

76  
291

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

“ ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION  
DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA ADECUACION Y AMPLIACION  
DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA  
TAMPICO - MADERO, TAMPS. ”

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**I N G E N I E R O C I V I L**  
P R E S E N T A :  
**V I C E N T E M E N D E Z A L B A**



MEXICO, D. F.

1997

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
60-1-158/95

Señor  
**VICENTE MENDEZ ALBA**  
Presente.

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. ENRIQUE CESAR VALDEZ**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

**"ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA ADECUACION Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO, TAMP.**"

- INTRODUCCION**
- I. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO**
  - II. DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE**
  - III. PROPUESTAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE**
  - IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**  
Cd. Universitaria, a 26 de octubre de 1995.  
EL DIRECTOR.

  
ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/GMP\*nl1

**A TI PAPA, QUE TE FUISTE  
SABIENDO QUE ME DEJABAS  
LA MEJOR HERENCIA QUE YO  
PUDIERA TENER...  
"MI CARRERA"**

**A TI MAMA, CON TODA MI  
GRATITUD, AMOR Y RESPETO,  
POR TODO EL AMOR, APOYO Y  
CONFIANZA QUE SIEMPRE ME  
HAS BRINDADO**

**A MIS HERMANOS, PORQUE DE  
UNA U OTRA FORMA ME  
APOYARON Y ALENTARON EN EL  
DESARROLLO DE MIS ESTUDIOS.**

***A MI ESPOSA***

***PATRICIA***

***A MIS AMADOS HIJOS, POR LA ENORME  
MOTIVACION QUE REPRESENTAN EN  
MI VIDA***

***IVAN***

***CHRISTIAN***

***FERNANDO***

***A MI FUTURA BEBA, CON MI MAS  
GRANDE DESEO PORQUE DESDE SU  
NACIMIENTO GOCE DE CABAL SALUD.***

**Al Ingeniero Enrique Cesar Valdéz**

*Agradeciendo su asesoría y  
colaboración  
en la realización del presente trabajo.  
Por su interés en formar profesionistas  
capacitados.*

**A mis profesores, amigos y  
compañeros de la Facultad de  
Ingeniería**

**A las personas que lean esta Tesis**

**Siempre a Dios**

## CONTENIDO

	PAG
INTRODUCCION.....	1
<b>I.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>3</b>
I.1.- CARACTERISTICAS GEO-POLITICAS.....	3
I.2.- LOCALIZACION GEOGRAFICA.....	3
I.3.- EXTENSION.....	3
I.4.- LIMITES.....	3
I.5.- RELIEVE.....	3
I.6.- HIDROGRAFIA.....	3
I.7.- GEOLOGIA.....	7
I.8.- CLIMA.....	7
<b>II.- DIAGNOSTICO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE.....</b>	<b>9</b>
II.1.- ANALISIS DE LAS DEMANDAS DE AGUA POTABLE.....	9
II.1.1.- DETERMINACION DE LOS CONSUMOS DE AGUA POR ZONAS HOMOGENEAS Y TIPO DE USUARIO.....	9
II.1.2.- DEMANDA DE AGUA ACTUAL Y FUTURA.....	14
II.2.- INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.....	18
II.2.1.- POTABILIZADORAS.....	18
II.2.1.1.- POTABILIZADORA ALTAVISTA.....	18
II.2.1.2.- POTABILIZADORA LAGUNA DE LA PUERTA.....	26
II.2.1.3.- POTABILIZADORA HIDROS TANCOL.....	30
II.2.2.- REGULARIZACION.....	34
II.2.2.1.- TANQUE ALTAVISTA.....	34
II.2.2.2.- TANQUE LA OBRARA.....	34
II.2.2.3.- TANQUE LAGUNA DE LA PUERTA.....	34
II.2.3.- DISTRIBUCION.....	34
II.3.- REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.....	36
II.3.1.- REQUERIMIENTOS PARA CONSOLIDACION DEL ORGANISMO OPERADOR RELATIVOS AL SISTEMA DE AGUA POTABLE.....	36
II.3.2.- REQUERIMIENTOS DE AGUA POTABLE.....	37
II.4.- DICTAMEN.....	38
II.5.- ACCIONES DE CONSOLIDACION.....	40

## CONTENIDO

	PAG
<b>III.- PROPUESTAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.....</b>	<b>45</b>
<b>III.1.- FORMULACION DE ALTERNATIVAS.....</b>	<b>45</b>
III.1.1.- OPCION INTEGRAL I.....	45
III.1.2.- OPCION INTEGRAL II.....	46
III.1.3.- OPCION INTEGRAL III.....	47
<b>III.2.- SELECCION Y JERARQUIZACION DE ALTERNATIVAS.....</b>	<b>48</b>
III.2.1.- ALTERNATIVA I.....	49
III.2.1.1.- SISTEMA ALTAVISTA.....	49
III.2.1.2.- SISTEMA LAGUNA DE LA PUERTA.....	50
III.2.1.3.- DETERMINACION DE LOS COSTOS DE OPERACION.....	51
III.2.2.- ALTERNATIVA II.....	52
III.2.2.1.- SISTEMA ALTAVISTA.....	52
III.2.2.2.- SISTEMA LAGUNA DE LA PUERTA.....	54
III.2.2.3.- DETERMINACION DE LOS COSTOS DE OPERACION.....	55
III.2.3.- ALTERNATIVA III.....	56
III.2.3.1.- SISTEMA ALTAVISTA.....	56
III.2.3.2.- SISTEMA LAGUNA DE LA PUERTA.....	57
III.2.3.3.- DETERMINACION DE LOS COSTOS DE OPERACION.....	58
<b>III.3.- COSTO ACTUALIZADO DE ALTERNATIVA.....</b>	<b>59</b>
<b>III.4.- SELECCION DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCION.....</b>	<b>77</b>
<b>IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>79</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>80</b>



## **INTRODUCCION**

## **INTRODUCCION**

En el presente trabajo se señalan algunos de los aspectos considerados en la elaboración del Proyecto Integral para la Adecuación y "Ampliación del Sistema de Agua Potable de la Zona Conurbada Tampico - Madero, Tamps."

En el capítulo uno: Características Generales de la Zona de Estudio, se presentan las características de la zona que permiten conocer el marco físico y urbano en el que se desarrolló el proyecto, lo que propicia una visión más clara de la localidad ya que proporciona datos geopolíticos, geográficos, de relieve, hidrografía, geología y clima, entre otros.

En el capítulo dos: Diagnóstico del Sistema de Agua Potable, se hace un diagnóstico del sistema actual, determinando las deficiencias con que opera y las causas que originan dichas deficiencias, así se efectúa la sectorización de la zona en estudio por tipo de usuario con la finalidad de efectuar el análisis de la demanda actual de agua potable, para posteriormente determinar las demandas de agua futura de acuerdo a los pronósticos de crecimiento de la población.

Con la finalidad de conocer la infraestructura existente, así como su estado de conservación, se efectúa un diagnóstico y una descripción de las plantas potabilizadoras, tanques de regularización, estaciones de bombeo y redes de distribución, señalando sus características más importantes como son: antigüedad, capacidad, longitud, materiales, estado de conservación, etc.

Una vez conocida la infraestructura con que se cuenta se procedió a determinar los requerimientos que se tenían, tanto en el aspecto administrativo como en el referente a infraestructura, para poder ampliar la cobertura del servicio y hacer más eficiente, al mismo tiempo, el funcionamiento del organismo operador.

Se presenta un dictamen en el que de manera resumida se enumeran las deficiencias encontradas, así como sus consecuencias adversas. Finalmente en este capítulo se presentan las acciones a efectuar para la consolidación del sistema, señalando los beneficios que se tendrán al efectuar dichas acciones de consolidación.

En el capítulo tres: Propuestas para el Mejoramiento del Sistema de Agua Potable, se plantean tres alternativas de solución integral, comparables técnicamente, que atienden de igual manera las necesidades determinadas anteriormente, y teniendo como características comunes: la ubicación de la regularización, el suministro a la red por gravedad mediante tanques elevados de transición y conformación de zonas de presión.

Posteriormente se efectúa un análisis de cada una de las alternativas desde el punto de vista económico, jerarquizándose en función de sus ventajas técnicas y de sus costos, para finalmente seleccionar la alternativa que deberá llevarse a nivel ejecutivo, esta selección se efectúa no sólo en función de su costo y ventajas técnicas sino además, atendiendo a las necesidades políticas y sociales de la localidad.

Finalmente en el capítulo cuatro: Conclusiones y Recomendaciones, se hace una descripción de manera resumida de las mejoras que se obtendrán en el sistema de agua potable una vez efectuadas las acciones de consolidación y que sea puesta en operación la infraestructura proyectada, comentando criterios y situaciones especiales que se tuvieron durante los trabajos que finalmente permitieron concluirla de esa forma y destacando recomendaciones que se deben cumplir para un mejor funcionamiento del sistema y que en general pudieran tomarse en cuenta en la elaboración de proyectos posteriores.

El autor del presente trabajo tuvo la oportunidad de participar en la elaboración del proyecto integral, actuando como Coordinador General en Tampico. Y cabe mencionar que los

**ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA ADECUACION Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO, TAMPS.**

---

conocimientos adquiridos durante su vida académica, dentro de la facultad le fueron de gran utilidad para el desarrollo de los aspectos técnicos del proyecto, pero más importante aún lo fue la capacidad desarrollada también durante su vida académica que le facilitaron comprender la problemática para poder formular y coordinar programas de trabajo, acordes con el momento tecnológico, y resolver de manera eficaz la problemática existente.

## **I.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO**

### I. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO

#### I.1 CARACTERISTICAS GEO-POLITICAS

Los municipios de Tampico y Cd. Madero, tienen la particularidad de no contener a ninguna otra localidad en sus reducidos territorios y, sin embargo, tienen gran importancia económica y política en el Estado de Tamaulipas.

Estos dos municipios, han llegado a ser físicamente uno solo, conocidos como Tampico-Madero, ya que están conurbados en todo lo largo de sus territorios y sus relaciones son muy estrechas y complementarias.

#### I.2 LOCALIZACION GEOGRAFICA

Tampico y Cd. Madero, se encuentran localizados en el extremo Sureste del Estado de Tamaulipas, sobre la margen izquierda del Río Pánuco, que es a su vez línea divisoria con el Estado de Veracruz. El Centro y Muelle Fiscal de Tampico, se ubican a 12 km de las Playas del Golfo de México y el Centro de la Cd. de Madero a 5 km. Las coordenadas geográficas de Tampico-Madero son 22° 13' de latitud norte y 97° 51' de longitud oeste. La ubicación geográfica se muestra en la Fig.- I.2-1.

#### I.3.- EXTENSION

Tampico ocupa una superficie de 69.1 km<sup>2</sup> y Cd. Madero 62.9 km<sup>2</sup>, siendo los municipios más pequeños del Estado de Tamaulipas.

#### I.4.- LIMITES

Tampico-Madero, limitan al Norte con el municipio de Altamira, al Sur con el municipio de Tampico Alto del Estado de Veracruz, límite marcado por el Río Pánuco, al Este limita Cd. Madero con el Golfo de México y al Oeste limita Tampico con el municipio de Ebano, Estado de San Luis Potosí, límite marcado por los Ríos Tamesí y Pánuco.

#### I.5.- RELIEVE

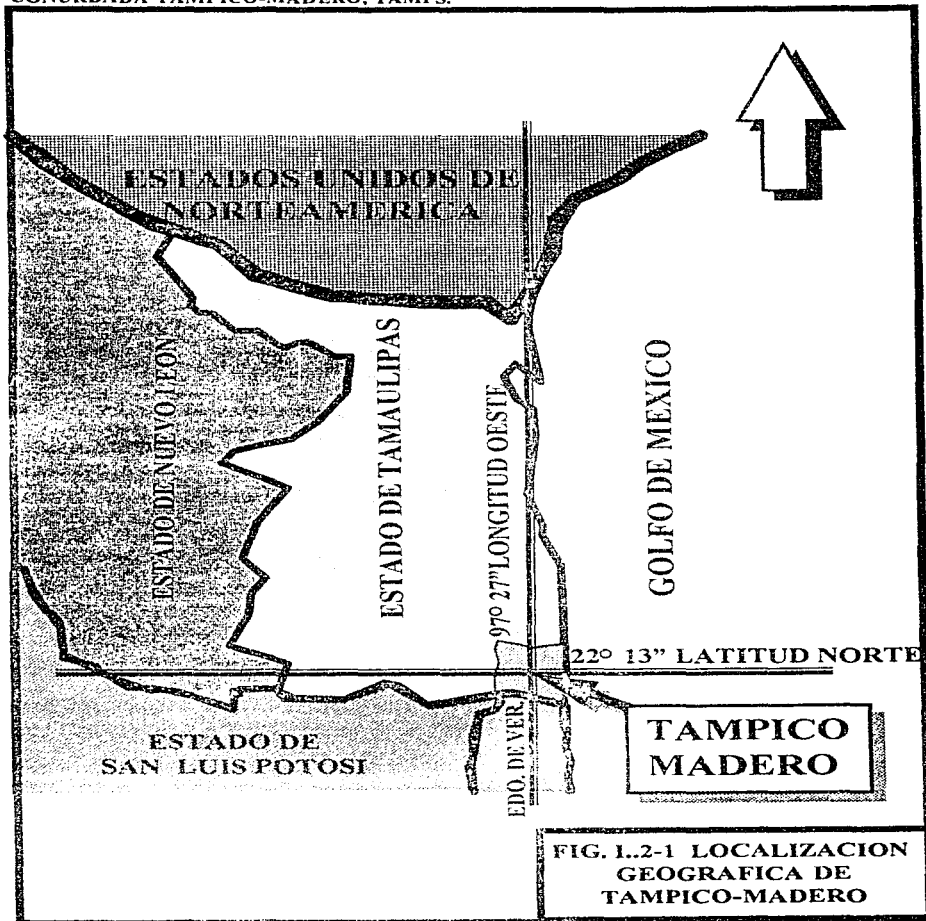
El terreno es prominentemente plano con pequeñas elevaciones. Tampico se encuentra sobre un lomerío formado entre las Lagunas de Chairé y del Carpintero, Cd. Madero sobre otro lomerío formado entre la Laguna del Carpintero y el Río Pánuco. Las zonas más bajas son las que están en la ribera del Río Pánuco, que quedan expuestas a inundaciones y presentan problemas para la introducción de alcantarillado.

La altura promedio va de la cota 2 a la 10 msnm, habiendo zonas de un máximo de 50 msnm Ver Fig.- I.5-1.

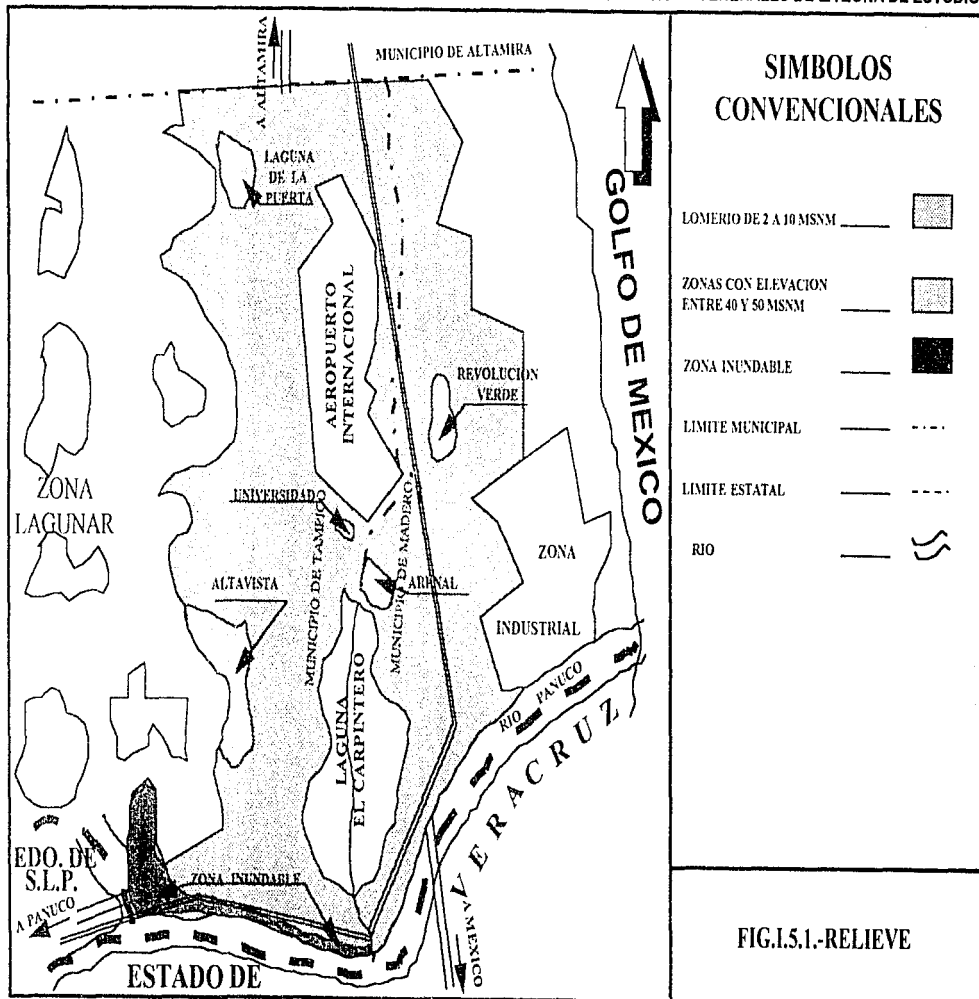
#### I.6.- HIDROGRAFIA

Tampico y Cd. Madero, quedan rodeadas por una rica cuenca hidrológica formada por los Ríos Pánuco al sur, Tamesí al oeste y el Golfo de México al este y en medio el sistema de lagunas, siendo las más grandes, Chairé - donde se ubicaba la captación que surtía a Tampico y Madero, La Escondida, Champayán, El Carpintero, La Costa, Tancoel y San Andrés. Ver Fig.- I.6-1.

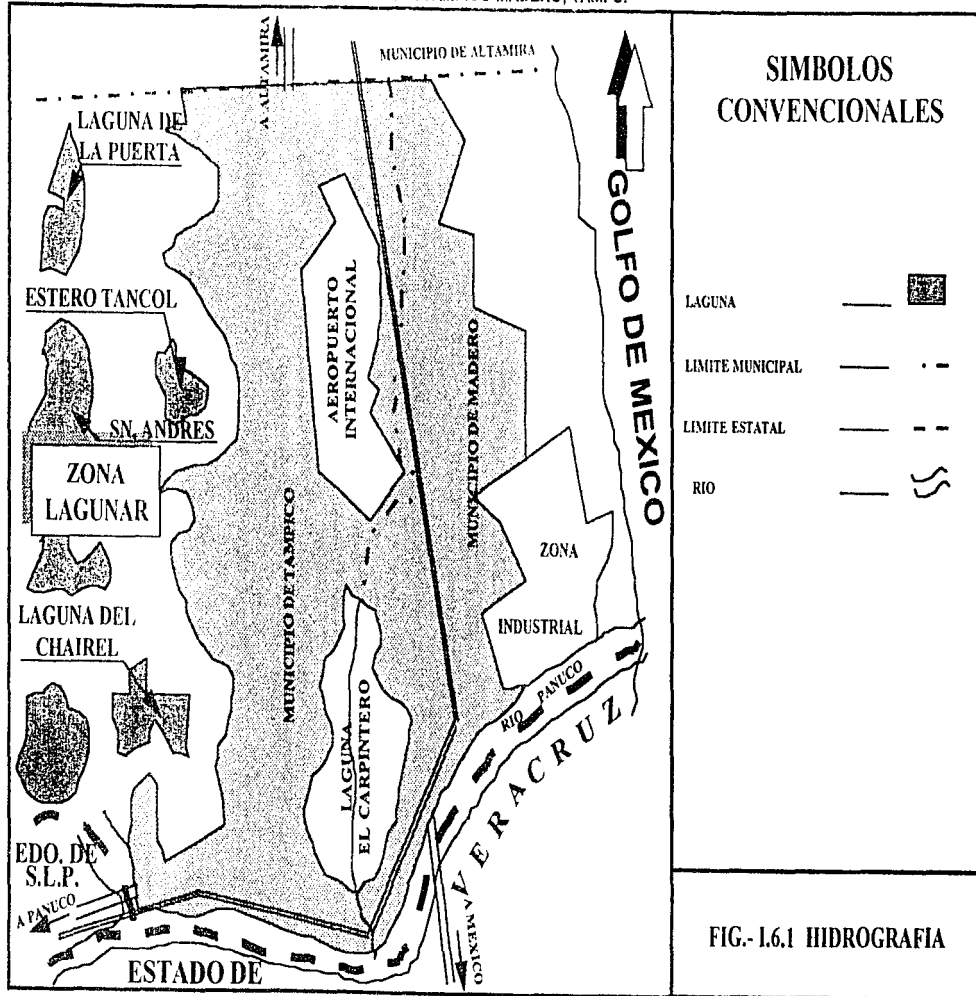
ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO PARA LA ADECUACION Y AMPLLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO, TAMP.



I.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO



ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA ADECUACION Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICCO-MADERO, TAMPS.





## I.7.- GEOLOGIA

La zona de estudio presenta formaciones de lutitas y areniscas de origen sedimentario del oligoceno del terciario inferior y en ella se encuentran grandes yacimientos de petróleo y gas natural, cuya explotación es de gran importancia.

## I.8.- CLIMA

El clima de Tampico-Madero es cálido - subhúmedo, con variaciones de seco a extremoso, con lluvias de verano. Según la clasificación de Koepfen es un clima tropical lluvioso. La temperatura media anual es de 25 grados centígrados, presentando una mínima promedio mensual de 18 grados centígrados en enero y una máxima promedio mensual de 30 grados centígrados en agosto. Históricamente ha presentado una mínima mensual de 2 grados centígrados y una máxima de 46 grados centígrados. La humedad relativa anual es de 80%, la precipitación pluvial es alta, sobre todo en época de ciclones, siendo la media anual de 1,040 mm.

La dirección de los vientos reinantes es de este a noreste. Los vientos del este, se presentan todo el año y su velocidad media es de 11 km/h. Cuando se presentan ciclones, los vientos alcanzan velocidades de hasta 200 km/h, produciendo inundaciones en el área de la costa y de las lagunas, como las ocurridas en 1955 y 1966, por lo que deben tomarse medidas de prevención de posibles inundaciones.

La Zona Conurbada contaba con un gran número de colonias, de entre las cuales se citan las siguientes:

De Tampico: Zona Centro, Melchor Ocampo, Del Pueblo, Cascajal, Aragón, Jardín, Campbell, Nacional, Rosario, Altavista, Chairel, Aurora, Americana, Volantín, Azteca, Anáhuac, Aguilar, Flores, Juárez, Primavera, Toltecas, Barandillas,

Lauro Aguirre, Gpe. Victoria, Tamaulipas, Gpe. Mainero, Obrera, Santo Niño, Allende, Hidalgo, Tampico, Monte Alegre, Sierra Morena, Guadalupe, Fracc. Carpintero, Universidad, Petrolera, Lindavista, Los Pinos, Fracc. Country Club, Fracc. Lomas de Rosales, Universidad Sur, Choferes, Lomas de Chairel, Unidad Modelo, Nuevo Aeropuerto, Arenal, México, Las Américas, 2 de Junio, La Paz, Latinoamérica, Chapultepec, Magdalena Aguilar, Roma, Niños Héroses, Del Mirador, Progreso, Del Bosque, Emilio Portes Gil, Revolución Verde, Natividad Garza, López Portillo y Enrique Cárdenas González.

De Madero: Zona Centro, Arboledas, Primero de Mayo, Felipe Carrillo Puerto, Benito Juárez, Ferrocarrilera, Fco. I. Madero, Lázaro Cárdenas, Esfuerzo Nacional, Vicente Guerrero, Hipódromo, Refinería, Siete y Medio, Miramar, La Barra, Del Bosque, Fco. Villa, Del Valle, Quetzalcoatl, Nva. Cecilia, Loma del Gallo, 20 de Noviembre, Jardín, Sector Benito Juárez, Sector Fidel Velázquez, Ampliación Unidad Nacional, Sector Los Pinos, Calendario Garza, Las Flores, Manuel R. Díaz, Emiliano Zapata y Revolución Verde.

