

**TESIS CON
FALLAS DE ORIGEN**

27A
28j



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

"ACATLAN"

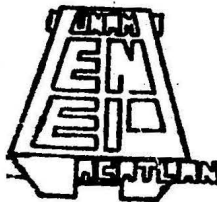
**" ESTUDIOS Y PROYECTOS PARA EVITAR LA
CONTAMINACION EN LA PRESA DE VALLE
DE BRAVO, ESTADO DE MEXICO "**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
LICENCIADO EN INGENIERIA CIVIL**

P R E S E N T A :

GABINA SANCHEZ ARRIAGA



ACATLAN, EDO. DE MEXICO 15. 2 1986 1987





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 está 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

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ACATLAN"
COORDINACION DEL PROGRAMA DE INGENIERIA

CI/225/1987.

SRITA. GABINA SANCHEZ ARRIAGA
Alumna de la carrera de Ingeniería Civil.
P r e s e n t e.

De acuerdo a su solicitud presentada con fecha 1° de septiembre de 1986, me complace notificarle que esta Coordinación tuvo a bien -- asignarle el siguiente tema de tesis: "Estudios y Proyectos para Evitar la Contaminación en la Presa de Valle de Bravo, Estado de México", el cual se desarrollará como sigue:

- Introducción.
- I.- Conceptos Teóricos.
- II.- Información Básica para la Elaboración de los Proyectos.
- III.- Proyecto de Desarrollo Urbano para la Ciudad de Valle de Bravo.
- IV.- Estudios sobre Fuentes de Contaminación.
- V.- Proyecto de Ampliación y Rehabilitación del Sistema de Agua Potable.
- VI.- Proyecto de Alcantarillado.
- VII.- Proyecto de Tratamiento de Aguas Negras.
- Conclusiones.
- Bibliografía.

Asimismo fue designado como Asesor de Tesis el señor Ing. J. Alfredo Bueno Contreras, profesor de esta Escuela.

Ruego a usted tomar nota que en cumplimiento de lo especificado en la Ley de Profesiones, deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito básico para sustentar examen profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado. - Esta comunicación deberá imprimirse en el interior de la tesis.

A t e n t a m e n t e
"POR MI RAZA HABLARE EL ESPERANTO"
Acatlán, Edo. de Méx., a 14 de diciembre de 1987.

ING. HERMENEGILDO ARCO GARRANO
Coordinador del Programa de
Ingeniería.

COORDINACION DEL PROGRAMA DE INGENIERIA

YES!S CON FALLAS DE ORIGEN

I N D I C E

	<u>Pág.</u>
INTRODUCCION	6
CAPITULO I	
CONCEPTOS TEORICOS	9
I.1 Agua Potable. Definición y Características	
I.2 Aguas Residuales. Definición y Características	
I.3 Contaminación del Agua	
I.4 Tratamiento de las Aguas Residuales	
CAPITULO II	
INFORMACION BASICA PARA LA ELABORACION DE LOS PRO- YECTOS	34
II.1 Antecedentes Históricas	
II.2 Localización Geográfica	
II.3 Aspecto de la Localidad	
II.4 Características económicas y sociales del mu- nicipio	
CAPITULO III	
PROYECTO DE DESARROLLO URBANO PARA LA CIUDAD DE VA LLE DE BRAVO	45
III.1 Bases del Proyecto	
III.2 Proyecto de Valle de Bravo-Avándare	
III.3 Conclusiones y Recomendaciones	
CAPITULO IV	
ESTUDIO SOBRE FUENTES DE CONTAMINACION	51
IV.1 Determinación de las estaciones de muestreo y afere	

IV.2 Diagnóstico de las posibles fuentes de contaminación que pudieran tener influencia en la presa

IV.3 Evaluación de resultados

CAPITULO V

PROYECTO DE AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE 64

V.1 Servicio actual de agua potable

V.2 Memoria descriptiva del proyecto

CAPITULO VI

PROYECTO DE ALCANTARILLADO 84

VI.1 Memoria descriptiva del proyecto de alcantarillado de aguas negras

VI.2 Memoria descriptiva del proyecto de alcantarillado pluvial

CAPITULO VII

TRATAMIENTO DE LAS AGUAS NEGRAS 93

CONCLUSIONES 102

BIBLIOGRAFIA 103

I N T R O D U C C I O N

Uno de los problemas, que plantea el crecimiento demográfico en los centros urbanos, es el abastecimiento de agua potable. En la Ciudad de México, dado el ritmo de crecimiento que lleva, no pasará mucho tiempo para que las fuentes de abastecimiento actuales sean insuficientes para satisfacer la necesidad de agua potable a la población y, debido a esto, se habrán de buscar nuevas fuentes en lugares fuera de la cuenca del Valle de México.

Una de las fuentes actuales que provee de agua a la Ciudad de México, es la presa de Valle de Bravo, sin embargo, debido a la carencia de un sistema de alcantarillado eficiente en esta población, se han presentado problemas de contaminación en el vaso a causa de las descargas de aguas negras que se vierten en ella.

El presente trabajo consiste en la recopilación de información tendiente a resolver este problema, el cual se ha dividido en siete capítulos, los cuales comprenden estudios globales de la población y de las condiciones de calidad de las aguas de la presa, así como la planeación integral de los servicios de agua potable y alcantarilla de.

En el capítulo I, se exponen brevemente los conceptos teóricos que se manejarán a lo largo del trabajo.

Para la elaboración de cualquier proyecto, es neces-

rio contar con información que permita la realización del mismo, en el capítulo II INFORMACION BASICA PARA LA ELABORACION DE LOS PROYECTOS, se tratan los aspectos higiénicos, económicos y sociales de las poblaciones enclavadas en la periferia de la presa, a fin de determinar el futuro desarrollo de las mismas.

En base a la información anterior, se elaboró el PROYECTO DE DESARROLLO URBANO PARA LA CIUDAD DE VALLE DE BRAVO, contenido en el capítulo III, el cual proporciona un análisis de los usos del suelo, actuales y futuros, así como de los centros poblacionales que, con razonable grado de seguridad, es permisible se desarrollarán en la ribera de la presa, los cuales, con el tiempo causarán también problemas de contaminación en el vaso.

Para tener idea de las condiciones de calidad de las aguas contenidas en la presa, se llevarán a cabo estudios tendientes a cuantificar el grado de contaminación de las mismas para poder dar solución al problema y prevenir los posibles en el futuro. Estos estudios se encuentran resumidos en el capítulo IV.

Los capítulos V y VI corresponden a los proyectos de agua potable y alcantarillado respectivamente. En ellos, se expone el proyecto a grandes rasgos y a manera de memoria descriptiva.

El capítulo VII y último del trabajo es el titulado TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS y en el se presentan tres opciones para tratar las aguas residuales de Valle de Bra-

vo y evitar con esto que las descargas de estas aguas se realicen directamente en el vaso de la presa y la sigan contaminando; lo cual ya resulta evidente en la proliferación del Lirio acuático en los sitios de las descargas.

I. CONCEPTOS TEORICOS

I.1 AGUA POTABLE. DEFINICION Y CARACTERISTICAS

El agua potable en términos generales se dice que es aquella que se puede beber sin peligro, de saber agradable y útil para los usos domésticos. De esta manera el agua debe estar exenta de olor, turbidez, sabor y olor; poseer una temperatura moderada y cumplir con las especificaciones de tipo químico y biológico.

En la tabla I.1 se consignan las impurezas más comunes en el agua y sus efectos

Impurezas en suspensión	Bacterias Algas, Protozoarios Hongos e Leve			- Das origina a enfermedades	
				- Olor, color, turbidez	
				- Turbidez	
Impurezas Dissueltas	Silica (1)	Ca y Mg	Bicarbonato	- Alcalinidad, dureza	
			Carbonato	- Alcalinidad, dureza	
			Sulfato	- Dureza	
			Cloruro	- Dureza, corrosión de calderas	
		Na	Bicarbonato	- Alcal., efecto de ablandicante	
			Carbonato	- " " "	
			Sulfato	- Formación de espuma en las generadoras de vapor	
			Fluoruro	- Actúa sobre el esmalte de los dientes	
				Cloruro	- Gusto
				Oxido de Hierro	- Gusto, agua rjiza, corrosión, dureza
		Manganeso	- Agua negraza o pardus		
		Colorantes vegetales	- Color (2), acidez		
Gases		Oxígeno	- Corrosión de metales		
		Amhidrido carbónico	- Corrosión de metales, acidez		
		Sulfhídrico	- Olor, acidez, corrosión		
		Nitrógeno			

Tabla I-1

Características

Celer y Turbidez. Por lo general, el celer es de origen vegetal, sin embargo, el agua puede ser celereada también por los desechos industriales, hierro y manganeso en estado natural, y por los productos de la corrosión. Para que resulte agradable el agua debe tener un celer tenue e una apariencia cristalina.

Saber y Olor. Los sabores y olores están asociados con: 1) materia orgánica en descomposición; 2) algas y otros organismos microscópicos vivos que contienen aceites esenciales y otros compuestos olorosos; 3) hierro, manganeso y otros productos metálicos de la corrosión; 4) residuos industriales, particularmente sustancias férricas; 5) cloro y sus compuestos de sustitución, que son desinfectantes, y 6) compuestos orgánicos sintéticos no degradables.

En general, los olores y sabores presentes en el agua potable no deberán ser suficientemente intensos como para causar una impresión sobre el consumidor. La cloración, tan importante para la seguridad del agua, produce frecuentemente, e acentúa, olores y sabores. Afortunadamente éstos se pueden destruir por oxidantes fuertes como el bióxido de cloro y el ozono, así como por el cloro mismo. También es importante la prevención de olores y sabores de algas por medio de la prudente destrucción de los crecimientos incipientes, con sulfato de cobre u otros compuestos de cobre. Así mismo, deberá cuidarse también la temperatura del agua, ya que el agua caliente sabe, e mejor dicho, tiene un saber simple.

La turbidez, color, sabor y olor no deberán ser tan fuertes que molesten los sentidos de la vista, gusto u olfato del consumidor. Los valores máximos aceptables son de 5 unidades para la turbidez, 15 unidades de color y un número de umbral de olor de 3.

Características químicas. En lo que se refiere al aspecto químico el agua no debe contener impurezas en concentraciones peligrosas, ni ser excesivamente corrosiva, ni tener excesos de las sustancias que se emplearon en su tratamiento. En la tabla I-2 se enlistan algunas de estas.

Sustancia	Concentración (mg/l)
Alquibencensulfenatos (ABS) productores de sabor	0.5
Arsénico (As)	0.01
Cloruros (Cl), productores de sabor	250.0
Extracto de carbón en cloroforme (CCE), productores de sabor, posiblemente tóxicos	0.2
Cianuros (CN)	0.01
Fluoruros (F), véase el párrafo sobre fluoruros	
Hierro (Fe), productor de sabor y color	0.3
Manganeso (Mn), productor de sabor y color	0.05
Nitratos (NO ₃) +, productores de Metahemoglobinemia	45.0
Fenoles, productores de sabor	0.001
Sulfatos (SO ₄) productores de sabor	250.0
Sólidos disueltos totales, laxantes	500.0
Cinc (Zn), productores de sabor	5.0

+ Cuando los nitratos exceden de esta cantidad, debe advertirse al público que el agua puede ser peligrosa para alimentación de infantes.

Tabla I-2

La presencia de las siguientes sustancias (venenosas) en exceso de las concentraciones mostradas en la lista, es una base para rechazar el suministro:

Sustancia	Concentración (mg/l)
Arsenico (As)	0.05
Bario (Ba)	1.00
Cadmio (Cd)	0.01
Cromo (hexavalente, Cr ⁶⁺)	0.05
Cianuros (CN)	0.2
Plomo (Pb)	0.05
Selenio (Se)	0.01
Plata (Ag)	0.05

Tabla I-3

Fluoruros. Los fluoruros naturalmente presentes en el agua potable no deberán tener valores promedio superiores a los límites mostrados en la siguiente tabla; las concentraciones mayores del doble de los valores óptimos constituyen una base para rechazar el abastecimiento.

Concentraciones permisibles y recomendadas de los fluoruros en el agua potable

Promedio anual de las temperaturas máximas diarias del aire +		Límites de control recomendados en las concentraciones de fluoruros, mg/l		
Grados	C	Inferior	Óptimo	Superior
10.0	12.0	0.9	1.2	1.7
12.1	14.5	0.8	1.1	1.5
14.6	17.6	0.8	1.0	1.3
17.7	21.4	0.7	0.9	1.2
21.5	26.3	0.7	0.8	1.0
26.3	32.5	0.6	0.7	0.8

+ Basado en datos de temperaturas obtenidos para un mínimo de 5 años

Tabla I-4

Calidad Bacteriológica. La calidad bacteriológica del agua potable, es de suma importancia debido a las múltiples enfermedades que puede ocasionar la presencia de organismos coliformes en el agua de suministro (Fiebre tifoidea, Disentería amibiana, Gastroenteritis, etc.). Por tal motivo, el agua es tratada con cloro a efecto de hacerla potable.

Las evaluaciones oficiales de la calidad bacteriológica se basan en pruebas cuantitativas para determinar la presencia de individuos del grupo de organismos coliformes que efectúan las oficinas estatales de sanidad o sus representantes designados.

De acuerdo a las normas del Public Health Service para agua potable, un agua aceptable no debe contener más de un organismo coliforme en 100 ml. Este grado de seguridad varía para diferentes partes del mundo.

I-2 AGUAS RESIDUALES. DEFINICION Y CARACTERISTICAS

En la expresión "aguas residuales" o "residuales" simplemente se comprende una combinación de: a) los líquidos - de desagüe de viviendas, edificios de oficinas e instituciones; b) Los líquidos sobrantes de los establecimientos industriales y c) aquellas aguas subterráneas, superficiales y de lluvia que pueden ser admitidas e conducidas por las alcantarillas. La parte a) se conoce frecuentemente con la denominación de aguas residuales sanitarias o domésticas. La b) es usualmente denominada residuales industriales. Las alcantarillas se clasifican según el tipo de aguas residuales para cuya conducción se hayan proyectado. Las alcantarillas sanitarias conducen las aguas residuales domésticas y las industriales producidas por la comunidad; las aguas subterráneas, superficiales y de lluvia son conducidas por las alcantarillas pluviales. Las alcantarillas combinadas recogen todas las clases de agua residual en unas conducciones únicas.

(3)

A las materias minerales orgánicas originalmente contenidas en el agua suministrada a la comunidad, se agrega un cúmulo de materias fecales, papel, jabón, suciedad, restos de alimentos (basura), y otras sustancias. Ciertos residuos permanecen en suspensión, algunos entran en solución y otros de éstos llegan a estar tan finamente divididos que adquieren las propiedades de las partículas coloidales (dispersas, submicroscópicas). Gran parte de la materia residual es orgánica y útil para los microorganismos saprófitos, es decir, organismos de la descom

posición. Se infiere que el drenaje doméstico es inestable, biológicamente degradable e putrescible y capaz de originar olores ofensivos.

La composición se refiere a los constituyentes físicos, químicos y biológicos que se encuentran en el agua residual. Según la cantidad de estos componentes, el agua residual se clasifica como fuerte, media e débil. La tabla I-5 muestra los datos típicos de la concentración y composición del agua residual doméstica.

Composición típica del agua residual doméstica

(Todos los valores excepte los sólidos sedimentables se expresan en mg/l)

Constituyente	Concentración		
	Fuerte	Media	Debil
Sólidos, en total	1200	700	350
Disueltos, en total	850	500	250
Fijos	525	300	145
Volátiles	325	200	105
Suspendidos, en total	350	200	100
Fijos	75	50	30
Volátiles	275	150	70
Sólidos sedimentables (ml/l)	20	10	5
(DBO ₅ . 20°)	300	200	100
Carbono orgánico total (COT)	300	200	100
(DQO)	1000	500	250
Nitrógeno (total como N)	85	40	20
Orgánico	35	15	8
Amenace libre	50	25	12
Nitritos	0	0	0
Nitratos	0	0	0
Fósforo (total como P)	20	10	6
Orgánico	5	3	2
Inorgánico	15	7	4
Cloruros +	100	50	30
Alcalinidad (como CaCO ₃) +	200	100	50
Grasa	150	100	50

+ Los valores aumentan con la cantidad en el suministro
Tabla I-5

Las aguas industriales varían en su composición de acuerdo con la industria. Algunas son aguas de enjuague relativamente limpias; otras se encuentran fuertemente cargadas de materia orgánica mineral, e con sustancias corrosivas, venenosas, inflamables e explosivas.

Características físicas

La característica física más importante del agua residual es su contenido total de sólidos, el cual está compuesto por materia flotante y materia en suspensión, en dispersión coloidal y en disolución. Otras características son la temperatura, celer y olor.

Sólidos totales. Los sólidos domésticos incluyen los procedentes de inodoros, fregaderos, baños, lavaderos, trituradores de basura y ablandadores de agua.

Temperatura. La temperatura del agua es un parámetro muy importante por su efecto en la vida acuática, en las reacciones químicas y velocidades de reacción y en la aplicabilidad del agua a usos múltiples. Una temperatura elevada puede, por ejemplo, producir un cambio en las especies piscícolas que existen en el agua.

La temperatura del agua residual es generalmente más alta que la del suministro, debido a la adición de agua caliente procedente de las casas e industrias.

Celer. La edad del agua residual se determina cualitativamente por su celer y olor. El agua residual reciente suele ser gris; sin embargo, como los compuestos orgánicos son descompuestos por las bacterias, el oxígeno disuelto en el agua residual se reduce a cero y el color -

cambia a negro. En esta condición, se dice que el agua residual es séptica. Algunas aguas residuales de tipo industrial añaden color al agua residual doméstica.

Olores. Los olores son debidos a los gases producidos por la descomposición de la materia orgánica. El agua residual reciente tiene un olor peculiar algo desagradable pero más tolerable que el del agua residual séptica. El olor más característico del agua residual séptica es el del Sulfuro de Hidrógeno (ácido sulfhídrico) producido por los microorganismos anaerobios que reducen los sulfatos a sulfitos. Las aguas residuales industriales contienen a veces compuestos oloresos e capaces de producir olores en el proceso de tratamiento.

