

# Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA



---

PROYECTO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

POTABLE DE UNA ENTIDAD FEDERATIVA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A:

ROGELIO BOTELLO AVILES

MEXICO, D. F.

ENERO 1983



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

# I N D I C E

	Pág.
Introducción. -----	1
CAPITULO I ANTECEDENTES Y CARACTERISTICAS DE LA REGION.	
Localización geográfica. -----	4
Posición política. -----	5
Climatología. -----	5
Vías de comunicación. -----	6
Aspectos generales de la población. -----	6
Edificios públicos. -----	7
Servicios públicos. -----	7
Actividades económicas predominantes. -----	7
Fuentes de abastecimiento de agua. -----	7
CAPITULO II INVESTIGACION DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y TIPO DE TRATAMIENTO REQUERIDO.	
Introducción. -----	8
Manantiales. -----	8
Pozos profundos. -----	11
Planta potabilizadora. -----	16
CAPITULO III PROYECTO DE LINEAS DE CONDUCCION A LOS TANQUES DE REGULARIZACION Y RED DE DISTRIBUCION.	
Líneas de conducción. -----	37

Obras de regularización. -----	40
Red de distribución. -----	41
CAPITULO IV	
ESTUDIO ECONOMICO.	
Costo de la obra. -----	47
Costo de la planta potabilizadora. -----	47
Factibilidad económica. -----	56
Capacidad de endeudamiento del sistema. -----	61
Tarifa. -----	62
Conclusiones. -----	64
BIBLIOGRAFIA. -----	66
ANEXOS. -----	67

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

La necesidad del agua como elemento vital, data de la -- aparición de la vida sobre la tierra. En la naturaleza -- se encuentra tanto en los mares como en el cielo y en la tierra en forma de ríos, arroyos, manantiales, lagos y -- lagunas; en el subsuelo se encuentran las aguas subterráneas en acuíferos profundos y someros.

Uno de los efectos del progreso científico ligado a la -- economía del siglo XX es el actual incremento de la po-- blación mundial, cuyas dimensiones crean una situación -- de desequilibrio general en el marco de una palpable fal-- ta de planificación.

El sostenimiento y la reproducción de la vida humana exi-- ge servicios básicos esenciales, entre ellos el abasteci-- miento de agua potable; dichos servicios son prioritarios a efecto de garantizar un buen desenvolvimiento de las -- actividades productivas del hombre.

La dotación del servicio de agua potable es requerimien-- to fundamental en una población y han hecho que los go-- biernos canalicen, gradual y de manera ascendente, consi-- derables asignaciones presupuestales; en el caso de los

países en desarrollo, éstas no alcanzan para cubrir las exigencias del incremento demográfico.

El vínculo entre la dotación del servicio de agua potable y el desarrollo integral de una población salta a la vista, pues no se puede concebir en nuestra época progreso alguno si los problemas de los servicios esenciales no están resueltos.

Para el abastecimiento de agua potable de una población es necesario conocer una serie de variables que determinen los parámetros para llevar a cabo el proyecto, entre los que se encuentran:

- La cantidad de habitantes del poblado que se va a abastecer.
- El crecimiento demográfico que se espera en el futuro.
- El tipo de usuarios y sus condiciones socioeconómica para determinar la dotación de agua por habitante y por día.
- El área de servicio.
- Localización de las fuentes de abastecimiento - y ubicación con respecto al lugar de consumo, - tanto en distancia como en la altura. ( desnivel topográfico ).
- Proyecto de la red primaria, secundaria e intercomunicación con tanques de regularización.
- Estudio del agua de la fuente de abastecimiento y determinación del tipo de tratamiento requerido.

- Proyecto de tomas domiciliarias ( optativa ).

