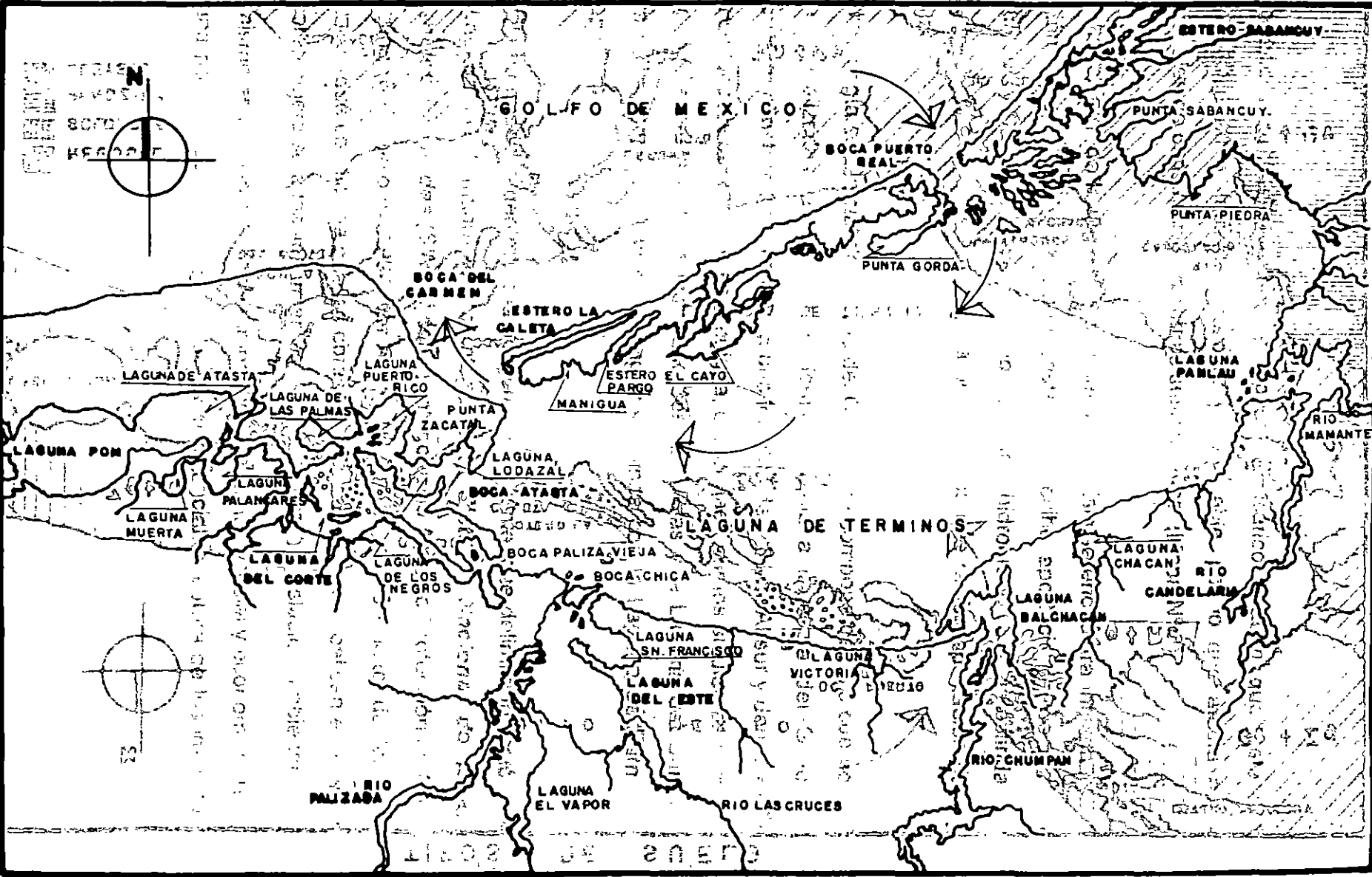
<sup>4</sup> Considerando las regiones biogeográficas del país y la regionalización ecológica desarrollada por el Instituto Nacional de Ecología

<sup>5</sup> AX (WZ)(1) qw de acuerdo a la clasificación climática de Köppen

<sup>6</sup> Ver Glosario



# LAGUNA DE TERMINOS Y SISTEMAS FLUVIO LAGUNARES ASOCIADOS



ambientales de los proyectos que se relicen en el área. Para una descripción general de las características ecológicas más relevantes de la isla y de la Laguna de Términos y el área de influencia ver Anexo N° 5 de la Situación Urbana y Ambiental.

## **II. Implicaciones ambientales en la realización de proyectos**

En México los principios de la política ecológica general y los instrumentos para su aplicación están contenidos en La Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente (LGEEPA).

Para efecto de la realización de proyectos, obras o actividades públicas o privadas, que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones señaladas en los reglamentos y las normas ecológicas emitidas por la federación para proteger al ambiente, éstos, deberán sujetarse a la autorización previa de la autoridad competente, por medio de **un estudio de impacto ambiental**, así como los requisitos que se les impongan una vez evaluada la manifestación del impacto ambiental (Art. 28 de la LGEEPA ). En la misma ley se prevee la creación de Areas Naturales Protegidas, con el fin de preservar ecosistemas con características ecológicas relevantes y en las cuales se establecerán medidas de protección para evitar su deterioro o degradación (Art. 44); las disposiciones anteriores tienen dos implicaciones para efecto de la realización de proyectos en la zona; la declaratoria de **Area natural Protegida de Flora y Fauna de la Laguna de Términos** y su programa de

manejo, al cual deberán sujetarse; y la obligatoriedad de presentar el citado **estudio**, previo a la realización de la obra.

### **III. Marco Legal en Materia de Aguas**

El marco legislativo en materia de aguas, tiene su fundamento en el **artículo 27** constitucional donde se reitera el dominio de la nación sobre las aguas, así como su carácter inalienable e imprescriptible.

Asimismo, queda establecido en el título quinto, "de los Estados de la Federación", en el **artículo 115**, párrafo tercero, que: los municipios, con el concurso de los estados cuando así fuere necesario tendrán a su cargo entre otros, el servicio público de agua potable y alcantarillado.

**La Ley de Aguas Nacionales (LAN)**, puesta en vigor el 2 de diciembre de 1992, reglamenta los párrafos quinto y sexto del artículo 27 constitucional y tiene como principal objetivo, regular la explotación, distribución, control, uso y/o aprovechamiento, así como la conservación de la cantidad y calidad de las aguas nacionales para lograr su desarrollo integral sustentable.

La autoridad administradora en materia de aguas nacionales y de sus bienes públicos inherentes corresponde al Ejecutivo Federal, quien la ejercerá directamente a través de la **Comisión Nacional del Agua (CNA)**.

La **CNA** institución desconcentrada de la **Secretaría del Medio Ambiente de los Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP)** es la encargada de coordinar la política federal en materia hidráulica, y entre otras funciones prestar

asistencia técnica en los proyectos de construcción, operación y rehabilitación de los sistemas de agua potable.

La Ley de Aguas Nacionales, en su título sexto: "Usos del Agua", capítulo 1 referente al agua para uso público urbano, en su art. 44 señala que la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales superficiales o del subsuelo por parte de los sistemas estatales o municipales de agua potable y alcantarillado, se efectuarán mediante asignación que otorgue la CNA, en la cual se consignará en su caso la forma de garantizar el pago de las contribuciones, productos y aprovechamientos que se establecen en la legislación fiscal, y la forma prevista para generar los recursos necesarios para el cumplimiento de estas obligaciones. *La administración y el manejo de los sistemas de abastecimiento de aguas municipales así como el alcantarillado y su tratamiento, en los municipios se realiza a través de organismos operadores ya sea por título de concesión en el caso de particulares o de asignación en el caso de los estados o municipios.*

La LAN en materia de prevención y control de la contaminación de las aguas, señala en su título séptimo, que la CNA tiene facultades para establecer y vigilar el cumplimiento de las condiciones particulares de descarga (cpd), que deben satisfacer las aguas residuales vertidas directamente en aguas y bienes nacionales o en cualquier terreno cuando dichas descargas puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos (ver Anexo N° 6 Marco Jurídico).

#### **IV. Actividades económicas y dinámica de crecimiento de la población**

Ciudad del Carmen pertenece a la región marina productora de hidrocarburos más importante del Golfo de México "La Sonda de Campeche". Actualmente, su economía está ligada a esta actividad ya que la ciudad ha servido como centro de sus actividades.

Las actividades económicas relevantes, que se han desarrollado en la isla a partir de la década de los años treinta han sido la producción y exportación de palo de tinte, maderas preciosas y chicle; entre 1940 y principio de la década de los cincuenta se inicia el desarrollo de la pesca de altura con la explotación y exportación del camarón blanco (*pennaeus setiferus*) siendo esta actividad la que influyó en la construcción de muelles, astilleros y empacadoras; entre 1952 y hasta 1968 se ubica como un importante productor de camarón blanco, rosado (*pennaeus duoradum*) y café (*pennaeus aztecus*), ostión (*crassostrea virginica*), almeja (almeja pismo), cazón (*rhizoprionodon terranova*) y tiburón (*carcharhinus spp*).

Desde 1968 y hasta 1977 se consolida la actividad de exportación del camarón, lo que determinó que se expandiera el área urbana, ocurriendo los primeros asentamientos "irregulares" en la zona federal y de manglares, en los esteros La Manigua, Arroyo Grande y sobre el estero La Caleta.

A partir de 1977 al iniciarse la explotación del primer pozo petrolero perforado en 1975 en la "Sonda de Campeche", Petróleos Mexicanos (PEMEX) localiza sus instalaciones centrales en Ciudad del Carmen, proceso que se

concreta hasta 1986, lo que intensifica el crecimiento de la mancha urbana hacia el norte sobre Playa Norte, al sur sobre el estero La Manigua y al oriente del aeropuerto; como consecuencia de la atracción de fuerza de trabajo influenciada por esta actividad.

En 1982, la caída de los precios internacionales del petróleo, la crisis económica nacional y la consolidación de la infraestructura petrolera agravaron el declive acelerado de la economía local que repercutió en la marginación de sectores de la población que no fueron absorbidas por otras industrias, provocando una fuerte emigración, lo que disminuyó la tasa de crecimiento poblacional, no así el proceso de expansión urbana.

Con la intensificación de las actividades petroleras se desplazaron las actividades del sector primario. Además, a partir de 1986 y hasta 1992 el crecimiento económico se frenó por la transferencia de la flota camaronera a las sociedades cooperativas, acción que afectó actividades relacionadas como mecánica diesel, de refrigeración, fábricas de hielo y talleres de torno.

Actualmente la economía de la isla se encuentra estancada, ya que la reestructuración de PEMEX, ha provocado que esta empresa despidiera personal que residía en la isla, generando dos fenómenos poblacionales: la disminución en el crecimiento poblacional por emigración, con sus consecuencias económicas puesto que se trataba de un sector social con importante poder adquisitivo que ya no consume productos y servicios, por otro lado la necesidad de crear actividades alternativas, y regresar a las de origen: pesca y comercio.

## A. Crecimiento de la población

A consecuencia de las fluctuaciones en las actividades económicas de Cd. del Carmen, la dinámica de crecimiento de la población ha tenido un comportamiento inconsistente, ya que este depende no solo de un crecimiento natural sino de la actividad económica que predominó en el momento. En el cuadro N°1 se presenta la evolución de la población a partir de 1930.

**Cuadro N° 1**  
**Dinámica de crecimiento de la población**  
**en Cd. del Carmen**

AÑO	TOTAL DE HABITANTES (HAB)		TASA DE CRECIMIENTO	ACTIVIDAD ECONOMICA PREDOMINANTE
	DECADA	INICIO DECADA	FINAL DECADA	
1930-1940	7,180	7,687	0.706	FORESTAL
1940-1950	7,687	11,603	5.09	PESCA DE ALTURA INCIPIENTE
1950-1960	11,603	21,164	8.24	PESCA DE ALTURA
1960-1970	21,164	34,656	6.37	PESCA DE ALTURA
1970-1980	34,656	72,489	10.92	PETROLERA
1980-1990	72,489	83,806	1.56	PETROLERA
1985 <sup>a/</sup>		104,065	8.71	

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA GEOGRAFIA E INFORMATICA  
 CENSO GENERAL DE POBLACION Y VIVIENDA V, VI, VII, VIII, IX, X  
<sup>a/</sup> CENSO ELABORADO POR LA SECRETARIA DE SALUD PARA LA CAMPAÑA DE ERRADICACION DEL  
 PALUDISMO EN EL ESTADO DE CAMPECHE, 1985 LA TASA DE CRECIMIENTO SE REFIERE AL PERIODO 1980-1985

En la década 1980-1990 Ciudad del Carmen registra 2 datos de población, el primero referente a datos oficiales del censo de población de INEGI de 1990,

obteniendo una tasa de crecimiento anual de la población de 1.56% y el segundo de 1985 al censo de salubridad, lo que implica que de 1980 a 1985 la población creció con una tasa anual de 8.7% creciendo en 31,576 hab durante el periodo; en el periodo de 1985 a 1990, la tasa anual de crecimiento fué negativa (3.89)% reduciéndose en 20,259 habitantes durante ese quinquenio, esto con relación al censo de salubridad de 1985.

Por la inconsistencia en el crecimiento de la población a lo largo de las últimas seis décadas, las estimaciones de crecimiento futuro no se pueden considerar como confiables, ya que los modelos matemáticos para proyecciones poblacionales aunque sean precisos, solo estiman el crecimiento natural de población y no así la migración neta.

Para efectos de la presente evaluación, la precisión del total de habitantes de Ciudad del Carmen es irrelevante, ya que para el mejoramiento del sistema de agua potable, sólo se requiere conocer el total de habitantes en viviendas conectadas al servicio de agua potable; ya que el objetivo es incrementar el consumo de los usuarios del sistema de agua potable.

En ese rubro se detectaron un total de 20,866 viviendas, de las cuales 19,823 están conectadas a la red<sup>7</sup> lo que representa una cobertura del 95% que fué verificada con el SMAP.

Al total de viviendas con el servicio de agua potable se le aplicaron los siguientes índices de hacinamiento por nivel socioeconómico<sup>8</sup> para el nivel alto de 5.01, nivel medio de 4.52 y bajo de 4.0 hab/viv; con lo que se define un total de 94,461 habitantes usuarios del servicio.

---

<sup>7</sup>Villegas J. y Fierro A. *op.cit.*

<sup>8</sup>COMISION NACIONAL DEL AGUA, "Estudio de Evaluación de Pérdidas el el sistema de Agua Potable en Cd. del Carmen, Campeche 1994"



### **CAPITULO 3 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**

En este capítulo se describe el sistema de abastecimiento de agua potable de Ciudad del Carmen y se identifica la problemática que se presenta en cada etapa del proceso técnico-productivo: fuente, captación, conducción y distribución.

#### **I. Fuente**

La fuente de abastecimiento es el acuífero Chicbul (Mapa N° 2), situado a 122 kilómetros al sureste de la ciudad. La disponibilidad actual de agua en la cuenca hidrológica Pital-Escárcega a la cual pertenece Chicbul es de 767 millones de metros cúbicos ( $Mm^3$ ), la extracción anual es de  $31.43 Mm^3$ , de los cuales  $24.5 Mm^3$  tienen diversos usos, entre ellos para riego agrícola y  $6.93 Mm^3$  son para abastecer a la población de Ciudad del Carmen. Esta condición garantiza el abastecimiento, aún si no existiera recarga del acuífero. La zona donde se encuentra el acuífero tiene una precipitación de 2,100 milímetros anuales (mm), y el suelo es altamente permeable, por lo que no existen limitantes para aumentar la oferta del servicio de agua potable. Por otra parte las características físicas, químicas y bacteriológicas del agua, se encuentran dentro de los parámetros de calidad recomendados<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Por la NOM-012 -SSA1-1993 Requisitos Sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano, públicos y privados. Ver Anexo N° 7 "Estudio Hidrogeológico"

## II. Captación

La obra de captación fue construída en el año de 1978, el agua se extrae por medio de seis pozos profundos, de siete existentes, con ello se obtiene un gasto promedio de 250 lps. Cada pozo cuenta con equipo electromecánico y un motor de combustión interna para casos de emergencia. El agua captada se bombea hacia un primer cárcamo ubicado en el poblado rural de Plan de Ayala.

En el año de 1988 se rehabilitaron estos pozos, y se incrementó a 300 HP la potencia del equipo electromecánico, con lo cual se podría extraer hasta 350 lps. En el año de 1994 se perforó un octavo pozo, al que no se le ha instalado el equipo electromecánico, necesario para su operación. El cuadro N° 2 compara el gasto máximo que podría extraerse, dada la capacidad de diseño del equipo de bombeo versus el gasto real captado, según un estudio realizado por la CNA en el año de 1994<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> CNA "Plan Maestro para los servicios de agua potable y alcantarillado, en Ciudad del Carmen, Camp. 1994"

**Cuadro N° 2  
GASTOS EN LA CAPTACION**

<b>POZO No.</b>	<b>DISEÑADO</b>		<b>REAL 1994</b>	
	<b>Potencia (H.P.)</b>	<b>Gasto (l.p.s.)</b>	<b>Potencia (H.P.)</b>	<b>Gasto (l.p.s.)</b>
1	25	n/d	n/d	n/d
2	25	n/d	24.16	27.5
3	60	80	45.10	55.5
4	40	36	17.72	28.1
5	60	80	38.66	49.6
6	50	50	n/d	39.5
7	40	50	35.44	44.5
8	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>300</b>	<b>296</b>	<b>161.07</b>	<b>244.7</b>

Fuente: Elaboración propia con datos del Plan Maestro  
n/d no disponible

En el cuadro 2 se observa que existe una capacidad instalada que no se aprovecha. Esto se debe a que el equipo electromecánico se descompone frecuentemente, lo que ocasiona que con frecuencia algunos pozos queden fuera de operación, proporcionando en promedio 250 lps.

### III. Conducción

La línea de conducción o acueducto tiene una longitud de 122 km, está compuesta por tubería con dos materiales y diámetros diferentes, en el cuadro N° 3 se muestran sus características.

**Cuadro N° 3**  
**MATERIAL Y DIAMETROS DEL ACUEDUCTO CHICBUL I**

UBICACION DE LA TUBERIA	LONGITUD (KM.)	DIAMETRO (PULG.)	MATERIAL
Tramo <b>CHICBUL - CD. DEL CARMEN</b>	116.8	24	Asbesto-cemento A-5
Tramo <b>CRUCE SABANCUY - STA ROSALIA</b>	1.2	24	Acero
Tramo submarino <b>ISLA AGUADA - PUERTO REAL</b>	4	18	Acero

Fuente: Elaboración propia con datos del Plan Maestro

El tramo submarino de acero representa una reducción del diámetro del resto de la línea de conducción de 24" a 18" lo que ocasiona un cuello de botella en la conducción, no permitiendo aprovechar la capacidad instalada en el sistema y elevando el costo de operación al requerirse mayor potencia de bombeo para mantener constante el caudal conducido, sin embargo tienen la ventaja de soportar una mayor presión, con lo cual se puede aumentar la velocidad de conducción incrementando el gasto.

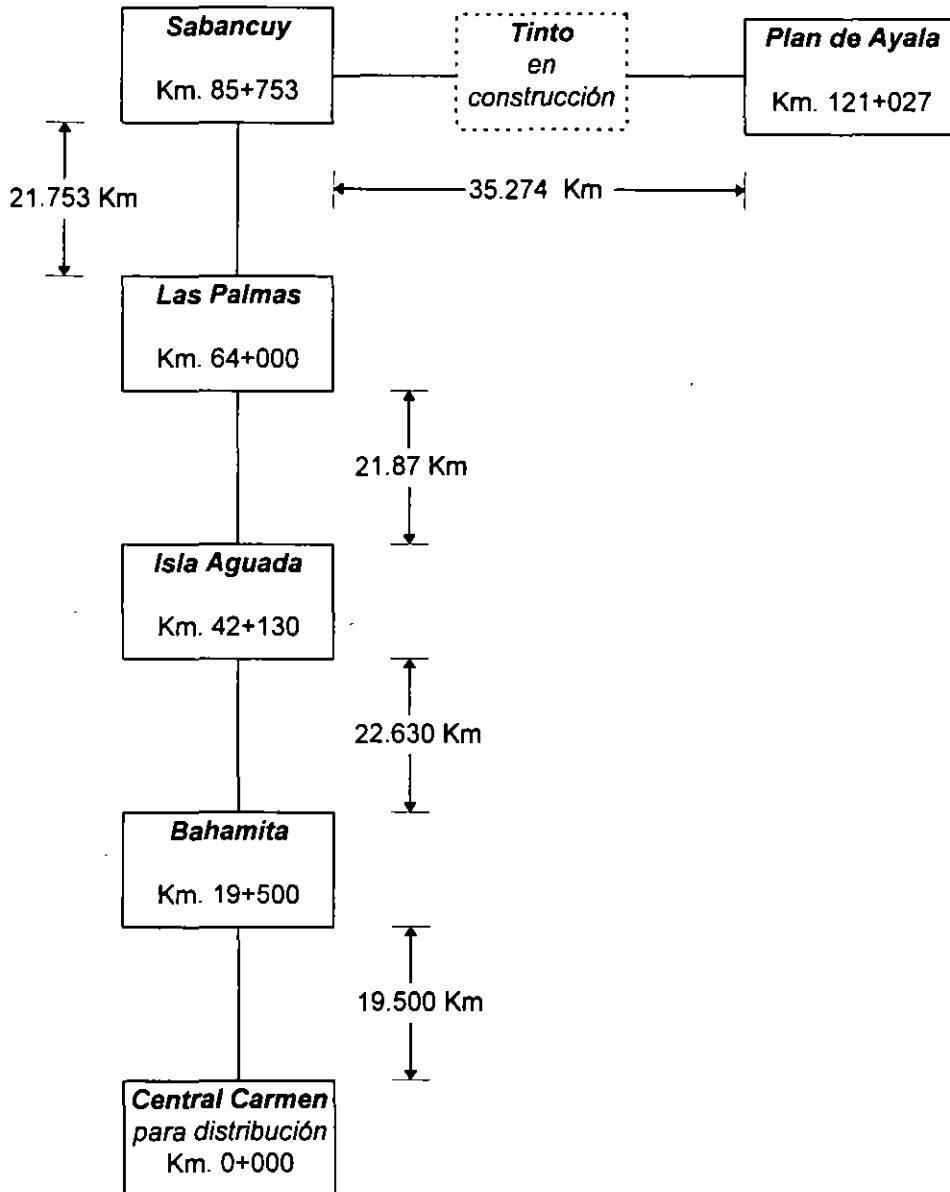
La conducción se lleva a cabo por bombeo mediante el empleo de 5 estaciones de rebombeo: Plan de Ayala, Sabancuy, Las Palmas, Isla Aguada y Bahamita; conduciendo inicialmente 250 lps y entregando en el recorrido caudales (30 lps) a diversas poblaciones, terminando en el cárcamo de Ciudad del Carmen en el centro de la ciudad entregando 220 lps. La distancia entre ellas se muestra en la Figura N° 1.

---

Ver abreviaturas

Figura N° 1

## ESTACIONES DE REBOMBEO EN LA LINEA DE CONDUCCION



Las estaciones de bombeo no trabajan a su máxima capacidad, debido al cuello de botella que se presenta entre las estaciones de Plan de Ayala y Sabancuy distanciadas 35.274 km. Esta distancia incrementa los costos de operación en el bombeo por el consumo de energía eléctrica requerida para vencer una mayor pérdida de fricción, además de un desgaste mayor en la tubería causado por la alta presión; por ello se requiere otra estación de bombeo intermedia ("Tinto" con un avance de 90% de obra) en dicho tramo para poder incrementar el gasto en el sistema.

La conducción se ve afectada por las válvulas de aire localizadas a 1 km. de distancia una de otra, éstas presentan deterioro lo que ocasiona la acumulación de aire que se reduce el diámetro efectivo de trabajo de la tubería y por lo tanto se incrementa la velocidad y la presión.

Cada estación de bombeo cuenta con un cárcamo y con equipo electromecánico que consta de 4 motores de la misma potencia, 100 HP cada uno y 400 HP en total. El cuadro N° 4 muestra un comparativo entre el gasto de diseño que cada estación podría bombear a la siguiente estación frente al gasto real recibido.

**Cuadro N° 4**  
**GASTOS EN ESTACIONES DE REBOMBEO**

ESTACION	DISEÑADO <sup>a</sup>		REAL 1995 <sup>b</sup>	
	POTENC (HP)	GASTO (LPS)	POTENC (HP)	GASTO (LPS)
Plan de Ayala	400	500	151.38	250
Sabancuy	400	480	140.19	250
Palmas	400	480	138.70	235
Isla Aguada	400	480	137.21	235
Bahamita	400	480	135.72	220

Fuente: <sup>a</sup> CNA Plan Maestro *op. cit.*

<sup>b</sup> Datos proporcionados por el SMAP.

#### IV. Regularización

Los tanques de regulación y almacenamiento son parte fundamental de un sistema de distribución, su función es regular la diferencia que existe entre el gasto constante que llega y el gasto variable que sale antes de ser enviado a la población y distribuirlo por gravedad a la red y a las tomas domiciliarias, a fin de que el servicio pueda llegar a las zonas más alejadas de la ciudad. Ciudad del Carmen cuenta con 10 tanques de regularización elevados, cada uno con su respectivo tanque superficial (cárcamo de bombeo). La relación de tanques, ubicación y sus características se puede ver en el Cuadro N° 5 y Plano N° 1.

Cuadro N° 5

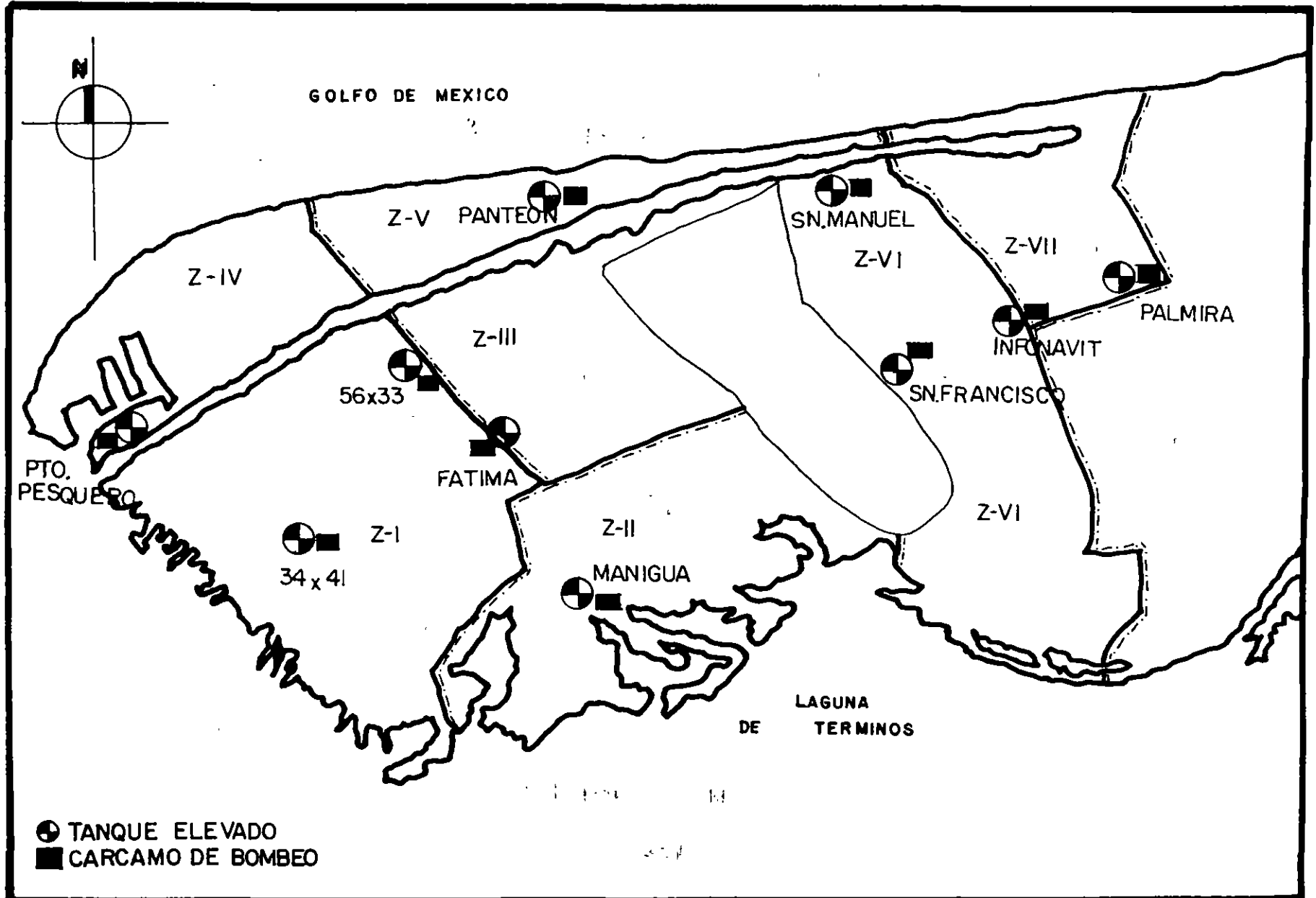
#### CARACTERÍSTICAS DE LOS TANQUES DE REGULARIZACION

TANQUE NO.	NOMBRE	ZONA DE INFLUENCIA	CAPACIDAD TANQUE ELEVADO (M3)	CAPACIDAD CÁRCAMO (M3)	ALTURA TANQUE ELEVADO (M)
1	34 x 51	I (centro)	1 900	900	21
2	34 x 54	I (norte)	50	1 300	16
3	La Manigua	II	50	100	11
4	La Fátima	III	800	400	22
5	Pto. pesquero	IV	500	500	22
6	Panteón nuevo	V	50	1 050	17
7	San Manuel	VI (norte)	50	400	21
8	San Francisco	VI (sur)	100	200	15
9	Palmira	VII	50	260	11
10	Infonavit	VII	80	775	13
	Subtotal		3 630	5 885	
	Capacidad total (M3)			9 515	

Fuente: Elaboración propia con datos de la CNA (tanques 1 al 9) y tanque 10 con datos del SMAP.

PLANO No. 1

TANQUE DE REGULARIZACION Y CARCAMOS DE REBOMBEO





Originalmente el sistema de distribución se diseñó basado en la premisa técnica de la utilización de tanques de regularización. Sin embargo de los 10 tanques únicamente se tienen en operación los de San Manuel e Infonavit y al resto de las zonas el gasto se distribuye por bombeo directo a la red de distribución.

## V. Distribución

La línea de conducción termina en el cárcamo de la Estación Central de rebombeo de Ciudad del Carmen ubicado en la zona centro (Plano N° 2), en donde el caudal captado recibe como tratamiento la desinfección por medio de gas cloro. La estación central cuenta con cuatro equipos de bombeo de la misma potencia 60 HP cada uno (240 HP en total), que envían el caudal hacia la red primaria de distribución. El cuadro N° 6 muestra un comparativo entre el gasto máximo que la estación podría enviar a la red dada la potencia de su equipo de bombeo frente a la capacidad utilizada y el gasto real distribuido

Cuadro N° 6  
GASTO ESTACION CENTRAL

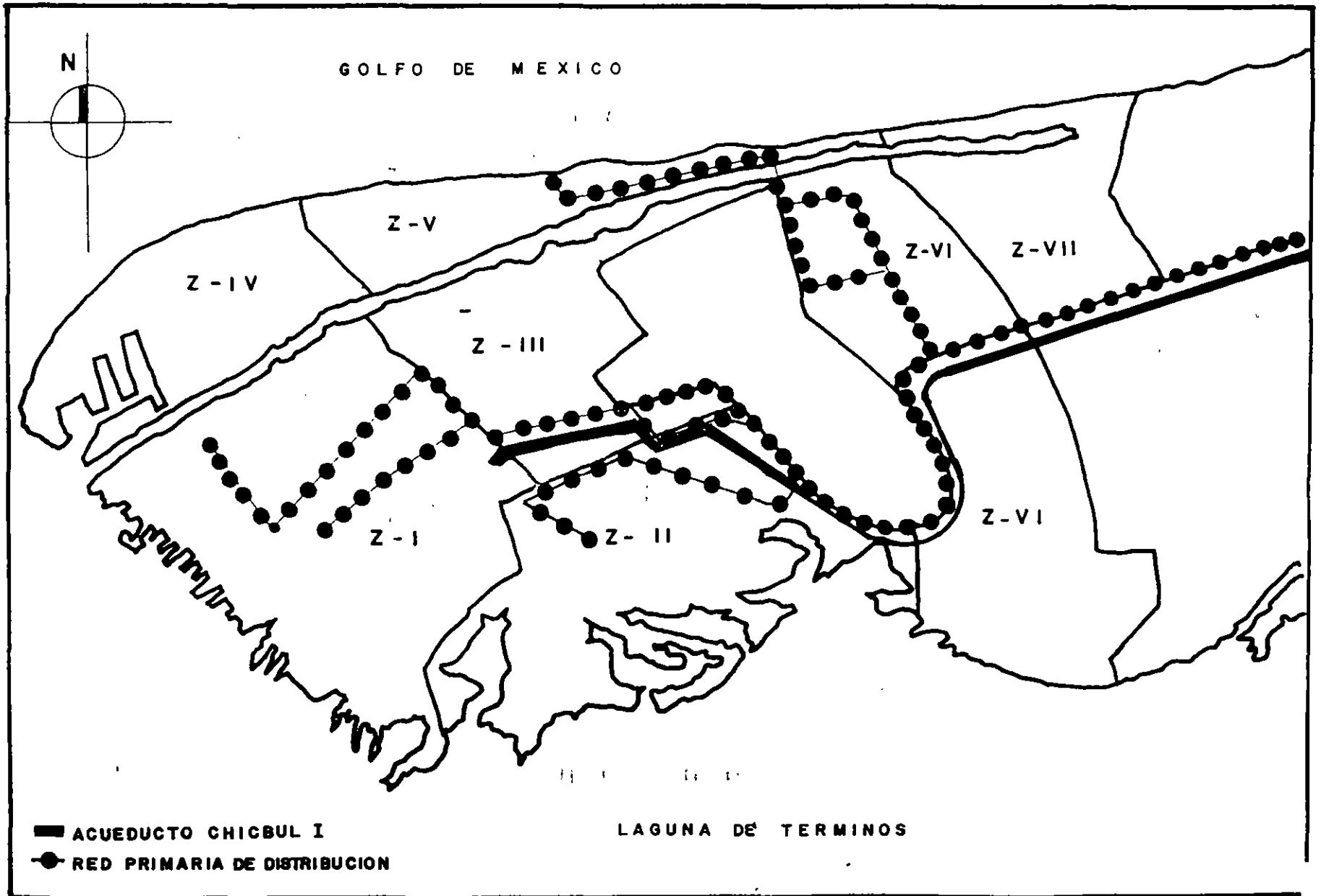
ESTACION CENTRAL	DISEÑO <sup>a</sup>		OPERACION <sup>b</sup> 1995	
	POTENC. (HP)	GASTO (LPS)	POTENCIA (HP)	GASTO (LPS)
Cd.del Carmen	240	320	134.0	220

Fuente: <sup>a</sup> CNA Plan Maestro *op. cit.*

<sup>b</sup> Datos proporcionados por el SMAP.

PLANO No. 2

RED DE DISTRIBUCION EN ZONAS URBANAS



La distribución consta de tres redes primarias independientes las que inician en la estación central; y debido al crecimiento de la población, se hicieron ampliaciones de la red sin ninguna planeación, por lo que actualmente la red se encuentran interconectada. La distribución cuenta con una longitud aproximada de 400 km. que se compone de una red *primaria* y una red *secundaria*. La *primaria* (Plano N° 2), esta compuesta por tres tuberías de diferente diámetro: la de 20" abastece la zona I (centro), la IV (norte) y V; la de 14" abastece las zonas III, VI y VII y la de 10" abastece la zona II. La red *secundaria* esta compuesta por tuberías de diámetros que van desde 8" hasta 2".

Un componente necesario para la sectorización de la red son las válvulas de la distribución. La red cuenta con 90 cajas de válvulas y todas ellas están fuera de servicio, ya que fueron tapadas al efectuarse la pavimentación de las calles sin que a la fecha hayan sido rehabilitadas. El no haber seccionamiento de la red ocasiona que algunas zonas de la ciudad no reciban con regularidad agua potable porque la mayor parte del insuficiente gasto se distribuye en sectores bien identificados de la ciudad. Ello además, provoca que en el momento de presentarse algún problema en el funcionamiento del sistema, se tenga que suspender por completo el servicio y no por zonas como sería lo conveniente.

Por otra parte, según estudio realizado por la CNA<sup>11</sup> en 1994, en la red de distribución es donde se presenta el mayor porcentaje de pérdidas de caudal del sistema de agua potable. De los 220 litros por segundo (lps) que recibe la estación central de bombeo, 89 lps se pierden en esta etapa; de los cuales 66

---

<sup>11</sup> CNA "Evaluación de Pérdidas en Ciudad del Carmen, Camp 1994"

lps (30 % del caudal) en las tomas domiciliarias y 23 lps (10 % del caudal) en la red primaria de distribución. Por ello, descontando las pérdidas, el abastecimiento real es de 131 lps.

Una medida alternativa para disminuir las pérdidas en tomas domiciliarias podría ser un cambio de los depósitos de los W.C. de 18 a 6 litros y de otras instalaciones para disminuir el consumo de agua especialmente en zonas residenciales así como en instituciones públicas que consumen elevados volúmenes.

## CAPITULO 4 METODOLOGIA DE EVALUACION

La presente metodología permite la identificación, medición y valoración de los beneficios sociales y costos de las obras necesarias o inversiones marginales para lograr la optimización de la situación actual. La situación optimizada permite determinar una situación con proyecto (ampliación del sistema de agua potable) sin atribuirle a ella beneficios ilegítimos.

### I. Separabilidad de proyectos

Dado que los proyectos necesarios para la optimización de la situación actual presentan costos y beneficios perfectamente separables, se aplicará la separabilidad de proyectos.

Al optimizar la situación base, se tiene como **beneficio directo** en la población conectada a la red de distribución, un **mayor consumo de agua** potable generado por las siguientes condiciones:

- i. Por un incremento en la oferta mediante la realización de obras en la captación y en la conducción.
- ii. Por un incremento en la cantidad ofrecida al disminuir las pérdidas y fugas en la red de distribución y en las tomas domiciliarias.

A su vez, también se tiene como beneficio un mayor consumo de agua potable de las viviendas localizadas en zonas que tienen presión baja, al realizarse una **mejor distribución** dada por la reasignación del agua de las zonas de alto a las de bajo consumo generado por las siguientes condiciones:

- i. Por la reposición de micromedidores en domicilios que cuenten con presión en el abastecimiento, ya que en la situación actual estos consumidores consumen sin restricción por una cuota fija. En la situación optimizada al contar con micromedidor su consumo se reducirá, por lo que el beneficio logrado será la liberación del recurso -agua-, que será un mayor consumo para otros consumidores.
- ii. Por la instalación de válvulas en la red de distribución, que permitirá regular el gasto suministrado hacia los sectores en donde se tiene menor presión.
- iii. Por la rehabilitación de los tanques que permitirá asegurar que el nuevo gasto captado pueda llegar a cubrir a las zonas que tienen presión baja, ya que si no se rehabilitaran, sería un impedimento para continuar distribuyendo directamente a la red en forma eficiente.

En el cuadro N° 7 se muestra la separabilidad de los proyectos, de acuerdo al componente del sistema de abastecimiento de agua potable al que pertenecen (captación, conducción y distribución), y se señala de que manera contribuyen al **mayor consumo y mejor distribución** de agua potable de la población conectada a la red.

**Cuadro N° 7**  
**Separabilidad de proyectos**

<b>N°</b>	<b>Componente</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Beneficio</b>
1	Captación	Conexión pozo No. 8	Mayor consumo
2		Instalación equipo bombeo pozo No.1	√
3	Conducción	Conclusión de obras en la estación de rebombeo nueva "Tinto"	√
4		Reposición válvulas desaireadoras	√
5	Distribución	Programa reparación fugas	√
6		Reposición 3000 micromedidores	Mejor distribución
7		Válvulas en la red de distribución	√
8		Rehabilitación de 8 tanques de regularización	√

Fuente: Elaboración propia

## **II. Evaluación de los proyectos en forma conjunta o separada**

Los proyectos se evalúan en forma *conjunta* cuando éstos requieren de obras o proyectos adicionales para su operación y para que aporte los beneficios para el cual fué diseñado. Por ejemplo; la perforación de nuevos pozos tienen como beneficio inmediato el incremento en el gasto de captación, y como beneficio directo a la población conectada a la red, un mayor consumo. Pero para que el proyecto "perforación de pozos" cumpla con el beneficio directo para el cual fué diseñado, requiere en algunas ocasiones, de obras complementarias en la conducción (construcción de plantas de rebombeo) y/o en la distribución (ampliación de la red). Los proyectos se evalúan en forma *separada*, cuando éstos no requieren de obras adicionales para que cumplan con el objetivo para el cual fueron diseñados.

Los proyectos señalados en el cuadro N° 7 que proporcionan como beneficio un **mayor consumo** de agua potable, se evaluarán de la siguiente manera:

i. Evaluación socioeconómica del proyecto "reparación de fugas".

El programa de reparación de fugas se evaluará *separadamente* ya que es posible incrementar el consumo doméstico, sin necesidad de incrementar el gasto mediante obras adicionales en la captación y conducción. Es prioritario la ejecución de dicho programa antes de que lleven a cabo las obras para incrementar el gasto.

ii. Evaluación socioeconómica del proyecto "Incremento del gasto suministrado"

La conexión del pozo N° 8, la instalación del equipo de bombeo al pozo N° 1, la conclusión de las obras de la nueva estación de rebombeo "Tinto" (que se localizará entre las estaciones Plan de Ayala y Sabancuy) y la reposición de las válvulas desaireadoras se evaluarán de forma *conjunta*, ya que no sería posible conducir el nuevo gasto captado si no se realizan conjuntamente estas obras.