Características Químicas

Materia orgánica. En un agua residual de intensidad media, un 75% de los sólidos suspendidos y un 40% de los sólidos filtrantes son de naturaleza orgánica. Proceden de los reinos animal y vegetal y de las actividades humanas relacionadas con la síntesis de compuestos orgánicos.

Los compuestos orgánicos están formados generalmente por una combinación de Carbono, Hidrógeno y Oxígeno, junto con Nitrógeno en algunos casos. Otros elementos importantes tales como Azufre, Fósforo e Hierro pueden hallarse también presentes. Los principales grupos de sustancias orgánicas hallados en el agua residual son las proteínas (40 a 60%), carbohidratos (25 a 50%), grasas y aceites (10%). La urea, principal constituyente de la orina, es otro importante compuesto orgánico del agua re

sidual.

Materia inorgánica. Las concentraciones de las sustancias inorgánicas en el agua aumentan por la formación geológica con la que el agua entra en contacto y también por las aguas residuales, tratadas e sin tratar, que se descargan a ella. Las aguas naturales disuelven parte de las rocas y minerales con las que están en contacto. Las concentraciones de los constituyentes inorgánicos aumentan igualmente debido al proceso natural de evaporación que elimina parte del agua superficial y deja la sustancia inorgánica en el agua.

Gases. Los gases más frecuentemente encontrados en el agua residual sin tratar son nitrógeno (N_2), oxígeno (O_2) anhídrido carbónico (CO_2), sulfuro de hidrógeno (SH_2), amoníaco (NH_3), y metano (CH_4). Los tres primeros son gases comunes en la atmósfera y se encuentran en todas las aguas que estén expuestas al aire. Los tres últimos proceden de la descomposición de la materia orgánica presente en el agua residual.

Características biológicas

Dentro del aspecto biológico se debe considerar a los grupos principales de microorganismos que se encuentran en las aguas superficiales y residuales. Estos grupos se clasifican en protistas, plantas y animales. La categoría de los protistas incluyen las bacterias, hongos, protozoos y algas. Como plantas, se clasifican en las de semilla, helechos, musgos y hepáticas. Como animales se dividen en vertebrados e invertebrados.

Características físicas, químicas y biológicas del agua residual

Parámetro	Origen
Físicas	
Sólidos	Suministro de agua, + residuos industriales y domésticos
Temperatura	Residuos industriales y domésticos
Color	Residuos industriales y domésticos
Olor	Agua residual en descomposición, residuos industriales
Químicas	
Orgánicas:	
Proteínas	Residuos comerciales y domésticos
Carbohidratos	Residuos comerciales y domésticos
Grasas animales, aceites y grasas minerales	Residuos indus., comer. y doméstico
Agentes tensioactivos	" industriales y domésticos
Fenoles	" industriales
Pesticidas	" agrícolas
Inorgánicas:	
pH	Residuos industriales
Cloruros	Suministro de agua domés., residuos indus. infiltración de aguas subterráneas
Alcalinidad	Residuos domésticos, suministro de agua de més., infiltración de agua subterránea
Nitrógeno	Residuos agrícolas y domésticos
Fósforo	Residuos indus. y domés., derrame natural
Azufre	Suministro de agua doméstica y residuos industriales
Compuestos tóxicos	Residuos industriales, infiltración de agua subterránea
Metales pesados	Residuos industriales
Gases:	
Oxígeno	Suministro de agua doméstica, infiltración de agua de superficie
Sulfuro de H	Descomposición de aguas domésticas
Metano	Descomposición de aguas domésticas
Biológicas	
Protistas	Residuos domés., plantas de tratamiento
Virus	Residuos domésticos
Plantas	Corrientes de agua al descubierto y plantas de tratamiento
Animales	Corrientes de agua al descubierto y plantas de tratamiento

+ Se refiere al suministro doméstico

I-3 CONTAMINACION DEL AGUA

En términos estrictos, contaminación es cualquier desviación de la pureza. Sin embargo según la Organización Mundial de la Salud, la contaminación se refiere a los cambios producidos en las aguas, indirectamente al menos, - por la acción del hombre, es decir artificialmente.

El agua, sustancia ampliamente distribuida, es un disolvente tan bueno que nunca se encuentra en la naturaleza en estado totalmente puro, inclusive en las zonas geográficas menos contaminadas, el agua de lluvia contiene CO_2 , O_2 , y N_2 disueltos, y puede presentar también en suspensión polvo u otras partículas tomadas de la atmósfera. Las aguas superficiales y de pozo suelen contener compuestos en disolución de metales como Na, Mg, Ca y Fe. El término agua dura se utiliza para describir al agua que contiene cantidades apreciables de tales compuestos. Inclusive el agua potable no es pura en un sentido químico. Se han eliminado los sólidos en suspensión y se han destruido las bacterias nocivas, pero aún quedan disueltas muchas sustancias. En realidad, el agua absolutamente pura no sería agradable para beber, ya que son las impurezas las que le proporcionan al agua el "saber" característico por el que se la reconoce.

De acuerdo a lo anterior el término puro, al utilizar se en el contexto de la contaminación del agua, significará un estado del agua en que ninguna sustancia se halla presente en concentraciones suficientes para impedir que sea usada con los propósitos considerados como normales. Las áreas usuales de utilización incluyen:

1. De recreación y estética;
2. Suministro público de agua;
3. Peces, otros organismos acuáticos y vida silvestre;
4. Agricultura;
5. Industria.

Cualquier sustancia que impida el uso normal del agua debe considerarse como un contaminante de la misma. Parte de la complejidad del problema de la contaminación del agua nace de la gran variedad de los usos de ésta. El agua que resulta apropiada para ciertos propósitos y se considera como no contaminada para ellos, puede serlo para otros.

Los síntomas de contaminación del agua son evidentes - incluso para el observador más casual. El agua sabe mal; masas de plantas acuáticas crecen sin control en muchas extensiones de agua; playas, ríos y lagos emiten olores desagradables; los peces comerciales y deportivos decrecen en número y la carne de algunos de ellos tiene mal sabor; puede verse petróleo flotando en la superficie de las aguas o depositado en las playas. La diversidad de estos síntomas y efectos indica la complejidad del problema. Sus orígenes deben atribuirse a muchas fuentes y tipos de contaminantes. Para ayudar al estudio de estos, se han clasificado en nueve categorías que se citan a continuación:

1. Residuos con requerimiento de oxígeno;
2. Agentes patógenos;
3. Nutrientes vegetales;
4. Compuestos orgánicos sintéticos;

5. Petr6leo;
6. Sustancias qu6micas inorg6nicas y minerales;
7. Sedimentos;
3. Sustancias radiactivas;
9. Calor.

1. Residuos con requerimiento de ox6geno. La causa primaria de la desoxigenaci6n del agua es la presencia de sustancias que en conjunto se denominan residuos con requerimiento de ox6geno. Se trata de compuestos que se degradan o descomponen f6cilmente debido a la actividad bacteriana en presencia del ox6geno. El ox6geno disuelto disponible es consumido por la actividad bacteriana, por lo que el encontrarse tales materiales - lleva con rapidez al agotamiento de ox6geno.

Aunque en esta categor6a se encuentren algunas -- sustancias inorg6nicas, la mayor parte de los resi--- duos con requerimiento de ox6geno son compuestos or-- g6nicos. Los contaminantes de esta clase proceden t6picamente de fuentes como las aguas de alba6al, tanto dom6sticas como de animales; desechos industriales - precedentes de las factor6as alimentarias; desperdi-- cios de las industrias papeleras; efluentes de matade ros y plantas empacadoras de carne.

2. Agentes pat6genos. El agua es un agente potencialmente portador de microorganismos pat6genos que pueden - poner en peligro la salud y la vida. Los agentes pat6 genos que con m6s frecuencia puede transmitir el agua son responsables de infecciones del tracto intestinal

(fiebres tifoidea y paratifoidea, disenteria y cólera), así como los de la poliomielitis y la hepatitis infecciosa.

3. Nutrientes vegetales. Los nutrientes son un importante factor limitante del crecimiento en todas las plantas. Entre los nutrientes necesarios están el carbono, nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y numerosos metales. El enriquecimiento natural del agua con nutrientes se denomina a menudo eutrofización. El término eutrófico significa bien nutrido.

La eutrofización se convierte en una cuestión de importancia ambiental al acelerarse los procesos de crecimiento acuático. Las actividades humanas pueden provocar la liberación de cantidades excesivas de nutrientes en los ecosistemas acuáticos. El resultado es una espectacular aceleración en los procesos naturales de eutrofización. Este proceso ha llegado a conocerse con el nombre de eutrofización cultural.

Inicialmente, la eutrofización cultural produce a veces efectos beneficiosos. El incremento piscícola es un ejemplo de ello. Sin embargo, las proliferaciones de algas y las plantas acuáticas excesivas caracterizan los estados avanzados en los que se desarrollan muchos problemas. El excesivo crecimiento vegetal es a menudo de aspecto desagradable e interfiere con los usos recreativos del agua. Las proliferaciones de algas producen asimismo olores y sabores poco agradables del agua y llegan a convertirse en consumidoras del oxígeno disuelto al morir y corromperse las

vegetales. Este último proceso conduce a los efectos de desoxigenación.

4. Compuestos orgánicos sintéticos. Los compuestos incluidos en esta categoría se usan como carburantes, plásticos, disolventes, detergentes, pinturas, plaguicidas, aditivos alimentarios y productos farmacéuticos.
5. Petróleos. La contaminación por petróleo es una consecuencia casi inevitable de la dependencia de una población en rápido crecimiento de la tecnología basada en el petróleo. En un contexto ambiental, el término petróleo significa el crudo del mismo o cualquiera de los productos refinados de este.
6. Sustancias químicas inorgánicas y sustancias minerales. Esta categoría de contaminantes del agua comprende de sales inorgánicas, ácidos minerales y metales e compuestos metálicos finamente divididos. La presencia de tales contaminantes ocasiona tres efectos generales: pueden aumentar la acidez, la salinidad y la toxicidad del agua.
7. Sedimentos. Los sedimentos son un tipo de contaminación debido al proceso natural de erosión. Los producidos por este proceso representan los mayores contaminantes de las aguas superficiales. Se calcula que la carga sólida en suspensión que llega a las aguas naturales es al menos de 700 veces mayor que la precedente de las aguas residuales.
8. Materiales radiactivos. Algunos elementos (radienuclidos) contienen núcleos altamente inestables que se desintegran (descomponen) para formar partículas meno-

res al tiempo que emiten radiación de elevada energía. La radiación resultante de estos procesos de desintegración radioactiva puede ser muy nociva, incluso letal para los organismos vivos. Los efectos reales sobre la salud que resultan de una exposición a radiación depende de varios factores, que incluyen el tipo, la energía y la intensidad de esta, así como de la medida en que el radionúclido responsable es absorbido por el organismo vivo.

9. Calor. La adición de calor en exceso a una masa de agua provoca efectos adversos tan numerosos como muchos de los contaminantes químicos. Este grave problema de contaminación térmica precede originalmente de la práctica de usar el agua como refrigerante en muchos procesos industriales. La mayor parte del agua utilizada para este fin es devuelta a las fuentes originales.

Con frecuencia, el agua de refrigeración empleada puede presentar una temperatura superior en 12°C a la de la corriente o río donde es devuelta. Este aumento de calor incrementa la temperatura de las aguas, resultando que: 1) disminuye la cantidad de oxígeno disuelto en el agua; 2) aumenta la velocidad de las reacciones químicas; 3) la vida acuática recibe datos falsos sobre la temperatura; 4) pueden sobrepasarse los límites térmicos letales.

I.4 TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

Las descargas de aguas residuales son la fuente de la mayor parte de la contaminación antropogénica que pueda hallarse en las aguas naturales (mares, lagos, ríos, etc.) En consecuencia, la limpieza de las aguas residuales - constituye un importante aspecto de los esfuerzos actuales para controlar la contaminación del elemento líquido. A continuación se describen los procesos normalmente usados para el tratamiento de las aguas residuales.

El tratamiento de las aguas residuales se clasifica - generalmente en cuatro etapas o pasos: pretratamiento, - primario, secundario y terciario. El pretratamiento se - utiliza para eliminar la grasa y espuma del agua residual, antes de la sedimentación primaria, con el objeto de mejorar su tratabilidad. El proceso primario está - constituido por etapas dirigidas hacia la eliminación de la mayor parte de materiales sólidos en el agua (usualmente por medios mecánicos), y a rebajar moderadamente - la demanda bioquímica de oxígeno (4). Durante el tratamiento secundario, la DBO es rebajada drásticamente mediante la oxidación biológica de la materia orgánica disuelta. En la tercera etapa se eliminan todos los sólidos restantes, minerales disueltos en cantidades excesivas y compuestos orgánicos. Esto se consigue gracias a - una serie de procesos biológicos, químicos y físicos.

Pretratamiento

El primer paso en el tratamiento preliminar del agua residual consiste en la separación de los sólidos gruesos. Los grandes objetos flotantes se suprimen haciendo pasar el agua residual a través de tamices. Algunas plantas emplean un mecanismo denominado desmenuzador que criba y muele los materiales. Las sustancias molidas o desmenuzadas quedan en el agua y serán retiradas más tarde en una cisterna de decantación.

Eliminación de impurezas. Arena, tierra, cenizas y pequeños guijarros se dejan sedimentar en el fondo de una cámara de impurezas. Este es un paso muy importante para ciudades con sistemas combinados de alcantarillados municipales. Las impurezas obtenidas en el proceso se eliminan utilizándolas para relleno de tierras.

Tratamiento primario

En el tratamiento primario se elimina la mayor parte de la materia sólida y rebaja moderadamente la DBO.

Las aguas residuales, incluso después de suprimir las impurezas, aún contienen sólidos en suspensión. Estos se sedimentarán si se reduce la corriente en los albañales, - lo que se consigue en una cisterna de sedimentación apropiada. Los sólidos en suspensión van al fondo y la masa resultante, llamada lodos brutos, se recoge para su eliminación.

El tratamiento primario se completa cuando el efluente, es tratado con gas cloro antes de descargarse en una corriente de agua. Este gas se añade para destruir bacte

rias patógenas.

El tratamiento primario elimina aproximadamente el 35% de la DBO, el 60% de los sólidos en suspensión (en el que se incluye el 20% del Nitrógeno total y el 10% del Fósforo total), pero ninguno de los minerales disueltos.

Procesos de Tratamiento Secundario

Este tratamiento es básicamente de tipo biológico y se puede realizar de manera anaerobia o aerobia.

En el transcurso del tratamiento secundario se emplean procesos biológicos para rebajar más la DBO de las aguas residuales y eliminar las materias adicionales en suspensión. Los procesos biológicos empleados, se aproximan a los de degradación natural. Los filtros de gotas y los procesos de lechos activados constituyen los sistemas más utilizados, siendo este último algo más popular. Un sistema eficaz de lecho activado puede eliminar hasta el 90% de los sólidos en suspensión y de la DBO. Un sistema de filtro de gotas, puede hacer desaparecer entre el 80% y el 85%, pero en la práctica lo más común es el 75% de los sólidos en suspensión y de la DBO.

Un filtro de gotas (5) es simplemente un lecho de piedra y grava con un espesor comprendido entre 1 y 3 metros, a través del cual pasa lentamente el agua de abastecimiento. Las bacterias se acumulan y se multiplican sobre las piedras y las gravas, hasta hacerse lo bastante numerosas como para consumir la mayor parte de la materia orgánica del agua residual. Esta, después de pasar por el

lecho activado, sale goteando por unos tubos situados en el fondo del filtro. El filtrado no es la parte importante del proceso, sino la adsorción de la materia orgánica sobre las piedras y gravas, a la que sigue una descomposición bacteriana que limpia el agua. En la zona próxima a la superficie del filtro tiene lugar procesos aerobios importantes, pero a medida que aumenta la profundidad - predomina la actividad anaerobia.

En el proceso de los lechos activados, la velocidad - de la acción bacteriana se ve aumentada haciendo entrar en íntimo contacto aire y lecho con bacterias, con el efluente del tratamiento primario. Aguas residuales, aire y lecho activado, permanecen en contacto varias horas en la sistema de aireación. Durante este tiempo, los residuos orgánicos se degradan por la acción bacteriana.

Desde la unidad de aireación el efluente fluye hacia un tanque de sedimentación secundario, donde se recoge - el lecho biológicamente activado. Parte del mismo se emplea para sembrar la próxima carga de residuos procedentes de los tanques de sedimentación primaria. Este reciclaje del lecho es esencial; sin él no habría suficiente actividad biológica en la unidad de aireación. El efluente que procede del tanque de sedimentación secundaria - puede verterse en las aguas naturales, o ser enviado al tratamiento terciario.

Procesos de Tratamiento Terciario e Avanzado

Los tratamientos primario y secundario de las aguas residuales disminuyen la DBO del agua y eliminan las bacterias nocivas, pero no pueden eliminar con eficacia otros compuestos orgánicos e inorgánicos en disolución. El tratamiento terciario está destinado a la supresión de casi todos los contaminantes disueltos y suspendidos que quedan en el agua después del tratamiento secundario.

Después del tratamiento secundario permanecen en el agua pequeñas cantidades de sustancias orgánicas disueltas, que crean problemas de olor y sabor y que revisten la mayor importancia desde el punto de vista toxicológico. La técnica más evolucionada para la eliminación de estos compuestos es la adsorción sobre carbón activado. La práctica más normal es hacer pasar el agua residual a través de recipientes llenos de este adsorbente. También permanecen en el efluente sólidos en suspensión formados principalmente por el lodo no eliminado en el tanque de sedimentación. Estos sólidos son responsables de una gran parte de la DBO y para su eliminación se emplea el alumbre, el cual es un coagulante que rodea las partículas y sedimenta con ellas en el fondo de un tanque apropiado.

Los materiales orgánicos disueltos también pueden eliminarse del agua residual mediante oxidación química. El peróxido de hidrógeno ($H_2 O_2$) y el ozono (O_3) son los oxidantes utilizados en este proceso. El agua oxigenada es inestable en disolución y se descompone liberando oxígeno. El oxígeno liberado oxida rápidamente cualquier ma

terial orgánico presente. El gas ozono también es capaz de oxidar la mayor parte de sustancias orgánicas del agua residual. Además, elimina colores y aromas desagradables y destruye organismos patógenos.