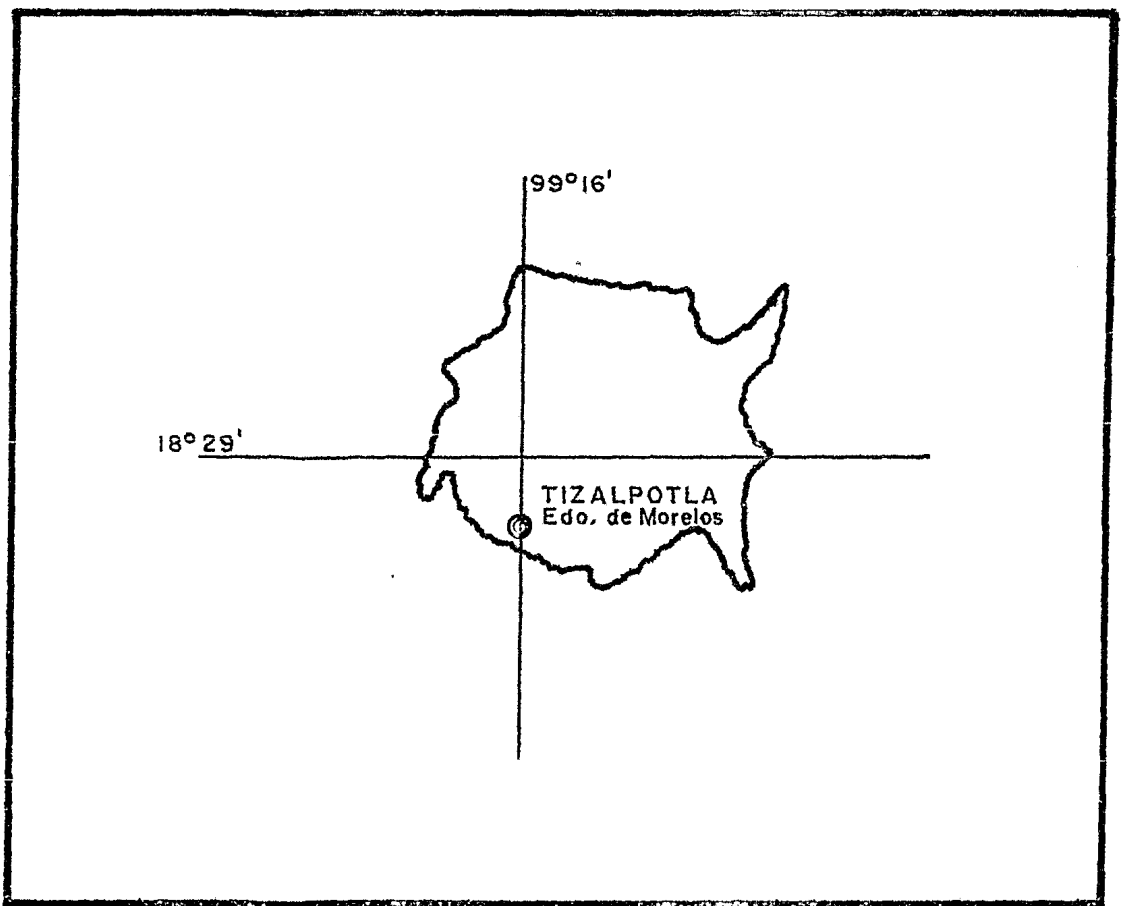
Además se requiere de un estudio de factibilidad económica. Un estudio socioeconómico por si es necesario un subsidio y la forma de encontrar la autosuficiencia, al menos regional. Estudio de tarifas y su aplicación.

El objetivo de éste estudio es presentar un proyecto para el abastecimiento de agua potable de una entidad federativa llamada Tilzapotla, en el Estado de Morelos. Poblado que, cuenta con un sistema de agua potable provisional y que en la actualidad es insuficiente; aunado a esto, el sistema existente no cumple con las normas sanitarias e hidráulicas establecidas.