Un tercer proyecto que se podría llamar "mejor distribución", se lograría con la reposición de 3000 micromedidores, la rehabilitación de las válvulas en la red de distribución y de los 8 tanques de regularización que permitiría *reasignar* o *transferir* agua de zonas de alta a las de baja presión. Este proyecto podría evaluarse en forma *separada*, pero debido a que no se cuenta con información del número de usuarios que se verían beneficiados o perjudicados con estos proyectos, no se evaluará. Sin embargo, es necesario que se rehabiliten los



tanques y las válvulas de la red, lo que permitiría realizar *tandeos* y aumentar la presión durante varias horas al día en las zonas que actualmente la tienen más baja<sup>12</sup>, asimismo permitiría que el total de la población abastecida estuviera en igualdad de condiciones en el suministro, lo que aseguraría el beneficio social de la *mayor oferta de agua*.

### III. Identificación, medición y valoración de los beneficios

#### A. Identificación

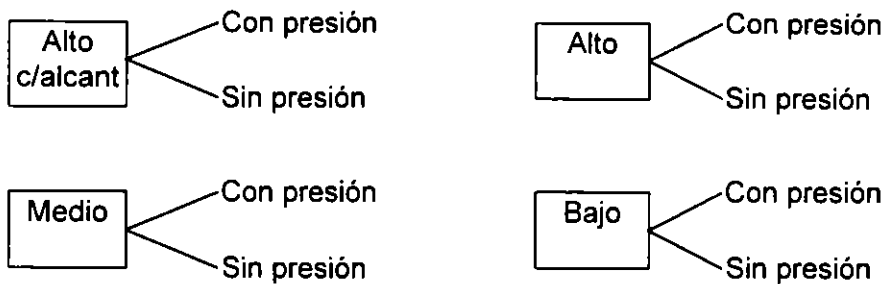
Con las obras de optimización se logra como *beneficio directo*, la entrega de una mayor cantidad de agua a la población, que resultará en un **mayor consumo de agua potable**, pero no se conocería con precisión quienes serían los consumidores beneficiados. Por ello la medición de los beneficios sociales, se realizará mediante la obtención de una **curva de demanda agregada** de los 94,461 habitantes<sup>13</sup> que se encuentran conectados al sistema de abastecimiento actual. Dentro de ellos se cuenta con consumidores de diferentes niveles socioeconómicos (alto con alcantarillado, alto, medio y bajo) donde algunos presentan la restricción de la falta de presión en el abastecimiento de agua potable. En la gráfica N° 1 se muestra la situación actual de los consumidores conectados al servicio de agua potable.

---

<sup>12</sup> En el "Estudio de Evaluación de pérdidas en el sistema de agua potable en Ciudad del Carmen, Camp. CNA 1994" los sectores II, IV y V registraron presiones inferiores a 0.4 Kg/cm<sup>2</sup>.

<sup>13</sup> Villegas J. y Fierro A. op.cit. Aplicando los índices de hacinamiento para nivel alto: 5.01, medio: 4.52 y bajo: 4.0 utilizados por la CNA en el "Estudio de Evaluación de Pérdidas, 1994"

**Gráfica N° 1**  
**Situación actual de los consumidores conectados al servicio de agua potable**



Fuente: Elaboración propia

La agrupación por nivel socioeconómico se justifica ya que según el nivel de ingreso existen diferentes usos del agua; por ejemplo, una familia con ingresos altos además de su consumo básico, se le agrega el uso para riego de jardines, lavado de autos, lavadoras, lavavajillas y aire acondicionado.

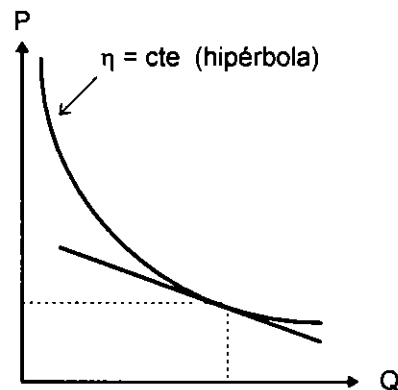
El separar al nivel socioeconómico alto; es por que dentro de este grupo existen consumidores pertenecientes a fraccionamientos con alcantarillado sanitario y al contar ellos con los medios eficientes para la evacuación de sus aguas residuales reflejan por lo consiguiente un mayor consumo de agua potable.

### **B. Curva de demanda agregada**

La curva de demanda agregada se establece mediante la suma de las demandas individuales de los tres diferentes tipos de consumidores domésticos (de acuerdo al nivel socioeconómico) conectados a la red de agua potable.

Para facilitar la medición de los beneficios utilizaremos una curva de demanda lineal. Al suponer ésta lineal, estamos subestimando los beneficios porque la curva en la realidad es de tipo hiperbólica, es decir, es más alta hacia el origen (gráfica 2). Por lo que al valorar los beneficios (subestimados) como el área bajo la curva de demanda lineal, estamos asegurando que si el proyecto resultado de la evaluación es rentable, en la realidad sería aún más rentable.

Gráfica N° 2  
Curva de demanda hiperbólica y lineal



Fuente: Elaboración propia

- Obtención de la curva de demanda lineal

La curva de demanda lineal se obtiene estimando un primer punto de la curva; y conociendo la elasticidad precio del agua potable y la cantidad de agua que abastece el sistema de abastecimiento en la situación actual y en la situación optimizada se obtienen un segundo y tercer punto respectivamente.

El primer punto de la curva de demanda se obtiene estimando la cantidad de agua que consumirían el total de los usuarios domésticos si todos tuviesen presión en el abastecimiento; para lo cual se deberá conocer lo siguiente:

- i. El número de habitantes conectados al sistema de abastecimiento actual con presión y sin presión.
- ii. El número de habitantes por nivel socioeconómico (alto con alcantarillado, alto, medio y bajo).
- iii. El consumo promedio en litros por habitante al día (lt/hab/día) de los consumidores con presión en su abastecimiento, para cada nivel socioeconómico.

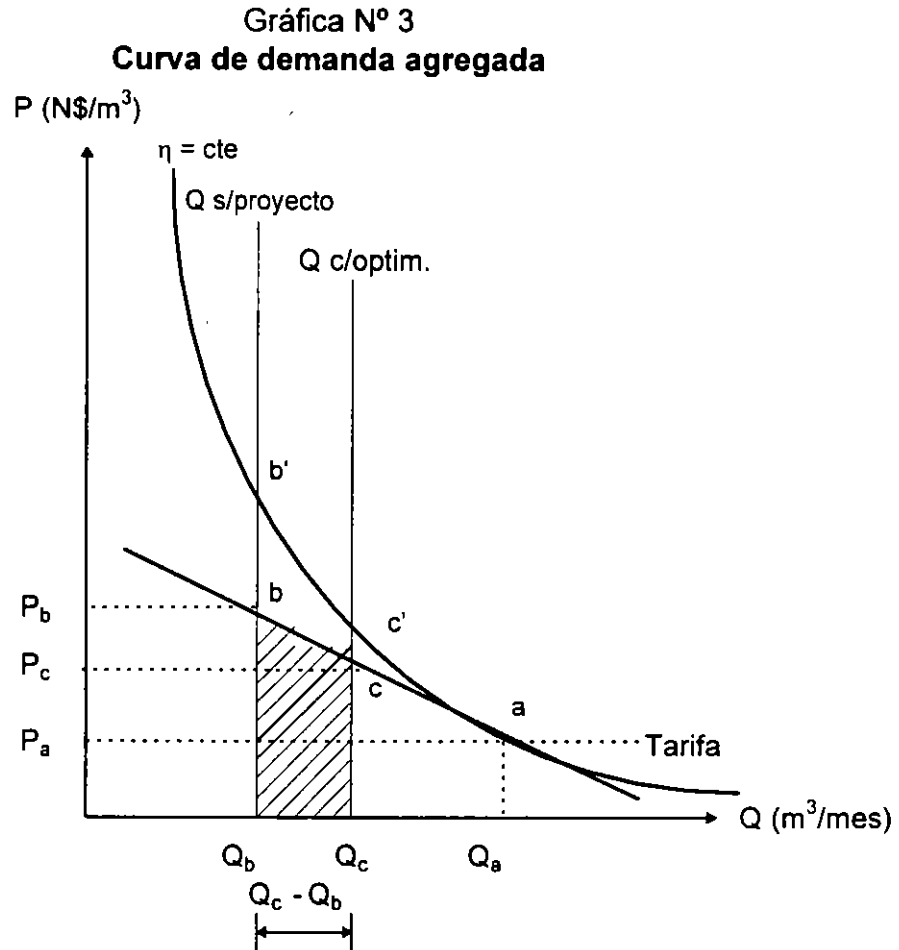
Una vez conocidos los datos anteriores, se estima la cantidad consumida total por día (lt/día) para cada nivel socioeconómico si todos tuviesen presión en el abastecimiento, multiplicando el número de habitantes conectados (con y sin presión) por el consumo promedio en (lt/hab/día) de los que cuentan con presión. Con ello, al sumar los consumos diarios para cada nivel, conoceremos lo que consumirían el total de habitantes conectados al sistema ( $Q_a$ ), si ninguno de ellos tuviera problemas de presión, a la tarifa doméstica promedio ( $P$ ). Obteniéndose así el primer punto en la curva de demanda ( $a$ ).

Conocido el primer punto "a", la elasticidad precio del agua potable (de acuerdo con estudios de la Comisión Nacional del Agua la elasticidad precio del agua es de  $-0.2$  en promedio<sup>14</sup>), y la cantidad de agua que se abastece en la situación

---

<sup>14</sup> La elasticidad precio de la demanda de un bien se define como el cambio proporcional de la cantidad demandada del bien dividido entre el cambio proporcional del precio del dicho bien. Revista INDETEC N° 71 junio-julio 1992 pag. 69.

sin proyecto ( $Q_{s/p}$ ) y en la situación optimizada ( $Q_{c/optim}$ ) se puede obtener un segundo y un tercer punto (b) y (c) respectivamente de la curva de demanda lineal (ver gráfica N° 3).



donde:

$Q_a$  = cantidad de agua que se demandaría si el total de los habitantes conectados al sistema actual, tuviesen presión.

$P_a$  = precio promedio en  $N\$/m^3$

$Q_{s/proy}$  = cantidad de agua que abastece el sistema actual (situación sin proyecto).

$Q_{c/optim}$  = cantidad de agua que se abastecería en la situación optimizada.

$b$  = segundo punto de la curva de demanda, se determina con el punto "a", la cantidad de agua que se abastece en la situación sin proyecto ( $Q_{s/p}$ ) y la elasticidad precio.

$c$  = tercer punto de la curva de demanda, se determina con el punto "a", la cantidad de agua que se abastecería en la situación optimizada ( $Q_{c/optim}$ ) y la elasticidad precio.

$P_b$  y  $P_c$  = precios implícitos para los puntos  $b$  y  $c$ .

$Q_c - Q_b$  = incremento en el consumo de agua potable (resultado de las obras para el mejoramiento y rehabilitación del sistema de abastecimiento actual de agua potable) de los consumidores conectados a la red.

### **C. Medición y valoración de los beneficios**

En la situación sin proyecto, los usuarios domésticos se encuentran consumiendo  $Q_b$  unidades de agua; la optimización les permite aumentar su cantidad demandada hasta  $Q_c$ , por lo que la *medición* del beneficio directo *mayor consumo* queda representado por  $(Q_c - Q_b)$  y la *valoración* como el área bajo la curva de demanda entre esos dos puntos, menos el precio que ellos deben de pagar por la cantidad adicional de agua  $[P_a(Q_c - Q_b)]$ .

Para facilitar la *valoración de los beneficios* se calculará el área bajo la curva de demanda lineal comprendida entre los puntos  $b$  y  $c$ . En la realidad los beneficios serían mayores, es decir, se tendría que calcular el área bajo la

curva de demanda hiperbólica comprendida entre los puntos b' y c'. Al *subestimar los beneficios* (área b'-c'-b-c) estamos asegurando que el proyecto sea rentable.

### 1. Elaboración de la curva de demanda agregada

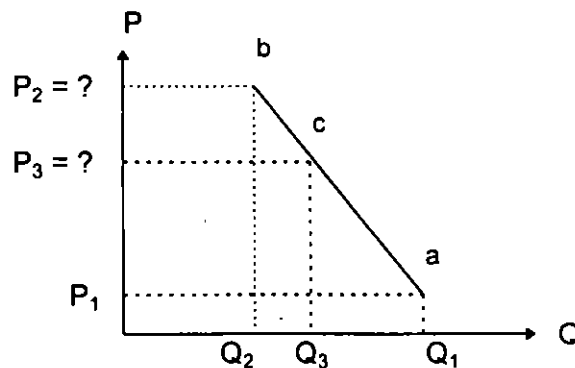
Una vez conocido el primer punto de la curva de demanda lineal (a), se requiere conocer un segundo y tercer punto (b) y (c), de los cuales se conoce su valor en el eje de las abscisas, pero se desconoce su valor en el eje de las ordenadas o de los precios. Para determinar su valor se utilizará la elasticidad precio ( $\eta$ ) del agua potable, que se define como el cambio porcentual de la cantidad demandada de agua, dividido entre el cambio porcentual en el precio. Esto es:

$$\eta = \frac{\Delta Q}{Q_1} \frac{P_1}{\Delta P} \quad \text{despejando;} \quad \Delta P = \frac{\Delta Q P_1}{Q_1 \eta} \quad \text{donde:} \quad \Delta P = P_2 - P_1$$

$$\Delta Q = Q_2 - Q_1$$

$$\text{Por lo que: } P_2 = \frac{(Q_2 - Q_1) P_1}{Q_1 \eta} + P_1 \dots\dots\dots \text{Ecuación (1)}$$

Gráfica N° 4  
Determinación de los precios implícitos



Fuente: Elaboración propia

## IV. Criterios de evaluación

### A. Valor actual neto social (VANS)

Se considerará como criterio de evaluación de los proyectos para la optimización, el *valor actual neto social* (VANS) considerando los beneficios sociales y costos ocasionados en un horizonte de evaluación de 20 años (promedio de vida útil de los equipos del sistema). La tasa social de descuento utilizada es del 18%<sup>15</sup>.

Este criterio compara los flujos de beneficios y costos que arroja la situación base optimizada. La estimación de dicho flujo en valor presente considera los beneficios resultado del incremento en el excedente del consumidor frente a las *inversiones, costos de operación y mantenimiento*<sup>16</sup> atribuibles al proyecto.

$$VANS = -I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{(B_i - C_i)}{(1+r)^i}$$

donde:

$I_0$  representa la inversión en el año cero

$B$  representa los beneficios sociales durante  $i$  años

$C$  representa los costos durante  $i$  años

$r$  representa la tasa de descuento social

<sup>15</sup> Indicador calculado por BANOBRAS 1995.

<sup>16</sup> Las inversiones y costos de operación de los proyectos se muestran en el capítulo 5.



**B. Tasa interna de retorno o de rendimiento (TIR)**

La tasa interna de retorno,  $\rho$ , es aquella tasa de interés que hace igual a cero el valor actual de un flujo de beneficios netos (VABN). Es decir :

$$VABN = 0 = \sum_{i=0}^n \frac{BN_i}{(1+\rho)^i}$$

La regla de decisión dice:

Es conveniente realizar la inversión cuando la tasa de interés es menor que la tasa interna de retorno, o sea, cuando el uso del capital en inversiones alternativas "rinde" menos que el capital invertido en este proyecto.

## CAPITULO 5 APLICACION DE LA METODOLOGIA

### I. Beneficios

Para la valoración y cuantificación de los beneficios de los proyectos, se determinarán las curvas de demanda en la situación sin proyecto y en la situación optimizada (proyectos "reparación de fugas" e "incremento del gasto suministrado").

#### A. Situación sin proyecto

En la situación *sin proyecto* el gasto suministrado (220 lps) se reparte de la manera mostrada en el cuadro N° 8.

Cuadro N° 8  
Gastos en situación sin proyecto

<i>Destino del gasto (Q)</i>	<i>l.p.s.</i>	<i>Porcentaje (%)</i>
Domiciliario	90.0	41.0
Industrial y comercial	41.0	19.0
Fugas en la red de distribución	23.0	10.0
Fugas en tomas domiciliarias	66.0	30.0
<b>TOTAL (suministrado)</b>	<b>220.0</b>	<b>100.0</b>

Fuente: CNA "Estudio de evaluación de pérdidas en el sist. de agua potable en Cd. del Carmen, Camp. 1994"

- Del cuadro N° 8 obtenemos que el gasto domiciliario es igual a 90 lps ( $Q_b$ ), que es igual al gasto suministrado en la situación sin proyecto ( $Q_{s/p}$ ).
- En el anexo N° 9, se muestra como se obtuvo la cantidad de agua potable (lps) que demandaría la población conectada a la red, si todos tuviesen presión en el abastecimiento. Por lo que el primer punto " a " de la curva de demanda queda de la siguiente manera:

$$P_a = \text{N\$ } 1.56 / \text{m}^3$$

$$Q_a = 192.8 \text{ lps}$$

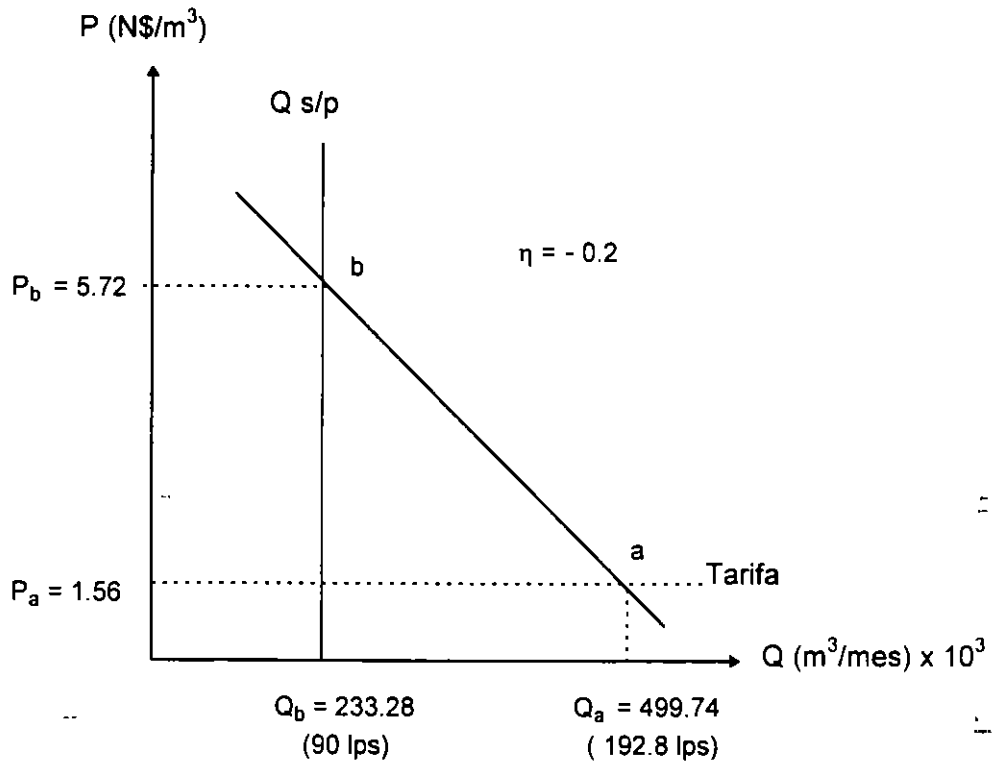
- Conociendo la elasticidad precio del agua potable <sup>17</sup> ( $\eta$ ) que es de - 0.2, el punto "a" y  $Q_b = 90$  lps tenemos que  $P_b = 5.72$  de acuerdo con la ecuación (1).

En la gráfica N° 5 se muestra la curva de demanda agregada para la población conectada a la red de agua potable.

---

<sup>17</sup> Revista INDETEC N° 71 junio-julio 1992 pag. 69.

Gráfica N° 5  
Curva de demanda en situación sin proyecto



Fuente: Elaboración propia

## B. Situación optimizada

1. **Proyecto de reparación de fugas.**- Consiste en rehabilitar el 50% de las tomas domiciliarias que presentan fugas<sup>18</sup>. El proyecto no contempla la

<sup>18</sup> Ver anexo N° 2 "Proyecto : Reparación de fugas"

reparación de las fugas en la red de distribución. En el cuadro N° 9 se muestran las fugas en la situación sin proyecto y optimizada.

Cuadro N° 9  
Reparación de fugas

<i>Lugar de las fugas</i>	<i>Situación sin proyecto</i> <sup>1</sup>		<i>Situación optimizada</i> <sup>2</sup>	
En la red de distribución	10 %	23 lps	10 %	23 lps
En las tomas domiciliarias	<b>30 %</b>	<b>66 lps</b>	<b>15 %</b>	<b>33 lps</b>
TOTAL	40 %	89 lps	25 %	56 lps

Fuente: <sup>1</sup> CNA "Estudio de evaluación de pérdidas en el sist. de agua potable en Cd. del Carmen, Camp. 1994"

<sup>2</sup> Elaboración propia con datos de la CNA

Una vez realizada las obras para disminuir el 50% de las fugas en las tomas domiciliarias (30% al 15%), representando una disponibilidad de 33 lps<sup>19</sup>, que se distribuirán 23 lps al consumo domiciliario y 10 lps al consumo industrial y comercial; por lo que el gasto domiciliario pasará de 90 lps en la situación sin proyecto a 113 lps en la situación con proyecto, el gasto industrial y comercial aumenta su consumo a 51 lps y las fugas en la red permanecen constantes (Veáse cuadro N° 10).

<sup>19</sup> Del 100% se estima que el 70% se canaliza al gasto domiciliario y el 30% restante al gasto industrial y comercial. (Estimación realizada con datos de facturación del SMAP de 1994)

**Cuadro N° 10**  
**Gastos en situación optimizada (Proyecto "reparación de fugas")**

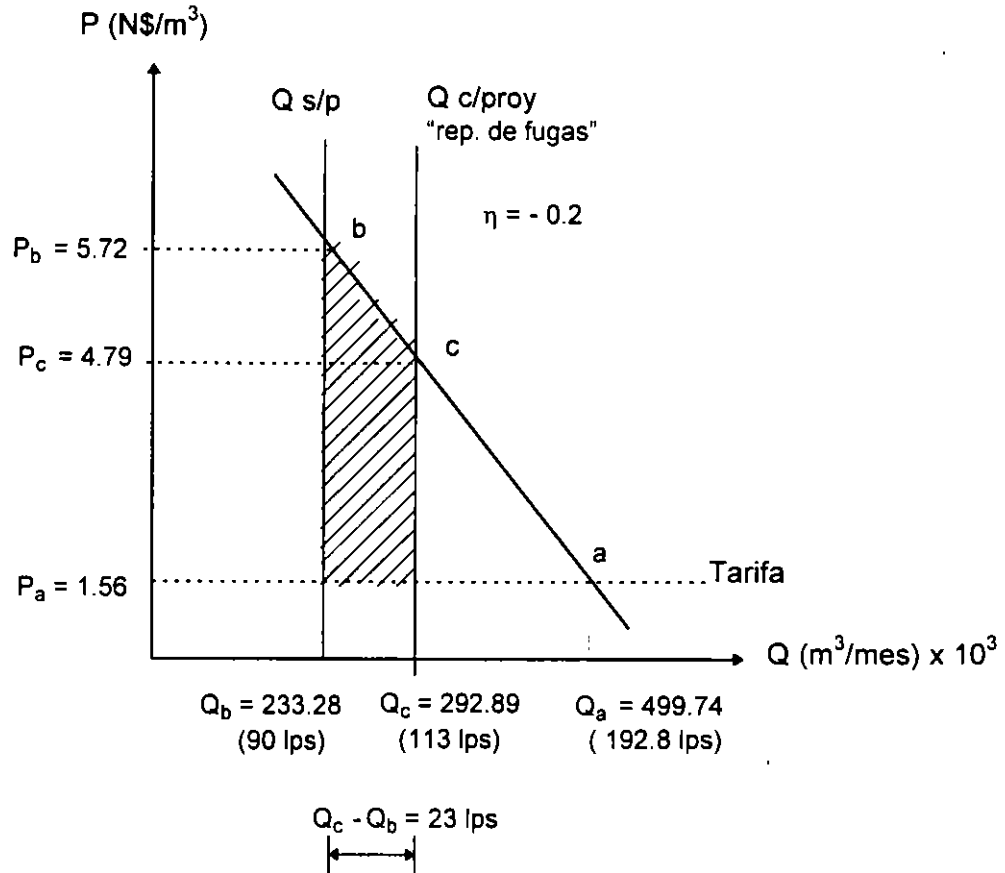
<i>Destino del gasto (Q)</i>	<i>l.p.s.</i>	<i>Porcentaje (%)</i>
Domiciliario	<b>113.0</b>	52.0
Industrial y comercial	<b>51.0</b>	23.0
<i>Fugas en la red</i>	23.0	10.0
<i>Fugas en tomas domiciliarias</i>	<b>33.0</b>	15.0
<b>TOTAL (suministrado)</b>	<b>220.0</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de la CNA "Estudio de evaluación de pérdidas en el sist. de agua potable en Cd. del Carmen, Camp. 1994".

Para la *cuantificación* del beneficio de incrementar el consumo de agua potable de 90.0 a 113.0 lps, se trazó  $Q_c = 113.0$  sobre la curva de demanda en la situación sin proyecto (gráfica N° 5); se obtuvo el precio implícito  $P_c = 4.79$  a partir de la ecuación (1), y se calculó el área bajo la curva entre los puntos b y c (Gráfica 6).

En la gráfica N° 6 se muestra la curva de demanda con el proyecto "reparación de fugas" en donde el área sombreada representa los *beneficios sociales* de **N\$ 2'642,424** anuales.

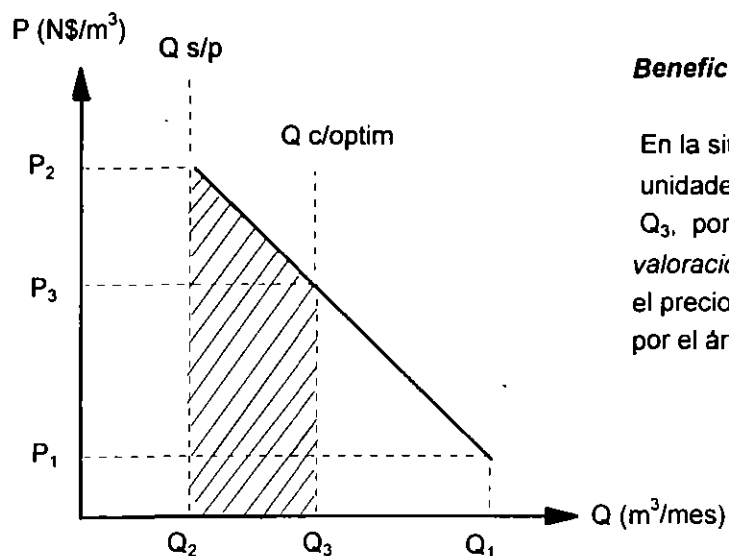
Gráfica N° 6  
**Curva de demanda en situación optimizada**  
 (Proyecto "reparación de fugas")



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica N° 7 se muestra un análisis de sensibilidad de los beneficios para distintas elasticidades y en la gráfica N° 8 se muestra el comportamiento de los beneficios respecto a incrementos en el gasto.

**Gráfica N° 7**  
**ANALISIS DE SENSIBILIDAD EN LOS BENEFICIOS**  
 (Para diferentes elasticidades precio del agua potable)  
 Proyecto: "Reparación de fugas"



**Beneficio medido por el MAYOR CONSUMO de agua potable:**

En la situación sin proyecto los consumidores se encuentran demandando  $Q_2$  unidades de agua; el proyecto les permite aumentar su cantidad demandada a  $Q_3$ , por lo que la *medición* del beneficio queda representado como  $(Q_3 - Q_2)$  y la *valoración* como el área bajo la curva de demanda entre esos dos puntos, menos el precio que ellos deben de pagar por la cantidad adicional de agua representada por el área  $P_1 (Q_3 - Q_2)$ .

47

**Cuantificación de los beneficios:**

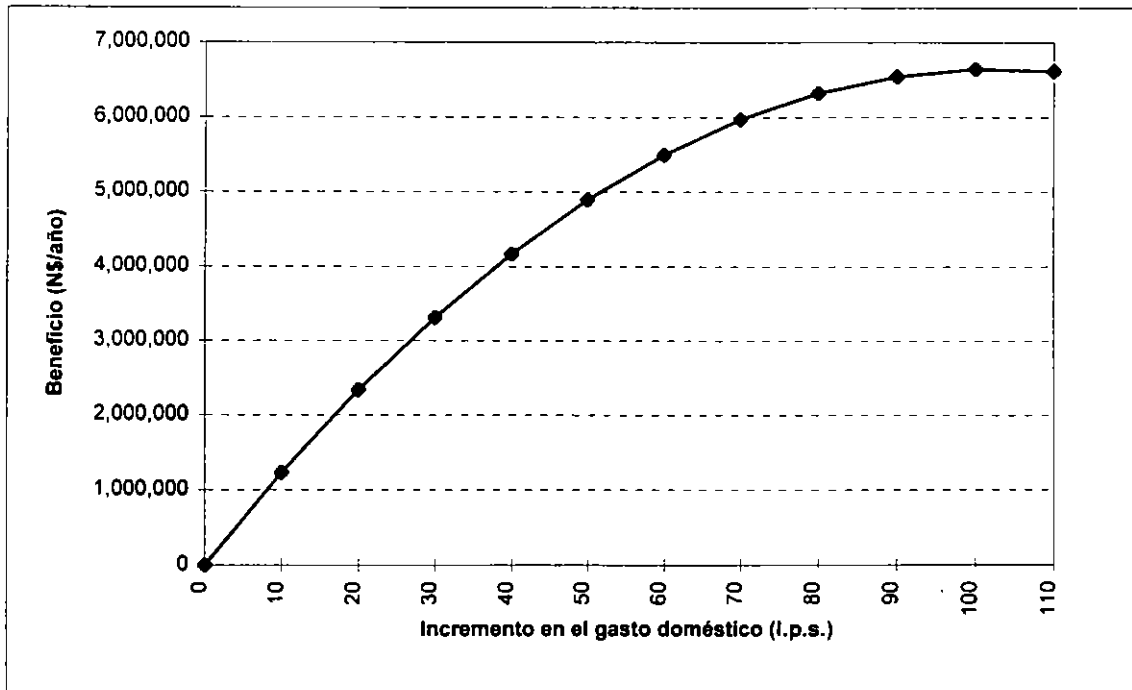
Elasticidad precio	$P_1$ (N\$/m³)	$Q_1$		$Q_2$		$Q_3$		$(Q_3 - Q_2)$		$P_2$ (N\$/m³)	$P_3$ (N\$/m³)	Beneficio neto	
		(l.p.s.)	(m³/mes)	(l.p.s.)	(m³/mes)	(l.p.s.)	(m³/mes)	(l.p.s.)	(m³/mes)			N\$/mes	N\$/año
-0.20	1.56	192.8	499738	90	233280	113	292896	23	59616	5.72	4.79	220,202	2,642,424
-0.15	1.56	192.8	499738	90	233280	113	292896	23	59616	7.11	5.86	293,603	3,523,231
-0.10	1.56	192.8	499738	90	233280	113	292896	23	59616	9.88	8.02	440,404	5,284,847

Fuente: Elaboración propia



**Gráfica N° 8**  
**COMPORTAMIENTO DE LOS BENEFICIOS RESPECTO AL INCREMENTO**  
**EN EL GASTO DOMESTICO**  
**Proyecto: Reparación de fugas**

Q doméstico (lps)		Incremento (l.p.s.)	Beneficio	
de:	a:		(N\$/año)	Marginal (%)
90	100	10	1,230,673	
90	110	20	2,335,510	89.78
90	120	30	3,314,512	41.92
90	130	40	4,167,678	25.74
90	140	50	4,895,008	17.45
90	150	60	5,496,508	12.29
90	160	70	5,972,162	8.65
90	170	80	6,321,985	5.86
90	180	90	6,545,972	3.54
90	190	100	6,644,124	1.50
90	200	110	6,616,440	-0.42



En la gráfica anterior se identifica el *beneficio marginal* que obtienen los consumidores con incrementos de 10 lps. Además se observa que si se incrementara el gasto en 110 lps se rebasaría el óptimo (192,8 lps) y el beneficio marginal sería *decreciente*.

2. **Proyecto "Incremento del gasto suministrado".-** Permite aumentar el gasto a Ciudad del Carmen de 220 a 320 lps. En el cuadro N°11 se muestra como se repartiría el gasto entre los distintos usuarios y pérdidas, considerando los mismos porcentajes que resultaron de realizar el proyecto de reparación de fugas (cuadro N° 10).

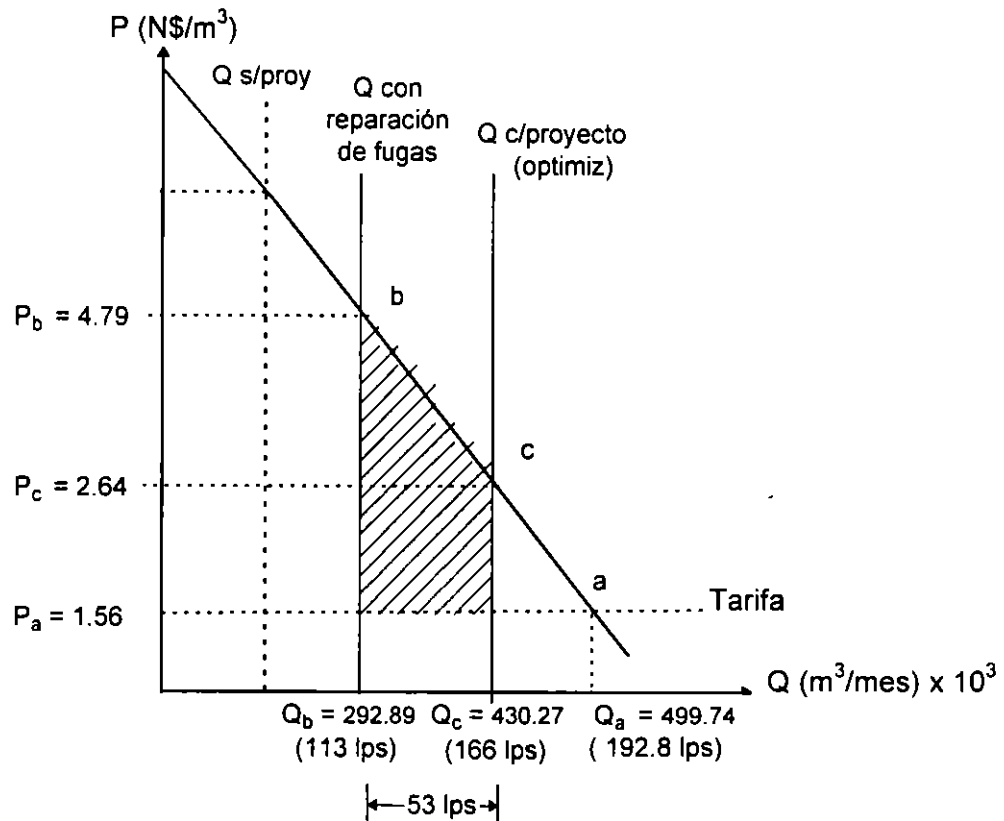
Cuadro N° 11  
**Gastos en situación optimizada**  
 (Proyecto "Incremento del gasto suministrado")

<i>Destino del gasto (Q)</i>	<i>l.p.s.</i>	<i>Porcentaje (%)</i>
Domiciliario	<b>166.0</b>	52.0
Industrial y comercial	74.0	23.0
Fugas en la red de distribución	32.0	10.0
Fugas en tomas domiciliarias	48.0	15.0
<b>TOTAL (suministrado)</b>	<b>320.0</b>	100.0

Fuente: CNA "Estudio de evaluación de pérdidas en el sist.  
 de agua potable en Cd. del Carmen, Camp. 1994"

Por lo que el gasto domiciliario pasa de 113 a 166 lps en la situación optimizada. Esto representa un aumento en la cantidad de agua consumida de las viviendas conectadas a la red de 53 lps. Para la *cuantificación* de los beneficios, se parte de una situación sin proyecto de 113 lps (como resultado del proyecto de reparación de fugas), por lo que  $Q_b = 113$  y  $P_b = 4.79$ . Con el proyecto, el gasto se desplaza a  $Q_c = 166$  y se obtiene  $P_c = 2.64$  según la ecuación (1). Finalmente se calcula el área bajo la curva entre los puntos b y c. En la gráfica N° 9 se muestra la curva de demanda en donde el área sombreada representa los *beneficios sociales* de **N\$ 3'554,732** anuales.

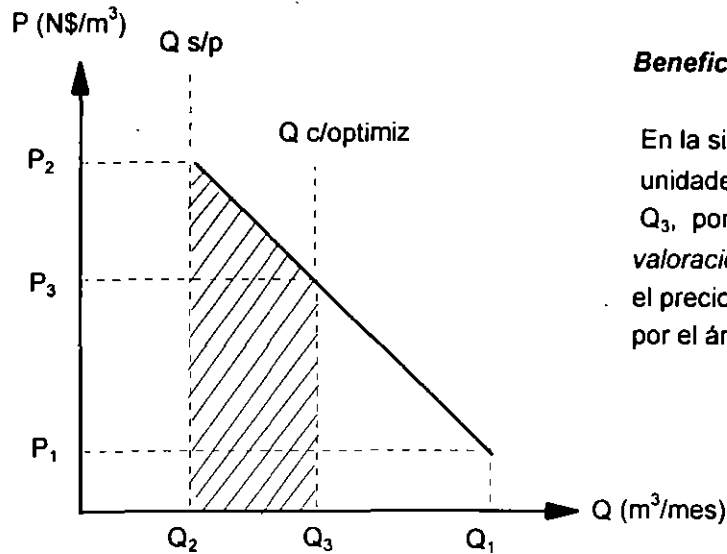
Gráfica N° 9  
**Curva de demanda en situación optimizada**  
 (Proyecto "Incremento del gasto suministrado")



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica N° 10 se muestra un análisis de sensibilidad de los beneficios para distintas elasticidades y en la gráfica N° 11 se muestra el comportamiento de los beneficios respecto a incrementos en el gasto.

**Gráfica N° 10**  
**ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD EN LOS BENEFICIOS**  
 (Para diferentes elasticidades precio del agua potable)  
 Proyecto: "Incremento del gasto suministrado"



**Beneficio medido por el MAYOR CONSUMO de agua potable:**

En la situación sin proyecto los consumidores se encuentran demandando  $Q_2$  unidades de agua; el proyecto les permite aumentar su cantidad demandada a  $Q_3$ , por lo que la *medición* del beneficio queda representado como  $(Q_3 - Q_2)$  y la *valoración* como el área bajo la curva de demanda entre esos dos puntos, menos el precio que ellos deben de pagar por la cantidad adicional de agua representada por el área  $P_1 (Q_3 - Q_2)$ .

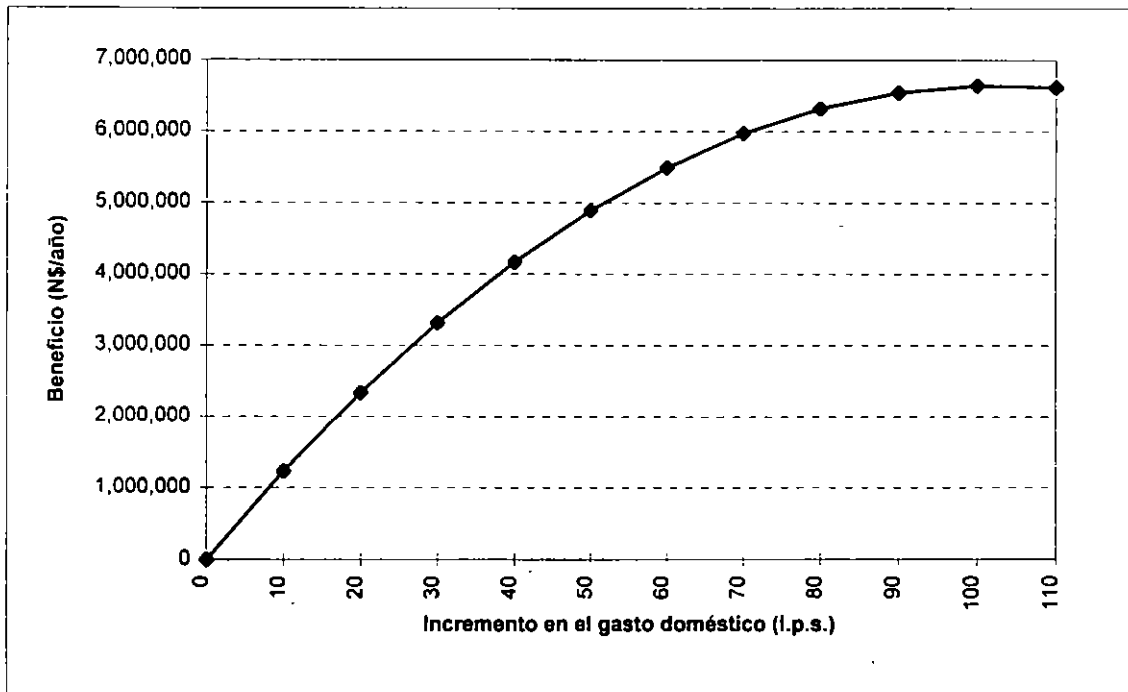
**Cuantificación de los beneficios:**

Elasticidad precio	$P_1$ (N\$/m <sup>3</sup> )	$Q_1$		$Q_2$		$Q_3$		$(Q_3 - Q_2)$		$P_2$ (N\$/m <sup>3</sup> )	$P_3$ (N\$/m <sup>3</sup> )	Beneficio neto	
		(l.p.s.)	(m <sup>3</sup> /mes)	(l.p.s.)	(m <sup>3</sup> /mes)	(l.p.s.)	(m <sup>3</sup> /mes)	(l.p.s.)	(m <sup>3</sup> /mes)			N\$/mes	N\$/año
-0.20	1.56	192.8	499738	113	292896	166	430272	53	137376	4.79	2.64	296,228	3,554,732
-0.15	1.56	192.8	499738	113	292896	166	430272	53	137376	5.86	3.01	394,970	4,739,643
-0.10	1.56	192.8	499738	113	292896	166	430272	53	137376	8.02	3.73	592,455	7,109,465

Fuente: Elaboración propia

**Gráfica N° 11**  
**COMPORTAMIENTO DE LOS BENEFICIOS RESPECTO AL INCREMENTO**  
**EN EL GASTO DOMESTICO**  
**Proyecto: Incremento del gasto suministrado**

Q doméstico (lps)		Incremento (l.p.s.)	Beneficio	
de:	a:		(N\$/año)	Marginal (%)
113	123	10	941,251	
113	133	20	1,756,666	86.63
113	143	30	2,446,246	39.26
113	153	40	3,009,990	23.05
113	163	50	3,447,898	14.55
113	173	60	3,759,970	9.05
113	183	70	3,946,207	4.95
113	193	80	4,006,608	1.53



En la gráfica anterior se identifica el *beneficio marginal* que obtienen los consumidores con incrementos de 10 lps. Además se observa que el beneficio marginal es *decreciente*.