Los compuestos inorgánicos en disolución que contienen nitrógeno y fósforo no son convenientes en las aguas residuales debido al papel que desempeñan en la eutrofización. El fósforo normalmente se presenta en forma de ión fosfato, PO_4^{3-} , que puede eliminarse por precipitación. El sulfato de aluminio, un coagulante químico, reacciona con los iones PO_4^{3-} para formar un precipitado sólido que sedimenta con otros sólidos.

La combinación de los procesos biológicos de nitrificación y desnitrificación ha sido objeto de gran interés como posible forma de eliminación de nitrógeno en forma de NH_3 de las aguas residuales. El proceso consiste en la oxidación del amoníaco hasta nitratos (NO_3^-), es decir, una nitrificación. Los nitratos luego se reducen a gas nitrógeno (desnitrificación) que se libera en la atmósfera. Para cada paso del proceso se necesitan bacterias especiales.

En el efluente secundario se encuentran otros compuestos inorgánicos, además de los que contienen nitrógeno y fósforo. Los iones característicos de estos compuestos son Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , HCO_3^- , Cl^- y SO_4^{--} . Estos iones se consideran inofensivos, pero aumentan el contenido en minerales e la salinidad del agua y contribuyen a su dureza. El problema del aumento de salinidad resulta grave cuando el agua se emplea una y otra vez sin eliminar los

iones acumulados. La electrodiálisis y la ósmosis inversa son métodos potencialmente prácticos para reducir la salinidad de las aguas residuales.

En la electrodiálisis se usan la electricidad y membranas de un polímero químicamente tratado. Al emplearse este método se hace pasar una corriente eléctrica a través del agua merced de dos electrodos. Los electrodos sumergidos están separados entre sí por membranas. Los iones en disolución son atraídos por los electrodos, atraviesan las membranas y queda el agua limpia.

El método de la electrodiálisis lleva consigo dos problemas. Las moléculas orgánicas no pueden eliminarse por el mismo, tienden a acumularse en las membranas y la efectividad del tanque se ve disminuida. El segundo problema es encontrar lugares apropiados donde verter las grandes cantidades de agua residual tratada. Debido a este último problema, el proceso debe limitarse a zonas situadas en las proximidades de grandes extensiones de agua salada donde puedan verterse los residuos.

El proceso conocido por ósmosis tiene lugar cuando dos soluciones de concentración distinta están separadas por una membrana permeable. Durante el mismo, las moléculas de agua pasan de la solución menos concentrada, a través de la membrana, hacia la que le es más, hasta que ambas concentraciones se igualan.

La ósmosis inversa emplea el mismo proceso que se da en la naturaleza pero en sentido contrario. Puede ejercerse suficiente presión sobre la solución de concentración superior para soslayar la tendencia de las moléculas

las de agua a entrar, y hacerlas salir. Este proceso -
equivale a eliminar el agua de los materiales residuales
y no al revés.

Uno de los problemas hallados con este equipo es el -
de diseñar un soporte apropiado para las grandes superfi-
cies de fina membrana, de manera que puedan aguantar la-
presión necesaria. Las moléculas orgánicas tienden a des-
truir la membrana, pero el problema no es tan grave como
en el caso de la electrodialisis.

Ya que es el agua y no los iones lo que pasa a través
de la membrana, la ósmosis inversa puede reducir tanto -
las sales minerales como orgánicas del agua. Los estudi-
os en plantas piloto indican una reducción del 90% en -
cuanto a sólidos totales y un 75% de recuperación del -
agua. El vertido del agua tratada constituye un problema
para este método, al igual que para la electrodialisis.

Debe señalarse que ninguno de los procesos estudiados
puede completar la tarea del tratamiento del agua por sí
solo. Deben ser empleados en conjunción con algún tipo -
de método primario o secundario.

- (1) Las sales en gran cantidad, dan sabor al agua
- (2) El color, en realidad se debe a materias en estado coloidal.
- (3) Las definiciones dadas se basan en las promulgadas por la "American Public Health Association" y la "American Society of Civil Engineers".
- (4) Debido a que los residuos con requerimiento de oxígeno eliminan con prontitud el OD (oxígeno disuelto) - en el agua, es importante poder calcular la cantidad de estos contaminantes en una masa de agua determinada. La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) del agua es la cantidad relacionada con la proporción de residuos presentes.
- (5) También recibe los siguientes nombres:
"Filtro resciador" y
"Filtro percolador"

II. INFORMACION BASICA PARA LA ELABORACION DE LOS PROYECTOS

II.1 ANTECEDENTES HISTORICOS

La población llamada en Náhuatl Tomascaltepec, fue conquistada por Axayácatl en 1472.

En la memoria de Gobierno -José Vicente Villada (1889 -1893)- encontramos: "La que hoy es la cabecera de Distrito con el nombre de Ciudad de Valle de Bravo, fue fundada en el año de 1530 por una misión de religiosos Franciscanos del convento de Toluca, quienes le nombraron -pueblo del Valle".

Según la tradición, los Franciscanos evangelizaron a los indígenas de Tomascaltepec y les dieron como Santo Patrón a "San Francisco de Asís", dando lugar al nombre de "San Francisco de Tomascaltepec", pero para distinguirla de real de minas de Tomascaltepec (población vecina), se llamó simplemente "El Valle", por existir una extensa área plana en la rivera del río y al pie del cañón donde se congregaron los indígenas que ocupaban los Sacifes de Otumba, de la Capilla y de la Peña.

Prevalció para designar la cabecera, el nombre de San Francisco del Valle de Tomascaltepec, cabecera de los pueblos de Pipiltotec, Amamaleo, Atezcapam, Ocuiltepec, Juniltotec, Epuztepec, Caahutepec, Cencostepes, Ocuilcapam, Zaacazomapan, Temango, Teopintla, Acatitlán, Ixtapam y otros.

En 1838, los vecinos de Valle pidieron alistarse para combatir a los franceses en la Guerra de los Pasteles.

En premio a su sentido patriótico, San Francisco del Valle, recibió un escudo con el Símbolo Nacional y el Título Oficial de Villa en 1842.

En 1847, los vecinos de Villa del Valle que formaban la Guardia Nacional, combatieron en Chapultepec a las ordenes de Nicolás Bravo contra la invasión Estadounidense y fué en honor a éste personaje que la localidad se le llamó "Valle de Bravo".

Por el decreto No. 45 del 14 de noviembre de 1861, se dispuso que esta localidad se llamara en lo sucesivo "Valle de Bravo" y con fecha 14 de marzo de 1878 decretó la referida legislatura que la Villa se elevase a rango de Ciudad con el apelativo de Bravo.

En ella nació en enero de 1839 el poeta Joaquín Arcadio Pegaza, el Arzobispo de Monterrey, José Juan de Jesús Herrera y Piña, así como su hermano Presbítero José Castillo y Piña, historiador del lugar.

II.2 LOCALIZACION GEOGRAFICA.

La Ciudad de Valle de Bravo se ubica a los 100° 08" de longitud al oeste del meridiano de Greenwich y a los 19° 13' de latitud norte.

La Ciudad se localiza en la margen este del vaso de la presa del mismo nombre, que almacena las aguas de los ríos Amanalco y del Moline, que nacen en la vertiente oeste del nevado de Teluca, y que son formaderos del temascaltepec, tributario del Cutzamala, efluente del río Balsas. Su clima es templado, con pequeña oscilación térmica.

mica. Lluvias en verano y principio de otoño. La agricultura se ha beneficiado por las obras de irrigación que aprovechan las aguas de la presa.

Valle de Bravo limita con los municipios de Donato Guerra, Temascaltepec, Amanalco, Toluca, San Tomás de los Platanos e Ixtapan del Oro. Es una región montañosa, cubierta por bosques. Recursos económicos: Agricultura, productos forestales, pequeñas industrias, y en los últimos tiempos, el turismo y la estancia de familias en sitios destinados al descanso.

Se encuentra situada la población al SW de la ciudad de Toluca. Para llegar a ella a partir del Distrito Federal, hay que arribar primeramente a Toluca y de esta última existen tres rutas distintas para tomar, la primera (al norte) es la que va rumbo a Zitácuare, pero una vez después de Villa Victoria se desvía hacia el sur hasta llegar a Valle de Bravo, el desarrollo de esta, a partir de Toluca es de 86 Km. La segunda ruta (centro), es la que pasa por Amanalco de Becerra y tiene un desarrollo de 73 Km., y la tercera ruta (sur) es la que va a Temascaltepec pero a partir del Km 28 se desvía a Valle de Bravo con un recorrido total de 55 Km., esta última, además de que es la más corta, es la más nueva y actualmente en mejor estado de conservación. Fig. II.1

No existe comunicación por medio de ferrocarril siendo la estación más próxima la de Toluca; en cuanto a comunicación aérea, tampoco existe.

Tienen por supuesto red telefónica y telegráfica con toda la República. El servicio de camiones de pasajeros-

es bastante bueno, existiendo corridas regulares aproximadamente cada media hora con la ciudad de Toluca.

II.3 ASPECTO DE LA LOCALIDAD

La ciudad de Valle de Bravo, es un pueblo remodelado, típicamente mexicano de muy agradable apariencia, rodeado de bosques de coníferas y representa uno de los mayores atractivos turísticos del Estado de México, ya que cuenta con fiestas folclóricas el 10. y 10 de mayo, en donde hay peleas de gallos, danzas de moros y cristianos, bandas de música, eventos artísticos y religiosos: como la fiesta de San Francisco que celebran el 14 de octubre con desfile de yuntas y danzas de cocheros. Existe un atracadero para alquiler de lanchas y esquí acuático. También en el mercado existe mucha alfarería y cerámica pintada a mano, pero sobre todo el atractivo principal le ofrece el bello paisaje, desde los lugares altos donde se domina el lago con visiones a 180°. En los alrededores y a las orillas del lago existen lugares acondicionados para campamentos. Así mismo se pueden encontrar varias cascadas rumbo a Avándare con caídas de agua escalonadas hasta de 40 m. de altura.

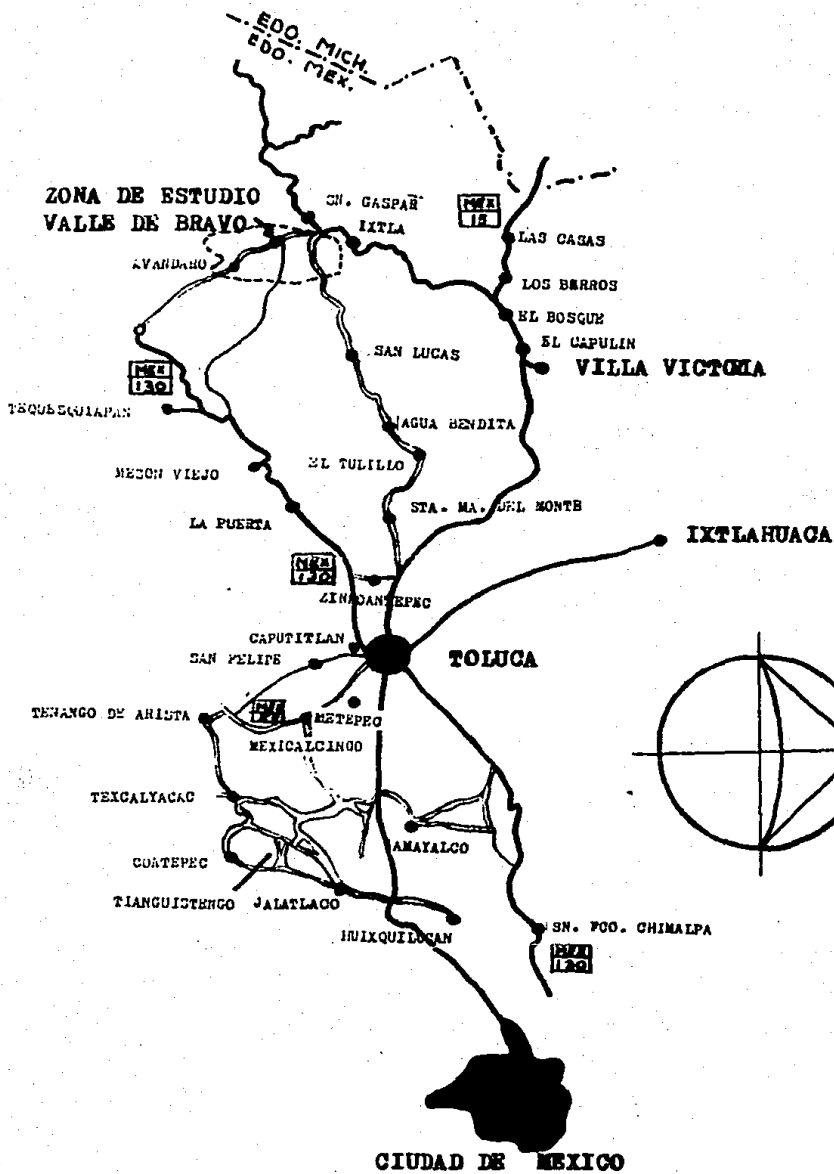
Topográficamente, la localidad acusa un fuerte desnivel desde el lago hacia las estribaciones de los cerros que le limitan en la parte oriente, las calles son empedradas en la mayor parte, siendo rectas en las zonas bajas, pero a medida que se van acercando los cerros, estas toman la topografía del lugar volviéndose torcidas y con fuerte pendiente. En el tercio medio de la ciudad y-

en las orillas del lago existe un lugar denominado La -- Peña, que es un cerro escarpado formado por riolitas, de la que se aprecia perfectamente el paisaje y la que también rompe el anfiteatro de la localidad, complicando para los fines de agua potable y alcantarillado, la ejecución del proyecto.

Hacia el sureste de la ciudad de Valle de Bravo y -- prácticamente adyacente a la misma, se encuentra "Avámda re", que consiste en un gran fraccionamiento residencial de alto lujo, y "Pinares del Lago" con características -- similares a las del anterior.

En lo que respecta al número de habitantes de acuerdo a la Dirección General de Estadística, la ciudad registra los siguientes datos en diversas épocas:

Año	Habitantes
1950	4 459
1960	6 523
1970	7 628
1980	11 465
1985	13 000 (estimación)



VIAS TERRESTRES DE ACCESO A LA CIUDAD DE VALLE DE BRAVO

Fig. II-1

II.4 CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y SOCIALES DEL MUNICIPIO

La presente información del tipo socioeconómico de la localidad de Valle de Bravo se basa en una serie de investigaciones directas realizadas en mayo de 1976 y que sirvieron como base para la elaboración de los proyectos de agua potable y alcantarillado.

La economía de la ciudad, prácticamente esta basada - en las actividades manufactureras, comerciales y de servicios (turismo). El sector manufacturero presenta un decrecimiento en su producción a un ritmo medio de 4.8% anual. Por el contrario las actividades comerciales y de servicios registran un desenvolvimiento satisfactorio, destacándose la compra-venta de combustibles y lubricantes, - de artículos para el hogar y de uso personal; así como - los servicios de esparcimiento y alojamiento temporal.

Indicadores de bienestar económico-social.-Las características más significativas en lo que se refiere a bienestar económico-social de la población del municipio - son: los hábitos de consumo de alimentos básicos, las características del calzado y la situación habitacional.

En lo que toca a consumo de alimentos básicos, se observa que el 16.7% de la población no come carne, el 24.2% no consume huevo, el 47.3% no toma leche, el 81.1% no consume pescado y el 18.7% no come pan de trigo. Si a la población que no consume alimentos básicos se agrega la que solo lo hace una vez por semana, se tiene que alrededor de una tercera parte de la población del municipio tiene serias carencias alimenticias. Por otro lado,-

si se considera como una dieta adecuada ingerir 5 días o más por semana, los alimentos básicos, se tiene que alrededor del 30% de la población está en esta situación. Lo anterior significa que el 70% restante está subalimentada o con dietas con algún grado de deficiencia.

En lo que se refiere a las características de calzado de la población de más de 1 año de edad se registre lo siguiente: el 35.0% de la población usaba zapatos, el 8.7% huaraches o sandalia y el restante 6.3% andaba descalza.

Situación habitacional— En mayo de 1976 existían en la ciudad de Valle de Bravo un total de 1658 viviendas de las cuales, 245 se muestrearon; en estas últimas, habitaban 1321 personas lo que arroja un promedio de 5.4 habitantes por vivienda. Del total incluye en la muestra, el 64.9% eran propias y el restante 35.1% alquiladas.

Por lo que respecta al material predominante en los muros, el 43.3% de las viviendas los tenían de tabique o ladrillo, el 54.3% de adobe y el 2.3% restante de madera. En cuanto a techos, el material predominante lo era la teja o similares en aproximadamente el 84%, mientras que solo el 10.6% tenían techos de concreto y el restante 5.4% estaban distribuidos en madera, palma y similares. Respecto a los pisos el 84.5% los tenían de cemento mosaico o ladrillo; el 11.8% eran viviendas con pisos de tierra y el restante 3.7% tenían pisos de madera.

Analizando el número de viviendas existentes en la ciudad en condiciones inferiores a un nivel deseable, es decir, construcciones con pisos de tierra, o muros de

adebe, techos de teja y pisos de madera, se puede notar que el 12% del total existente se ubica en esta categoría con el 13.3% de la población.

En relación al número de cuartos de que disponen las viviendas se encontró que el 5.3% de ellas constan de un solo cuarto el cual es utilizado para todas las necesidades de la familia; albergan al 5.9% de la población total teniendo un índice de hacinamiento de 6 habitantes por vivienda. El 20% de las viviendas eran de un solo cuarto a excepción del que se usa para cocinar, conteniendo al 17% de la población, con índice de hacinamiento de 4.57 personas por cuarto. En lo que toca a viviendas con dos cuartos, éstas representaron el 37.6% albergando al 37.5% de la población con 5.38 personas por vivienda. El restante 37.1% constaron de 3 o más cuartos, con el 39.6% de la población albergada en ellas y con 5.76 personas por vivienda como índice de hacinamiento.

No. cuartos	% Viviendas	% Población	Índice de hacinamiento.
1	5.3	5.9	6
1 (aparte cocina)	20.0	17.0	4.57
2	37.6	37.5	5.38
3 o más	37.1	39.6	5.76

En lo que respecta a las viviendas que cuentan con servicio de energía eléctrica, radio y/o televisión y el tipo de combustible utilizado para cocinar, los resultados reflejaron que el 86.1% tenían electricidad, 34.3% radio y televisión, 40.4% únicamente radio; encontrándose también que el 22.4% no cuentan con alguno de estos artículos. En cuanto al tipo de combustible para cocinar utilizado, el 60.4% usan gas o electricidad, el 33.1% leña o carbón y el 6.5% petróleo.