## CAPITULO I

### ANTECEDENTES Y CARACTERISTICAS DE LA REGION.

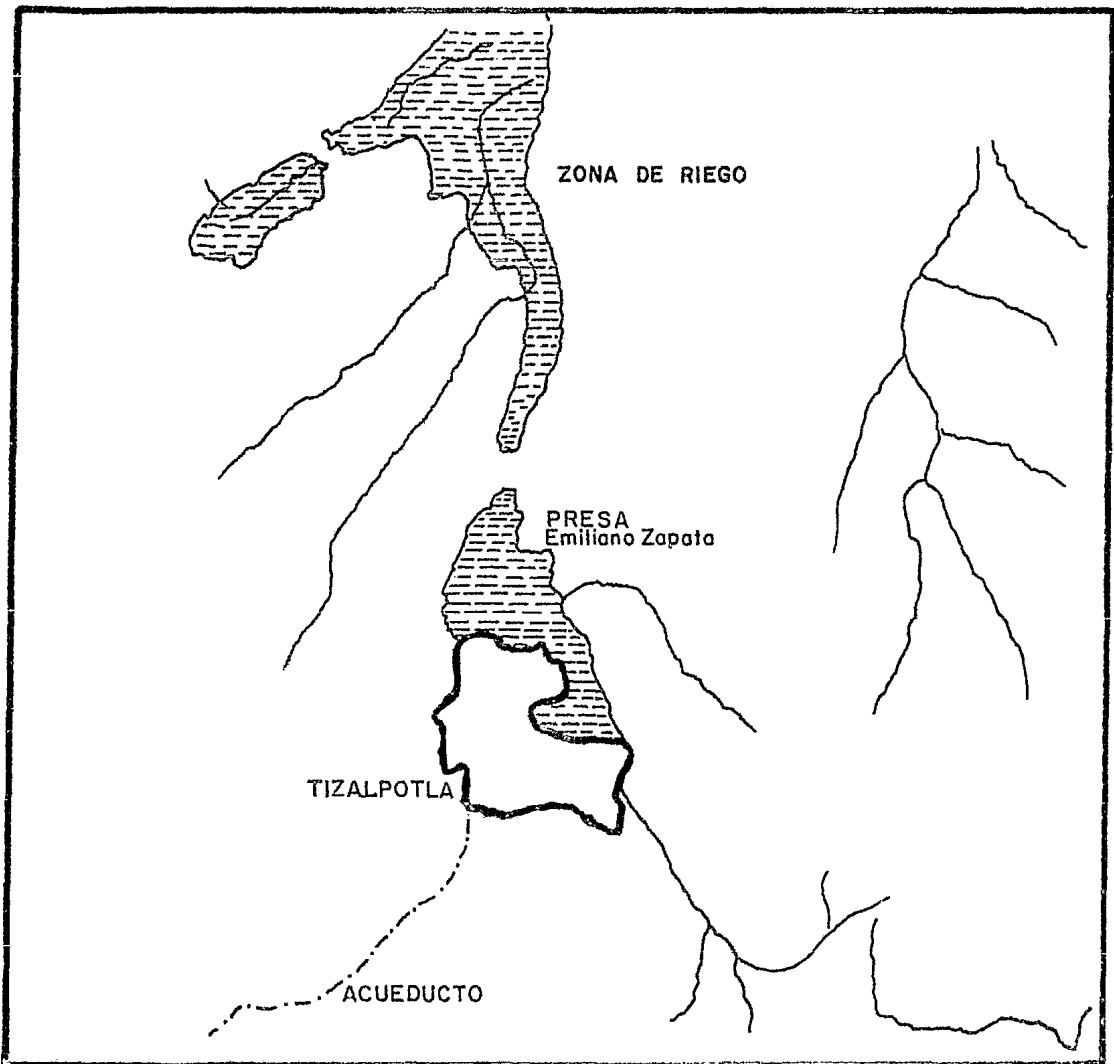
LOCALIZACION GEOGRAFICA.- Tizapotala, se encuentra ubicado en la zona sur-oeste del Estado de Morelos y al sur de la capital aproximadamente a 50 Km. Sus coordenadas geográficas son:



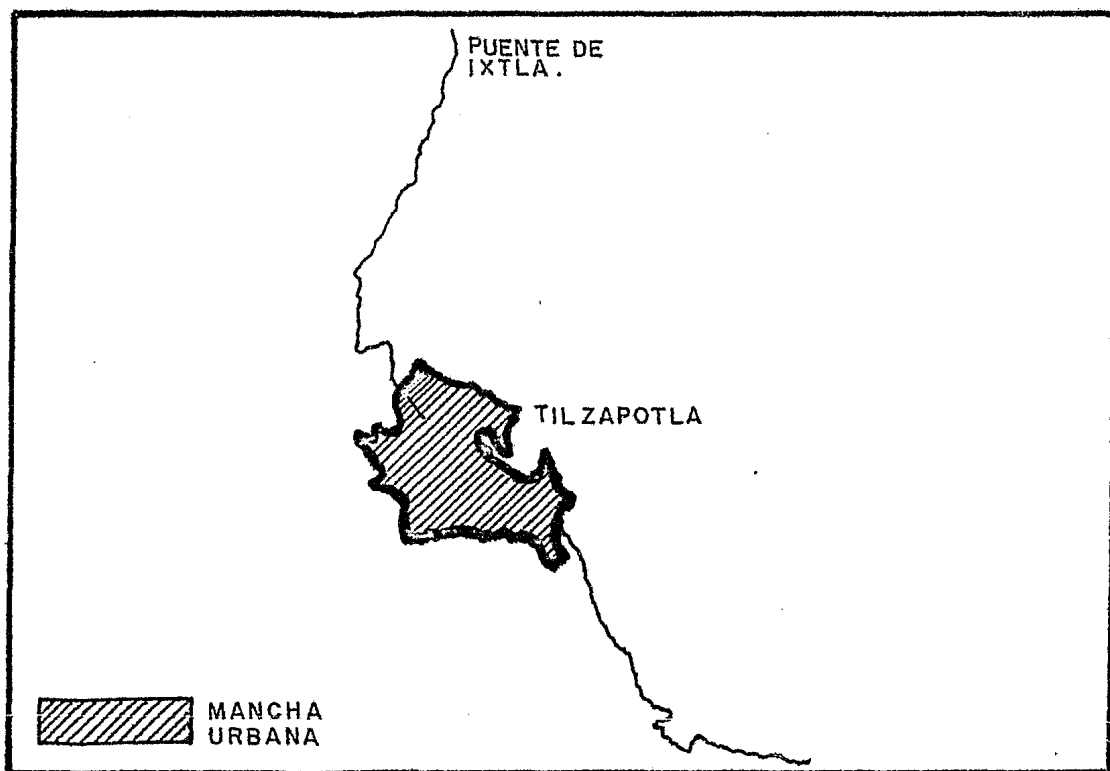


POSICION POLITICA.- La localidad objeto del presente estudio, tiene la categoría política de pueblo; siendo su cabecera municipal la ciudad de Puente de Ixtla, Morelos

CLIMATOLOGIA.- El clima de la localidad es templado, con lluvias de mayo a septiembre; registrándose una precipitación media anual del área de 922.7 mm., con temperaturas máximas de 35°C. y media anual de 22.5°C.



VIAS DE COMUNICACION.- El poblado se comunica al norte con Puente de Ixtla, por medio de una carretera asfaltada y al sur con Coaxitlán, por medio de una terracería. Puente de Ixtla, se comunica con Guernavaca por medio de una autopista y una carretera federal en aproximadamente 45 minutos a una velocidad de 90 Km/H.



ASPECTOS GENERALES DE LA POBLACION.- Se encuentra generalmente bien trazada, con manzanas rectangulares de 60 x 120 Mts. aproximadamente y otras de diferentes medidas siendo las calles de sur a norte y de oriente a poniente. Sus casas están constuidas con muros de tabique y adobe generalmente, con tejados y de concreto en su mayoría; - con un solo piso y dos el algunas ocaciones.

El número de casas en el censo de 1982 fué de 642 y con calles empedradas en un 90%.

**EDIFICIOS PUBLICOS.-** Dos escuelas primarias, escuela tecnológica agropecuaria # 11, preparatoria, ayudantía municipal, parque recreativo (zócalo), templo, SSA y la presa Emiliano Zapata.

**SERVICIOS PUBLICOS.-** Dos líneas de autobuses, agua con red de distribución provisional, energía eléctrica en 13.2 Kv. alta tensión y 220/127 V. en baja tensión, correos, teléfono, imagen de televisión en canales 2,5,11 y 13, drenaje en un 5%.

**ACTIVIDADES ECONOMICAS PREDOMINANTES.-**

- Agricultura 94%
- Industria 3%
- Pesca 1%
- Comercio 1%
- Ganadería 1%

**FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.-** Existen en éste lugar cuatro manantiales denominados: "Cerro Frío", "El Amate Amarillo", "El Naranja" y "El Zapote" con un gasto total de 3.8 L.P.S., descargando en cuatro tanques de regularización. Además se perforaron cuatro pozos profundos con resultados negativos, por lo que, el Gobierno del Estado está trabajando en la instalación de una planta potabilizadora en la presa "Emiliano Zapata" localizada al norte de dicho centro de población; esperando así, satisfacer las necesidades de agua potable.