## **II.- DIAGNOSTICO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE**

**II. DIAGNOSTICO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE**

**II.1 ANALISIS DE LAS DEMANDAS DE AGUA POTABLE**

**II.1.1 DETERMINACION DE LOS CONSUMOS DE AGUA POR ZONAS HOMOGENEAS Y TIPO DE USUARIO**

Se efectuó la zonificación de las poblaciones de Tampico-Madero en zonas homogéneas y por tipo de usuario de los lugares donde se contaba con servicio medido, los cuales se delimitan en la Fig. II.1.1-1, obteniéndose los consumo de agua promedio por cada tipo de usuario, ésto apoyado en la estadística contenida en el Cuadro II.1.1-1 formulado por, el Organismo Operador denominado: Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (COAPA), relativa a la facturación del servicio medido para los diferente tipos de usuarios de las poblaciones de Tampico y Madero, una vez adecuados éstos, se obtuvieron los volúmenes de consumo por sector, determinándose los datos relevantes siguientes:

**CONSUMO DOMESTICO 1990**

No. de tomas =	83,664	tomas
Población servida =	401,587	hab
Cobertura (tomas) =	93.11	%
Consumo Doméstico	26,300	M m <sup>3</sup>
Q medio =	833.97	lps
Consumo =	179.43	l/hab/d

**CONSUMO COMERCIAL 1990**

No. de tomas =	5,867	tomas
Consumo Comercial =	3,580	M m <sup>3</sup>
Q medio =	113.52	lps
Consumo =	1,671.76	l/com /d

**CONSUMO INDUSTRIAL 1990**

No. de tomas =	562	tomas
Consumo Industrial =	2,570	M m <sup>3</sup>
Q medio =	81.49	lps
Consumo =	12,528	M l/ind/d

De acuerdo a los análisis anteriores los consumos en 1990 de los diferentes sectores que se abastecieron fueron:

	CONSUMO	N° TOMAS
	1990	PROM/MES
Consumo Doméstico	179 l/h/d	82,110
Consumo Comercial	1,672 l/c/d	5,854
Consumo Industrial	12,528 l/i/d	559
<b>TOTAL</b>	<b>14,379 l/h/d</b>	<b>88,523</b>

Y el Gasto Medio Total Consumido fue de **1,028.98 lps.** el cual representó una **dotación total anual promedio Consumida, para los 401,587 hab., en 1990, de 221.38 l/hab/d.**

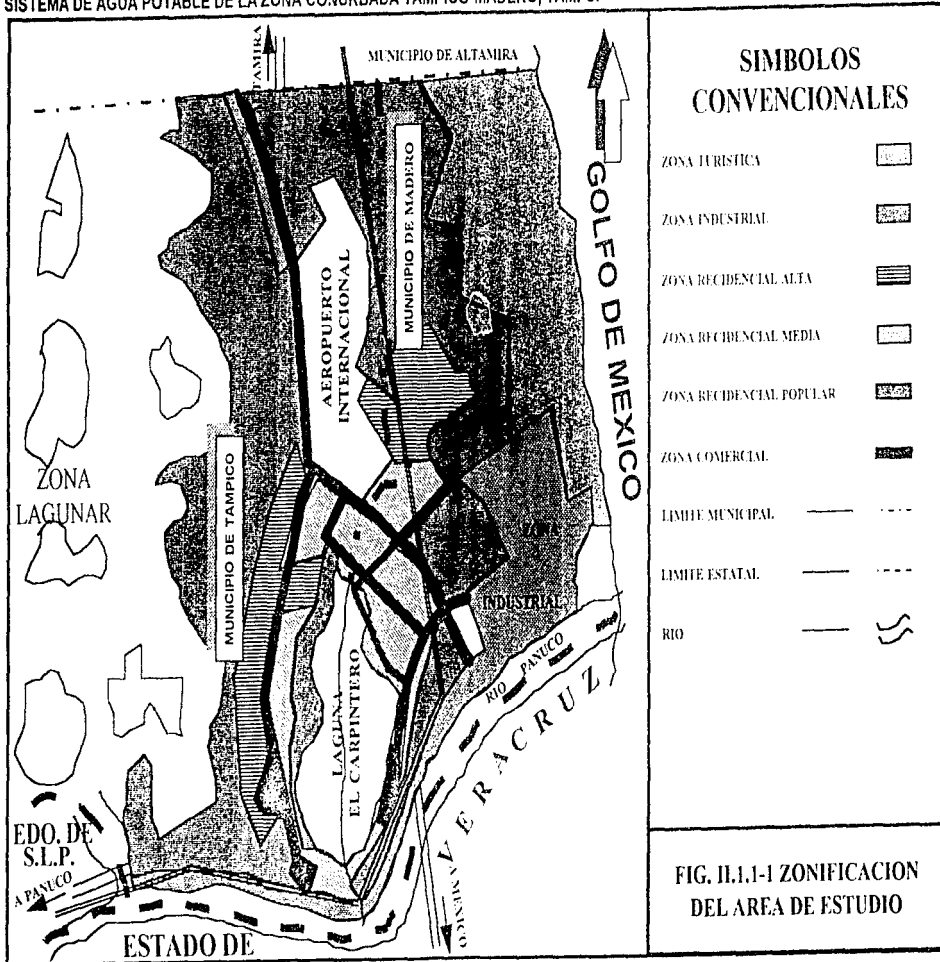
Para efectos prácticos de cálculos y comparación se consideró que el consumo promedio anual equivalente facturado fue de 221 l/hab/d.

**FACTURACION TOTAL EN 1990**

	AGUA	ALCANTA	TOTAL
Doméstico	10,935,349	3,336,981	14,272,330
Comercial	4,158,077	1,505,397	4,663,475
Industria	4,460,692	1,357,755	18,935,805
<b>Total</b>	<b>19,554,118</b>	<b>4,200,135</b>	<b>37,871,610</b>

Comparando ahora el consumo promedio facturada contra la dotación promedio suministrada en el mismo período, tomando como base los datos del Cuadro.- II.1.1-1 que muestran las tomas y consumos de enero a diciembre de 1990, y los volúmenes producidos contenidos en los Cuadros.- II.1.1-2, y II.1.1-2a, todos registrados por la COAPA.

ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA ADECUACION Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO, TAMPS.



CUADRO III.1-1 ANALISIS DE FACTURACION Y REZAGOS DE TAMPICO  
DEPARTAMENTO COMERCIAL 1990  
TAMPICO

CONCEPTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
TOMAS USUARIOS								(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
DOMESTICO	45,342	45,342	45,529	45,977	46,224	46,535	46,955	47,244	47,344	47,592	47,747	47,879	559,674
COMERCIAL	5,715	3,866	3,883	3,900	3,910	3,922	3,909	3,980	3,979	3,973	3,973	3,971	46,981
INDUSTRIAL	418	437	437	435	469	440	441	456	448	447	444	443	5,309
TOTAL	49,475	49,645	49,849	50,312	50,603	50,867	51,305	51,670	51,771	52,012	52,164	52,293	611,966
DESC. DRENAJE													
DOMESTICO (VOL.M <sup>3</sup> )	1,224	1,225	1,242	1,257	1,332	1,402	1,395	1,352	1,458	1,420	1,319	1,307	15,938
COMERCIAL (VOL.M <sup>3</sup> )	139	203	210	183	195	214	201	208	202	213	199	200	2,358
INDUSTRIAL (VOL.M <sup>3</sup> )	154	128	160	149	145	160	188	192	178	200	161	179	1,985
TOTAL M <sup>3</sup>	1,513	1,556	1,612	1,580	1,672	1,776	1,784	1,752	1,838	1,833	1,679	1,686	20,281
VOL. FAC. M <sup>3</sup>													
DOMESTICA													
FAC.AGUA	889,827	1,154,741	1,184,296	1,167,536	1,273,638	1,283,591	1,239,094	1,286,079	1,392,033	1,597,030	1,669,696	1,662,475	15,800,000
FAC.DRENAJE	114,829	159,977	152,205	152,608	173,335	169,303	166,437	174,585	167,401	213,226	204,503	226,118	2,065,378
FAC.D.C.	160,831	84,067	86,117	107,734	96,826	89,665	87,604	53,351	49,850	121,918	40,294	78,881	996,603
SUBTOTAL	1,105,538	1,389,785	1,422,612	1,427,998	1,543,799	1,541,759	1,493,140	1,514,015	1,609,284	1,932,174	1,914,403	1,967,474	18,861,981
COMERCIAL													
FAC.AGUA	132,250	185,997	193,221	166,491	175,896	195,952	179,911	200,804	207,228	244,156	235,378	268,710	2,385,000
FAC.DRENAJE	55,682	77,455	77,431	63,690	72,739	83,383	73,837	60,549	88,264	99,578	98,683	107,625	980,316
FAC.D.C.	6,297	14,436	8,695	13,581	19,587	10,188	14,596	14,125	9,587	15,701	5,391	7,776	139,913
SUBTOTAL	194,222	276,948	279,257	248,162	268,222	289,523	268,344	295,474	305,079	356,435	339,452	384,111	3,505,229
INDUSTRIAL													
FAC.AGUA	109,532	116,956	148,423	128,938	133,643	147,076	169,969	180,816	164,842	232,044	194,752	219,979	1,982,900
FAC.DRENAJE	88,228	72,855	3,256	77,451	88,634	92,069	105,185	118,715	116,818	145,597	120,925	133,787	1,164,080
FAC.D.C.	2,535	1,785	3,398	13,680	51,901	3,207	2,874	3,176	22,176	17,847	1,930	13,321	136,930
SUBTOTAL	200,295	191,626	155,087	220,569	273,328	242,352	278,028	312,707	328,836	395,488	317,607	367,087	3,283,010
GRAN TOTAL	1,500,055	1,858,358	1,856,957	1,896,729	2,085,349	2,073,634	2,039,511	2,122,196	2,243,199	2,684,097	2,571,462	2,718,672	25,650,220

ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA ADECUACION Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO, TAMPS.

CUADRO II.I.1-A ANALISIS DE FACTURACION Y REZAGOS DE TAMPICO  
DEPARTAMENTO COMERCIAL 1990  
MADERO

CONCEPTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
TOMAS USUARIOS								(7%)	(7%)	(7%)	(7%)	(7%)	
DOMESTICO	35,181	35,269	35,300	35,351	35,386	35,421	35,454	35,527	35,610	35,645	35,705	35,765	425,644
COMERCIAL	1,896	1,939	1,961	1,972	1,972	1,970	1,947	1,947	1,929	1,923	1,910	1,896	23,262
INDUSTRIAL	119	120	113	112	114	115	116	117	119	120	120	119	1,404
<b>TOTAL</b>	<b>37,196</b>	<b>37,328</b>	<b>37,374</b>	<b>37,435</b>	<b>37,472</b>	<b>37,506</b>	<b>37,527</b>	<b>37,591</b>	<b>37,668</b>	<b>37,688</b>	<b>37,735</b>	<b>37,800</b>	
DESC. DRENAJE													
DOMESTICO( VOL.M <sup>3</sup> )	816	816	826	795	848	931	838	941	951	948	852	833	10,365
COMERCIAL( VOL.M <sup>3</sup> )	99	96	103	109	79	145	164	95	95	91	97	111	1,224
INDUSTRIAL VOL.M <sup>3</sup> )	41	43	46	43	42	44	53	53	53	55	56	53	582
<b>TOTALM<sup>3</sup></b>	<b>956</b>	<b>955</b>	<b>975</b>	<b>947</b>	<b>969</b>	<b>1,120</b>	<b>995</b>	<b>1,059</b>	<b>1,099</b>	<b>1,094</b>	<b>1,005</b>	<b>997</b>	
VOL FAC. M <sup>3</sup>													
DOMESTICA													
FAC.AGUA	567,765	730,635	754,565	711,443	775,220	879,654	879,757	908,692	1,037,198	1,090,582	1,032,553	1,131,937	10,500,000
FAC.DRENAJE	66,794	86,456	89,835	91,466	93,340	107,776	107,581	110,566	127,849	133,532	124,522	137,199	1,278,826
FAC.D.C.	53,325	36,641	19,072	32,619	28,144	30,815	42,735	37,857	28,000	28,502	17,960	22,774	378,464
<b>SUBTOTAL</b>	<b>687,794</b>	<b>853,752</b>	<b>863,472</b>	<b>837,528</b>	<b>896,704</b>	<b>1,018,245</b>	<b>1,030,073</b>	<b>1,057,115</b>	<b>1,193,047</b>	<b>1,252,616</b>	<b>1,175,035</b>	<b>1,291,910</b>	<b>12,157,290</b>
COMERCIAL													
FAC.AGUA	67,385	84,483	91,253	98,431	66,243	136,028	92,055	88,894	119,218	95,817	102,479	142,597	1,185,000
FAC.DRENAJE	30,799	38,996	41,862	45,409	30,952	63,212	42,347	49,723	55,246	44,094	47,131	66,207	545,582
FAC.D.C.	8,945	8,289	6,641	2,654	2,724	11,509	4,620	4,516	2,735	1,942	3,916	7,512	65,413
<b>SUBTOTAL</b>	<b>107,129</b>	<b>131,568</b>	<b>139,156</b>	<b>146,524</b>	<b>99,919</b>	<b>210,749</b>	<b>139,022</b>	<b>134,043</b>	<b>177,197</b>	<b>141,763</b>	<b>153,526</b>	<b>216,316</b>	<b>1,795,995</b>
INDUSTRIAL													
FAC.AGUA	28,991	39,722	42,389	39,862	38,970	49,673	49,589	53,306	57,415	62,377	64,967	69,739	588,000
FAC.DRENAJE	6,374	9,976	11,054	9,454	9,989	10,442	9,880	10,563	11,512	12,992	12,472	13,570	128,239
FAC.D.C.	538	1,045	54	302	89	206	2,361	1,898	1,049	792	1,426	4,352	14,111
<b>SUBTOTAL</b>	<b>35,903</b>	<b>50,743</b>	<b>53,497</b>	<b>49,618</b>	<b>49,039</b>	<b>61,320</b>	<b>61,830</b>	<b>65,767</b>	<b>69,976</b>	<b>76,131</b>	<b>78,865</b>	<b>87,661</b>	<b>730,350</b>
<b>GRAN TOTAL</b>	<b>830,817</b>	<b>1,036,063</b>	<b>1,056,124</b>	<b>1,033,670</b>	<b>1,044,763</b>	<b>1,280,306</b>	<b>1,230,926</b>	<b>1,256,925</b>	<b>1,440,219</b>	<b>1,470,510</b>	<b>1,407,426</b>	<b>1,595,887</b>	<b>14,683,635</b>

## II.- DIAGNOSTICO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE

**CUADRO II.1.1-2 VOLUMENES EN M<sup>3</sup> PRODUCIDOS POR LAS POTABILIZADORAS EN OPERACION DEL SISTEMA TAMPICO-MADERO, TAMP.**

MES	ALTAVISTA	LA PUERTA	TANCOL	TOTAL
ENE	4'125.688	482.162		4'607.850
FEB	3'784.940	223.130		4'008.070
MAR	4'032.364	1'289.792		5'322.156
ABR	3'984.633	1'077.064		5'061.697
MAY	4'196.77	1'086.962		5'283.733
JUN	4'382.390	933.204		5'315.594
JUL	4'072.824	1'201.380		5'274.204
AGO	4'268.796	1'245.586		5'514.382
SEP.	3'866.866	827.978		4'694.844
OCT	4'278.153	1'118.032		5'396.185
NOV	3'682.505	1'036.800		4'719.305
DIC	3'718.019	988.146		4'706.165
EMERG			540.000	540.000
<b>VOL. ANU.</b>	<b>48'393,949</b>	<b>11'510,236</b>	<b>540.000</b>	<b>60'444,185</b>

**CUADRO II.1.1-2a VOLUMENES Y GASTOS MENSUALES PROMEDIO PRODUCIDOS POR LAS POTABILIZADORAS DEL SISTEMA TAMPICO-MADERO TAMP.**

POTABILIZADORA	VOLUMENES M <sup>3</sup>	GASTOS Ips
Altavista	4'032.829	1,535
La Puerta	959.186	365
Tancol	45.000	17
<b>SUMA</b>	<b>5'037,015</b>	<b>1,917</b>

### FORMULAS EMPLEADAS

Q medio = Dotación x Población/86,400  
 Dotación = Q medio x 86,400/Población  
 Población Censo 1990 = 431,280 hab  
 N° de Tomas = 83,664 tomas( 90 %)  
 Población servida = 401,582 hab  
 Coeficiente de Variación Diaria = 1.2  
 Coeficiente de Variación Horaria = 1.5  
 Dotación Promedio = Q medio x 86,400/Pob.Ser.  
                           = 1,917.86 x 86,400/401,582  
                           =412.44 l/hab/d

De donde:

DOTACION SUMINISTRADA	412.44 l/hab/d
CONSUMO FACTURADO	221.38 l/hab/d
CAUDAL NO FACTURADO	191.06 l/hab/d

El porcentaje no facturado es del 46.32 % y está representado por FUGAS en la red, por lo que se tuvo un CONSUMO de 221 l/h/d

## II.1.2 DEMANDA DE AGUA ACTUAL Y FUTURA

### DEMANDA ACTUAL

La demanda de agua en 1990 fue de 1,028.98 lps, de acuerdo a lo presentado en el inciso II.1.1, existiendo un 46.32 % de pérdidas en el sistema.

### DEMANDA FUTURA

Para determinar la dotación futura de las zonas doméstica, comercial e industrial, se elaboró el Cuadro II.1.2-1 de demandas de agua potable, considerando para ello el consumo de 1990 y una política de disminución del porcentaje de pérdidas de agua. La cobertura del servicio a la población iría desde el 93% en 1990 hasta alcanzar el 95%, que se pretende.

El crecimiento del sector comercio y el industrial, se estimó en función del crecimiento de la población, tomándose como base que la demanda comercial e industrial crecerían en la misma proporción.

Los datos de partida de los consumos de 1990 fueron los registrados en la facturación del Organismo Operador. El gasto de operación se obtuvo de la medición que se tenía implantado en las plantas potabilizadoras.

En el Cuadro II.1.2-1, se puede apreciar que la dotación equivalente que prevalecía a lo largo del horizonte de proyecto era de 294 l/hab/d, por lo tanto con esa dotación promedio deberían elaborarse los proyectos de agua potable correspondientes.

Puesto que la zona turística sería de nueva creación en la mancha urbana, la dotación de partida que se tomó fue con base en desarrollos turísticos similares a los de otras ciudades y que fueron analizadas sus demandas en los estudios de factibilidad, arrojando un promedio de 1,500 l/cuarto/día. Para el caso de las zonas departamental, unifamiliar y comercial, se tomaron los parámetros determinados para la zona urbana, que fueron:

USO	CONSUMO UNITARIO	
Departamental	179.43	l/h/d
Unifamiliar	179.43	l/h/d
Comercial	1,761.76	l/com./d

Para determinar la población beneficiada se consideró que para cada cuarto de hotel se tenían 3 habitantes, para el departamental y el unifamiliar se tomó el índice de hacinamiento, reportado por el INEGI, de 4.8 hab/vivienda.

Para conocer el número de tomas, se consideró el planteamiento que se hace en la planeación del desarrollo turístico del Proyecto Miramar Primera Etapa y que indica lo siguiente:

Un hotel en promedio tendrá	123.33 cuartos.
Una unidad departamental tendrá	2.5 viviendas.
Una unidad unifamiliar tendrá	una vivienda.

Para este mismo caso se elaboró el Cuadro II.1.2-2 de demandas con las mismas políticas para disminuir las pérdidas, llegando a definirse la dotación en 368 l/h/d, como se puede apreciar en dicho cuadro.

En la Fig.- II.1.2-1 Comparación de Oferta - Demanda se aprecia gráficamente que la oferta es superior a la demanda por lo menos hasta el año 2,008.



CUADRO II.1.2.-1 PROYECCION DE LAS DEMANDAS DE AGUA POTABLE DE TAMPICO - MADERO

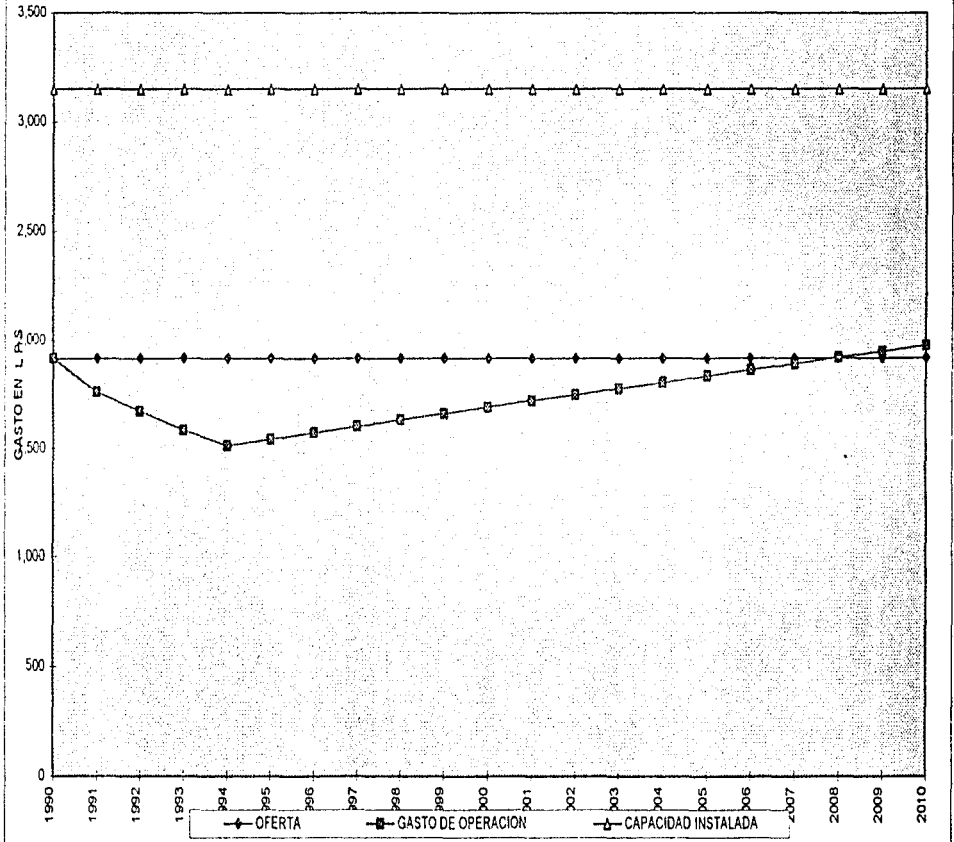
CONCEPTO	UNIDAD	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
POBLACION TOTAL	Hab	431280	439884	448488	457092	465696	474300	482904	491508	500112	508716	517320	525924	534528	543132	551736	560340	568944	577548	586152	594756	603360
	Urbid	401565	413491	426064	434237	442411	450585	458759	466933	475106	483280	491454	499628	507802	515975	524149	532323	540497	548671	556845	565018	573192
	%	93.11%	94.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%
DOMESTICO																						
No. DE TOMAS	Toma	83,664	86,144	88,763	90,466	92,169	93,872	95,575	97,278	98,981	100,683	102,386	104,089	105,792	107,495	109,198	110,901	112,604	114,306	116,009	117,712	119,415
	Consumo Unitario	Urbid	179.43	179.43	179.43	179.43	179.43	179.43	179.43	179.43	179.43	179.43	179.43	179.43	179.43	179.43	179.43	179.43	179.43	179.43	179.43	179.43
	Gasto Medio	Ips	833.94	858.71	884.82	901.60	918.77	935.75	952.72	969.70	986.67	1,003.65	1,020.62	1,037.60	1,054.57	1,071.54	1,088.52	1,105.49	1,122.47	1,139.44	1,156.42	1,173.39
Volumen Anual	M m <sup>3</sup>	26.30	27.08	27.90	28.44	28.97	29.51	30.05	30.58	31.12	31.65	32.19	32.72	33.26	33.79	34.33	34.86	35.40	35.93	36.47	37.00	
COMERCIAL																						
No. DE TOMAS	Toma	5857	5984	6101	6218	6335	6452	6569	6686	6803	6920	7037	7155	7272	7389	7506	7623	7740	7857	7974	8091	8208
	Consumo Unitario	Urbid	1671.8	1671.8	1671.8	1671.8	1671.8	1671.8	1671.8	1671.8	1671.8	1671.8	1671.8	1671.8	1671.8	1671.8	1671.8	1671.8	1671.8	1671.8	1671.8	1671.8
	Gasto Medio	Ips	113.52	115.78	118.05	120.31	122.58	124.84	127.10	129.37	131.63	133.90	136.16	138.44	140.71	142.97	145.23	147.50	149.76	152.03	154.29	156.55
Volumen Anual	M m <sup>3</sup>	3.58	3.65	3.72	3.79	3.87	3.94	4.01	4.08	4.15	4.22	4.29	4.37	4.44	4.51	4.58	4.65	4.72	4.79	4.87	4.94	
INDUSTRIAL																						
No. DE TOMAS	Toma	562	573	584	596	607	618	629	640	652	663	674	685	696	708	719	730	741	752	764	775	786
	Consumo Unitario	Urbid	12529	12529	12529	12529	12529	12529	12529	12529	12529	12529	12529	12529	12529	12529	12529	12529	12529	12529	12529	
	Gasto Medio	Ips	61.49	63.12	64.74	66.37	67.99	69.61	71.24	72.86	74.49	76.11	77.73	79.36	80.98	82.61	84.23	85.86	87.48	89.11	90.73	92.35
Volumen Anual	M m <sup>3</sup>	2.57	2.62	2.67	2.72	2.77	2.83	2.88	2.93	2.98	3.03	3.08	3.13	3.18	3.24	3.29	3.34	3.39	3.44	3.49	3.54	
DEMANDAS SIN PERDIDAS																						
SUSA GASTO MEDIO	Ips	1079	1057.6	1037.6	1018.5	1129.3	1150.2	1171.1	1191.9	1212.8	1233.7	1254.5	1275.4	1296.3	1317.1	1338	1358.8	1379.7	1400.6	1421.4	1442.3	1463.2
PERDIDAS																						
PORCENTAJE																						
GASTO MEDIO (PERDIDAS)	Ips	817.95	705.08	585.64	475.06	376.45	303.43	390.35	397.31	404.26	411.22	418.17	425.13	432.09	439.04	446.00	452.95	459.90	466.86	473.81	480.77	487.72
VOLUMEN ANUAL	M m <sup>3</sup>	28.00	22.24	18.47	14.98	11.87	12.09	12.31	12.53	12.75	12.97	13.19	13.41	13.63	13.85	14.06	14.28	14.50	14.72	14.94	15.16	
DEMANDA TOTAL																						
DOTACION PROMEDIO	Urbid	412.45	358.32	339.31	315.08	294.07	294.07	294.07	294.07	294.07	294.07	294.07	294.07	294.07	294.07	294.07	294.07	294.07	294.07	294.07	294.07	
VOLUMEN ANUAL CONSUMIDO	M m <sup>3</sup>	32.45	33.35	34.30	34.95	35.61	36.27	36.93	37.59	38.25	38.90	39.56	40.22	40.88	41.54	42.19	42.85	43.51	44.17	44.83	45.48	
VOLUMEN ANUAL PRODUCIDO	M m <sup>3</sup>	60.45	55.59	52.77	49.94	47.45	48.36	49.24	50.12	51.00	51.87	52.75	53.63	54.51	55.38	56.26	57.14	58.01	58.89	59.77	60.65	
CAPACIDAD INSTALADA																						
GASTO DE OPERACION	Ips	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	

ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL ESTUDIO INTEGRAL PARA LA ADECUACION Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO, TAMPS.