Referente al servicio de agua potable y drenaje, se observó que el 87.3% de las viviendas están conectadas a la red de agua potable de la ciudad y el 12.7% restante tiene otra forma de abastecimiento. El 82% del total cuenta con alguna forma de drenaje y el 87% de estos últimos están conectados a la red de la ciudad.

Por lo que respecta a la pirámide de edades de la ciudad de Valle de Bravo se tiene que: el grupo que abarca los habitantes de 0 a 14 años de edad, representaban el 41% del total de la población; el grupo comprendido entre los 15 y 59 años representaban cerca del 55% del total; y el grupo de los 60 años en adelante significa el 4.4%.

De acuerdo con los datos captados por la muestra, del total incluido en esta, 905 personas forman la fuerza de trabajo (población de 12 años y más); de este total el 54.3% constituye la PEA (población económicamente activa) y el restante 45.7% corresponde a la población económicamente inactiva, formada principalmente por amas de casa.

Capacidad de pago. - La cuantificación de la capacidad de pago para la población de la localidad de Valle de Brave se hizo de dos formas; el nivel de ingresos de la población y el nivel de ahorro.

De acuerdo con el nivel de ingreso de la población, no tienen capacidad de pago aquellas familias que tengan un ingreso mensual menor a un nivel pre-establecido. En el caso de Valle de Brave se fijó en mil pesos mensuales (1976).

De acuerdo con el resultado de la encuesta, se encontró que alrededor del 15% percibían menos de mil pesos al mes y por lo tanto su capacidad de pago es nula.

Para poder determinar el nivel de ahorro familiar de la población, se realizaron estimaciones utilizando las secciones de la encuesta que se refieren al ingreso y los hábitos de consumo familiar. De acuerdo con los resultados de este análisis se observó que el porcentaje de familias que no tienen capacidad de pago representa el 25% de la población total, proporción significativamente superior a la estimada por el método anterior.

Con el fin de sensibilizar los resultados obtenidos sobre la capacidad de pago de la población y medir en esa forma los supuestos establecidos, se realizó una nueva medida de ésta, considerando que las familias con pre supuesto desequilibrado significativo (gastos mayores en 10% al ingreso) carecen de capacidad de pago, inmediatamente de su nivel de ingreso. Este arrojó que el 33% de las familias entrevistadas no tienen capacidad de pago, porcentaje ligeramente mayor al obtenido por medio del

supuesto anterior.

Finalmente, las mediciones realizadas sobre la capacidad de pago de la población de Valle de Bravo, para efecto de amortización y mantenimiento de las obras a realizarse, constituyen los límites inferior y superior del porcentaje de familias sin capacidad de pago. La variación obtenida indica que es posible lograr el autofinanciamiento de las obras en cuestión y en mayor medida si se logra diseñar un sistema de tarifas adecuado al nivel socioeconómico de la población.

Por último, se concluye que el 80% de la población en estudio, puede destinar alguna cantidad para uso de alcantarillado y tratamiento.

III. PROYECTO DE DESARROLLO URBANO PARA LA CIUDAD DE VALLE DE BRAVO

El presente capítulo comprende un estudio de los usos del suelo, actuales y futuros. Se incluye aquí también un análisis de los centros poblacionales futuros, que con razonable grado de seguridad, es previsible se desarrollarán en la ribera de la presa Valle de Bravo, los cuales, con el tiempo, causarán también problemas de contaminación en la misma.

El proyecto de desarrollo urbano para la Ciudad de Valle de Bravo, tiene como inicio la observación de la problemática existente en la zona a mediados de la década pasada, la cual se puede resumir como sigue:

- 1.- La ciudad no cuenta con un agrupamiento por actividades, sin embargo, aparentemente la población no se ha visto alterada por esta falta de zonificación. Tres son las actividades en las que es necesario una reubicación, estas son: El Mercado, los depósitos de productos para consumo de la población y el Rastro Municipal.
- 2.- Debido a que la Ciudad de Valle de Bravo es un punto obligatorio del vacacionista en su pase hacia Avándare y otros poblados del sur, se hace necesario reorganizar la vialidad con el fin de evitar puntos de conflicto en el tránsito.
- 3.- Se observó que la ciudad carece de algunas zonas deportivas y de recreación común y de descanso, tanto para la población local, como para los visitantes que

no son propietarios o socios de algún club privado-
que cuente con este tipo de servicios.

4.- El acelerado crecimiento de la población.

III.1 BASES DEL PROYECTO

El área de Valle de Bravo se subdividió en tres categorías de acuerdo con la distribución existente de la densidad de población en:

- a) de 1 a 50 Hab./Ha. se nombró residencial de primera
- b) de 51 a 100 Hab./Ha. de baja densidad
- c) de 101 Hab./Ha. en adelante, de alta densidad.

En las zonas ya saturadas se obtuvieron concentraciones máximas de 150 hab./Ha. Surgió la necesidad de clasificar por densidades debido a que se encuentran mezcladas viviendas de todo tipo. Únicamente las zonas de densidades menores a los 50 hab./Ha. coincidieron en categoría.

Por lo expuesto anteriormente y dada la obvia dependencia del turismo, se plantea la necesidad de preservar a la Ciudad de Valle de Bravo de un crecimiento anárquico y desordenado, tanto para que no pierda sus características de zona típica turística-comercial, como para prevenir y controlar la contaminación ambiental. Lo anterior es debido a que el marco físico de la población, que es su mayor atractivo, se puede ver alterado en su ciclo ecológico al no ubicar adecuadamente los nuevos asentamientos humanos. Principalmente se deberá enfocar el crecimiento hacia las zonas tangentes que se encuentran alejadas de la ribera y reducir así las posibilidades

des de contaminación de la laguna por desechos humanos.

III.2 PROYECTO DE VALLE DE BRAVO - AVANDARO.

El proyecto urbano Valle de Bravo-Avándare consiste en tres puntos principales:

- a).- Jerarquización de las vías de comunicación para obtener un nuevo esquema de circulación (vialidad).
- b).- Proyección de las zonas de futuro crecimiento, - reglamentando los usos del suelo y la densidad - de construcción (zonificación residencial).
- c).- Proyección de las diferentes zonas de servicio - tante las que albergarán a las actividades que - se haya de reubicar como las nuevas que han de - generarse (zona de servicios).

Vialidad

Atendiendo a las necesidades que se presentan en las localidades de Valle de Bravo y Avándare, se realizó un proyecto donde se pretende utilizar al máximo las vías ya existentes, para que el trazo de la ciudad no se vea alterado en ningún sentido. En dicho proyecto se han jerarquizado las vías principales y se han efectuado cambios en la circulación de algunas calles, para lograr su integración al sistema general. En base a este plan, por orden de prioridad, se procedió a la creación de una vía rápida de circulación en ambos sentidos sin que haya necesidad de pasar por el centro de la población.

En seguida, se procedió a la reorganización de la vialidad dentro de la zona Turística-Comercial de Valle de

Bravo, con el fin de dar mayor fluidéz al tránsito de -
vehículos por el centro y evitar los citados puntos de -
conflicto.

Zonificación Residencial

La zonificación residencial en la zona de estudio se rea-
lizó teniendo como base el valor de los terrenos de que-
se dispone, para desarrollos inmediatos, y la proyección
de dichos valores para desarrollos futuros. Se tomó como
base también la topografía del lugar así como el desarro-
llo socioeconómico efectuado en la zona. En las figuras-
III-1 y III-2, se muestran esquemas de desarrollo inme-
diato y futuro respectivamente para las localidades estu-
diadas.

Zona de Servicios

La región Norte de Valle de Bravo, dada su proximidad -
con la carretera de Toluca, su topografía y por ser la -
entrada a la población, plantea un uso del suelo diferen-
te. Es el punto adecuado para el asentamiento de las nue-
vas zonas de servicio que con el tiempo habrán de gene-
rarse.

Las zonas que se consideró necesitaban una reubicación, son las siguientes:

Industria Artesanal

Zona para Artículos de Consumo Interno

Deportivas y recreativas común

Hospitalaria

Centro de Abastos

En el plano o figura III-3, se puede observar el proyecto de desarrollo urbano propuesto.

Peles de Desarrollo

En la rebera de la laguna se detectaron el surgimiento de peles de desarrollo independientes de Valle de Brave, que pueden presentar series problemas de contaminación, precisamente por su proximidad a la laguna así como por sus mismas dimensiones. Estos peles son los lugares llamados San Gaspar, El Cerrillo y La Ribera sur de la laguna. Es recomendable que en estas zonas, en las que se prevé un futuro desarrollo regional, se implante un sistema estricto de vigilancia en lo que se refiere a la construcción de fosas sépticas, cuando estas sean permitidas, ampliando la zona de restricción hasta la cota 1835.

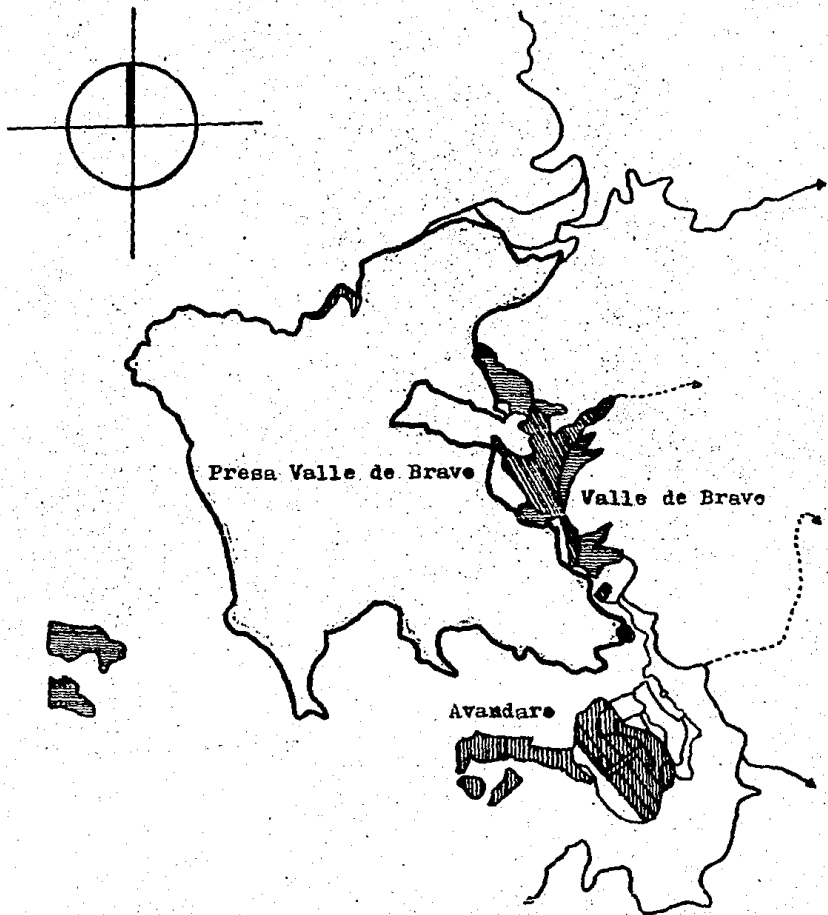
La zona de Avándare no representará mayor problema ya que su ubicación no es inmediata a la laguna. Sus tendencias de crecimiento son prácticamente hacia la zona boscosa, donde se habrá de cuidar principalmente la desforestación.

III.3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES




Siendo el centro de la economía productiva las actividades desarrolladas en las localidades de Valle de Brave y Avándare, es lógico que los habitantes de lugares aledaños se concentran en dichos poblados buscando mejores niveles de vida, conduciendo este a un incremento notable de la población.

La región de Valle de Bravo y Avándare es un centro -
turístico de grandes atractivos por su naturaleza, su -
clima y su lago artificial. Todas estas características-
han hecho que infinidad de personas busquen el reposo y -
la diversión en ella, aportando con ello mayor número de
empleados y el consiguiente desarrollo de su economía.--
Sin embargo, éste, con el hecho de que las aguas residua
les de la ciudad descargan en la laguna sin ningún trata
miento previo, puede disminuir notablemente el atractivo
turístico de la zona, trayendo como consecuencia una pér
dida en el dinamismo de las actividades económicas rela
cionadas con el turismo y por consiguiente de toda la -
zona ya que la economía del municipio depende en su ma--
yor parte de estas actividades; así pues, es imprescindi
ble, dada la dinámica de crecimiento de la población, la
construcción de las obras necesarias que eviten la cre--
ciente contaminación de las aguas de la presa.

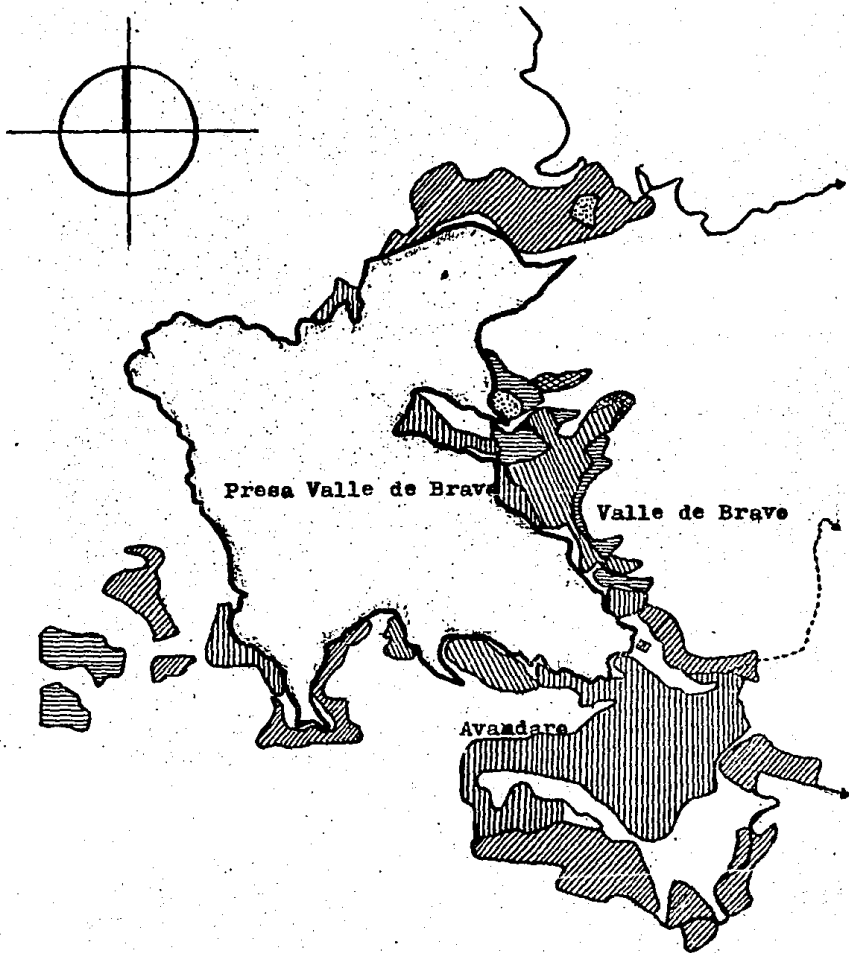
En lo que toca a contaminación industrial, aunque es
muy remota la posibilidad de que se presente un «acelera
de desarrollo de este sector, si este se presentase, por
mínimo que sea, deberá estar estrictamente controlado y
algunas ramas del mismo (Productos químicos por ejem- -
plo) deberán prohibirse estrictamente.






S I M B O L O G I A




-  ZONA HABITACIONAL DE ALTA DENSIDAD
-  ZONA HABITACIONAL DE BAJA DENSIDAD
-  ZONA RESIDENCIAL DE PRIMERA

ACTUALES DESARROLLOS DE LA RIBERA DE LA PRESA DE VALLE DE BRAVO

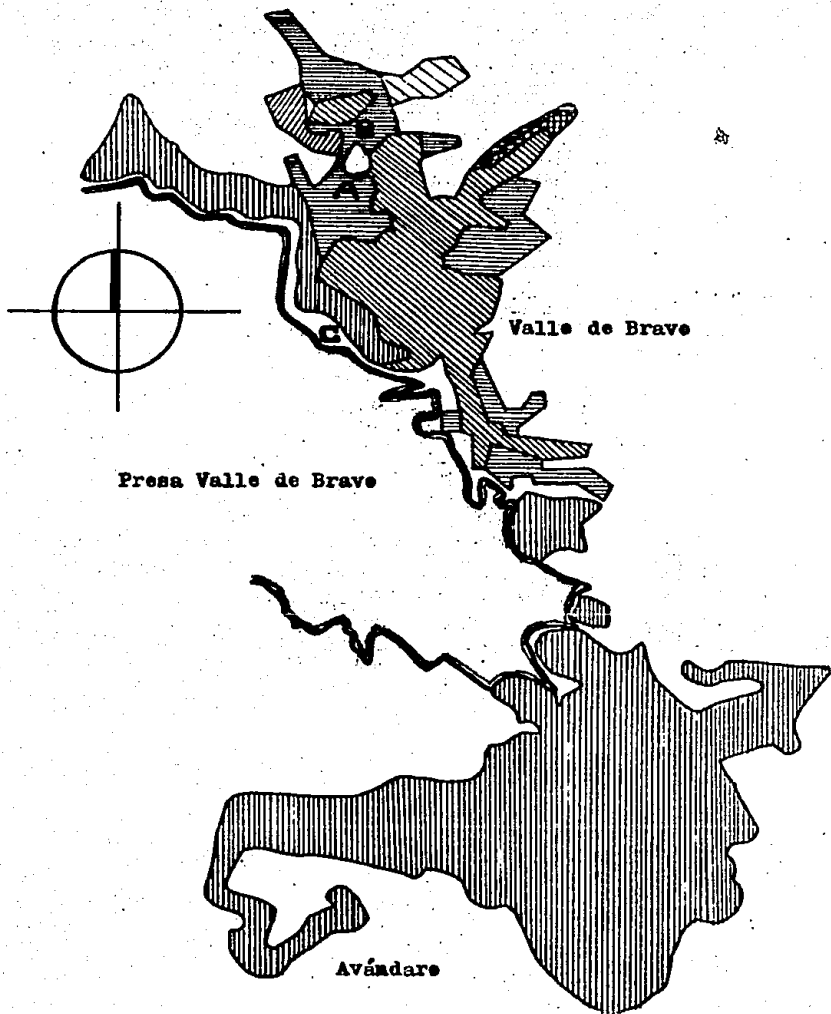


S I M B O L O G I A










-  ZONA HAB. DE ALTA DENSIDAD
-  ZONA HAB. DE BAJA DENSIDAD
-  ZONA RESIDENCIAL DE PRIMERA

-  ZONAS DE HABITACION FUTURA
-  ZONA INDUSTRIAL
-  ZONA DEPORTIVA

DESARROLLOS FUTUROS DE LA RIBERA DE LA PRESA DE VALLE DE BRAVO



S I M B O L O G I A

	ZONA HAB. DE ALTA DENSIDAD		ZONA MERCADO
	ZONA HAB. DE BAJA DENSIDAD		ZONA ARTESANAL
	ZONA RESIDENCIAL DE PRIMERA		LOCALIZACION HOSPITAL
	ZONA DEPORTIVA		ZONA DE RESTRICION
	ZONA INDUSTRIAL		

PROYECTO DE DESARROLLO URBANO PARA VALLE DE BRAVO Y AVANDARO-EDO DE MEXICO.