## CAPITULO II

### INVESTIGACION DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y TIPO DE TRATAMIENTO REQUERIDO.

INTRODUCCION.- Desde que la humanidad apareció sobre la faz de la Tierra, ha tenido que afrontar diversos problemas para supervivir, ha tenido además, que ingeniárselas para que la solución sea en lo más posible la óptima.

Ahora en la actualidad existen personas preparadas para solucionar cualquier tipo de problemas, esto es, basándose en la técnica de analizar las diferentes alternativas principalmente en cuanto a funcionalidad y menor costo posible

Considerado ésto, es necesario que para la entidad federativa en proyecto de dotación de agua potable, se tenga que analizar los manantiales, pozos profundos (aguas subterráneas) y planta potabilizadora existente para saber cual es la fuente óptima.

#### MANANTIALES.

En el lado sur y parte alta de la población existen los manantiales denominados "Cerro Frío", "El Amate Amarillo", "El Zapote" y "El Naranjo" con un gasto total de 3.8 LPS.

El más importante de ellos es el "Cerro Frío" por su caudal aportado de 1.5 Lps. y una distancia a la población de 4.5 Kms. En el anexo # 1 se observa el desnivel topográfico que recorre la línea de conducción hasta el tanque de

regularización, así como los lugares donde se deberán colocar válvulas de expulsión de aire para evitar las formaciones de "bolsas de aire" a alta presión que podrían --- afectar a la tubería al paso del tiempo.

El método usado para calcular el gasto en los manantiales fué el de "La Escuadra" por su sencillez y exactitud. El método consiste en lo siguiente: Colocando una escuadra - graduada en pulgadas o centímetros (la cual debe tener un lado que mida 4" ó 10.1 Cms. como se observa en la Fig. - del ANEXO # 2) en la parte superior del tubo de descarga horizontal, se mide la longitud "Z" cuando la parte de 4" toca escasamente el chorro del agua. Conociendo el de ésta longitud y el diámetro interior del tubo, se puede saber el gasto del manantial. Para diámetros del tubo diferentes a los de la tabla, el gasto en Lps. se determinará multiplicando  $Z \times 0.00005 \times D^2$ , siendo D el diámetro del tubo en mm.

En el proyecto se tomará en cuenta la protección de los - afloramientos contra contaminaciones y obturaciones. Se - logra ésto con la construcción de una caja donde queden - aislados los afloramientos, procurando que éstos descar- - guen libremente. Se colocarán los siguientes accesorios: Cedazo o rejilla en la entrada de la tubería de toma, un vertedor de demasías al nivel de los afloramientos, desa- - güe, un registro y una válvula de seccionamiento al prin- - cipio de la conducción; además se hará una zanja alrede- - dor de la caja para interceptar el agua superficial que - pueda escurrir hacia la caja y se construirá una cerca de alambre que pueda evitar el acceso de animales o personas ajenas.

## Desinfección del agua.

Considerando que el agua es usada sin tratamiento alguno y que las normas de la Secretaria de Salubridad y Asistencia (publicadas en el diario oficial del 2 de julio de 1953) VER ANEXO # 3, exigen que todas las aguas potables deberán someterse a procesos de potabilización. Es necesario que las aguas de dichos manantiales se equipen con un dosificador del tipo carga constante o clorador de gas directo o en solución, mismo que, sería suficiente para que química y bacteriológicamente sea potable.

### Recomendaciones:

- Es indispensable disponer de una máscara anticloro, que deberá guardarse fuera de la caseta de cloración.
- Para determinar la capacidad adecuada de los equipos de desinfección para aguas superficiales, se debe contar con un estudio de laboratorio, derivado preferentemente de un ciclo hidrológico anual. Sin embargo, cuando no se tenga ésta información, se recomienda para aguas muy turbias y con materia orgánica en suspensión elegir un equipo que pueda dosificar hasta 10 ppm.
- Debe preverse en el proyecto, un pequeño almacén para las refacciones mínimas más usuales.

## Pozos profundos.

A petición de las autoridades tanto municipales, ejidales y del Comité Pro-introducción de Agua Potable de éste lugar se solicitó al Gobierno del Estado a través de la Dirección General de Obras Rurales en el año de 1974, un estudio para la perforación de pozos profundos y así complementar -- las necesidades de agua potable ya existentes.