## II. Estimación de los costos

### A. Proyecto “Reparación de fugas”

En la estimación de los costos no se consideraron precios sociales, únicamente precios de mercado<sup>20</sup>. El proyecto de *reparación de fugas* tiene una inversión inicial de N\$ 915,120 y se estimó que se requiere de costos de mantenimiento anual <sup>21</sup> de N\$ 372,000 durante el horizonte del proyecto para mantener un mismo nivel de fugas en la red de distribución de 10% y en las tomas domiciliarias 15%, lo que representa un 25% de fugas totales en el sistema. Este porcentaje se considera como un nivel aceptable de fugas para un sistema de agua potable con las características y antigüedad como el de Ciudad del Carmen.

El valor actual de los costos (VAC) de este programa es el siguiente:

$$VAC = I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{Cm_i}{(1+r)^i}$$

donde:  $I_0$  = inversión inicial de N\$ 915,120

$Cm$  = costo de mantenimiento anual de N\$ 372,000

$r$  = tasa social de descuento de 18%

$n$  = 20 años

El VAC resultante para el proyecto es de **N\$ 3'001,443**

<sup>20</sup> No fue posible utilizar los indicadores: precio social de la mano de obra, de la divisa e impuestos; por la falta de información de los proyectos.

<sup>21</sup> Ver anexo.- proyecto: reparación de fugas

## B. Proyecto "Incremento del gasto suministrado"

El proyecto "Incremento del gasto suministrado" contempla las siguientes inversiones:

Cuadro N° 12  
Costos de inversión

Lugar	Obra	Costo de inversión (N\$)
Captación	Motor pozo N° 1	20,000
	Equipo electromecánico pozo N° 8	227,500
Conducción	Estación rebombeo "Tinto"	200,000
	Válvulas desaireadoras	553,569
Distribución	Rehabilitación válvulas y accesorios en la red	650,000
	Rehabilitación 8 tanques de regularización	5'519,800
<b>TOTAL</b>		<b>7'170,869</b>

Fuente: Propuesta para el mejoramiento del sistema de agua potable de Cd. del Carmen, Camp. Mayo 1995 ajustada por los avances de obra existentes que no se consideran en la inversión inicial.

Se consideraron los costos de rehabilitación de los tanques de regularización y de las válvulas en la red de distribución, para asegurar que el nuevo gasto suministrado proporcione el beneficio de mayor consumo de agua en las zonas de más baja presión. Los beneficios de una *mejor distribución* por el uso de los tanques no se cuantificaron, por no conocer el número de usuarios beneficiados. Con esto sobreestimamos los costos y aseguramos la rentabilidad del proyecto.

El objetivo de incrementar el suministro de agua potable a Ciudad del Carmen de 220 a 320 lps, sólo es posible si se ejecutan conjuntamente las inversiones anteriores. Además de los costos iniciales de inversión de las obras señaladas en el cuadro N°12 deben considerarse el flujo de costos de operación y mantenimiento que generarían durante el horizonte del proyecto. Asimismo se debe añadir que el incremento del caudal mencionado, genera costos incrementales en otros componentes del sistema<sup>22</sup> que deberán tomarse en cuenta en el valor actual de los costos para una situación base optimizada. En el cuadro N° 13 se presenta el VAC = N\$18'145,795 que arroja el proyecto de "Incremento en el gasto suministrado".

**Cuadro N° 13**  
**Valor actual de los costos (VAC)**

<b>Area</b>	<b>Equipos en operación</b>		<b>Valor actual costos (VAC)</b>		
	<b>s/ proyecto</b>	<b>c/ optimiz.</b>	<b>s/ proyecto</b>	<b>c/ optimiz.</b>	<b>c/ optimiz - s/p</b>
Pozos	6	8	5'307,710	7'079,710	1'772,000
Estaciones de bombeo	6	7	16'392,840	20'666,577	4'273,737
Tanques de regularización	2	10	896,981	11'526,491	10'629,510
Válvulas en la conducción y distribución				1'470,548	1'470,548
<b>TOTAL</b>			<b>22'597,531</b>	<b>40'743,326</b>	<b>18'145,795</b>

Fuente: Elaboración propia ( Anexo del N°14 al N° 20)

<sup>22</sup> En el anexo N° 14 se muestran los costos incrementales



### III. Rentabilidad social de los proyectos

#### A. Proyecto "*Reparación de fugas*"

El resultado de la evaluación de este proyecto es el siguiente:

Valor actual de los beneficios (VAB) = N\$ 14'144,266

Valor actual de los costos (VAC) = N\$ 3'001,443

**Valor actual neto (VAN) = N\$ 11'142,823**

**TIR > 200%**

El programa de reparación de fugas presenta un VAN positivo, debido a la reasignación de recursos que posibilita la disminución de pérdidas en las tomas domiciliarias. En primer lugar existe un grupo de consumidores que reducen su consumo a un nivel óptimo y disminuyen sus gastos monetarios, lo que les proporciona un mayor excedente en la situación optimizada cuando sus fugas son reparadas. En segundo lugar ese volúmen de agua liberado por dichos consumidores queda disponible a precios de mercado para los grupos que debían pagar por un alto consumo alternativo por la falta de presión, con lo cual incrementan su excedente.

#### B. Proyecto "*Incremento del gasto suministrado*"

El resultado de la evaluación de este proyecto es el siguiente:

Valor actual de los beneficios (VAB) = N\$ 19'027,579

Valor actual de los costos (VAC) = N\$ 18'145,795

**Valor actual neto (VAN) = N\$ 881,784**

**TIR = 21% > Tasa descuento = 18%**

El VAN positivo permite determinar que el actual sistema de abastecimiento de agua potable puede proporcionar beneficios si se realizan las inversiones mencionadas, debido a que con ellas se incorpora a un grupo de consumidores que aún cuando estando conectados a la red de distribución recibían una baja dotación por la baja presión, llevándolos a la necesidad de abastecerse por medios alternativos pagando precios superiores a las tarifas de mercado. Cabe señalar también, que al realizar la evaluación existían inversiones ya realizadas de la propuesta original (avances físicos de obra o costos hundidos), lo cual reflejó que el VAN del proyecto fuese positivo.

Es necesario señalar nuevamente que a éste proyecto le fueron considerados los costos de rehabilitación de los tanques de regularización y de las válvulas de seccionamiento en la red de distribución; para asegurarnos que la población conectada a la red pueda recibir el beneficio de un mayor consumo de agua. Aún considerando éstos costos, el VAN resultó positivo con lo que se asegura la rentabilidad del proyecto y la recomendación de realizarlo en el momento actual.

Los Valores Actuales Netos obtenidos en ambos proyectos, nos permitieron identificar al proyecto "*reparación de fugas*" como el *más rentable* y por lo tanto se recomienda su realización en el momento actual y no sólo reducir las pérdidas de agua por fugas en un 50%, sino en el mayor porcentaje que técnica y financieramente sea posible.

Finalmente el realizar los proyectos nos permite conocer los beneficios de la situación base optimizada, que no deberán ser cuantificados a una situación con proyecto.

## CAPITULO 6 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

### I. Conclusiones

Por los problemas económicos que atraviesa nuestro país es preciso que la asignación de recursos públicos se realice en forma más eficiente y que responda a las necesidades sociales más urgentes. Por ello es conveniente que el SMAP realice una revisión más profunda de su propuesta tanto en los aspectos técnicos, financieros y socioeconómicos y realicen las obras de rehabilitación y mejoramiento antes de iniciar la ampliación del sistema.

1. Es posible que la población de 160 000 habitantes para Ciudad del Carmen este sobreestimada y por lo tanto la demanda de agua potable. En marzo de 1995 la Universidad Autónoma del Carmen realizó un censo sobre las causas de expansión urbana, este registró 20 886 viviendas; la institución recomienda que se calcule la población aplicando un índice de hacinamiento de 4.5 habitantes por vivienda por lo que la población sería de 93 987 habitantes. Con ello los requerimientos de agua potable que estima el SMAP disminuirían de 463 lps a 272 lps, según el criterio de dotación de 250 litros/habitante/día que maneja la CNA.
2. La **dotación** de 250 l/h/d corresponde a un criterio técnico que se utiliza para elaborar el diseño del sistema de agua potable; mientras que el **consumo** se refiere al agua usada en las viviendas que depende de factores climáticos, el nivel socioeconómico de los usuarios y puede variar por diversas causas

como son: la presión en la red, la suficiencia en el abastecimiento, la existencia del alcantarillado, el precio del servicio agua potable y el ingreso familiar.

3. En función de esto, podemos decir que las dotaciones sólo son estimaciones generales y no obedecen a un riguroso estudio de mercado sobre la demanda de la población del proyecto y el cual debe realizarse previo a la realización de una propuesta de inversión.
4. Se detectó que aún sin realizar inversiones en obras de captación y conducción adicional, es posible aumentar el consumo por habitante al realizar inversiones en un "programa de reparación de fugas", con este **programa se puede elevar de 90 lps a 113 lps la entrega de agua a consumidores de tipo doméstico.**
5. Según el análisis realizado sobre la variación de la presión en la línea de conducción, la capacidad instalada de los pozos, el acueducto y las estaciones de bombeo, **el sistema actual permite incrementar la dotación de agua destinado principalmente a consumidores de tipo doméstico de 113 lps a 166 lps, si se incrementa el caudal recibido en Ciudad del Carmen de 220 lps a 320 lps, con la realización de las siguientes obras:**
  - i. rehabilitar el pozo 1, mantener en operación los restantes en la zona de captación, equipar el pozo 8 y utilizarlo de respaldo para casos de emergencia.

ii. concluir las obras de la estación de rebombeo "Tinto" entre las estaciones Plan de Ayala y Sabancuy.

iii. reposición de las válvulas desaireadoras en la línea de conducción.

6. Con la rehabilitación de las válvulas y sus cajas en la red de distribución y de los tanques de regularización **es posible transferir recursos (agua potable) de las zonas con alto consumo hacia zonas de bajo consumo**, que son las que pagan un mayor precio implícito en la situación actual.

7. Asimismo es posible mejorar el nivel de bienestar general si se revisan los criterios sociales y los privados para la asignación o distribución de agua potable. Por ejemplo, las colonias de San Manuel e Infonavit cuentan con abastecimiento regulado mediante tanques, mientras que en colonias que tienen deficiencias en el abastecimiento por problemas de presión en la red no se utilizan los tanques. Ello lleva a concluir que el insuficiente gasto entregado actualmente no es ninguna justificación para no seccionar la red y utilizar los tanques existentes y con ello entregar agua a colonias que tienen deficiencias en el abastecimiento.

8. El presente estudio evalúa el efecto del mejoramiento del sistema actual de agua potable, sobre la sociedad, con el objeto de no atribuirle beneficios ilegítimos a la situación con proyecto. La situación con proyecto en este caso es la ampliación del sistema de abastecimiento con la construcción de un nuevo acueducto y la ampliación en la red de distribución.

9. Los criterios de evaluación para ambos proyectos son:

- El Valor Actual Neto Social (VANS)
- Tasa Interna de Retorno (TIR)

En particular, el proyecto denominado "**Reparación de Fugas**", que consiste en disminuir en promedio el 50% de las fugas en las tomas domiciliarias de las zonas de Ciudad del Carmen con mayor incidencia de las mismas, requiere una inversión inicial de N\$ 915,120 y un costo anual de mantenimiento y operación de N\$ 484,220 para el primer año y de N\$ 372,000 durante el horizonte de 20 años, con lo cual el valor actual de costos **VAC = N\$ 3'001,443**. Los beneficios anuales identificados son N\$ 2'642,424 que traídos a valor presente son **VAB = N\$ 14'144,266**. Con lo que el Valor Actual Neto Social del proyecto "**reparación de fugas**" es **VANS = N\$ 11,142,823** y una **TIR >200%**.

El proyecto denominado "**Incremento del Gasto Suministrado**", que consiste en incrementar el suministro de 220 a 320 lps, mediante obras como la incorporación de un motor al pozo N° 1, la interconexión del pozo N° 8, concluir la construcción de la estación de bombeo "Tinto", la reposición de las válvulas desaireadoras a lo largo de la red de conducción, obras que requieren de una erogación para la inversión inicial y los costos de operación y mantenimiento cuyo monto en valor actual es: Valor Actual de los Costos **(VAC) = N\$ 18'145,795**. Los beneficios anuales identificados son de N\$ 3'554,732 que traídos a valor presente son **(VAB) = N\$19'027,579**.

Con lo que el Valor Actual Neto Social del proyecto "Incremento del Gasto Suministrado" es VANS = N\$ 881,784 y la TIR = 21%.

10. Se concluye que se deben realizar las obras para el mejoramiento del actual sistema de agua potable y posponer las obras de ampliación o construcción del nuevo acueducto. Dentro de la situación optimizada se debe **priorizar** el inicio de las obras en el siguiente orden: i) programa de reparación de fugas ii) rehabilitación de la línea de conducción, para incrementar el gasto y iii) rehabilitación de tanques de regularización y de válvulas y sus cajas en la red de la ciudad.

## **II. Recomendaciones**

1. Realizar un estudio para analizar la resistencia de la tubería a las presiones de la red de distribución, debido a que si no resiste un gasto de 320 lps, tampoco podría resistir el gasto de 500 lps que proponen con el nuevo acueducto. La resistencia de la tubería no debe ser menor que la altura de los tanques de regularización.
2. Evaluar la alternativa de construir 6 estaciones intermedias y pozos adicionales de captación con lo cual se puede incrementar el gasto hasta 437 lps versus la alternativa de posponer la construcción del nuevo acueducto. Es posible técnicamente afirmar que, si trabajan 12 estaciones con una distancia promedio de 10 kilómetros entre cada una de ellas se puede conducir un caudal de 437 lps a una velocidad recomendada de 1.5 m/s, para ello habría que estudiar la instalación de un equipo para absorber el golpe de ariete.

3. Poner en marcha un programa de reparación y reposición de macro y micromedidores.
4. Establecer algunos mecanismos para hacer eficiente administrativamente al organismo operador, como: la actualización de tarifas, que con ayuda de la reparación de micro y macromedidores facilitará el cobro en función al servicio medido.
5. Dar seguimiento al censo realizado por la UNACAR con el propósito de tener mayor certeza de la población actual, para el diseño de futuros proyectos y conocer los requerimientos reales de agua potable.
6. Poner en marcha un programa de instalación y/o reparación de medidores especialmente en las industrias, barco surto y colonias con presión.
7. La sectorización del gasto por tandeo.
8. Evaluar el efecto de la ejecución de un programa de cambio de los excusados con depósitos de 18 a los de 6 litros y otras instalaciones de bajo consumo de agua, dirigido a instituciones públicas y zonas residenciales que consumen elevados volúmenes de agua.
9. Atender el programa de manejo del Area Natural Protegida, donde se establecen las actividades permitidas y/o compatibles con las vocaciones del área al momento de la planeación de obras, actividades o proyectos que se vayan a ejecutar en la zona.



10. Las obras o actividades públicas o privadas que se pretendan desarrollar en el área deberán realizar un estudio de impacto ambiental para determinar la viabilidad ecológica del proyecto.
11. Conforme a la NOM-067-ECOL-1994, que entrará en vigor el 1 de enero de 1997 las descargas de aguas residuales deberán ajustar sus parámetros conforme las especificaciones de la norma. Lo que implica que se deberá contar con una planta de tratamiento de tipo secundario para ello.
12. La necesidad de evaluar la construcción de un sistema de alcantarillado es impostergable dadas las condiciones de contaminación del área urbana de la isla incluyendo el manto freático y los riesgos sanitarios que esta situación origina.

### **III. Limitaciones**

1. La información requerida para la evaluación del proyecto desde su inicio ha sido una tarea de investigación permanente que ha chocado generalmente con la que disponen por una parte BANOBRAS para la evaluación financiera, la CNA en el Programa Maestro, el Organismo Operador y las que se obtiene de otras fuentes:
  - i) La incongruencia en algunos datos sobre todo en el rubro de la población, que es un dato fundamental para la elaboración del proyecto, es manejado con diferencias significativas, por los proponentes del proyecto.

2. No existe un programa preciso de costos de inversión y mantenimiento por parte del organismo operador para cada una de las obras por realizar, por lo tanto se recurrió a estimaciones y proyecciones propias.
  
3. En el proyecto "Incremento del gasto suministrado" se considerarán las inversiones que se realicen a partir de la evaluación del proyecto en algunas obras como la estación de rebombeo "Tinto" y el pozo N° 8 que tienen avances importantes en su realización.

**ANEXO N° 1**

**PROPUESTA POR EL SMAP PARA EL MEJORAMIENTO DE AGUA POTABLE DE  
CIUDAD DEL CARMEN, CAMPECHE**

**PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL  
SISTEMA DE AGUA POTABLE DE CD. DEL CARMEN,  
CAMPECHE.**

MAYO DE 1995

# **PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE CD. DEL CARMEN, CAMPECHE**

## **INDICE:**

**I.- SITUACION ACTUAL**

**II.- OBRAS Y ACCIONES PROPUESTAS**

**III.- INVERSION PROPUESTA**

## **I.- SITUACION ACTUAL.**

### **1.- CARACTERISTICAS GENERALES.**

CIUDAD DEL CARMEN, CAMPECHE, SE LOCALIZA ENTRE LOS PARALELOS 18° 37' Y 18° 40' DE LATITUD NORTE Y LOS MERIDIANOS 91° 48' Y 91° 51' DE LONGITUD OESTE, LA ALTURA MEDIA ES DE 2.0 M.S.N.M., ESTA LOCALIZACION CORRESPONDE AL AREA DE LA ZONA URBANA QUE SE ENCUENTRA ESTABLECIDA EN EL EXTREMO PONIENTE DE LA ISLA DEL CARMEN, OCUPANDO UN AREA DE APROXIMADAMENTE 2,500 HAS.

LA PRINCIPAL ACTIVIDAD ECONOMICA DE CIUDAD DEL CARMEN HA SIDO LA PESCA Y A PARTIR DE 1967 LA EXPLOTACION DE HIDROCARBUROS EN LA SONDA DE CAMPECHE PROVOCANDO TASAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL SUPERIORES AL 7% ANUAL SOBRE TODO AL INICIO DE LA DECADA DE LOS 80'S, CONSIDERANDOSE LA POBLACION ACTUAL DE 160,000 HABITANTES APROXIMADAMENTE.

ESTE AUMENTO POBLACIONAL HA PROVOCADO UN DESFASAMIENTO ENTRE LA OFERTA Y LA DEMANDA DE SERVICIOS ENTRE LOS QUE SE ENCUENTRAN EL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO.

### **2.- AGUA POTABLE.**

CIUDAD DEL CARMEN SE ABASTECE DE AGUA POTABLE POR MEDIO DE UN ACUEDUCTO DE 122 KMS. DE LONGITUD QUE INICIO SU OPERACION EN EL AÑO DE 1978 Y QUE FUE DISEÑADA PARA UNA POBLACION DE 60,000 HABITANTES CON UNA PROYECCION DE CRECIMIENTO HASTA 90,000 HABITANTES EN UN LAPSO DE 20 AÑOS, Y UNA CAPACIDAD MAXIMA DE CONDUCCION DE 220 L.P.S. ACTUALMENTE LA POBLACION DEMANDA 500 L.P.S, LO QUE ARROJA UN DEFICIT DEL 56%, POR LO QUE LA POBLACION SE ABASTECE POR MEDIO DE POZOS INDIOS ALIMENTADOS POR EL MANTO FREATICO DE LA ISLA, EL CUAL SE ENCUENTRA CONTAMINADO PORQUE NO SE CUENTA CON DRENAJE SANITARIO, LAS DESCARGAS DE LAS AGUAS RESIDUALES ES POR MEDIO DE FOSAS SEPTICAS Y LA PERMEABILIDAD DEL SUELO ES ELEVADA. ESTA SITUACION AÑO CON AÑO SE AGRAVA POR QUE EL CRECIMIENTO DEMOGRAFICO TODAVIA ES IMPORTANTE

**CAPTACION.** EL AREA DE CAPTACION SE LOCALIZA A 130 KMS DE CD. DEL CARMEN, CERCA DE CHICBUL, SABANCUY, CARMEN, CAMPECHE Y SE REALIZA MEDIANTE 8 POZOS PROFUNDOS CON UNA CAPACIDAD TOTAL DE 300 L.P.S.

**CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS ELECTROMECAVICOS EN LAS ESTACIONES DEL ACUEDUCTO**

ESTACION	TRANSFOR MADOR (KVA)	DIAMETRO DE COLUMNA (")	DIAMETRO DE FLECHA (")	DIAMETRO DE ADEME (")	GASTO (L.P.S.)	CARGA DINAMICA TOTAL (M)	PROFUN- DIDAD DE TAZONES (M)	POTENCIA (H.P)	REVOLU- CIONES POR MINUTO
POZO 1	30	6	1	16	20	50	30	20	1800
POZO 2	30	6	1 3/16	16	25	50	30	25	1800
POZO 3	75	8	1 3/16	16	70	50	30	60	1800
POZO 4	30	6	1 3/16	16	25	50	30	40	1770
POZO 5	75	8	1 3/16	16	60	50	30	60	1750
POZO 6	75	8	1 3/16	16	50	50	30	60	1750
POZO 7	75	8	1 3/16	16	50	50	30	40	1500
POZO 8				16					
P. DE AYALA	112.5	10	1 1/2		125	45	4	100	1750
SABANCUY	112.5	10	1 7/16		120	50	4	100	1750
PALMAS	112.5	10	1 7/16		120	50	4	100	1750
LAGUADA	150-112.5	10	1 7/16		120	50	4	100	1750
BAHAMITA	112.5	10	1 7/16		120	50	4	100	1750
CARMEN	75	8	1 3/16		80	45	6	60	1725

NOTA: EN TODOS LOS CARCAMOS ESTAN INSTALADOS 4 EQUIPOS DE LA MISMA CAPACIDAD.

CONDUCCION. CONSISTE EN UN ACUEDUCTO DE 122 KMS. DE LONGITUD HECHO CON TUBERIA DE ASBESTO CEMENTO CLASE A-5 EN TRAMOS DE 4 M. DE LONGITUD. SE INICIA EN LA PRIMERA ESTACION DE REBOMBEO DENOMINADA PLAN DE AYALA Y TERMINA EN LA ESTACION DE REBOMBEO DE CIUDAD DEL CARMEN, CAMPECHE CRUZANDO LA LAGUNA DE TERMINOS A LA ALTURA DEL POBLADO DE ISLA AGUADA CON 4 KMS. DE TUBERIA DE ACERO AL CARBON GRADO B DE 18 " DE DIAMETRO. EN ESTE MISMO TRAMO SE CONSTRUYO EN 1993-1994 UNA NUEVA TUBERIA SUBMARINA DE 4 KMS. DE LONGITUD PARALELA A LA ANTIGUA CON TUBERIA DE ACERO AL CARBON API 5L GX-52 DE 24" DE DIAMETRO X 0.406" DE ESPESOR DE PARED, CON EL FIN DE GARANTIZAR POR LO MENOS 15 AÑOS EL ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CIUDAD DEL CARMEN Y EVITAR EL CUELLO DE BOTELLA QUE REPRESENTABA EL TRAMO ANTIGUO. EL AGUA ES BOMBEADA POR 5 ESTACIONES DE REBOMBEO LOCALIZADAS SOBRE EL TRAZO DEL ACUEDUCTO

A UNA DISTANCIA ENTRE ELLAS DE 20 KMS. APROXIMADAMENTE A EXCEPCION DE LA ESTACION PLAN DE AYALA QUE SE ENCUENTRA A 40 KMS. DE LA SEGUNDA ESTACION DE REBOMBEO DE SABANCUY, SIENDO LA CAPACIDAD TOTAL DE CONDUCCION DEL ACUEDUCTO DE 220 L.P.S.

ACTUALMENTE SE ESTAN CONSTRUYENDO 3 ESTACIONES DE REBOMBEO EN EL MISMO SITIO QUE LAS ANTIGUAS CON EL FIN DE REPONERLAS PORQUE YA PRESENTAN CIERTO DETERIORO, ASIMISMO SE CONSTRUYE UNA NUEVA ESTACION DE REBOMBEO A MITAD DEL TRAMO PLAN DE AYALA-SABANCUY.

CUANDO TODA ESTA NUEVA INFRAESTRUCTURA ENTRE EN OPERACION SE PODRA CONducIR UN MAXIMO DE 270 L.P.S. APROXIMADAMENTE Y VENDRA A REDUCIR EN UN 10% EL DEFICIT ACTUAL.

OPERAR EL ACUEDUCTO A 270 L.P.S. INCREMENTARA NOTABLEMENTE LOS COSTOS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO, SIN RESOLVER TOTALMENTE EL PROBLEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A CIUDAD DEL CARMEN, POR LO QUE CONSIDERAMOS QUE ES NECESARIO INCREMENTAR EL APORTE DE AGUA POR MEDIO DE UNA NUEVA OBRA DE INFRAESTRUCTURA QUE PUEDE SER UN NUEVO ACUEDUCTO O UNA DESALADORA DE AGUA DE MAR.

**DISTRIBUCION.** EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DE CIUDAD DEL CARMEN, SE LLEVA CABO POR MEDIO DE UNA SOLA ESTACION CENTRAL DE BOMBEO EN DONDE EL AGUA RECIBE COMO UNICO TRATAMIENTO LA CLORACION Y ES BOMBEOADA DIRECTAMENTE A LA RED PRIMARIA DE DISTRIBUCION CONSISTENTE EN 3 RAMALES DE 20", 14", Y 10" Ø RESPECTIVAMENTE. EN 1990 SE CONSTRUYERON AL PIE DE CADA TANQUE ELEVADO LOS TANQUES SUPERFICIALES Y UNA RED DE INTERCONEXION DE LOS MISMOS EN DIVERSOS DIAMETROS, ESTA OBRA POR DIVERSAS CAUSAS QUEDO INCONCLUSA Y HACE FALTA TERMINARLA PARALELAMENTE A LA OBRA DE NUEVO ABASTECIMIENTO, PORQUE ACTUALMENTE Y DESDE HACE 10 AÑOS QUE SE ACENTUA EL DEFICIT DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, LOS TANQUES CON LOS QUE CUENTA EL SISTEMA NO SE ENCUENTRAN EN OPERACION. LA CAPACIDAD TOTAL DE LOS 10 TANQUES ELEVADOS ES DE 4,085 M<sup>3</sup>.



CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS TANQUES				
UBICACION DE LOS TANQUES	TANQUE ELEVADO M <sup>3</sup>	TANQUE SUPERFICIAL M <sup>3</sup>	ALTURA TANQUE ELEVADO M.	ALTURA TANQUE SUPERFICIAL M.
PTO. PESQUERO	500	500	18.35	2.70
CALLE 34 X 41	1900	850	19.50	2.80
FATIMA	1000	400	21.56	2.60
CALLE 56 X 33	50	1250	15.70	2.87
MANIGUA	60	110	10.75	2.70
PANTEON	50	1116	15.55	2.80
SAN MANUEL	235	520	15.38	1.30
SAN FRANCISCO	150	300	15.50	1.10
INFONAVIT	80	775	13.10	2.70
PALMIRA	60	250	10.75	2.70

COMERCIALIZACION:

IMPORTE DE LA FACTURACION DE AGUA EN 1994

USUARIO	PROMEDIO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
DOMESTICO		8201	8321	8111	8352	8219	7987	8088	8228	7282	8087	8088	8398	10398
VALORES		41178234	37029338	37243634	40211838	42624504	44688553	40837885	43987228	46740488	43985236	40178705	42713888	50881551
TARIFA N°/M3	120													
VOLUMEN EN M3		343152	30839845	34034895	38848247	35520828	38900237	38038004	38138022	38967058	33828880	33649758	35408540	423888157
VOLUMEN EN LPS		33058	33058	33058	33058	33058	33058	33058	33058	33058	33058	33058	33058	33058
COMERCIAL		510	511	518	541	544	545	548	548	548	548	556	556	556
VALORES		7488100	8434530	8158848	8828330	8515930	8028880	8288730	8872880	8187880	8112380	8838880	8888880	8888880
TARIFA N°/M3	150													
VOLUMEN EN M3		499287	3934155	2732860	3288158	3810883	3818238	2488833	3227847	3443282	3778888	3258882	3220781	3888888
VOLUMEN EN LPS		8900	8125	855	825	844	838	855	828	893	885	848	825	888
INDUSTRIAL		87	88	87	87	87	87	87	88	88	88	88	88	88
VALORES		8878800	8128830	7757130	7885780	8181370	7888880	7278280	8488880	8232280	7878180	7888880	8888880	8888880
TARIFA N°/M3	240													
VOLUMEN EN M3		3688148	3288888	2988148	3088888	3132845	3088888	2788783	3088888	3888888	3488888	3488888	3188888	3888888
VOLUMEN EN LPS		828	828	828	828	828	828	828	828	828	828	828	828	828
BARCO SURTO		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
VALORES		1888800	1888800	8888800	1888800	8888800	1888800	1888800	1888800	1888800	1888800	1888800	1888800	1888800
TARIFA N°/M3	108													
VOLUMEN EN M3		1888800	8888800	1888800	8888800	8888800	1888800	1888800	1888800	1888800	1888800	1888800	1888800	1888800
VOLUMEN EN LPS		8888800	8888800	8888800	8888800	8888800	8888800	8888800	8888800	8888800	8888800	8888800	8888800	8888800
PIPA EN BLOQUE														
VALORES														
TARIFA N°/M3														
VOLUMEN EN M3														
VOLUMEN EN LPS														
TOTAL														
VALORES		41178234	37029338	37243634	40211838	42624504	44688553	40837885	43987228	46740488	43985236	40178705	42713888	50881551
VOLUMEN EN M3		41840548	37830338	37178881	42588888	42835338	45678788	38788380	4978888	50837888	44822888	44822888	4788888	5288888
VOLUMEN EN LPS		8288	8038	8087	8887	8884	8784	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888

IMPORTE DE LA FACTURACION DE AGUA EN 1995

USUARIO	PROMEDIO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
DOMESTICO		8883	8871	8878										
VALORES		4228888	38881024	38887738										8888888
TARIFA N°/M3	120													
VOLUMEN EN M3		3518888	3247888	3888888										8888888
VOLUMEN EN LPS		8887	8885	8888										8888
COMERCIAL		510	518	583										
VALORES		7888880	8888880	8822380										8888880
TARIFA N°/M3	150													
VOLUMEN EN M3		5288887	5547783	5888887										8888888
VOLUMEN EN LPS		888	888	888										888
INDUSTRIAL		87	87	81										
VALORES		8888880	8888880	7888880										8888880
TARIFA N°/M3	240													
VOLUMEN EN M3		3338887	3244477	3888887										8888888
VOLUMEN EN LPS		828	828	828										828
BARCO SURTO		8	8	8										
VALORES		1888800	1888800	1888800										8888800
TARIFA N°/M3	700													
VOLUMEN EN M3		1248800	8888800	1338800										8888800
VOLUMEN EN LPS														
PIPA EN BLOQUE														
VALORES														
TARIFA N°/M3														
VOLUMEN EN M3														
VOLUMEN EN LPS														
TOTAL														
VALORES		4228888	38881024	38887738										8888888
VOLUMEN EN M3		3843480	3875328	3788888										8888888
VOLUMEN EN LPS		8888	8785	8888										8888

USUARIOS POR TIPO DE SERVICIO					
DOMESTICO	COMERCIAL	INDUSTRIAL	BARCO SURTO	PIPA EN BLOQUE	TOTAL
20074	562	181	16	3	20.836

EL 87% DEL SERVICIO ES MEDIDO Y LA EFICIENCIA GLOBAL ES DE APROXIMADAMENTE EL 50%, CON UN INGRESO PROMEDIO MENSUAL DURANTE 1994 DE N\$ 528,874.41, LA TARIFA PROMEDIO ES DE N\$ 1.90 EL M3. ESCALABLE DEPENDIENDO DEL RANGO DE CONSUMO Y EL TIPO SE USUARIO. LAS PERDIDAS FISICAS SON APROXIMADAMENTE EL 15%.

LA TARIFA DE AGUA POTABLE A PESAR DE NO HABERSE INCREMENTADO DESDE OCTUBRE DE 1991 SIGUE SIENDO DE LAS MAS CARAS EN TODO EL SURESTE EXCEPTUANDO A CANCUN, Q.R.

#### TARIFA DE AGUA POTABLE POR RANGO DE TOMAS

TARIFA DOMESTICA		
RANGO DE CONSUMO	CUOTA LIMITE INFERIOR	N\$ M <sup>3</sup> EXEDENTE
0-5	N\$ 8.50	N\$ 0.00
5.01-10	N\$ 8.50	N\$ 1.20
10.01-15	N\$ 14.50	N\$ 1.30
15.01-30	N\$ 21.00	N\$ 1.50
30.01-50	N\$ 43.50	N\$ 1.70
50.01-100	N\$ 77.50	N\$ 2.00
100.01-EN ADELANTE	N\$ 177.50 O MAS	N\$ 2.30

TARIFA COMERCIAL		
0-15	N\$ 15.80	N\$ 0.00
15.01-40	N\$ 15.80	N\$ 1.70
40.01-100	N\$ 58.30	N\$ 2.10
100.01-EN ADELANTE	N\$ 184.30 O MAS	N\$ 2.40

TARIFA INDUSTRIAL		
0-30	N\$ 37.10	N\$ 0.00
30.01-70	N\$ 37.10	N\$ 1.70
70.01-110	N\$ 105.10	N\$ 2.00
110.01-210	N\$ 185.10	N\$ 2.20
210.01-EN ADELANTE	N\$ 405.10	N\$ 2.50

A PESAR DE QUE ADMINISTRATIVAMENTE ESTAMOS EN BUENA POSICION CON RESPECTO A LA MEDIA NACIONAL, ACTUALMENTE SOMOS DEFICITARIOS PORQUE NUESTROS COSTOS DE PRODUCCION POR METRO CUBICO DE AGUA SON MUY ELEVADOS Y SE SIGUEN INCREMENTANDO, DESFASANDOSE CON RESPECTO A NUESTRA TARIFA QUE ES LA MISMA DESDE EL AÑO DE 1991

**ANEXO N° 10 - CUENTA DE GASTOS Y EGRESOS DEL MUNICIPIO DE AGUA POTABLE EN 1994**

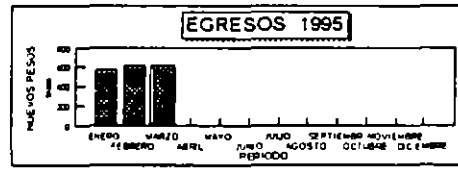
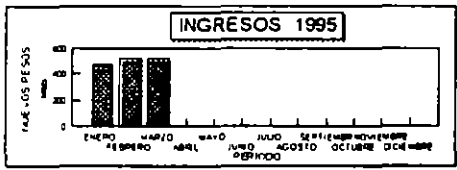
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
INGRESOS	21072.00	20814.72	21490.84	20252.32	20129.42	21374.40	19842.77	20941.30	222399.17	22911.74	20095.40	248174.24	355546.51
OPERATIVOS	219399.00	117134.82	214208.47	235738.28	346735.89	245403.74	206482.47	235841.70	282550.54	290190.81	230753.46	137571.44	3044590.02
ADICIONALES	127487.12	235565.10	208868.80	84578.45	171884.15	173283.45	84441.68	243248.82	175521.44	142571.80	122945.42	153189.40	2674882.53
OTROS INGRESOS	58827.45	67000.00	0.00	4000.00	0.00	0.00	2339.00	50.00	0.00	0.00	0.00	6700.00	49917.45
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>	<b>498691.48</b>	<b>468916.44</b>	<b>462169.91</b>	<b>424569.05</b>	<b>538629.66</b>	<b>468241.79</b>	<b>465585.76</b>	<b>497976.88</b>	<b>540571.15</b>	<b>655683.97</b>	<b>423464.87</b>	<b>382239.44</b>	<b>6364956.48</b>



	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
GASTOS DE OPERACION	180350.95	407773.31	153840.96	276517.18	402586.99	184758.00	147097.57	470848.90	303455.18	547495.91	281399.74	111378.71	5148380.45
GASTOS DE ADMINISTRACION	417244.81	128544.75	336293.35	458893.57	863339.82	918131.11	86826.89	154033.21	807316.69	205725.77	178248.17	147853.06	772736.50
GASTOS DE CONSERVACION	20100.00	7379.18	87987.79	28999.18	50453.45	42887.23	18685.74	28417.47	37310.03	49814.51	64515.87	86917.58	467271.17
GASTOS FINANCIEROS	21.00	44.00	428.99	47.30	97.00	75.00	488.00	110.50	229.11	557.21	234.88	50.00	2540.75
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	<b>619316.85</b>	<b>618751.24</b>	<b>544566.89</b>	<b>864447.13</b>	<b>1488657.86</b>	<b>623184.74</b>	<b>637884.26</b>	<b>683116.14</b>	<b>487143.41</b>	<b>858185.34</b>	<b>522873.86</b>	<b>1528499.33</b>	<b>7899486.31</b>

**ANEXO N° 11 - CUENTA DE GASTOS Y EGRESOS DEL MUNICIPIO DE AGUA POTABLE EN 1995**

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
INGRESOS	21060.00	21363.12	21879.95										64323.07
OPERATIVOS	152855.48	129095.57	262874.81										544825.86
ADICIONALES	203463.98	262149.75	245729.88										712948.61
OTROS INGRESOS	110.00	0.00	0.00										110.00
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>	<b>418630.46</b>	<b>518258.44</b>	<b>524684.83</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>1367482.68</b>



	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
GASTOS DE OPERACION	187450.53	258736.03	153752.54										599939.10
GASTOS DE ADMINISTRACION	47035.80	172048.52	84953.05										300037.37
GASTOS DE CONSERVACION	13452.95	10088.18	84568.15										128109.28
GASTOS FINANCIEROS	233.00	42673.35	493.55										43000.00
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	<b>669572.28</b>	<b>618751.24</b>	<b>618751.27</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>1367482.68</b>

EL COSTO ACTUAL DEL M³ DE AGUA ENTREGADA EN LA RED DE DISTRIBUCION ES DE: N\$ 1.10 DESGLOSANDOSE DE LA MANERA SIGUIENTE:

GASTOS DE OPERACION	65.89 %
GASTOS DE ADMINISTRACION	26.88 %
GASTOS DE CONSERVACION	7.20 %
GASTOS FINANCIEROS	0.03 %
<b>TOTAL</b>	<b>100.00 %</b>

LAS CIFRAS ANTERIORES NOS INDICAN QUE ES NECESARIO EN ESTE MOMENTO EFICIENTAR EL AREA COMERCIAL DE SISTEMAS E INCREMENTAR TARIFAS PAULATINAMENTE HASTA LOGRAR DE NUEVA CUENTA LA AUTOSUFICIENCIA ECONOMICA.

### 3.- ALCANTARILLADO SANITARIO Y SANEAMIENTO.

EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PARA CIUDAD DEL CARMEN, CAMPECHE ES CASI NULO Y LA MAYOR PARTE DE LA POBLACION VIERTI SUS AGUAS NEGRAS AL MANTO FREATICO CONTAMINANDOLO UTILIZANDO FOSAS SEPTICAS Y POZOS NEGROS, SOLAMENTE DOS FRACCIONAMIENTOS DE PETROLEOS MEXICANOS, ALGUNOS HOSPITALES Y EL EUROHOTEL CUENTAN CON SUS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y REPRESENTAN SOLAMENTE EL 2% APROXIMADAMENTE DE LA POBLACION TOTAL. ACTUALMENTE SE ESTA CONSTRUYENDO EL COLECTOR COSTERO NORTE CONSISTENTE EN 6,147 M. DE TUBERIA DE FIBROCEMENTO CLASE B-7.5, DE DIFERENTES DIAMETROS.

#### TRAMOS DE PROYECTO COLECTOR COSTERO NORTE

TUBERIA DE 44" DE DIAMETRO	1,986 M.
TUBERIA DE 36" DE DIAMETRO	2,412 M.
TUBERIA DE 30 " DE DIAMETRO	599 M.
TUBERIA DE 24" DE DIAMETRO	1,150 M.

TAMBIEN EN ESTE MISMO COLECTOR SE CONSTRUIRA UNA ESTACION DE REBOMBEO Y UN TRAMO DE 618 M. DE TUBERIA DE PRESION. AL MOMENTO SE TIENEN CONSTRUIDOS LOS SIGUIENTES TRAMOS DEL COLECTOR COSTERO NORTE:

#### TRAMOS CONSTRUIDOS DEL COLECTOR COSTERO NORTE

TUBERIA DE 44" DE DIAMETRO	1,722 M.
TUBERIA DE 36" DE DIAMETRO	407 M.
TUBERIA DE 30 " DE DIAMETRO	599 M.
TUBERIA DE 24" DE DIAMETRO	1,150 M.

EL PROYECTO TOTAL DE DRENAJE SANITARIO PARA CD. DEL CARMEN CAM. CONSISTE ADICIONALMENTE EN LA CONSTRUCCION DE LA RED DE ATARJEAS Y UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CUYO PROYECTO ESTA ELABORADO, ASI COMO CINCO COLECTORES: COLECTOR CENTRAL SUR CON UNA LONGITUD DE 2,992 M. CON DIAMETROS DE 30 A 150 CM.

COLECTOR CENTRAL NORTE CON UNA LONGITUD DE 3,816 M. Y DIAMETROS DE 45 A 150 CM., COLECTOR AEROPUERTO CON 3,040 M. Y UN DIAMETRO DE 150 CM., COLECTOR SUR CON 5841 M. Y DIAMETROS DE 35 A 150 CM. Y EL COLECTOR NORTE.

#### **4.- DRENAJE PLUVIAL.**

LA TOPOGRAFIA DEL AREA QUE OCUPA LA MANCHA URBANA ES CASI PLANA, LA ELEVACION MAXIMA ES DE 3 M.S.N.M. Y EL PROMEDIO ES DE 2 M.S.N.M., ESTA SITUACION ORIGINA QUE LA CIUDAD PERMANEZCA INUNDADA EN EPOCA DE LLUVIAS .