IV. ESTUDIO SOBRE FUENTES DE CONTAMINACION

Para poder definir el grado de contaminación de las aguas de la presa, se procedió a efectuar una serie de muestras en los sitios de las descargas de aguas residuales, en las corrientes superficiales que llegan al vaso y en el vaso mismo de la presa.

Las estaciones de muestreo de las aguas de la presa y las de muestreo y aforo de las corrientes superficiales que llegan al vaso, se definieron con base a los planes de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, la Comisión Federal de Electricidad y la Comisión de Estudios del Territorio Nacional, así como también a un levantamiento de la periferia de la presa, realizado especialmente para este fin.

IV.1 DETERMINACION DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO Y AFORO

Para determinar las estaciones de muestreo y/o aforo, se consideró conveniente clasificarlos de acuerdo al tipo de agua por muestrear, así resultaron:

Corrientes superficiales

Descargas de aguas residuales y

Aguas de la presa

Corrientes Superficiales.

Las principales son: Arroyo Amaltec e San Gaspar del Salte, Arroyo El Molino, Arroyo Santa Mónica e Yerbabuena, Arroyo González e San Diego, Arroyo Carrizal, Arroyo

Las Flores y Descarga de la Plantilla Hidroeléctrica. - "Agustín R. Millán" de la C.F.E. Las primeras seis son corrientes permanentes en las cuales las primeras cinco tienen datos hidrométricos. La sexta tiene como característica que recoge la mayor parte del volumen de aguas residuales que vierte la población de Valle de Bravo y por tanto se incluyó dentro de Descargas de Aguas Residuales con el nombre de Alcantarilla Panteón y por último, la descarga de la C.F.E. que no tiene aportación debido a que la planta estuvo fuera de servicio en el tiempo de muestreo.

Descargas de Aguas residuales

Las aguas residuales que llegan a la presa son originadas exclusivamente en la población de Valle de Bravo que cuenta en forma parcial con alcantarillado sanitario. En el fraccionamiento Avándare se dispone de las aguas residuales a través de tanques sépticos y pozos de absorción lo cual no tiene influencia en la contaminación de las aguas del vaso.

Las descargas de aguas residuales de Valle de Bravo, - son principalmente tres: Una se encuentra localizada en la proximidad del cementerio de la ciudad y es la que tiene el mayor caudal. Las otras dos se localizan en las proximidades de la Capitanía de la presa las cuales vierten en forma independiente aún cuando la distancia que las separa es de 150 metros aproximadamente.

Aguas de la Presa.

Independientemente del uso para el que se proyectó la presa, el agua de la misma tiene otras formas de utilización que cada vez adquieren más importancia como la navegación a vela y motor, esquí, etc. Esto hizo que también las aguas del vase fueran tomadas en cuenta para efectos de análisis.

Fijación de las estaciones de Muestreo

Como se mencionó anteriormente, las estaciones de muestreo se fijaron de acuerdo al tipo de aguas por analizar.

En corrientes superficiales se fijó una estación por cada corriente salvo en la descarga de la planta Hidroeléctrica mencionada y por los motivos antes vistos.

En las aguas de la presa se fijaron 5 estaciones como la muestra la figura IV-1 las cuales se localizaron estratégicamente.

En las descargas de aguas residuales, se situaron estaciones en cada una de ellas donde al igual que en las corrientes superficiales se realizaron, además de los muestreos, afores.

Programa de Muestreo

Debido a las limitaciones de tiempo para llevar a cabo el estudio, se consideró como indispensable que el muestreo reflejara la calidad de las aguas de la presa, de las corrientes y de las descargas, durante la temporada de estiaje y durante la temporada de lluvias, que son las épocas del año que más afectan dicha calidad por sus

marcadas diferencias climatológicas.

En vista de lo anterior, el programa de muestreo para los tres tipos de agua comprendió 7 campañas, iniciándose en Mayo 16 de 1976 y concluyendo el 25 de Julio del mismo año. Los muestreos se hicieron cada 15 días tratando de aprovechar los períodos de mayor afluencia de turismo a la Ciudad de Valle de Bravo e sea los fines de semana. Por otra parte, con el objeto de detectar la calidad de las aguas residuales de la población durante algún día normal de la semana, una de las campañas de muestreo se efectuó el miércoles 30 de Junio.

IV.2 DIAGNOSTICO DE LAS POSIBLES FUENTES DE CONTAMINACION QUE PUDIERAN TENER INFLUENCIA EN LA PRESA.

En esta parte del estudio se definieron las zonas que por su cercanía a la presa pudieran tener influencia ya sea directa e indirecta con la contaminación de las aguas del vaso. El dictámen expuesto está constituido por un recorrido sobre las corrientes superficiales que llegan al vaso, un muestreo de fosas sépticas y un reconocimiento hidrogeológico, este último, con el objeto de observar la influencia del agua subterránea sobre la contaminación de las aguas del vaso.

Corrientes superficiales que llegan al vaso

Dado que la calidad del agua de la presa se ve directamente afectada por las aguas de las corrientes y descargas que recibe, era necesario conocer no solo la calidad

del agua de unas y otras en la forma en que desembocan en el vase, sino también determinar las condiciones generales en que se encuentran las cuencas aportaderas de cada corriente con el fin de localizar las posibles fuentes de contaminación en ellas. Con este motivo, se lleve a cabo un recorrido detallado por cada una de las corrientes superficiales mencionadas haciendo énfasis en las cuencas de Amanalce y de El Molino que, de acuerdo a la información disponible, son las que presentan mayor desarrollo de actividades humanas. De este dictamen se excluyeren el arroyo Las Flores y la descarga de la CFE por los motivos ya citados.

Arroyo Amanalce. Se puede decir en resumen que la calidad del agua de este arroyo se ve afectada únicamente por la contaminación natural debido tanto a las características propias de su cuenca como a la originada directamente por algunas actividades humanas, como la agricultura y la deforestación. A pesar de que este arroyo pasa, por núcleos de población de tamaño considerable los cuales vierten sus aguas residuales directa e indirectamente sobre el mismo, el agua, en su trayecto hacia la presa, recibe tratamiento natural como lo es el caudal mismo del arroyo y las diferentes cascadas que contiene (hasta de 30 m de alto). Así pues, se puede concluir que la cuenca de este arroyo no cuenta con posibles fuentes de contaminación.

Arroyo El Molino. Tiene las mismas condiciones del arroyo Amanalce, con la salvedad de que a su paso por el hotel Refugio del Salto (km 4 de la carretera Valle de

Bravo-Temascaltepec) se le une un pequeño caudal de -
aguas residuales con sustancias activas al Azul de Meti-
leno pero estas se van diluyendo en el trayecto hacia la
presa.

Arroyo Santa Mónica o Yerbabuena. Este arroyo, que es-
el de menor gasto de los cinco, desde sus inicios y du-
rante todo el trayecto casi no recibe afluentes y en su
pequeña cuenca se desarrollan en poca cuantía las activi-
dades agrícolas. En base a esto, se puede decir que la -
cuenca del Arroyo Santa Mónica no cuenta con posibles -
fuentes de contaminación.

Arroyo González o San Diego e Vele de Nevía. Al igual
que el Arroyo Santa Mónica, las aguas de este arroyo no
cuentan con posibles fuentes de contaminación.

Arroyo Carrizal. Es el arroyo menos afectado por las-
actividades humanas, por tanto no tiene fuentes de conta-
minación que alteren la calidad del agua que mantiene di-
cho arroyo desde sus orígenes.

Censo y Muestreo de Fosas Sépticas

El objeto de esta tarea fue el de determinar el estado -
funcional de los sistemas de tratamiento de aguas resi-
duales en la zona turística de Valle de Bravo-Avándare,-
en lo que corresponde a vivienda individual. El trabajo-
consistió en la realización de un censo de viviendas en-
donde existía algún tipo de tratamiento de aguas negras.

Posteriormente se lleve a cabo un muestreo de fosas -
sépticas, tratando de aprovechar el periodo de mayor -
afluencia de vacacionistas. Los parámetros investigados-

para el caso fueren:

- 1.- Espesor de natas,
- 2.- Espesor de agua,
- 3.- Espesor de ledes,
- 4.- Color y olor de ledes.

Los resultados arrojados por el muestreo permitieron concluir que el funcionamiento de los tanques sépticos - se efectúa en forma normal y es factible que puedan seguir así durante mucho tiempo, debido al poco uso que se tiene de las viviendas.

Reconocimiento Hidrogeológico.

Las actividades se encaminaron principalmente al análisis de los materiales superficiales, atendiendo fundamentalmente a las propiedades de permeabilidad y porosidad, las cuales se encuentran íntimamente relacionadas con la posición del nivel freático y a la velocidad de flujo, - tanto del agua subterránea como de las aguas residuales - de las fosas sépticas.

Los resultados de estos reconocimientos mostraron que las principales unidades geológicas que afloran en el -- área consisten de rocas metamórficas y volcánicas. Ambas presentan alto grado de intemperismo químico, ocasionado por el clima que prevalece en la región. De estas unidades, las volcánicas (basalto) exhiben condiciones de alta permeabilidad por fracturas, lo que se confirma por - el gran número de manantiales localizados en la región - en estas condiciones. Dicha permeabilidad contrasta fuertemente con la que presentan los materiales arcillosos -

de intemperismo que ocupan las partes bajas donde se alejan los principales núcleos de población.

Aunque sin descartar la posibilidad, la geología de la región no presenta condiciones favorables para la formación de yacimientos minerales que pudieran estar asociados a fuentes hidrotermales que contengan sustancias contaminantes. Por lo expresado, es de esperar que si hubiera la posibilidad de existencia de manantiales dentro de la presa, estos tengan la misma calidad de agua que los encontrados a mayores elevaciones, los cuales contienen agua de reciente filtración de buena calidad. Tres de estos manantiales abastecen de agua potable a las poblaciones de Valle de Bravo y Avándaro.

Por lo antes expuesto se puede concluir que para la zona de Valle de Bravo, compuesta superficialmente de materiales arcillosos, semimpermeables, derivados de rocas metamórficas, aunque es posible la existencia de un manto freático, su casi nula permeabilidad ocasiona bajas velocidades de percolación por lo que los tiempos transcurridos, al circular el agua subterránea desde los pozos de abserción, donde es contaminada, a la presa, son considerables, lo cual ayuda a la eliminación de organismos contaminantes cuya vida es corta.

Análisis

Respecto a los análisis, para el efecto de hacer la caracterización de las aguas tanto residuales como de corrientes superficiales y de la misma presa, las muestras se sometieron a una serie de análisis de laboratorio del

tipo físico, químico y biológico que permitieran conocer la calidad de las aguas. Los análisis, que se seleccionaron de acuerdo con el objetivo del estudio, con la naturaleza de las aguas y con lo estipulado por el reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas, aprobados por la Comisión de Aguas del Valle de México, consistieron en lo siguiente:

Descargas de Aguas Residuales.

Para las descargas de aguas residuales, además de las características de calidad estipuladas en el artículo 13 del Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas, surgió la necesidad, de analizar otros parámetros tanto físicos como químicos y biológicos. Las características determinadas fueron las siguientes:

Físicas: Se consideraron temperatura, color, olor y materia flotante, aunque también pueden incluirse en este grupo las determinaciones de sólidos en todas sus formas y además los de grasas y aceites pues estas no están químicamente combinadas con el agua.

Químicas: Los análisis químicos se refieren a los materiales contenidos en solución en las aguas residuales y consistieron en la determinación del potencial de hidrógeno (pH), oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), demanda química de oxígeno (DQO), sustancias activas al azul de metileno (SAAM), nitrógeno total (N), nitrógeno de nitratos (NO₃), fosfatos (PO₄), sulfatos (SO₄), y algunos otros elementos como el hierro

(Fe), plomo (Pb), arsénico (As) y flúor (F).

Biológicas: Estas fueron del tipo bacteriológicas y consistieron en la determinación de organismos coliformes totales, aunque también se determinaron coliformes fecales en algunos casos.

Corrientes Superficiales que llegan a la presa.

Como en el caso de las descargas de aguas residuales, los análisis para las corrientes superficiales se seleccionaron de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento mencionado.

Físicos: los mismos que para las aguas residuales.

Químicos: Fueron los considerados para las aguas residuales salvo los nitrógenos pues aquí se determinaron el nitrógeno orgánico, el amoniacal y de nitratos (NH_3 y NO_3), además se incluyó la alcalinidad total y dureza total así como algunos elementos como el plomo (Pb), cobre (Cu) e hierro (Fe).

Biológicas: Al igual que para las descargas de aguas residuales, fueron del tipo bacteriológicas y consistieron en la determinación de organismos coliformes tanto totales como fecales.

La determinación de la temperatura, el pH, el clor y la materia flotante se realizó tanto en el campo a la hora del muestreo como en el laboratorio.

Aguas de la presa de Valle de Bravo

La selección de los análisis de las muestras para las aguas de la presa, se hizo siguiendo los mismos lineamientos.

mientos trazados tanto para las descargas de aguas negras como para las corrientes superficiales que llegan al vaso.

Dichos análisis consistieron en lo siguiente:

Físicos: Se consideró transparencia, temperatura, celer, turbiedad, materia fletante, sólidos totales, sólidos disueltos totales y grasas y aceites.

Químicos: Los análisis químicos realizados fueron la determinación del potencial de hidrógeno (pH), oxígeno disuelto (OD), nitrógeno total Kheldahl (NK) y de nitratos (NO_3), fosfatos (PO_4), sulfatos (SO_4), sustancias activas al azul de metileno (SAAM), plomo (Pb), flúor (F), alcalinidad total y dureza total.

Biológicos: Fueron del tipo bacteriológico y consistieron en la determinación de organismos celiformes fecales.

La medición de la transparencia en cada estación así como la de temperatura, del pH y del celer de cada muestra, se hizo en el momento de tomarla. Los demás análisis se efectuaron en el laboratorio.

IV.3 EVALUACION DE RESULTADOS

A continuación se presentan las conclusiones obtenidas en base a los resultados obtenidos del estudio de las muestras.

1.- Las aguas residuales descargadas a la presa no cumplen con 2 de los 5 límites establecidos en el Artículo 13 del Reglamento citado, o sea el de sólidos sedimenta-

bles y el de grasas y aceites, habrá que someterlas como mínimo a un tratamiento primario para que cumplan con dicha estipulación legal.

2.- Las aguas residuales muestran en general una calidad promedio inferior a la que podría esperarse para este tipo de población.

3.- La característica más contaminante de las aguas residuales descargadas, es su contenido bacteriológico de organismos coliformes totales y fecales.

4.- Aún cuando el contenido de compuestos de nitrógeno - en las aguas negras sea dentro de las concentraciones normales de ellos en las aguas municipales, es probable que en una pequeña escala estén contribuyendo a fomentar la productividad de las aguas de la presa o sea a propiciar su eutrofización. Lo mismo se puede concluir con respecto al contenido de fosfatos.

En lo que respecta a las corrientes superficiales se puede concluir que:

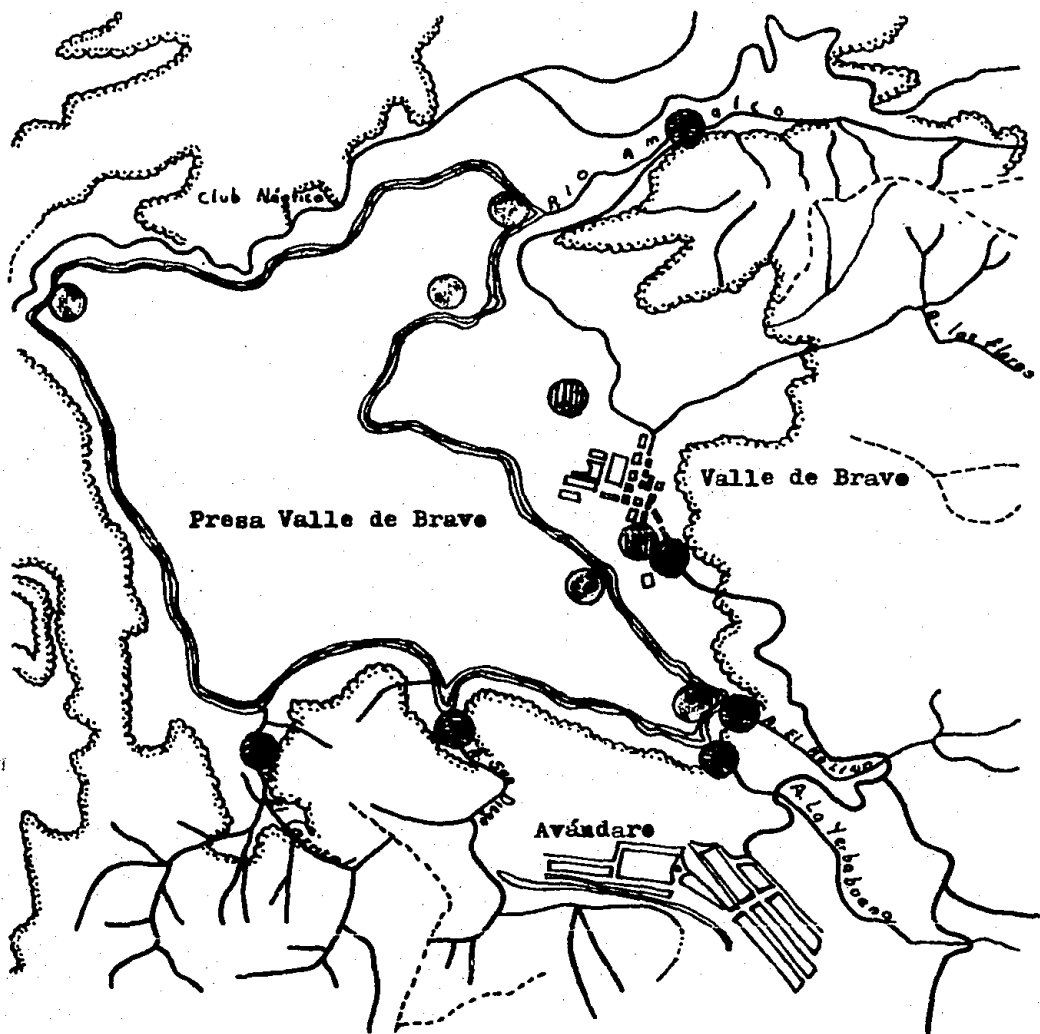
1.- Las cuencas de los 5 arroyos prácticamente no cuentan con fuentes de contaminación del agua, pues no existen en ellas poblaciones de importancia y las actividades humanas que más se practican son la agricultura, la explotación forestal y en mínima parte la ganadería.