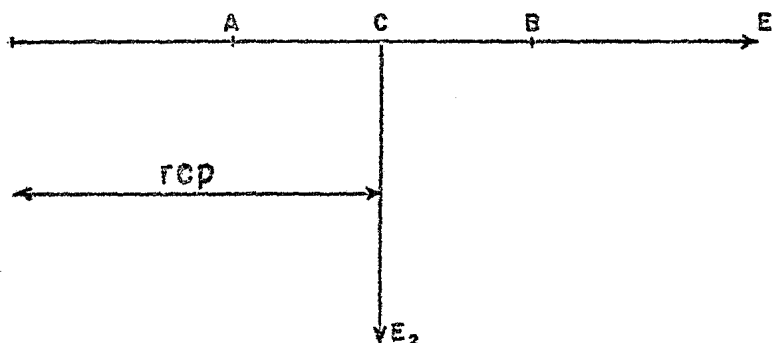
Se hizo un estudio geoelectrico en la región con el fin de investigar las condiciones locales de saturación, con la finalidad de poder perforar con éxito un pozo profundo. El sitio donde se efectuó la exploración, se localiza al oeste de la población, sobre la continuación de la Av. Venustiano Carranza y a una distancia aproximada de 350 Mts. de la plaza principal, en la colonia el Roble y a una altitud de 1,020 mmnm.

El lugar estudiado se localiza en el planote del cerro de La Mesa, siendo su origen ígneo y con rocas extrusivas en donde afloran: caliza, reolita y andesita en su parte inferior. Es una pequeña meseta que se encuentra drenada superficialmente al oeste por la barranca los Cacahunaches que recoge los escurrimientos del cerro de la Mesa de sur a norte y al oriente por la barranca Los Cuartos -- que recoge los escurrimientos del cerro de La Mesa y que -- escurren de sur a norte. Estos escurrimientos superficiales son de torrente en la época de lluvias y secos en el -- estiaje.

El equipo y método empleado en la exploración, consta de -- un Reómetro Diferencial de alta sensibilidad y se aplicó -- el método de la Segunda Variante de Relaciones de -- --

Caídas de Potencial (r.c.p.). Los incrementos de profundidad fueron de seis metros de 0 a 90 Mts. y de nueve en --nueve de 90 a 154 Mts. que fué la profundidad teórica alcanzada.

La técnica exploratoria del método descrito consiste en la medida del gradiente de potencial de dos intervalos adyacentes AC y CB, observando la relación de uno con respecto al otro la diferencia de potencial en el intervalo entre A y C, se compara con el gradiente C y B. El punto C es común para ambos intervalos (ver figura).



Para poder aplicar éste método es necesario formar un campo eléctrico artificial mediante una unidad de poder, que consiste en un generador de corriente alterna, acoplado a un motor de gasolina. Para éste tipo de exploración es suficiente un generador de 300 Watts, 110 Volts y 25 ó 50 ciclos y con excitación interna.

Por información verbal y algunos datos que obran en poder de la Dirección de Infraestructura Hidráulica y Construcción del Gobierno del Estado, se sabe que el sondeo geoelectrónico indicó que: A los treinta metros de profundidad se tubo el primer contacto de agua explotable, a los 30, 40, 60, 75 y 90 metros otros acuíferos de regular impor--



tancia.

En lo que respecta al material de perforación que se encontrará (según éste estudio): En los primeros metros boleos y tepetate semiduro, contacto de roca fracturada a los 30 Mts., aumentando su dureza de los 72 Mts. en adelante y a medida que se profundiza a más de 100 Mts. se vuelve más dura pero con fracturas.

Fué hasta el año de 1977, cuando el Gobierno del Estado a través de la Dirección de Obras Rurales, perforó dicho pozo con las siguientes características:

- Profundidad de 120 metros.
- Diámetro de perforación de 18" de  $\phi$ .
- Nivel estático del agua detectado a 15 metros.

Las características del equipo empleado para la prueba del registro eléctrico son:

- Aparato Mca. "Widco" Porta Logger, para determinar la resistividad y el potencial natural de un electrodo.
- Campo de graficación en el papel del equipo de todo el cuadrante.
- Para la resistividad se empleo la escala de 10 ohms y para el potencial de 10 mv.