CUADRO 2.1.2-1 PROYECCION DE LAS DEMANDAS DE AGUA POTABLE DE LA ZONA TURISTICA DE TAMPICO - MADERO

CONCEPTO	UNIDAD	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
<b>ZONA TURISTICA</b>																							
POBLACION	Hab	0	0	215	432	857	878	1124	1328	1551	1773	1998	2226	2220	2225	2220	2220	2220	2220	2220	2220	2220	2220
TOMA	Toma	0	0	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
CUARTOS	Cuarto	0	0	72	144	218	292	368	442	517	591	666	742	742	742	742	742	742	742	742	742	742	742
CONSUMO UNITARIO	litro/d	0	0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	
OCCUPACION	%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%
GASTO MEDIO	lps			0.85	1.17	2.36	3.54	4.47	5.37	6.26	7.18	8.09	8.99	8.99	8.99	8.99	8.99	8.99	8.99	8.99	8.99	8.99	8.99
VOL CONS ANUAL	M <sup>3</sup>			0.01	0.04	0.08	0.11	0.14	0.17	0.20	0.23	0.26	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
<b>ZONA DEPARTAMENTAL</b>																							
POBLACION	Hab	0	0	0	108	218	324	432	538	636	744	852	960	960	960	960	960	960	960	960	960	960	960
TOMA	Toma	0	0	0	8	16	24	32	40	48	57	65	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73
CONSUMO UNITARIO	litro/d	0	0	0	178.43	178.43	178.43	178.43	178.43	178.43	178.43	178.43	178.43	178.43	178.43	178.43	178.43	178.43	178.43	178.43	178.43	178.43	178.43
OCCUPACION	%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%
GASTO MEDIO	lps			0.92	0.18	0.31	0.47	0.63	0.77	0.93	1.08	1.24	1.42	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
VOL CONS ANUAL	M <sup>3</sup>			0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
<b>ZONA INDUSTRIAL</b>																							
POBLACION	Hab	0	0	0	490	980	1460	1920	2400	2880	3360	3840	4320	4320	4320	4320	4320	4320	4320	4320	4320	4320	4320
TOMA	Toma	0	0	0	130	260	390	520	650	780	910	1040	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170
CONSUMO UNITARIO	litro/d	0	0	0	178.43	178.43	178.43	178.43	178.43	178.43	178.43	178.43	178.43	178.43	178.43	178.43	178.43	178.43	178.43	178.43	178.43	178.43	178.43
OCCUPACION	%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%
GASTO MEDIO	lps			0.92	0.77	1.42	2.08	2.78	3.48	4.18	4.88	5.58	6.28	6.28	6.28	6.28	6.28	6.28	6.28	6.28	6.28	6.28	6.28
VOL CONS ANUAL	M <sup>3</sup>			0.00	0.02	0.04	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.18	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
<b>ZONA COMERCIAL</b>																							
TOMA	Toma	0	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
CONSUMO UNITARIO	Ucom/d	0	1871.78	1,871.78	1,871.78	1,871.78	1,871.78	1,871.78	1,871.78	1,871.78	1,871.78	1,871.78	1,871.78	1,871.78	1,871.78	1,871.78	1,871.78	1,871.78	1,871.78	1,871.78	1,871.78	1,871.78	1,871.78
OCCUPACION	%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
GASTO MEDIO	lps			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VOL CONS ANUAL	M <sup>3</sup>			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>DEMANDAS SIN PERDIDAS</b>																							
SUMA GASTO MEDIO	lps	0.00	0.00	0.85	2.60	4.39	6.16	7.65	9.71	11.48	13.28	15.03	16.78	16.78	16.78	16.78	16.78	16.78	16.78	16.78	16.78	16.78	16.78
<b>PERDIDAS</b>																							
PERCENTAJE	%	0.00%	42.00%	35.00%	30.0%	29.00%	29.0%	29.0%	29.0%	29.0%	29.0%	29.0%	29.0%	29.0%	29.0%	29.0%	29.0%	29.0%	29.0%	29.0%	29.0%	29.0%	29.0%
GASTO MEDIO PERDIDAS	lps	0.00	0.50	0.45	1.17	1.45	2.15	2.45	2.74	3.03	3.32	3.61	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90
VOLUMEN ANUAL	M <sup>3</sup>		0.00	0.01	0.04	0.07	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
<b>DEMANDA TOTAL</b>																							
DEMANDA PROMEDIO	litro/d	0.00	0.00	788.73	452.79	324.18	307.54	278.54	275.47	273.22	271.44	269.75	268.11	268.11	268.11	268.11	268.11	268.11	268.11	268.11	268.11	268.11	268.11
TOMA	M <sup>3</sup>	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
VOLUMEN ANUAL PRODUCCION	M <sup>3</sup>	0.00	0.00	0.04	0.12	0.18	0.23	0.33	0.41	0.48	0.56	0.63	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
<b>GRAN TOTAL DEMANDAS</b>																							
VOLUMEN ANUAL CONSUMIDO	M <sup>3</sup>	32.43	33.33	34.31	35.24	35.73	36.41	37.18	37.96	38.81	39.33	40.04	40.74	41.41	41.22	41.22	41.22	41.22	41.22	41.22	41.22	41.22	41.22
VOLUMEN ANUAL PRODUCCION	M <sup>3</sup>	62.43	55.59	52.81	52.08	47.87	48.52	48.52	50.53	51.48	52.43	53.38	54.33	55.27	56.06	56.97	57.84	58.72	59.63	60.47	61.25	62.23	62.23
<b>GASTO DE OPERACION</b>																							
	lps	3,917.00	1,762.69	1,674.56	1,587.26	1,511.64	1,541.82	1,572.02	1,602.18	1,632.37	1,662.56	1,692.73	1,722.91	1,753.13	1,778.54	1,806.36	1,834.16	1,861.99	1,889.91	1,917.63	1,945.44	1,973.26	1,973.26
<b>CAPACIDAD INSTALADA</b>																							
	lps	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00

FIG.HI.2.1.2-1 COMPARACION DE OFERTA - DEMANDA DE AGUA POTABLE EN TAMPICO-MADERO



## II.2 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

El sistema de abastecimiento y distribución de agua potable de Tampico y Cd. Madero, estaba compuesto por:

- Tres plantas potabilizadoras, denominadas; Altavista, Laguna de la Puerta e Hidros (Tancol), las cuales se abastecen del sistema lagunario formado por el Río Tamesí en su desembocadura y confluencia con el Río Pánuco.
- Tres tanques de regularización ubicados en la Colonia Obrera y, en las plantas potabilizadoras Altavista y Laguna de la Puerta y.
- Una intrincada red de distribución.

### II.2.1 POTABILIZADORAS

#### II.2.1.1 POTABILIZADORA ALTAVISTA

La obra de toma se localizaba en la Laguna del Chairel aguas arriba del dique No. 5 y muy próximo a éste, estaba formada por un ducto cerrado de concreto con rejillas a la entrada que se dividía en dos conductos de sección cuadrada de 1 x 1 m, que conducía el agua hasta dos depósitos localizados en la planta de bombeo para aguas crudas.

En el depósito sur estaban instaladas cuatro bombas tipo centrífuga horizontal acopladas a motores eléctricos horizontales con succión de 20", reducción a 14" y descargas de 12" de diámetro, el múltiple de descarga es de 36" de diámetro. Este conjunto contaba con dos válvulas reguladoras de presión contra el golpe de ariete de 8" de diámetro.

En el depósito norte estaban instalados tres equipos de bombeo formados por bombas tipo centrífuga horizontales acopladas a motores

eléctricos horizontales, con 14" de succión y 12" de descarga; descargaban a un múltiple de 24" de diámetro.

En el Cuadro II.2.1.1-1, se muestran las características de los equipos de bombeo, y en la Fig.- II.2.1.1-1, se muestra su disposición.

Muy próxima a la estación de bombeo descrita, estaba situada una planta generadora de energía eléctrica propiedad de la CO.A.P.A. Estaba constituida por tres motores a diesel marca MANN de 1,000 HP cada uno y generadores GENERAL ELECTRIC de 875 kva en un voltaje de 4160 volts acoplados a cada unidad con los accesorios necesarios para su operación.

Mediante esta planta se proporcionó energía a todos los equipos de la potabilizadora hasta fines de 1974, año en que entró en operación la subestación eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad con capacidad de 3,000 kva, contigua a la planta generadora, transformando al voltaje de 3500 a 4160 quedando la generadora para casos de emergencia con lo que se garantizaba, aún en época de ciclones, el suministro de fluido eléctrico.

Durante 1991 se rehabilitaron las tuberías del sistema de enfriamiento pudiendo funcionar las tres unidades generadoras en caso de una emergencia. Estando conectadas al tablero de control para entrar en operación sólo dos de las tres unidades.

#### Líneas de Conducción

De la estación de bombeo para aguas crudas, el agua se conducía a través de dos tuberías de acero de 61 y 76 cm (24 y 30") de diámetro con longitud aproximada de 200 m estas tuberías se unía en su tramo final a una tubería de 91 cm (36") de diámetro descargando ésta en la cámara de mezcla de la planta potabilizadora. Las tuberías estaban instaladas superficialmente.

**II.- DIAGNOSTICO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE**

**CUADRO II.2.1.1.-1 CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO DE AGUAS CRUDAS, PLANTA ALTAVISTA**

EQUIPO No	BOMBA	MARCA	SUCCION	DESCARGA	ACOPLADA A MOTOR
1	CENTRIFUGA HORIZONTAL	FAIRBANKS MORSE	20"-14"	12"	TOSHIBA, 200 HP, ELECTRICO 460 V, 246 AMP, 60 CICLOS, 1,175 RPM. MOD.B2006VLF4B2
2	CENTRIFUGA HORIZONTAL	FAIRBANKS MORSE	20"-14"	12"	U.S. 250 HP, 3FASES, 60 CICLOS, 1,200 RPM, 228/440 ELEC. HOR.
3	CENTRIFUGA HORIZONTAL	FAIRBANKS MORSE	20"-14"	12"	F. BANKS MORSE, 250 HP, 3 FASES, 60 CICLOS, 1,200 RPM, 440/220, ELEC. HOR.
4	CENTRIFUGA HORIZONTAL	FAIRBANKS MORSE	20"-14"	12"	IEM 250 HP, 3 FASES, 60 CICLOS, 1,175 RPM, ELEC. HOR.
5	CENTRIFUGA HORIZONTAL	FAIRBANKS MORSE	14"	12"	F. BANKS MORSE, 300 HP, 3 FASES, 60 CICLOS, 1,200 RPM, 440/220, HOR
6	CENTRIFUGA HORIZONTAL	FAIRBANKS MORSE	14"	12"	F. BANKS MORSE, 300 HP, 3 FASES, 60 CICLOS, 1,200 RPM, 440/220, HOR
7	CENTRIFUGA HORIZONTAL	FAIRBANKS MORSE	14"	12"	F. BANKS MORSE, 300 HP, 3 FASES, 60 CICLOS, 1,200 RPM, 440/220, HOR

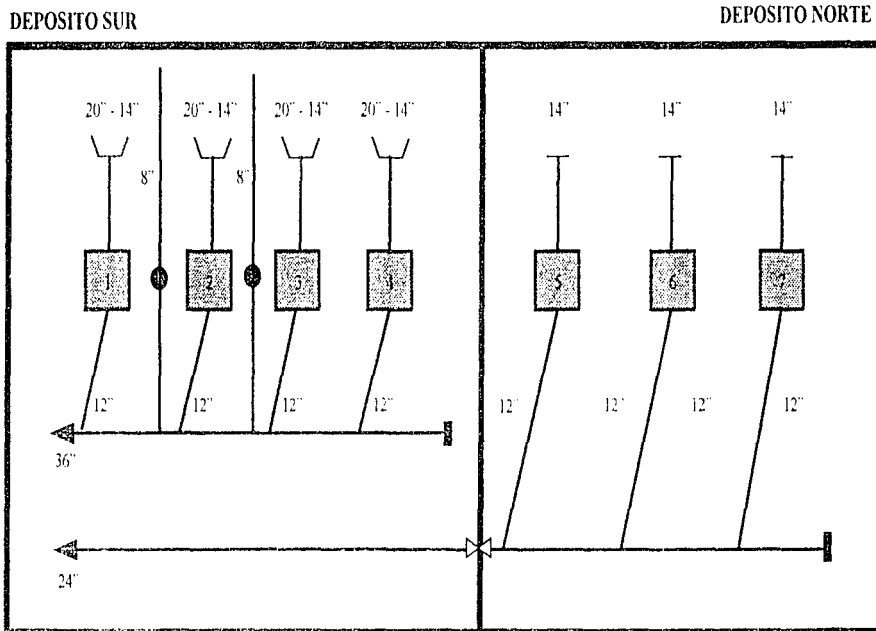
NOTA: LOS EQUIPOS 1,2,3, Y 4 AL DEPOSITO SUR ; 5,6. Y 7 AL DEPOSITO NORTE

**CUADRO II.2.1.1.-2 CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO PARA RETROLAVADO DE FILTROS, PLANTA ALTAVISTA**

EQUIPO No	TIPO	MARCA	DIAMETRO	ACOPLADO A MOTOR
1F	CENTRIFUGA HORIZONTAL	BARNES	8"	ELECTRICO, HORIZONTAL, IEM, 440/220, 1980 RPM 60 CICLOS, 60 HP
2F	CENTRIFUGA HORIZONTAL	BARNES	8"	ELECTRICO, HORIZONTAL, IEM, 440/220, 1980 RPM 60 CICLOS, 60 HP
3F	CENTRIFUGA HORIZONTAL	BARNES	8"	ELECTRICO, HORIZONTAL, IEM, 440/220, 1980 RPM 60 CICLOS, 60 HP

ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA ADECUACION Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO, TAMPS.

FIG. II.2.1.1-1.- DISTRIBUCION DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO DE AGUAS CRUDAS POTABILIZADORA ALTAVISTA



## II.- DIAGNOSTICO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE

En esta línea de conducción de aguas crudas, se habían manifestado algunos movimientos en el asiento de sus bases por lo que presentaban un trazo irregular existiendo el peligro de que con algún otro movimiento brusco se dislocaran con el consiguiente perjuicio de dejar sin agua a las dos ciudades. El estado de conservación de las tuberías era satisfactorio.

Durante 1991 se instaló una línea paralela a la anterior con las mismas características físicas para aumentar el gasto que se enviaba.

### Planta Potabilizadora

La capacidad de diseño de la planta era de 1,700 lps; originalmente la planta se diseñó y construyó para el ablandamiento parcial del agua proveniente de la Laguna del Chairel. En el primer proceso se eliminaba dureza carbonatada con cal hidratada y sulfato de aluminio; en el segundo proceso, para una parte del gasto, se eliminaba el total de la dureza no carbonatada, haciendo pasar el agua por filtros de zeolitas (permutador catiónico).

El efluente de estos filtros, prácticamente con dureza nula, se debería haber mezclado con el efluente restante del primer proceso para obtener finalmente una dureza total en el agua por suministrar de 100 a 150 ppm. Para la regeneración del permutador catiónico, se propuso la utilización de agua de mar filtrada, sin embargo, jamás se llegó a instalar la tubería de conducción desde el mar a la planta, además los filtros de salmueras no se terminaron. Se estudió la posibilidad de utilizar las salmueras de los pozos petroleros sin resultado práctico.

En resumen, la planta potabilizadora que fue construida por la extinta Secretaría de Recursos Hidráulicos en el periodo 1952-1954 y operada en ese tiempo por la Junta Administrativa de los servicios de agua y drenaje, no estaba funcionando de acuerdo al proyecto original. La desinfección se ha daba por cloración; el agua se sometía a sedimentación simple ya que no se le agregaban reactivos que permitan un proceso de coagulación efectivo, pasando el agua a una

filtración deficiente y que la propia CO.A.P.A., con fondos propios, había ido rehabilitando.

Por otra parte, es conveniente hacer notar que la planta fue construida para trabajar automáticamente, sin embargo, su operación siempre se había hecho manual.

Esta planta constaba, en resumen, de las siguientes partes:

a) Medidor venturi, controlador de caudal de entrada del tipo de presión diferencial.

b) Canal de distribución, en donde se descargaba el agua cruda de la conducción proyectada con pantallas de madera para que se verificara la mezcla rápida. Alimentaba simétricamente a las dos alas de la planta. En 1991 las pantallas o chicanas de mezcla no estaban completas y las que se encontraban en funcionamiento estaban muy deterioradas, éstas deberían reponerse de inmediato ya que el único tratamiento que se estaban aplicando era la filtración y la cloración, mientras no se rehabilitara íntegramente la planta potabilizadora.

c) Cuatro clarificadores Permutit de 10.21 x 27.43 x 4.57 m de profundidad. Hasta el año de 1969 estaban totalmente oxidados por la salinidad que se produce por la cercanía con el mar y sin funcionar los mecanismos de transmisión, floculación y purga. A la fecha la CO.A.P.A. contaban con un programa (con fondos propios del sistema) de rehabilitación de estas unidades.

d) Los doce dosificadores que existían dispuestos en dos baterías de seis unidades para cada ala de la planta, cuatro de ellos para cal viva o hidratada, otros cuatro para arcilla y el resto para sulfato de aluminio, fueron eliminados habiéndose construido a cambio dos tanques en dos de los filtros de zeolita para dosificar cal y sulfato de aluminio por solución, posteriormente estos últimos fueron eliminados y hasta el año de

**ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA ADECUACION Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO, TAMPS.**

1969 se tenían únicamente las tolvas cilíndricas de alimentación.

Todo esto se eliminó y se construyeron en dicha área oficinas administrativas. En 1991 no existían instalaciones para aplicar la dosificación según el proyecto original de la planta.

e) Se contaba con ocho filtros en funcionamiento con superficie filtrante de 100 m<sup>2</sup> cada uno. La totalidad de filtros era de 12, estando en rehabilitación y sin equipamiento 4 de ellos. Se contaba con un tanque elevado de 1,000 m<sup>3</sup> para el retrolavado de estas unidades.

En el Cuadro II.2.1.1-2, se describen las características de los equipos de retrolavado de filtros, y en la Fig.- II.2.1.1-2, se muestran la disposición de los equipos.

f) Se contaba con dos cloradores Wallace and Tiernan tipo solución, modelo V-800 para 900 kg/día, se aplicaba Pre y Post cloración. En la Planta Altavista se aplicaban 600 kg/día = 4 ppm., además se contaba con tres básculas con capacidad de 2000 kg. c/u. También se contaba con 30 cilindros de 900 kg. c/u. para el suministro y transportación de cloro.

g) Como se dijo anteriormente, el área donde se localizaban las diez celdas de ablandamiento con una superficie filtrante de 37.6 m<sup>2</sup> de las cuales siete se encontraban llenas de zeolita (zeo-karb) y una parcialmente llena fueron demolidas para construir en dicha área oficinas administrativas. Estas unidades y los filtros en operación contaban con válvulas y mesas de operación deterioradas, para las maniobras de lavado, regeneración y enjuague de los lechos filtrantes. Estos ablandadores como se ha dicho anteriormente nunca trabajaron.

**ESTACIONES DE BOMBEO DE AGUAS FILTRADAS.**

El sistema de abastecimiento de agua potable a la red de distribución contaba con tres estaciones elevadoras con capacidad para formar una unidad con la potabilizadora; se disponía en 1991 de los siguientes equipos electromecánicos que bombeaban del tanque de aguas claras con capacidad de 1,319 m<sup>3</sup>.

**• ESTACION DE BOMBEO DE TRANSFERENCIA**

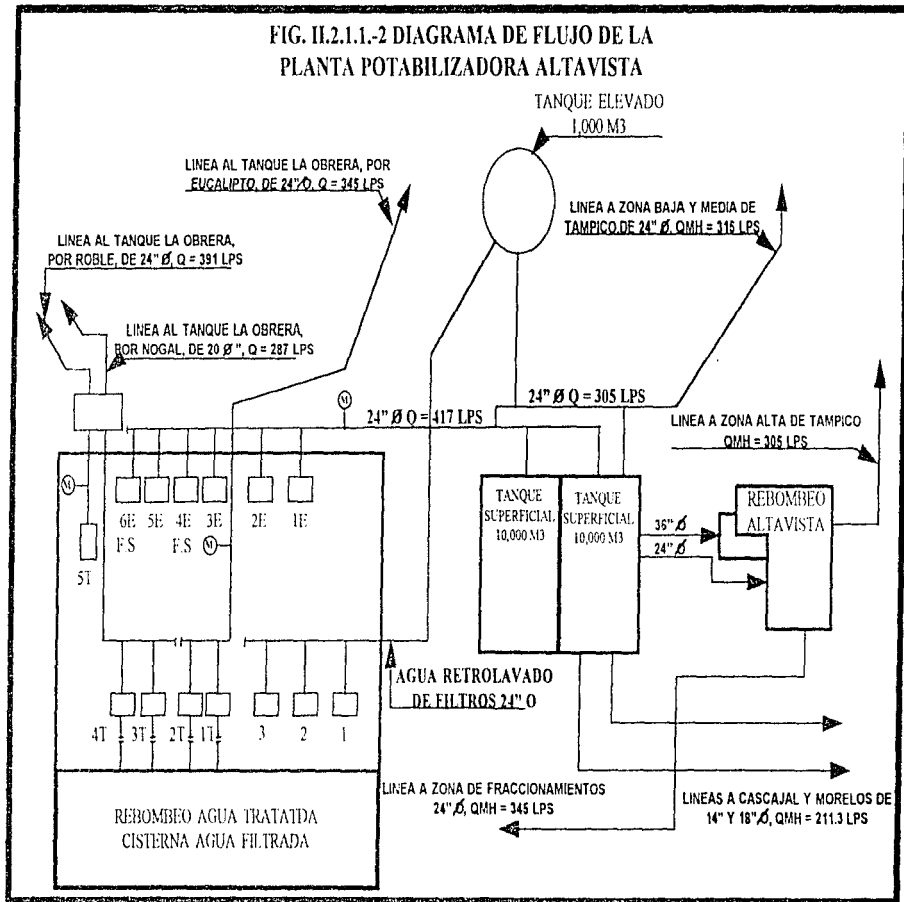
Estos equipos de bombeo en el proyecto original de la potabilizadora elevaban el agua hacia las diez celdas de ablandamiento (zeolita) que se localizaban en la parte superior de las mismas, al ser anulado el sistema para el que originalmente fue proyectada la planta, se construyó una nueva galería de tuberías incluyendo un múltiple de descarga de 24" de diámetro que recibía la aportación de los equipos 1T, 2T, 3T y 4T, funcionando de la siguiente manera:

N°	APORTACION A	DIAMETRO TUBERIA DESCARGA	(Q) ips
1-T	COL. OBRERA - MADERO	24" fofo (una sola línea)	345
2-T	COL. OBRERA - MADERO	L. BOMBEO - TANQUE OBRERA	
3-T	L. BOMBEO - TANQUE OBRERA	20" AC (una sola línea)	287
4-T	L. BOMBEO - TANQUE OBRERA		
5-T	L. BOMBEO - TANQUE OBRERA	24" AC (una sola línea)	391
TOTAL			1023



II.- DIAGNOSTICO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE

FIG. II.2.1.1.-2 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLANTA POTABILIZADORA ALTAVISTA



**ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA ADECUACION Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO, TAMP.**

En el Cuadro II.2.1.1-3, se describen las características de los equipos de bombeo.

Estos equipos se encuentran ubicados en la Fig.- II.2.1.1-2.

Las presiones de trabajo observadas en la estación de transferencia fueron:

LINEA	PRESION KG/CM <sup>2</sup>
Al tanque de 20.000 m <sup>3</sup>	2.3
Altavista - Tanque Obrera (S.S.R.)	3.0
Zonas altas Cd. Madero Obrera - Unidad Nacional	3.2

La Potabilizadora Altavista contaba con una subestación equipada con dos transformadores:

Uno de	1000 kva
y otro de	200 kva
<b>TOTAL</b>	<b>1200 KVA</b>

Los tableros de control eran marca SIEMENS.

• **PLANTA DE REBOMBEO ALTAVISTA**

Esta estación recibía su caudal del tanque superficial de 20,000 m<sup>3</sup> (anexo a la Potabilizadora Altavista), a través de dos líneas alimentadoras de 24" de diámetro cada una.

Una de ellas alimentaba a los equipos 1, 2, 3, 4 y 5, por medio de los cuales se abastecía a la llamada zona de fraccionamientos y la otra a los equipos de bombeo 6, 7, 8 y 9, que daban servicio a la Zona Alta del Centro de Tampico.

En los Cuadros II.2.1.1-4 y en el Cuadro II.2.1.1-5, respectivamente, se muestran las características de los equipos de bombeo y en la Fig.- II.2.1.1-3, se muestra la disposición de los equipos y la alimentación a la red.

Dado que no se contaba con un registro histórico de las presiones de trabajo se efectuaron lecturas

manométricas en la visita efectuada; dichas presiones se muestran en el Cuadro II.2.1.1-6.

**CUADRO II.2.1.1-6 PRESIONES DE TRABAJO DE LA PLANTA DE BOMBEO ALTAVISTA**

EQUIPO Nº	PRESION DE TRABAJO KG/CM <sup>2</sup>
6	3.0
7	FUERA DE SERVICIO
8	NO CUENTA CON MANOMETRO
9	4.4
FRACCIONAMIENTOS	1.3 (8:00 HRS)
	1.4 (12:00 HRS)
ZONA CENTRO (ALTA) DE TAMPICO	3.4 (12:00 HRS)

• **PLANTA ELEVADORA COL. OBRERA**

Se localizaba en la Col. Obrera y estaba situada en la esquina formada por las Calles 16 de Septiembre y Ramos Arizpe.

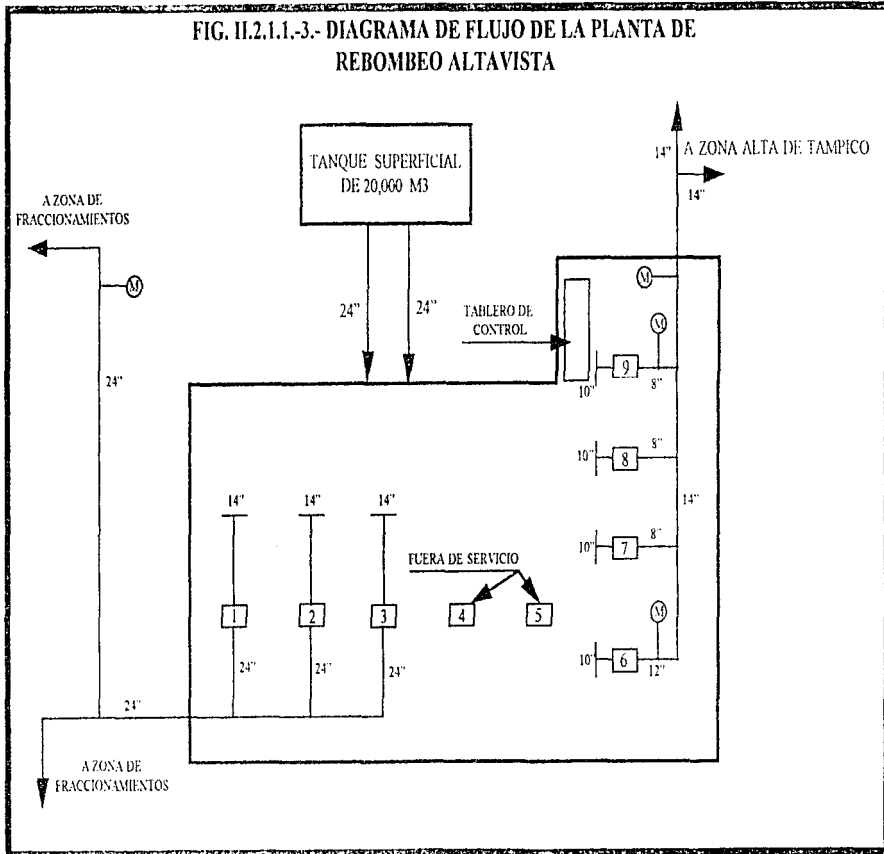
Esta estación estaba equipada con cuatro equipos de bombas, acopladas a motores eléctricos de 150 HP, 60 ciclos, 440/220 volts, y de acuerdo a la restitución fotogramétrica estaba ubicada aproximadamente en la cota 28.0 m.