2.- Las principales y casi únicas causas que dan lugar a la alteración de la calidad original del agua de los arroyos son las naturales producidas por los escurrimientos superficiales sobre terrenos boscosos, cultivados, o con crecencia incipiente, con los consiguientes arrastres-

de materia orgánica de vegetales e animales muertas, así como de materiales inorgánicos del suelo.

Conclusiones relativas al agua de la presa.-

- 1.- Respecto a las características físicas de temperatura, olor, sabor, turbiedad, materia flotante y sólidos disueltos, puede concluirse que al momento de los muestreos no presentaba indicios de contaminación.
- 2.- Con base en los datos de los parámetros de transparencia y color aparente, sobre todo esta última, el agua presenta indicios de una eutrofización incipiente.
- 3.- El agua de la presa presenta leves indicios de contaminación por grasas y aceites, este posiblemente debido a la utilización en ella, de lanchas de motor.
- 4.- Los valores determinados en el agua del vaso para las características químicas de pH, oxígeno disuelto (sobre todo está) y sustancias activas al azul de metileno, puede concluirse que el agua no está contaminada.
- 5.- Con base a las concentraciones detectadas de compuestos de nitrógeno y fósforo, se concluye que el agua muestra condiciones incipientes de eutrofización o sea de hiperfertilización.
- 6.- El agua de la presa por lo que toca a su calidad bacteriológica, se concluye que no está contaminada.



- Sitios de muestreo en corrientes superficiales
- ◐ Sitios de muestreo en la presa
- ◑ Sitio de muestreo en descargas

LOCALIZACION DE SITIOS DE MUESTREOS

V. PROYECTO DE AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

V. 1 SERVICIO ACTUAL DE AGUA POTABLE

El sistema Municipal de la localidad se abastece de una serie de manantiales localizados en la zona, siendo los principales los siguientes:

- Manantial del Crustel
- Manantial del Manguito
- Manantial de Ferrería
- Manantial de Agua Fria
- Manantial de la Ermita
- Manantial del Coporite
- Manantial de las Quintas

Manantial del Crustel.— Constituye la fuente de abastecimiento más importante, localizada aproximadamente a 6.5 Km al oriente de Valle de Bravo siguiendo el trazo que presenta su línea de conducción.

La captación está construida prácticamente sobre la corriente denominada como Arroyo Chiquite en la región aguas arriba del Valle de Acatitlán. Su estado de conservación es bueno, observándose la posibilidad de mejorarse debido a que inmediatamente junto a ella existen otros veneros que no han sido utilizados.

Manantiales del Manguito.— Son la otra principal fuente de abastecimiento para la zona central de la población, localizados al sur de la ciudad en una de las cañ

das que cruzan la carretera Valle de Bravo-Avándare.

La zona de captación cuenta con aproximadamente 10 cajas colectoras construidas sobre una serie de venenos localizados en ella.

Mamantal de Ferrería.- Se ubica al norte de la ciudad y cene a unos 4 Km. del centro de la misma en la cañada que forma el río Amanalco. Consiste en una serie de lleraderos captados mediante una zanja transversal y una caja de concreto, todo ello sin ninguna protección sanitaria contra el ganado que pastorea en las inmediaciones del lugar.

Otra desventaja es que brotan a una cota muy baja - 1825, inferior al tanque de la ciudad, por lo que únicamente sirven para proporcionar agua al caserío que se forma entre "La Peña" y "San Gaspar" y entre la carretera y el vaso de la presa.

Mamantal de Agua Fria.- Se localiza en uno de los extremos de la mancha urbana y es probablemente una de las fuentes de abastecimiento más antiguas con que cuenta la población.

La captación se encuentra construida a un lado del arroyo localizado al norte de la calle de la Alcantarilla. De la caja parte una línea de 6" de diámetro que alimenta directamente a una parte del sector noreste de la localidad, sin tener regularización alguna.

Manantial de la Ermita.- Se localiza en el sector noreste de la localidad, al oriente de la Av. Toluca. Consiste de una pequeña caja colectora de la que parte una tubería de 2" de diámetro para abastecer a una porción muy pequeña de la población. La longitud de dicha línea es aproximadamente de 500 metros hasta desembocar a la Av. Toluca, donde se bifurca en dos tuberías de 2" de diámetro, con una longitud media de 75 m. hacia ambos lados.

En este manantial se observa en época de lluvias un encharcamiento considerable en las inmediaciones de la captación y durante la época de estiaje, se presenta una deficiencia en el servicio. El mencionado encharcamiento viene a constatar además el hecho de que la caja colectora es insuficiente para concentrar el volumen aflorado.

Manantiales del Coperite.- Se encuentran localizados dentro de la misma zona en que se ubican los Manantiales del Manguite. Reciben su nombre debido a que abastecen directamente la red de distribución del Fraccionamiento del Coperite en el extremo sur de la ciudad.

La captación no consiste más que en dos pequeñas cajas colectoras, partiendo de cada una de ellas una línea de 2" de diámetro para conectarse a la red del fraccionamiento.

Manantial de las Quintas.- Está ubicado a un lado del camino de acceso al lugar conocido como "Camp de México" dentro de la zona del Fraccionamiento Avándaro. El servi

cie está destinado casi exclusivamente para el "Camping" siendo susceptible de captarse un volumen de agua mayor - debido a la bondad de la fuente de abastecimiento, aunque la cota en la que se encuentra localizada es baja - con respecto a las posibles zonas que pudiera abastecer.

Todos los manantiales abastecen por gravedad a la red de la ciudad lo que representa una grandísima ventaja, - pero como desventaja existen las siguientes:

El Manantial "El Crustel" que representa la mejor captación desde el punto de vista sanitario por aflorar en una zona inaccesible para el ganado, con mucha vegetación, que brota a la mayor altura de todos los otros permitiendo abastecer hasta las partes más altas de la ciudad y que tiene el mayor caudal; tiene el inconveniente de - que está parcialmente concesionado y utilizado para el riego de algunos terrenos de labor, en el Valle de Acaticlan, y si bien es cierto que existen algunos veneros - que actualmente no son captados, estos por sí solos, no serían capaces de satisfacer la demanda futura de la ciudad.

Los manantiales "El Manguito" tienen la ventaja de - que también afloran a una buena altura para introducirlos al tanque principal de la ciudad y localizados en la zona urbana lo que reduce al mínimo las obras de conducción, pero debido a la construcción de un fraccionamiento y la venta de terrenos precisamente en la zona de los afloramientos, hace suponer que en futuro, los particulares los aprovechen para beneficio propio, por lo que se-

prevee que esta fuente de abastecimiento se pierda o disminuya su aprovechamiento.

Respecto a todos los demás manantiales, tienen la ventaja de ser pequeño su caudal y de aflorar a alturas bajas con respecto a la altura de mayor concentración urbana, por lo que únicamente son aprovechables para pequeñas zonas muy particulares y en las partes bajas de la ciudad.

Líneas de conducción existentes

En sí, son sólo tres las líneas de conducción con que cuenta la localidad:

- 1.- Línea de conducción del Manantial del Crustel
- 2.- Línea de conducción de los Manantiales del Manguite
- 3.- Línea de conducción de los Manantiales de Ferrería

El resto de las captaciones abastecen conectándose directamente a la red de distribución.

Línea de conducción del Crustel

Esta línea, con un desarrollo total de aproximadamente 6.5 Km. va desde la captación en el manantial del Crustel hasta el tanque de regularización existente en Valle de Bravo.

Las longitudes aproximadas y los diámetros que componen la línea son:

- | | |
|---------|----------------------------|
| Tramo 1 | L= 300 m. de ϕ = 8" |
| Tramo 2 | L= 2 000 m. de ϕ = 6" |
| Tramo 3 | L= 1 000 m. de ϕ = 4" |

Tramo 4 L= 2 500 m. de ϕ = 6"
Tramo 5 L= 500 m. de ϕ = 4"

SUMA L= 6 300 m.

Línea de conducción del Manguito

Según se mencionó anteriormente, la captación consta con aproximadamente 10 cajas colectoras que se concentran finalmente en una caja principal de la que parte la línea de 8" de diámetro que llega hasta el tanque existente. La longitud aproximada es de 1 400 m. y prácticamente va en línea recta desde su origen hasta el depósito.

Línea de conducción de Ferrería

Prácticamente consiste en una línea de alimentación de la caja colectoras del manantial a una zona baja de la ciudad. La línea de alimentación comprende una tubería de A.C. de 250 mm. presumiblemente clase A-5 con una longitud de unos 1 300 m., hasta llegar al caserío lugar en donde se bifurca con una tubería de 150 mm. (6") ϕ y otra de 100 mm. (4") ϕ las que forman parte de la distribución de esa zona.

Regularización

El sistema cuenta con un solo tanque de mampostería ubicada en la parte oriente de la localidad, subiendo por las calles del Depósito y del Artista en la cota 1907.87

Fué construido por la S.R.H. hace aproximadamente 30 años, constando originalmente de una sola cámara de 300 m³., para regularizar el caudal proveniente de las captaciones del Manguite. Posteriormente, una vez concluida la conducción del Crustel, se construyó una cámara adicional de 200 m³., para regularizar el gasto de los manantiales del mismo nombre.

En la cámara de 300 m³., se construyó dentro de la estructura del tanque, un tanque sedimentador encima del cual se levantó, partiendo de la losa de cubierta, una pequeña caseta de cloración.

Distribución

A partir del tanque de regularización se inicia la red de distribución de agua potable con una línea de alimentación de 150 mm. (6") ϕ , la que al llegar al centro del poblado forma dos circuitos de 100 mm. (4") ϕ . Apoyados en esos circuitos parten las tuberías de relleno de 60 y 50 mm. (2 1/2") y (2") ϕ las que cubren la parte más importante de la ciudad.

Debido a lo accidentado de la topografía del lugar, existen caseríos arriba del tanque de regularización los que son abastecidos con tuberías de menor diámetro que se conectan a la línea que viene del manantial El Crustel, antes de su llegada al tanque, para lograr una mayor presión.

También y a partir de los manantiales Ferrería, Coprite, Agua Fria, La Ermita y las Quintas se forman rama-

los abiertes de pequeño diámetro, que abastece a partes aisladas y específicas de la ciudad.

La continuidad del servicio es deficiente, debido a las frecuentes rupturas de la línea de conducción El Crustel y El Maquito, las que acontecen por los deslaves a lo largo de las líneas de conducción las que dejan descubierta y sin protección a la tubería.

V.2 MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

Para la ejecución de las obras se tomaron como base los siguientes datos:

Datos de Proyecto

Población según el último censo oficial de 1980	11 465 hab.
Población estimada (1981)	13 000 hab.
Población de proyecto (2000)	33 295 hab.
Dotación media	208 l.p.h.p.d.
Gasto medio diario	80.34 l.p.s.
Gasto máximo diario	96.39 l.p.s.
Gasto máximo horario	144.61 l.p.s.
Coefficientes de variación diaria y horaria	1.2 y 1.5
Fuentes de abastecimiento	manantiales
Tipo de captación	cajas de mampostería.
Conducción	por gravedad
Regulación mínima necesaria	1 406 m ³
Potabilización	Cloración
Distribución	por gravedad

El período económico de las etapas de construcción se tomó de 20 años, tomando en cuenta la política de desarrollo turístico de las autoridades del Estado de México y la facilidad de obtención del agua, es decir, se considera probable que las obras sean suficientes hasta el año 2000.

Población de Proyecto.-

Para la determinación de esta población se efectuaron consultas con el Plan Municipal de Desarrollo Urbano que maneja AURIS, el que de acuerdo a la política de impulso turístico para esa zona fijó una población de 27 721 habitantes, sin embargo, siendo factible la cenurbación de áreas adyacentes a la considerada por este organismo y teniendo en cuenta también la posibilidad de la construcción de una carretera panorámica en las partes altas de la ciudad así como haciendo un estudio de áreas y densidades, se tomó el acuerdo conjuntamente con las Autoridades de la C.A.V.M. de fijar una población de 33 295 habitantes, ya que, por un lado las densidades resultantes de todas formas resultan bajas y existe la posibilidad del fomento turístico para los niveles económicos medios de la población.

Dotación.-

Tomando en cuenta las normas de proyecto para las obras de aprovisionamiento de agua potable a la República Mexicana de la S.A.H.O.P., para una población mayor a 30 000 habitantes y con clima templado, como es el caso de Valle de Bravo, le corresponde una dotación de 200 l/h/d. y que fué la fijada para las zonas residenciales-medias, pero tomando en cuenta que existen dentro de la ciudad, algunas otras zonas residenciales de primera, con jardines y algunas árboles frutales, se aumente en estos últimos la dotación a 225 l/h/d., resultando el valor promedio de 208 l/h/d., valor que toma en cuenta tam

bién las áreas o superficies de las zonas residenciales de primera y medias.

Así mismo, no existiendo variaciones extremas de temperatura en el transcurso del día, ni de estos durante el año, se adoptaron los valores usuales de 1.2 y 1.5 para los coeficientes de variación diaria y horaria respectivamente.

Obras de Captación

Fuentes de abastecimiento.-

Por lo explicado anteriormente al inicio del capítulo se concluye que ninguno de los manantiales que afloran en la zona urbana es capaz de satisfacer las demandas futuras de la ciudad y hasta es posible que alguno de los caudales de los manantiales se pierda ó disminuya al saturarse la conurbación de la ciudad; por lo que se procede a la localización de otros fuera del área urbana, para resolver el problema.

Los manantiales estudiados y el resultado de los aflores correspondientes, son los siguientes:

NOMBRE DEL MANANTIAL	AFORO (l.p.s.)	FECHA
1.- Hacienda	14.54	5 dic/1980
2.- Canal del Crustel I	+ 31.00	6 dic/1980
3.- Crustel II	+141.00	6 dic/1980
4.- Ranchito I	15.00	7 dic/1980
5.- Ranchito II	+105.00	7 dic/1980
6.- Eligie (Los Guadarrama)	+329.00	13 dic/1980

7.- Rincón de los Estrada	22.00	13 dic/1980
8.- Ixtla I	45.00	13 dic/1980
9.- Ixtla II	4.00	13 dic/1980
10.- Cerro Gordo	6.00	14 dic/1980

Como se aprecia, unicamente los manantiales marcados con + son dignos de tomarse en consideración para la resolución del problema, ya que el gasto de los otros es - despreciable.

Respecto a los dos primeros, es decir, El Crustel I y Crustel II ($Q = 31 + 141 = 172$ l.p.s.) hay que recordar, que en ellos esta construida la captación mas importante que surte actualmente a la ciudad, y el gasto aqui anetado corresponde al sobrante no aprovechado, pero también hay que recordar, que este sobrante ya esta siendo utilizado parcialmente para el riego de unos terrenos agrícolas en el Valle de Acatitlán.

En igual forma, el manantial El Ranchito II ($Q = 105$ l.p.s.) está siendo aprovechado para el riego de los terrenos agrícolas, por lo que la obtención del gasto de los tres primeros es conflictiva por los problemas políticos que habría que resolver.

Por último el manantial "Eligie" (Los Guadarramas) - vierte directamente su caudal, a uno de los afluentes del arroyo de "Los Hoyos" por lo tanto, no está siendo explotado; también tiene la ventaja de ser el de mayor caudal y de aflorar en una zona boscosa que lo protege de cualquier contaminación; por lo que resulta ideal para los fines buscados.

Línea de Conducción

Una vez que fué elegida la línea de conducción que tenía en cuenta la utilización del Manantial "Eligio", se procedió a realizar los estudios topográficos definitivos - eligiendo la ruta que se considere más accesible y tomando en cuenta también, la llegada a un tanque elevado en la cota 2 065.50 por considerar "la Comisión" que era - muy probable la construcción de una "Carretera Panaméricana", que uniría la carretera que viene de Analco, con la de Temascaltepec, la que también serviría de libramiento a Valle de Bravo para llegar directamente a Avándaro. La construcción de esta carretera además de tener la ventaja del libramiento, tiene la cualidad de poder ampliar - el área urbana de Valle de Bravo hacia las partes más altas, que resultan las más cotizadas por la belleza del paisaje que ofrecen; y se cree que bien valía la pena, - afrontar el aumento del costo en la línea de conducción - para poder asegurar el abastecimiento a las posibles zonas de ampliación futura.

Durante el estudio de la línea elegida, se plantea la posibilidad de poder abastecer a los Fraccionamientos - " Avándaro " y " Pinares del Lago ", con una derivación de la línea principal, a partir de un punto conveniente, lo que permitirá aprovechar más eficientemente el magnífico manantial " Eligio " y estar preparados por si llegara a darse el caso de tener que abastecer a los fraccionamientos mencionados, por lo tanto, son des las alternativas estudiadas.