EL DRENAJE PLUVIAL EXISTENTE CONSISTE BASICAMENTE EN CALLES CANAL Y BANQUETAS CANAL PERO AUN ES INCIPIENTE Y EN ALGUNOS CASOS PRESENTA PROBLEMAS DE DISEÑO.

## II.- OBRAS Y ACCIONES PROPUESTAS.

- 1.- INCREMENTAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA.
- 2.- CONSTRUIR EL DRENAJE SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES .
- 3.- CONSTRUIR EL SISTEMA DEL DRENAJE PLUVIAL.
- 4.- CONSOLIDAR EL ORGANISMO OPERADOR.

DESCRIPCION	MONTO	SITUACION AL 27/ABRIL/95	AVANCE FISICO 1995	AVANCE FISICO 1996
<b>A).-AGUA POTABLE</b>				
<b>1.-NUEVO ACUEDUCTO</b>				
<b>1.1.- CAPTACION</b>	<b>N\$ 30,000,000.00</b>	<b>NEGOCIACION</b>	<b>50%</b>	<b>50%</b>
1.1.1.- CONSTRUCCION DE 10 POZOS PROFUNDOS DE 16" DE DIAMETRO DE ADEME Y 70 MTS. DE PROFUNDIDAD.				
1.1.2.- 12 KILOMETROS DE CAMINOS DE ACCESO A LOS POZOS.				
1.1.3.- 12 KILOMETROS DE LINEA ELECTRICA TRIFASICA DE 34,500 VOLTS.				
1.1.4.- 12 KILOMETROS DE TUBERIA DE INTERCONEXION DE LOS POZOS HASTA LA PRIMERA ESTACION DE REBOMBEO CON DIAMETROS DE 14", 20", 24" Y 30" CON CAJAS DE VALVULAS.				
1.1.5.- EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO Y FONTANERIA.				
<b>1.2.- CONDUCCION</b>	<b>N\$ 180,000,000.00</b>	<b>NEGOCIACION</b>	<b>50%</b>	<b>50%</b>
1.2.1.- SUMINISTRO DE TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD DE 36" DE DIAMETRO.				
1.2.2.- FLETE, ACARREO Y MANIOBRA DE TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.				
1.2.3.- INSTALACION DE LA TUBERIA.				
<b>1.3.- TRES ESTACIONES DE REBOMBEO</b>	<b>N\$ 20,000,000.00</b>	<b>NEGOCIACION</b>	<b>50%</b>	<b>50%</b>
1.3.1.- OBRA CIVIL.				
1.3.2.- OBRA ELECTROMECHANICA.				
1.3.3.- FONTANERIA.				
<b>SUBTOTAL AGUA POTABLE NUEVO ACUEDUCTO</b>	<b>N\$ 230,000,000.00</b>			
<b>AVANCE FISICO DE AGUA POTABLE (N.A.) EN 1995</b>			<b>50%</b>	
<b>AVANCE FISICO DE AGUA POTABLE (N.A.) EN 1996</b>				<b>100%</b>

DESCRIPCION	MONTO	SITUACION AL 27/ABRIL/95	AVANCE FISICO 1995	AVANCE FISICO 1996
<b>2.- ACUEDUCTO EXISTENTE.</b>				
<b>2.1.- CAPTACION.</b>				
2.1.1.- INTERCONEXION DEL POZO NUMERO OCHO.	N\$ 730,307.24	CONTRATACION	100%	0%
<b>2.2.- CONDUCCION.</b>				
2.2.1.- CONSTRUCCION DEL CRUCE SUBACUATICO SABANCUY-SANTA ROSALIA.	N\$ 1,915,069.09	CONTRATACION	100%	0%
2.2.2.- EQUIPAMIENTO ELECTROMECANICO Y FONTANERIA DE LA ESTACION NUEVA DE SABANCUY E ISLA AGUADA.	N\$ 4,000,000.00	PROPUESTA	100	0%
2.2.3.- CONSTRUCCION TANQUE SUPERFICIAL DE 20,000 M3	N\$ 5,000,000.00	PROPUESTA	0%	100%
<b>3.-DISTRIBUCION.</b>				
3.1.-REHABILITACION DE TANQUES ELEVADOS EXISTENTES, SUS LINEAS DE INTERCONEXION Y CARCAMOS.	N\$ 6,000,000.00	PROPUESTA	0%	100%
3.2.- CONSTRUCCION DE TANQUE ELEVADO Y SUS LINEAS DE INTERCONEXION.	N\$ 10,000,000.00	PROPUESTA	0%	100%
3.3.- AMPLIACION DE RED PRIMARIA DE DISTRIBUCION EN EL AREA DE PLAYA NORTE.	N\$ 1,000,000.00	PROPUESTA	100%	0%
3.4.- HIDRANTES CONTRA INCENDIOS.	N\$ 500,000.00	PROPUESTA	100%	0%
<b>SUBTOTAL AGUA POTABLE ACUEDUCTO EXISTENTE</b>	<b>N\$ 29'145,376.33</b>			
<b>SUBTOTAL AVANCE FISICO DE AGUA POTABLE (A.E.) EN 1995</b>			<b>50%</b>	
<b>SUBTOTAL AVANCE FISICO DE AGUA POTABLE (A.E.) EN 1996</b>				<b>100%</b>
<b>TOTAL AGUA POTABLE</b>	<b>N\$259,145,376.63</b>			
<b>TOTAL AVANCE FISICO AGUA POTABLE</b>			<b>50%</b>	
<b>TOTAL AVANCE FINANCIERO AGUA POTABLE</b>				<b>100%</b>
<b>B.- DRENAJE SANITARIO.</b>				
1.-CONSTRUCCION DE COLECTORES CON REDES DE ATARJEAS Y ESTACIONES DE REBOMBEO.	N\$ 100,000,000.00	EJECUCION PROPUESTA	20%	30%
<b>TOTAL DRENAJE SANITARIO</b>	<b>N\$ 100,000,000.00</b>			
<b>TOTAL AVANCE FISICO DRENAJE SANITARIO EN 1995</b>			<b>20%</b>	
<b>TOTAL AVANCE FISICO DRENAJE SANITARIO EN 1996</b>				<b>50%</b>



DESCRIPCION	MONTO	SITUACION AL 27/ABRIL/95	AVANCE FISICO 1995	AVANCE FISICO 1996
<b>C.- DRENAJE PLUVIAL</b>				
1.- CONSTRUCCION DE DRENAJE PLUVIAL.	N\$ 40,000,000.00	PROPUESTA	50%	50%
<b>TOTAL DRENAJE PLUVIAL</b>	<b>N\$ 40,000,000.00</b>			
<b>TOTAL AVANCE FISICO DRENAJE PLUVIAL EN 1995</b>			<b>50%</b>	
<b>TOTAL AVANCE FISICO DRENAJE PLUVIAL EN 1996</b>				<b>100%</b>
<b>D.- SANEAMIENTO.</b>				
1.- CONSTRUCCION DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.	N\$ 50,000,000.00	PROPUESTA	50%	50%
<b>TOTAL SANEAMIENTO</b>	<b>N\$ 50,000,000.00</b>			
<b>TOTAL AVANCE FISICO SANEAMIENTO EN 1995</b>			<b>50%</b>	
<b>TOTAL AVANCE FISICO SANEAMIENTO EN 1996</b>				<b>100%</b>
<b>E.- CONSOLIDACION.</b>				
1.- REHABILITACION DE LAS ESTACIONES DEL ACUEDUCTO CHICBUL-CARMEN.	N\$ 1,647,631.28	CONTRATACION	100%	0%
2.- REHABILITACION DE VALVULAS Y SUS ACCESORIOS.	N\$ 650,000.00	PROPUESTA	100%	0%
3.-INSTALACION DE 5 MIL MICROMEDIDORES.	N\$ 534,215.00	CONTRATACION	100%	0%
4.-AUTOMATIZACION DE LAS ESTACIONES NUEVAS.	N\$ 800,000.00	PROPUESTA	0%	100%
5- EQUIPOS DE EMERGENCIA PARA LAS ESTACIONES DEL ACUEDUCTO CHICBUL-CARMEN.	N\$ 1,153,891.64	CONTRATACION	100%	0%
6 - AUTOMATIZACION DE LOS PROCESOS DE LECTURA.	N\$ 578,790.00	CONTRATACION	100%	0%
7.- PROGRAMA DE ASISTENCIA TECNICA	N\$ 920,000.00	PROPUESTA	100%	0%
8 - OFICINAS ADMINISTRATIVAS Y LABORATORIO.	N\$ 3,900,000.00	PROPUESTA	0%	100%
9.-REPOSICION DE VALVULAS DESAIREADORAS DEL ACUEDUCTO CHICBUL-CARMEN.	N\$ 553,569.00	CONTRATACION	100%	0%
10.- REPOSICION DE 3000 MICROMEDIDORES.	N\$ 800,000.00	PROPUESTA	0%	100%
11.- ACTUALIZACION DEL PADRON DE USUARIOS.	N\$ 600,000.00	PROPUESTA	100%	0%
12.- PROGRAMA DE REPARACION DE FUGAS	N\$ 1,400,000.00	PROPUESTA	100%	0%
13.- SUMINISTRO E INSTALACION DE EQUIPOS DE COMPUTO.	N\$ 1,100,000.00	PROPUESTA	100%	0%
<b>TOTAL DE CONSOLIDACION</b>	<b>N\$ 14,638,096</b>			
<b>TOTAL AVANCE FISICO CONSOLIDACION EN 1995</b>			<b>80%</b>	
<b>TOTAL AVANCE FISICO CONSOLIDACION EN 1996</b>				<b>100%</b>

**III.- PROPUESTA DE INVERSION PARA CD. DEL CARMEN, CAM.**

OBRA	INVERSION TOTAL REQUERIDA	PERIODO DE EJECUCION			ESTRUCTURA FINANCIERA			
		1995	1996	1997	FEDERAL	ESTATAL	CREDITO	I.P.
A.- AGUA POTABLE	259,145,377	129,572,688	129,572,688					
B.- ALCANTARILLADO	100,000,000	20,000,000	30,000,000	50,000,000				
C.- ALCANTARILLADO PLUVIAL	40,000,000	20,000,000	20,000,000					
D.- SANEAMIENTO	50,000,000	25,000,000	25,000,000					
E.- CONSOLIDACION DEL ORGANISMO OPERADOR	14,638,095	11,710,476	2,927,619					
<b>T O T A L E S</b>	<b>463,783,472</b>	<b>206,283,164</b>	<b>207,500,307</b>					

**ANEXO N° 2**

**PROYECTO "REPARACION DE FUGAS"**

## PROYECTO "REPARACIÓN DE FUGAS"

### **Diagnóstico**

Con el fin de conocer el nivel de pérdidas por fugas en la red de distribución, la Comisión Nacional del Agua (CNA) elaboró en 1994 un Estudio de Evaluación de Pérdidas en el Sistema de Agua Potable de Ciudad del Carmen, Campeche. Para su realización se utilizó una metodología elaborada por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), organismo encargado de investigación y desarrollo dependiente de la CNA.

Los objetivos del estudio de evaluación de fugas en tomas domiciliarias incluyó:

- *Aforo de fugas en tomas domiciliarias*
- *Causas que originaron las fugas.*
- *Cuantificación del gasto perdido debido a fugas en tomas domiciliarias.*

Este estudio está basado principalmente en un muestreo y en aforos de 350 tomas domiciliarias.

La información de partida fue la recopilación de los planos de la red de distribución existente, cotejados con recorridos de campo con personal del SMAP.

Una vez generada esta, se procedió a analizar las estadísticas de ocurrencia y reparación de fugas del SMAP, para tener una evaluación preliminar con respecto a la ocurrencia de fugas por sector, tendencias de reparación e índices y patrones de falla (ver Cuadro N° 1).

Cuadro N° 1

Reportes de fugas en el sistema de abastecimiento en 1994

Período	Fugas reportadas
Del 17 al 30 de marzo	75
Del 02 al 30 de abril	180
Del 02 al 31 de mayo	157
Del 01 al 30 de junio	161
Del 01 al 30 de julio	153
Del 01 al 31 de agosto	280
Del 01 al 30 de septiembre	280
Del 01 al 29 de octubre	259
Del 01 al 30 de noviembre	241
Del 01 al 31 de diciembre	275

Fuente: Registros del SMAP

Para determinar el gasto perdido por fugas, se consideró realizar dos muestreos estadísticos que incluyen; 1) inspección de tomas domiciliarias escogidas de manera aleatoria, para definir el porcentaje de tomas que presentan fuga, extrapolarlo dicho resultado al sector estudiado.

2) Conocer paralelamente el gasto promedio que se pierde por fugas en las tomas domiciliarias de un sector determinado y la excavación y aforo de una muestra de fugas ocurridas dentro del mismo, censando las causas que la provocan.

Para efectuar el trabajo de campo se realizó una división de la ciudad en siete sectores (ver Plano N° 1 del anexo), iniciando con una clasificación de las colonias y número de tomas correspondientes a cada sector, existentes en 1993 (ver Cuadro N° 2).

**Cuadro N° 2**  
**Colonias por sector**

<b>Sector</b>	<b>Colonias</b>	<b>N° de tomas en 1993</b>	<b>% del total</b>
I	PALLAS, CENTRO, GUANAL, PUNTILLA, AVIACION, GUADALUPE, CUAUHEMOC, TECOLUTLA, SANTA MARGARITA, PEREZ MARTINEZ, TILA, TACUBAYA, LIMONAR, SALITRAL, PETROLERA, 20 DE NOV., BUROCRATA	6,024	33.4
II	ESTRELLA, MANIGUA, EMILIANO ZAPATA, CARACOL, M. DE LA MADRID, B. JUAREZ, LA PILA, SAN CARLOS, FCO. I. MADERO, PEDRO SAENZ DE BARANDA,	2,799	15.5
III	FATIMA, JUSTO SIERRA, CAMARONEROS 1 Y 2, LOMAS DE HOLCHE, SAN AGUSTIN, INSURGENTES, MALIBRAN, FOVISSTE, MADERO 2A SECCION, SANTA ROSALIA	2,082	11.5
IV	PUERTO PESQUERO, ELECTRICISTAS, REVOLUCION, PLAYA NORTE, MIAMI, CALETA, MARINA DEL REY,	1,571	8.7
V	JUSTO SIERRA 1A Y 2A, OBRERA, MORELOS, SAN CARLOS, 1A SECCION, PLAYON	2,428	13.5
VI	RENOVACION 1A Y 2A, BELISARIO DOMINGUEZ, ISLA DEL CARMEN, 2000, DR. INURRETA, SAN NICOLAS, PUENTE DE LA UNIDAD, SAN MANUEL, ARCILA, 5 DE MAYO, SAN FRANCISCO	2,510	13.9
VII	SECCION 42, BIVALVO, PUESTA DEL SOL, PLAYA PALMAS	622	3.5
	<b>TOTAL</b>	<b>18,036</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Estudio de Evaluación de Pérdidas en el Sistema de Agua Potable en Ciudad del Carmen, Campeche, CNA, 1994.

El tamaño de muestra se preestableció en 350 tomas por inspeccionar, lo que corresponde a 50 inspecciones por sector. Esto debido a que en una muestra

estadística mínima para un rango de confiabilidad del 95% se requería de 30 inspecciones por sector, por ello se optó por la primera instancia.

Posteriormente, se efectuó el aforo y encuesta de las características de las tomas domiciliarias con probable fuga (quedando una muestra de 149 tomas), para con esto realizar una evaluación del gasto que se pierde por este concepto y determinar mediante las encuestas, las condiciones físicas particulares de las tomas domiciliarias con fuga.

#### Inspección de probable fuga

Para esta actividad se utilizó manómetros tipo Bourdon con rango de carga de 0 a 1 Kg./ cm<sup>2</sup>. para considerar la caída de presión en las tomas domiciliarias de una misma red, con lo cual se determina si existe o no fuga en alguna de las tomas. Bajo esta consideración, las actividades a desarrollar fueron las siguientes:

- Se seleccionaron aleatoriamente los domicilios por inspeccionar, tomando en cuenta el número de muestras por sector (50 en cada uno).
- En cada domicilio seleccionado se midió la presión de la toma, así como en la toma de los domicilios aledaños.
- Si la presión de la toma cae, se verificó la probabilidad y tipo de fuga, excavando a lo largo de la línea de conexión, de esta forma se aforó 149 tomas.

El análisis estadístico consistió en definir el porcentaje de tomas domiciliarias con fuga, al igual que el gasto promedio de fuga por sector. Con dichos resultados se estimó el volumen de las fugas que se presentan en tomas domiciliarias, por sector y a nivel general.

Un primer aforo se realizó antes de excavar (350 de muestra), el segundo aforo cuando la fuga está excavada pero sin reparar (149 de muestra), esto para analizar la influencia del terreno sobre la fuga; de esta manera, la diferencia entre el gasto antes de excavar y el gasto cuando la toma es reparada, corresponde al caudal que se perdía por la fuga.



## Resultados del diagnóstico

Al realizarse la inspección de las 350 tomas distribuidas según muestreo, 40 resultaron con fuga; esto es el 11.43%, lo cual extrapolando al número de tomas existente en 1993 (18,036), indica que existen 2,257 tomas con fugas (ver Cuadro N° 3).

**Cuadro N° 3**  
**Gasto total de fugas en tomas domiciliarias**

Sector	N° de tomas	Muestra	Tomas aforadas	Presión media	% con fuga	Número de tomas con fuga	Gasto de fuga promedio	Gasto total por fuga (lps)
1	6,064	50	36	0.41	18	1,084	0.0299	32.421
2	2,799	50	12	0.34	14	392	0.0370	14.499
3	2,082	50	26	0.56	14	291	0.0269	7.840
4	1,571	50	15	0.25	10	157	0.0188	2.953
5	2,428	50	16	0.18	6	146	0.0347	5.055
6	2,510	50	17	0.48	4	100	0.0191	1.917
7	622	50	27	0.57	14	87	0.0217	1.889
<b>Total</b>	<b>18,036</b>	<b>350</b>	<b>149</b>			<b>2,257</b>		<b>66.58</b>

Fuente: Estudio de Evaluación de Pérdidas en el Sistema de Agua Potable en Ciudad del Carmen, Campeche, CNA, 1994.

Destaca que el mayor porcentaje de fugas se tiene en los sectores 1 y 2 con 32.4 y 14.5 lps, respectivamente.

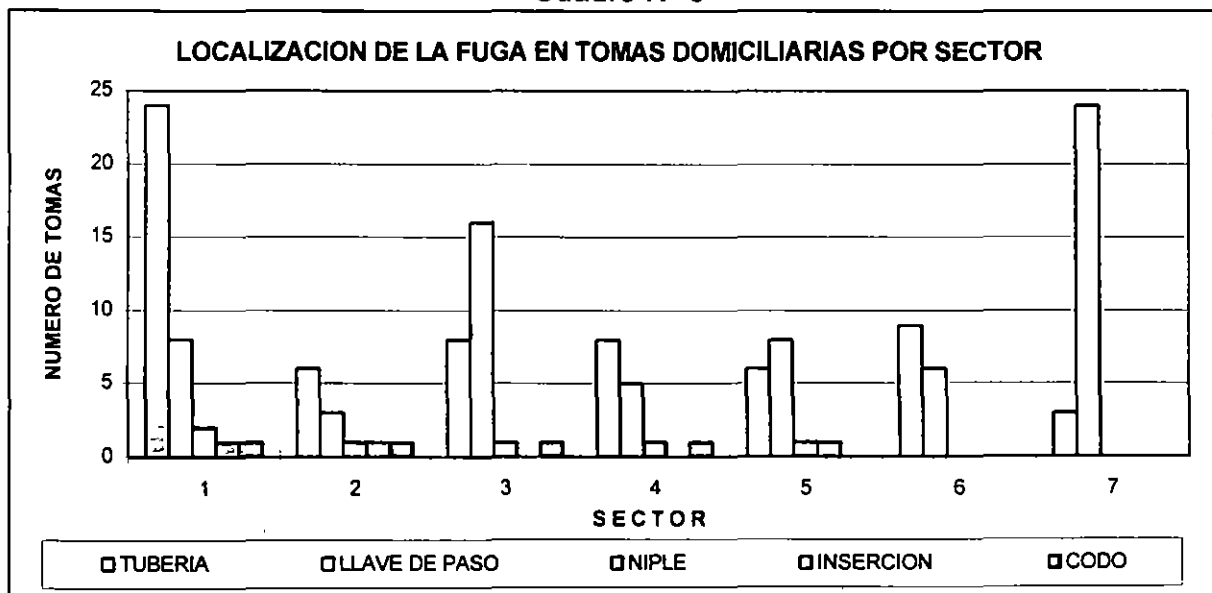
### Clasificación de las causas que originan las fugas

La clasificación de las causas que originan las fugas se hizo basado en las encuestas de los 149 aforos realizados, obteniendo los siguientes resultados:

*Tipo de tubería:* Por el tipo de material que constituye la tubería de las tomas domiciliarias, las fugas se presentan en su mayoría en la tubería de poliducto, que representa el 53.6% analizado.

*Localización de la fuga:* La mayoría de las fugas se presentan en la tubería y en la llave de paso con el 44.3% y 43% respectivamente. Esto es provocado principalmente por el tipo de tubería, poca profundidad de la red, el paso de vehículos, el no estar pavimentadas las calles y el clima de la región (ver Cuadro N° 5).

Cuadro N° 5

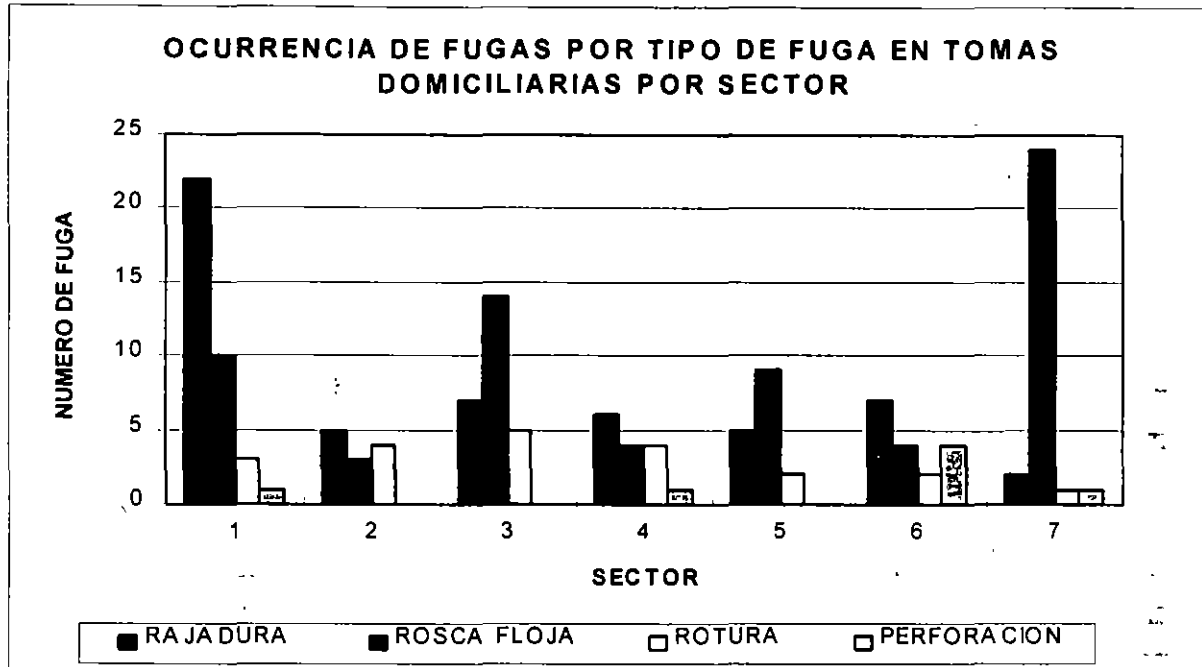


Fuente: Estudio de Evaluación de Pérdidas en el Sistema de Agua Potable en Ciudad del Carmen, Campeche, CNA, 1994.

Base: 149 tomas aforadas

*Tipo de fuga:* El tipo de fuga más común que se presentó en las 149 tomas aforadas es la rosca floja en la toma y rajadura en la tubería, con el 44.3 y el 36.2% respectivamente (ver Cuadro N° 6).

Cuadro N° 6



Fuente: Estudio de Evaluación de Pérdidas en el Sistema de Agua Potable en Ciudad del Carmen, Campeche, CNA 1994.

Base: 149 tomas aforadas

*Gasto perdido por fuga:* Destaca que el sector que tiene más problemas es el sector 1, en el cual la mayor ocurrencia de fugas se debe a la combinación de diversos factores, entre ellos el tipo de material de las tomas (poliducto en la mayoría) y la antigüedad de la red, en dicho sector se tiene el gasto de fuga más elevado con 32.42 lps (ver Cuadro N° 3). Por último, el balance de pérdidas por fugas en tomas domiciliarias de toda la ciudad, de acuerdo al estudio realizado indica que se pierden por este concepto 66.58 lps, lo que representa el 30.3% del gasto total suministrado (220 lps).

## **Estimación de costos de inversión y mantenimiento del proyecto**

El Sistema Municipal de Agua Potable (SMAP) de Ciudad del Carmen planea ejercer una inversión de N\$ 1'400,000.00 que se destinarán a un programa de reparación de fugas. En la "Propuesta para el Mejoramiento del Sistema de Agua Potable de Ciudad del Carmen Campeche", el SMAP no hace explícito su programa de disminución de pérdidas ni la forma en que se aplicarán los recursos, es decir, la proporción que se asignará a reparar las fugas en tomas domiciliarias o las que se presentan en la red de distribución; tampoco en entrevistas directas pudo proporcionarnos información del porcentaje o volúmen físico de caudal que se disminuiría respecto del nivel total de fugas con dicha inversión, ni los sectores en que es mayor la incidencia por pérdidas del caudal (tanto en las tomas domiciliarias como en la red de distribución). Por esta razón recurrimos al estudio de "Evaluación de Pérdidas del Sistema Municipal de Agua Potable de Ciudad del Carmen Campeche" realizado en 1994 por la Comisión Nacional del Agua (CNA) en donde se precisa con detalle el número y volúmen de pérdidas que se presentan en las tomas domiciliarias. A partir de este estudio -el cual no ofrece información precisa de la localización de fugas en la red de distribución- determinamos evaluar exclusivamente las que se presentan en los domicilios debido a que están plenamente identificadas. En este sentido, de los siete sectores en que se divide a la ciudad, en nuestro estudio contemplamos a sólo tres sectores (Véase plano N° 1 del anexo) en donde se presentan la mayor proporción de fugas promedio en litros por segundo (lps) por toma, que es el objetivo a minimizar y no el número total de tomas con fugas. Asimismo debimos suponer que el estudio realizado en 1994 refleja la situación actual, pues desconocemos si en el transcurso de este

tiempo las pérdidas han aumentado, disminuido o permanecen constantes. En orden jerárquico se consideró reparar las 392 tomas del sector 2 por contar con el mayor volumen en pérdidas por toma (0.0370 lps) con lo que se obtendría un volumen de 5.05 lps; en segunda instancia se consideraron las 146 tomas del sector 5 en donde las pérdidas promedio por toma son de 0.0347 (lps) y se obtendría un volumen de 14.49 lps y en tercer lugar 938 tomas del sector 1 en donde el gasto de fuga por toma es de 0.0299 (lps) que multiplicado por el número de tomas con fugas dá un resultado de 28.05 lps en disminución de pérdidas; para un total de 47.59 lps de 1,476 tomas que se repararían en los tres sectores. (véase Cuadro N° 7)

Cuadro N° 7  
Fugas en las tomas domiciliarias por sector

<b>Sector</b>	<b>Número de tomas con fugas</b>	<b>Gasto de fuga (lps)</b>	<b>Gasto total de fuga (lps)</b>
1	1,084	0.0299	32.4212
2	392	0.0370	14.4988
3	291	0.0269	7.8408
4	157	0.0188	2.9535
5	146	0.0347	5.0551
6	100	0.0191	1.9176
7	87	0.0217	1.8896
<b>TOTAL</b>	<b>2,257</b>		<b>66.58</b>

Fuente: Estudio de Evaluación de Pérdidas en el Sistema de Agua Potable en Ciudad del Carmen, Campeche. 1994.

La reparación de 1,476 tomas domiciliarias señaladas anteriormente representarían una disminución de pérdidas de fugas por 47.59 lps, equivalente a un 71% de los 66.58 lps que se pierden en el total de las tomas domiciliarias. Sin embargo, para fines de nuestro estudio supondremos que la pérdidas se reducirán solamente al 50% que equivale a 33.29  $\approx$  33 lps y con ello mantener un nivel de pérdidas totales del 25% en el sistema durante el horizonte del proyecto. Cabe aclarar que con este supuesto incurrimos en una *sobreestimación de los costos* y dado que en la evaluación del "Proyecto de Reparación de Fugas Domiciliarias" se obtuvo un VAN positivo, la rentabilidad de este proyecto queda asegurada.

La razón por la que se aceptó el supuesto de considerar el 50 y no el 71% en la reducción de fugas; es que de el total de las 1,476 tomas que se reparen, no todas ellas presentarán el problema de fugas mayores, por lo que de una manera conservadora se estima que se podrá reducir únicamente el 50%.

Considerando la inversión que propone el SMAP de N\$ 1'400,000.00 que divididos entre las 2,257 tomas domiciliarias que presentan fugas, arroja como resultado un *costo de reparación por toma de N\$ 620.00* que se considera suficiente para precios de excavación, reposición de tubo y de piezas, relleno, material crivado, repavimentación y adicionalmente costos de administración.

- La inversión inicial se calculó de la siguiente manera:

Si se reparan las 1,476 tomas a un costo unitario de N\$ 620.00 se necesitaría una inversión inicial de **N\$ 915,120.00**. (Se estimó que un año es tiempo

suficiente para reparar las tomas, y considerando 220 días hábiles en un año se requerirían reparar 7 tomas por día).

---

- Los costos de mantenimiento anuales se calcularon de la siguiente manera:

Para determinar los costos de mantenimiento del primer año se consideró conveniente reparar las 781 tomas faltantes de reparación (diferencia de las 2,257 tomas con fuga iniciales y las 1,476 reparadas); que multiplicado por el costo de reparación unitario de N\$620.00 nos da un costo anual para el primer año de **N\$ 484,220.00**.

En virtud de la antigüedad de la red y del poco mantenimiento, es posible que se presenten un número aproximado de 600 tomas con fugas cada año (en la realidad podría ser menor el número de tomas con fugas, por lo que estamos sobrados en la estimación y asegurando la rentabilidad del proyecto) y considerando un costo unitario de reparación de N\$ 620.00, nos da un costo de mantenimiento anual para los años siguientes de **N\$ 372,000.00**.

**ANEXO N° 3**

**PROYECTO "INCREMENTO DEL GASTO SUMINISTRADO"**



## ANEXO N° 3

### PROYECTO "INCREMENTO DEL GASTO SUMINISTRADO"

#### **Diagnóstico**

Con el fin de conocer la capacidad del sistema de abastecimiento actual, la Comisión Nacional del Agua (CNA) elaboró en 1993 un Diagnóstico de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento e Institucional contemplado en lo que se denominó "Plan Maestro" para Ciudad del Carmen, Campeche.

Entre los objetivos -principalmente de carácter institucional y de nuevas obras al sistema- se estableció el siguiente:

*- Realizar un diagnóstico técnico de la infraestructura existente, identificando acciones que permitan mejorar el servicio en el corto plazo.*

Este estudio se basó principalmente en identificar la situación actual del sistema, mediante los registros existentes en diversas áreas del SMAP cotejado con información de campo realizado conjuntamente con personal del mismo.

Una vez generada la información, el equipo de trabajo nuestro, conjuntamente con personal del SMAP, procedió a analizar las obras que permiten un incremento en el gasto, al utilizar en mayor medida la capacidad instalada de

los principales componentes del sistema, como son los pozos, el acueducto y las estaciones de bombeo actuales, así como las obras menores requeridas. Para determinar el incremento posible en el gasto, se consideró la capacidad diseñada versus la capacidad utilizada real. Todo ello para definir el caudal adicional que es posible entregar a la población de Ciudad del Carmen, mediante la realización de obras al sistema actual.

Para efectuar el diagnóstico se realizó la consulta de los planos del sistema, de los registros conteniendo las características de diseño original, de los equipos instalados y las modificaciones realizadas hasta 1993.

### **Resultados del diagnóstico**

La disponibilidad actual de agua en la cuenca hidrológica Pital-Escárcega a la cual pertenece Chicbul es de 767 millones de metros cúbicos (Mm<sup>3</sup>), de los cuales 6.93 Mm<sup>3</sup> son para abastecer a la población de Ciudad del Carmen. Esta condición garantiza el abastecimiento, aún si no existiera recarga del acuífero, por lo que no existen limitantes para aumentar la oferta de agua potable hasta 350 lps. Por otra parte las características físicas, químicas y bacteriológicas del agua, se encuentran dentro de los parámetros de calidad recomendados<sup>1</sup>.

La obra de captación fue construida en el año de 1978, el agua se extrae por medio de seis pozos profundos, de siete existentes, y uno en proceso de

---

<sup>1</sup> Por la NOM-012 -SSA1-1993 Requisitos Sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano, públicos y privados.

incorporación. Con ello se obtiene un gasto promedio de 250 lps de los cuales se entregan a Ciudad del Carmen 220.

En el año de 1988 se rehabilitaron estos pozos, y se incrementó a 300 HP la potencia del equipo electromecánico, con lo cual se podría extraer hasta 350 lps. En base a la información proporcionada por personal del SMAP, se consideró que los motores actuales permiten manejar para cada pozo, un caudal de por lo menos 27 lps, lo que permite entregar los 350 lps mencionados. La interconexión del pozo 8 disminuye la probabilidad de fallas en la captación y asegura un suministro constante.

El tramo submarino de acero que se usa actualmente y que se localiza entre las estaciones Isla Aguada y Bahamitas (Puerto Real), representa una reducción del diámetro del resto de la línea de conducción de 24" a 18" lo que ocasiona un cuello de botella en la conducción, no permitiendo aprovechar la capacidad instalada de los otros componentes del sistema. Por ello, resulta conveniente interconectar y utilizar el tramo construido en 1994 en forma paralela al existente, pero con un diámetro de 24", ello permite conducir un caudal mayor y con lo cual se puede disminuir la velocidad y soportar una mayor presión de conducción al incrementar el gasto a 350 lps.

La conducción se lleva a cabo por bombeo mediante el empleo de 5 estaciones de rebombeo: Plan de Ayala, Sabancuy, Las Palmas, Isla Aguada y Bahamita; estas estaciones actualmente conducen 250 lps y entregan en el recorrido 30 lps a diversas poblaciones, terminando en el cárcamo de Ciudad del Carmen en el centro de la ciudad, donde se entregan 220 lps.

Las estaciones de bombeo no trabajan a su máxima capacidad, debido al cuello de botella que se presenta entre las estaciones de Plan de Ayala y Sabancuy distanciadas 35.274 km. Esta distancia impide vencer una mayor pérdida de fricción, además de un desgaste mayor en la tubería causado por la alta presión; por ello se requiere la terminación y utilización de una estación de bombeo intermedia entre las estaciones mencionadas (denominada "Tinto" que cuenta con un avance de 90% de obra). Dicha obra permite incrementar el gasto en el sistema hasta 350 lps, sin afectar o poner en riesgo el suministro.

En el anexo N° 8 se muestra *la resistencia de carga a la fricción (H) de la tubería entre estaciones*; destacando la (H) existente entre las estaciones Plan de Ayala - Sabancuy (situación actual) y el cambio que se presenta en la (H) al incorporarse la estación intermedia (situación optimizada). También se muestra la (H) del tramo submarino entre Isla Aguada y Puerto Real funcionando con 18" de diámetro (situación actual) y con 24" de diámetro (situación optimizada).

Por otra parte, la conducción se ve afectada por las válvulas desaireadoras localizadas a 1 km. de distancia una de otra, éstas presentan deterioro lo que ocasiona la acumulación de aire que reduce el diámetro efectivo de trabajo de la tubería y por lo tanto se incrementa la velocidad y la presión. Se considera conveniente el cambio o rehabilitación que garantice que al conducir un mayor caudal no se exponga la línea de conducción a un accidente u obstrucción.

Como conclusión:

- \* ~~La conexión del pozo N° 8~~
- \* La instalación de equipo de bombeo al pozo N° 1
- \* La terminación de las obras de la nueva estación de rebombeo "Tinto" (que se localizará entre las estaciones Plan de Ayala y Sabancuy).
- \* La reposición de las válvulas desaireadoras
- \* La utilización del tramo submarino Isla Aguada - Puerto Real construído en 1994 y paralelo al tramo actual de 18" de diámetro.

Son obras comprendidas en el "Plan Maestro" que *permiten en su conjunto obtener* hasta **350 Ips**, de los cuales, descontando entregas de **30 Ips** a poblaciones intermedias permite entregar **320 Ips** a la población de Ciudad del Carmen.

**ANEXO N° 4**

**DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION**



# DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION

ORGANO DEL GOBIERNO CONSTITUCIONAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

Tomo CDLXXXIX No. 4

México, D.F., lunes 6 de junio de 1994

## CONTENIDO

Secretaría de Hacienda y Crédito Público

Secretaría de Desarrollo Social

Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos

Secretaría de Salud

Departamento del Distrito Federal

Banco de México

A isos

Indice en página 126

Director: Lic. Carlos Justo Sierra

NS 2.10 EJEMPLAR

cuenca como el de Palizada y tributarios secundarios como Marentes, Las Piñas, Las Cruces, Chumpán, Candelaria y Arroyo Lagartero, y se encuentra asociada con los importantes sistemas fluvio lagunares deltaicos denominados Pom-Alasta, Palizada-Del Este, Chumpán-Balchacah y Candelaria-Panlau, así como con el Estero Sabancuy.

Que la propia laguna, sus bocas de conexión con el mar, sus sistemas fluvio-lagunares-deltaicos asociados, así como las praderas de pastos sumergidos y los bosques de manglar constituyen ambientes definidos como "hábitat críticos" que permiten la existencia de una elevada biodiversidad de flora y fauna como el manglar, el tular, la vegetación riparia, numerosas especies de fitoplancton y macroalgas, peces de origen marino, estuarino o dulce acuícola, aves migratorias, moluscos, reptiles, mamíferos, insectos, arácnidos, anfibios, tintinidos, planctónicos, foraminíferos, ostrácodos, protozoarios ciliados, así como numerosas especies de poliquets y poríferos.

Que la deforestación; el dragado y relleno de humedales; las alteraciones del caudal fluvial y del flujo laminar de agua, la sobreexplotación de manglares y de otras especies relacionadas; los asentamientos humanos irregulares; la contaminación de los cuerpos acuáticos, y los derrames o residuos de petróleo a la zona costera, entre otras fuentes de deterioro ambiental, han modificado o destruido los hábitat críticos de la región de "Laguna de Términos".

Que dicha región tiene una gran importancia socioeconómica, derivada fundamentalmente de la magnitud de su producción pesquera, de petróleo y de gas.