Fue construida por la extinta Secretaría de Recursos Hidráulicos en el año de 1957, contando en dicho año con las siguientes unidades:

1. Tanque superficial formado por dos cámaras de 5,000 m<sup>3</sup> cada una con un almacenamiento total de 10,000 m<sup>3</sup>.
2. Subestación eléctrica y plantas de bombeo.
3. Tanque elevado de 1,000 m<sup>3</sup>

II- DIAGNOSTICO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE

FIG. II.2.1.1.-3.- DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLANTA DE REBOMBEO ALTAVISTA



## **ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA ADECUACION Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO, TAMPS.**

Su función era recibir aportaciones por medio de líneas a presión, sin servicio en ruta, para abastecer la parte alta de la Col. Obrera, por gravedad a las colonias situadas al Sur, como son las Colonias Guadalupe Victoria, Guadalupe Mainero y Tamaulipas, y además por gravedad a la parte baja de Cd. Madero y por bombeo a la parte alta o en su defecto a colonias alejadas como la colonia Unidad Nacional.

Posteriormente, en el año de 1980, se construyó un tanque superficial con capacidad de 2,000 m<sup>3</sup>, con el programa FIFAPA. El tanque elevado de 1,000 m<sup>3</sup> fue desmantelado por su mal estado de conservación.

El funcionamiento y localización de las unidades se muestra en la Fig.- II.2.1.1-4.

### **II.2.1.2. POTABILIZADORA "LAGUNA DE LA PUERTA"**

Se abastecía del Estero Tancoil en una derivación al Estero Bartolo, que forma parte del Sistema Lagunario del Río Tamesí sobre el cual se localizaba la obra de toma formada por un canal de llamada de concreto armado con longitud de 30 m, siguiendo el caudal por gravedad a través de una tubería de concreto reforzado de 1.52 m de diámetro y 750 m de longitud para llegar a la estación de bombeo de aguas crudas, de donde era elevada a la potabilizadora por una tubería de concreto pretensado de 1.20 m de diámetro y 500 m de longitud.

La potabilizadora era del tipo modular y fue proyectada para ir aumentando su capacidad de tratamiento en módulos de 500 lps, hasta una capacidad total de 2,000 lps.

En 1991 se tenían construidos dos módulos con una capacidad de 1,000 lps funcionando sólo uno de ellos operando 365 lps, y estaba formada por las siguientes unidades: dosificación, mezcla, floculación, sedimentación de tasa alta, filtración. Después de pasar todo el proceso, el agua tratada se almacenaba en dos tanques circulares

superficiales de concreto reforzado de 8,000 m<sup>3</sup> cada uno, que funcionaban como tanques de almacenamiento y regularización interconectados entre sí y que proporcionaban su caudal a la estación elevadora para aguas filtradas a la red por medio de una tubería de asbesto - cemento de 30" de diámetro.

Las características de los equipos de bombeo se muestran en el Cuadro II.2.1.2-1.



ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA ADECUACION Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO, TAMPS.

**CUADRO II.2.1.1-3 CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO DE TRANSFERENCIA DE AGUA DE LA PLANTA ALTABISTA AL TANQUE LA OBRERA**

EQUIPO N°	BOMBA	MARCA	GASTO LPS	DIAMETRO DESCARGA	ACOPLADO A MOTOR
1-T	CENTRIFUGA HORIZONTAL	BARNES	345	18"	ELECTRICO, HORIZONTAL, ALLIS CHALMER 440/220 1,170 RPM, 60 CICLOS, 200 HP
2-T	CENTRIFUGA HORIZONTAL	BARNES		18"	ELECTRICO, HORIZONTAL, ALLIS CHALMER 440/220 1,170 RPM, 60 CICLOS, 200 HP
3-T	CENTRIFUGA HORIZONTAL	BARNES	287	18"	ELECTRICO, HORIZONTAL, FAIRS BANKS MORSE, 440/220, 900 RPM, 60 CICLOS, 125 HP
4-T	CENTRIFUGA HORIZONTAL	BARNES		18"	ELECTRICO, HORIZONTAL, FAIRS BANKS MORSE, 440/220, 900 RPM, 60 CICLOS, 125 HP
5-T	CENTRIFUGA HORIZONTAL	BARNES	391	12"	ELECTRICO, HORIZONTAL, FAIRS BANKS MORSE, 440/220, 900 RPM, 60 CICLOS, 125 HP
6-T	CENTRIFUGA HORIZONTAL	BARNES			ELECTRICO, HORIZONTAL, FAIRS BANKS MORSE, 440/220, 900 RPM, 60 CICLOS, 125 HP (FUERA DE SERVICIO)

**CUADRO II.2.1.1-4 PLANTA DE REBOMBEO ALTAVISTA, CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO A LA ZONA DE FRACCIONAMIENTOS**

EQUIPO N°	BOMBAS	MARCA	SUCCION	DESCARGA	ACOPLADA A MOTOR
1	CENTRIFUGA HORIZONTAL	WORTHINGTON	14"	12"	ELECTRICO, HORIZONTAL FAIRBANKS MORSE, 125 HP, 440/220V, 60 CICLOS, 3 FASES, 800RPM
2	CENTRIFUGA HORIZONTAL	WORTHINGTON	14"	12"	ELECTRICO, HORIZONTAL FAIRBANKS MORSE, 125 HP, 440/220V, 60 CICLOS, 3 FASES, 800RPM
3	CENTRIFUGA HORIZONTAL	WORTHINGTON	14"	12"	ELECTRICO, HORIZONTAL FAIRBANKS MORSE, 125 HP, 440/220V, 60 CICLOS, 3 FASES, 800RPM
4					FUERA DE SERVICIO (SOLO ESTA LA BASE)
5					FUERA DE SERVICIO (SOLO ESTA LA BASE)

**II.- DIAGNOSTICO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE**

**CUADRO II.2.1.1-5 PLANTA DE REBOMBEO ALTAVISTA, CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO A LA ZONA ALTA DE TAMPICO**

EQUIPO N°	BOMBAS	MARCA	SUCCION	DESCARGA	ACOPLADA A MOTOR
6	CENTRIFUGA HORIZONTAL	WORTHINGTON	14"	12"	ELECTRICO HORIZONTAL, FAIRBANKS MORSE. 125 HP, 440 V, 60 CICLOS, 3 FASES, 900 RPM
7	CENTRIFUGA HORIZONTAL, (FUERA DE SERVICIO POR MANTENIMIENTO)	WORTHINGTON	10"	8"	ELECTRICO HORIZONTAL, FAIRBANKS MORSE, GENERAL ELECTRIC, 60 HP, 440/220 V, 60 CICLOS, 3 FASES, 1,500-1,800 RPM
8	CENTRIFUGA HORIZONTAL	WORTHINGTON	10"	8"	ELECTRICO HORIZONTAL, FAIRBANKS MORSE, GENERAL ELECTRIC, 60 HP, 440/220 V, 60 CICLOS, 3 FASES, 1,500-1,800 RPM
9	CENTRIFUGA HORIZONTAL	WORTHINGTON	10"	8"	ELECTRICO HORIZONTAL, FAIRBANKS MORSE, GENERAL ELECTRIC, 60 HP, 440/220 V, 60 CICLOS, 3 FASES, 1,500-1,800 RPM

**CUADRO II.2.1.2-1 EQUIPOS INSTALADOS EN LA ESTACION DE BOMBEO DE AGUAS CRUDAS DE LA POTABILIZADORA LAGUNA DE LA PUERTA**

EQUIPO No.	BOMBA	MARCA	Q	ACOPLADA A MOTOR
1	TIPO POZO PROFUNDO IMPULSOR FLUJO MIXTO	OCELCO	500 LPS	MOTOR ELECT. VERT IEM 400 HP 440/220 60 C 1180 RPM
2	TIPO POZO PROFUNDO IMPULSOR FLUJO MIXTO	OCELCO	500 LPS	MOTOR ELECT. VERT. IEM 400 HP 440/220 60 C 1180 RPM
3	TIPO POZO PROFUNDO IMPULSOR FLUJO MIXTO	OCELCO	500 LPS	MOTOR ELECT. VERT IEM 400 HP 440/220 60 C 1180 RPM

**ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA ADECUACION Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO, TAMPS.**

**ESTACION DE BOMBEO DE AGUAS TRATADAS A LA RED**

Estaba equipada con cinco bombas tipo centrifuga horizontal bipartida de doble succión de 16" de diámetro y descarga de 16" de diámetro; estaban acopladas a motor eléctrico horizontal, marca Fairbanks Morse de 150 HP, 1180 rpm, 60 ciclos 440/20 volts.

En la Fig.- II.2.1.2-1, se muestra el diagrama de flujo de la Planta Potabilizadora.

**II.2.1.3 POTABILIZADORA HIDROS TANCOL**

La planta potabilizadora ubicada en el poblado del Ejido Tancol, perteneciente a Tampico fue construida en el año de 1927, siendo la primer potabilizadora con que se suministró agua potable; la capacidad de diseño era de 300 lps

Captación: Toma directa del Estero de Tancol que forma parte del sistema lagunario del Río Tamesí.

Estaba equipada con interruptor y arrancadores Square D de 100 amp 230 v. Se bombeaba a la potabilizadora por una tubería de acero de 24" de diámetro.

La potabilizadora del tipo convencional contaba con las siguientes unidades:

Area de edificio: destinado en 1991 a bodega y oficina del operador.

Canal de mezcla del tipo rectangular: su funcionamiento era a base de mamparas formadas por placas de asbesto - cemento colocadas verticalmente, su flujo era horizontal serpenteado.

Este canal proporcionaba caudal a dos sedimentadores rectangulares de gran longitud, utilizando el proceso de sedimentación de la

partícula en suspensión por su propio peso del cual se deriva su gran longitud.

Estaba equipada con cinco filtros del tipo gravedad para cada uno de los sedimentadores distribuidos simétricamente, pasando a través de un canal. Contaba con equipo de cloración y unidades para la adición de aditivos floculantes.

El funcionamiento y localización de las unidades se muestra en la Fig.- II.2.1.3-1.

Tablero de Controles, formado por los arrancadores Siemens, tres para agua cruda y tres para agua tratada.

Interruptores Square D, Ocean Pacific y S.S.A. para el alumbrado.

Dosificadores para sulfato de aluminio y cal.

Se contaba con una planta paquete tipo Degremont con capacidad de 150 lps. con filtros de alta presión, con cárcamo de bombeo para agua filtrada a la red equipado con:

Bomba - F. Morse tipo pozo profundo, modelo Pomona, acoplada a motor eléctrico vertical F. Morse de 75 HP de 440/220 v, 1800 rpm 60 c.

Este conjunto se empleaba como emergencia para dar servicio a los asentamientos situados en el Norte de Tampico.

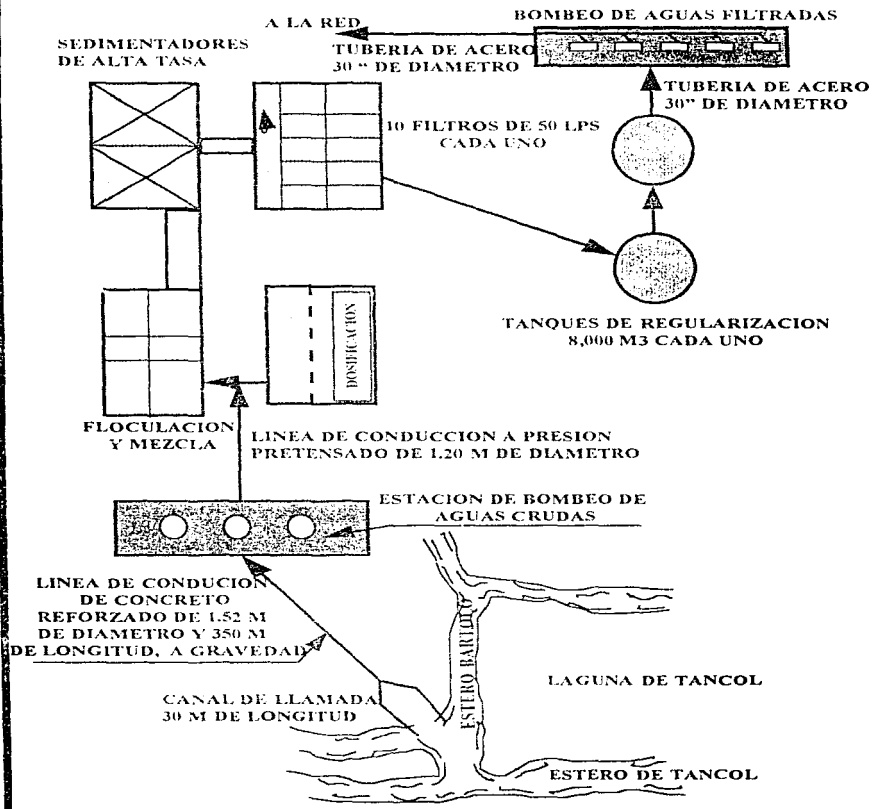
En los Cuadros II.2.1.3-1 y II.2.1.3-2, se muestran, respectivamente, las características de cada una de los equipos con que cuenta la Planta.

En el año de 1990, esta planta solo operó 17 lps, en promedio, la razón de ello, como se planteó anteriormente, es que era una planta de emergencia para el sistema de agua potable.



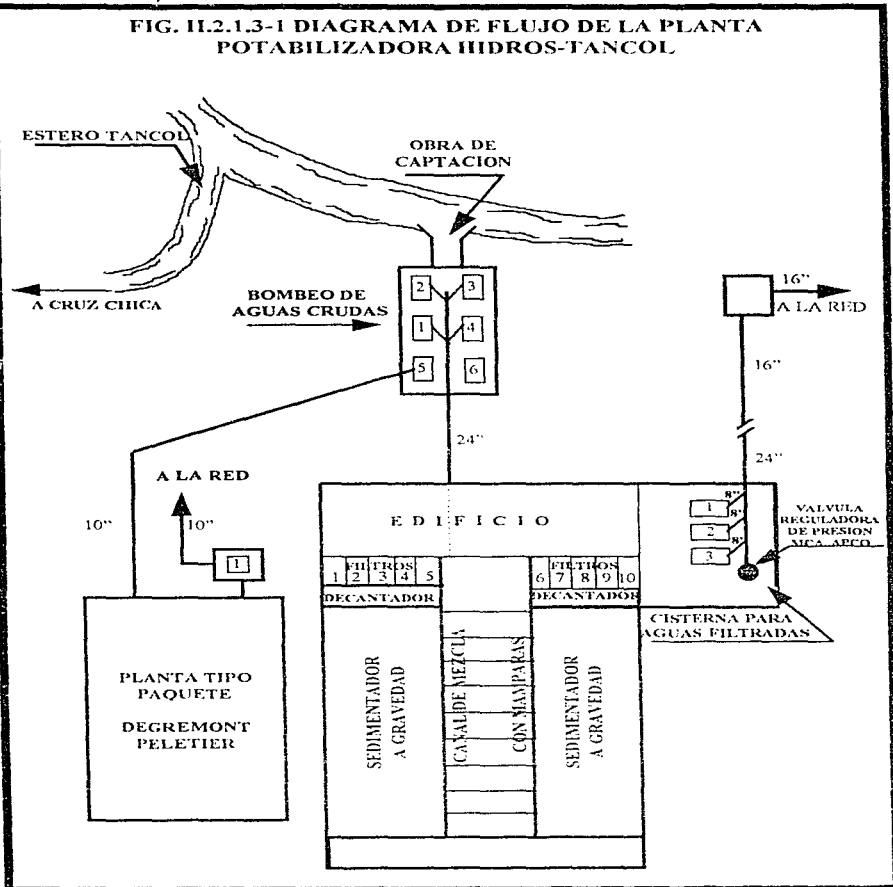
II.- DIAGNOSTICO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE

FIG. II.2.1.2-1 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLANTA POTABILIZADORA LAGUNA DE LA PUERTA



ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA ADECUACION Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO, TAMPS.

FIG. II.2.1.3-1 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLANTA POTABILIZADORA HIDROS-TANCOL



**II.- DIAGNOSTICO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE**

**CUADRO II.2.1.3-1 EQUIPOS DE BOMBEO DEL CARCAMO HIDROS TANCOL**

<b>EQUIPO N°</b>	<b>BOMBAS</b>	<b>COLUM NA</b>	<b>DESCAR GA</b>	<b>ACOPLADO A MOTOR</b>
1	FAIRBANKS MORSE TIPO POZO PROFUNDO	10 "	8"	ELECTRICO, VERTICAL, WS DE MEXICO,20 HP,440/220 V, 60 CICLOS, 1182 RPM, ARMAZON 326 UP 29.9 AMP TIPO RU, SERIE034994730, MOD. 1524
2	FAIRBANKS MORSE TIPO POZO PROFUNDO (FUERA DE SERVICIO)	10 "	8"	ELECTRICO, VERTICAL, WS DE MEXICO,20 HP,440/220 V, 60 CICLOS, 1182 RPM, ARMAZON 326 UP 29.9 AMP TIPO RU, SERIE034994730, MOD. 1524
3	FAIRBANKS MORSE TIPO POZO PROFUNDO	10 "	8"	ELECTRICO, VERTICAL, WS DE MEXICO,20 HP,440/220 V, 60 CICLOS, 1182 RPM, ARMAZON 326 UP 29.9 AMP TIPO RU, SERIE034994730, MOD. 1524
4	FAIRBANKS MORSE TIPO POZO PROFUNDO	10 "	8"	ELECTRICO, VERTICAL, WS DE MEXICO,20 HP,440/220 V, 60 CICLOS, 1182 RPM, ARMAZON 326 UP 29.9 AMP TIPO RU, SERIE034994730, MOD. 1524
5	FAIRBANKS MORSE TIPO POZO PROFUNDO	12 "	10"-12"	ELECTRICO, VERTICAL, FAIRBANKS MORSE, 30 HP, 440/220 V, 60 CICLOS, 1800 RPM.
6	SOLO ESTA COLOCADA LA BASE DEL MOTOR			

**CUADRO II.2.1.3-2 EQUIPOS DE BOMBEO DE LAS AGUAS FILTRADAS A LA RED DE LA POTABILIZADORA HIDROS - TANCOL**

<b>EQUIPO N°</b>	<b>BOMBAS</b>	<b>COLUM NA</b>	<b>DESCAR GA</b>	<b>ACOPLADO A MOTOR</b>
1	FAIRBANKS MORSE, TIPO POZO PROFUNDO	10"	8"	ELECTRICO VERTICAL IBM, 125 HP, 152 AMP, 1775 RPM 440/220 V, 60 CICLOS.
2	FAIRBANKS MORSE, TIPO POZO PROFUNDO	10"	8"	ELECTRICO VERTICAL, FAIRBANKS MORSE, 125 HP, 440/220 V, 1800 RPM, AMP 286/143/LINEA

ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA ADECUACION Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO, TAMPS.

## II.2.2 REGULARIZACION

A continuación se describen los tanques de regularización con que contaba el sistema de abastecimiento de la Zona Conurbada Tampico-Madero.

### II.2.2.1.- TANQUE ALTAVISTA

Este tanque abastecía prácticamente al Tampico Viejo y parte de Cd. Madero a través de las diversas líneas con que contaba, siendo una de ellas la que abastecía directamente por gravedad a las zonas conocidas como el Cascajal y la Morelos, teniendo además una línea de bombeo directo a la red para la zona media alta de Tampico y tres líneas más para abastecer el tanque de la Col. Obrera. Este tanque superficial de regularización tenía una capacidad de 20,000 m<sup>3</sup> y estaba construido de concreto armado y se ubicaba muy próximo a la Planta Potabilizadora Altavista.

### II.2.2.2.- TANQUE LA OBRERA

Este tanque se alimentaba de la Planta Potabilizadora Altavista y daba servicio a la parte baja de Tampico-Madero y la Zona Oriente de Madero. La zona baja de Tampico y Madero se abastecían directamente del tanque superficial y la Oriente de Madero se abastecía mediante un bombeo directo a la red superficial de regularización, estaba constituido por dos cárcamos de 5,000 m<sup>3</sup> cada uno, teniendo una cámara adicional de 2,000 m<sup>3</sup>, todos ellos construidos de concreto armado. Estos tanques se ubicaban en la zona alta de la Col. Obrera, al Norte de la Laguna El Carpintero.

### II.2.2.3.- TANQUE LAGUNA DE LA PUERTA

Este tanque abastecía la Zona Norte de Tampico y Madero mediante un bombeo directo a la red; se localizaba dentro de la Planta Potabilizadora Laguna de la Puerta y estaban formados por dos tanques cilíndricos de concreto armado con una capacidad de 8,000 m<sup>3</sup> cada uno. Estos tanques se encontraban semienterrados.

## II.2.3- DISTRIBUCION

Su construcción se inició en el año de 1944 con material de fierro fundido que varía de 4" a 24" de diámetro; al año de 1976 se contaba con las siguientes longitudes, diámetro y material de fabricación de tuberías:

PVC	45,000 m
Asbesto Cemento	128,100 m
Fierro Fundido	297,000 m
<b>Longitud Total</b>	<b>470,100 m</b>

En el año de 1991, se contaba con 823,993 m de tuberías instaladas estando distribuidas de la siguiente manera:

Circuitos principales de 36" a 6" de diámetro	180,188 m
Tuberías de relleno de 4", 3" y 2 1/2" diámetro	521,590 m

Por lo cual, se dedujo que la tubería de fierro fundido instalada hasta el año de 1976, la estaba cambiando el Organismo Operador con fondos propios especialmente en las calles que se pavimentan y que tenían tuberías de diámetros pequeños.

---

## II.- DIAGNOSTICO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE

---

Otra parte fue cambiada por el Fondo de Inversiones Financieros para Agua Potable y Alcantarillado (FIFAPA), durante el periodo 1979-1982, quedando en servicio solo una mínima parte de los diámetros pequeños, conservándose en servicio solo los diámetros mayores de 14" a 30" de diámetro que funcionaban como líneas alimentadoras.

Se contaba en 1991 con 9 zonas de distribución en operación, con las características siguientes:

- ZONA ALTA DE TAMPICO

Esta zona era abastecida por medio de la Estación de Bombeo Altavista. El agua originalmente era bombeada a la red con excedencia a un tanque elevado de 1,000 m<sup>3</sup> de capacidad; debido a su deterioro el tanque se desmanteló y el bombeo era directo a la red.

- ZONA MEDIA DE TAMPICO

Se abastecía del Tanque Superficial Altavista con capacidad de 20,000 m<sup>3</sup>.

- ZONA BAJA DE TAMPICO

Se abastecía del Tanque Superficial Col. Obrera con capacidad de 10,000 m<sup>3</sup> y el construido en dicha estación por FIFAPA junto al existente con capacidad de 5,000 m<sup>3</sup>. Estos depósitos se alimentaban de la Planta Potabilizadora Altavista a través de dos líneas a presión sin servicio en ruta de 24" y 20" de diámetro.

- ZONA ALTA DE MADERO Y COL. OBRERA DE TAMPICO

- Se abastecía la red de la Estación de Rebombeo de la Col. Obrera. Anteriormente, existía un tanque elevado, metálico, de 15 m de altura y con una capacidad de 1,000 m<sup>3</sup> que fue desmantelado debido a su mal estado de conservación, ya que en esta zona, cercana al mar, los tanques metálicos son fácil presa de la corrosión.

- ZONA BAJA DE CD. MADERO

Esta red era abastecida por el tanque superficial de 10,000 m<sup>3</sup>, que se comunicaba con el de 5,000 m<sup>3</sup> construido por FIFAPA. La línea alimentadora era de fierro fundido de 18" de diámetro.

- COLONIA UNIDAD NACIONAL (CD. MADERO)

La red de distribución de este sector fue construida en el año 1959 con tuberías de asbesto cemento de 6, 8 y 10" de diámetro para circuitos principales y para las líneas de relleno de circuitos o secundarias de 4" de diámetro. Se alimentaba por una línea de 18" de diámetro que era abastecida por la estación de bombeo de la Col. Obrera.

- ZONA DE FRACCIONAMIENTOS

Esta zona se localizaba entre la Av. Francita de la Col. Petrolera, a ambos lados de la Av. Hídalgo, teniendo como límite el Boulevard López Mateos (Oriente - Poniente) a la altura del Aeropuerto Internacional Francisco Navier Mina. Era abastecida del tanque superficial Altavista a la estación de rebombeo del mismo nombre por medio de una línea alimentadora de 20" de diámetro.

**ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA ADECUACION Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO, TAMPS.**

• **ZONA BAJA DE TAMPICO (COLONIA CASCAJAL Y MORELOS)**

Se abastecía por gravedad del tanque superficial Altavista por medio de una línea alimentadora de 14" que a la altura del puente El Chairel, se bifurcaba en dos líneas una que abastecía a la Col. El Cascajal y otra a la Morelos.

• **ZONA NORTE DE TAMPICO**

Esta zona estaba comprendida del Aeropuerto Internacional de Tampico a los límites con el Municipio de Altamira, al Poniente las Lagunas del Chairel y La Puerta, y al Oriente la Col. Unidad Nacional en su ampliación, al Norte el ferrocarril Tampico - Monterrey.

Esta zona era abastecida por la Potabilizadora "Laguna de la Puerta", a través de una línea alimentadora de 30" de diámetro, tenía una capacidad de almacenamiento y regularización conformada por dos tanques superficiales de 8,000 m<sup>3</sup> cada uno para un total de 16,000 m<sup>3</sup>.

Existían varias líneas principales construidas por FIFAPA que no estaban integradas al sistema, por lo cual el Organismo Operador con fondos propios procedía a integrarlas al sistema.

El sistema de distribución había crecido en forma anárquica, sin respetar las normas que rigen la construcción de circuitos principales, lo cual había repercutido en el funcionamiento hidráulico de la red de distribución.

**CONEXIONES DOMICILIARIAS**

A marzo de 1990, se tenían registrados 87,228 usuarios de tomas en Tampico y Cd. Madero.

Las zonas que no contaban con abastecimiento de agua potable formal eran abastecidas por medio de pipas.

**II.3 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE**

De acuerdo al diagnóstico del servicio de agua potable y del organismo operador, y a los recorridos efectuados por la zona en estudio se identificaron los siguientes requerimientos.

**II.3.1.- REQUERIMIENTOS PARA CONSOLIDACION DEL ORGANISMO OPERADOR RELATIVOS AL SISTEMA DE AGUA POTABLE**

1.- Formular un organigrama más acorde con las necesidades vigentes de la COAPA, ya que el existente con pequeñas variantes es el mismo que se estableció en 1954, con la creación del organismo operador.