Las características de ellas son las siguientes:

1a. Alternativa.- Manantial Eligie-Valle de Bravo:

Cota terreno manantial = 2 119.50 m.

Cota necesaria para llegar al tanque 2 053.65 m.

Carga disponible 65.85 m.

Longitud total de la línea de
conducción 7 460 m.

Tubería de A.C. de 305 mm (12") de
diámetro

Gasto máximo que puede conducir la
línea 124.03 l.p.s.

2a. Alternativa.- Manantial Eligie-Valle de Bravo-De-
rivación a Avándaro en un punto in-
termedio.

Longitud total de la línea de conducción = 7 460 fer-
mada por dos tramos de tubería. El primero de 350 mm. -
(14") ϕ capaz de conducir 182.32 l.p.s. con una longitud
del manantial al punto de derivación de 4 702 m. y el se-
gundo de 300 mm. (12") ϕ , capaz de conducir 96.39 l.p.s.
y una longitud del punto de derivación al tanque alto de
Valle de Bravo de 2 758 m. Es conveniente señalar que es-
ta alternativa deja disponible para Avándaro y Pinares -
del Lago un gasto de 85.93 l.p.s., con solo aumentar de-
300 a 350 mm. (12" a 14") ϕ en el primer tramo, también-
hay que aclarar que en el costo estimado de la línea no-
se considere los gastos de tubería necesaria para llevar
el agua del punto de derivación a Avándaro y Pinares del
Lago por considerar que estos pueden costear las obras.

Planeación general de la Distribución

Una vez que fué definida la fuente de abastecimiento y - el trayecto que debe de seguir la línea de conducción y - su llegada a la ciudad, se procedió a efectuar la planeación general de la localización de los tanques, las áreas de influencia de éstos y las redes de distribución a las que alimentaran, en la forma siguiente:

Se dividió a la ciudad en tres sectores, norte (De la Peña hacia la salida a Villa Victoria y Amanalco) Centro (la parte más antigua de la ciudad) y sur (De los embarcaderos hacia Avándaro) motivado por lo accidentado - de la topografía, por la cual, únicamente existe comunicación por las partes bajas de la misma en la dirección-norte-sur, pero en las partes altas no existe por la presencia de algunas barrancas profundas que impiden el paso de un lado al otro y que imposibilitan el tendido de la red de distribución en forma de cuadrícula. Fig. V-1

Por otra parte, también se hizo necesario dividir a - la ciudad por alturas en la dirección oriente-poniente, - de tal forma que las cargas estáticas y dinámicas del - agua no excedan los límites permisibles de 50 m., ubicando los tanques a cada 30 m., de altura una de otro.

De esa forma, se calcularon las áreas de influencia a cada tanque, se le asignó el uso del suelo correspondiente a la actualidad y su tendencia futura, en igual forma se le asignó la densidad y dotación para con estos parámetros calcular la población, los gastos y los requerimientos de regularización correspondientes a cada zona.

Regularización

Como resultado de la tabla de cálculos y con el fin de uniformizar la construcción, se plantean las siguientes consideraciones simplificatorias:

- a) Se propone que el tanque más chico que deba emplearse sea de 100 m³., con el fin de evitar la abertura y el cierre repetido de las válvulas de flotador que el ellos operen.
- b) Se adoptan los proyectos de la Dirección Gral. de Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillados de la República Mexicana, por contar estos con proyectos de tanques tipo mucho más chicos que los empleados por la C.A.V.M. y que se adaptan a las necesidades de este estudio.
- c) Cuando los requerimientos de regularización de zona quede intermedia entre las capacidades de dos tanques tipo, se adoptará el de mayor capacidad con el objeto de tener un almacenamiento extra que puede servir para aliviar alguna contingencia como por ejemplo, algún desperfecto en la línea de conducción.

De acuerdo con lo anterior, los tanques propuestos son los siguientes:

TANQUE No.	CAPACIDAD (m ³)	COTA PLAN- TILLA (m)	ZONA A LA QUE ABASTECE
1	100	1 970.00	Sector Sur-Zona Alta I
2	100	1 940.00	Sector Sur-Zona Alta II
3	100	1 910.00	Sector Sur-Zona Media
4	500	2 050.00	Llegada de la línea de conducción (Distribuidor)
8	100	1 875.00	Sector Sur-Zona Baja
5	100	1 970.00	Sector Centro-Zona Alta I
6	100	1 940.00	Sector Centro-Zona Alta II
7	550	1 907.35	Sector Centro-Zona Media (existente)
9	500	1 915.00	Sector Norte-Zona Media
10	100	1 870.00	Sector Norte-Zona Baja

SUMA=2250

VALLE DE BRAVO
 AGUA POTABLE
 Crequis de Funcionamiento

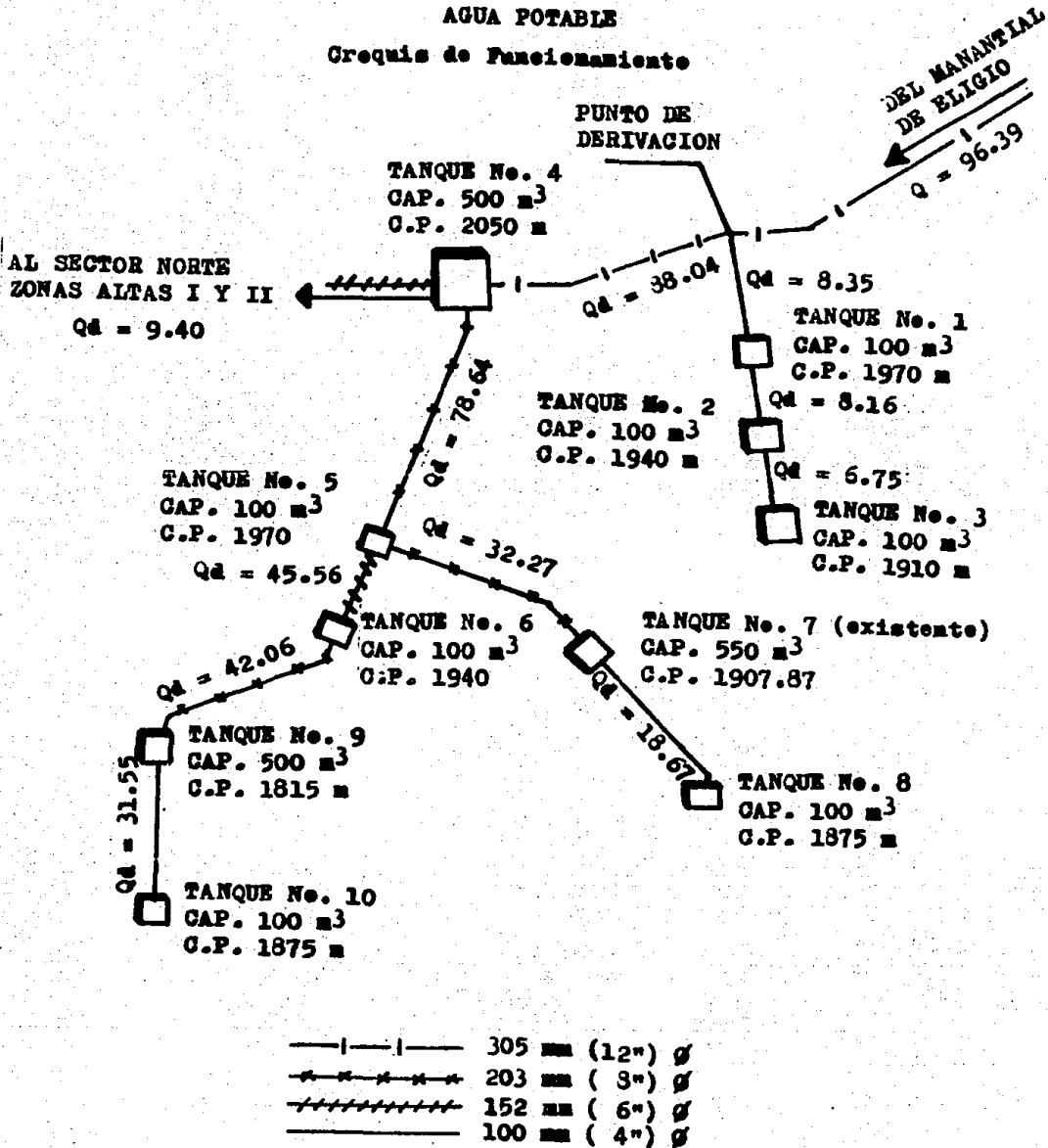


Fig. V-1

VALLE DE BRAVO.- AGUA POTABLE

SECTOR	ZONA	Uso del suelo	Área (Has)	Densidad (hab/Ha)	Población (habs)	Dotación (l/h/d/)	GASTOS (l.p.s.)			Regularización (m ³).
							Qm	Qmd	Qmh	
SUR	Alta I	Resid. la.	4	15	60	225	0.16	0.19	0.28	3
	Alta II	Resid. la.	15	30	450	225	1.17	1.41	2.11	21
	Media	Resid. la.	27	80	2 160	225	5.63	6.75	10.13	98
	Baja	Resid. la.	56	80	4 480	200	10.37	12.44	18.67	181
		S U M A		102	70.09	7 150	209.41	17.33	20.79	31.19
CENTRO	Alta I	Resid. la.	13	20	260	225	0.68	0.81	1.22	12
	Alta II	Resid. Media	21	60	1 260	225	2.92	3.50	5.25	51
	Media	Resid. Media	78	80	6 240	200	14.44	17.33	26.00	253
	Media	Resid. la.	10	80	800	225	2.08	2.50	3.75	36
		S U M A		122	70.16	8 560	203.08	20.12	24.14	36.22
NORTE	Alta I	Resid. la.	53	15	795	225	2.07	2.48	3.73	36
	Alta II	Resid. Media	83	30	2 490	200	5.76	6.92	10.37	101
	Media	Resid. la.	63	80	5 040	225	13.13	15.75	23.63	230
	Media	Resid. Media	38	50	1 900	200	4.40	5.28	7.92	77
	Baja	Resid. Media	71	80	5 680	200	13.15	15.78	23.67	230
	Baja	Resid. la.	21	80	1 680	225	4.38	5.25	7.88	77
		S U M A		329	53.44	17 585	210.73	42.89	51.46	77.20
	T O T A L		553	60.20	33 295	208.48	80.34	96.39	144.61	1 406

Redes de Distribución

Una vez que fué efectuado el trabajo de investigación de la red existente, en el que se determinó el estado de conservación y diámetro de la tubería y se hizo el vaciado de los datos a los planes de la ciudad, éstos fueron puestos a consideración de las autoridades de la Comisión de Aguas del Valle de México, quienes después de estudiarlos acordaron que por lo pequeño de los diámetros, la mala disposición de las tuberías y la edad de las mismas, no convenía su utilización en un futuro y ordenaron que la red de proyecto se hiciera con tubería nueva.

En esa forma, en la parte más importante de la ciudad estará alimentada por una línea de 200 mm. (8") a partir del tanque y al llegar a la ciudad forma un circuito de 150 mm. (6") ϕ .

Las cargas dinámicas en su mayoría están entre 25 y 35 metros de columna de agua, la mínima (en un solo punto) resultó de 12.47 m., y la máxima de 43.38 m., habiendo calculado éstas para la demanda máxima y a tanque vacío. Las cargas estáticas, es decir, a tanque lleno y a demanda mínima no sobrepasan los 50 m.c.a.

En la zona baja del sector norte, también se pudo formar un circuito, estando formado por la tubería existente de 250 mm. (10") que viene del manantial Ferrería y el resto con tubería nueva de 150 mm. (6"). Al igual que en el caso anterior las cargas estáticas y dinámicas resultaron adecuadas para el buen funcionamiento de la distribución.

En todos los demás casos (zona sur y las partes altas) no fué posible formar circuitos debido a lo accidentado de la topografía, consistiendo las redes de distribución en ramales abiertos, los que se adaptan a la configuración de las calles.

Las redes de relleno estaran formadas con tuberías de 75 mm. (3") ϕ , para garantizar las demandas de la población y la importancia turística que pueda tener en el futuro.

El material de las tuberías y sus conexiones está basado en la siguiente regla:

Todas las tuberías iguales o mayores a 100 mm. (4") ϕ serán de asbesto cemento clase A-5, las tuberías de relleno serán de P.V.C., clase RD-41, las conexiones de tubería entre P.V.C. y A.C. ó A.C. con A.C. serán de fierro fundido, las que se hagan entre dos tuberías de P.V.C. serán de ese mismo material.

Se colocarán válvulas de compuerta en las uniones de una tubería con otra de mayor diámetro y en sitios estratégicos para poder aislar tramos que tengan que separarse por alguna causa.

Cloración

El sitio elegido para la cloración está situado a unos - 3.8 Km. de la captación y en sitio proximo al cruzamiento de los caminos de terracerías que van a Acatitlan y al mamantial.

Tiene la ventaja este lugar, de estar situado antes -

de la posible derivación a Avándaro con lo cual, el gas-
te que pudiera derivarse, contaría con los beneficios de
la desinfección; así mismo también tiene la ventaja de -
su fácil acceso para los vehículos que hagan la reposi-
ción de los cilindros de cloro.

El equipo de desinfección de cloro en solución se cá-
lcula, para proporcionar un máximo de 5 p.p.m. y un míni-
mo de 2 p.p.m., empleando cilindros de 68 Kg.

VI. PROYECTO DE ALCANTARILLADO

VI.1 MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO DE ALCANTARILLADO DE AGUAS NEGRAS.

Es analizado aquí el sistema de alcantarillado existente y se explica el funcionamiento de la red proyectada. Son expuestas también las bases para la elaboración de los planes que se utilizaren para lograr el proyecto de la red mencionada.

La red existente en la localidad de Valle de Brave - sirve a un 60% de la población, sin embargo, es poco eficiente pues trabaja como alcantarillado combinado por una parte y por la otra muchas descargas domiciliarias - vierten directamente sus aguas sobre los arroyos que desembocan en la presa, y dado que sus descargas se encuentran mucho muy dispersas por toda la localidad, surgió - la necesidad de proyectar un sistema en el cual se canalizará todo el flujo de aguas residuales hacia puntos definidos, donde previo tratamiento vertirán sobre la presa de Valle de Brave. Tales son los propósitos de la elaboración del proyecto de alcantarillado de aguas negras.

La red de proyecto se encuentra dividida en dos cuencas donde se localizaran cuatro sitios de vertido, a saber, dos en la cuenca norte y dos en la cuenca sur. Para cada uno de los sitios de vertido se proyecta una red de drenaje que se puede resumir en el siguiente cuadro.

SISTEMA	DESARROLLO	VERTIDO
CUENCA NORTE		
I. Panteón	14,624 m.	Frente al panteón de Valle de Bravo.
IV. San Antonio	2,865 m.	Extremo Pto. Callejón No. 2
CUENCA SUR		
II. Capitanía	6,719 m.	Extremo Sur Calle G.P. Achumá
III. Ceperite	2,404 m.	Frente al panteón Sta. María.

Cabe hacer notar que debido a las características topográficas de la localidad, en el sistema No. II hubo necesidad de proyectar una planta de bombeo localizada -- frente al museo de la ciudad de Valle de Bravo.

Datos de Proyecto

	FLJA	FLOTANTE	TOTAL
Población último censo (1970)	7,628	722	8,350
Población 1976	9,372	1,028	10,400
Población de Proyecto (1995)	19,145	1,855	21,000
Dotación media		200 l.p.h.d.	
Aportación (75% dotación)		150 l.p.h.d.	

Gasto mínimo	18.23 l.p.s.
Gasto medio	36.46 l.p.s.
Gasto máximo	95.93 l.p.s.
Fórmulas	Harmon y Manning
Coefficiente de Harmon	2.63
Longitud de red	31 630 m.
Coef. unitario de diseño	$q = 0.003033 \text{ l/seg/m } Q \text{ max}$
Coef. unitario de diseño	$q = 0.001153 \text{ l/seg/m } Q \text{ med}$
Coef. unitario de diseño	$q = 0.000576 \text{ l/seg/m } Q \text{ min}$
Período económico del proyecto	20 años a partir de 1975

Bases de Diseño

Población futura del proyecto.-

Se utilizó el método del Banco de México para establecer la población futura, por ser el más lógico y el utilizado por la Secretaría de Recursos Hidráulicos. Posteriormente se adicionó la población flotante pues siendo un centro de atractivo turístico, recibe mucha población de este tipo, sobre todo los fines de semana.

Planeación General del Sistema.-

Como se dijo anteriormente, una gran parte de la red existente es utilizada como alcantarillado pluvial por lo que hubo necesidad de proyectar por separado una red para aguas negras y otra para aguas pluviales. La topografía fue un factor determinante para la planeación del proyecto, este influyó en un 100% para que se localiza--

ran cuatro sitios de descarga completamente independientes.

Los caudales a generarse en el sistema de alcantarillado se incorporarán a cada una de las cinco estaciones de bombeo y éstas a su vez, recibirán las aportaciones de las estaciones de bombeo anteriores en virtud de que estas unidades están interconectadas entre sí. Por lo anterior en la tabla VI-1 se incluyen los caudales a manejar para las dos etapas de proyecto a considerar, años 1985 y 1995.

Quantificación de las aguas residuales.-

De acuerdo a las características climatológicas y la población proyecto de la entidad, se tiene que la dotación de agua potable es de 200 l/hab/día y dado que el alcantarillado de aguas negras de una población es reflejo del servicio de agua potable, se tomó como aportación unitaria el 75% de la dotación.

El coeficiente considerado para la variación en aportaciones fué el de Harmon, de mayoración del gasto medio diario al día de máximo desecho que es utilizado para poblaciones de hasta 132 500 habitantes, ya que a mayor cantidad de usuarios, el coeficiente es constante e igual a 1.30.

Coeficiente de variación; Coeficiente de Harmon

$$M = 1 + 14 / (4 + P)$$

donde P = población

Colchón mínimo sobre lomo de tubo: Se consideró 0.90-metros medidos del nivel del terreno al lomo de la tubería.

Diámetro mínimo: Por efectos de limpieza 200 mm.

Pozos de visita: Se colocan en los cambios de dirección tanto horizontal como vertical, inserción de tuberías y para subdividir tramos largos para efectos de limpieza. En este caso la distancia mínima de separación es de 125 m.