Que la Secretaría de Desarrollo Social, en coordinación con el Gobierno del Estado de Campeche y con la participación de instituciones científicas y habitantes de dicha entidad federativa, realizaron estudios técnicos de los que se desprende la necesidad de establecer como área natural protegida con el carácter de Área de Protección de Flora y Fauna la región conocida como "Laguna de Términos", con la finalidad de planear y administrar integralmente los recursos ecológicos de la región; proteger las condiciones ambientales para armonizar y dinamizar su desarrollo, y preservar el equilibrio de los hábitat de los que depende la asistencia, transformación y

desarrollo de las especies de flora y fauna silvestres y acuáticas

Que la superficie delimitada en el plano oficial que obra en el Instituto Nacional de Ecología de la Secretaría de Desarrollo Social, en donde se establecerá el Área de Protección de Flora y Fauna "Laguna de Términos", está integrada por aguas de jurisdicción federal, terrenos nacionales, ejidales y de propiedad privada

Que previa consulta y concertación con las comunidades que habitan la zona, la Secretaría de Desarrollo Social ha propuesto al Ejecutivo a mi cargo, sujetar la región conocida como "Laguna de Términos" al régimen de protección del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, con el carácter de Área de Protección de Flora y Fauna, por lo que he tenido a bien expedir el siguiente

#### DECRETO

**ARTICULO PRIMERO.-** Por ser de interés público se declara como área natural protegida, con el carácter de Área de Protección de Flora y Fauna la región conocida como "Laguna de Términos", con una superficie de 705,016.51-25 Has ubicada en los municipios de Carmen, Palizada y Champotón, Estado de Campeche, cuya descripción analítica-topográfica es la siguiente

#### DESCRIPCION LIMITROFE DEL POLIGONO GENERAL

El polígono se inicia en el vértice 1 de coordenadas Y=2'110,770, X=704,300, partiendo de este punto con un RAC de S 25°09'45" W y una distancia de 2,375.41 m se llega al vértice 2 de coordenadas Y=2'108,620, X=703,290, partiendo de este punto con un RAC de S 47°22'52" W y una distancia de 3,573.97 m se llega al vértice 3 de coordenadas Y=2'106,200, X=700,660, partiendo de este punto con un RAC de S 30°47'08" W y una distancia de 3,585.19 m, se llega al vértice 4 de coordenadas Y=2'103,120, X=698,825, partiendo de este punto con un RAC de S 49°17'24" E y una distancia de 4,584.29 m, se llega al vértice 5 de coordenadas Y=2'100,130, X=702,300, partiendo de este punto con un RAC de S 48°08'13" W y una distancia de 22,611.80 m se llega al vértice 6 de coordenadas Y=2'085,040, X=685,460, partiendo de este punto con un RAC de S 44°34'21" E y una distancia de 12,325.21 m se llega al vértice 7 de coordenadas Y=2'076,260, X=694,110, partiendo de este punto con un RAC de S 26°16'46" W y una



distancia de 434.62 m se llega al vértice 42 de coordenadas Y=2'006,490, X=588,570; partiendo de este punto con un RAC de N 03°24'53" W y una distancia de 4,868.64 m se llega al vértice 43 de coordenadas Y=2'011,350, X=588,280, partiendo de este punto con un RAC de N 49°21'25" E y una distancia de 1,489.22 m se llega al vértice 44 de coordenadas Y=2'012,320; X=589,410, partiendo de este punto con un RAC de N 02°37'35" E y una distancia de 1,091.14 m se llega al vértice 45 de coordenadas Y=2'013,410, X=589,460, partiendo de este punto con un RAC de N 18°17'58" W y una distancia de 1,337.64 m, se llega al vértice 46 de coordenadas Y=2'014,680, X=589,040; partiendo de este punto con un RAC de N 36°07'09" W y una distancia de 1,374.11 m se llega al vértice 47 de coordenadas Y=2'015,790, X=588,230, partiendo de este punto con un RAC de N 87°30'37" W y una distancia de 460.43 m se llega al vértice 48 de coordenadas Y=2'015,810, X=587,770; partiendo de este punto con un RAC de N 06°25'07" W y una distancia de 1,610.09 m, se llega al vértice 49 de coordenadas Y=2'017,410, X=587,590, partiendo de este punto con un RAC de S 85°39'57" E y una distancia de 5,425.51 m se llega al vértice 50 de coordenadas Y=2'017,000, X=593,000, partiendo de este punto con un RAC de N 26°33'54" E y una distancia de 2,236.06 m se llega al vértice 51 de coordenadas Y=2'019,000, X=594,000, partiendo de este punto con un RAC de N 02°12'09" W y una distancia de 20,815.37 m se llega al vértice 52 de coordenadas Y=2'039,800, X=593,200, partiendo de este punto con un RAC de N 81°52'11" W y una distancia de 5,656.85 m se llega al vértice 53 de coordenadas Y=2'040,600, X=587,600; partiendo de este punto con un RAC de S 86°59'13" W y una distancia de 5,707.88 m, se llega al vértice 54 de coordenadas Y=2'040,300, X=581,900, partiendo de este punto con un RAC de S 70°33'35" W y una distancia de 1,802.77 m se llega al vértice 55 de coordenadas Y=2'039,700, X=580,200, partiendo de este punto con un RAC de N 78°41'24" W y una distancia de 4,589.11 m, se llega al vértice 56 de coordenadas Y=2'040,600, X=575,700; partiendo de este punto con un RAC de N 86°00'32" W y una distancia de 4,310.45 m se llega al vértice 57 de coordenadas Y=2'040,900, X=571,400; partiendo de este punto con un RAC de OESTE FRANCO y una distancia de 1,250.00 m se llega al vértice 58 de coordenadas Y=2'040,900; X=570,150, partiendo de este punto con un RAC de S 39°12'25" W y una

distancia de 2,452.03 m se llega al vértice 59 de coordenadas Y=2'039,000, X=568,600, partiendo de este punto con un RAC de N 61°23'22" W y una distancia de 1,252.99 m se llega al vértice 60 de coordenadas Y=2'039,600, X=567,500, partiendo de este punto con un RAC de N 04°05'08" W y una distancia de 1,403.56 m se llega al vértice 61 de coordenadas Y=2'041,000, X=567,400, partiendo de este punto con un RAC de N 51°37'57" W y una distancia de 3,061.04 m se llega al vértice 62 de coordenadas Y=2'042,900, X=565,000, partiendo de este punto con un RAC de N 79°41'42" W y una distancia de 2,236.06 m se llega al vértice 63 de coordenadas Y=2'043,300, X=562,800, partiendo de este punto con un RAC de N 39°33'34" W y una distancia de 2,983.28 m se llega al vértice 64 de coordenadas Y=2'045,600, X=560,900, partiendo de este punto con un RAC de N 18°26'05" W y una distancia de 1,581.13 m, se llega al vértice 65 de coordenadas Y=2'047,100, X=560,400, partiendo de este punto con un RAC de N 08°39'09" E y una distancia de 2,326.47 m se llega al vértice 66 de coordenadas Y=2'049,400, X=560,750, partiendo de este punto con un RAC de N 06°28'59" W y una distancia de 2,214.15 m se llega al vértice 67 de coordenadas Y=2'051,600, X=560,500, partiendo de este punto con un RAC de N 32°56'57" W y una distancia de 6,435.06 m, se llega al vértice 68 de coordenadas Y=2'057,000, X=557,000, partiendo de este punto con un RAC de N 28°04'20" W y una distancia de 1,700.00 m se llega al vértice 69 de coordenadas Y=2'058,500, X=556,200, partiendo de este punto con un RAC de NORTE FRANCO y una distancia de 1,900.00 m se llega al vértice 70 de coordenadas Y=2'060,400, X=556,200, partiendo de este punto con un RAC de N 15°56'43" W y una distancia de 1,820.02 m se llega al vértice 71 de coordenadas Y=2'062,150, X=555,700, partiendo de este punto con un RAC de N 01°52'18" E y una distancia de 3,061.63 m se llega al vértice 72 de coordenadas Y=2'065,210, X=555,800, partiendo de este punto siguiendo la Isobata de 10 m con Rumbo Noreste se llega hasta el vértice 168 de coordenadas Y= 2'120,590, X=698,080 partiendo de este punto con un RAC de S 32°21'00" E y una distancia de 11,624.14 m se llega al vértice 1 donde se cierra el polígono con una superficie de 706,147-67-00 Has

**ARTICULO SEGUNDO.-** La administración, conservación, desarrollo y vigilancia del Area de Protección de Flora y Fauna "Laguna de Términos".

sus elementos, de investigación científica y de educación ecológica, en el Area de Protección de Flora y Fauna "Laguna de Términos", requiera autorización de la Secretaría de Desarrollo Social

**ARTICULO NOVENO.-** La Secretaria de Desarrollo Social promovera ante las Secretarias de Agricultura y Recursos Hidraulicos y de Pesca, el establecimiento de vedas de flora y fauna silvestres y acuáticas y de vedas de aprovechamientos forestales en el Area de Protección

**ARTICULO DECIMO.-** La Secretaria de Pesca realizara los estudios necesarios para determinar las epocas y zonas de veda para la pesca, dentro de las porciones acuaticas comprendidas en el Area de Protección

**ARTICULO DECIMO PRIMERO.-** El aprovechamiento de flora y fauna silvestres dentro del Area de Protección, debera realizarse atendiendo a las restricciones ecológicas contenidas en el programa de manejo, a las normas oficiales mexicanas, al calendario cinegético y demas disposiciones juridicas aplicables

**ARTICULO DECIMO SEGUNDO.-** El uso, explotación y aprovechamiento de las aguas nacionales ubicadas en el Area de Protección, se regularán por las disposiciones juridicas aplicables en la materia y se sujetarán a

- I. Las normas oficiales mexicanas para la conservación y aprovechamiento de la flora y fauna acuáticas y de su hábitat, así como las destinadas a evitar la contaminación de las aguas,
- II. Las políticas y restricciones para la protección de las especies acuáticas que se establezcan en el programa de manejo del Area de Protección, y
- III. Los convenios de concertación de acciones de protección de los ecosistemas acuáticos que se celebren con los sectores productivos, las comunidades de la region e instituciones académicas y de investigación

**ARTICULO DECIMO TERCERO.-** Dentro del Area de Protección, queda prohibido modificar las condiciones naturales de los acuíferos, cuencas hidrológicas, cauces naturales de corrientes, manantiales, riberas y vasos existentes, salvo que sea necesario para el cumplimiento del presente decreto, verter o descargar contaminantes en el

suelo subsuelo y en cualquier clase de corriente o depositos de agua, y desarrollar actividades contaminantes

**ARTICULO DECIMO CUARTO.-** Las dependencias competentes solamente otorgarán permisos, licencias, concesiones y autorizaciones para la explotación exploración extracción o aprovechamiento de los recursos naturales en el Area de Protección, de acuerdo a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, este decreto, el programa de manejo del Area de Protección y demas disposiciones juridicas aplicables

**ARTICULO DECIMO QUINTO.-** Quedan a disposición de la Secretaria de Desarrollo Social, los terrenos nacionales comprendidos en el Area de Protección, no pudiendo dárseles otro destino que el de su utilización en los fines del presente decreto.

**ARTICULO DECIMO SEXTO.-** Los ejidatarios, propietarios y poseedores de predios ubicados en el Area de Protección, estan obligados a la conservación del area, conforme a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley Agraria, este decreto, el programa de manejo y demas disposiciones juridicas aplicables

**ARTICULO DECIMO SEPTIMO.-** Los notarios y otros fedatarios publicos que intervengan en los actos, convenios, contratos y cualquier otro relativo a la propiedad y posesión o cualquier otro derecho, relacionado con bienes inmuebles ubicados en el Area de Protección, deberan hacer referencia a la presente declaratoria y a sus datos de inscripción en los registros publicos de la propiedad que correspondan

**ARTICULO DECIMO OCTAVO.-** Las infracciones a lo dispuesto por el presente decreto, seran sancionadas administrativamente por las autoridades competentes en los terminos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Ley Forestal, Ley de Pesca, Ley de Aguas Nacionales, Ley Agraria y demás disposiciones juridicas aplicables

#### TRANSITORIOS

**PRIMERO.-** El presente decreto entrara en vigor al dia siguiente de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**

**SEGUNDO.-** El programa de manejo del Area de Protección de Flora y Fauna "Laguna de Términos", debera ser elaborado en un termino de 365 días

**ANEXO Nº 5**

**SITUACION URBANA Y AMBIENTAL**

## SITUACION URBANA Y AMBIENTAL

---

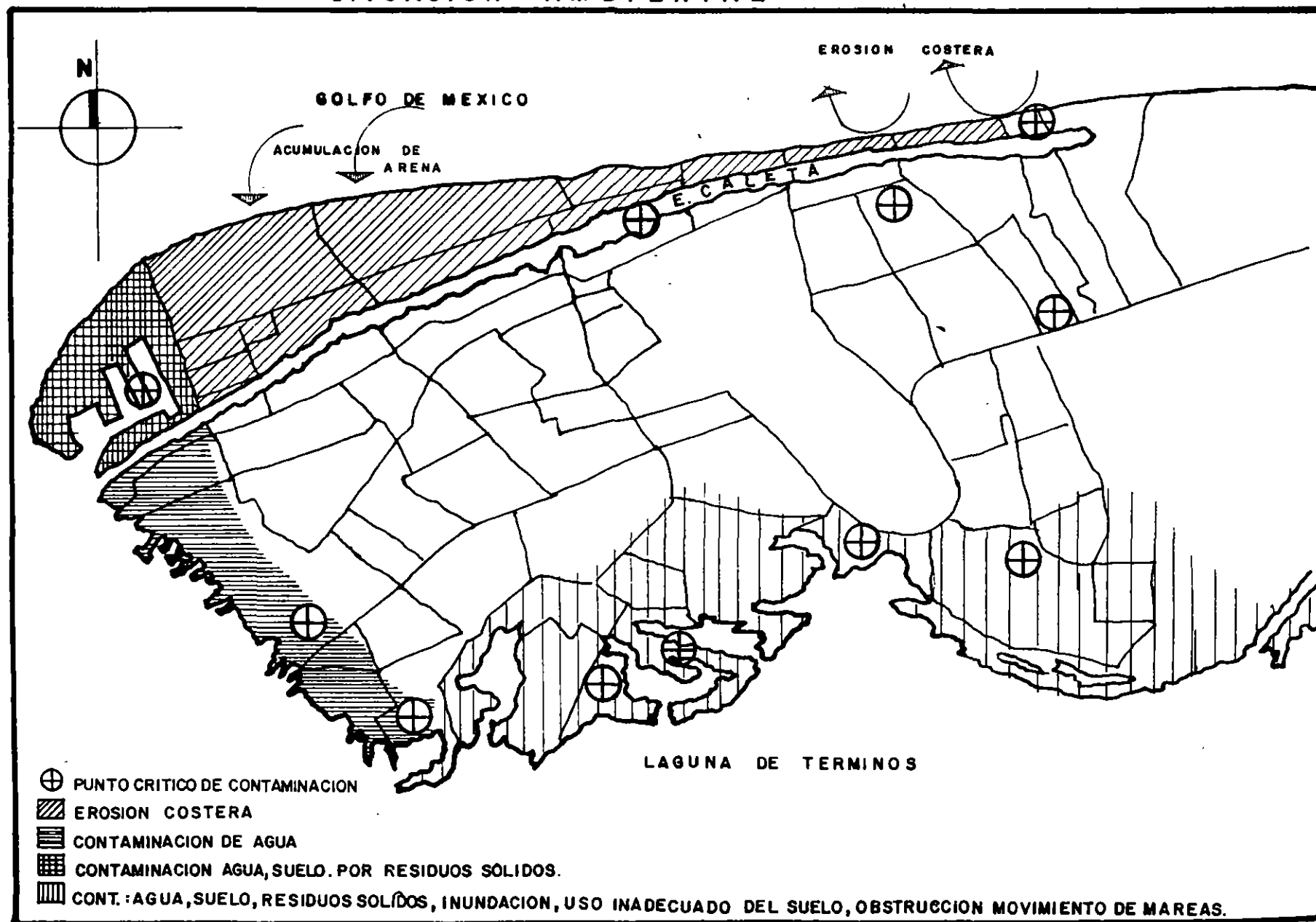
### **Situación urbana y ambiental**

Las características físicas y naturales de la isla, el crecimiento urbano desordenado y las actividades económicas no controladas han generado problemas ambientales en áreas específicas (Plano N° 1)

- a) *Zonas con problemas de inundación*; la isla está sujeta a inundaciones periódicas dada la escasa altura en metros sobre el nivel del mar. Los asentamientos humanos irregulares en áreas bajas no aptas para uso urbano crea problemas de salubridad por los estancamientos de agua. Ambientes ecológicamente funcionales como las áreas de manglares, de pantanos y tulares son destruidos y rellenados, con la consecuente destrucción del hábitat y el desplazamiento de la fauna y el potencial productivo de la zona costera.
  
- b) *Zonas con erosión costera*; la extracción de arena ha provocado que se aceleren los procesos erosivos sobre el perfil de la costa, estos sumados a la dinámica de las corrientes son especialmente graves en dos puntos; uno en Playa Bivalvo y el segundo en Playa Puerto Real.
  
- c) *Zonas de extracción de material para relleno*; las extracciones que se efectúan al interior de la isla han incrementado el problema de zonas inundadas por los niveles freáticos que se encuentra muy superficial en algunas partes de la isla.

# PLANO No. 1

## SITUACION AMBIENTAL



d) *Zonas con obstrucción del flujo de mareas*; la obstrucción del movimiento de las mareas provoca la disminución en el reciclamiento de los nutrientes, lo que trae consigo disminución de la productividad primaria, que es el sustento de las cadenas alimenticias. Esto es mas evidente en la parte noreste de la isla, en los manglares de la Manigua y el Caracol.

e) *Zonas con problemas de deforestación*; la vegetación original de la isla ha sufrido procesos graves de deforestación generados por el crecimiento urbano desordenado que demanda espacios y materiales para la construcción que se toman de las áreas verdes, especialmente del manglar; así como la deforestación de grandes áreas de cocoteros, afectados por el amarillamiento letal y con repercusión además en la economía del lugar.

f) *Zonas con problemas de contaminación por actividades urbanas, portuarias y pesqueras*: una gran parte de los materiales que se utilizan para relleno en el establecimiento de calles, además de la arena que se extrae de los litorales, lo constituyen "la basura" y otros desechos sólidos urbanos e industriales. Esto produce problemas graves de contaminación del suelo y de los mantos freáticos que en casi toda la isla se encuentran a flor de tierra, fenómeno que se da en casi toda el área urbana, en especial en los sitios bajos como la Manigua y el Caracol.

El desalojo de las aguas residuales, urbanas e industriales se realiza directamente a los cuerpos de agua provocando su contaminación. Las descargas principales se observan principalmente en el arroyo de la Caleta, en la Laguna de Términos y en el puerto pesquero. Las descargas de basura

derrames de combustible generadas en el puerto pesquero, contaminan y deterioran aún mas la calidad del agua de la laguna.

La sobreexplotación de los recursos, especialmente de especies de importancia comercial, en las cuales no se respeta su ciclo biológico, disminuyendo con ello sus poblaciones, en detrimento de la productividad y el ingreso de la economía local como es el caso del camarón, el ostión y la almeja entre otras.

La insuficiencia en el abasto del servicio de agua potable en algunos sectores propicia que se recurra de manera alternativa al uso de agua de pozos y/o de lluvia captada y almacenada en aljibes, ello provoca problemas morbilidad y mortalidad.

### **Características Ecológicas relevantes del Area del proyecto.**

La Isla del Carmen y el medio que le rodea, cuenta con ecosistemas muy diversos, como los manglares, la sabanas y las áreas selváticas de trópico húmedo en tierra firme. Estos manglares forman parte de las zonas de humedales, que son ecosistemas ubicados en zonas inundables, son los más importantes de México, y se ha acordado internacionalmente su protección.

El manglar es la comunidad vegetal más ampliamente distribuida en los litorales de la región, se desarrolla en zonas de mezcla de agua marina con agua dulce (estuarina) y en algunos puntos la vegetación penetra a la isla a través de los esteros. Las especies<sup>1</sup> que se encuentran en el área son: *Rhizophora mangle*

---

<sup>1</sup> Especies sujetas a protección y catalogadas en categorías ("A", "P", "P1" Y "R") descrito el significado en glosario.

(mangle rojo) "R", *Avicennia germinans* (mangle negro) "Pr", *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) y *Conocarpus erecta* (mangle botoncillo).

La isla presenta grandes extensiones de vegetación secundaria, caracterizadas por pastizales, árboles y arbustos. Estas son resultado de las actividades agrícolas que eliminaron la vegetación original, para la plantación de cocoteros (cocos nucífera), gran parte de los cuales fueron abandonados por la muerte de la palma debido a la plaga de "amarillamiento letal".

Entre la fauna existente en la isla y las riveras de la laguna destaca la palustre, constituida por diversas especies de aves acuáticas locales y migratorias. Como aves típicas de la laguna se encuentran: *Pelecanus erythrorhynchos* (pelicano blanco), *Ajaia ajaja* (espátula rosada), *Fulica americana* (gallareta), *Egretta tricolor* (garza), *Egretta caerulea* (garza azul), *Eudoricus albus* (ibis blanco) y *Phalacrocorax auritus* (cormoran).

Las aves *Mycteria americana* (cigüeña coco) "A", *Aratinga canicularis* (lorito) e *Icterus gularis* (calandria campera) se encuentran amenazadas por la destrucción del habitat y por la cacería excesiva.

Los mamíferos importantes son el *Aguti peca* (aguti o tepezcuintle) y *Dasyprocta punctata* (guaqueque o coatuza), ambos sujetos a una cacería intensiva por ser comestibles; *Tursiops truncatus* (delfin nariz de botella) y el *Trichechus manatus* (manatí)\*, éste último en peligro de extinción."P". Existen

---

\* NOM-059-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección.



además algunos reptiles importantes como el *Cocodylus moreletii* "R" (cocodrilo)\* población cada vez más reducida por destrucción del hábitat. La fauna constituye un recurso natural valioso tanto para la producción de alimentos, así como para uso cinegético, si se respetan y vigilan las vedas.

Es necesario referirse a la **Laguna de Términos** como parte fundamental en la interpretación de la problemática de la isla, tanto en el contexto urbano como ambiental. Por este motivo, hacemos una breve descripción de las características relevantes de la laguna y que la asocian directamente a la problemática de Cd. del Carmen. Asimismo es preciso destacar la importancia científica, social y económica de la laguna para la región, así como por ser la potencial receptora de los impactos ambientales de los proyectos que se desarrollen en el área.

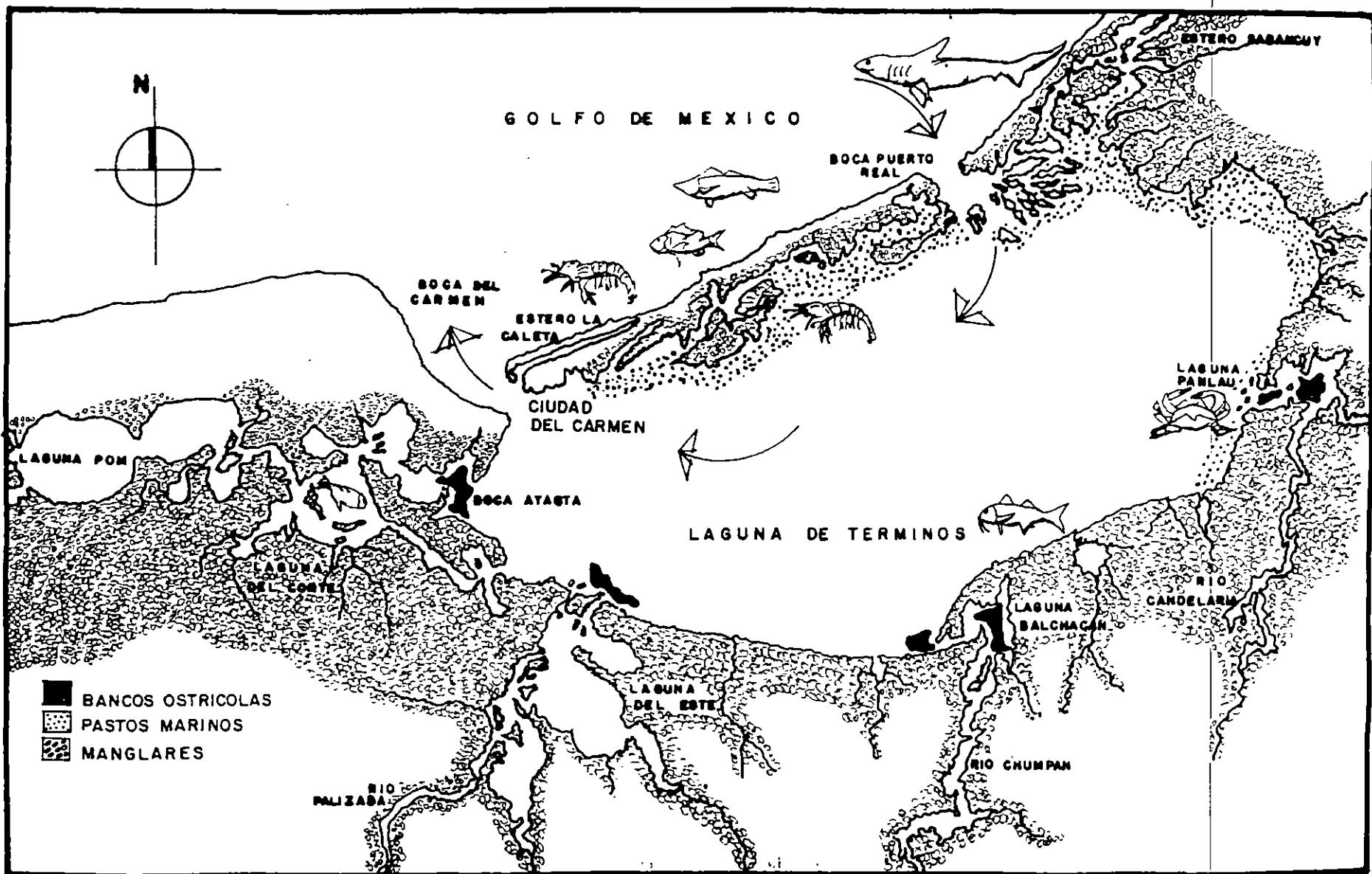
### **Laguna de Términos "Área de Protección de Flora y Fauna"**

La Laguna de Términos tiene aproximadamente 70 km de longitud, 30 en su parte más ancha y una profundidad media de 4 m; si se toman en consideración las lagunas tributarias tiene una superficie aproximada de 2,500 kilómetros cuadrados km<sup>2</sup>.

Es el sistema lagunar estuarino de mayor volumen y extensión del país, sus bocas de conexión con el mar por un lado y la descarga de los sistemas de los ríos Grijalva-Usumacinta, han determinado una gran cantidad de hábitats que permiten la existencia de una alta biodiversidad de flora y fauna (Mapa N°1 Anexo).

# MAPA No. 1

## FLORA Y FAUNA



Las condiciones ecológicas del sistema le permiten funcionar como área de crianza, reproducción y refugio de especies de importancia comercial como es el camarón, mojarra, robalo y ostiones entre otras y que han hecho de la zona una de las pesquerías más importantes de México.

En la laguna penetran corrientes oceánicas derivadas del Golfo, que la drenan en sentido este-oeste, dichas corrientes constituyen fuentes de renovación faunística e hidrológica, y además facilitan un cierto control de la calidad de sus aguas.

El volumen del cuerpo de agua de la laguna y su dinámica de renovación le han permitido que su capacidad de dilución asimile la carga contaminante y que no se haya alterado de manera significativa la calidad del agua hasta el momento. Sin embargo es necesario señalar que en los estudios que ha venido realizando el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM sobre la contaminación de la laguna, se han investigado tres tipos de contaminantes potenciales: petróleo, metales pesados, y plaguicidas. Posteriormente y obedeciendo al crecimiento poblacional y a las actividades urbanas de la región se incorporaron estudios de contaminación bacteriana; estos estudios se efectuaron sobre coliformes fecales determinándose sus concentraciones, tanto en el cuerpo de agua como en ostiones (*Crassostrea virginica*).

En algunos puntos de la laguna, se indicaron niveles de coliformes variables desde 0 hasta 24,000/100ml, la norma de calidad establecida por el código sanitario internacional para aguas dedicadas a la acuicultura es de 2,000/100ml; los ostiones mostraron concentraciones de 4,800/100ml. de

coliformes fecales, en México la normatividad está basada en los Criterios Ecológicos de calidad del agua para la Acuacultura, (CECCA-001-89)<sup>2</sup> en el cultivo de moluscos bivalvos.

El Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos en el que participan diversas dependencias de la administración Pública Federal, Estatal y Municipal relacionadas con los sectores pesca; ambiente y salud, realizan estudios de contaminación de la laguna (agosto 1994) en los sistemas lagunares adyacentes a la laguna en áreas de extracción y distribución natural del ostión, con el fin de determinar las áreas de producción y explotación que permitan que los moluscos sean de buena calidad y no deriven en problemas de salud pública; los resultados señalaron en algunos puntos de muestreo las concentraciones fuera de norma tanto en el cuerpo de agua, como en ostiones.

Lo anterior manifiesta que las descargas de aguas residuales de los asentamientos humanos aledaños son un factor muy importante en la contaminación de la laguna; por lo que es muy importante un programa permanente de monitoreo de la calidad del agua de la laguna.

---

<sup>2</sup>Concentraciones en moluscos Bivalvos

Coliformes fecales NMP/100 ml 14 no mas del 10% de las muestras > de 43

Coliformes totales NMP/100 ml 70 no mas del 10 % de la muestra > de 230

**ANEXO N° 6**  
**MARCO JURIDICO**

## MARCO JURIDICO

---

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y sus preceptos dan origen a leyes de carácter general y federal, que a su vez son el sustento para la creación de reglamentos y normas específicas.

En materia de aguas existen diversas disposiciones legales que norman el manejo, uso y/o aprovechamiento de agua, así como de los sistemas de alcantarillado, saneamiento y disposición de aguas residuales; a continuación se mencionan las generalidades a este respecto.

El marco legislativo en materia de aguas, tiene su fundamento en el **artículo 27** constitucional donde se reitera el dominio de la nación sobre las aguas, así como su carácter inalienable e imprescriptible.

Asimismo, queda establecido en el título quinto, "de los Estados de la Federación", en el **artículo 115**, párrafo tercero, que: los municipios, con el concurso de los estados cuando así fuere necesario tendrán a su cargo entre otros, el servicio público de agua potable y alcantarillado.

**La Ley de Aguas Nacionales (LAN)**, puesta en vigor el 2 de diciembre de 1992, reglamenta los párrafos quinto y sexto del artículo 27 constitucional y tiene como principal objetivo, regular la explotación, distribución, control, uso y/o aprovechamiento, así como la conservación de la cantidad y calidad de las aguas nacionales para lograr su desarrollo integral sustentable(Art.1).

La autoridad administradora en materia de aguas nacionales y de sus bienes públicos inherentes corresponde al Ejecutivo Federal, quien la ejercerá directamente a través de la **Comisión Nacional del Agua, CNA** (Art. 4).

La CNA institución desconcentrada de la **Secretaría del Medio Ambiente de los Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP)** es la encargada de coordinar la política federal en materia hidráulica, y entre otras funciones prestar asistencia técnica en los proyectos de construcción, operación y rehabilitación de los sistemas de agua potable.

La Ley de Aguas Nacionales, en su título sexto: "Usos del Agua", capítulo 1 referente al agua para uso público urbano, en su art. 44 señala que la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales superficiales o del subsuelo por parte de los sistemas estatales o municipales de agua potable y alcantarillado, se efectuarán mediante asignación que otorgue la CNA, en la cual se consignará en su caso la forma de garantizar el pago de las contribuciones, productos y aprovechamientos que se establecen en la legislación fiscal, y la forma prevista para generar los recursos necesarios para el cumplimiento de estas obligaciones. La administración y el manejo de los sistemas de abastecimiento de aguas municipales así como el alcantarillado y su tratamiento, en los municipios se realiza a través de organismos operadores ya sea por título de concesión en el caso de particulares o de asignación en el caso de los estados o municipios.

La LAN en materia de prevención y control de la contaminación de las aguas, señala en su título séptimo, que la CNA tiene facultades para establecer y vigilar el cumplimiento de las condiciones particulares de descarga (cpd), que deben satisfacer las aguas residuales vertidas directamente en aguas y bienes

nacionales o en cualquier terreno cuando dichas descargas puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos.

La **Ley Gral. del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)** y sus reglamentos contiene las disposiciones jurídicas referentes a la prevención y control de la contaminación de las aguas.

La **Ley General de Metrología y Normalización** fué emitida el 1 de julio de 1992, donde son sustituidas las Normas Técnicas Ecológicas (NTE) y las Normas Técnicas Sanitarias (NTS), por las **Normas Oficiales Mexicanas (NOM)**, que son de carácter jurídico obligatorio, y que, son sustentadas entre otros análisis; en el de Costo-Beneficio. La misma ley prescribe, además, la creación de la Comisión Nacional de Normalización como institución responsable de instrumentar la política de normalización y coordinar las actividades que en la materia corresponda realizar a las distintas dependencias de la administración pública.

La **Ley General de Salud**, en su capítulo cuarto "Efectos del Ambiente en la Salud" artículo 121, señala que: Las personas que intervengan en el abastecimiento de aguas no podrán suprimir la dotación de servicios de agua potable y avenamineto de los edificios habitados, excepto en los casos que determinen las disposiciones generales aplicables. Esta ley reglamenta el art. 4º Constitucional.

En los siguientes cuadros se resumen las disposiciones jurídicas y la normatividad en materia de agua potable, alcantarillado y contaminación de las aguas.



**MARCO NORMATIVO EN MATERIA  
DE AGUAS NACIONALES**

<b>FUNDAMENTO CONSTITUCIONAL</b>	<b>DISPOSICION JURIDICA</b>	<b>VIGENTE A PARTIR DE</b>	<b>REGLAMENTO EN LA MATERIA</b>	<b>ESPECIFICACION NORMATIVA</b>	<b>AUTORIDAD COMPETENTE</b>
<b>ARTICULO 27</b>	LEY DE AGUAS NACIONALES (LAN)	2/XII / 92	REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES (Publicada dof enero de 1994)	NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM)	COMISION NACIONAL DEL AGUA (C.N.A.)
<b>ARTICULO 27 V MODIFICACION AL ARTICULO 70</b>	LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y PROTECCION AL AMBIENTE (LGEEPA)	28/ I / 88	REGLAMENTO DE IMPACTO AMBIENTAL (Publicada dof junio 7 de 1988)	NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM)	SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE DE LOS RECURSOS NATURALES Y DE PESCA (SEMARNAP)
<b>ARTICULO 111</b>	LEY ORGANICA DE LA ADMON. PUBLICA FEDERAL .		LEY ORGANICA DE LOS MUNICIPIOS DEL EDO. DE CAMPECHE.	BANDO DE POLICIA Y BUEN GOBIERNO	MUNICIPIO
<b>ARTUICULO 4</b>	LEY GENERAL DE SALUD	1-VII-84	REGLAMENTO PARA ESTABLECIMIENT O DE SERVICIOS	NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM)	SECRETARIA DE SALUD (SS)

FUENTE: Elaboración Propia

**NORMATIVA AMBIENTAL**  
**EN MATERIA DE AGUA POTABLE Y SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO**

<b>NORMAS OFICIALES MEXICANAS</b>	<b>FECHA DE EMISION</b>	<b>OBLIGACION ESPECIFICA</b>
<b>NOM-012-SSA1-1993</b>	12 DE AGOSTO DE 1994	REQUISITOS SANITARIOS QUE DEBEN COMPLIR LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO PUBLICOS Y PRIVADOS.
<b>NOM-014-SSA1- 1993</b>	12 DE AGOSTO DE 1994	PROCEDIMIENTOS SANITARIOS PARA EL MUESTREO DE AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PUBLICOS Y PRIVADOS.
<b>NOM-007-ECOL 1994</b>	6 DE ENERO DE 1995	ESTABLECE LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A CUERPOS RECEPTORES PROVENIENTES DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO MUNICIPAL.
<b>NOM-127-SSA1-1994</b>	15 DE AGOSTO DE 1995	SALUD AMBIENTAL: AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO - LIMITES PERMISIBLES- DE CALIDAD Y TRATAMIENTO A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACION.

FUENTE: Elaboración propia

## LEY FEDERAL DE DERECHOS EN MATERIA DE AGUA

Contiene los derechos por uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la nación como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales.

<b>DISPOSICION JURIDICA</b>	<b>REFERENCIA</b>	<b>OBLIGACION ESPECIFICA</b>
<b>LEV FEDERAL DE DERECHOS EN MATERIA DE AGUA 1994. SHCP.</b>	CAP. XIV ART 276 A 285	DERECHOS POR USO O APROVECHAMIENTO DE BIENES DEL DOMINIO PUBLICO DE LA NACION COMO CUERPOS RECEPTORES DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES

FUENTE: Elaboración Propia

**DISPOSICIONES LEGALES  
PARA SERVICIOS DE AGUA POTABLE**

<b>DISPOSICION JURIDICA</b>	<b>REFERENCIA</b>	<b>OBLIGACION ESPECIFICA</b>
<b>LEY DE AGUAS NACIONALES</b>	ART. 20 - 27 CONCESION Y ASIGNACION	REFERENTE A LAS COSESIONES QUE SERAN OTORGADAS POR EL EJECUTIVO FEDERAL A TRAVES DE LA COMISION PARA LA EXPLOTACION, USO Y APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS NACIONALES.
	ART. 24	REFERENTE AL TERMINO DE LA CONSESION O ASIGNACION QUE NO SERA MENOR DE 5 AÑOS NI MAYOR DE 50 AÑOS.
	ART. 26-27	REFERENTE A MOTIVOS DE SUSPENSION O REVOCACION, DE LA CONSESION O ASIGNACION.
	ART. 44 USO PUBLICO URBANO	REFERENTE A LA FORMA DE GARANTIZAR EL PAGO DE LAS CONTRIBUCIONES DEL APROVECHAMIENTO DE ACUERDO A LA LEGISLACION FISCAL.
	ART. 119 INFRACCION Y SANCIONES FRACC. XII FRACC. XIV	REFERENTE A LAS SANCIONES POR : SUMINISTRAR AGUAS NACIONALES PARA CONSUMO HUMANO QUE NO CUMPLAN CON LAS NORMAS DE CALIDAD CORRESPONDIENTES. POR ARROJAR, DEPOSITAR O INFILTRAR SUSTANCIAS QUE CONTAMINEN LAS AGUAS DEL SUBSUELO.
<b>REGLAMENTO DE LA LEY AGUAS NACIONALES</b>	TITULO VII CAP UNICO ART. 133 AL 156	PREVENCION Y CONTROL DE LA CONTAMINACION DE LAS AGUAS

FUENTE: Elaboración Propia

**DISPOSICIONES JURIDICAS DE LA LEY GENERAL DEL  
EQUILIBRIO ECOLOGICO Y PROTECCION AL AMBIENTE**

<b>DISPOSICION JURIDICA</b>	<b>REFERENCIA</b>	<b>OBLIGACION ESPECIFICA</b>
<b>LEY GRAL. DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y PROTECCION AL AMBIENTE</b>	ART 117 AL 133 CAP II	PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA Y DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICAS.
	ART 117	LAS AGUAS RESIDUALES DE ORIGEN URBANO DEBEN RECIBIR TRATAMIENTO PREVIO A SU DESCARGA EN CUERPO RECEPTOR.
	ART 118	LOS CRITERIOS PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA, SERÁN CONSIDERADOS EN LA FORMULACIÓN DE LAS NOM QUE DEBERÁN SATISFACER EL TRATAMIENTO DEL AGUA PARA EL USO Y CONSUMO HUMANO.
	ART 120	PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA QUEDAN SUJETAS A REGULACIÓN FEDERAL O LOCAL: LAS DESCARGAS DE ORIGEN MUNICIPAL, LAS INFILTRACIONES QUE AFECTEN LOS MANTOS ACUIFEROS; EL VERTIMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN CUERPOS RECEPTORES Y CORRIENTES DE AGUA.
	ART 123	TODAS LAS DESCARGAS EN LOS CUERPOS RECEPTORES DEBERÁN SATISFACER LAS NOM QUE SE EXPIDAN O EN SU CASO LAS CONDICIONES PARTICULARES DE DESCARGA.
	ART 128	LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL ALCANTARILLADO URBANO PODRÁN UTILIZARSE EN LA INDUSTRIA Y LA AGRICULTURA SI SE SOMETEN A TRATAMIENTO QUE CUMPLA CON LAS NOM EMITIDAS EN LA MATERIA.
	ART 133	LA CNA CON LA PARTICIPACIÓN DE LA SECRETARÍA DE SALUD SI CORRESPONDE EFECTUARÁN UN SISTEMÁTICO Y PERMANENTE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA.

FUENTE: Elaboración Propia

**ANEXO N° 7**

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO REGIONAL DE LOS VALLES DE CHICBUL, PLAN  
DEL CARMEN Y RIVERA BAJA**

**“ESTUDIO HIDROGEOLOGICO REGIONAL DE LOS VALLES DE CHICBUL, PLAN DEL CARMEN Y RIVERA BAJA,  
COMO FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA”**

ZONA	TEMPERAT.	PH	CONDUCT-ELEC	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	DUREZA	CATIONES (ppm)	ANIONES (ppm)
	°c		(min-max)	(prom-ppm)	(prom-ppm)	(+)	(-)
			(ms/cm)				
CHICBUL	24.64	6.79	847-1 940	924	592.5	Ca-166.6 Mg-42.5 Na-33.2	HCO <sub>3</sub> -466 Cl-58.7 SO <sub>4</sub> -188
RIVERA BAJA	25.70	7.26	804-4 110	1 132	373.0	Ca-88.2 Mg-36.7 Na-215.7	HCO <sub>3</sub> -425 Cl-302 SO <sub>4</sub> -62.5
PLAN DEL CARMEN	25.66	7.11	500-10 000	3 254	1 223.66	Ca-231.6 Mg-156 Na-587.6	HCO <sub>3</sub> -539 Cl-674 SO <sub>4</sub> -1 036

FUENTE: Comisión Nacional del Agua "Proyecto Ejecutivo de Ampliación y Mejoramiento de la Red de Agua potable de Cd. del Carmen, Camp."

NOTACION: ms/cm = microsiemens por centímetro

---

**ANEXO N° 8**

**CALCULO DE LA RESISTENCIA POR FRICCION QUE SOPORTA LA  
TUBERIA DEL ACUEDUCTO**



**Cálculo de la resistencia por fricción (H) que soporta la tubería conduciendo diferentes gastos (entre estaciones de rebombeo)**

Fórmula:  $H_f = (10.3 n^2 Q^2 L) / D^{16/3}$

donde:

$H_f$  = pérdida de carga por fricción, en m.

L = longitud de la línea de conducción, en m.

Q = gasto por conducir, en m<sup>3</sup>/s

D = diámetro de la tubería, en m.

n = coeficiente de rugosidad para la tubería

Para los cálculos se utilizó:

Tubería de asbesto cemento (AC) de 24" de diámetro con un n = 0.01 clase A-5 ( resistencia a la presión de 5 atmósferas = 50 metros); y para los tramos de acero (A) 24" (Sabancuy-Las Palmas) y 18" tramo (Isla Aguada-Bahamita) de diámetro, con un n = 0.014

**Situación actual**

Estaciones de rebombeo			Material y diáme- tro (pulg)	H (metros)				
De:	A:	Long. (Km) tramos		Gasto 220 lps	Gasto 250 lps	Gasto 300 lps	Gasto 320 lps	Gasto 350 lps
Plan de Ayala	Sabancuy	35.274	AC -24	24.60	31.76	45.73	52.04	62.25
Sabancuy	Las Palmas	20.553	AC -24	14.33	18.51	26.65	30.32	36.27
Sabancuy	Las Palmas	1.200	A - 24	1.64	2.12	3.05	3.47	4.15
Sabancuy	Las Palmas	21.753		15.97	20.63	29.70	33.79	40.42
Las Palmas	Isla Aguada	21.870	AC -24	15.25	22.97	28.36	32.26	38.60
Isla Aguada	Bahamita	2.000	AC -24	1.39	1.80	2.59	2.95	3.53
Isla Aguada	Bahamita	3.900	A - 18	24.70	31.89	45.92	52.25	62.51
Isla Aguada	Bahamita	16.730	AC -24	11.67	15.06	21.69	24.70	29.52
Isla Aguada	Bahamita	22.630		37.76	48.75	70.20	79.90	95.56
Bahamita	Cd. Carmen	19.500	AC -24	13.60	20.48	25.28	28.77	34.41

Fuente: Elaboración propia

En la situación actual se observa que el acueducto no puede conducir un gasto mayor de 300 lps ya que en el tramo Plan de Ayala - Sabancuy la H sería de 45.73 m. más una presión adicional de 5 m. con que llega a la siguiente estación sería de 50.73 m mayor a 50.0 m que es la máxima presión que soporta la tubería de asbesto cemento clase A-5. La tubería de acero resiste presiones superiores a 50 metros.