2.- Efectuar un catastro de sus instalaciones e infraestructura ya que no se cuenta con él.

3.- Integrar un comité de usuarios del Sistema Lagunario del Bajo Tamesí, que se encargaría de vigilar la calidad del agua y la conservación general del vaso.

4.- Estandarizar las tomas domiciliarias a un diámetro común que debería de ser de 1/2", ya que no tiene objeto obligar al usuario a adoptar una de 3/4" de diámetro, cuando la red interior de su edificación era de 1/2" de diámetro.

5.- Organizar campañas de detección de fugas concientizando al usuario de la importancia de su reporte al Organismo Operador.

6.- Implantar cursos para los trabajadores de campo con el objeto de cambiar su mentalidad, aumentar su productividad y mejorar su trato con el usuario que, en última instancia, es él quien paga.

7.- Efectuar cursos de capacitación para los operadores de las diferentes unidades, pues en este renglón se comprobó que muchos de ellos no sabían interpretar la placa del motor o bomba que tenían a su cargo.

## II.- DIAGNOSTICO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE

8.- Desarrollar manuales de operación y mantenimiento preventivo necesario para el correcto funcionamiento de las instalaciones y para el expedito y confiable control del proceso.

9.- Organizar cursos para el personal técnico con conferencistas altamente calificados y actualizar su acervo de conocimiento en Estudios, Proyectos, Construcción, Operación y Mantenimiento del Sistema.

10.- Promover becas con los Institutos y Universidades de la Zona con el objeto de que el Organismo Operador formará sus propios técnicos que le servirían de apoyo en un futuro.

11.- Instituir cursos con asistencia obligatoria de superación personal a los empleados que por la naturaleza de su trabajo tengan trato directo con el público.

12.- Se hacía necesario llevar a cabo un programa de actualización de cuentas con rezago, no solo en oficinas sino a través de investigación de campo.

13.- Con el fin de que la COAPA contara con información actualizada de medición de las fuentes, de presiones y niveles de agua, se recomendó realizar un estudio hidrométrico que le proporcionara datos para conocer sus gastos y en consecuencia determinar las pérdidas de agua, así como eficientar la operación de la red y regularizar el servicio.

14.- Soló se reparaban fugas visibles, por lo que se hacía necesario primeramente llevar a cabo un programa de detección de fugas no visibles que incluyera la adquisición del equipo especial. Con este programa se podrían abatir las pérdidas de agua que se tenían y en consecuencia aprovechar y distribuir óptimamente el agua.

15.- Para complementar al 100% el servicio medido, se requiera adquirir 15,000 medidores domiciliarios para ser instalados en las tomas de servicio no medido.

16.- Era necesario formular un programa de mantenimiento preventivo de las instalaciones y equipo, dotándolo de un almacenamiento mínimo

de refacciones, equipos y accesorios como apoyo al programa.

### II.3.2.- REQUERIMIENTOS DE AGUA POTABLE

Dado que la red de distribución de agua potable no cubría el 100 % de la zona conurbada, era necesario ampliarla para que se cubrieran las demandas del servicio en las colonias: La Barra, Baradel, Solidaridad Voluntad y Trabajo, 15 de Mayo, Revolución Verde y Emiliano Zapata, entre otras.

También era necesario construir las plantas de bombeo, tanque de regularización, estructuras de paso y líneas de presión que se requirieran para zonificar adecuadamente el suministro de agua potable, procurando eliminar los bombeos directos a la red que provocan rupturas frecuentes y fugas.

Con respecto a la red primaria era necesario efectuar el reforzamiento y cierre de circuitos como era el caso de: la línea de refuerzo en la Av. Monterrey, entre Fco. I. Madero y calle Hidalgo, el reforzamiento del circuito Torres Miranda, la línea de refuerzo para las colonias Revolución Verde y Emiliano Zapata y la línea alimentadora a la playa ( zona turística ), de la colonia Garza a la colonia La Barra, pasando por la costera. Así mismo deberían efectuarse los cierres de circuito, refuerzos y seccionamiento que se determinarían en la alternativa seleccionada.

Ya que el tratamiento que se le daba a las aguas crudas no era el adecuado, sobre todo en la Planta Potabilizadora Altavista, se hacía necesario efectuar su adecuación y ampliación para poder dar la calidad y el gasto que se requiera suministrar.

Era necesario establecer un programa de mantenimiento preventivo y de reparación de fugas del sistema, ya que no se estaba efectuando y solamente se efectuaban reparaciones correctivas. En lo que se refería al equipo para dar dicho mantenimiento era

## ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA ADECUACION Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO, TAMPS.

---

necesario repararlo y ampliarlo para satisfacer las necesidades.

Era importante considerar entre los requerimientos del sistema existente lo siguiente: las ampliaciones de redes, refuerzos de líneas primarias y secundarias y estructuras complementarias que sean determinadas en la alternativa que se seleccionaría.

### II.4 DICTAMEN

La Comisión de Agua Potable y Alcantarillado de la Desembocadura del Río Pánuco en el Estado de Tamaulipas, era un Organismo Conurbado que proporciona los servicios de agua potable y alcantarillado a los Municipios de Tampico, Madero y Altamira. Su administración estaba a cargo de un Consejo de Administración y un Administrador General, los cargos de Presidente y Tesorero, eran ocupados cada uno por un representante designado por los Ayuntamientos de Tampico, Madero y Altamira y se alternaban en el cargo cada 12 meses. Esta situación había originado que la CO.A.P.A., constantemente estuviera en etapa de reorganización., por lo que era conveniente hacer un estudio para que el Presidente del Consejo, permaneciera un tiempo mayor en su puesto, con lo que se disminuiría la rotación de personal estratégico y de esta forma se podrían plantear objetivos a mediano plazo y se podría mantener una organización más estable.

La Planta Potabilizadora Altavista, enviaba a la ciudad agua con sólidos en suspensión, debido principalmente a la antigüedad de la planta, ya que no operaba con el proceso de potabilización adecuado. Era necesario rehabilitarla y ampliarla para poder atender las demandas, de entonces y las futuras, de la población en su zona de influencia.

La planta de bombeo localizada a la orilla de la Laguna del Chairel que enviaba las aguas a la

Potabilizadora Altavista, tenía unos tubos sueltos a la salida de las bombas, estos necesitaban de la construcción de atraques de concreto para evitar que se rompieran.

El agua que se extrae de la Laguna del Chairel, estaba contaminada debido principalmente a las descargas de aguas negras que realizaban los habitantes asentados en los alrededores de la laguna, por lo que se recomendó incorporar al sistema de alcantarillado a todos estos usuarios para disminuir la contaminación. Así disminuirían los costos de potabilización al tratar agua con menor contaminación.

La capacidad de la laguna había disminuido por falta de dragado, ya que se había sedimentado gran cantidad de arena y proliferaba el lirio acuático. Era aconsejable que se implantara un programa de dragado permanente, que mantendría en forma constante la capacidad de la laguna, asegurando de esta manera su buen estado.

La CO.A.P.A operaba sin un programa de mantenimiento preventivo, provocando así grandes desembolsos en el momento de aplicar el mantenimiento correctivo a sus instalaciones electromecánicas, las cuales eran muy numerosas, tanto en el sistema de agua potable como en el de alcantarillado.

Era necesario que se implantara el programa de mantenimiento preventivo adquiriendo el equipo, materiales y accesorios, que permitieran efectuar las reparaciones que se detectarían aumentando su eficiencia y con ello se evitaría que dejen de operar por algún tiempo por falta de refacciones y mantenimiento.

Se observó que la CO.A.P.A., no realizaba con frecuencia medición de presiones en la red de distribución, lo que le impedía operar eficientemente la misma, era conveniente que realizara estas pruebas en diferentes puntos para conocer el comportamiento de las redes de distribución de agua y las zonas de presión como apoyo al control operativo del sistema. Para este, se debería adquirir equipo de hidrometría con todos sus aditamentos y al



## II.- DIAGNOSTICO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE

personal encargado se les debería capacitar para la operación del equipo.

El porcentaje de agua no contabilizado en COAPA, era del orden del 48% aproximadamente, por lo que se recomendaba un programa de detección de fugas, apoyándolo con la compra de equipos, los cuales por sus características de funcionamiento, habría que capacitar al personal que los operaría.

El laboratorio de la Planta Altavista, carecía de equipo suficiente para realizar los análisis bacteriológicos y fisicoquímicos con la eficiencia requerida, por lo que era necesario dotarlo, cuando menos, con los siguientes equipos:

- Porta filtros para aumento de muestras.
- Esterilizador de ultra violeta con un espectrofotómetro.
- Una mufla para altas temperaturas.
- Horno de secado.
- Cristalería y equipo electrónico.
- Potenciómetro.
- Conductímetro.
- Extractor de Aire.

Existían 14,285 tomas a base de cuota fija y un promedio de 1,500 medidores descompuestos mensualmente, por lo que se recomendó se adquieran 15,000 medidores para obtener una cobertura del 100 % de este servicio, además de optimar la reparación de los mismos en donde se observó que de 19,066 medidores reportados únicamente se atendieron 4,392 durante 1990.

A continuación se da el dictamen de la situación del sistema de agua potable. El dictamen está basado en las observaciones realizadas durante las visitas a la zona, la revisión de las características fisicoquímicas y biológicas y las versiones de las autoridades locales.

De la evaluación de los parámetros fisicoquímicos y biológicos se concluyó que el agua analizada se encontraba muy contaminada con materiales orgánicos y tenía alta dureza. Esto se observó por los altos valores encontrados en la dureza total, sólidos, demanda química de oxígeno, nitritos y

nitrógeno amoniacal, tanto en las fuentes de abastecimiento como en las redes.

La dureza podía provenir de los cuerpos naturales de agua usados como fuentes de abastecimiento y a la inadecuada aplicación de agentes ablandadores en las plantas potabilizadoras. A este respecto pudo apreciarse durante las visitas que en algunos casos el parámetro de medición para la aplicación de reactivos dependía de la transparencia del agua de acuerdo a los criterios del personal encargado de la operación, observada heurísticamente. No obstante, el exceso de calcio y magnesio de este sistema, afectaba calderas industriales y calentadores domésticos y se presentaban algunos sedimentos no dañinos en los recipientes de los usuarios que tienen por costumbre hervir el agua antes de ingerirla.

La demanda química de oxígeno encontrada en el agua analizada denota una fuerte contaminación de materia orgánica, acompañada de descomposición anaerobia, esta última observada por la presencia en altas concentraciones de nitrógeno amoniacal y de nitritos.

De acuerdo a los comentarios y observaciones realizadas durante los recorridos en el campo se pudo observar que existían pequeñas descargas de aguas residuales clandestinas sobre el cauce de la Laguna el Chairel, principal fuente de abastecimiento de la Zona Conurbada. Asimismo, se pudo observar que existían conexiones directas con el sistema lagunario de la zona, siendo que en otras lagunas se descargan aguas residuales o parcialmente tratadas; aún cuando existe una depuración natural ésta no es suficiente. Entre las principales descargas al sistema lagunario se encontraba la de la localidad de Altamira en el Municipio del mismo nombre, que recibía tratamiento parcial.

A este último respecto, cabe decir que una planta de tratamiento que incrementará la calidad de las descargas se encontraba en construcción para su próxima operación.

## ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA ADECUACION Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO, TAMPS.

Por otro lado, se observó que existía un tiradero a cielo abierto de gran magnitud cercano a la Laguna del Chairel (aproximadamente a 1 km de la antigua caseta a Cd. Valles), lo que podía provocar el arrastre de materiales orgánicos hacia el cuerpo de agua, ya sea a través del subsuelo o superficialmente, incrementando la probabilidad del fenómeno durante la época de lluvias.

De lo anterior se observó que la situación del agua potable en la Zona Conurbada en materia de contaminación, presenta un problema de deterioro de la calidad que incrementa de manera importante la probabilidad de causar enfermedades en los usuarios que consumen el recurso sin tratamiento previo, es decir, que no llevan a cabo ninguna práctica de tratamiento doméstico. Aparentemente, este problema se origina por las descargas de aguas residuales en la fuente de abastecimiento.

La solución a este problema era por obligación, la vigilancia continúa de la Laguna del Chairel con el fin de clausurar definitivamente las descargas clandestinas, la disposición de basura en las cercanías del cuerpo de agua y la aplicación de reactivos en las plantas potabilizadoras de acuerdo a los procedimientos establecidos para el caso, es decir, la realización continua de pruebas de jarras con el agua a utilizarse y los reactivos apropiados. Todo ello podría quedar contemplado en un sistema de control y vigilancia de la calidad del agua potable.

Por parte de las actividades industriales también se presentaba el problema del agua con cantidades excesivas de dureza, parámetro que podría provocar problemas de incrustación en tuberías, depósitos y calderas de las naves industriales; no obstante, era responsabilidad de los empresarios proporcionar el tratamiento adecuado para la remoción de las sustancias que originan esa característica.

### II.5 ACCIONES DE CONSOLIDACION

A continuación se presenta una relación de las acciones que fueron propuestas con objeto de mejorar el funcionamiento del sistema, dichas

propuestas podían ser cuantificadas económicamente:

#### • ORGANIZACION Y PERSONAL.

Esta acción al llevarse a cabo, permitiría organizar a la CO.A.P.A. con una estructura caracterizada por la racionalización de personal, integrando áreas necesarias que satisfagan las funciones de planeación operativa, financiera, comercial, administrativa y de información gerencial, logrando con ello que el personal realizara las cargas de trabajo que los puestos exigen, de esta forma la nómina de personal debería bajar sensiblemente por la reubicación del personal ó despido del que no justificara una carga de trabajo real, como era el caso de la unidad de lecturas, taller de medidores, cobranza y otras en donde se apreciaba exceso de personal que no justificaba el rendimiento diario de trabajo en donde por ejemplo los lectors en un solo recorrido deberían de leer y entregar entre 250 a 300 recibos por día. Igual sucedía con el personal de medidores, contando administrativo y el técnico cuya nómina era alta en comparación al rendimiento de reparación de medidores.

#### • RECUPERACION DE REZAGOS

La CO.A.P.A. como una entidad económica, requería de recursos financieros para su operación y crecimiento y en este sentido se observaba que existía un importe muy elevado en el rubro de cuentas por cobrar a usuarios que alcanzaba casi seis meses de atraso en su cobro cuando el indicador normal era de tres meses; esto traducido en términos presupuestales alcanzaría para cubrir la mitad de los costos operativos de la CO.A.P.A., por ello al llevar a cabo en forma programada la recuperación de rezagos, la CO.A.P.A. en el corto plazo contaría con recursos del orden de 5,000 millones de pesos si cobrara el 50% de esos rezagos lo que sin duda ayudaría a mejorar sus finanzas y a proporcionar un mejor servicio a la comunidad al aplicar esos recursos en la operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado.

## II.- DIAGNOSTICO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE

### • MICROMEDICION Y TALLER DE MEDIDORES

Los bajos rendimientos operativos del taller de medidores no había permitido dar respuesta óptima a los reportes de medidores descompuestos aún cuando existía el suficiente número de personal para su atención eficiente, por lo que al organizar el taller por dos procesos, su eficiencia y eficacia debería incrementarse considerablemente y en un plazo de dos años prácticamente se atenderían los medidores que actualmente son reportados, esta acción debería ser apoyada con una existencia de medidores nuevos y refacciones eficientes.

Paralelamente se había considerado conveniente recomendar la instalación de medidores de 14,213 tomas que carecen de él para cubrir al 100 % de este servicio con lo que ayudaría también en el control del agua no contabilizada ya que estaba probado que los usuarios con toma sin medidor consumían el doble de los que si lo tienen.

### • DETECCION DE FUGAS

El alto índice de agua no contabilizada que alcanzaba un 47.74% hacía necesario e indispensable realizar acciones tendientes a disminuir el agua perdida; una de ellas era la ejecución de un programa intensivo para la detección y reparación de fugas visibles y no visibles, fijando metas a corto y mediano plazo para abatir ese índice a cuando menos un 25 % con lo que la CO.A.P.A. obtendría dos beneficios: uno el recuperar agua perdida por concepto de fugas y otra el proporcionar más agua a los habitantes y por lo mismo una recuperación de ingresos por los consumos que se hicieran de ella, en este sentido se estaría hablando de recuperar el 22.74 % de la producción total que a costo resultaría un importe de 8.93 millones de pesos.

### • PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La causa principal de que se presenten fallas en los equipos electromecánicos tanto de agua

potable como de alcantarillado, era la falta de un programa de mantenimiento preventivo en estas instalaciones.

La CO.A.P.A. solo realizaba el mantenimiento correctivo el cual provocaba un costo más elevado, debido a que las descomposturas eran más graves en todos los casos. Con la implantación del programa de mantenimiento preventivo se reducirían los gastos de reparación y se aumentaría la vida útil de los equipos, además se tendría la seguridad de que las fallas fueran mínimas y la posibilidad de la falta de servicio a la población se reduciría.

El mantenimiento a los edificios de la CO.A.P.A. no se realizaba ya que en su aspecto demostraba descuido. Todas las instalaciones necesitaban de arreglos para que tuvieran una mejor apariencia y de esta forma se distinguieran todas las instalaciones del sistema.

El mantenimiento preventivo y correctivo se aplicaría en todas las instalaciones de la CO.A.P.A., para esto sería necesario adquirir equipos, herramientas y todos los elementos adecuados que permitieran conocer el estado de las partes del sistema y prevenir sus fallas para evitarlas.

### • MEDICION DE CAUDALES Y PRESIONES

Una de las principales causas de que la población no tenga el mismo servicio de agua eran debido al inadecuado manejo de las válvulas de seccionamiento en la red de distribución, motivo por el cual se hacía necesario colocar manómetros para que, de esta forma, se pudieran conocer las presiones y poder efectuar una operación adecuada de la válvulas y así garantizar un servicio uniforme en la red.

Una de las ventajas de lo anterior era que se reducirán las fugas que se presentaban por altas presiones en el centro de la ciudad debidas principalmente a la antigüedad de las tuberías que se hallaban instaladas en esa zona, se

**ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA ADECUACION Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO, TAMPS.**

atenderían las demandas de las colonias mas alejadas con las mismas características que se tienen en la zona centro.

Las acciones concretas propuestas a realizar con su respectivo costo son:

**II.5.1 INFRAESTRUCTURA A CORTO PLAZO**

Nº	ACCIONES	MS
1	Micromedición y Taller <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organización del taller para operar por procesos</li> <li>• Selección de medidores</li> <li>• Diseño de procedimientos</li> </ul>	20
2	Catastro físico de redes <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sondeo de cajas de válvulas</li> <li>• Sondeo de pozos de visita</li> <li>• Plantas de bombeo</li> <li>• Plantas potabilizadoras</li> <li>• Plantas de tratamiento</li> </ul>	1.200
3	Medición de Caudales y Presiones <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aforo de fuentes de abastecimiento</li> <li>• Presiones de la red.</li> <li>• Capacitación del personal.</li> </ul>	10
4	Equipamiento. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medidores domiciliarios 15,000 medidores, incluye instalación y materiales accesorios.</li> </ul>	1.575
	Detección de fugas. Equipo detector de fugas. Capacitación.	25
	<b>S U M A</b>	<b>2.830</b>

**II.5.2 FORTALECIMIENTO EMPRESARIAL**

Nº	ACCIONES	MS
1	Organización y Personal. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir una estructura acorde con las necesidades reales de la COAPA</li> <li>• Análisis de cargas de trabajo</li> <li>• Evaluación de personal existente</li> <li>• Manual de organización y procedimientos</li> </ul>	50
2	Programa de Detección de Fugas. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar el programa por zonas</li> <li>• Capacitación del personal en el uso del equipo</li> </ul>	30
3	Programa de Recuperación de Rezagos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuestas en campo para verificar los domicilios, 5,000 encuestas.</li> <li>• Reparto de notificaciones.</li> <li>• Actualización del padrón de usuarios detectando tomas inexistentes.</li> </ul>	30
4	Programa de Mantenimiento Preventivo. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos electromecánicos.</li> </ul>	60
	<b>S U M A</b>	<b>170</b>
<b>COSTO TOTAL ESTIMADO</b>		<b>3,000.</b>

**II.5.3.- BENEFICIOS DE LAS ACCIONES DE CONSOLIDACION**

Llevando a cabo las acciones, antes citadas, se deberán tener los siguientes beneficios:

a).- Con la Infraestructura a Corto Plazo

a.1).- Al optimizar la eficiencia de reparación de los medidores domiciliarios organizando al taller por procesos y capacitando y ubicando al personal de acuerdo al proceso obtenido, se llegaría a elevar el nivel de producción de medidores reparados, que era bajo.

## **II.- DIAGNOSTICO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE**

a.2).- Conociendo la infraestructura de que se disponía en los sistemas de agua potable en la zona conurbada se podría conocer sus deficiencias para planear adecuadamente los programas correspondientes de ampliación, mantenimiento y operación de las redes.

a.3).- Al determinar los gastos que entraban y salían de las plantas potabilizadoras, se obtendría su eficiencia de operación, así mismo, el realizar pruebas de presiones en la red, permitiría una operación adecuada en su seccionamiento, uniformizando presiones y distribuyendo adecuadamente el agua. Para ello se consideraba que debería capacitarse al personal para la obtención y utilización de la información. El importe considerado en esta acción era solo para su inicio.

a.4).- Con la micromedición se complementaría el servicio medido al 100 %, ya que existían 14,285 tomas que funcionaban con cuota fija, estableciendo la COAPA, para estas tomas, el rango de consumo mínimo, que era de cero a diez  $m^3$  de consumo de agua al mes, cuando el promedio de consumo en las dos ciudades presentaba un promedio de consumo de  $30 m^3$  por toma. Al implantarse esta medida se recuperaría gran parte del agua no contabilizada, estimándose  $20 m^3$  por toma recuperados y con las 14,285 tomas sin medidor se llegaría a  $4'428,400 m^3$ .

Para alcanzar esta meta, era necesario también apoyar el programa de reparación de medidores pues se tenía un fuerte rezago en la reparación de los mismos.

a.5).- Con el equipamiento a la COAPA de detectores de fugas, disminuiría el alto índice de pérdidas de agua en la red; para ello era necesario además capacitar al personal técnico que se encargaría de esta actividad

económicos y materiales, ya que como se ha mencionado, se detectó que existía una nómina muy alta por exceso de personal.

b.2).-Diseñando un programa y capacitando al personal en el uso de equipo de detección de fugas, se disminuiría el alto índice de agua no contabilizada por fugas en la red.

b.3).-Al abatir el rezago existente en, por lo menos, noventa días como máximo y actualizando el padrón de usuarios con una muestra de 5,000 tomas, el rezago en cobros que presentaba el Organismo Operador disminuiría y repercutiría en un incremento en la recaudación por concepto de facturación de agua no contabilizada, además de que por lo menos en la muestra tomada se verificaría el padrón de usuarios y se conocería el grado de confiabilidad que se tenía en ese aspecto.

b.4).-Con el inventario ya realizado y con el diseño de un programa y calendario de mantenimiento preventivo de equipos electromecánicos, se llegaría a una mayor eficiencia en el servicio al contar con las refacciones y mantenimiento adecuado de las instalaciones del sistema.

### **b) Fortalecimiento Empresarial**

b.1).- Al contar con una organización interna que atendiera los puntos anteriores de economía, racionalidad y eficiencia se lograría el óptimo aprovechamiento de los recursos humanos,

**III.- PROPUESTAS PARA EL  
MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE  
AGUA POTABLE**

### III. PROPUESTAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

#### III.1 FORMULACION DE ALTERNATIVAS

En este capítulo se plantean las propuestas de solución integral del sistema que permitirían obtener su buen funcionamiento, resolviendo la problemática diagnosticada en el capítulo anterior, así como los problemas detectados en la simulación del funcionamiento de la red existente, a través de un programa de cómputo, cuyos resultados se verificaron en campo. Para todos los casos se plantearon soluciones equivalentes con el objeto de seleccionar la alternativa de mínimo costo o aquella que de acuerdo con los políticos sociales y de desarrollo urbano convinieran a las autoridades municipales.

Con la finalidad de mejorar el sistema de agua potable requerido para Tampico - Madero se contemplaron las opciones que a continuación se describen, teniendo como características comunes la reubicación de la regularización, el suministro a la red por gravedad mediante tanques elevados de transición, la división de la zona conurbada en dos grandes sistemas, uno abastecido por la Planta Potabilizadora Altavista y el otro abastecido por la Planta Potabilizadora Laguna de la Puerta, teniendo como reserva la Planta Potabilizadora Hidros - Tancoil, así como la conformación de zonas de presión o subsistemas.

##### III.1.1. OPCION INTEGRAL I

Se propuso sectorizar la zona conurbada en cinco subsistemas, la construcción de dos tanques de regularización, cuatro tanques elevados, dos líneas de conducción y las estaciones de bombeo requeridas, así como el reforzamiento de circuitos de la red primaria para el buen funcionamiento del sistema. Los subsistemas e infraestructura necesaria fueron los siguientes:

##### III.1.1.1 SISTEMA LA PUERTA.

**SUBSISTEMA LAGUNA DE LA PUERTA.** Este abastecería la zona noroeste del área en estudio, y próxima a la planta potabilizadora del mismo nombre, aprovechando los tanques de regularización existentes y enviando el agua a un tanque elevado de proyecto, para de ahí abastecer la red de distribución.

**SUBSISTEMA REVOLUCION VERDE.** Este abastecería la zona noreste del área en estudio delimitada; al norte por el límite municipal, al noreste por la Av. Monterrey, al suroeste por el aeropuerto, al sur por la Av. Tamaulipas y al este por la playa.

De la Planta Potabilizadora Laguna de la Puerta se conduciría el agua hacia el tanque de regularización superficial de proyecto que se ubicaría en la colonia Revolución Verde, de donde ésta se elevaría, mediante una planta de bombeo, a un tanque de transición, también de proyecto, para de ahí abastecer la red.

**SUBSISTEMA ARENAL.** Este abastecería la zona delimitada al norte por el subsistema laguna de la puerta, al este por el Boulevard López Mateos, al oeste por la Laguna del Chairel y al sur por la calle Wisconsin.

El abastecimiento se efectuaría a través de una línea de conducción proveniente de los tanques de regularización existentes de la Planta Potabilizadora Laguna de la Puerta, hasta un tanque de regularización superficial de proyecto que se ubicaría en la colonia Arrenal, elevando el agua a través de una planta de bombeo de proyecto a un tanque elevado de transición, también de proyecto, para de ahí abastecer por gravedad la red de distribución.