Conexiones: Se harán clave con clave tanto en conexiones con tuberías de igual como de diferente diámetro.

Materiales: El utilizado para tuberías de 200, 300, - 380 • 450 mm. de diámetro será concreto simple.

Diseño del Interceptor Sanitario

Tomando en consideración que los datos de proyecto incluidos en este capítulo, elaborados por la C.A.V.M., - son congruentes con los datos de proyecto obtenidos por D.H.T.A., S.A., la solución al drenaje sanitario se efectuó en base a las cuencas de aportación a cada cárcamo; - en tal forma que se obtuvieron longitudes acumuladas para cada estación de bombeo que multiplicadas por su coeficiente unitario resulta el gasto a manejar en cada cárcamo. Los gastos así obtenidos, serán captados mediante-

un interceptor propuesto a lo largo de la ribera del embalse y se interconectará a los cinco cárcamos. Las aguas residuales serán desalojadas mediante rebombes a las partes altas y drenadas por gravedad hasta el cárcamo subsecuente hasta llegar al cárcamo No. 5; sin embargo para llevar el agua de éste último cárcamo a la planta de tratamiento, no es factible efectuarlo de forma directa debido al desnivel topográfico entre estos dos puntos, por lo que se estableció un cárcamo intermedio (No. 6) ubicado a la altura del Km 62 de la carretera Toluca - Valle de Bravo.

Funcionalidad del interceptor.-

El interceptor a localizar en las calles desalojará las aguas de la siguiente manera:

De la estación de bombeo "Coperito" (No. 1) se bombeará a través de la línea de presión por alojar bajo la calle 5 de mayo hasta la intersección con la calle Ameyal, descargando en el P.V. 1 drenado por gravedad hasta la estación de bombeo No. 2 "Capitanía". De ésta unidad, se bombeará hasta el P.V. 12 para drenar por gravedad mediante el colector siguiendo la Av. Costera hasta la estación de bombeo No. 3. De ésta, se rebombeará al P.V. 26 para continuar por la Av. Costera drenando por gravedad hasta la estación de bombeo No. 4. De ésta se bombeará hasta el P.V. 33 drenando por gravedad a través de las conducciones hasta la estación de bombeo No. 5. De ésta estación, se continuará con una línea a presión hasta la planta de tratamiento en la forma siguiente: Del

cárcamo "San Antonio" No. 5 se continuará con la línea a presión propuesta por las calles marcadas en el trazo, - incorporándose a la carretera Valle de Bravo-Toluca y - continuando por el acotamiento izquierdo hasta la estación 0 + 973.20 para cruzar la carretera en el puente - del río Amanalco. La tubería en este cruce se colgará de las traveses del puente por medio de cinchos los cuales - quedarán ubicados a juicio del Ing. residente. Una vez - cruzado el puente, se continuará la conducción por el derecho del río Amanalco aguas arriba hasta el Km 1+676.40 para seguir hasta el cárcamo No. 6, atravesando tierras de cultivo. Esta estación de bombeo estará ubicada en la estación 3+000 para llevar las aguas hasta la planta de tratamiento.

CAUDALES A MANEJAR EN LAS ESTACIONES DE BOMBEO (l/seg)

Estación No.	Caudales a manejar por etapas (l/seg)								
	año 1979			año 1985			año 1995		
	Q min	Q m	Q max	Q min	Q m	Q max	Q min	Q m	Q max
1	1.07	2.14	6.20	1.34	2.67	7.46	1.93	3.87	10.18
(Coporito)									
2	4.30	8.61	24.90	5.37	10.74	29.97	7.77	15.56	40.92
(Rotonda)									
3	4.30	8.61	24.90	5.37	10.74	29.97	7.77	16.56	40.92
4	8.98	17.97	51.98	11.21	22.43	62.57	16.23	32.49	85.45
5	10.09	20.19	58.35	12.59	25.18	70.25	18.23	36.47	95.93
(San Antonio)									

Fig. VI-1

VI.2 MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.

Como se hizo mención anteriormente en este capítulo, - una gran parte del alcantarillado negro que existe en la localidad es utilizado también como pluvial por lo que - surgió la necesidad de proyectar por separado tanto el - alcantarillado para aguas residuales como el pluvial.

El sistema de alcantarillado pluvial existente en la localidad consta de dos interceptores, uno por la avenida Juárez con tubería de 910 mm. de diámetro y el otro - por la calle Joaquín A. Pagaza con bóveda de 800 x 1800- mm. de sección.

Para la elaboración del proyecto se utilizaron:

1. La topografía de la Ciudad.
2. Censo de Red Existente.
3. Precipitaciones máximas diarias para un período de 10 años de la ciudad de Huixquilucan, la cual, es representativa de la zona que comprende Valle de - Bravo.

Bases de Diseño

Para el cálculo de la intensidad de lluvia se utilizan los coeficientes de Allen-Hazen, obteniéndose la fórmula para varios años, utilizando la correspondiente al período años con lo cual se obtuvo.

$$I = \frac{2429}{t + 21}$$

El método utilizado para el cálculo del funcionamiento hidráulico fue el Racional Americano, respetándose en todos los casos las especificaciones de la Secretaría de Recursos Hidráulicos. Las velocidades aplicadas para el proyecto fueron:

V min : 0.60 m/seg.

V max : 3.00 m/seg.

Debido a la accidentada del terreno, en algunos casos se rebasó el límite de V max, en este caso se consideró que la velocidad no afectará en forma apreciable el estado de la tubería.

El proyecto quedó integrado según las áreas tributarias en cuatro interceptores, de los cuales se aprovecharán en dos de los mismos los interceptores existentes.

VII. TRATAMIENTO DE LAS AGUAS NEGRAS

actualmente las aguas residuales de la población de Valle de Bravo, son descargadas directamente al vaso de la presa del mismo nombre, de ahí la necesidad de proyectar una planta de tratamiento para estas aguas.

El propósito de dicha planta es evitar la contaminación de la presa, la cual es evidente en la proliferación de lirio acuático principalmente en las zonas de descarga de aguas negras. Para tal propósito se está construyendo un emisor y seis plantas de bombeo para captar las aguas residuales y conducir las por gravedad desde la planta No. 6 hasta el sitio en el que serán tratadas localizado en la región del Durazno, al oeste de la presa de Valle de Bravo, para después ser vertidas al río Tilostoc. Ver plano anexo

Posibles Formas de Tratamiento

De acuerdo a los resultados obtenidos del muestreo realizado se observó que la calidad general de las aguas residuales es mejor que la que puede esperarse como promedio en poblaciones similares en nuestro país.

En base a esto, se ha pensado en tres posibles formas de tratamiento para estas aguas, dos del tipo biológico, y uno del tipo químico. Dentro del tipo biológico están los filtros percoladores y un sistema de lagunas de estabilización (una anaerobia y otra facultativa). La otra

opción sería un tratamiento químico consistente en una sedimentación primaria seguida de una desinfección con cloro.

Filtros Percoladores

En el filtro percolador, el agua residual es rociada sobre la piedra y se deja que filtre a través del lecho. El filtro percolador consiste en un lecho formado por un medio sumamente permeable al que se adhieren los microorganismos y a través del cual se filtra el agua residual. El medio filtrante está compuesto generalmente por piedras cuyo tamaño oscila de 2.5 a 10 cm de diámetro. La profundidad del lecho varía con cada diseño particular, generalmente de 0.9 a 2.4 m con una profundidad media de 1.8 m. El lecho del filtro es por lo general de forma circular y el residuo líquido se distribuye por encima del lecho mediante unas boquillas rociadores fijas. Cada filtro posee un sistema de desagüe inferior para recoger el líquido tratado y los sólidos biológicos que se hayan separado del medio.

La materia orgánica presente en el agua residual es degradada por una población de microorganismos adherida al medio. Dicha materia orgánica es adsorbida sobre la película biológica o capa viscosa, en cuyas capas externas es degradada por los microorganismos aeróbicos. Cuando los microorganismos crecen, el espesor de la película aumenta y el oxígeno es consumido antes de que pueda penetrar todo el espesor de la película. Por tanto, se establece un ambiente anaerobio cerca de la superficie del

medio.

Conforme la película aumenta de espesor, la materia orgánica adsorbida es metabolizada antes de que pueda alcanzar los microorganismos situados cerca de la superficie del medio filtrante. El resultado de no disponer de una fuente orgánica externa de carbono celular, es que los microorganismos situados cerca de la superficie del medio filtrante se encuentran en la fase endógena de crecimiento, en la que pierden su capacidad de adherirse a la superficie del medio. En estas condiciones el líquido a su paso a través del medio arrastra la película y comienza el crecimiento de otra nueva.

Sistema de lagunas de estabilización

Una laguna es un tanque contenedor de aguas residuales semitratadas o crudas, en donde se lleva a cabo un proceso biológico de oxidación o reducción de la materia orgánica contenida en el agua residual.

El sistema de lagunas de estabilización en sus diferentes combinaciones o tipos, al aplicarse en forma práctica (real), presenta diferentes secuencias establecidas por el Departamento de alcantarillado en su oficina Plantas de Tratamiento, de la Dirección General de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Una de estas secuencias es la siguiente, la cual presenta una posibilidad para tratar las aguas de la población en estudio.

Conjunto Anaerobio Facultativo.- Se encuentra constituido por dos tanques como unidades principales; en el -

primero de ellos se efectua especificamente el proceso anaerobio y es un tanque formado por bordos de tierra compactada, con un ancho de corona de 3.00 mts; taludes interiores de 2.5 : 1.00 y los exteriores de 2.00 : 1.00 con tirantes hidraúlicos 2 a 3 mts.

El otro tanque es de caráctes facultativo, en donde se efectuan los procesos anaerobio y aerobie a la vez. Es un tanque formado al igual que el anterior por bordos de tierra compactada, con ancho de corona y taludes interiores y exteriores igual a los antes mencionados. Tirantes hidraúlicos de 1.20 a 2.00 mts. El conjunto de unidades funcionan en serie.

Este sistema se complementa con cajas de cambio de nivel, con compuertas de madera creosataada, para permitir la entrada del efluente al sistema y el paso del agua semitratada de uno a otro tanque y la salida del efluente.

Tratamiento Químico

Sedimentación primaria.- La finalidad del tratamiento por sedimentación es eliminar los sólidos fácilmente sedimentables y el material flotante y por lo tanto, reducir el contenido de sólidos suspendidos.

Los tanques de sedimentación primaria pueden proporcionar el grado principal del tratamiento de agua residual o bien utilizarse como un paso preliminar para el tratamiento posterior. Cuando se utilizan como único medio de tratamiento, estos tanques sirven para la eliminación de sólidos sedimentables capaces de formar depósitos de fango en las aguas receptoras y de gran parte de

Las materias fletantes. Los tanques de sedimentación primaria, que están proyectados y operados eficazmente, deberán eliminar del 50 al 65% de los sólidos suspendidos y del 25 al 40% de la BBO.

Precipitación química.— La precipitación química consiste en agregar a las aguas negras alguna sustancia, que por reacción con otra y con los constituyentes de las aguas negras, produzca un precipitado floculante y de este modo acelere la sedimentación. Ver tabla VII-1.

La precipitación química puede utilizarse eficazmente para la eliminación del Fósforo y puede combinarse con la adsorción por carbón activado dando lugar a un tratamiento completo del agua residual suprimiendo la necesidad del tratamiento biológico y aportando, al mismo tiempo, una mejor eliminación de los productos orgánicos del agua que son resistentes al tratamiento biológico.

Mediante la precipitación química llega a eliminarse del 80 al 90% de la materia total suspendida, del 50 al 55% de la materia orgánica y del 80 al 90% de bacterias.

El tratamiento químico es útil para reducir los sólidos en suspensión y la demanda bioquímica de oxígeno, y para clarificar y reducir el color de las aguas negras.— La cantidad de sólidos disueltos es poco o nada afectada en el líquido final persiste alguna materia coloidal, la turbidez y el color.

**Productos químicos utilizados en el tratamiento de
aguas residuales**

Producto químico	Fórmula
Sulfato de Alumina	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$
Sulfato de Hierro	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$
Cal	$Ca(OH)_2$
Acido Sulfúrico	H_2SO_4
Anhidrido Sulfúrico	SO_2
Cloruro Férrico	$Fe Cl_3$
Sulfato Férrico	$Fe_2(SO_4)_3$

Tabla VII-1

Análisis Comparativo de las plantas Seleccionadas

A continuación se presenta un análisis comparativo de los tres tipos de plantas seleccionadas en lo que se refiere a: calidad del efluente, terreno necesario para su construcción y el personal requerido para su operación y funcionamiento.

Calidad del efluente

En la tabla siguiente se resumen las eficiencias de cada tratamiento, que para las principales características de calidad de las aguas residuales municipales, produce cada una de las plantas seleccionadas.

PARAMETRO DE CALIDAD	EFICIENCIA EN %		
	Filtros Perc.	L.N.E.	Trat. Quím.
Reducción de sólidos suspendidos	80 a 90	35 a 95	60 a 35
Reducción de DBO ₅	65 a 85	85 a 95	35 a 60
Reducción bacteriana	90 a 95	98 a 99	40 a 80

Puede observarse según lo anterior que el tratamiento a base de lagunas naturales de estabilización produce un efluente de mayor calidad y que por el contrario el tratamiento químico produce la menor calidad.

Terreno requerido

El terreno requerido para la construcción de cada planta depende principalmente del proceso de tratamiento que se aplicará y del tipo y tamaño de las unidades que integran la planta.

Sin embargo, considerando que las tres plantas trabajarían con un mismo gasto, la que requeriría mayor terreno para su construcción sería la de lagunas naturales de estabilización.

Equipo requerido

En lo que toca al equipo requerido, el análisis comparativo se hace teniendo en cuenta que los tres tipos de planta están en igualdad de condiciones por lo que toca a equipo de desinfección ya que los tres deben de contar con equipo de cloración y sus correspondientes accesorios.

En el cuadro siguiente se resume el equipo necesario para cada planta de tratamiento consideradas:

Tipe de Tratamiento	Equipo
Filtros Percoladores	Distribuidores rotatorios o bocuillas aspersoras
Lagunas Nat. de Est.	No requiere equipo
Tratamiento Químico	Bomba para lodos (opcional)

Con apoyo en el cuadro anterior, las lagunas naturales de estabilización son las más ventajosas en lo que a equipo se refiere ya que no necesitan alguno para su operación.

Personal Requerido Para su Operación y Mantenimiento

Por lo que se refiere a la operación de los tres tipos de plantas seleccionadas, es conveniente indicar que todos demandan una vigilancia a nivel de supervisor medianamente calificado y entrenado, y que la operación en sí de las plantas en cuestión, la puede efectuar personal no calificado.

En lo que respecta a mantenimiento, el de la obra civil para las plantas lo puede llevar a cabo el mismo personal de operación y el del equipo lo puede realizar personal técnico de nivel medio, que se consigue con facilidad en Valle de Bravo.

Conclusiones.-

Tomando en consideración que las aguas después del tratamiento serán vertidas al río Tilostoc, la solución más viable es aplicar un tratamiento químico.

Sin embargo, previendo la posible utilización de las aguas tratadas para riego en las zonas aledañas al lugar sería pertinente que las aguas tuviesen una mayor calidad que la proporcionada por el tratamiento químico, y en este caso, la solución sería la planta de tratamiento a base de lagunas naturales de estabilización ya que no requiere equipo sofisticado para su operación, a pesar -

de necesitar más terreno para su construcción que las --
otras dos alternativas, pero este no es un problema ya -
que se tiene disponibilidad de este.

CONCLUSIONES

Aunque el agua de la presa en el momento que se realizaron los estudios de muestras, no presentaba indicios de contaminación, en la actualidad y debido a las continua descargas de aguas residuales al vaso, se puede observar la proliferación de Lirio acuático, el cual ya es un problema que podría aumentar, si no se toman las medidas pertinentes; sobre todo considerando que la presa de Valle de Bravo es una fuente de suministro de agua potable a la Ciudad de México.

De acuerdo a lo expuesto en el presente trabajo se puede concluir la necesidad de someter toda agua residual a un tratamiento (al menos de tipo primario), para reducir su contaminación, y evitar que las fuentes receptoras de estas aguas se vean afectadas también, e inclusive encausarlas a otros fines, como puede ser, el riego de jardines y parques públicos, así como el riego de cultivos que no sean hortalizas. De esta manera el agua potable, que cada día es más escasa, se destinaría exclusivamente al consumo humano.

B I B L I O G R A F I A

ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO
ERNEST W. STEEL. CUARTA EDICION. EDITORIAL GUSTAVO GILI.
BARCELONA, 1972

ABASTECIMIENTO DE AGUA Y REMOSION DE AGUAS RESIDUALES
FAIR, GEYER Y OKUM. PRIMERA EDICION. EDITORIAL LIMUSA.
MEXICO, 1934

VIII CONGRESO NACIONAL DE HIDRAULICA
VOLUMEN I

LA CONTAMINACION EN MEXICO
VIZCAINO MURRAY, FRANCISCO. PRIMERA EDICION.
EDITORIAL FONDO DE CULTURA ECONOMICA.
MEXICO, 1975

HISTORIA, BIOGRAFIA Y GEOGRAFIA DE MEXICO.
DICCIONARIO PORRUA. CUARTA EDICION.
EDITORIAL PORRUA, S.A.
MEXICO, 1976

PROYECTO EJECUTIVO DE LAS OBRAS PARA APROVECHAR LAS
AGUAS RESIDUALES DE VALLE DE BRAVO, ESTADO DE MEXICO,
PARA USO DE RIEGO (SISTEMA CUTZAMALA).
VOLUMEN I. C.A.V.M.

QUIMICA AMBIENTAL: CONTAMINACION DEL AIRE Y AGUA
STOCKER Y SEAGER. EDITORIAL BLUME. PRIMERA EDICION.
ESPAÑA, 1931

TRATAMIENTO Y DEPURACION DE LAS AGUAS RESIDUALES
METCALF-EDDY. PRIMERA EDICION. EDITORIAL LABOR.
ESPAÑA, 1977



ENCUENTRO DE AGUAS CERCAS
ESCALA APROXIMADA 1:5000
 P.B. = PUNTO DE INTERES
 ———— PASEO VIAL
 ———— PASEO FERROVIARIO A VARIAS