### Situación optimizada

Estaciones de rebombeo			Material y diáme- tro (pulg)	H (metros)				
De:	A:	Long. (Km) tramos		Gasto 220 lps	Gasto 270 lps	Gasto 300 lps	Gasto 320 lps	Gasto 350 lps
<i>Plan de Ayala</i>	<i>Tinto</i>	18.027	AC -24	12.57	18.93	23.37	26.59	<b>31.81</b>
<i>Tinto</i>	<i>Sabancuy</i>	17.247	AC -24	12.03	18.11	22.36	25.44	30.44
<i>Sabancuy</i>	<i>Las Palmas</i>	20.553	AC -24	14.33	21.58	26.65	30.32	36.27
<i>Sabancuy</i>	<i>Las Palmas</i>	1.200	<b>A -24</b>	1.64	2.47	3.05	3.47	4.15
<i>Sabancuy</i>	<i>Las Palmas</i>	21.753		15.97	24.05	29.70	33.79	40.42
<i>Las Palmas</i>	<i>Isla Aguada</i>	21.870	AC -24	15.25	22.97	28.36	32.26	38.60
<i>Isla Aguada</i>	<i>Bahamita</i>	2.000	AC -24	1.39	2.10	2.59	2.95	3.53
<i>Isla Aguada</i>	<i>Bahamita</i>	3.900	<b>A -24</b>	5.33	8.03	9.91	11.28	13.49
<i>Isla Aguada</i>	<i>Bahamita</i>	16.730	AC -24	11.67	17.57	21.69	24.68	29.52
<i>Isla Aguada</i>	<i>Bahamita</i>	22.630		18.390	27.700	34.190	<b>38.910</b>	46.540
<i>Bahamita</i>	<i>Cd. Carmen</i>	19.500	AC -24	13.60	20.48	25.28	28.77	34.41

Fuente: Elaboración propia

En la situación optimizada con la inclusión de la estación Tinto se observa que el gasto máximo permitido sería de 350 lps considerando 5 m. de presión con que llega el gasto a la siguiente estación.

**ANEXO Nº 9**

**ESTIMACION DEL PRIMER PUNTO DE LA CURVA DE DEMANDA**

La estimación de la *demanda agregada* de agua potable se obtuvo a través del siguiente procedimiento:

---

1. Se utilizó el censo de expansión urbana realizado en mayo de 1995 por la Universidad Autónoma del Carmen que registró 72 colonias (ver plano N° 1 del anexo) para un total de 20,866 lotes habitacionales.
2. Por desconocer el número preciso de lotes habitacionales que cuentan con servicio de agua potable, se aplicó un índice ponderado del 95% al total de lotes por colonia. Este índice representa la cobertura de servicio que señala el SMAP, y con ello se obtuvo un total de 19,823 lotes habitacionales con agua potable.
3. Se obtuvieron datos de las colonias que cuentan con alcantarillado sanitario del "*Plan Maestro para el mejoramiento de los servicios de agua potable y alcantarillado de Ciudad del Carmen, Campeche*"; ya que el nivel de consumo de agua depende de entre otras causas, del que se disponga o no de los medios eficientes para la evacuación de las aguas residuales. Los resultados fueron únicamente 5 colonias con servicio de alcantarillado.
4. Se obtuvo el nivel socioeconómico de cada una de las colonias del "*Estudio de evaluación de pérdidas en el sistema de agua potable de Ciudad del Carmen, Campeche; realizado en 1994 por la Comisión Nacional del Agua*". Fue necesario obtenerlo ya que el nivel de consumo de agua, además de depender del que se cuente o no con alcantarillado sanitario, también depende del nivel socioeconómico del consumidor. El estudio identificó tres niveles: alto, medio y bajo. Los resultados que se obtuvieron fueron 13,18 y 41 colonias para los niveles alto, medio y bajo respectivamente.

5. Para determinar los habitantes conectados a la red para cada nivel socioeconómico, se utilizaron los índices de hacinamiento siguientes: para las 13 colonias de nivel socioeconómico alto se utilizó un índice de 4.00, para las 18 colonias de nivel medio de 4.52 y para las 41 colonias de nivel bajo de 5.01; con lo cual se determinó una población de 94.461 habitantes conectados a la red. Los índices de hacinamiento se obtuvieron al igual que el nivel socioeconómico, del *“Estudio de evaluación de pérdidas realizado por la Comisión Nacional del Agua en 1994”*.

Fue necesario el conocer los índices de hacinamiento, ya que el consumo de agua de una vivienda además de depender del nivel socioeconómico y del contar o no con alcantarillado sanitario, también depende del número de habitantes que haya en ella.

6. En el *“Estudio de evaluación de pérdidas en el sistema de agua potable de Ciudad del Carmen, Campeche. CNA 1994”* se identificaron a los sectores III, VI y VII (ver plano N° 2 del anexo) con presiones de 0.56, 0.48 y 0.57 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, siendo éstas las más altas. Esto se debe a que en el sector III se encuentra localizada la estación central de distribución y en los otros dos sectores se encuentran en operación dos tanques elevados.

7. En el sector III se identificaron con presión en el abastecimiento a las colonias siguientes: *Fátima, Justo Sierra, Playón, Burócratas, Caleta, Benito Juárez y Héctor Pérez M.* (colonias más próximas a la red primaria de distribución); en el sector VI a las colonias: *San Nicolás, Maderas, Fracc. Puente de la Unidad, San Francisco, San Manuel, Isla del Carmen y Perla del Golfo*, y en el sector VII a las colonias: *Santa Rita, Bivalbo, Puesta del Sol, Playa Palmas y Reforma*.

8. Se analizaron los registros de facturación del SMAP del mes de julio de 1995 de las 19 colonias anteriores; las cuales fueron: 9 para el nivel socioeconómico alto (4 con alcantarillado y 5 sin alcantarillado), 5 para el nivel medio y 5 para el nivel bajo. Con lo cual, se determinó el consumo promedio con presión en (m<sup>3</sup>/mes) para cada nivel socioeconómico.
9. Conocido el consumo con presión en (m<sup>3</sup>/mes) de cada nivel; se convirtió a (litros/mes), se dividió entre 30 días y el resultado fue dividido a su vez entre el índice de hacinamiento correspondiente a cada nivel socioeconómico. De esta manera, se conoció la cantidad de agua en (litros/habitante/día) que consumiría cada habitante (también conocido como "dotación") si tuviera presión en su abastecimiento.
10. En este sentido el consumo con presión estimado para cada nivel socioeconómico, representa el nivel de consumo que lograrían alcanzar las colonias que actualmente tienen baja presión en el abastecimiento; si se les diera mayor presión.
11. La estimación del consumo de agua potable con presión para las 72 colonias se determinó multiplicando *el número de habitantes conectados a la red* de agua potable en cada colonia, por *la dotación estimada en (lt/hab/día) o consumo promedio con presión* correspondiente al nivel socioeconómico de cada una de ellas. De esta manera se obtuvo el consumo máximo en (lt/día) para el total de colonias, en una situación con presión a las tarifas actuales.

12. El resultado obtenido; considerando *el nivel socioeconómico* (alto, medio y bajo), *la infraestructura sanitaria* (con o sin alcantarillado) y *el número de habitantes* (índices de hacinamiento) *en cada una de las viviendas conectadas a la red*; fue que se alcanzaría una demanda máxima estimada de tipo doméstico de 192.8 litros por segundo, si cada colonia contara con suficiente presión.

**LOTES CON Y SIN SERVICIO DE AGUA POTABLE EN CIUDAD DEL CARMEN**

Nº Colonia	Nombre	Nº lotes	habitacional	comercial	lotes c/agua <sup>2</sup>	lotes s/agua	Nivel socioecon. <sup>1</sup>
1	Electricistas	224	169	20	182	42	Bajo
2	Aviación	229	203	8	220	9	Medio
3	Emiliano Zapata	172	154	6	163	9	Bajo
4	Volcanes <sup>3</sup>						Bajo
5	Puesta del Sol	285	271	2	276	9	Alto
6	Arcila	423	398	13	411	12	Bajo
7	Centro	2234	1515	227	2137	97	Medio
8	Tecolutla	775	585	79	627	148	Medio
9	Morelos	1135	955	48	947	188	Bajo
10	Caleta	191	139	10	154	37	Bajo
11	Héctor Perez M.	403	294	69	398	5	Medio
12	Benito Juárez	836	694	86	818	18	Bajo
13	Santa Margarita	574	475	29	545	29	Medio
14	Pallas	220	146	21	209	11	Bajo
15	Francisco I Madero	1059	889	87	1013	46	Bajo
16	Bivalbo	44	27		27	17	Alto
17	Tacubaya	458	346	47	393	65	Bajo
18	Burócratas	310	252	18	289	21	Medio
19	Cuauhtemoc	264	189	34	219	45	Medio
20	20 de noviembre	34	30	25	33	1	Bajo
21	Justo Sierra	756	620	47	678	78	Bajo
22	Estrella	20	18	2	20		Bajo
23	Guadalupe	534	446	41	498	36	Medio
24	Salitral	319	241	22	264	55	Bajo
25	Santa Rosalía	532	496	22		532	Bajo
26	Puntilla	359	306	23	347	12	Medio
27	Playa Norte	254	160	5	173	81	Alto
28	Camaroneros	283	275	6	283		Medio
29	Fátima	476	368	4	442	34	Medio
30	Playón	535	441	27	398	137	Bajo
31	Compositores	376	332	17	25	351	Bajo
32	Belisario	510	414	39	437	73	Bajo
33	Solidaridad urbana	551	488	24	493	58	Bajo
34	Caracol	239	228	5	203	36	Bajo
35	Manigua	974	812	70	715	259	Bajo
36	Maderas	37	5		1	36	Alto
37	Puente de la unidad	447	360	20	369	78	Medio
38	Miami	233	141	15	174	59	Medio
39	San Carlos	629	442	31	369	260	Bajo
40	Fracc. Justo Sierra	168	145	3	157	11	Medio
41	Insurgentes	326	293	12	310	16	Bajo
42	Limonar	215	175	17	171	44	Bajo
43	Renovación II	448	381	17	40	408	Bajo
44	Reforma	197	169	5	194	3	Bajo
45	Miguel de la Madrid						Bajo
46	Fovissste	190	176	5	182	8	Bajo



Nº Colonia	Nombre	Nº lotes	habitacional	comercial	lotes c/agua <sup>2</sup>	lotes s/agua	Nivel socioecon. <sup>1</sup>
47	San Miguel	199	172	20	196	3	Bajo
48	San Manuel (Pemex)	514	473	9	487	27	Alto
49	Renovación I	532	506	11	517	15	Bajo
50	Fracc. Lomas de Holche	53	42		44	9	Medio
51	23 de julio	505	484	6		505	Bajo
52	San Nicolás	684	609	9	626	58	Bajo
53	Guanal	699	526	63	674	25	Alto
54	Tila	404	328	37	376	28	Medio
55	San Agustín del Palmar	209	107	3	89	120	Medio
56	Fracc. Isla del Carmen	82	57		60	22	Alto
57	Fracc. Paseos de Arcos	19	15		10	9	Bajo
58	Fracc. Marina del Rey	98	55		56	42	Bajo
59	San Francisco	184	172	1	174	10	Alto
60	La Rivera	125	119			125	Bajo
61	Aeropuerto	49	36	2	37	12	Bajo
62	Playa Palmas	4	1		2	2	Alto
63	Malibrán	85	57		56	29	Bajo
64	Fracc. Perla del Golfo	87	74		74	13	Alto
65	Santa Rita	158	149	1	146	12	Alto
66	Revolución	158	121	4	142	16	Medio
67	Puerto Pesquero	45		1	34	11	Bajo
68	Fracc. Isla de Tris	150	148		147	3	Bajo
69	San Agustín del Palmar II	180	156	7	105	75	Alto
70	Pedro Saenz de Baranda	195	171	3	176	19	Bajo
71	Obrera	757	625	28	699	58	Bajo
72	Petrolera						Alto
	TOTAL	25653	20866	1513	20931	4722	

Fuente:

Universidad Autónoma de Carmen, Centro de Investigaciones Sociales y Territoriales. Censo de expansión urbana, Mayo 1995.

<sup>1</sup> Comisión Nacional del Agua. "Estudio de evaluación de pérdidas en el sistema de agua potable en Ciudad del Carmen, Campeche. 1994."

<sup>2</sup> Incluye lotes habitacionales, comerciales e industriales.

<sup>3</sup> Colonia sin conexión a la red de agua potable

**LOTES HABITACIONALES CON SERVICIO DE AGUA POTABLE**

Nº Colonia	Nombre	Nº lotes	habita- cionales	lotes habit. c/agua <sup>2</sup>	Nivel socioecon. <sup>1</sup>
1	Electricistas	224	169	161	Bajo
2	Aviación	229	203	193	Medio
3	Emiliano Zapata	172	154	146	Bajo
4	Volcanes			0	Bajo
5	Puesta del Sol	285	271	257	Alto
6	Arcila	423	398	378	Bajo
7	Centro	2234	1515	1439	Medio
8	Tecolutla	775	585	556	Medio
9	Morelos	1135	955	907	Bajo
10	Caleta	191	139	132	Bajo
11	Héctor Perez M.	403	294	279	Medio
12	Benito Juárez	836	694	659	Bajo
13	Santa Margarita	574	475	451	Medio
14	Pallas	220	146	139	Bajo
15	Francisco I Madero	1059	889	845	Bajo
16	Bivaibo	44	27	26	Alto
17	Tacubaya	458	346	329	Bajo
18	Burócratas	310	252	239	Medio
19	Cuauhtemoc	264	189	180	Medio
20	20 de noviembre	34	30	29	Bajo
21	Justo Sierra	756	620	589	Bajo
22	Estrella	20	18	17	Bajo
23	Guadalupe	534	446	424	Medio
24	Salitral	319	241	229	Bajo
25	Santa Rosalía	532	496	471	Bajo
26	Puntilla	359	306	291	Medio
27	Playa Norte	254	160	152	Alto
28	Camaroneros	283	275	261	Medio
29	Fátima	476	368	350	Medio
30	Playón	535	441	419	Bajo
31	Compositores	376	332	315	Bajo
32	Belisario	510	414	393	Bajo
33	Solidaridad urbana	551	488	464	Bajo
34	Caracol	239	228	217	Bajo
35	Manigua	974	812	771	Bajo
36	Maderas	37	5	5	Alto
37	Puente de la unidad	447	360	342	Medio
38	Miami	233	141	134	Medio
39	San Carlos	629	442	420	Bajo
40	Fracc. Justo Sierra	168	145	138	Medio
41	Insurgentes	326	293	278	Bajo
42	Limonar	215	175	166	Bajo
43	Renovación II	448	381	362	Bajo
44	Reforma	197	169	161	Bajo
45	Miguel de la Madrid			0	Bajo
46	Fovissste	190	176	167	Bajo

Nº Colonia	Nombre	Nº lotes	habita- cionales	lotes habit. c/agua <sup>2</sup>	Nivel socioecon. <sup>1</sup>
47	San Miguel	199	172	163	Bajo
48	San Manuel (Pemex)	514	473	449	Alto
49	Renovación I	532	506	481	Bajo
50	Fracc. Lomas de Holche	53	42	40	Medio
51	23 de julio	505	484	460	Bajo
52	San Nicolás	684	609	579	Bajo
53	Guanal	699	526	500	Alto
54	Tila	404	328	312	Medio
55	San Agustín del Palmar	209	107	102	Medio
56	Fracc. Isla del Carmen	82	57	54	Alto
57	Fracc. Paseos de Arcos	19	15	14	Bajo
58	Fracc. Marina del Rey	98	55	52	Bajo
59	San Francisco	184	172	163	Alto
60	La Rivera	125	119	113	Bajo
61	Aeropuerto	49	36	34	Bajo
62	Playa Palmas	4	1	1	Alto
63	Malibrán	85	57	54	Bajo
64	Fracc. Perla del Golfo	87	74	70	Alto
65	Santa Rita	158	149	142	Alto
66	Revolución	158	121	115	Medio
67	Puerto Pesquero	45		0	Bajo
68	Fracc. Isla de Tris	150	148	141	Bajo
69	San Agustín del Palmar II	180	156	148	Alto
70	Pedro Saenz de Baranda	195	171	162	Bajo
71	Obrera	757	625	594	Bajo
72	Petrolera			0	Alto
	TOTAL	25653	20866	19823	

Fuente:

Universidad Autónoma de Carmen, Centro de Investigaciones Sociales y Territoriales.  
Censo de expansión urbana, Mayo 1995.

<sup>1</sup> Comisión Nacional del Agua. "Estudio de evaluación de pérdidas en el sistema de agua potable en Ciudad del Carmen, Campeche. 1994."

<sup>2</sup> Cálculo basado en el N° de tomas domiciliarias registradas por el SMAP y el total de predios domiciliarios censados por la Universidad del Carmen. Considerando el 95% que estima el SMAP, como cobertura total del servicio.

**LOTES HABITACIONALES CON SERVICIO DE AGUA POTABLE  
POR NIVEL SOCIOECONOMICO**

**NIVEL SOCIOECONOMICO ALTO**

Nº Colonia	Nombre	lotes habitacionales	lotes habit. c/agua
5	Puesta del Sol	271	257
16	Bivalbo	27	26
27	Playa Norte	160	152
36	Maderas	5	5
48	San Manuel (Pemex)	473	449
53	Guanal	526	500
56	Fracc. Isla del Carmen	57	54
59	San Francisco	172	163
62	Playa Palmas	1	1
64	Fracc. Perla del Golfo	74	70
65	Santa Rita	149	142
69	San Agustín del Palmar II	156	148
72	Petrolera		0
	TOTAL	2071	1967

Nº de colonias = 13

**NIVEL SOCIOECONOMICO MEDIO**

Nº Colonia	Nombre	lotes habitacionales	lotes habit. c/agua
2	Aviación	203	193
7	Centro	1515	1439
8	Tecolutla	585	556
11	Héctor Pérez M.	294	279
13	Santa Margarita	475	451
18	Burócratas	252	239
19	Cuauhtemoc	189	180
23	Guadalupe	446	424
26	Puntilla	306	291
28	Camaroneros	275	261
29	Fátima	368	350
37	Puente de la Unidad	360	342
38	Miami	141	134
40	Fracc. Justo Sierra	145	138
50	Fracc. Lomas del Holche	42	40
54	Tila	328	312
55	San Agustín del Palmar	107	102
66	Revolución	121	115
	TOTAL	6152	5844

Nº de colonias = 18

## NIVEL SOCIOECONOMICO BAJO

Nº Colonia	Nombre	lotes habitacionales	lotes habit. c/agua
1	Electricistas	169	161
3	Emiliano Zapata	154	146
4	Volcanes		0
6	Arcila	398	378
9	Morelos	955	907
10	Caleta	139	132
12	Benito Juárez	694	659
14	Pallas	146	139
15	Francisco I Madero	889	845
17	Tacubaya	346	329
20	20 de noviembre	30	29
21	Justo Sierra	620	589
22	Estrella	18	17
24	Salitral	241	229
25	Santa Rosalía	496	471
30	Playón	441	419
31	Compositores	332	315
32	Belisario	414	393
33	Solidaridad urbana	488	464
34	Caracol	228	217
35	Manigua	812	771
39	San Carlos	442	420
41	Insurgentes	293	278
42	Limonar	175	166
43	Renovación II	381	362
44	Reforma	169	161
45	Miguel de la Madrid		0
46	Fovissste	176	167
47	San Miguel	172	163
49	Renovación I	506	481
51	23 de julio	484	460
52	San Nicolás	609	579
57	Fracc. Paseos de Arcos	15	14
58	Fracc. Marina del Rey	55	52
60	La Rivera	119	113
61	Aeropuerto	36	34
63	Malibrán	57	54
67	Puerto Pesquero		0
68	Fracc. Isla de Tris	148	141
70	Pedro Saenz de Baranda	171	162
71	Obrera	625	594
	TOTAL	12643	12011

Nº de colonias = 41

**MUESTREOS DE COLONIAS CON PRESION**

**NIVEL SOCIOECONOMICO ALTO**

Con alcantarillado sanitario

Nº Colonia	Nombre	lotes habitac.	lotes habit. c/agua <sup>2</sup>	Consumo con presión (m <sup>3</sup> /mes)
5*	Puesta del Sol	271	257	33.0
48*	San Manuel (Pemex)	473	449	41.4
59*	San Francisco	172	163	44.0
64*	Fracc. Perla del Golfo	74	70	42.0
	TOTAL	990	941	

Consumo promedio con alcantarillado

**40.1**

**NIVEL SOCIOECONOMICO ALTO**

Sin alcantarillado sanitario

Nº Colonia	Nombre	lotes habitac.	lotes habit. c/agua <sup>2</sup>	Consumo con presión (m <sup>3</sup> /mes)
16	Bivalbo	27	26	34.0
36	Maderas	5	5	33.5
56	Fracc. Isla del Carmen	57	54	35.0
62	Playa Palmas	1	1	36.0
65	Santa Rita	149	142	34.5
	TOTAL	239	228	

Consumo promedio sin alcantarillado

**34.6**

**NIVEL SOCIOECONOMICO MEDIO**

<i>Nº Colonia</i>	<i>Nombre</i>	<i>lotes habitac.</i>	<i>lotes habit. c/agua<sup>2</sup></i>	<i>Consumo con presión (m<sup>3</sup>/mes)</i>
11	Héctor Perez M.	294	279	25.5
18	Burócratas	252	239	26.0
29	Fátima	368	350	28.5
37	Puente de la Unidad	360	342	27.0
40	Fracc. Justo Sierra	145	138	28.0
	<b>TOTAL</b>	<b>1419</b>	<b>1348</b>	

Consumo promedio

**27.0**

**NIVEL SOCIOECONOMICO BAJO**

<i>Nº Colonia</i>	<i>Nombre</i>	<i>lotes habitac.</i>	<i>lotes habit. c/agua<sup>2</sup></i>	<i>Consumo con presión (m<sup>3</sup>/mes)</i>
10	Caleta	139	132	20.0
12	Benito Juárez	694	659	22.6
30	Playón	441	419	24.5
44	Reforma	169	161	23.0
52	San Nicolás	609	579	22.5
	<b>TOTAL</b>	<b>2052</b>	<b>1949</b>	

Consumo promedio

**22.5**

**CONSUMOS CON PRESION POR NIVEL SOCIOECONOMICO EN**  
**(LTS/HAB/DIA) Y TARIFA CORRESPONDIENTE**

<b>Nivel socioeconómico</b>	<b>Consumo<sup>1</sup> (m<sup>3</sup>/mes)</b>	<b>Dotación<sup>2</sup> (lt/hab/día)</b>	<b>Tarifa<sup>3</sup> (N\$/m<sup>3</sup>)</b>
Alto	40.1	334.2	1.80
Alto	34.6	288.3	1.55
Medio	27.0	199.1	1.45
Bajo	22.5	149.8	1.45

\* Su consumo es mayor ya que cuenta con alcantarillado sanitario

<sup>1</sup> Resultado de los muestreos de colonias con presión

<sup>2</sup> Se obtuvo convirtiendo la *columna de consumo* a (lt/mes) y dividiendo el resultado entre 30 días y entre el índice de hacinamiento de cada nivel socioeconómico.

<sup>3</sup> Cálculo obtenido de acuerdo al cuadro de *tarifas por rango de consumo del SMAP*.

Tarifa promedio = N\$ 1.56 / m <sup>3</sup>
---



**ESTIMACION DEL CONSUMO HABITACIONAL DE AGUA POTABLE CON PRESION POR COLONIA**

Nº Colonia	Nombre	Nivel socioecon. <sup>1</sup>	lotes habit. c/agua <sup>2</sup>	Indice de hacinamiento <sup>1</sup>	Nº habitantes	Dotación (lt/hab/día)	Consumo máx. (lt/día)	Consumo máx. (l.p.s.)
1	Electricistas	Bajo	161	5.01	804	149.8	120519.53	1.39
2	Aviación	Medio	193	4.52	872	199.1	173565.00	2.01
3	Emiliano Zapata	Bajo	146	5.01	733	149.8	109822.53	1.27
4	Volcanes	Bajo	0	5.01	0	149.8	0.00	0.00
5	Puesta del Sol	Alto	257	4.00	1030	288.3	296925.67	3.44
6	Arcila	Bajo	378	5.01	1894	149.8	283827.07	3.29
7	Centro	Medio	1439	4.52	6505	199.1	1295325.00	14.99
8	Tecolutla	Medio	556	4.52	2512	199.1	500175.00	5.79
9	Morelos	Bajo	907	5.01	4545	149.8	681042.33	7.88
10	Caleta	Bajo	132	5.01	662	149.8	99125.53	1.15
11	Héctor Perez M.	Medio	279	4.52	1262	199.1	251370.00	2.91
12	Benito Juárez	Bajo	659	5.01	3303	149.8	494914.53	5.73
13	Santa Margarita	Medio	451	4.52	2040	199.1	406125.00	4.70
14	Pallas	Bajo	139	5.01	695	149.8	104117.47	1.21
15	Francisco I Madero	Bajo	845	5.01	4231	149.8	633975.53	7.34
16	Bivalbo	Alto	26	4.00	103	288.3	29583.00	0.34
17	Tacubaya	Bajo	329	5.01	1647	149.8	246744.13	2.86
18	Burócratas	Medio	239	4.52	1082	199.1	215460.00	2.49
19	Cuauhtemoc	Medio	180	4.52	812	199.1	161595.00	1.87
20	20 de noviembre	Bajo	29	5.01	143	149.8	21394.00	0.25
21	Justo Sierra	Bajo	589	5.01	2951	149.8	442142.67	5.12
22	Estrella	Bajo	17	5.01	86	149.8	12836.40	0.15
23	Guadalupe	Medio	424	4.52	1915	199.1	381330.00	4.41
24	Salitral	Bajo	229	5.01	1147	149.8	171865.13	1.99
25	Santa Rosalía	Bajo	471	5.01	2361	149.8	353714.13	4.09
26	Puntilla	Medio	291	4.52	1314	199.1	261630.00	3.03
27	Playa Norte	Alto	152	4.00	608	288.3	175306.67	2.03
28	Camaroneros	Medio	261	4.52	1181	199.1	235125.00	2.72
29	Fátima	Medio	350	4.52	1580	199.1	314640.00	3.64
30	Playón	Bajo	419	5.01	2099	149.8	314491.80	3.64
31	Compositores	Bajo	315	5.01	1580	149.8	236760.27	2.74
32	Belisario	Bajo	393	5.01	1970	149.8	295237.20	3.42

Nº Colonia	Nombre	Nivel socioecon. <sup>1</sup>	lotes habit. c/agua <sup>2</sup>	Indice de hacinamiento <sup>1</sup>	Nº habitantes	Dotación (lt/hab/día)	Consumo máx. (lt/día)	Consumo máx. (l.p.s.)
33	Solidaridad urbana	Bajo	464	5.01	2323	149.8	348009.07	4.03
34	Caracol	Bajo	217	5.01	1085	149.8	162594.40	1.88
35	Manigua	Bajo	771	5.01	3865	149.8	579064.27	6.70
36	Maderas	Alto	5	4.00	19	288.3	5478.33	0.06
37	Puente de la unidad	Medio	342	4.52	1546	199.1	307800.00	3.56
38	Miami	Medio	134	4.52	605	199.1	120555.00	1.40
39	San Carlos	Bajo	420	5.01	2104	149.8	315204.93	3.65
40	Fracc. Justo Sierra	Medio	138	4.52	623	199.1	123975.00	1.43
41	Insurgentes	Bajo	278	5.01	1395	149.8	208948.07	2.42
42	Limonar	Bajo	166	5.01	833	149.8	124798.33	1.44
43	Renovación II	Bajo	362	5.01	1813	149.8	271703.80	3.14
44	Reforma	Bajo	161	5.01	804	149.8	120519.53	1.39
45	Miguel de la Madrid	Bajo	0	5.01	0	149.8	0.00	0.00
46	Fovissste	Bajo	167	5.01	838	149.8	125511.47	1.45
47	San Miguel	Bajo	163	5.01	819	149.8	122658.93	1.42
48	San Manuel (Pemex)	Alto	449	4.00	1797	334.2	600631.17	6.95
49	Renovación I	Bajo	481	5.01	2408	149.8	360845.47	4.18
50	Fracc. Lomas de Holche	Medio	40	4.52	180	199.1	35910.00	0.42
51	23 de julio	Bajo	460	5.01	2304	149.8	345156.53	3.99
52	San Nicolás	Bajo	579	5.01	2899	149.8	434298.20	5.03
53	Guanal	Alto	500	4.00	1999	288.3	576320.67	6.67
54	Tila	Medio	312	4.52	1408	199.1	280440.00	3.25
55	San Agustín del Palmar	Medio	102	4.52	459	199.1	91485.00	1.06
56	Fracc. Isla del Carmen	Alto	54	4.00	217	288.3	62453.00	0.72
57	Fracc. Paseos de Arcos	Bajo	14	5.01	71	149.8	10697.00	0.12
58	Fracc. Marina del Rey	Bajo	52	5.01	262	149.8	39222.33	0.45
59	San Francisco	Alto	163	4.00	654	334.2	218411.33	2.53
60	La Rivera	Bajo	113	5.01	566	149.8	84862.87	0.98
61	Aeropuerto	Bajo	34	5.01	171	149.8	25672.80	0.30
62	Playa Palmas	Alto	1	4.00	4	288.3	1095.67	0.01
63	Malibrán	Bajo	54	5.01	271	149.8	40648.60	0.47
64	Fracc. Perla del Golfo	Alto	70	4.00	281	288.3	81079.33	0.94
65	Santa Rita	Alto	142	4.00	566	288.3	163254.33	1.89
66	Revolución	Medio	115	4.52	520	199.1	103455.00	1.20
67	Puerto Pesquero	Bajo	0	5.01	0	149.8	0.00	0.00

Nº Colonia	Nombre	Nivel socioecon. <sup>1</sup>	lotes habit. c/agua <sup>2</sup>	Indice de hacinamiento <sup>1</sup>	Nº habitantes	Dotación (lt/hab/día)	Consumo máx. (lt/día)	Consumo máx. (l.p.s.)
68	Fracc. Isla de Tris	Bajo	141	5.01	704	149.8	105543.73	1.22
69	San Agustín del Palmar II	Alto	148	4.00	593	288.3	170924.00	1.98
70	Pedro Saenz de Baranda	Bajo	162	5.01	814	149.8	121945.80	1.41
71	Obrera	Bajo	594	5.01	2975	149.8	445708.33	5.16
72	Petrolera	Alto		4.00	0	334.2	0.00	0.00
	<b>TOTAL</b>		<b>19823</b>		<b>94461</b>		<b>16657567.90</b>	<b>192.80</b>

Fuente:

Universidad Autónoma de Carmen, Centro de Investigaciones Sociales y Territoriales. Censo de expansión urbana, Mayo 1995.

<sup>1</sup> Comisión Nacional del Agua. "Estudio de evaluación de pérdidas en el sistema de agua potable en Ciudad del Carmen, Campeche 1994"

<sup>2</sup> Elaboración propia basado en el N° de tomas domiciliarias registradas por el SMAP y el total de predios domiciliarios censados por la Universidad del Carmen. Considerando el 95% que estima el SMAP, como cobertura del servicio total

El consumo estimado del total de colonias, si todas tuvieran presión en el abastecimiento fue de **192,8 lps.**

**CONSUMOS POR NIVEL SOCIOECONOMICO CON PRESION****NIVEL SOCIOECONOMICO ALTO**

Nº Colonia	Nombre	lotes habit. c/agua	Consumo máx. (l.p.s.)
5 *	Puesta del Sol	257	3.44
16	Bivalbo	26	0.34
27	Playa Norte	152	2.03
36	Maderas	5	0.06
48 *	San Manuel (Pemex)	449	6.95
53	Guanal	500	6.67
56	Fracc. Isla del Carmen	54	0.72
59 *	San Francisco	163	2.53
62	Playa Palmas	1	0.01
64 *	Fracc. Perla del Golfo	70	0.94
65	Santa Rita	142	1.89
69	San Agustín del Palmar II	148	1.98
72 *	Petrolera	0	0.00
	TOTAL	1967	27.56

\* con alcantarillado 13.85  
sin alcantarillado 13.71

**NIVEL SOCIOECONOMICO MEDIO**

Nº Colonia	Nombre	lotes habit. c/agua	Consumo máx. (l.p.s.)
2	Aviación	193	2.01
7	Centro	1439	14.99
8	Tecolutla	556	5.79
11	Héctor Pérez M.	279	2.91
13	Santa Margarita	451	4.70
18	Burócratas	239	2.49
19	Cuauhtemoc	180	1.87
23	Guadalupe	424	4.41
26	Puntilla	291	3.03
28	Camaroneros	261	2.72
29	Fátima	350	3.64
37	Puente de la Unidad	342	3.56
38	Miami	134	1.40
40	Fracc. Justo Sierra	138	1.43
50	Fracc. Lomas del Holche	40	0.42
54	Tila	312	3.25
55	San Agustín del Palmar	102	1.06
66	Revolución	115	1.20
	TOTAL	5845	60.88

NIVEL SOCIOECONOMICO **BAJO**

Nº Colonia	Nombre	lotes habit. c/agua	Consumo máx. (l.p.s.)
1	Electricistas	161	1.39
3	Emiliano Zapata	146	1.27
4	Volcanes	0	0.00
6	Arcila	378	3.29
9	Morelos	907	7.88
10	Caleta	132	1.15
12	Benito Juárez	659	5.73
14	Pallas	139	1.21
15	Francisco I Madero	845	7.34
17	Tacubaya	329	2.86
20	20 de noviembre	29	0.25
21	Justo Sierra	589	5.12
22	Estrella	17	0.15
24	Salitral	229	1.99
25	Santa Rosalía	471	4.09
30	Playón	419	3.64
31	Compositores	315	2.74
32	Belisario	393	3.42
33	Solidaridad urbana	464	4.03
34	Caracol	217	1.88
35	Manigua	771	6.70
39	San Carlos	420	3.65
41	Insurgentes	278	2.42
42	Limonar	166	1.44
43	Renovación II	362	3.14
44	Reforma	161	1.39
45	Miguel de la Madrid	0	0.00
46	Fovissste	167	1.45
47	San Miguel	163	1.42
49	Renovación I	481	4.18
51	23 de julio	470	3.99
52	San Nicolás	579	5.03
57	Fracc. Paseos de Arcos	14	0.12
58	Fracc. Marina del Rey	52	0.45
60	La Rivera	113	0.98
61	Aeropuerto	34	0.30
63	Malibrán	54	0.47
67	Puerto Pesquero	0	0.94
68	Fracc. Isla de Tris	141	1.22
70	Pedro Saenz de Baranda	162	1.41
71	Obrera	594	5.16
	TOTAL	12020	105.29

## TARIFAS POR RANGO DE CONSUMO

### TARIFA DOMESTICA SIN ALCANTARILLADO

Rango de consumo	Cuota límite inferior	N\$/M <sup>3</sup> (Excedente sobre límite inferior)	Tarifa promedio ajustada <sup>1</sup> (N\$/M <sup>3</sup> )
0.0 - 5.0	8.50	0.00	
5.01-10.0	8.50	1.20	1.45
10.01-15.0	14.50	1.30	1.40
15.01-30.0	21.00	1.50	1.45
30.01-50.0	43.50	1.70	1.55
50.01-100.0	77.50	2.00	1.78
100.01-...	177.50	2.30	

Fuente: Sistema Municipal de Agua Potable, Ciudad del Carmen

<sup>1</sup> Elaboración propia

### TARIFA DOMESTICA CON ALCANTARILLADO

Rango de consumo	Cuota límite inferior	N\$/M <sup>3</sup> (Excedente sobre límite inferior)	Tarifa promedio ajustada <sup>1</sup> (N\$/M <sup>3</sup> )
0.0 - 5.0	10.20	0.00	
5.01-10.0	10.20	1.44	1.74
10.01-15.0	17.40	1.56	1.68
15.01-30.0	25.20	1.80	1.74
30.01-50.0	52.20	2.04	1.86
50.01-100.0	93.00	2.40	2.13
100.01-...	213.00	2.76	

Fuente: Sistema Municipal de Agua Potable, Ciudad del Carmen

<sup>1</sup> Elaboración propia

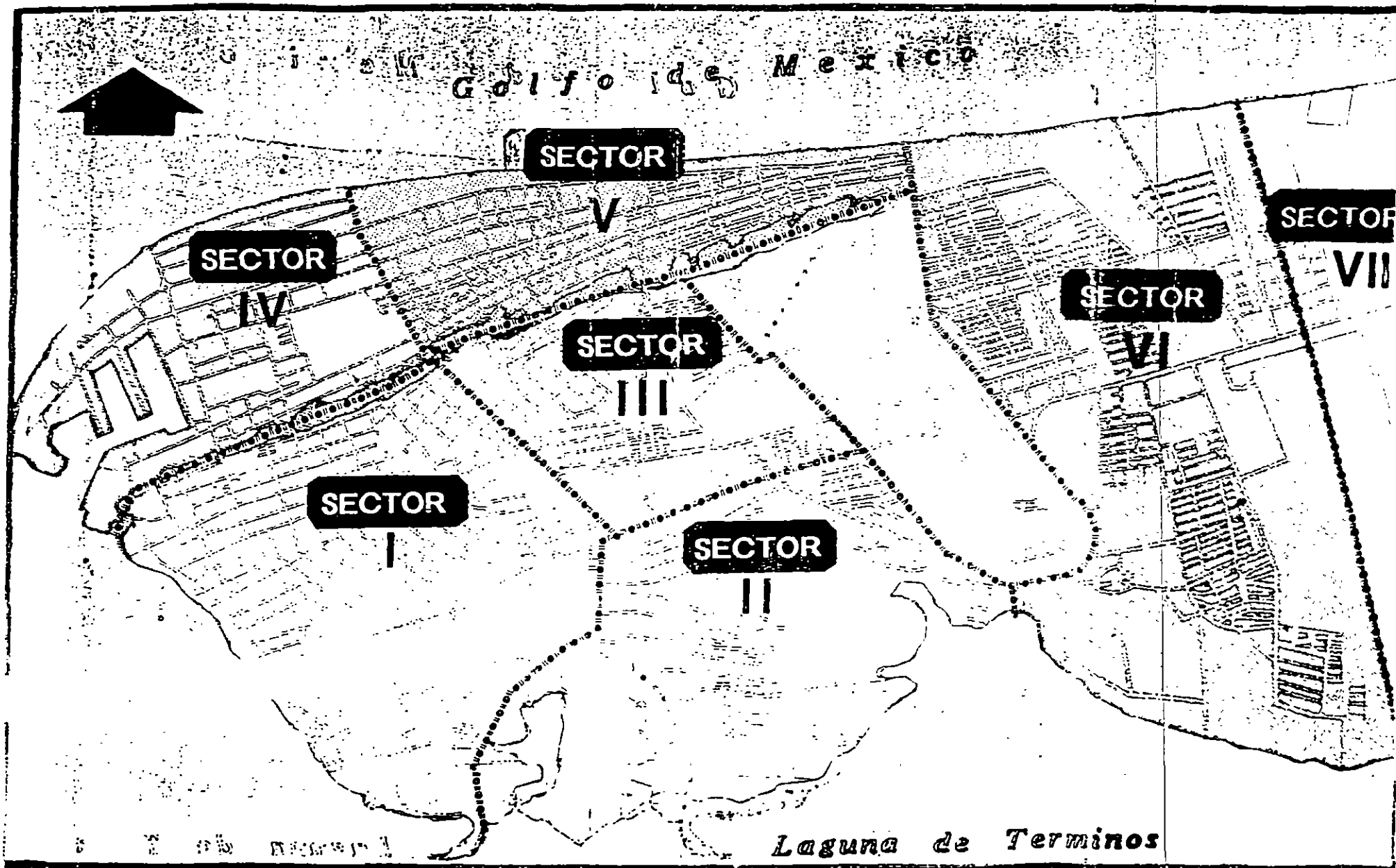
Fórmula utilizada para columna de tarifa promedio

Tarifa promedio = [Cuota límite inferior + (Tarifa excedente x Diferencia del rango de consumo superior) - inferior] dividido entre el rango de consumo superior

Ejemplo: Tarifa promedio ajustada con drenaje = 1.86

$$1.86 = [52.20 + (2.04 \times 20)] / 50$$

PLANO N° 2 ANEXO



**ANEXO N° 10**

**VIDA UTIL DE LOS EQUIPOS EN LAS ETAPAS DE CAPTACION,  
CONDUCCION Y DISTRIBUCION**



**VIDA UTIL DE ELEMENTOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE**  
**POZOS DE CAPTACION EN CHICBUL**

CONCEPTO	VIDA TEORICA (DE DISEÑO)	POZO 1		POZO 2		POZO 3		POZO 4		POZO 5		POZO 6		POZO 7		POZO 8		VALOR DE REPOSICION NUEVO
	(AÑOS)	EDAD	VIDA UTIL	EDAD	VIDA UTIL	EDAD	VIDA UTIL	EDAD	VIDA UTIL	EDAD	VIDA UTIL	EDAD	VIDA UTIL	EDAD	VIDA UTIL	EDAD	VIDA UTIL	N\$
Caseta	30	1	29	1	29	1	29	1	29	1	29	1	29	8	22	-	-	25,000
Equipo electrico periferico	5	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	8	0	-	-	80,000
Arrancador	5	1.5	3.5	1.5	3.5	1.5	3.5	1.5	3.5	1	4	1	4	1	4	-	-	17,500
Motor	10	-	-	10	0	20	0	2	8	2	8	2	8	20	0	-	-	20,000
Cabezal	20	15	5	15	5	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	-	-	5,000
Columna	5	2	3	2	3	3	2	3	2	3	2	3	2	2	3	-	-	60,000
Bomba	10	2	8	2	8	3	7	3	7	3	7	3	7	3	7	-	-	20,000
Pozo (ademe)	30	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	2	28	150,000

Fuente: Elaboración propia con datos del SMAP

**VIDA UTIL DE ELEMENTOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE**

**ESTACIONES DE REBOMBEO**

CONCEPTO	Vida teórica (de diseño)	Plan de Ayala (1)		Tinto (2)		Sabancuy (3)		Las palmas (4)		Isla Aguada (5)		Bahamitas (6)		Carmen (7)		Valor de reposición nuevo N\$	
	(Años)	Edad	Vida útil	Edad	Vida útil	Edad	Vida útil	Edad	Vida útil	Edad	Vida útil	Edad	Vida útil	Edad	Vida útil	Estaciones 1-6	Estación 7
1 Caseta	30	20	10	0.5	29.5	20	10	5	25	20	10	5	25	45	0	80,000	80,000
2 Equipo eléctrico periférico	10	2	8	0	10	2	8	2	8	2	8	2	8	20	0	200,000	20,000
3 Arrancador	5	2	3	0	5	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	20,000	120,000
4 Motor	10	2	8	0	10	(2) 0	10	3.5	6.5	(3) 2	8	3.5	6.5	2	8	30,000	15,000
						(2) 15	0		(1) 15	0							
5 Cabezal	20	2	18	0	20	(2) 0	20	5	15	(3) 2	18	5	15	2	18	6,000	6,000
						(2) 15	5		(1) 20	0							
6 Columna	5	2	3	0	5	2.5	2.5	2	3	(3) 2	3	2	3	1	4	5,000	5,000
										(1) 3	2						
7 Bomba	10	1	9	0	10	2.5	7.5	2	8	(3) 2	8	2	8	1	9	25,000	20,000
										(1) 3	7						
8 Cárcamo	30	20	10	0.5	29.5	20	10	5	25	20	10	5	25	45	0	180,000	180,000

Fuente: Elaboración propia con datos del SMAP

Los conceptos del N° 3 al N° 7, cuentan con 4 equipos en cada una de las estaciones. Los números entre paréntesis indican el número de equipos

**VIDA UTIL DE ELEMENTOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE**

**TANQUES DE REGULARIZACION**

<b>NOMBRE  TANQUE DE  REGULARIZACION</b>	<b>TANQUES ELEVADOS</b>				<b>CARCAMOS</b>		
	<b>Vida teórica (de diseño)</b>	<b>Edad</b>	<b>Vida útil</b>	<b>Valor de reposición</b>	<b>Valor de reposición nuevo (N\$)</b>		
	<b>(Años)</b>			<b>nuevo (N\$)</b>	<b>Caseta</b>	<b>Equipo electromecánico</b>	<b>Cárcamo</b>
<i>Puerto pesquero</i>	25	20	5	1,500,000	90,000	50,000	300,000
<i>34 x 41</i>	25	20	5	2,500,000	90,000	80,000	500,000
<i>Fátima</i>	25	40	0	2,000,000	90,000	80,000	250,000
<i>56 x 33</i>	30	6	24	200,000	90,000	60,000	750,000
<i>Manigua</i>	30	6	24	150,000	90,000	30,000	100,000
<i>San Manuel</i>	30	7	23	400,000	90,000	50,000	300,000
<i>San Francisco</i>	30	7	23	300,000	90,000	50,000	200,000
<i>Infonavit</i>	30	2	28	200,000	90,000	30,000	400,000
<i>Palmira</i>	30	4	26	150,000	90,000	30,000	150,000
<i>Panteón</i>	30	9	21	200,000	90,000	80,000	700,000

Fuente: Elaboración propia con datos del SMAP

**ANEXO Nº 11**

**VALOR ACTUAL DE COSTOS Y BENEFICIOS DEL PROYECTO  
"REPARACION DE FUGAS"**

## PROYECTO "REPARACION DE FUGAS"

### VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS

(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Concepto	AÑOS									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Costos operación y mtto.		484,220	372,000	372,000	372,000	372,000	372,000	372,000	372,000	372,000
Inversión	915,120									

Valor actual costos	3,001,443
Tasa social descuento	18%

### VALOR ACTUAL DE LOS BENEFICIOS

(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Concepto	AÑOS									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Beneficios		2,642,424	2,642,424	2,642,424	2,642,424	2,642,424	2,642,424	2,642,424	2,642,424	2,642,424

Valor actual beneficios	14,144,226
Tasa social descuento	18%

### VALOR ACTUAL NETO

Valor actual neto	11,142,782
-------------------	------------

Fuente: Elaboración propia



---

**ANEXO Nº 12**

**VALOR ACTUAL DE COSTOS Y BENEFICIOS DEL PROYECTO  
"INCREMENTO DEL GASTO SUMINISTRADO"**

**PROYECTO "INCREMENTO DEL GASTO SUMINISTRADO"**

**VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS**

(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Concepto	AÑOS									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Costos operación y mtto.		1,696,048	1,696,048	1,773,548	1,696,048	2,891,048	1,873,548	1,696,048	1,793,548	1,696,048
Inversión	7'170,869									

Valor actual costos	18,145,795
Tasa social descuento	18%

**VALOR ACTUAL DE LOS BENEFICIOS**

(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Concepto	AÑOS									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Beneficios		3,554,732	3,554,732	3,554,732	3,554,732	3,554,732	3,554,732	3,554,732	3,554,732	3,554,732

Valor actual beneficios	19,027,579
Tasa social descuento	18%

**VALOR ACTUAL NETO**

Valor actual neto	881,784
-------------------	---------

**TASA INTERNA DE RETORNO**

TIR = 21 %
------------

Fuente: Elaboración propia





**ANEXO N° 13**

**FLUJO DE COSTOS DE LOS PROYECTOS “REPOSICION DE LAS VALVULAS EN LA CONDUCCION” Y “REPOSICION DE LAS VALVULAS Y ACCESORIOS EN LA RED DE DISTRIBUCION”**

## FLUJO DE COSTOS DE LOS PROYECTOS DE REPOSICION DE VALVULAS EN CONDUCCION Y DISTRIBUCION

(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Para 350 l.p.s.