##### III.1.1.2 SISTEMA ALTAVISTA

**SUBSISTEMA ALTAVISTA.** Este estaría dividido en dos zonas, una que se abastecería por el tanque superficial existente y otra que se abastecería por el tanque elevado que se

## **ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA AMPLIACION Y ADECUACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO, TAMPS.**

empleaba para el retrolavado de filtros, en ambos casos la regularización se efectuaría en los tanques superficiales existentes. Este subsistema se encontraría delimitado: al norte por la calle Wisconsin, al este por la Laguna del Chairel, al sur por el Río Pánuco, al oeste por la Laguna del Carpintero y al noroeste por el límite municipal de Tampico - Madero, aproximadamente.

En este subsistema solo se requeriría de la adecuación de la infraestructura existente para hacer funcionar el sistema de acuerdo a los requerimientos de esta alternativa.

**SUBSISTEMA LA OBRERA.** Este estaría dividido en una zona abastecida a partir del tanque superficial existente y otra que se abastecería a partir del tanque de transición elevado de proyecto, en ambos casos la regularización se efectuaría en el tanque superficial, dando carga al tanque elevado a través de la planta de bombeo existente. El subsistema estaría delimitado al norte por la Av. Tamaulipas y el aeropuerto al este con la playa, al noroeste, aproximadamente, con el límite de los municipios de Tampico y Madero, al oeste con la Laguna del Carpintero y al sur con el Río Pánuco. Este subsistema contemplaría el abastecimiento de la zona sur del desarrollo turístico que se prevé a futuro.

El subsistema se abastecería aprovechando la infraestructura existente que conduce el agua de la Planta Potabilizadora Altavista hasta las instalaciones de la obrera, a las cuales solo se anexaría el tanque elevado.

Esta alternativa se presenta, conjuntamente con los datos de proyecto, en la FIG. III.2.1.

### **III.1.2 OPCION INTEGRAL II**

Se propuso sectorizar la zona conurbada en seis subsistemas, la construcción de tres tanques de regularización, cinco tanques elevados, tres líneas de conducción y las estaciones de bombeo requeridas, así como el reforzamiento de circuitos de red primaria necesario para su buen

funcionamiento. Los subsistemas e infraestructura requerida fueron los siguientes:

#### **III.1.2.1 SISTEMA LA PUERTA**

**SUBSISTEMA LA PUERTA.** Este abastecería la zona noroeste del área en estudio, próxima a la planta potabilizadora del mismo nombre, aprovechando los tanques de regularización y enviando el agua a un tanque elevado de proyecto, para de ahí abastecer la red.

**SUBSISTEMA REVOLUCIÓN VERDE.** Este abastecería la zona noreste del área en estudio delimitada al norte por el límite municipal, al noroeste por la Av. Monterrey, al suroeste por el aeropuerto, al sur por la Av. Tamaulipas y al este por la playa.

De la Planta Potabilizadora Laguna de la Puerta se conduciría el agua hasta el tanque de regularización superficial de la colonia Revolución Verde de donde se elevaría mediante una planta de bombeo a un tanque de transición para de ahí abastecer la red.

**SUBSISTEMA ARENAL.** Este abastecería la zona delimitada al norte con el subsistema de la puerta, al este con el Boulevard López Mateos, al oeste con la Laguna del Chairel y al sur con la calle Wisconsin.

El abastecimiento se efectuaría a través de una línea de conducción proveniente de los tanques de regularización de la planta potabilizadora Laguna de la Puerta, hasta un tanque de regularización, superficial ubicado en la colonia Arrenal, elevando el agua a través de una planta de bombeo a un tanque elevado de transición, todos de proyecto, para de ahí abastecer por gravedad la red.

#### **III.1.2.2 SISTEMA ALTAVISTA**

**SUBSISTEMA LA OBRERA.** Este estaría dividido en una zona abastecida a partir del tanque superficial existente y otra que se abastecería del tanque de transición elevado de



### III.- PROPUESTAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

proyecto, en ambos casos la regularización se efectuaría en el tanque superficial dando carga al tanque elevado a través de la planta de bombeo existente. El subsistema estaría delimitado al norte por la Av. Tamaulipas y el aeropuerto, al este por la playa, al noreste aproximadamente por el límite de los municipios de Tampico y Madero, al oeste por la Laguna Del Carpintero y al sur por el Río Pánuco. Este subsistema contemplaría el abastecimiento de la zona sur del desarrollo turístico que se prevé a futuro.

El subsistema se abastecería aprovechando la infraestructura existente que conduce el agua de la potabilizadora Altavista hasta las instalaciones de la obrera, a las cuales solo se le anexaría el tanque elevado.

**SUBSISTEMA ALTAVISTA.** Este estaría dividido, de igual forma que el anterior, en dos zonas una abastecida del tanque superficial y otra del tanque elevado que se empleaba para el retrolavado de filtros, en ambos casos la regularización se efectuaría en el tanque superficial existente. Este subsistema estaría delimitado al norte por la calle Potrero del Llano, al este por la Laguna del Chairel, al sur por el Río Pánuco, al oeste por la Laguna del Carpintero y al noroeste aproximadamente por el límite de los municipios de Tampico y Madero.

En este subsistema solo se requeriría la adecuación de la infraestructura existente para hacer funcionar el sistema de acuerdo a los requerimientos de la alternativa.

**SUBSISTEMA UNIVERSIDAD.** Este abastecería la zona alta de la Avenida Universidad delimitada al norte por la calle Universidad de Berlín y parte de la calle Universidad de Wisconsin, al noreste por la calle Diez, al este por la Quinta Avenida, al sur por la calle Potrero del Llano y al Oeste por la Avenida Faja de Oro. Este subsistema se abastecería a través de una línea a presión proveniente de la Planta Potabilizadora Altavista para descargar a un tanque superficial de regularización, para de ahí mandarlo a un tanque elevado del cual se daría servicio a la red.

La infraestructura requerida para este subsistema es la línea de conducción, un tanque superficial, un tanque elevado y la planta de bombeo para dar carga al tanque elevado.

Esta alternativa se presenta, conjuntamente con los datos de proyecto, en la FIG. III.2.2.

#### III.1.3 OPCION INTEGRAL III

Se propuso sectorizar la zona conurbada en cinco subsistemas, la construcción de dos tanque de regularización, la ampliación del de la obrera, cuatro tanques elevados, tres líneas de conducción y las estaciones de bombeo requeridas, así como el reforzamiento de circuitos de la red primaria requerido para el buen funcionamiento del sistema. Los subsistemas y la infraestructura requerida fueron los siguientes:

##### III.1.3.1 SISTEMA LA PUERTA.

**SUBSISTEMA LA PUERTA.** Este subsistema abastecería la zona noroeste del área de estudio, y próxima a la planta potabilizadora del mismo nombre, aprovechando los tanques de regularización y enviando el agua a un tanque elevado de proyecto, para de ahí abastecer a la red.

**SUBSISTEMA REVOLUCION VERDE.** Este abastecería la zona noreste del área en estudio delimitada al norte por el municipio de Altamira, al noroeste por la Av. Monterrey, al suroeste por el aeropuerto, al sur por el límite municipal Tampico - Madero y al este por la playa.

De la Planta Potabilizadora Laguna de la Puerta se conduciría el agua hasta el tanque de regularización superficial en la colonia Revolución Verde, de donde se elevaría mediante una planta de bombeo a un tanque de transición para de ahí abastecer a la red.

**SUBSISTEMA ARENAL.** Este abastecería la zona delimitada al norte por el subsistema de la

## **ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA AMPLIACION Y ADECUACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO, TAMP.**

puerta, al este con el Boulevard López Mateos, al oeste con la Laguna del Chairel y al sur con la calle Wisconsin.

El abastecimiento se efectuaría a través de una línea de conducción proveniente de los tanque de regularización de la Planta Potabilizadora Laguna de la Puerta, hasta un tanque de regularización superficial que se ubicaría en la colonia Arenal, elevando el agua a través de una planta de bombeo a un tanque elevado de transición para de ahí abastecer por gravedad a la red.

Esta alternativa se presenta, conjuntamente con los datos de proyecto, en la FIG. III.2.3.

### **III.1.3.2 SISTEMA ALTAVISTA.**

**SUBSISTEMA LA OBRERA.** Este estaría dividido en una zona abastecida a partir del tanque superficial existente y otra que se abastecería del tanque de transición elevado de proyecto, en ambos casos la regularización se efectuaría en el tanque superficial dando carga al tanque elevado a través de la planta de bombeo existente. El subsistema estaría delimitado al norte por la Av. Tamaulipas y el aeropuerto, al este por la playa, al noreste aproximadamente por el límite de los municipios de Tampico y Madero, al oeste por la Laguna del Carpintero y al sur por el Río Pánuco.

Este subsistema contemplaría el abastecimiento de la zona sur del desarrollo turístico que se prevé a futuro.

El subsistema se abastecería aprovechando la infraestructura existente que conduce el agua de la Planta Potabilizadora Altavista hasta las instalaciones de la obrera, a las cuales solo se les anexaría una línea de conducción, se ampliaría el tanque superficial y la estación de bombeo y se anexaría el tanque elevado.

**SUBSISTEMA ALTAVISTA.** Este estaría dividido, de igual forma que el anterior, en dos zonas una que se abastecería del tanque superficial y otra del tanque elevado que se empleaba para el retrolavado de filtros, en ambos

casos la regularización se efectuaría en el tanque superficial existente. Este subsistema se encontraría delimitado al norte por la calle Wisconsin, al este por la Laguna del Chairel, al sur por el Río Pánuco, al oeste por la Laguna del Carpintero y al noreste aproximadamente por el límite de los municipios de Tampico y Madero.

En este subsistema solo se requeriría la adecuación de la infraestructura existente para hacer funcionar el sistema de acuerdo a los requerimientos de la alternativa y anexar un bombeo para la línea de conducción de la obrera.

### **III.2 SELECCION Y JERARQUIZACION DE ALTERNATIVAS**

Para el mejoramiento de sistema de agua potable de la zona conurbada de la desembocadura del Río Pánuco integrada por las ciudades de Tampico - Madero, se analizaron las opciones de solución integral expuestas anteriormente; cada una de ellas se apoyó en los resultados obtenidos de la simulación y análisis de la red de distribución efectuado con anterioridad. Además cada alternativa tiene como común denominador la eliminación en un 100 % del bombeo directo a la red por ser una práctica que presenta múltiples deficiencias en la operación del sistema ya que la red no contaba con válvulas sostenedoras y/o reductoras de presión, un programa para medición de presiones en la red, entre otras cosas, por lo que para dejar de operar el sistema actual se acordó construir tanques elevados asociados a tanques superficiales de regularización, ya que el elevado tendrá una función de "transición y elevación" del agua. La capacidad de estos tanques estaría en función del área que abastecería cada uno, la cual debería de estar acorde con la problemática evidenciada en la revisión de la infraestructura existente.

Ahora bien como se describió en capítulos anteriores la fuente de abastecimiento de agua potable la constituiría el sistema lagunario a través de tres plantas potabilizadoras, a saber: Altavista, Hídros - Tancoel y Laguna de la Puerta, la segunda había quedado fuera de servicio y de "emergencia", la regularización se realizaba en

### III.- PROPUESTAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

los tanques próximos a las plantas potabilizadoras y en la colonia Obrera, la cual se alimenta desde la Planta Potabilizadora Altavista, la distribución se divide en casi el 50 % del área conurbada Tampico - Madero, para cada una de las plantas Altavista y Laguna de la Puerta, estando seccionada por válvulas de emergencia, por lo que para los fines de este estudio se habla de la existencia de dos sistemas.

Debido a que para todos los casos se revisaría, mediante simulaciones con programas de computadora, el funcionamiento de la infraestructura y se reforzarían aquellas tuberías que así lo requirieran de acuerdo a los resultados que se fueran obteniendo, en las tres alternativas se llegaría a resultados muy parecidos o iguales, por lo que no se harían intervenir los costos de estos reforzamientos en los análisis económicos de las alternativas.

En el caso de las líneas de conducción se efectuaron los cálculos correspondientes al diámetro económico considerando el costo del kwh proporcionado por la COAPA, y para los fines del presente trabajo sólo se incluyen las tuberías que resultaron ser las más económicas en cada alternativa

#### III.2.1 ALTERNATIVA I

##### III.2.1.1 SISTEMA ALTAVISTA

###### A) SUBSISTEMA ALTAVISTA

En esta primer alternativa se planteó usar el tanque elevado para retrolavado de filtros de la planta Altavista, para dar carga a la red que cubriría las zonas alta y media baja de Tampico, que en el momento de efectuar este estudio estaba trabajando a bombeo, realizando los arreglos necesarios para bombear al tanque elevado y no a la red.

Los datos de proyecto e infraestructura requerida se listan a continuación.

CONCEPTO		UNIDAD
Área de influencia =	1,123.65	ha (zona urbana)
Población (año 2010) =	1,123.65 x 96 = 107,866	hab
Distribución	294	l/hab/día
Gasto Medio	367.98	lps
Gasto Máximo Diario	441.58	lps
Gasto Máximo Horario	662.37	lps
Vol. del tanque elevado (existente)	1,000	m <sup>3</sup>
Vol. del tanque de regularización (existente)	20,000	m <sup>3</sup>

Ahora bien, dentro del mismo subsistema Altavista se contaba con una área abastecida a gravedad, localizada al sur de la planta potabilizadora, formada por las colonias: Morelos, Cascajal, Vicente Guerrero y la Nacional, abastecidas a partir del tanque superficial de regularización existente de Altavista.

Los datos de proyecto y dimensionamiento de la infraestructura requerida fueron los siguientes:

CONCEPTO		UNIDAD
Área de influencia =	246.72	ha (zona urbana)
Población (año 2010) =	246.72 x 96 = 23,685	hab
Dotación	294	l/hab/día
Gasto Medio	80.80	lps
Gasto Máximo Diario	96.96	lps
Gasto Máximo Horario	145.44	lps
Vol. del tanque de regularización (existente)	20,000	m <sup>3</sup>

###### B) SUBSISTEMA LA OBRERA.

En esta primera opción se propuso construir un tanque elevado de 15 m de altura aledaño a la estación de bombeo existente con el fin de sustituir el bombeo directo a la red. Así mismo, se propuso reducir el área de influencia de este tanque, desincorporando las colonias que se ubican al norte de la Av. Tamaulipas y al este de las vías del Ferrocarril a Monterrey, dichas colonias son: Ampliación Unidad Nacional, Manuel R. Díaz, Las Flores, Candelario Garza y su ampliación, e Ignacio Zaragoza, quedando incorporadas todas ellas al sistema laguna de la puerta.

## ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA AMPLIACION Y ADECUACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO, TAMPAS.

Los datos de proyecto y dimensionamiento de la infraestructura requerida fueron:

CONCEPTO		UNIDAD
Area de influencia =	1,719.05	ha (zona urbana)
Area de influencia =	169.35	ha (zona turistica)
Población (año 2010) =	$1,719.05 \times 96 = 165,028$	hab
Población (año 2010) =	$169.35 \times 51 = 8,637$	hab
Dotación urbana	294	l/hab/día
Dotación turística	368	l/hab/día
Gastos:	Urbano	Turístico
Gasto Medio	563.02	36.78 lps
Gasto Máximo Diario	675.62	44.14 lps
Gasto Máximo Horario	1,013.43	66.21 lps
Vol. del tanque de regularización (existente)	12,000	m <sup>3</sup>
Vol. del tanque elevado	$Q \text{ máx. Hor} \times t = 800$	m <sup>3</sup>

El volumen del tanque elevado se calculó incluyendo un volumen de "reserva", en caso de paro total del equipo de bombeo; esta reserva representa el volumen de un tiempo de retención que en este caso en particular se consideró de 10 minutos.

La otra zona se ubicó al sureste de la Planta Potabilizadora Altavista y al sur de la estación la obrera, conformada por las colonias: Centro (parcialmente), Guadalupe Mainero, Guadalupe Victoria, Isleta Pérez y Tamaulipas, que constituyen el sistema a gravedad del tanque superficial de la obrera y es precisamente de éste donde se abastece.

Los datos de Proyecto y el dimensionamiento de la infraestructura fueron:

CONCEPTO		UNIDAD
Area de influencia =	362.43	ha (zona urbana)
Población (año 2010) =	$362.43 \times 96 = 43,793$	hab
Dotación =	294	l/hab/día
Gasto Medio =	118.70	lps
Gasto Máximo Diario =	142.44	lps
Gasto Máximo Horario =	213.66	lps
Vol. tanque regularización (existente) =	12,000	m <sup>3</sup>

### III.2.1.2 SISTEMA LAGUNA DE LA PUERTA

En esta primera alternativa y para este sistema se propuso la división del mismo en tres subsistemas con tanques de regularización

superficiales y de transición elevados con una altura de 15 m cada uno.

#### A) SUBSISTEMA REVOLUCION

El tanque de la colonia Revolución Verde, tendría, de acuerdo a lo planeado, una cobertura estimada de 947.11 ha, considerando las colonias que abastecería que serían: Revolución Verde Solidaridad, Voluntad y trabajo, Enrique Cárdenas González, López Portillo, 15 de Mayo, y el área de cobertura que se le desincorporaría al subsistema obrera, 315.26 ha, aproximadamente.

Los datos de proyecto y dimensionamiento de la infraestructura requerida fueron:

CONCEPTO		UNIDAD
Area de influencia =	947.11	ha (zona urbana)
Población (año 2010) =	$947.11 \times 96 = 90,922$	hab
Dotación =	294	l/hab/día
Gasto Medio =	310.19	lps
Gasto Máximo Diario =	372.23	lps
Gasto Máximo Horario =	558.34	lps
Vol. tanque regularización (superficial) =	$372.23 \times 14.58 = 5,500$	m <sup>3</sup>
Vol. tanque elevado =		
$Q \text{ máx. Hor} \times t =$	400.00	m <sup>3</sup>
Diámetro de la línea	24	plg
Longitud de la línea	5,260	m

El volumen del tanque elevado es aproximado y corresponde a un tiempo de retención igual a 12 minutos.

La línea funcionaría a presión partiendo de la estación de bombeo que se abastece del tanque superficial con que se cuenta en la Planta Potabilizadora Laguna de la Puerta.

#### B) SUBSISTEMA ARENAL

El tanque arenal cubriría el área conformada por las colonias: Universidad Pte., Fraccionamiento Flamboyanes, Lomas del Chairel, El Charro, El Ojital, Elias Piña, Luis Echeverría, Miguel de la Madrid, Modelo, Chofères, UAT, Arenal, Arboledas, Fraccionamiento Tanco, Sección 33, San Antonio, México, Fco. J. Mina y parte de la Progreso.

### III.- PROPUESTAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

La línea de alimentación del Tanque Superficial de Regularización El Arenal sería a presión, pues el punto de descarga se encontraba por arriba de la plantilla del tanque elevado de la planta potabilizadora.

Los datos de proyecto y dimensionamiento de la infraestructura requerida fueron:

CONCEPTO		UNIDAD
Área de influencia =	841.93	ha (zona urbana)
Población (año 2010) =	841.93 x 96 = 90.922	hab
Dotación =	294	l/hab/día
Gasto Medio =	275.76	lps
Gasto Máximo Diario =	330.90	lps
Gasto Máximo Horario =	496.35	lps
Vol. tanque regularización (superficial) =	330.90 X 14.58 = 5,000	m <sup>3</sup>
Vol. tanque elevado = Q <sub>máx</sub> Hor x T =	400.00	m <sup>3</sup>
Diámetro de la línea	24	plg
Longitud de la línea	4,800	m

El volumen del tanque elevado es aproximado y corresponde a un tiempo de retención de 12 minutos.

#### C) SUBSISTEMA LAGUNA DE LA PUERTA

El tanque que se propuso en la Planta Potabilizadora Laguna de la Puerta cubriría el área restante.

Los datos de proyecto y dimensionamiento de infraestructura requeridos fueron:

CONCEPTO		UNIDAD
Área de influencia =	1,027.88	ha (zona urbana)
Población (año 2010) =	1,027.88 x 96 = 98,676	hab
Dotación =	294	l/hab/día
Gasto Medio =	336.65	lps
Gasto Máximo Diario =	403.98	lps
Gasto Máximo Horario =	605.97	lps
Vol. tanque elevado = 2 X 8,000 =	16,000	m <sup>3</sup>
= Q <sub>máx</sub> Hor x T =	500.00	m <sup>3</sup>
Diámetro de la línea	24	plg
Longitud de la línea	4,800	m

El volumen del tanque elevado es aproximado y corresponde a un tiempo de retención de 12 minutos.

Una vez determinado el dimensionamiento de los componentes más representativos de la alternativa se procedió a estimar los costos de inversión y de operación.

#### III.2.1.3 DETERMINACION DE LOS COSTOS DE OPERACION

Para el cálculo de los consumos de energía se consideró el empleo de los equipos que se encontraban bombeando a la red efectuando las adecuaciones necesarias para alcanzar los requerimientos de cada alternativa. Los equipos con que se contaba en las distintas plantas y que en el momento de efectuar el presente estudio estaban en operación eran:

PLANTA	Nº DE EQUIPOS	POTENCIA HP	POTENCIA TOTAL HP
ALTAVISTA	8	125	625
	6	60	360
OBRERA	4	150	600
LA PUERTA	5	150	750
HIDROS TANCOL	4	20	80
	2	125	250
	1	30	30

#### CONSUMOS:

##### a) En la Planta Altavista

a.1.) La energía necesaria para dar carga al Tanque Altavista se calculó en 238 HP y se emplearían dos equipos de 125 HP existentes en esa planta por lo que el consumo sería:

$$\text{kwh} = 250 \times 0.7457 = 186.42$$

##### b) En la Planta La Obrera

b.1.) La energía necesaria para dar carga al Tanque La Obrera se calculó en 517 HP y se emplearían para este tanque cuatro equipos de 150 HP existentes y se tendría un equipo de 150

**ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA AMPLIACION Y ADECUACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO,TAMPS.**

HP de reserva adquirido, por lo que el consumo sería:

$$\text{kwh} = 600 \text{ HP} \times 0.7457 = 447.42$$

c) En la Planta la Puerta

c.1.) Líneas alimentadoras a los tanques superficiales Arenal y Revolución Verde y al tanque elevado La Puerta.

Empleando un equipo de 150 HP para la línea Arenal, ya que se necesitarán 127 HP y se utilizaría un equipo de 150 HP para la línea Revolución Verde, ya que sólo se necesitarían 73 HP y para el tanque elevado La Puerta sería necesario 210 HP y se emplearía dos equipo de 150 HP.

Línea arenal	kwh = 150 HP x 0.7457=	111.85
Línea Revolución	kwh = 150 HP x 0.7457=	111.85
La Puerta	kwh = 300 HP x 0.7457=	223.71
<b>SUMA</b>		<b>447.41</b>

d) En la Planta Revolución Verde

d.1.) El consumo que se requeriría para dar carga al tanque elevado sería de 250 HP por lo tanto, podrían emplearse dos equipos de 125 HP que se encontraban disponibles en la planta Altavista y no se contaría con equipo de emergencia, el consumo sería:

$$\text{kwh} = 250 \text{ HP} \times 0.7457 = 186.42$$

c) En la Planta El Arenal

c.1.) El consumo requerido para dar carga al tanque elevado sería de 255 HP, se podrían emplear dos equipos de 125 HP y uno de 60 HP disponibles en la Planta Altavista y se contaría con un equipo de emergencia, el consumo sería el siguiente:

$$\text{kwh} = 310 \text{ HP} \times 0.7457 = 231.17$$

En resumen en la Planta Altavista se tendrían de reserva dos equipos de 125 HP y tres de 60. En la Planta La puerta quedaría como reserva un equipo de 150 HP. En el tanque la Obrera, no quedaría ningún equipo de reserva, los equipo de la Planta Hidros - Tancol se tendrían para casos de emergencia.

El consumo total sería de 1498.86 KWH

Y el costo anual de operación para esta alternativa sería:

$$\text{COSTO TOTAL DE OPERACION} = 1,498.86 \times 150 \times 8,760 = \$ 1,969,502 / \text{año}$$

### III.2.2 ALTERNATIVA II

#### III.2.2.1 SISTEMA ALTAVISTA

##### A) SUBSISTEMA ALTAVISTA

En esta alternativa se propuso usar el tanque elevado para retrolavado de filtros de la Planta Potabilizadora Altavista, para dar carga a la red que cubre las zonas alta y media baja de Tampico, que en el momento de efectuar el estudio estaba trabajando a bombeo, al cual se le efectuarían los arreglos necesarios para bombear al tanque elevado y no a la red.

Los datos de proyecto e infraestructura que se requirieron se listan a continuación.

CONCEPTO		UNIDAD
Área de influencia =	983.61	ha (zona urbana)
Población (año 2010) =	983.61 x 96 = 94,426	hab
Dotación	294	l/hab/día
Gasto Medio	322.05	lps
Gasto Máximo Diario	386.46	lps
Gasto Máximo Horario	579.69	lps
Vol. del tanque elevado (existente)		m <sup>3</sup>
Vol. del tanque de regularización (existente)	1,000	m <sup>3</sup>
	20,000	m <sup>3</sup>

Ahora bien, dentro del mismo subsistema Altavista se cuenta con una área abastecida a gravedad, localizada al sur de la planta potabilizadora, formada por las colonias Morelos, Cascajal, Vicente Guerrero y la Nacional, abastecidas a partir del tanque

### III.- PROPUESTAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

superficial de regularización existente de la Planta Potabilizadora Altavista.

Los datos de proyecto y dimensionamiento de la infraestructura requerida fueron:

CONCEPTO		UNIDAD
Área de influencia =	246.72	ha (zona urbana)
Población (año 2010) =	$246.72 \times 96 = 23,685$	hab
Dotación =	294	l/hab/día
Gasto Medio	80.80	lps
Gasto Máximo Diario	96.96	lps
Gasto Máximo Horario	145.44	lps
Vol. del tanque de regularización (existente)	20,000	m <sup>3</sup>

#### B) SUBSISTEMA LA OBRARA.

En esta opción se planteó construir un tanque elevado de 15 m de altura aledaño a la estación de bombeo existente con el fin de sustituir el bombeo directo a la red. Así mismo, se reduciría el área de influencia de este tanque, desincorporando las colonias que se ubican al norte de la Av. Tamaulipas y al este de las vías del Ferrocarril a Monterrey, dichas colonias son: Ampliación Unidad Nacional, Manuel R. Díaz, Las Flores, Candelario Garza y su ampliación, e Ignacio Zaragoza, quedando incorporadas todas ellas al sistema laguna de la puerta.