Nº	Concepto	AÑOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversión</b>												
1	Reposición de válvulas desaireadoras	553,569										
2	Reposición válvulas y accesorios en la red	650,000										
<b>Costos mantenimiento</b>												
1	válvulas desaireadoras		27,638	27,638	27,638	27,638	27,638	27,638	27,638	27,638	27,638	27,638
2	válvulas en distribución		22,239	22,239	22,239	22,239	22,239	22,239	22,239	22,239	22,239	22,239
	<b>TOTAL</b>	1,203,569	49,877	49,877	49,877	49,877	49,877	49,877	49,877	49,877	49,877	49,877

Nº	Concepto	AÑOS									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Inversión</b>											
1	Reposición de válvulas desaireadoras										
2	Reposición válvulas en distribución										
<b>Costos mantenimiento</b>											
1	Válvulas desaireadoras	27,638	27,638	27,638	27,638	27,638	27,638	27,638	27,638	27,638	27,638
2	válvulas en distribución	22,239	22,239	22,239	22,239	22,239	22,239	22,239	22,239	22,239	22,239
	<b>TOTAL</b>	49,877	49,877	49,877	49,877	49,877	49,877	49,877	49,877	49,877	49,877

Valor actual de los costos (VAC) =N\$ 1'470,548

**ANEXO N° 14**

**FLUJO INCREMENTAL DE COSTOS DE ENERGIA ELECTRICA, MANO DE OBRA Y  
MANTENIMIENTO EN POZOS, ESTACIONES DE BOMBEO Y  
TANQUES DE REGULARIZACION  
(SITUACION OPTIMIZADA VERSUS SITUACION SIN PROYECTO)**

**CUADRO N° 1  
COSTO ANUAL DE ENERGIA ELECTRICA EN LA CAPTACION**

Pozo N°	Situación sin proyecto (250 lps)		Situación con proyecto (350 lps)		Situación (c/p - s/p)	
	Potencia (HP)	Cargo (N\$/año)	Potencia (HP)	Cargo (N\$/año)	Potencia (HP)	Cargo (N\$/año)
1*	-		25	63,236	25	63,236
2	25	63,236	25	63,236	0	0
3	60	151,767	60	151,767	0	0
4	40	101,178	40	101,178	0	0
5	60	151,767	60	151,767	0	0
6	60	151,767	60	151,767	0	0
7	40	101,178	40	101,178	0	0
8 **	-		60	151,767	60	151,767
<b>TOTAL</b>	<b>285</b>	<b>720,893</b>	<b>370</b>	<b>935,896</b>	<b>85</b>	<b>215,003</b>

\* Sin operación

\*\* Sin equipo electromecánico

**CUADRO N° 2  
COSTO ANUAL DE ENERGIA ELECTRICA EN LA CONDUCCION**

Estación	Situación sin proyecto (250 lps)		Situación con proyecto (350 lps)		Situación (c/p - s/p)	
	Potencia (HP)	Cargo (N\$/año)	Potencia (HP)	Cargo (N\$/año)	Potencia (HP)	Cargo (N\$/año)
Plan de Ayala	120	303,534	130	328,829	10	25,295
Tinto	-		130	328,829	130	328,829
Sabancuy	130	328,829	140	354,123	10	25,294
Las Palmas	120	303,534	130	328,829	10	25,295
Isla Aguada	130	328,829	140	354,123	10	25,294
Bahamitas	120	303,534	130	328,829	10	25,295
Carmen	88	222,592	99	250,416	11	27,824
<b>TOTAL</b>	<b>708</b>	<b>1,790,852</b>	<b>899</b>	<b>2,273,978</b>	<b>191</b>	<b>483,126</b>

**CUADRO N° 3  
COSTO ANUAL DE ENERGIA ELECTRICA EN LA DISTRIBUCION**

Tanque	Situación sin proyecto (250 lps)		Situación con proyecto (350 lps)		Situación (c/p - s/p)	
	Potencia (HP)	Cargo (N\$/año)	Potencia (HP)	Cargo (N\$/año)	Potencia (HP)	Cargo (N\$/año)
Puerto pesquero			30	75,884	30	75,884
34 x 41			75	189,709	75	189,709
Fátima			40	101,178	40	101,178
56 x 33			3	7,588	3	7,588
Manigua			3	7,588	3	7,588
Panteón			3	7,588	3	7,588
San Manuel	15	37,942	15	37,942	0	0
San Francisco			6	15,177	6	15,177
INFONAVIT	5	12,647	5	12,647	0	0
Palmira			3	7,588	3	7,588
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>50,589</b>	<b>183</b>	<b>462,889</b>	<b>163</b>	<b>412,300</b>

**CUADRO N° 4  
COSTO ANUAL DE MANO DE OBRA EN LA CAPTACION**

Pozo N°	Situación sin proyecto (250 lps)		Situación con proyecto (350 lps)		Situación (c/p - s/p)	
	Personal	Salario (N\$/año)	Personal	Salario (N\$/año)	Personal	Salario (N\$/año)
1 - 8	6	70,344	8	93,792	2	23,448

**CUADRO N° 5  
COSTO ANUAL DE MANO DE OBRA EN LA CONDUCCION**

Estación	Situación sin proyecto (250 lps)		Situación con proyecto (350 lps)		Situación (c/p - s/p)	
	Personal	Salario (N\$/año)	Personal	Salario (N\$/año)	Personal	Salario (N\$/año)
Plan de Ayala	6	70,344	8	93,792	2	23,448
Tinto		0	8	93,792	8	93,792
Sabancuy	7	82,068	8	93,792	1	11,724
Las Palmas	6	70,344	8	93,792	2	23,448
Isla Aguada	6	70,344	8	93,792	2	23,448
Bahamitas	6	70,344	8	93,792	2	23,448
Carmen	6	70,344	8	93,792	2	23,448
<b>TOTAL</b>	<b>37</b>	<b>433,788</b>	<b>56</b>	<b>656,544</b>	<b>19</b>	<b>222,756</b>

**CUADRO N° 6  
COSTO ANUAL DE MANO DE OBRA EN LA DISTRIBUCION**

Tanque	Situación sin proyecto (250 lps)		Situación con proyecto (350 lps)		Situación (c/p - s/p)	
	Personal	Salario (N\$/año)	Personal	Salario (N\$/año)	Personal	Salario (N\$/año)
Puerto pesquero	0	0	2	23,448	2	23,448
34 x 41	0	0	2	23,448	2	23,448
Fátima	0	0	2	23,448	2	23,448
56 x 33	0	0	2	23,448	2	23,448
Manigua	0	0	2	23,448	2	23,448
Panteón	0	0	2	23,448	2	23,448
San Manuel	2	23,448	2	23,448	0	0
San Francisco	0	0	2	23,448	2	23,448
INFONAVIT	2	23,448	2	23,448	0	0
Palmira	0	0	2	23,448	2	23,448
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>46,896</b>	<b>20</b>	<b>234,480</b>	<b>16</b>	<b>187,584</b>



**CUADRO N° 7  
COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO EN LA CAPTACION**

Equipo de bombeo en pozo N°	Situación sin proyecto (250 lps)	Situación con proyecto (350 lps)	Situación (c/p - s/p)
	Cargo (N\$/año)	Cargo (N\$/año)	Cargo (N\$/año)
1*		1,734	1,734
2	1,734	1,734	0
3	1,734	1,734	0
4	1,734	1,734	0
5	1,734	1,734	0
6	1,734	1,734	0
7	1,734	1,734	0
8 **		1,734	1,734
<b>TOTAL</b>	<b>10,404</b>	<b>13,872</b>	<b>3,468</b>

\* Sin operación

\*\* Sin equipo electromecánico

**CUADRO N° 8  
COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO EN LA CONDUCCION**

Equipo de bombeo en estación	Situación sin proyecto (250 lps)	Situación con proyecto (350 lps)	Situación (c/p - s/p)
	Cargo (N\$/año)	Cargo (N\$/año)	Cargo (N\$/año)
Plan de Ayala	24,436	25,789	25,789
Tinto	24,436	25,789	1,353
Sabancuy	24,436	25,789	1,353
Las Palmas	24,436	25,789	1,353
Isla Aguada	24,436	25,789	1,353
Bahamitas	24,436	25,789	1,353
Carmen	24,436	25,789	1,353
<b>TOTAL</b>	<b>146,616</b>	<b>180,523</b>	<b>33,907</b>

**CUADRO N° 9  
COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO EN LA DISTRIBUCION**

Tanque	Situación sin proyecto (250 lps)	Situación con proyecto (350 lps)	Situación (c/p - s/p)
	Cargo (N\$/año)	Cargo (N\$/año)	Cargo (N\$/año)
Puerto pesquero		15,177	15,177
34 x 41		37,942	37,942
Fátima		20,236	20,236
56 x 33		1,518	1,518
Manigua		1,518	1,518
Panteón		1,518	1,518
San Manuel	7,588	7,588	0
San Francisco		3,035	3,035
INFONAVIT	2,529	2,529	0
Palmira		1,518	1,518
<b>TOTAL</b>	<b>10,117</b>	<b>92,578</b>	<b>82,461</b>

---

**ANEXO Nº 15**

**FLUJOS DE INVERSION, COSTOS DE OPERACION Y  
MANTENIMIENTO EN LA ZONA DE CAPTACION  
(SITUACION SIN PROYECTO)**

**FLUJO DE COSTOS DE INVERSION, OPERACION Y MANTENIMIENTO EN LA ZONA DE CAPTACION  
POZO N° 2 AL N° 7  
(Nuevos pesos de mayo de 1995)**

**Para 250 l.p.s.**

N°		AÑOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	TOTAL	0	866,631	1,041,631	1,089,131	819,131	1,206,631	801,631	1,121,631	1,109,131	819,131	1,701,631

N°		AÑOS									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	TOTAL	760,676	940,676	1,048,176	718,176	1,100,676	700,676	1,020,676	1,068,176	718,176	700,676

Valor actual de los costos (VAC) = N\$ 5'307,710  
Para 250 lps

**POZO N° 2**  
(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Para 250 lps

N°	Concepto	AÑOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversión</b>												
1	Caseta											
2	Equipo electrico periférico						80.000					
3	Arrancador				17.500					17.500		
4	Motor											
5	Cabezal						5.000					
6	Columna				60.000					60.000		
7	Bomba									20.000		
8	Pozo (ademe)											150.000
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica		63.236	63.236	63.236	63.236	63.236	63.236	63.236	63.236	63.236	63.236
2	Mano de obra		11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724
<b>Costos mantenimiento</b>			1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734
<b>TOTAL</b>		0	76.694	76.694	154.194	76.694	161.694	76.694	76.694	174.194	76.694	226.694

N°	Concepto	AÑOS									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Inversión</b>											
1	Caseta										
2	Equipo electrico periférico						80.000				
3	Arrancador				17.500					17.500	
4	Motor	20.000									
5	Cabezal										
6	Columna				60.000					60.000	
7	Bomba									20.000	
8	Pozo (ademe)										
<b>Costos de operación</b>											
1	Energía eléctrica	63.236	63.236	63.236	63.236	63.236	63.236	63.236	63.236	63.236	63.236
2	Mano de obra	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724
<b>Costos mantenimiento</b>		1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734
<b>TOTAL</b>		96.694	76.694	154.194	76.694	156.694	76.694	76.694	174.194	76.694	76.694

**POZO N° 3**  
(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Para 250 lps

N°	Concepto	AÑOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversión</b>												
1	Caseta											
2	Equipo electrico periférico						80.000					
3	Arrancador				17.500					17.500		
4	Motor		20.000									
5	Cabezal		5.000									
6	Columna			60.000					60.000			
7	Bomba								20.000			
8	Pozo (ademe)											150.000
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica		151.767	151.767	151.767	151.767	151.767	151.767	151.767	151.767	151.767	151.767
2	Mano de obra		11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724
<b>Costos mantenimiento</b>			1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734
<b>TOTAL</b>		0	190.225	225.225	182.725	165.225	245.225	165.225	225.225	202.725	165.225	315.225

N°	Concepto	AÑOS										
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>Inversión</b>												
1	Caseta											
2	Equipo electrico periférico						80.000					
3	Arrancador				17.500					17.500		
4	Motor	20.000										
5	Cabezal		60.000						60.000			
6	Columna			60.000					60.000			
7	Bomba								20.000			
8	Pozo (ademe)											
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica	151.767	151.767	151.767	151.767	151.767	151.767	151.767	151.767	151.767	151.767	
2	Mano de obra	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	
<b>Costos mantenimiento</b>		1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	
<b>TOTAL</b>		185.225	225.225	242.725	165.225	245.225	165.225	225.225	262.725	165.225	165.225	

**POZO N° 4**

(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Para 250 lps

N°	Concepto	ANOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversión</b>												
1	Caseta											
2	Equipo electrico periférico						80 000					
3	Arrancador				17.500					17 500		
4	Motor									20 000		
5	Cabezal		5.000									
6	Columna			60.000					60.000			
7	Bomba								20.000			
8	Pozo (ademe)											150 000
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica		101.178	101.178	101.178	101.178	101.178	101.178	101.178	101.178	101.178	101.178
2	Mano de obra		11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724
<b>Costos mantenimiento</b>												
			1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734
<b>TOTAL</b>		0	119.636	174.636	132.136	114.636	194.636	114.636	194.636	152.136	114.636	264.636

N°	Concepto	ANOS										
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>Inversión</b>												
1	Caseta											
2	Equipo electrico periférico					80.000						
3	Arrancador			17.500					17 500			
4	Motor								20 000			
5	Cabezal											
6	Columna		60 000					60 000				
7	Bomba							20.000				
8	Pozo (ademe)											
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica	101.178	101.178	101.178	101.178	101.178	101.178	101.178	101.178	101.178	101.178	101.178
2	Mano de obra	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724
<b>Costos mantenimiento</b>												
		1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734
<b>TOTAL</b>		114.636	174.636	132.136	114.636	194.636	114.636	194.636	152.136	114.636	114.636	

**POZO N° 5**  
(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Para 250 lps

N°	Concepto	ANOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversión</b>												
1	Caseta											
2	Equipo electrico periférico						80 000					
3	Arrancador					17.500					17 500	
4	Motor									20 000		
5	Cabezal		5.000									
6	Columna			60.000						60 000		
7	Bomba									20 000		
8	Pozo (ademe)											150.000
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica		151 767	151 767	151.767	151 767	151 767	151 767	151 767	151 767	151 767	151 767
2	Mano de obra		11 724	11.724	11.724	11 724	11.724	11 724	11.724	11 724	11.724	11.724
<b>Costos mantenimiento</b>			1 734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734
<b>TOTAL</b>		0	170.225	225 225	165 225	182.725	245 225	165 225	245 225	185 225	182.725	315.225

N°	Concepto	ANOS									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Inversión</b>											
1	Caseta										
2	Equipo electrico periférico					80.000					
3	Arrancador				17 500					17 500	
4	Motor									20 000	
5	Cabezal										
6	Columna		60.000						60 000		
7	Bomba								20.000		
8	Pozo (ademe)										
<b>Costos de operación</b>											
1	Energía eléctrica	50.812	50.812	50.812	50.812	50.812	50.812	50.812	50.812	50.812	50.812
2	Mano de obra	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724
<b>Costos mantenimiento</b>		1 734	1 734	1.734	1 734	1 734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734
<b>TOTAL</b>		64 270	124 270	64 270	81 770	144.270	64.270	144 270	84 270	81.770	64 270



**POZO N° 6**  
(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Para 250 lps

Nº	Concepto	AÑOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversión</b>												
1	Caseta											
2	Equipo electrico periférico						80 000					
3	Arrancador				17.500					17.500		
4	Motor									20 000		
5	Cabezal		5 000									
6	Columna			60.000						60 000		
7	Bomba								20.000			
8	Pozo (ademe)											150.000
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica		151.767	151.767	151.767	151.767	151.767	151.767	151.767	151.767	151.767	151.767
2	Mano de obra		11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724
<b>Costos mantenimiento</b>												
			1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734
<b>TOTAL</b>		0	170.225	225.225	182.725	165.225	245.225	165.225	245.225	202.725	165.225	315.225

Nº	Concepto	AÑOS										
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>Inversión</b>												
1	Caseta											
2	Equipo electrico periférico						80 000					
3	Arrancador				17.500					17.500		
4	Motor									20 000		
5	Cabezal											
6	Columna		60.000						60 000			
7	Bomba								20.000			
8	Pozo (ademe)											
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica	151.767	151.767	151.767	151.767	151.767	151.767	151.767	151.767	151.767	151.767	151.767
2	Mano de obra	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724
<b>Costos mantenimiento</b>												
		1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734
<b>TOTAL</b>		165.225	225.225	182.725	165.225	245.225	165.225	245.225	202.725	165.225	165.225	

**POZO N° 7**  
(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Para 250 lps

N°	Concepto	AÑOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversión</b>												
1	Caseta											
2	Equipo electrico periférico				80.000							
3	Arrancador				17.500					17.500		
4	Motor		20.000									
5	Cabezal		5.000									
6	Columna				60.000					60.000		
7	Bomba								20.000			
8	Pozo (ademe)											150.000
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica		101.178	101.178	101.178	101.178	101.178	101.178	101.178	101.178	101.178	101.178
2	Mano de obra		11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724
<b>Costos mantenimiento</b>												
			1.724	1.724	1.724	1.724	1.724	1.724	1.724	1.724	1.724	1.724
<b>TOTAL</b>		0	139.626	114.626	272.126	114.626	114.626	114.626	134.626	192.126	114.626	264.626

N°	Concepto	AÑOS									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Inversión</b>											
1	Caseta										
2	Equipo electrico periférico			80.000							
3	Arrancador			17.500					17.500		
4	Motor	20.000									
5	Cabezal										
6	Columna			60.000					60.000		
7	Bomba							20.000			
8	Pozo (ademe)										
<b>Costos de operación</b>											
1	Energía eléctrica	101.178	101.178	101.178	101.178	101.178	101.178	101.178	101.178	101.178	101.178
2	Mano de obra	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724	11.724
<b>Costos mantenimiento</b>											
		1.724	1.724	1.724	1.724	1.724	1.724	1.724	1.724	1.724	1.724
<b>TOTAL</b>		134.626	114.626	272.126	114.626	114.626	114.626	134.626	192.126	114.626	114.626

**ANEXO N° 16**

**FLUJOS DE INVERSION, COSTOS DE OPERACION Y  
MANTENIMIENTO EN LA ZONA DE CAPTACION  
(SITUACION OPTIMIZADA)**

**FLUJO DE COSTOS DE INVERSION, OPERACION Y MANTENIMIENTO EN LA ZONA DE CAPTACION**  
**POZO N° 1 AL N° 8**  
 (Nuevos pesos de mayo de 1995)

**Para 350 l.p.s.**

N°		ANOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	TOTAL	247,500	1,108,550	1,283,550	1,408,550	1,061,050	1,533,550	1,121,050	1,363,550	1,446,550	1,061,050	2,113,550

N°		ANOS									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	TOTAL	1,200,095	1,182,595	1,367,595	960,095	1,422,595	1,020,095	1,262,595	1,407,595	960,095	942,595

Valor actual de los costos (VAC) = N\$ 7'079,706  
 Para 350 lps

**FLUJO DE COSTOS EN LA ZONA DE CAPTACION**

**POZO N° 1**

(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Para 350 lps

N°	Concepto	AÑOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversión</b>												
1	Caseta											
2	Equipo electrico periférico						80,000					
3	Arrancador				17,500					17,500		
4	Motor	20,000										20,000
5	Cabezal						5,000					
6	Columna				60,000					60,000		
7	Bomba									20,000		
8	Pozo (ademe)											150,000
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica		63,236	63,236	63,236	63,236	63,236	63,236	63,236	63,236	63,236	63,236
2	Mano de obra		11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724
<b>Costos mantenimiento</b>			1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734
<b>TOTAL</b>		20,000	76,694	76,694	154,194	76,694	161,694	76,694	76,694	174,194	76,694	246,694

N°	Concepto	AÑOS										
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>Inversión</b>												
2	Equipo electrico periférico					80,000						
3	Arrancador			17,500					17,500			
4	Motor											
5	Cabezal											
6	Columna			60,000					60,000			
7	Bomba								20,000			
8	Pozo (ademe)											
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica	63,236	63,236	63,236	63,236	63,236	63,236	63,236	63,236	63,236	63,236	63,236
2	Mano de obra	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724
<b>Costos mantenimiento</b>		1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734
<b>TOTAL</b>		76,694	76,694	154,194	76,694	156,694	76,694	76,694	174,194	76,694	76,694	

**POZO N° 2**  
(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Para 350 lps

N°	Concepto	AÑOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversión</b>												
1	Caseta											
2	Equipo electrico periférico						80,000					
3	Arrancador				17,500					17,500		
4	Motor											
5	Cabezal						5,000					
6	Columna				60,000					60,000		
7	Bomba									20,000		
8	Pozo (ademe)											150,000
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica		63,236	63,236	63,236	63,236	63,236	63,236	63,236	63,236	63,236	63,236
2	Mano de obra		11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724
<b>Costos mantenimiento</b>			1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734
<b>TOTAL</b>		0	76,694	76,694	154,194	76,694	161,694	76,694	76,694	174,194	76,694	226,694

N°	Concepto	AÑOS									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Inversión</b>											
1	Caseta										
2	Equipo electrico periférico						80,000				
3	Arrancador				17,500					17,500	
4	Motor	20,000									
5	Cabezal										
6	Columna				60,000					60,000	
7	Bomba									20,000	
8	Pozo (ademe)										
<b>Costos de operación</b>											
1	Energía eléctrica	63,236	63,236	63,236	63,236	63,236	63,236	63,236	63,236	63,236	63,236
2	Mano de obra	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724
<b>Costos mantenimiento</b>		1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734
<b>TOTAL</b>		96,694	76,694	154,194	76,694	156,694	76,694	76,694	174,194	76,694	76,694

**POZO N° 3**

(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Para 350 lps

N°	Concepto	AÑOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversión</b>												
1	Caseta											
2	Equipo electrico periférico						80,000					
3	Arrancador				17,500					17,500		
4	Motor		20,000									
5	Cabezal		5,000									
6	Columna			60,000					60,000			
7	Bomba									20,000		
8	Pozo (ademe)											150,000
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica		151,767	151,767	151,767	151,767	151,767	151,767	151,767	151,767	151,767	151,767
2	Mano de obra		11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724
<b>Costos mantenimiento</b>												
			1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734
<b>TOTAL</b>		0	190,225	225,225	182,725	165,225	245,225	165,225	225,225	202,725	165,225	315,225

N°	Concepto	AÑOS									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Inversión</b>											
1	Caseta										
2	Equipo electrico periférico					80,000					
3	Arrancador			17,500					17,500		
4	Motor	20,000									
5	Cabezal		60,000					60,000			
6	Columna			60,000					60,000		
7	Bomba								20,000		
8	Pozo (ademe)										
<b>Costos de operación</b>											
1	Energía eléctrica	151,767	151,767	151,767	151,767	151,767	151,767	151,767	151,767	151,767	151,767
2	Mano de obra	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724
<b>Costos mantenimiento</b>											
		1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734
<b>TOTAL</b>		185,225	225,225	242,725	165,225	245,225	165,225	225,225	262,725	165,225	165,225

**POZO N° 4**

(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Para 350 lps

N°	Concepto	AÑOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversión</b>												
1	Caseta											
2	Equipo electrico periférico						80,000					
3	Arrancador				17,500					17,500		
4	Motor									20,000		
5	Cabezal		5,000									
6	Columna			60,000					60,000			
7	Bomba								20,000			
8	Pozo (ademe)											150,000
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica		101,178	101,178	101,178	101,178	101,178	101,178	101,178	101,178	101,178	101,178
2	Mano de obra		11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724
<b>Costos mantenimiento</b>			1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734
<b>TOTAL</b>		0	119,636	174,636	132,136	114,636	194,636	114,636	194,636	152,136	114,636	264,636

N°	Concepto	AÑOS									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Inversión</b>											
1	Caseta										
2	Equipo electrico periférico					80,000					
3	Arrancador			17,500					17,500		
4	Motor								20,000		
5	Cabezal										
6	Columna		60,000					60,000			
7	Bomba							20,000			
8	Pozo (ademe)										
<b>Costos de operación</b>											
1	Energía eléctrica	101,178	101,178	101,178	101,178	101,178	101,178	101,178	101,178	101,178	101,178
2	Mano de obra	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724
<b>Costos mantenimiento</b>		1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734
<b>TOTAL</b>		114,636	174,636	132,136	114,636	194,636	114,636	194,636	152,136	114,636	114,636



**POZO Nº 5**  
(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Para 350 Ips

Nº	Concepto	AÑOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversión</b>												
1	Caseta											
2	Equipo electrico periférico						80,000					
3	Arrancador					17,500					17,500	
4	Motor									20,000		
5	Cabezal		5,000									
6	Columna			60,000					60,000			
7	Bomba								20,000			
8	Pozo (ademe)											150,000
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica		151,767	151,767	151,767	151,767	151,767	151,767	151,767	151,767	151,767	151,767
2	Mano de obra		11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724
<b>Costos mantenimiento</b>												
			1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734
<b>TOTAL</b>		0	170,225	225,225	165,225	182,725	245,225	165,225	245,225	185,225	182,725	315,225

Nº	Concepto	AÑOS									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Inversión</b>											
1	Caseta										
2	Equipo electrico periférico					80,000					
3	Arrancador				17,500					17,500	
4	Motor								20,000		
5	Cabezal										
6	Columna		60,000					60,000			
7	Bomba							20,000			
8	Pozo (ademe)										
<b>Costos de operación</b>											
1	Energía eléctrica	50,812	50,812	50,812	50,812	50,812	50,812	50,812	50,812	50,812	50,812
2	Mano de obra	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724
<b>Costos mantenimiento</b>											
		1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734
<b>TOTAL</b>		64,270	124,270	64,270	81,770	144,270	64,270	144,270	84,270	81,770	64,270

**POZO N° 6**  
(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Para 350 lps

N°	Concepto	AÑOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversión</b>												
1	Caseta											
2	Equipo electrico periférico						80,000					
3	Arrancador				17,500					17,500		
4	Motor									20,000		
5	Cabezal		5,000									
6	Columna			60,000					60,000			
7	Bomba								20,000			
8	Pozo (ademe)											150,000
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica		151,767	151,767	151,767	151,767	151,767	151,767	151,767	151,767	151,767	151,767
2	Mano de obra		11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724
<b>Costos mantenimiento</b>			1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734
<b>TOTAL</b>		0	170,225	225,225	182,725	165,225	245,225	165,225	245,225	202,725	165,225	315,225

N°	Concepto	AÑOS										
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>Inversión</b>												
1	Caseta											
2	Equipo electrico periférico						80,000					
3	Arrancador				17,500					17,500		
4	Motor									20,000		
5	Cabezal											
6	Columna		60,000						60,000			
7	Bomba								20,000			
8	Pozo (ademe)											
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica	151,767	151,767	151,767	151,767	151,767	151,767	151,767	151,767	151,767	151,767	151,767
2	Mano de obra	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724
<b>Costos mantenimiento</b>		1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734
<b>TOTAL</b>		165,225	225,225	182,725	165,225	245,225	165,225	245,225	202,725	165,225	165,225	

**POZO N° 7**  
(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Para 350 lps

N°	Concepto	AÑOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversión</b>												
1	Caseta											
2	Equipo electrico periférico				80,000							
3	Arrancador				17,500					17,500		
4	Motor		20,000									
5	Cabezal		5,000									
6	Columna				60,000					60,000		
7	Bomba								20,000			
8	Pozo (ademe)											150,000
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica		101,178	101,178	101,178	101,178	101,178	101,178	101,178	101,178	101,178	101,178
2	Mano de obra		11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724
<b>Costos mantenimiento</b>			1,724	1,724	1,724	1,724	1,724	1,724	1,724	1,724	1,724	1,724
<b>TOTAL</b>		0	139,626	114,626	272,126	114,626	114,626	114,626	134,626	192,126	114,626	264,626

N°	Concepto	AÑOS										
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>Inversión</b>												
1	Caseta											
2	Equipo electrico periférico				80,000							
3	Arrancador				17,500					17,500		
4	Motor	20,000										
5	Cabezal											
6	Columna				60,000					60,000		
7	Bomba								20,000			
8	Pozo (ademe)											
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica	101,178	101,178	101,178	101,178	101,178	101,178	101,178	101,178	101,178	101,178	
2	Mano de obra	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	11,724	
<b>Costos mantenimiento</b>		1,724	1,724	1,724	1,724	1,724	1,724	1,724	1,724	1,724	1,724	
<b>TOTAL</b>		134,626	114,626	272,126	114,626	114,626	114,626	134,626	192,126	114,626	114,626	



**ANEXO Nº 17**

**FLUJOS DE INVERSION, COSTOS DE OPERACION Y  
MANTENIMIENTO EN ESTACIONES DE BOMBEO  
(SITUACION SIN PROYECTO)**

**FLUJO DE COSTOS DE INVERSION, OPERACION Y MANTENIMIENTO EN LA CONDUCCION  
ESTACIONES DE REBOMBEO "PLAN DE AYALA A CENTRAL CD. DEL CARMEN"**

(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Para 250 l.p.s.

N°		AÑOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	TOTAL	2,000,000	2,904,173	2,348,173	2,513,173	2,723,173	2,373,173	2,360,173	2,588,173	3,108,173	3,908,173	2,473,173

N°		AÑOS									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	TOTAL	3,503,962	2,373,962	2,538,962	2,748,962	2,398,962	2,421,962	2,613,962	3,175,962	3,957,962	2,373,962

Valor actual de los costos (VAC) = N\$ 16'392,840

Para 250 l.p.s.

**FLUJO DE COSTOS DE INVERSION EN LA CONDUCCION  
ESTACION DE REBOMBEO "PLAN DE AYALA"**  
(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Para 250 lps

Nº	Concepto	AÑOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversión</b>												
1	Caseta											
2	Equipo electrico periférico									200,000		
3	Arrancador				80,000					80,000		
4	Motor									120,000		
5	Cabezal											
6	Columna				20,000					20,000		
7	Bomba										100,000	
8	Cárcamo											
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica		303,534	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534
2	Mano de obra		70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344
<b>Costos mantenimiento</b>			24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436
<b>TOTAL</b>		0	398,314	398,314	498,314	398,314	398,314	398,314	398,314	818,314	498,314	398,314

Nº	Concepto	AÑOS									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Inversión</b>											
1	Caseta	80,000									
2	Equipo electrico periférico								200,000		
3	Arrancador			80,000					80,000		
4	Motor								120,000		
5	Cabezal								24,000		
6	Columna			20,000					20,000		
7	Bomba									100,000	
8	Cárcamo	180,000									
<b>Costos de operación</b>											
1	Energía eléctrica	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534
2	Mano de obra	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344
<b>Costos mantenimiento</b>		24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436
<b>TOTAL</b>		658,314	398,314	498,314	398,314	398,314	398,314	398,314	842,314	498,314	398,314

**ESTACION DE REBOMBEO "SABANCUY"**

(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Para 250 lps

Nº	Concepto	AÑOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversión</b>												
1	Caseta											
2	Equipo electrico periférico									200,000		
3	Arrancador				20,000					20,000		
4	Motor operac.											
4a	Motor nuevo		60,000									
5	Cabezal							12,000				
6	Columna				20,000					20,000		
7	Bomba									100,000		
8	Cárcamo											
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica		328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829
2	Mano de obra		82,068	82,068	82,068	82,068	82,068	82,068	82,068	82,068	82,068	82,068
<b>Costos mantenimiento</b>			25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789
<b>TOTAL</b>		0	496,686	436,686	476,686	436,686	436,686	448,686	436,686	776,686	436,686	436,686

Nº	Concepto	AÑOS										
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>Inversión</b>												
1	Caseta	80,000										
2	Equipo electrico periférico									200,000		
3	Arrancador				20,000					20,000		
4	Motor operac.	60,000										
4a	Motor nuevo	60,000										
5	Cabezal											
6	Columna				20,000					20,000		
7	Bomba									100,000		
8	Cárcamo	180,000										
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829
2	Mano de obra	82,068	82,068	82,068	82,068	82,068	82,068	82,068	82,068	82,068	82,068	82,068
<b>Costos mantenimiento</b>		25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789
<b>TOTAL</b>		816,686	436,686	476,686	436,686	436,686	436,686	436,686	776,686	436,686	436,686	436,686



**ESTACION DE REBOMBEO "LAS PALMAS"**

(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Para 250 lps

Nº	Concepto	AÑOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversión</b>												
1	Caseta											
2	Equipo electrico periférico										200,000	
3	Arrancador					80,000					80,000	
4	Motor								120,000			
5	Cabezal											
6	Columna					20,000					20,000	
7	Bomba										100,000	
8	Cárcamo											
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica		303,534	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534
2	Mano de obra		70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344
<b>Costos mantenimiento</b>			24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436
<b>TOTAL</b>		0	398,314	398,314	398,314	498,314	398,314	398,314	518,314	398,314	798,314	398,314

Nº	Concepto	AÑOS									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Inversión</b>											
1	Caseta										
2	Equipo electrico periférico									200,000	
3	Arrancador				80,000					80,000	
4	Motor							120,000			
5	Cabezal						24,000				
6	Columna				20,000					20,000	
7	Bomba									100,000	
8	Cárcamo										
<b>Costos de operación</b>											
1	Energía eléctrica	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534
2	Mano de obra	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344
<b>Costos mantenimiento</b>		24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436
<b>TOTAL</b>		398,314	398,314	398,314	498,314	398,314	422,314	518,314	398,314	798,314	398,314

**ESTACION DE REBOMBEO "ISLA AGUADA"**  
(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Para 250 lps

N°	Concepto	AÑOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<b>Inversión</b>	2,000,000										
1	Caseta											
2	Equipo electrico periférico										200,000	
3	Arrancador					80,000					80,000	
4	Motor operac.										90,000	
4a	Motor nuevo		30,000									
5	Cabezal operac.											
5a	Cabezal nuevo		6,000									
6	Columna existente					15,000					15,000	
6a	Columna nueva						5,000					5,000
7	Bomba operac.										75,000	
7a	Bomba nueva				25,000							
8	Cárcamo											
	<b>Costos de operación</b>											
1	Energía eléctrica		328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829
2	Mano de obra		70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344
	<b>Costos mantenimiento</b>		24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436
	<b>TOTAL</b>	2,000,000	459,609	423,609	448,609	518,609	428,609	423,609	423,609	423,609	883,609	428,609

**ESTACION DE REBOMBEO "ISLA AGUADA"**

(Nuevos pesos de mayo de 1995)

(Continuación)

Para 250 lps

Nº	Concepto	ANOS									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Inversión</b>											
1	Caseta	80,000									
2	Equipo electrico periférico									200,000	
3	Arrancador				80,000					80,000	
4	Motor operac.									90,000	
4a	Motor nuevo	30,000									
5	Cabezal operac.								18,000		
5a	Cabezal nuevo										
6	Columna existente				15,000					15,000	
6a	Columna nueva					5,000					
7	Bomba operac.									75,000	
7a	Bomba nueva			25000							
8	Cárcamo	180000									
<b>Costos de operación</b>											
1	Energía eléctrica	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829
2	Mano de obra	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344
<b>Costos mantenimiento</b>		25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789
<b>TOTAL</b>		714,962	424,962	449,962	519,962	429,962	424,962	424,962	442,962	884,962	424,962

**ESTACION DE REBOMBEO "BAHAMITA"**

(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Para 250 lps

Nº	Concepto	AÑOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversión</b>												
1	Caseta											
2	Equipo electrico periférico										200,000	
3	Arrancador					80,000					80,000	
4	Motor								120,000			
5	Cabezal											
6	Columna					20,000					20,000	
7	Bomba										100,000	
8	Cárcamo											
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica		303,534	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534
2	Mano de obra		70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344
<b>Costos mantenimiento</b>			24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436
<b>TOTAL</b>		0	398,314	398,314	398,314	498,314	398,314	398,314	518,314	398,314	798,314	398,314

Nº	Concepto	AÑOS									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Inversión</b>											
1	Caseta										
2	Equipo electrico periférico									200,000	
3	Arrancador				80,000					80,000	
4	Motor							120,000			
5	Cabezal						24,000				
6	Columna				20,000					20,000	
7	Bomba									100,000	
8	Cárcamo										
<b>Costos de operación</b>											
1	Energía eléctrica	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534	303,534
2	Mano de obra	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344
<b>Costos mantenimiento</b>		24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436
<b>TOTAL</b>		398,314	398,314	398,314	498,314	398,314	422,314	518,314	398,314	798,314	398,314

**ESTACION DE REBOMBEO CENTRAL "CD. DEL CARMEN"**

(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Para 250 lps

N°	Concepto	AÑOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversión</b>												
1	Caseta		80,000									
2	Equipo electrico periférico		200,000									
3	Arrancador					80,000					80,000	
4	Motor										120,000	
5	Cabezal											
6	Columna						20,000					20,000
7	Bomba											100,000
8	Cárcamo		180,000									
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica		222,592	222,592	222,592	222,592	222,592	222,592	222,592	222,592	222,592	222,592
2	Mano de obra		70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344
<b>Costos mantenimiento</b>												
			24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436
<b>TOTAL</b>		0	752,936	292,936	292,936	372,936	312,936	292,936	292,936	292,936	492,936	412,936

N°	Concepto	AÑOS									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Inversión</b>											
1	Caseta										
2	Equipo electrico periférico	200,000									
3	Arrancador				80,000					80,000	
4	Motor									120,000	
5	Cabezal									24,000	
6	Columna					20,000					
7	Bomba										
8	Cárcamo										
<b>Costos de operación</b>											
1	Energía eléctrica	222,592	222,592	222,592	222,592	222,592	222,592	222,592	222,592	222,592	222,592
2	Mano de obra	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344	70,344
<b>Costos mantenimiento</b>											
		24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436	24,436
<b>TOTAL</b>		517,372	317,372	317,372	397,372	337,372	317,372	317,372	317,372	541,372	317,372

**ANEXO Nº 18**

**FLUJOS DE INVERSION, COSTOS DE OPERACION Y  
MANTENIMIENTO EN ESTACIONES DE BOMBEO  
(SITUACION OPTIMIZADA)**

**FLUJO DE COSTOS DE INVERSION, OPERACION Y MANTENIMIENTO EN LA CONDUCCION  
ESTACIONES DE REBOMBEO "PLAN DE AYALA A CENTRAL CD. DEL CARMEN"**

(Nuevos pesos de mayo de 1995)

**Para 350 l.p.s.**

N°		ANOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	TOTAL	2,200,000	3,641,256	3,085,256	3,250,256	3,460,256	3,110,256	3,197,256	3,325,256	3,845,256	4,645,256	3,210,256

N°		ANOS									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	TOTAL	4,761,045	3,111,045	3,276,045	3,486,045	3,136,045	3,259,045	3,351,045	3,913,045	4,695,045	3,111,045

Valor actual de los costos (VAC) = N\$ 20'666,577

Para 350 l.p.s.