Los datos de proyecto y dimensionamiento de la infraestructura requerida fueron:

CONCEPTO		UNIDAD	
Área de influencia =	1,719.05	ha (zona urbana)	
Área de influencia =	169.35	ha (zona turística)	
Población (año 2010) =	$1,719.05 \times 96 = 165,028$	hab	
Población (año 2010) =	$169.35 \times 51 = 8,637$	hab	
Dotación urbana	294	l/hab/día	
Dotación turística	368	l/hab/día	
Gastos:	Urbano	Turístico	
Gasto Medio	563.02	36.78	lps
Gasto Máximo Diario	675.62	44.14	lps
Gasto Máximo Horario	1,013.43	66.21	lps
Vol. del tanque de regularización (existente)	12,000	m <sup>3</sup>	
Vol. del tanque elevado	Q máx. Hor x T = 800	m <sup>3</sup>	

El volumen del tanque elevado se calculó incluyendo un volumen de "reserva", en caso de paro total del equipo de bombeo; ésta reserva representa el volumen de un tiempo de retención que en este caso en particular, se considero de 12 minutos. La otra zona se ubica al sureste de la

Planta Potabilizadora Altavista y al sur de la estación la obrera, conformada por las colonias: Centro (parcialmente), Guadalupe Mainero, Guadalupe Victoria, Isleta Pérez y Tamaulipas, que constituyen el sistema a gravedad del tanque superficial de la obrera y es precisamente de éste donde se abastece.

Los datos de Proyecto y el dimensionamiento de la infraestructura fueron:

CONCEPTO		UNIDAD
Área de influencia =	362.43	ha (zona urbana)
Población (año 2010) =	$362.43 \times 96 = 43,793$	hab
Dotación =	294	l/hab/día
Gasto Medio =	118.70	lps
Gasto Máximo Diario =	142.44	lps
Gasto Máximo Horario =	213.66	lps
Vol.tanque regularización (existente) =	12,000	m <sup>3</sup>

#### C) SUBSISTEMA UNIVERSIDAD

En esta alternativa se propuso construir un tanque superficial de regularización y uno elevado con una altura de 15 m que se ubicarían en el cruce de la Av. Universidad y la calle Morones Prieto, el tanque superficial se abastecería a través de una línea procedente de la Planta Potabilizadora Altavista y daría servicio al área definida por las colonias: Los Pinos, Lindavista, Fraccionamiento Universidad y parte de la petrolera.

Los datos de proyecto y el dimensionamiento de la infraestructura requerida fueron:

CONCEPTO		UNIDAD
Área de influencia =	140.00	ha (zona urbana)
Población (año 2010) =	$140.00 \times 96 = 13,140$	hab
Dotación =	294	l/hab/día
Gasto Medio =	45.85	lps
Gasto Máximo Diario =	55.02	lps
Gasto Máximo Horario =	82.53	lps
Vol.tanque regularización (existente) =	$55.02 \times 14.58 \times 810$	m <sup>3</sup>
Vol. tanque elevado	Q máx Hor x T = 60,00	m <sup>3</sup>
Diámetro de la tubería	12	plg
Longitud de la tubería	3,900	m

El volumen del tanque elevado es aproximado y corresponde a un tiempo de retención igual a 12 minutos.

**ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA AMPLIACION Y ADECUACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO,TAMPS.**

La línea funcionaría a presión, partiendo del tanque superficial con que se contaba en la Planta Potabilizadora Altavista.

**III.2.2.2SISTEMA LAGUNA DE LA PUERTA**

En esta segunda alternativa y para este sistema se propuso la división del mismo en tres subsistemas con tanques de regularización superficiales y de transición elevados con una altura de 15 m cada uno.

**A) SUBSISTEMA REVOLUCION VERDE**

El tanque de la colonia Revolución Verde, tendría, de acuerdo a lo planeado, una cobertura estimada de 947.11 ha, considerando las colonias que abastecería: Revolución Verde, Solidaridad, Voluntad y Trabajo, Enrique Cárdenas González, López Portillo, 15 de Mayo, y el área de cobertura que se le desincorporaría al Subsistema Obrera, 315.26 ha, aproximadamente.

Los datos de proyecto y dimensionamiento de la infraestructura requerida fueron:

CONCEPTO		UNIDAD
Area de influencia =	947.11	ha (zona urbana)
Población (año 2010) =	947.11 x 96 = 90.922	hab
Dotación =	294	l/hab/día
Gasto Medio =	310.19	lps
Gasto Máximo Diario =	372.23	lps
Gasto Máximo Horario =	558.34	lps
Vol.tanque regularización (superficial) =	372.23 X 14.58 = 5, 500	m <sup>3</sup>
Vol. tanque elevado		
=Qmáx Hor x T =	400.00	m <sup>3</sup>
Diámetro de la línea	24	plg
Longitud de la línea	5,260	m

El volumen del tanque elevado es aproximado y corresponde a un tiempo de retención igual a 12 minutos.

La línea funcionaría a presión partiendo de la estación de bombeo que se abastece del tanque superficial con que se contaba en la Planta Laguna de la Puerta.

**B) SUBSISTEMA ARENAL**

El tanque arenal cubriría el área conformada por las colonias: Universidad Pte., Fraccionamiento Flamboyanes, Lomas del Chairel, El Charro, El Ojital, Elias Piña, Luis Echeverría, Miguel de la Madrid, Modelo, Choferes, UAT, Arenal, Arboledas, Fraccionamiento Tancof, Sección 33, San Antonio, México, Fco. J. Mina y parte de la Progreso.

La línea de alimentación del tanque superficial de regularización sería a presión pues el punto donde se descargaría se encontraba por arriba de la plantilla del tanque elevado de la planta potabilizadora.

Los datos de proyecto y dimensionamiento de la infraestructura requerida fueron:

CONCEPTO		UNIDAD
Area de influencia =	841.93	ha (zona urbana)
Población (año 2010) =	841.93 x 96 = 80.825	hab
Dotación =	294	l/hab/día
Gasto Medio =	275.76	lps
Gasto Máximo Diario =	330.90	lps
Gasto Máximo Horario =	496.35	lps
Vol.tanque regularización (superficial) =	330.90 X 14.58 = 5, 000	m <sup>3</sup>
Vol. tanque elevado		
=Qmáx Hor x t =	400.00	m <sup>3</sup>
Diámetro de la línea	24	plg
Longitud de la línea	4,800	m

El volumen del tanque elevado es aproximado y corresponde a un tiempo de retención de 12 minutos.

**C) SUBSISTEMA LAGUNA DE LA PUERTA**

El tanque que se propuso en la planta potabilizadora Laguna de la Puerta cubriría el área restante.

Los datos de proyecto y dimensionamiento de infraestructura requeridos fueron:



### III.- PROPUESTAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

CONCEPTO		UNIDAD
Área de influencia =	1,027.88	ha (zona urbana)
Población (año 2010) =	1,027.88 x 96 = 98,676	hab
Dotación =	294	l/hab/día
Gasto Medio =	336.65	lps
Gasto Máximo Diario =	403.98	lps
Gasto Máximo Horario =	605.97	lps
Vol.tanque regularización (superficial existentes) =	2 X 8,000 = 16,000	m <sup>3</sup>
Vol. tanque elevado		
=Qmáx Hor x T =	500.00	m <sup>3</sup>
Diámetro de la línea	24	plg
Longitud de la línea	4,800	m

El volumen del tanque elevado es aproximado y corresponde a un tiempo de retención de 12 minutos.

Una vez determinado el dimensionamiento de los componentes más representativos de la alternativa se procedió a estimar los costos de inversión y de operación.

#### III.2.2.3 DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS DE OPERACION

Para el cálculo de los consumos de energía se consideró el empleo de los equipos con que se contaba para bombeo a la red, efectuando las adecuaciones necesarias para alcanzar los requerimientos de la alternativa. Los equipos con que se contaba en las distintas plantas y que en el momento de efectuar el presente estudio estaban en operación, eran los siguientes:

PLANTA	Nº DE EQUIPOS	POTENCIA HP	POTENCIA TOTAL HP
ALTAVISTA A	8	125	625
	6	60	360
OBRERA	4	150	600
LA PUERTA	5	150	750
HIDROS TANCOL	4	20	80
	2	125	250
	1	30	30

#### CONSUMOS:

##### a) En la Planta Altavista

a.1.) La energía necesaria para dar carga al Tanque Altavista se calculó en 238 HP y se emplearían dos equipos de 125 HP existentes en esa planta, por lo que el consumo de energía sería:

$$\text{kwh} = 250 \times 0.7457 = 186.42$$

a.2.) Línea de alimentación al Tanque Universidad, ya que solo se requería de 10 HP podría emplearse un equipo de 60 HP de los seis que existían en la Planta Altavista, disponibles

$$\text{kwh} = 60 \times 0.7457 = 44.74$$

##### b) En la Planta La Obrera

b.1.) La energía necesaria para dar carga al Tanque La Obrera se calculó en 517 HP y se emplearían para éste cuatro equipos de 150 HP existentes y se tendría un equipo de 150 HP de reserva adquirido, teniendo que el consumo sería:

$$\text{kwh} = 600 \text{ HP} \times 0.7457 = 447.42$$

##### c) En la Planta Universidad

c.1.) La energía que se requeriría para la elevación del agua al tanque La Obrera, sería de 35 HP, podría emplearse un equipo de 60 HP de los disponibles en la Planta Altavista, teniendo un consumo de:

$$\text{kwh} = 60 \times 0.7457 = 44.74$$

##### d) En la Planta la Puerta

d.1.) Líneas alimentadoras a los Tanques Superficiales Arenal y Revolución Verde y al Tanque Elevado La Puerta.

Empleando dos equipos de 150 HP para la línea Arenal, un equipo de 150 HP para la línea Revolución Verde y dos equipos de 150 HP para el tanque elevado La Puerta.

**ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA AMPLIACION Y ADECUACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO, TAMPS.**

Línea Arenal	kwh = 300 HP x 0.7457=	223.71
Línea		
Revolución	kwh = 150 HP x 0.7457=	111.85
La Puerta	kwh = 300 HP x 0.7457=	223.71
<b>SUMA</b>		<b>559.27</b>

**III.2.3 ALTERNATIVA III**

**III.2.3.1 SISTEMA ALTAVISTA**

**A) SUBSISTEMA ALTAVISTA**

En esta alternativa se planteó al igual que en las anteriores emplear el tanque elevado para retrolavado de filtros de la Planta Potabilizadora Altavista, para dar carga a la red que cubre las zonas alta y media baja de Tampico, que estaba trabajando a bombeo, efectuando los arreglos necesarios para bombear al tanque elevado y no a la red.

Los datos de proyecto e infraestructura requerida se listan a continuación.

CONCEPTO		UNIDAD
Area de influencia =	1,123.65	ha (zona urbana)
Población (año 2010) =	1,123.65 x 96 =	107,866 hab
Dotación	294	l/hab/día
Gasto Medio	367.98	lps
Gasto Máximo Diario	441.58	lps
Gasto Máximo Horario	662.37	lps
Vol. del tanque elevado (existente)	1,000	m <sup>3</sup>
Vol. del tanque de regularización (existente)	20,000	m <sup>3</sup>

Ahora bien, dentro del mismo subsistema Altavista se contaba con una área abastecida a gravedad, localizada al sur de la planta potabilizadora, formada por las colonias: Morelos, Cascajal, Vicente Guerrero y la Nacional, abastecidas a partir del tanque superficial de regularización existente de la Planta Potabilizadora Altavista.

Los datos de proyecto y dimensionamiento de la infraestructura requerida son:

CONCEPTO		UNIDAD
Area de influencia =	246.72	ha (zona urbana)
Población (año 2010) =	246.72 x 96 =	23,685 hab
Dotación	294	l/hab/día
Gasto Medio	89.80	lps
Gasto Máximo Diario	96.96	lps
Gasto Máximo Horario	145.44	lps
Vol. del tanque de regularización (existente)	20,000	m <sup>3</sup>

**e) En la Planta Revolución Verde**

e.1.) Se consideró que se podría emplear un equipo de 125 HP y uno más de los disponibles en la Planta Altavista, ya que se requieren 147 HP y no contaría con equipo de emergencia por lo que el consumo requerido para dar carga al agua y elevarla al tanque elevado sería:

$$kwh = 185 \text{ HP} \times 0.7457 = 137.95$$

**f) En la Planta El Arenal**

f.1.) Se emplearían dos equipos de 125 HP y otro de 60 HP que había disponibles en la Planta Altavista y se contaría con un equipo de emergencia, por lo que el consumo requerido para dar carga al agua y enviarla al tanque elevado sería:

$$kwh = 310 \text{ HP} \times 0.7457 = 231.17$$

En resumen en la Planta Altavista se tendrían como reserva dos equipos de 125 HP y tres de 60 HP.

En la Planta La puerta quedaría como reserva un equipo de 150 HP.

En el tanque la Obrera, no quedaría ningún equipo de reserva, los equipo de la Planta Hidros - Tancol se tendrían para casos de emergencia.

El consumo total sería de 1,588.34 KWH

Y el costo anual de operación para esta alternativa sería:

$$\text{COSTO TOTAL DE OPERACION} = 1,588.34 \times 150 \times 8.760 = \$ 2,087,078 / \text{año}$$

### III.- PROPUESTAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

#### B) SUBSISTEMA LA OBRARA.

En esta opción se propuso construir un tanque elevado de 15 m de altura aledaño a la estación de bombeo existente con el fin de sustituir el bombeo directo a la red. Así mismo, se propuso reducir el área de influencia de este tanque, desincorporando las colonias que se ubican al norte de la Av. Tamaulipas y al este de las vías del Ferrocarril a Monterrey, dichas colonias son: Ampliación Unidad Nacional, Manuel R. Díaz, Las Flores, Candelario Garza y su ampliación e Ignacio Zaragoza, quedando incorporadas todas ellas al sistema laguna de la puerta.

Los datos de proyecto y dimensionamiento de la infraestructura requerida fueron:

CONCEPTO	UNIDAD		
Área de influencia =	2,108.41	ha (zona urbana)	
Área de influencia =	169.35	ha (zona turística)	
Población (año 2010) =	2,108.41 x 96 = 165,028	hab	
Población (año 2010) =	169.35 x 51 = 8,637	hab	
Dotación =	294	l/hab/día	
Dotación turística	368	l/hab/día	
Gastos:	Urbano	Turístico	
Gasto Medio	690.54	36.78	lps
Gasto Máximo Diario	828.65	44.14	lps
Gasto Máximo Horario	1,242.97	66.21	lps
Vol. del tanque de regularización (existente)	1,000 m <sup>3</sup> (adicionales)		
Vol. del tanque elevado	Q máx. Hor x T = 950	m <sup>3</sup>	

El volumen del tanque elevado se calculó incluyendo un volumen de "reserva", en caso de paro total del equipo de bombeo; ésta reserva representa el volumen de un tiempo de retención de 12 minutos.

La otra zona se ubica al sureste de la Planta Potabilizadora Altavista y al sur de la estación la obrera, conformada por las colonias: Centro (parcialmente), Guadalupe Mainero, Guadalupe Victoria, Isleta Pérez y Tamaulipas, que constituirían el sistema a gravedad del tanque superficial de la obrera y es precisamente de éste donde se abastece.

Los datos de Proyecto y el dimensionamiento de la infraestructura requerida fueron:

CONCEPTO	UNIDAD	
Área de influencia =	362.43	ha (zona urbana)
Población (año 2010) =	362.43 x 96 = 34,793	hab
Dotación =	294	l/hab/día
Gasto Medio =	118.70	lps
Gasto Máximo Diario =	142.44	lps
Gasto Máximo Horario =	213.66	lps
Vol. tanque regularización (existente) =	12,000	m <sup>3</sup>

#### III.2.3.2 SISTEMA LAGUNA DE LA PUERTA

En esta alternativa y para este sistema se propuso plantear la división del mismo en tres subsistemas con tanques de regularización superficiales y de transición elevados con una altura de 15 m cada uno.

#### A) SUBSISTEMA REVOLUCION VERDE

El tanque de la colonia Revolución Verde, tendría, de acuerdo a lo planeado, una cobertura estimada de 947.11 ha, considerando las colonias que abastecería las cuales eran: Revolución Verde Solidaridad, Voluntad y Trabajo, Enrique Cárdenas González, López Portillo, 15 de Mayo, y Emiliano Zapata. Los datos de proyecto y dimensionamiento de la infraestructura requerida fueron los siguientes:

CONCEPTO	UNIDAD	
Área de influencia =	557.75	ha (zona urbana)
Población (año 2010) =	557.75 x 96 = 53,544	hab
Dotación =	294	l/hab/día
Gasto Medio =	182.67	lps
Gasto Máximo Diario =	219.21	lps
Gasto Máximo Horario =	328.81	lps
Vol. tanque regularización (superficial) =	219.21 x 14.58 = 3,500	m <sup>3</sup>
Vol. tanque elevado = Q máx Hor x t =	250.00	m <sup>3</sup>
Diámetro de la línea	24	plg
Longitud de la línea	5,260	m

El volumen del tanque elevado es aproximado y corresponde a un tiempo de retención igual a 12 minutos.

La línea funcionaría a presión partiendo de la estación de bombeo que se abastece del tanque superficial con que se cuenta en la Planta Potabilizadora Laguna de la Puerta.

**ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA AMPLIACION Y ADECUACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO, TAMPS.**

**B) SUBSISTEMA ARENAL**

El tanque arenal cubriría el área conformada por las colonias: Universidad Pte., Fraccionamiento Flamboyanes, Lomas del Chairel, El Charro, El Ojital, Elias Piña, Luis Echeverría, Miguel de la Madrid, Modelo, Choferes, UAT, Arenal, Arboledas, Fraccionamiento Tancol, Sección 33, San Antonio, México, Fco. J. Mina y parte de la Progreso.

La línea de alimentación del tanque superficial de regularización el arenal sería una línea a presión, pues el punto donde se descargaría se encuentra por arriba de la plantilla del tanque elevado de la planta potabilizadora.

Los datos de proyecto y dimensionamiento de la infraestructura requerida fueron los siguientes:

CONCEPTO		UNIDAD
Area de influencia =	841.93	ha (zona urbana)
Población (año 2010) =	841.93 x 96 = 80,825	hab
Dotación =	294	l/hab/día
Gasto Medio =	275.76	lps
Gasto Máximo Diario =	330.90	lps
Gasto Máximo Horario =	496.35	lps
Vol. tanque regularización (superficial) =	330.90 X 14.58 = 5,000	m <sup>3</sup>
Vol. tanque elevado		
=Q <sub>máx</sub> Hor x T =	400.00	m <sup>3</sup>
Diámetro de la línea	24	plg
Longitud de la línea	4,800	m

El volumen del tanque elevado es aproximado y corresponde a un tiempo de retención de 12 minutos.

**C) SUBSISTEMA LAGUNA DE LA PUERTA**

El tanque que se propuso en la Planta Potabilizadora Laguna de la Puerta cubriría el área restante.

Los datos de proyecto y dimensionamiento de infraestructura requeridos fueron los siguientes:

CONCEPTO		UNIDAD
Area de influencia =	1,027.88	ha (zona urbana)
Población (año 2010) =	1,027.88 x 96 = 98,676	hab
Dotación =	294	l/hab/día
Gasto Medio =	336.65	lps
Gasto Máximo Diario =	403.98	lps
Gasto Máximo Horario =	605.97	lps
Vol. tanque regularización (superficial existentes) =	2 X 8,000 = 16,000	m <sup>3</sup>
Vol. tanque elevado		
=Q <sub>máx</sub> Hor x T =	500.00	m <sup>3</sup>
Diámetro de la línea	24	plg
Longitud de la línea	4,800	m

El volumen del tanque elevado es aproximado y corresponde a un tiempo de retención de 12 minutos.

Una vez determinado el dimensionamiento de los componentes más representativos de la alternativa se procedió a estimar los costos de inversión y de operación.

**III.2.3 DETERMINACION DE LOS COSTOS DE OPERACION**

Para el cálculo de los consumos de energía se consideró el empleo de los equipos que se encontraban operando efectuando las adecuaciones necesarias para alcanzar los requerimientos de la alternativa. Los equipos con que se contaba en las distintas plantas y que en el momento de efectuar el presente estudio estaban en operación fueron:

PLANTA	Nº DE EQUIPOS	POTENCIA HP	POTENCIA TOTAL HP
ALTAVISTA	8	125	625
A	6	60	360
OBREIRA	4	150	600
LA PUERTA	5	150	750
HIDROS	4	20	80
TANCOL	2	125	250
	1	30	30

### III.- PROPUESTAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

#### CONSUMOS:

##### a) En la Planta Altavista

a.1.) La energía que se requería para dar carga al Tanque Altavista empleando dos equipos de 125 HP sería:

$$\text{kwh} = 250 \times 0.7457 = 186.42$$

a.2.) Línea alimentadora al tanque superficial obrera adicional, empleando un equipo de 60 HP, ya que solamente se requerían 15 HP, sería:

$$\text{kwh} = 60 \times 0.7457 = 44.74$$

##### b) En la Planta La Obrera

b.1.) El consumo de energía necesaria para dar carga al tanque La Obrera con un equipo de proyecto sería:

$$\text{kwh} = 60 \times 0.7457 = 447.42$$

##### c) En la Planta la Puerta

c.1.) Líneas alimentadoras a los Tanque Superficiales Arenal y Revolución Verde y al Tanque Elevado La Puerta.

Línea Arenal	kwh = 150 HP x 0.7457=	111.85
Línea Revolución	kwh = 150 HP x 0.7457=	111.85
La Puerta	kwh = 300 HP x 0.7457=	223.71
<b>SUMA</b>		<b>447.41</b>

##### d) En la Planta Revolución Verde

d.1.) Empleando un equipo de 125 HP y uno más de 60 HP de los que estaban disponibles en la Planta Potabilizadora Altavista, ya que se requerían 147 HP y no se contaría con equipo de emergencia. El consumo requerido para dar carga al tanque elevado sería:

$$\text{kwh} = 250 \text{ HP} \times 0.7457 = 186.42$$

##### e) En la Planta El Arenal

e.1.) Se emplearían dos equipos de 125 HP y uno de 60, disponibles en la Planta Altavista suficientes para cubrir las necesidades de este bombeo, por lo que el consumo requerido para dar carga al tanque elevado sería:

$$\text{kwh} = 310 \text{ HP} \times 0.7457 = 231.17$$

En resumen en la Planta Altavista se tendrían como reserva tres equipos de 125 HP y tres de 60.

En la Planta La puerta quedaría como reserva un equipo de 150 HP.

En la Planta La Obrera, no quedaría ningún equipo de reserva.

Y los equipo de la Planta Hidros - Tancol se tendrían para casos de emergencia.

El consumo total sería de 1,495.13 KWH

Y el costo anual de operación para esta alternativa sería:

$$\text{COSTO TOTAL DE OPERACION} = 1,495.13 \times 150 \times 8,760 = \$ 1,964,600 / \text{año}$$

Las alternativas se presentan de manera esquemática incluyendo sus datos de proyecto en las Figs. III.2.1., III.2.2 y III.2.3, respectivamente.

#### III.3 COSTO ACTUALIZADO DE ALTERNATIVA

Con el propósito de que se efectuara una comparación en cuanto a los costos de operación y de infraestructura requerida en cada alternativa, se determinaron los costos correspondientes actualizados por alternativa, empleando los factores financiero de actualización vigentes al momento de realizar el estudio.