**ESTACION DE REBOMBEO "TINTO"**

(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Para 350 lps

Nº	Concepto	AÑOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversión</b>		200,000										
1	Caseta											
2	Equipo electrico periférico											
3	Arrancador							80,000				
4	Motor											
5	Cabezal											
6	Columna							20,000				
7	Bomba											
8	Cárcamo											
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica		328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829
2	Mano de obra		93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792
<b>Costos mantenimiento</b>			25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789
<b>TOTAL</b>		200,000	448,410	448,410	448,410	448,410	448,410	548,410	448,410	448,410	448,410	448,410

Nº	Concepto	AÑOS									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Inversión</b>											
1	Caseta										
2	Equipo electrico periférico	200,000									
3	Arrancador	80,000					80,000				
4	Motor	120,000									
5	Cabezal										
6	Columna	20,000					20,000				
7	Bomba	100,000									
8	Cárcamo										
<b>Costos de operación</b>											
1	Energía eléctrica	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829
2	Mano de obra	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792
<b>Costos mantenimiento</b>		25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789
<b>TOTAL</b>		968,410	448,410	448,410	448,410	448,410	548,410	448,410	448,410	448,410	448,410

**ESTACION DE REBOMBEO "SABANCUY"**  
(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Para 350 lps

Nº	Concepto	AÑOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversión</b>												
1	Casela											
2	Equipo eléctrico periférico									200,000		
3	Arrancador				20,000					20,000		
4	Motor operac.											
4a	Motor nuevo		60,000									
5	Cabezal							12,000				
6	Columna				20,000					20,000		
7	Bomba									100,000		
8	Cárcamo											
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica		354,123	354,123	354,123	354,123	354,123	354,123	354,123	354,123	354,123	354,123
2	Mano de obra		93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792
<b>Costos mantenimiento</b>												
			25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789
<b>TOTAL</b>		0	533,704	473,704	513,704	473,704	473,704	485,704	473,704	813,704	473,704	473,704

Nº	Concepto	AÑOS										
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>Inversión</b>												
1	Casela	80,000										
2	Equipo eléctrico periférico								200,000			
3	Arrancador			20,000					20,000			
4	Motor operac.	60,000										
4a	Motor nuevo	60,000										
5	Cabezal											
6	Columna			20,000					20,000			
7	Bomba								100,000			
8	Cárcamo	180,000										
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica	354,123	354,123	354,123	354,123	354,123	354,123	354,123	354,123	354,123	354,123	354,123
2	Mano de obra	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792
<b>Costos mantenimiento</b>												
		25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789
<b>TOTAL</b>		853,704	473,704	513,704	473,704	473,704	473,704	473,704	813,704	473,704	473,704	473,704

**ESTACION DE REBOMBEO "LAS PALMAS"**  
(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Para 350 lps

N°	Concepto	ANOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversión</b>												
1	Caseta											
2	Equipo electrico periférico										200,000	
3	Arrancador					80,000					80,000	
4	Motor								120,000			
5	Cabezal											
6	Columna					20,000					20,000	
7	Bomba										100,000	
8	Cárcamo											
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica		328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829
2	Mano de obra		93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792
<b>Costos mantenimiento</b>			25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789
<b>TOTAL</b>		0	448,410	448,410	448,410	548,410	448,410	448,410	568,410	448,410	848,410	448,410

N°	Concepto	ANOS									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Inversión</b>											
1	Caseta										
2	Equipo electrico periférico									200,000	
3	Arrancador				80,000					80,000	
4	Motor							120,000			
5	Cabezal						24,000				
6	Columna				20,000					20,000	
7	Bomba									100,000	
8	Cárcamo										
<b>Costos de operación</b>											
1	Energía eléctrica	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829
2	Mano de obra	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792
<b>Costos mantenimiento</b>		25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789
<b>TOTAL</b>		448,410	448,410	448,410	548,410	448,410	472,410	568,410	448,410	848,410	448,410

**ESTACION DE REBOMBEO "ISLA AGUADA"**  
(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Para 350 lps

Nº	Concepto	AÑOS											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	<b>Inversión</b>	2,000,000											
1	Caseta												
2	Equipo electrico periférico											200,000	
3	Arrancador					80,000						80,000	
4	Motor operac.											90,000	
4a	Motor nuevo		30,000										
5	Cabezal operac.												
5a	Cabezal nuevo		6,000										
6	Columna existente					15,000						15,000	
6a	Columna nueva						5,000						5,000
7	Bomba operac.											75,000	
7a	Bomba nueva				25,000								
8	Cárcamo												
	<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica		354,123	354,123	354,123	354,123	354,123	354,123	354,123	354,123	354,123	354,123	354,123
2	Mano de obra		93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792
	<b>Costos mantenimiento</b>		25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789
	<b>TOTAL</b>	2,000,000	509,704	473,704	498,704	568,704	478,704	473,704	473,704	473,704	933,704	478,704	

**ESTACION DE REBOMBEO "ISLA AGUADA"**

(Nuevos pesos de mayo de 1995)

(Continuación)

Para 350 Ips

Nº	Concepto	ANOS									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Inversión</b>											
1	Caseta	80,000									
2	Equipo electrico periférico									200,000	
3	Arrancador				80,000					80,000	
4	Motor operac.									90,000	
4a	Motor nuevo	30,000									
5	Cabezal operac.								18,000		
5a	Cabezal nuevo										
6	Columna existente				15,000					15,000	
6a	Columna nueva					5,000					
7	Bomba operac.									75,000	
7a	Bomba nueva			25000							
8	Cárcamo	180000									
<b>Costos de operación</b>											
1	Energía eléctrica	354,123	354,123	354,123	354,123	354,123	354,123	354,123	354,123	354,123	354,123
2	Mano de obra	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792
<b>Costos mantenimiento</b>		25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789
<b>TOTAL</b>		<b>763,704</b>	<b>473,704</b>	<b>498,704</b>	<b>568,704</b>	<b>478,704</b>	<b>473,704</b>	<b>473,704</b>	<b>491,704</b>	<b>933,704</b>	<b>473,704</b>

**ESTACION DE REBOMBEO "BAHAMITA"**

(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Para 350 lps

N°	Concepto	AÑOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversión</b>												
1	Caseta											
2	Equipo electrico periférico										200,000	
3	Arrancador					80,000					80,000	
4	Motor								120,000			
5	Cabezal											
6	Columna					20,000					20,000	
7	Bomba										100,000	
8	Cárcamo											
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica		328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829
2	Mano de obra		93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792
<b>Costos mantenimiento</b>			25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789
<b>TOTAL</b>		0	448,410	448,410	448,410	548,410	448,410	448,410	568,410	448,410	848,410	448,410

N°	Concepto	AÑOS										
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>Inversión</b>												
1	Caseta											
2	Equipo electrico periférico										200,000	
3	Arrancador				80,000						80,000	
4	Motor								120,000			
5	Cabezal						24,000					
6	Columna				20,000						20,000	
7	Bomba										100,000	
8	Cárcamo											
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829	328,829
2	Mano de obra	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792
<b>Costos mantenimiento</b>		25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789
<b>TOTAL</b>		448,410	448,410	448,410	548,410	448,410	472,410	568,410	448,410	848,410	448,410	

**ESTACION DE REBOMBEO CENTRAL "CD. DEL CARMEN"**  
(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Para 350 lps

N°	Concepto	AÑOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversión</b>												
1	Caseta		80,000									
2	Equipo eléctrico periférico		200,000									
3	Arrancador					80,000					80,000	
4	Motor										120,000	
5	Cabezal											
6	Columna						20,000					20,000
7	Bomba											100,000
8	Cárcamo		180,000									
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica		250,416	250,416	250,416	250,416	250,416	250,416	250,416	250,416	250,416	250,416
2	Mano de obra		93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792
<b>Costos mantenimiento</b>			25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789
<b>TOTAL</b>		0	804,208	344,208	344,208	424,208	364,208	344,208	344,208	344,208	544,208	464,208

N°	Concepto	AÑOS									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Inversión</b>											
1	Caseta										
2	Equipo eléctrico periférico	200,000									
3	Arrancador				80,000					80,000	
4	Motor									120,000	
5	Cabezal									24,000	
6	Columna					20,000					
7	Bomba										
8	Cárcamo										
<b>Costos de operación</b>											
1	Energía eléctrica	250,416	250,416	250,416	250,416	250,416	250,416	250,416	250,416	250,416	250,416
2	Mano de obra	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792	93,792
<b>Costos mantenimiento</b>		25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789	25,789
<b>TOTAL</b>		569,997	369,997	369,997	449,997	389,997	369,997	369,997	369,997	593,997	369,997

---

**ANEXO N° 19**

**FLUJOS DE INVERSION, COSTOS DE OPERACION Y  
MANTENIMIENTO PARA TANQUES DE REGULARIZACION  
(SITUACION SIN PROYECTO)**



**FLUJO DE COSTOS DE INVERSION, OPERACION Y MANTENIMIENTO EN LOS TANQUES DE REGULARIZACION  
TANQUES "San Manuel e INFONAVIT"**  
(Nuevos pesos de mayo de 1995)

**Para 250 l.p.s.**

N°	Concepto	AÑOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	TOTAL	260,200	107,602	107,602	157,602	107,602	107,602	107,602	107,602	137,602	107,602	197,802

N°	Concepto	AÑOS									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	TOTAL	105,073	105,073	155,073	105,073	105,073	105,073	105,073	135,073	105,073	105,073

Valor actual de los costos (VAC) = N\$ 896,981  
Para 250 l.p.s.



**TANQUE "INFONAVIT"**  
(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Para 250 lps

Nº	Concepto	AÑOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversión</b>												
1	Tanque elevado rehabilit.	50,000										
2	Cárcamo rehabilitac	50,000										
3	Equipo de bombeo									30,000		
4	Inteconexiones											
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica		12,647	12,647	12,647	12,647	12,647	12,647	12,647	12,647	12,647	12,647
2	Mano de obra		23,448	23,448	23,448	23,448	23,448	23,448	23,448	23,448	23,448	23,448
<b>Costos mantenimiento</b>			2,529	2,529	2,529	2,529	2,529	2,529	2,529	2,529	2,529	2,529
<b>TOTAL</b>		100,000	38,624	38,624	38,624	38,624	38,624	38,624	38,624	68,624	38,624	38,624

Nº	Concepto	AÑOS									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Inversión</b>											
1	Tanque elevado rehabilit.										
2	Cárcamo rehabilitac.										
3	Equipo de bombeo								30,000		
4	Inteconexiones										
<b>Costos de operación</b>											
1	Energía eléctrica	12,647	12,647	12,647	12,647	12,647	12,647	12,647	12,647	12,647	12,647
2	Mano de obra	23,448	23,448	23,448	23,448	23,448	23,448	23,448	23,448	23,448	23,448
<b>Costos mantenimiento</b>		2,529	2,529	2,529	2,529	2,529	2,529	2,529	2,529	2,529	2,529
<b>TOTAL</b>		36,095	36,095	36,095	36,095	36,095	36,095	36,095	66,095	36,095	36,095

---

**ANEXO Nº 20**

**FLUJOS DE INVERSION, COSTOS DE OPERACION Y  
MANTENIMIENTO PARA TANQUES DE REGULARIZACION  
(SITUACION OPTIMIZADA)**

**FLUJO DE COSTOS DE INVERSION, OPERACION Y MANTENIMIENTO EN LOS TANQUES DE REGULARIZACION  
TANQUES DEL 1 AL 10**

(Nuevos pesos de mayo de 1995)

**Para 350 l.p.s.**

Nº	Concepto	AÑOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	TOTAL	5,780,000	774,771	774,771	824,771	774,771	1,884,771	774,771	774,771	804,771	774,771	2,664,771

Nº	Concepto	AÑOS									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	TOTAL	785,901	785,901	6,835,901	785,901	785,901	785,901	785,901	815,901	785,901	785,901

Valor actual de los costos (VAC) = N\$ 11'526,491

Para 350 l.p.s.



















**TANQUE "INFONAVIT"**  
(Nuevos pesos de mayo de 1995)

Para 350 lps

Nº	Concepto	AÑOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversión</b>												
1	Tanque elevado rehabilit.	50,000										
2	Cárcamo rehabilitac	50,000										
3	Equipo de bombeo									30,000		
4	Inteconexiones											
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica		12,647	12,647	12,647	12,647	12,647	12,647	12,647	12,647	12,647	12,647
2	Mano de obra		23,448	23,448	23,448	23,448	23,448	23,448	23,448	23,448	23,448	23,448
<b>Costos mantenimiento</b>			2,529	2,529	2,529	2,529	2,529	2,529	2,529	2,529	2,529	2,529
<b>TOTAL</b>		100,000	38,624	38,624	38,624	38,624	38,624	38,624	38,624	68,624	38,624	38,624

Nº	Concepto	AÑOS										
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>Inversión</b>												
1	Tanque elevado rehabilit.											
2	Cárcamo rehabilitac.											
3	Equipo de bombeo								30,000			
4	Inteconexiones											
<b>Costos de operación</b>												
1	Energía eléctrica	12,647	12,647	12,647	12,647	12,647	12,647	12,647	12,647	12,647	12,647	12,647
2	Mano de obra	23,448	23,448	23,448	23,448	23,448	23,448	23,448	23,448	23,448	23,448	23,448
<b>Costos mantenimiento</b>		2,529	2,529	2,529	2,529	2,529	2,529	2,529	2,529	2,529	2,529	2,529
<b>TOTAL</b>		36,095	36,095	36,095	36,095	36,095	36,095	36,095	66,095	36,095	36,095	36,095



---

## **ABREVIATURAS**



## ABREVIATURAS

<b>A-5</b>	clase A-5, se refiere a la presión interna de trabajo máxima de un tubo de asbesto -cemento, que corresponde a una presión de 5 kg/cm <sup>2</sup> que resiste el tubo, según su diámetro, expresada en metros de columna de agua. NOM-C-12/1-1981.
<b>CNA</b>	Comisión Nacional de Agua
<b>cpd</b>	Condiciones particulares de descarga
<b>Hp</b>	caballos de fuerza, unidad de medida de la potencia de una máquina. Un hp consume 0.746 kw
<b>IMTA</b>	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
<b>Kwh</b>	kilowatt /hora, energía producida en una hora por la potencia de un kilowatt (medida de potencia equivalente a 1000 watts).
<b>Km</b>	kilómetro(s)
<b>LGEEPA</b>	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.
<b>l/h/d a</b>	litros por habitante consumidos en un día, equivale la dotación de agua potable.
<b>l/s, Ips, Lt/seg</b>	litros sobre o por segundo.
<b>m</b>	metros
<b>m<sup>3</sup></b>	metros cúbicos
<b>mm</b>	milímetros
<b>m/s</b>	metros sobre segundo
<b>Mm<sup>3</sup></b>	Millones de metros cúbicos
<b>NOM</b>	Norma Oficial Mexicana

<b>pg, “</b>	pulgada, equivale a 2.54 cm.
<b>SEMARNAP</b>	Secretaria del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca.
<b>SMAP</b>	Sistema Municipal de Agua Potable
<b>snm</b>	sobre el nivel del mar
<b>Q</b>	Gasto: cantidad promedio de agua requerida para satisfacer las necesidades de una población en un día.

---

## **GLOSARIO DE TERMINOS**

## GLOSARIO

### **ABLANDAMIENTO:**

Proceso de remoción de iones, calcio y magnesio principales causantes de la dureza del agua.

### **ACUIFERO:**

Cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento, y que deben de cumplir con las características requeridas según el uso al que se destinará de acuerdo a las NOMS.

### **AGUAS NACIONALES:**

Todas las aguas superficiales o subterráneas, propiedad de la Nación, en los términos de párrafo quinto del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

### **AGUA SUBTERRANEA :**

Aquella que fluye bajo la superficie del terreno, incluyendo el agua de afloramiento natural (manantiales), puede encontrarse a nivel freático o estático.

### **AGUA SUPERFICIAL:**

Aquella que fluye sobre la superficie del terreno, o se almacena en cauces o embalses sean naturales o artificiales.

### **AGUA POTABLE:**

Agua apta para uso y consumo humano. Aquella que no contiene contaminantes objetables, ya sean químicos o agentes infecciosos y que no causa efectos nocivos al ser humano.

### **AGUA RESIDUAL:**

Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, agrícolas, pecuarios, domésticos y en general de cualquier otro uso, que pueden incluir aguas de origen pluvial o superficial. También son llamadas aguas negras.

### **AGUAS SERVIDAS:**

Principalmente las provenientes del abastecimiento de agua de una población, después de haber sido utilizada en usos diversos.

**ALJIBE:**

Depósito artificial cubierto, destinado a captar agua de lluvia.

**AMARILLAMIENTO LETAL:**

Enfermedad causada por un micoplasma, que ataca la planta del cocotero (cocos nuccífera) y provoca su muerte..

**AZOLVAMIENTO:**

Obstrucción de conductos por lodo.

**BIOGEOGRAFIA:**

Ciencia que estudia la distribución geográfica de los seres vivos y sus causas.

**CAPACIDAD DE DILUCION:**

Propiedad del cuerpo de agua para disolver la carga contaminante que se le ha vertido sin que se modifique de manera importante las características físico-químicas y bacteriológicas o la calidad del agua.

**CARCAMO DE BOMBEO:**

Estructura para almacenar aguas con fines de bombeo. Estructura vertical en donde descargan el conducto de la toma y se instalan las bombas para elevar el agua al nivel deseado.

**CARACTERISTICAS BACTERIOLOGICAS:**

Son aquellas debidas a microorganismos nocivos a la salud humana. Para efectos de control sanitario se determina el contenido de indicadores generales de contaminación microbiológica, específicamente organismos coliformes totales y organismos coliformes fecales.

**CARACTERISTICAS FISICAS Y ORGANOLEPTICAS:**

Son aquellas que se detectan sensorialmente. Para efectos de evaluación, el sabor y olor se ponderan por medio de los sentidos, el color y la turbiedad se determinan por medio de métodos analíticos de laboratorio.

**CARACTERISTICAS QUIMICAS:**

Son aquellas debidas a elementos o compuestos químicos, que como resultado de investigación científica se ha probado que pueden causar efectos nocivos a la salud humana.

**CLORACION:**

Proceso de desinfección de agua por medio del cloro.

**COLIFORMES:**

Grupo de bacterias que residen en los intestinos de muchos vertebrados. Pueden o no tener un origen fecal, en caso de que procedan de heces fecales se les denomina coliformes fecales, pudiendo estar presentes algunos tipos de bacterias patógenas como salmonella, shigella y vibrio parahemolítico, entre otras. Para determinar si el agua contiene o no coliformes, y definir si es potable se utiliza el siguiente método: determinación del número más probable (NMP) de coliformes fecales contenidos en 100 ml de agua, a través de pruebas presuntiva, confirmativa y complementaria. El criterio para determinar que el agua no es potable es que contenga coliformes fecales humanos o animales.

**CONSUMO:**

Es la parte del suministro de agua potable que generalmente utilizan los usuarios, sin considerar las pérdidas del sistema. Se expresa en unidades de m<sup>3</sup> /día o en l/día, o bien cuando se trata de consumo per cápita se denota l/hab/día.

Se determina de acuerdo con el tipo de usuarios, se divide según su uso de la manera siguiente:

a) DOMESTICO : Residencial, Medio y popular

**CONSUMO:**

b) NO DOMESTICO: Comercial, Industrial (serv. o producción) y Serv.P.

El consumo doméstico se subdivide según la clase socioeconómica de la población en: alto (residencial), medio y popular. El consumo no doméstico incluye el comercial, industrial y de servicios públicos, a su vez el consumo industrial se clasifica en ind. de servicio o de producción para fábricas.

**CONSUMO DOMESTICO:**

Agua usada en las viviendas, depende del clima y la clase socioeconómica. El consumo doméstico medio de una clase socioeconómica puede presentar diferencias por diversas causas, entre estas la presión en la red, la intermitencia en el servicio, la suficiencia del abastecimiento, la existencia de alcantarillado sanitario y el precio del servicio de agua potable.

**CONTAMINACION:**

La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.

**CUERPO DE AGUA:**

Los lagos, lagunas, acuíferos, ríos y sus afluentes directos o indirectos permanentes o intermitentes, presas, embalses, cenotes, manantiales, litorales, estuarios, marismas y en general las zonas marinas mexicanas.

**CUERPO RECEPTOR:**

La corriente o depósito de natural de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales donde se descargan aguas residuales, así como los terrenos en donde se infiltran o se inyectan dichas aguas, cuando puedan contaminar el suelo o los acuíferos.

**DEMANDA ACTUAL:**

Es la suma de los consumos para cada tipo de usuario más las pérdidas físicas.

**DESINFECCION:**

Destrucción de organismos patógenos por medio de la aplicación de productos químicos o procesos físicos.

**DOTACION:**

Es la cantidad de agua asignada a cada habitante, considerando todos los consumos de los servicios y las pérdidas físicas en el sistema en un día medio anual; sus unidades están dadas en litros por habitante al día (l/hab/d).

**EDAFOLOGIA DE CD. DEL CARMEN**

La composición de los tipos de suelo predominantes en la isla, afecta los materiales de construcción y de ductos, por lo que las redes subterráneas de infraestructura construidas en estos suelos requieren de mantenimiento frecuente.

**TIPOS DE SUELO PREDOMINANTES**

- HISTOSOL EUTRICO; suelo corrosivo altamente orgánico, que se presenta en zonas inundables por lo que es blando, fácil de erosionar y colapsable.
- REGOSOL CALCARICO; suelo granular suelto, fácilmente erosionable; que con la presencia de un flujo de agua puede provocar su colapsamiento o levantamiento, poniendo en riesgo las construcciones.
- SOLONCHAK ORTICO; suelo corrosivo que altera las propiedades de los materiales de construcción y tuberías, provocando deterioro precoz y fracturas.

**ESPECIE:**

La unidad básica de clasificación taxonómica, formada por un conjunto de individuos que presentan características morfológicas, etológicas y fisiológicas similares, que son capaces de reproducirse entre sí y generar descendencia fértil, compartiendo requerimientos de hábitat semejantes.

**ESPECIE AMENAZADA "A" :**

La que podría llegar a encontrarse en peligro de extinción si siguen operando factores que ocasionen el deterioro o modificación del hábitat o que disminuyan sus poblaciones. En el entendido de que especie amenazada es equivalente a especie vulnerable.

**ESPECIE EN PELIGRO DE EXTINCION "P" :**

Es una especie cuyas áreas de distribución o tamaño poblacional han sido disminuidas drásticamente, poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su rango de distribución por múltiples factores, tales como la destrucción o modificación drástica de su hábitat, restricción severa de su distribución, sobreexplotación, enfermedades, y depredación entre otros.

**ESPECIE RARA "R" :**

Aquella cuya población es biológicamente viable, pero muy escasa de manera natural, pudiendo estar restringida a un área de distribución reducida, o hábitats muy específicos.

**ESPECIE SUJETA A PROTECCION ESPECIAL "Pr" :**

Aquella sujeta a limitaciones o vedas en su aprovechamiento por tener poblaciones reducidas o una distribución geográfica restringida, o para propiciar la recuperación y conservación de especies asociadas.

**ESTACION DE BOMBEO O DE REBOMBEO:**

Conjunto de estructuras y equipos de bombeo que sirven para aumentar la presión del agua con el fin de elevarla a niveles mas altos o para mantener uniforme la presión en las redes de distribución.

**ESTERO O ESTUARIO:**

Desembocadura de un río, extensión de aguas poco profundas parcialmente encerradas y con acceso al mar abierto, que suelen contar con suministro de agua dulce proveniente de tierra adentro. Los estuarios son menos salados que altamar, pero son alterados por las mareas y en menor grado, por la acción del mar.

**EXCRETA:**

Substancias expulsadas del cuerpo, inútiles para el organismo y cuya retención le sería perjudicial.



### **FOSA SEPTICA:**

Instalación que resuelve la eliminación del desalojo de aguas servidas y excretas, para pequeñas zonas, mediante un tratamiento de las aguas negras que necesita de tres procesos fundamentales: tanque séptico, campo de oxidación y pozo de absorción.

Los elementos que la integran en general son: **trampas para grasa**, recomendada cuando se reciban desechos de cocinas y garages; **tanque séptico** donde se desarrollan los procesos de sedimentación y séptico, que debe localizarse a una distancia horizontal mínima de 3m de la vivienda; **caja distribuidora** que ayuda al funcionamiento del campo de oxidación, **campo de oxidación** que se debe localizar a 1.50m sobre el manto freático y a una distancia mínima de 15 m de cualquier fuente de abastecimiento de agua y **pozo de absorción** que se diseñará de acuerdo a las características topográficas del terreno y las pruebas de infiltración y a una distancia de profundidad mínima de 1.50m sobre el manto freático

### **FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE:**

Todo cuerpo de agua que es o puede ser utilizado para proveer agua para consumo humano.

### **GASTO:**

Es la cantidad promedio de agua requerida para satisfacer las necesidades de una población en un día. Se expresa por la fórmula:

$$Q_{med} = DP / 86400$$

Donde:  $Q_{med}$  = Gasto medio diario, en l/seg

D = Dotación, en l/hab/día

P = Número de habitantes

86 400 = segundos en un día

### **HABITAT**

Es el sitio específico en un medio ambiente físico y su comunidad biótica, ocupado por un organismo, por una especie o por comunidades de especies en un tiempo en particular.

### **HUMEDALES**

Ecosistemas que se presentan en áreas de inundación o zonas pantanosas que cumplen una función ecológica importante como area de crianza, refugio y protección de fauna y que están sujetos a un régimen de conservación a nivel internacional (convención de Ramsar, 1975)

### **INTRUSION SALINA:**

Penetración de agua de mar al manto freático continental, provocando su salinización.

**LETRINA:**

Instalación utilizada para la disposición de excretas, consta de un *hoyo* de profundidad promedio de 1.80m, *losa de concreto, taza, tapa y una caseta* de madera o tabique. Se recomienda localizarla en terrenos secos y libres de inundación, en terrenos con poca pendientes, debe localizarse en las partes bajas, la distancia mínima horizontal entre la letrina y la fuente de abastecimiento de agua potable mas cercana será de 15m. La distancia mínima vertical entre el fondo del hoyo de la letrina y el nivel freático debe ser de 1.50m, la distancia mínima entre la letrina y la vivienda será de 5m. El tiempo en servicio terminará cuando el nivel de excretas llegue a 0.50m de la superficie del suelo, es entonces cuando debe quitarse la losa llenando lo que queda del hoyo con tierra, y cambiarla, junto con la caseta a otro hoyo previamente excavado.

**LINEA DE CONDUCCION E INTERCONEXION:**

Tuberías y accesorios para llevar el agua desde captaciones, estaciones de rebombeo o plantas de potabilización hasta los tanques o redes de distribución.

**LIMITE PERMISIBLE:**

Concentración, contenido máximo o intervalo de valores de un componente, que garantiza que el agua será agradable a los sentidos y no causará efectos nocivos a la salud del consumidor.

**NIVEL FREATICO:**

Nivel en que circulan o almacenan aguas subterráneas, localizado a pocos metros de la superficie y sobre una capa impermeable. En Ciudad del Carmen este nivel se encuentra en promedio a 2m de profundidad sobre la superficie

**NORMAS OFICIALES MEXICANAS:**

Las normas oficiales mexicanas expedidas por la Comisión Nacional del Agua en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización referidas a la conservación, seguridad y calidad en la explotación, uso, aprovechamiento y administración de las aguas nacionales y de los bienes nacionales a los que se refiere el artículo 113.

**MANGLAR:**

Comunidad vegetal en que predominan arbustos o árboles halófitos tropicales costeros llamados mangles, prospera principalmente a la orilla de lagunas, litorales y cerca de desembocaduras de ríos.

**MANTO FREATICO:**

Acumulación, circulación o almacenamiento de aguas subterráneas, localizado en el nivel del mismo nombre. En Ciudad del Carmen este manto se encuentra en promedio a 2m de profundidad sobre la superficie.

**MONITOREO:**

Seguimiento que se hace de algunos parámetros ambientales, mediante su determinación frecuente.

**OBRAS DE CAPTACIÓN:**

Estructura que sirve para extraer el agua de las fuentes de abastecimiento superficiales o subterráneas.

**ORGANISMO OPERADOR:**

Instancia responsable de operar, mantener y administrar el sistema de abastecimiento de agua potable en Ciudad del Carmen, se denota SMAP

**PALUSTRE:**

Referente a flora o fauna ubicada en pantanos.

**PERDIDAS FISICAS:**

Se refiere al volumen de agua que se escapa por fugas en la línea de conducción, tanques de regulación, red de distribución y tomas domiciliarias. Las pérdidas de agua dependen de factores tales como: la presión de trabajo, la calidad de la tubería y los accesorios, el proceso constructivo, el tipo de material, la antigüedad de los componentes del sistema y la frecuencia del mantenimiento preventivo y correctivo que se les practique.

**PIPA:**

Camión cisterna, con capacidad promedio de 14 m<sup>3</sup>.

**PLEAMAR:**

Marea alta entrante.

**POTABILIZACION O TRATAMIENTO DE POTABILIZACION:**

Conjunto de operaciones y procesos físicos y/o químicos que se aplican al agua a fin de mejorar su estado y hacerla apta para uso y consumo humano.

**POZO :**

Hoyo hecho a cielo abierto de diferente profundidad, que se puede excavar de manera rústica o con maquinaria, para captar aguas subterráneas.

**POZO SOMERO O NORIA:**

Hoyo hecho a cielo abierto, sin el empleo de maquinaria especial, para captar aguas subterráneas del manto freático.

**POZO NEGRO:**

Hoyo utilizado para disponer y almacenar excretas.

**POZO PERFORADO O POZO PROFUNDO:**

Perforación hecha con maquinaria especial, a diámetro reducido para captar aguas subterráneas, del nivel estático.

**PRESION:**

Es la carga o fuerza total que actúa sobre una superficie. En hidráulica expresa la intensidad de fuerza por unidad de superficie, ejemplo:  $\text{Kg/cm}^2$ ,  $\text{Lb/pg}^2$ .\*\*\*\*

**RED DE DISTRIBUCION:**

Conjunto de tuberías que sirve para llevar el agua hasta pel usuario.

**SABANA:**

Tipo de pradera tropical o subtropical que está sometida a lluvias estacionales.

**SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE:**

Conjunto interconectado de fuentes, obras de captación plantas cloradoras, plantas potabilizadoras, tanques de almacenamiento, tanques de regulación, cárcamos de bombeo, línea de conducción y red de distribución, que tienen por objeto proporcionar agua potable a un núcleo de población determinado.

**SISTEMA DE ALCANTARILLADO:**

Consiste en una red de tuberías e instalaciones complementarias, que recogen las aguas residuales procedentes de viviendas, edificios en general y de los servicios públicos, conduciéndolas a través de ductos subterráneos o superficiales hasta el cuerpo receptor para su disposición final, previo tratamiento.

**SISTEMA HIDROSANITARIO:**

Conjunto de obras y acciones que permiten la prestación de servicios públicos de agua potable, alcantarillado y saneamiento, entendiendo como tal la conducción, tratamiento, alejamiento y descarga de las aguas residuales.

**SONDA DE CAMPECHE:**

Area costera que se extiende desde el extremo oriental de la plataforma continental de Campeche, frente a la desembocadura del gran delta Grijalva-Usumacinta y la Laguna de Términos, hasta la plataforma de Yucatán. Se presentan tres periodos climáticos, lluvias de junio a octubre, nortes de octubre a febrero y secas de febrero a mayo; el clima predominante es Amw, cálido sub-húmedo con lluvias en verano, la temperatura oscila entre 20 y 30° aproximadamente, la precipitación anual fluctúa entre

1,100 y 2,000 mm, los vientos dominantes de la región se presentan en dirección *este-sureste* de marzo a septiembre y de octubre a febrero en dirección *norte-noroeste*.

En esta zona del Golfo de México se localiza la Sonda de Campeche, que junto con la terminal marítima Dos Bocas localizada en la costa noreste del estado de Tabasco comprenden la llamada Región Marina.

La Región Marina concentra plataformas a una distancia promedio de 80km de la costa, que alojan las instalaciones necesarias para el control de la explotación de los pozos. La mayoría de los pozos se encuentran en esa área, aunque existen algunos ubicados cercanos a la costa, a 4 km y otros hasta 206 km.

En la Sonda de Campeche funcionan 413 pozos productivos, terminados de aceite y campos petroleros explotados e instalados en 230 complejos y plataformas, que produjeron en 1994 730.6 millones de barriles de petróleo crudo y 488.5 millones de pies<sup>3</sup> de gas natural, exportando 322.38 millones de barriles de crudo entre ligero y pesado, lo que representó recursos por 4'091,793 dólares. Para abril de 1995, se reporta la siguiente información:

**PRODUCCION Y EMPLEO DE PETROLEOS MEXICANOS  
EN LA SONDA DE CAMPECHE  
(abril de 1995)**

PRODUCCION DE PETROLEO	EMPLEOS
<b>BARRILES:</b> 2'681,000 diarios, representando: <ul style="list-style-type: none"><li>• 71.5% de la producción nacional de crudo</li><li>• 30% de la producción nacional de gas.</li></ul>	<b>TOTAL DE EMPLEADOS:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 10 573 trabajadores</li></ul> <b>EMPLEADOS DE PLANTA:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 6 008</li></ul> <b>EMPLEADOS TRANSITORIOS:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 4 565</li></ul>

FUENTE: AYUNTAMIENTO DE CARMEN "PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO, CARMEN 1995-1997"

**TANDEO:**

Es la interrupción de la entrega de agua potable en horarios y zonas diferentes de una población, con la finalidad de regular el gasto o suministro.

**TANQUE DE ALMACENAMIENTO O REGULACION:**

Depósito superficial y/o elevado que sirve para almacenar el agua o regular su distribución.

**TRATAMIENTO:**

Es la remoción en las aguas negras, por métodos físicos, químicos y biológicos, de materias en suspensión, coloidales o disueltas.

**TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL:**

Cualquier proceso artificial o natural al cual se sujetan las aguas negras para remover o alterar los constituyentes objetables, convirtiéndolas en menos ofensivas o peligrosas para el reuso o disposición final.

**VALVULAS DESAIRADORAS:**

Dispositivo para expulsar bolsas de aire retenidas en la tubería y así evitar la interrupción del flujo de agua a lo largo de la línea de conducción.

---

## BIBLIOGRAFIA

## BIBLIOGRAFIA

### ECONOMIA

CALL, S. y HOLAHAN, W. "Microeconomía" Grupo editorial Iberoamérica, 2a. ed. México 1985.

FONTAINE, E. R. "Evaluación Social de Proyectos" Ediciones Instituto de Economía Universidad Católica de Chile, 10a. ed. corregida, Santiago de Chile 1994.

FRIEDMAN, M. "Teoría de los Precios" Ed. Alianza Universidad, 1a. ed. en español, Madrid España 1976.

HARBERGER, A.C. "Necesidades Básicas versus Ponderaciones Distributivas en el Análisis de Costos-Beneficios. Antecedentes para un seminario en la Universidad de Chicago" Apuntes del Diplomado en Evaluación Socioeconómica de Proyectos de Inversión, DECFI, UNAM, México 1994-1995.

HERNANDEZ, L.E. "Crecimiento Económico y Pobreza en México" Una agenda para la Investigación. Ed. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México, 1a. ed. México 1992.

MINISTERIO DE PLANIFICACION Y COOPERACION "Inversión Pública Eficiencia y Equidad" Pontificia Universidad de Chile, Santiago de Chile 1992.

MUSGRAVE, R.A. y MUSGRAVE, P.B. "Hacienda Pública" Teórica y aplicada. Ed. Mc. Graw Hill, 5a. ed. México 1994.

PEARCE, D. "Economía Ambiental" Ed. Fondo de Cultura Económica, 2a. ed. México 1986.



SALES, G. "Campeche. Apuntes Económicos y Sociales" Ed. Gob. del Edo., México 1991.

SAPAG, C.N. y SAPAG C. R. "Preparación y Evaluación de Proyectos" Ed. Mac Graw Hill, 2a. ed. México 1994.

SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL, "Los Instrumentos Económicos Aplicados al Medio Ambiente" Ed. Instituto Nacional de Ecología con el apoyo de la comunidad de Naciones Europeas, México 1992.

ZAPATA, J.A. "Aspectos Metodológicos de la Tarificación de Agua Potable según criterio de costo marginal" Ed. Instituto de Economía, Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile 1981.

#### **INSTITUCIONES PUBLICAS**

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD, "Manual de Mantenimiento de Obras Civiles, Sistemas De Conducción" Ed. CFE, México 1993.

COMISION NACIONAL DEL AGUA, "Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento e Institucional para la cd. del Carmen, Campeche" Ed. CNA, México 1991.

COMISION NACIONAL DEL AGUA, "Proyecto del Acueducto - Cd. del Carmen, Edo. de Campeche" Ed. CNA México 1993.

COMISION NACIONAL DEL AGUA, "Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento" Ed. CNA, México 1994.

CONSEJO NACIONAL DE POBLACION, "Evolución de las Ciudades en México 1900-1990" Ed. CONAPO 1a. ed. México 1994.

GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE, "Plan Municipal De Desarrollo Carmen 1995-1997" Ed. Gob. del Edo., Campeche México 1995.

GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE, "Propuesta para el mejoramiento del sistema de agua potable de Cd. del Carmen, Campeche" Ed. Ayuntamiento del Carmen, México 1995.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA GEOGRAFIA E INFORMATICA, "Anuario Estadístico del Estado de Campeche" Ed. INEGI, México 1994.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADITICA GEOGRAFIA E INFORMATICA, "Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los hogares" Ed. INEGI, México 1992.

LEY GRAL. DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y PROTECCION AL AMBIENTE (DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS) Ed. Porrúa, 9a. ed. México 1994.

MINISTERIO DE PLANIFICACION Y COOPERACION "Proyecto: Mejoramiento del Sistema de Aguas Servidas de Victoria y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable de Traiguén" Ed. Pontificia Universidad de Chile, Santiago de Chile 1994.

SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL, "Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 1993-1994" Ed. Instituto Nacional de Ecología, México 1994.

SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL, "Normas Oficiales Mexicanas" Ed. SEDESOL, Gaceta Ecológica No. 28, Vol. VI, Marzo de 1994. México 1994.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL CARMEN, "Censo de Expansión Urbana para Cd. del Carmen 1995" Centro de Investigaciones Sociales y Territoriales, Campeche, México enero-marzo 1995, (comunicación personal)

LEY GRAL. DE SALUD, Ed. Porrúa, ed. 8a. México 1992

MEXICANO ESTA ES TU CONSTITUCION, Ed. Porrúa, México 1993

COMISION NACIONAL DEL AGUA, "Proyecto Ejecutivo de Ampliación y Mejoramiento de la red de agua potable, Cd. del Carmen Campeche" México 1994

COMISION NACIONAL DEL AGUA, "Estudio de Evaluación de Pérdidas en el Sistema de Agua Potable en Cd del Carmen Campeche" México 1994

COMISION NACIONAL DEL AGUA, "Manual de Diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Libro I" México 1994

COMISION NACIONAL DEL AGUA, "Operación de Equipo Electromecánico en Plantas de Bombeo para Agua Potable y Residual, Libro III" México 1994

SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE RECURSOS NATURALES Y PESCA,  
GACETAS ECOLOGICAS : Vol. VII, N°33 Marzo, México 1995 (SEMARNAP)  
Vol. II, N° 6 Enero, México 1990 (SEDUE)  
Vol. V, N°22 Marzo, México 1993 (SEDESOL)  
Vol. V, N°23 Junio, México 1993 (SEDESOL)

## **ECOLOGIA Y MEDIO AMBIENTE**

YAÑEZ ARANCIBIA, A. Y JW, DAY "Ecología de los ecosistemas costeros en el sur del Golfo de México" Ed.UNAM 1a ed. México 1988

COMITE ESTATAL, "Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos" Campeche , México 1995.

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES, "Manifestación de Impacto Ambiental: Puente Zacatal, Isla del Carmen, Campeche"-México 1993

TURK. TURK/ WITTES "Tratado de Ecología" Ed. Interamericana, 2º ed. México 1981.

G. TYLER MILLER, JR. "Ecología y Medio Ambiente" Ed. Iberoamérica. 1a. ed. México 1994

YAÑEZ ARANCIBIA, A. "Ecología de la zona costera" Ed.AGT México 1988

## **INGENIERIA**

DEPARATAMENTO DE SANIDAD DEL ESTADO DE NUEVA YORK "Manual de Tratamiento de Aguas Negras" Ed. Limusa. 1a. ed. México 1990.

HAROLD, E. B. "Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Negras" Ed. CECSA, 8a. ed. 1983.

RAMIREZ, C. "Tratamiento de Aguas Residuales Industriales" Ed. Universidad Autónoma Metropolitana, México 1994.

SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA. DIRECCION DE INGENIERIA SANITARIA, "Manual de Saneamiento, vivienda agua y desechos" Ed. Limusa, 1a. ed. México 1976.

TAMAYO, M. "El proceso de la Investigación Científica" Ed. Limusa, México 1985.

VALDEZ, C. "Manual de Abastecimiento de Agua Potable" Ed. Facultad de Ingeniería, UNAM, México 1994.

WAYNE, W.D. "Bioestadística. Bases para el Análisis de las Ciencias de la Salud" Ed. Limusa, 3a. ed. México 1989.