Los resultados obtenidos se presentan en los cuadros siguientes:

**ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA AMPLIACION Y ADECUACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO, TAMPS.**

**III.3 COSTO ACTUALIZADO DE ALTERNATIVA**

**PRESUPUESTO DE LA ALTERNATIVA N° 1**

**PRESUPUESTO DE LA LINEA DE INTERCONEXION TANQUE SUPERFICIAL Y TANQUE ELEVADO DE LA COLONIA ARENAL**

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO INDICE	IMPORTE S
PLANTA DE BOMBEO				
• Suministro e instalación, prueba y puesta en servicio de equipo mecánico, incluye subestación eléctrica y cárcamo de bombeo	HP	255	2.400	612.000,00
TANQUES				
• Tanque de entregas superficiales o caja rompedora de presión	M <sup>3</sup>	5.000	207,60	1.038.000,00
Tanques elevados, H = 15 m.	M <sup>3</sup>	400	668,40	267.360,00
SUMINISTRO E INSTALACIONES DE TUBERIAS (Incluye suministro, instalación y terracería)				
Asbesto - Cemento clase A-5 Diámetro 600 mm ( 24" )	M	5.340	288,87	1.542.565,80
<b>SUMA</b>				<b>3.459.925,80</b>

### III.- PROPUESTAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

#### PRESUPUESTO DE LA ALTERNATIVA N° 1

#### PRESUPUESTO DE LA LINEA DE INTERCONEXION TANQUE SUPERFICIAL Y TANQUE ELEVADO DE LA COLONIA REVOLUCION VERDE

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO INDICE	IMPORTE S
PLANTA DE BOMBEO				
• Suministro e instalación, prueba y puesta en servicio de equipo mecánico, incluye subestación eléctrica y cárcamo de bombeo	HP	250	2.400	600.000,00
TANQUES				
• Tanque de entregas superficiales o caja rompedora de presión	M <sup>3</sup>	5.500	207,6	1.141.800,00
Tanques elevados, H = 15 m.	M <sup>3</sup>	400	668,4	267.360,00
SUMINISTRO E INSTALACIONES DE TUBERIAS (Incluye suministro, instalación y terracería)				
Asbesto - Cemento clase A-5 Diámetro 600 mm ( 24")	M	5.260	288,87	1.519.456,20
<b>SUMA</b>				<b>3.528.616,20</b>

**ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA AMPLIACION Y ADECUACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO, TAMPS.**

**PRESUPUESTO DE LA ALTERNATIVA N° I**

**PRESUPUESTO DE TANQUES ELEVADOS EN LA PLANTA DE BOMBEO OBRERA Y EN LA PLANTA POTABILIZADORA LAGUNA DE LA PUERTA**

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO INDICE	IMPORTE S
TANQUES				
PLANTA LA OBRERA				
• Tanques elevados, H = 15 m. POTABILIZADORA LAGUNA DE LA PUERTA	M <sup>3</sup>	800	668.40	534.720,00
• Tanques elevados, H = 15 m.	M <sup>3</sup>	500	668.40	334.200,00
<b>SUMA</b>				<b>868.920,00</b>
<b>T O T A L</b>				<b>7.857.462,00</b>



**III.- PROPUESTAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE**

**III.3 COSTO ACTUALIZADO DE ALTERNATIVA**

**PRESUPUESTO DE LA ALTERNATIVA N° II**

**PRESUPUESTO DE LA LINEA DE INTERCONEXION TANQUE SUPERFICIAL Y TANQUE ELEVADO DE LA COLONIA ARENAL**

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO INDICE	IMPORTE S
<b>PLANTA DE BOMBEO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suministro e instalación, prueba y puesta en servicio de equipo mecánico, incluye subestación eléctrica y cárcamo de bombeo</li> </ul>	H P	255	2.400	612.000,00
<b>TANQUES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanque de entregas superficial o caja rompedora de presión</li> </ul>	M <sup>3</sup>	5.000	207,60	1.038.000,00
Tanques elevados, H = 15 m.	M <sup>3</sup>	400	668,40	267.360,00
<b>SUMINISTRO E INSTALACIONES DE TUBERIAS</b> (Incluye suministro, instalación y terracería)  Asbesto - Cemento clase A-5  Diámetro 600 mm ( 24")	M	5.340	288,87	1.542.565,80
<b>SUMA</b>				<b>3.459.925,80</b>

**ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA AMPLIACION Y ADECUACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO, TAMP.S.**

**PRESUPUESTO DE LA ALTERNATIVA N° II**

**PRESUPUESTO DE LA LINEA DE INTERCONEXION TANQUE SUPERFICIAL Y TANQUE ELEVADO DE LA COLONIA REVOLUCION VERDE**

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO INDICE	IMPORTE S
PLANTA DE BOMBEO				
• Suministro e instalación, prueba y puesta en servicio de equipo mecánico, incluye subestación eléctrica y cárcamo de bombeo	HP	250	2.400	600.000,00
TANQUES				
• Tanque de entregas superficiales o caja rompedora de presión	M <sup>3</sup>	5.500	207,60	1.141.800,00
Tanques elevados, H = 15 m.	M <sup>3</sup>	400	668,40	267.360,00
SUMINISTRO E INSTALACIONES DE TUBERIAS (Incluye suministro, instalación y terracería)				
Asbesto - Cemento clase A-5 Diámetro 600 mm ( 24")	M	5.260	288,87	1.519.456,20
<b>SUMA</b>				<b>3.528.616,20</b>

**III.- PROPUESTAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE****PRESUPUESTO DE LA ALTERNATIVA N° II****PRESUPUESTO DE LINEA DE INTERCONEXION TANQUE SUPERFICIAL Y TANQUE ELEVADO EN LA AV. UNIVERSIDAD**

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO INDICE	IMPORTE S
PLANTA DE BOMBEO				
• Suministro e instalación, prueba y puesta en servicio de equipo mecánico, incluye subestación eléctrica y cárcamo de bombeo	HP	35	2.400	84.000,00
TANQUES				
• Tanque de entregas superficiales o caja rompedora de presión	M <sup>3</sup>	900	207,60	186.840,00
Tanques elevados, H = 15 m.	M <sup>3</sup>	60	668,40	40.104,00
SUMINISTRO E INSTALACIONES DE TUBERIAS (Incluye suministro, instalación y terracería)				
Asbesto - Cemento clase A-5 Diámetro 305 mm ( 12")	M	3.900	89,69	349.802,70
<b>SUMA</b>				<b>660.746,70</b>

**ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA AMPLIACION Y ADECUACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO, TAMPS.**

**PRESUPUESTO DE LA ALTERNATIVA N° II**

**PRESUPUESTO DE TANQUES ELEVADOS EN LA PLANTA DE BOMBEO OBRERA Y EN LA PLANTA POTABILIZADORA LAGUNA DE LA PUERTA**

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO INDICE	IMPORTE S
TANQUES PLANTA LA OBRERA				
• Tanques elevados, H = 15 m. POTABILIZADORA LAGUNA DE LA PUERTA	M <sup>3</sup>	800	668,40	534.720,00
• Tanques elevados, H = 15 m.	M <sup>3</sup>	500	668,40	334.200,00
<b>SUMA</b>				<b>868.920,00</b>
<b>TOTAL</b>				<b>8.518.208,70</b>

### III.- PROPUESTAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

#### III.3 COSTO ACTUALIZADO DE ALTERNATIVA

##### PRESUPUESTO DE LA ALTERNATIVA N° III

##### PRESUPUESTO DE LA LINEA DE INTERCONEXION TANQUE SUPERFICIAL Y TANQUE ELEVADO DE LA COLONIA ARENAL

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO INDICE	IMPORTE S
PLANTA DE BOMBEO				
• Suministro e instalación, prueba y puesta en servicio de equipo mecánico, incluye subestación eléctrica y cárcamo de bombeo	HP	255	2,400	612.000,00
TANQUES				
• Tanque de entregas superficiales o caja rompedora de presión	M <sup>3</sup>	5.000	207,60	1.038.000,00
Tanques elevados, H = 15 m.	M <sup>3</sup>	400	668,40	267.360,00
SUMINISTRO E INSTALACIONES DE TUBERIAS (Incluye suministro, instalación y terracería)				
Asbesto - Cemento clase A-5				
Diámetro 600 mm ( 24")	M	5.340	288,87	1.542.565,80
<b>SUMA</b>				<b>3.459.925,80</b>

**ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA AMPLIACION Y ADECUACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO, TAMPS.**

**PRESUPUESTO DE LA ALTERNATIVA N° III**

**PRESUPUESTO DE LA LINEA DE INTERCONEXION TANQUE SUPERFICIAL Y TANQUE ELEVADO DE LA COLONIA REVOLUCION VERDE**

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO INDICE	IMPORTE S
<b>PLANTA DE BOMBEO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Suministro e instalación, prueba y puesta en servicio de equipo mecánico, incluye subestación eléctrica y cárcamo de bombeo</li> </ul>	HP	147	2.400	352.800,00
<b>TANQUES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tanque de entregas superficiales o caja rompedora de presión</li> </ul>	M <sup>3</sup>	3.500	207,6	726.600,00
Tanques elevados, H = 15 m.	M <sup>3</sup>	250	668,4	167.100,00
<b>SUMINISTRO E INSTALACIONES DE TUBERIAS</b> (Incluye suministro, instalación y terracería) Asbesto - Cemento clase A-5 Diámetro 508 mm ( 20")	M	5.260	229,36	1.206.433,60
<b>SUMA</b>				<b>2.452.933,60</b>

### III.- PROPUESTAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

#### PRESUPUESTO DE LA ALTERNATIVA N° III

#### PRESUPUESTO DE LA LINEA DE INTERCONEXION, TANQUE SUPERFICIAL Y TANQUE ELEVADO DE LA COLONIA OBRERA

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO INDICE	IMPORTE S
<b>TANQUES</b>				
• Tanque de entregas superficiales o caja rompedora de presión	M <sup>3</sup>	1.000	207,60	207.600,00
Tanques elevados, H = 15 m.	M <sup>3</sup>	1.000	668,40	668.400,00
<b>SUMINISTRO E INSTALACIONES DE TUBERIAS</b> (Incluye suministro, instalación y terracería)				
Asbesto - Cemento clase A-5				
Diámetro 456 mm ( 18")	M	3.270	188,196	615.400,92
<b>SUMA</b>				<b>1.491.400,92</b>

#### PRESUPUESTO DE LA ALTERNATIVA N° III

#### PRESUPUESTO DE TANQUE ELEVADO EN LA PLANTA POTABILIZADORA LAGUNA DE LA PUERTA

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO INDICE	IMPORTE S
<b>TANQUES</b>				
POTABILIZADORA LAGUNA DE LA PUERTA				
• Tanques elevados, H = 15 m.	M <sup>3</sup>	500	668,4	334.200,00
<b>SUMA</b>				<b>334.200,00</b>
<b>T O T A L</b>				<b>7.738.460,32</b>

**ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA ADECUACION Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO, TAMPS.**

**III.3 COSTO ACTUALIZADO DE ALTERNATIVA**

**REUMEN DE COSTOS DE INFRAESTRUCTURA POR ALTERNATIVA**

(FN MILES DE PESOS)

ALTERNATIVA		INFRAESTRUCTURA								IMPORTE
		PLANTAS DE BOMBEO		LINEAS DE CONDUCCION		TANQUES SUPERFICIALES		TANQUES ELEVADOS		TOTAL
Nº	SUBSISTEMAS	OBRA	M \$	OBRA	M \$	OBRA	M \$	OBRA	M \$	M \$
I	CINCO	2 PLANTAS	1,212.00	24" L=5,340 M	3,062.02	5,000 M3	2,179.80	400 M3	1,403.64	7,857.46
	SUBSISTEMAS	505 HP		30" L=5,260 M		5,500 M3		400 M3		
II	SEIS	3 PLANTAS	1,296.00	24" L=5,340 M	3,411.82	5,000 M3	2,366.64	400 M3	1,443.74	8,518.20
	SUBSISTEMAS	540 HP		30" L=5,260 M		5,500 M3		400 M3		
III	CINCO	2 PLANTAS	964.80	24" L=5,340 M	3,364.40	5,000 M3	1,972.20	400 M3	1,437.06	7,738.46
	SUBSISTEMAS	402 HP		30" L=5,260 M		5,500 M3		400 M3		
				18" L=3,270 M		1,000 M3		1000 M3		

**NOTA:** EN LA PRESENTE TABLA SOLO SE INCLUYEN LOS COSTOS DE LA INFRAESTRUCTURA QUE DIFERENCIA A CADA ALTERNATIVA, EXCLUYENDO LOS COSTOS DE LAS OBRAS QUE LES SON COMUNES



**III.- PROPUESTAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE**

**III.3 COSTO ACTUALIZADO DE ALTERNATIVA**

**COSTO ACTUALIZADO DE INFRAESTRUCTURA**

AÑO	COEFICIENTE DE AMORTIZACION AL 12 % ANUAL A 20 AÑOS	COSTO ACTUAL DE INFRAESTRUCTURA POR ALTERNATIVA (1991) EN MILES DE S		
		ALTERNATIVA I	ALTERNATIVA II	ALTERNATIVA III
1991	0.13387878	7,857.46	8,518.20	7,738.46
ANUALIDADES A PAGAR EN BASE A UNA TASA DEL 12 % ANUAL				
AÑO	COEFICIENTE ANUAL	ALTERNATIVA I	ALTERNATIVA II	ALTERNATIVA III
1991	1.00	1,051.95	1,140.41	1,036.02
1992	1.00	1,051.95	1,140.41	1,036.02
1993	1.00	1,051.95	1,140.41	1,036.02
1994	1.00	1,051.95	1,140.41	1,036.02
1995	1.00	1,051.95	1,140.41	1,036.02
1996	1.00	1,051.95	1,140.41	1,036.02
1997	1.00	1,051.95	1,140.41	1,036.02
1998	1.00	1,051.95	1,140.41	1,036.02
1999	1.00	1,051.95	1,140.41	1,036.02
2000	1.00	1,051.95	1,140.41	1,036.02
2001	1.00	1,051.95	1,140.41	1,036.02
2002	1.00	1,051.95	1,140.41	1,036.02
2003	1.00	1,051.95	1,140.41	1,036.02
2004	1.00	1,051.95	1,140.41	1,036.02
2005	1.00	1,051.95	1,140.41	1,036.02
2006	1.00	1,051.95	1,140.41	1,036.02
2007	1.00	1,051.95	1,140.41	1,036.02
2008	1.00	1,051.95	1,140.41	1,036.02
2009	1.00	1,051.95	1,140.41	1,036.02
2010	1.00	1,051.95	1,140.41	1,036.02
<b>COSTO ACTUALIZADO A PAGAR EN 20 AÑOS</b>		<b>21,038.94</b>	<b>22,808.12</b>	<b>20,720.31</b>

### III.3 COSTO ACTUALIZADO DE ALTERNATIVA

#### COSTO ACTUALIZADO DE OPERACIÓN

AÑO	COEFICIENTE DE AMORTIZACION AL 12 % ANUAL A 20 AÑOS	COSTO ACTUALIZADO DE OPERACIÓN POR ALTERNATIVA (1991) EN MILES DE PESOS		
		ALTERNATIVA I	ALTERNATIVA II	ALTERNATIVA III
1991	0.13387878	1,969.50	2,087.08	1,964.60
ANUALIDADES A PAGAR EN BASE A UNA TASA DEL 12 % ANUAL				
AÑO	COEFICIENTE ANUAL	ALTERNATIVA I	ALTERNATIVA II	ALTERNATIVA III
1991	1.0000	1,969.50	2,087.08	1,964.60
1992	0.8929	1,758.48	1,863.46	1,754.11
1993	0.7972	1,570.07	1,663.81	1,566.17
1994	0.7118	1,401.85	1,485.54	1,398.36
1995	0.6355	1,251.65	1,326.38	1,248.54
1996	0.5674	1,117.55	1,184.26	1,114.77
1997	0.5066	997.81	1,057.38	995.33
1998	0.4523	890.90	944.09	888.69
1999	0.4039	795.45	842.94	793.47
2000	0.3606	710.22	752.62	708.45
2001	0.3220	634.13	671.98	632.55
2002	0.2875	566.18	599.99	564.78
2003	0.2567	505.52	535.70	504.26
2004	0.2292	451.36	478.30	450.24
2005	0.2046	403.00	427.06	402.00
2006	0.1827	359.82	381.30	358.93
2007	0.1631	321.27	340.45	320.47
2008	0.1456	286.85	303.97	286.13
2009	0.1300	256.11	271.40	255.48
2010	0.1161	228.67	242.32	228.10
<b>COSTO ACTUALIZADO A PAGAR EN 20 AÑOS</b>		<b>16,476.41</b>	<b>17,460.04</b>	<b>16,435.41</b>

**III.3 COSTO ACTUALIZADO DE ALTERNATIVA****RESUMEN DE COSTOS ACTUALIZADOS DE INFRAESTRUCTURA Y  
OPERACIÓN POR ALTERNATIVA**

<b>N°</b>	<b>SUBSISTEMAS</b>	<b>INFRAESTRUCTURA MILES DE PESOS</b>	<b>OPERACION MILES DE PESOS</b>	<b>IMPORTE TOTAL MILES DE PESOS</b>
	<b>CINCO</b>			
<b>I</b>	<b>SUBSISTEMAS</b>	21,038.94	16,476.41	37,515.36
	<b>SEIS</b>			
<b>II</b>	<b>SUBSISTEMAS</b>	22,808.12	17,460.04	40,268.16
	<b>CINCO</b>			
<b>III</b>	<b>SUBSISTEMAS</b>	20,720.31	16,435.41	37,155.72

ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA ADECUACION Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO, TAMPS.

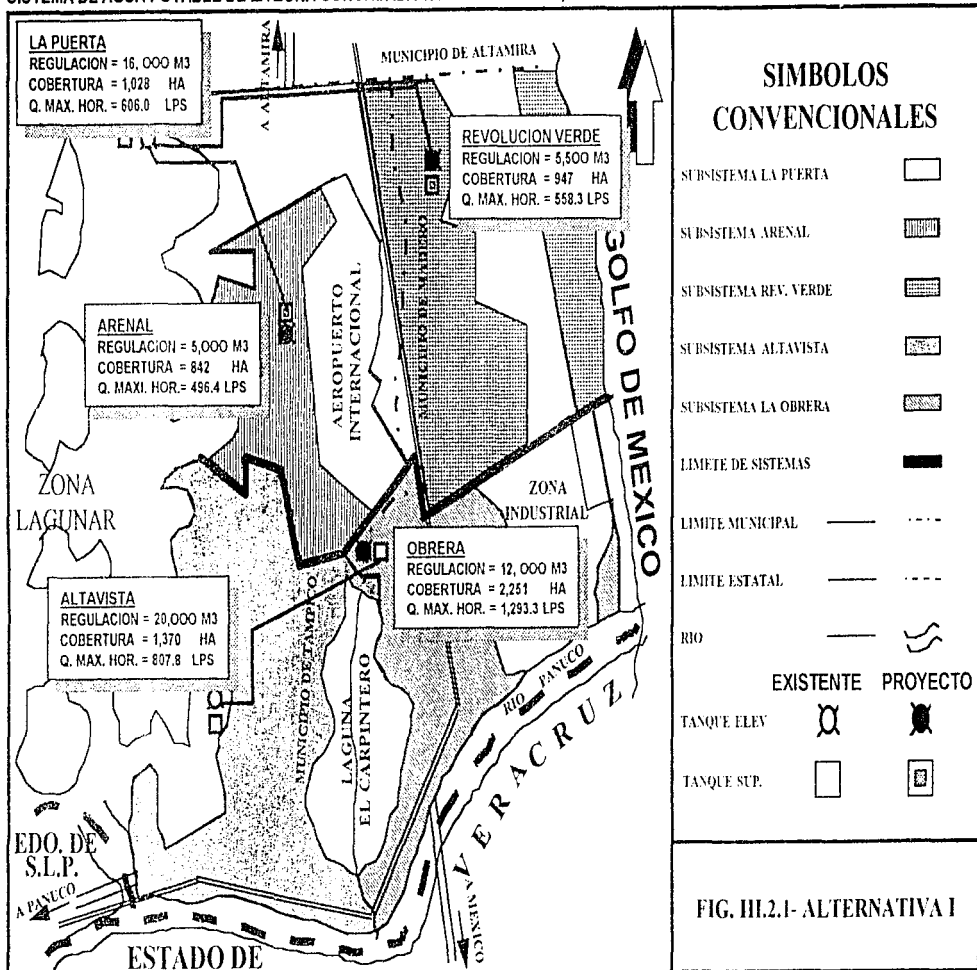


FIG. III.2.1- ALTERNATIVA I

### III.- PROPUESTAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

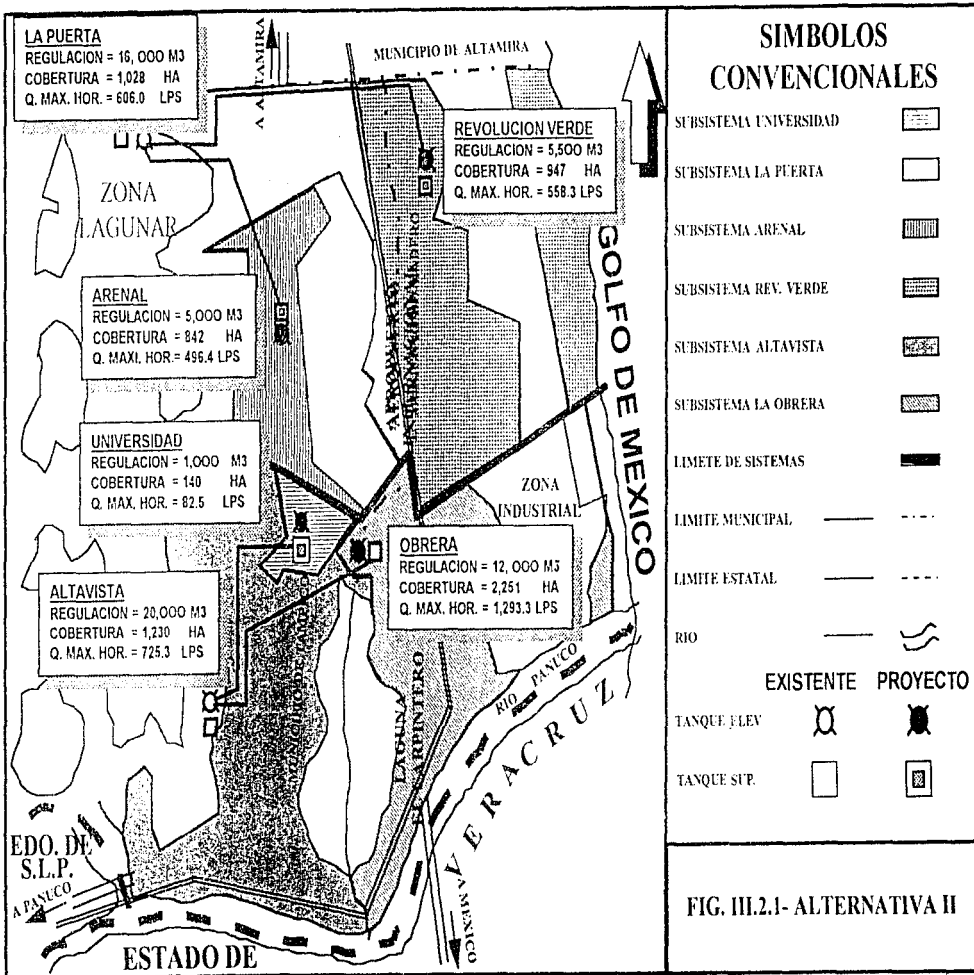


FIG. III.2.1- ALTERNATIVA II

ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA ADECUACION Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO, TAMPS.

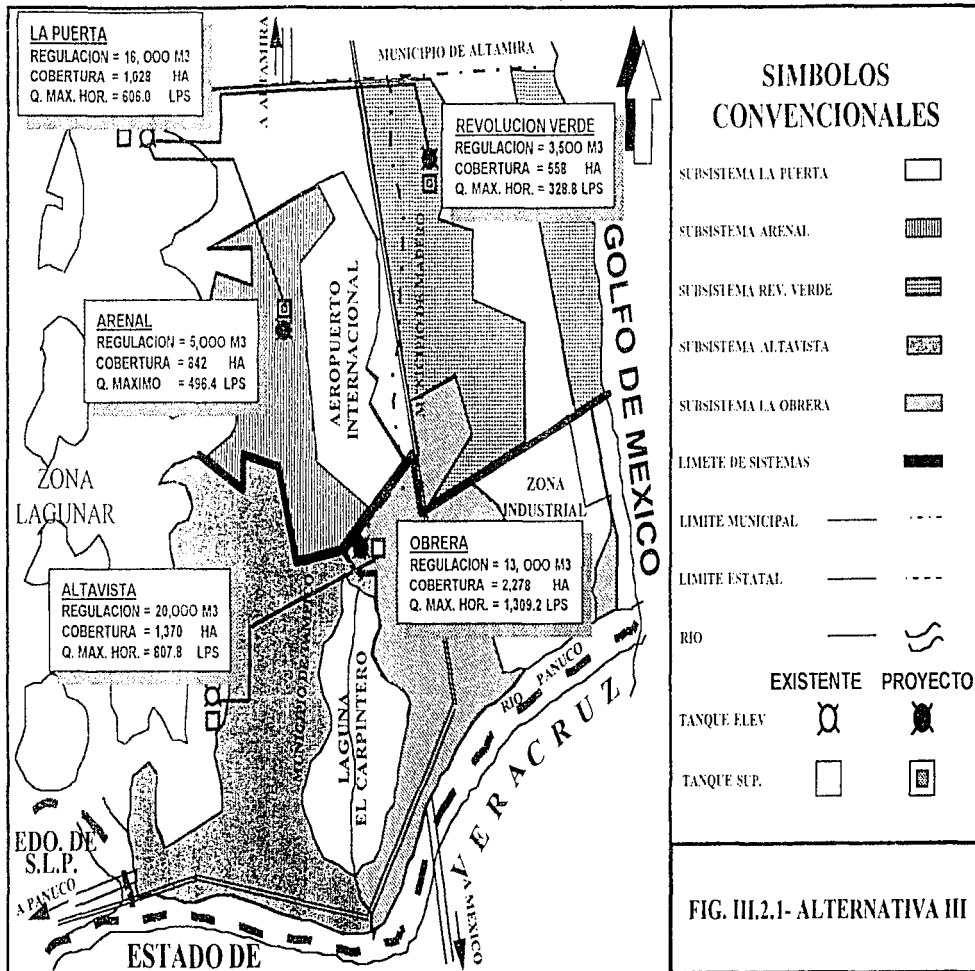


FIG. III.2.1- ALTERNATIVA III

#### III.4 SELECCION DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCION

Con base en el análisis económico efectuado en el punto anterior y de conformidad con las políticas de desarrollo urbano municipales se definió, conjuntamente entre las diferentes autoridades que tienen participación en el complejo proceso del suministro de agua, llevar a nivel ejecutivo la Alternativa I, ya que presenta mejores condiciones de operación, la sectorización del sistema se considera la más conveniente y aunque su costo no es el más económico la diferencia existente con la Alternativa III, que resulto ser la más económica, puede considerarse no relevante.

## **IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**



**IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Con la finalidad de satisfacer de manera adecuada las necesidades de agua potable de la zona conurbada Tampico - Madero, en el estado de Tamaulipas, se efectuó un diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua potable y de su organismo operador, la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado, en el que se determinaron sus deficiencias y requerimientos.

Una vez efectuado el diagnóstico se determinó que: la capacidad instalada era suficiente para satisfacer las necesidades preexistentes y futuras, en materia de agua potable; que era necesario ampliar la cobertura del servicio y hacer más eficiente la red de distribución, trabajándola a gravedad en zonas de presión bien definidas.

Determinados los requerimientos se procedió a realizar el planteamiento y el análisis de tres alternativas integrales de solución, efectuándose la revisión técnica y económica de cada una de ellas de manera muy minuciosa, determinándose por consenso, de todas las autoridades involucradas en el abastecimiento de agua potable, llevar a nivel ejecutivo la Alternativa I, ya que es ésta la que presenta las mejores condiciones de operación, la sectorización del sistema más conveniente, además desde el punto de vista de la política de desarrollo urbano municipal, es la más conveniente y aunque su costo no es el más económico la diferencia existente con la Alternativa III, que resulto ser la más económica, podría considerarse no significativa.

Es importante destacar la importancia que proyectos integrales, como el presente, tienen en la solución de la problemática del abastecimiento de agua potable, ya que al manejarse de una forma integral permiten dar soluciones técnica, social y políticamente efectivas, garantizando que se llevarán a la práctica realmente ya que contemplan todos los aspectos, desde el punto de vista legal de la constitución del organismo

operador hasta la cuantificación de las tomas domiciliarias pasando por: los análisis económicos y financieros, la cuantificación de los recursos hidráulicos existentes, la consolidación del organismo operador, etc.

Aunque proyectos integrales como éste, como cualquier otro, son susceptibles de mejorarse ya que pueden tener deficiencias, considero que sería conveniente y recomendable incluir en los programas docentes la implementación de proyectos similares que permitan al educando tener una visión más completa de la problemática que puede prevalecer en los sistemas de agua potable para que así puedan darse solución no sólo técnicas, sino que contemplen el mayor número de aspectos que intervienen en el abastecimiento de agua, ya que aunque pudieran proponerse las mejores soluciones técnicas, tal vez nunca se lleven a cabo por ser económicamente inviables o no ser congruentes con las políticas de desarrollo de la localidad en cuestión, contribuyendo de esta forma a tener una mejor capacidad de respuesta del educando.

**ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ELABORACION DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA ADECUACION Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CONURBADA TAMPICO-MADERO, TAMPS.**

---

**BIBLIOGRAFIA**

Normas de Proyectos para Obras de Abastecimiento de Agua Potable en Localidades Urbanas de la República Mexicana .- Elaborado por la extinta Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.- Editadas por la Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería.- México, 1990

Manual de Hidráulica Urbana.- Departamento del Distrito Federal.-Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, Edición SEP, México 1982

Archivos Estadísticos de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado, de la Zona Conurbada Tampico, Madero y Altamira, Tamps.- 1990