Se aforó dicho pozo con resultados negativos, como se muestra en el ANEXO # 4, en el cual se observa que con un gasto de 2.3 lps. y un nivel dinámico estable de 32 mts., no es recomendable la instalación de un equipo de bombeo, dado que el gasto es despreciable para la finalidad buscada. Se observa además, que el aforo no está completo ya que la relación del cabezal y motor diesel de aforo no es la -

adecuada, pero aún con el equipo adecuado se prevee que - el gasto solo aumente un 30 o 40% siendo aún despreciable

#### Conclusiones y recomendaciones (hechas por la D.O.R):

- De acuerdo con los datos del registro eléctrico, antecedentes de perforación y datos de aforo, se considera que éste pozo es de bajo rendimiento.
- Se recomienda practicar una prueba de aforo - para conocer el gasto real que pueda proporcionar la zona de saturación comprendida entre los 93 y 101 Mts., efectuar un tratamiento químico usando dispersor de arcillas que podría ser PERMAX "A" o un producto similar y - agitar o pistonear enérgicamente.

Como el problema de falta de agua aumentó en razón directa a la población, fué necesario el estudio de nuevos pozos profundos.

El 1er. pozo con 80 Mts. de profundidad con ademe de 10" de  $\emptyset$ , perforado en la parte alta sur del poblado y según datos verbales, éste fué abandonado porque no tubo nunca agua significativa a pesar de que el nivel estático estaba a los 39 Mts.

El 2do. pozo de 36 Mts. de profundidad sin ademar, situado al este del poblado, fué abandonado por dificultades de perforación, por derrumbes con materiales elásticos -- con boleo en capas impermeables con cero producción de -- agua.

El 3er. pozo de 85 Mts. de profundidad y ademe de 8" de  $\emptyset$  con muchas dificultades por el tipo de terreno. Se aforó pero con resultados desalentadores, pues no se logró --

ni un litro por segundo.

En base a lo anterior, fué necesario coordinar nuevos estudios para un cuarto intento, primero al Dirección de -- Fuentes de Abastecimientos de la Secretaría de Recursos -- Hidráulicos ahora Secretaría de Asentamientos Humanos y -- Obras Públicas, la cual recomendó la perforación a 120 -- mts. máximo con 22" de  $\emptyset$  y ademe de 14" de  $\emptyset$  ; se inició dicha operación al sur de la presa Emiliano Zapata el 24 de marzo de 1977 y con muchas dificultades por el tipo de terreno, derrumbes incluyendo la escasa herramienta de la máquina, se concluyó dicha profundidad el 18 de junio -- del mismo año, se procedió a correr un registro eléctrico el cual resultó desalentador por la escasez de acuíferos, no obstante se aforó con los mismos resultados negativos.

#### Conclusión:

Por las experiencias sufridas en la zona y formación íg--nea del subsuelo que ocasiona el bajo rendimiento de los pozos, se recomienda buscar otra alternativa para la dota--ción de agua potable de ésta entidad, ya que no es reco--mendable la perforación de nuevos pozos.

## Planta potabilizadora.

Dado que la alternativa de los manantiales no es suficiente para la dotación de agua y la de los pozos profundos - con resultados negativos, se limita a la alternativa de la planta potabilizadora para la presa Emiliano Zapata situada al norte de dicha población, para ésto fué necesario realizar un reconocimiento de campo y un muestreo exhaustivo para determinar la contaminación por grasas, aceites y otros agentes nocivos para la salud de dicha población.

### Antecedentes:

La presa Emiliano Zapata de Tilzapotla, Mor., fué inaugurada en abril de 1969, tiene una cortina de 27 mts., la profundidad en el centro es de 8 mts., su forma es irregular, en su parte más larga tiene una extensión de 1.5 Kms y en la más ancha de un kilómetro aproximadamente. La presa se alimenta por los escurrimientos en temporada de lluvias.

### Desarrollo:

- Preparación de material y equipo de laboratorio para muestreo de campo.
- Traslado a la presa Emiliano Zapata de Tilzapotla, Mor
- Llegada y coordinación con personal administrativo de la planta potabilizadora.
- Recorrido por la periferia de la presa, por las yeseras y los canales alimentadores de la presa.
- Ubicación y muestreo de los puntos óptimos de la presa: canales, centro, embarcadero, compuerta, bomba, cárcamo de la planta potabilizadora, salida de la presa, almacén y planta potabilizadora. VER ANEXO # 5 y 6.

- Traslado de las muestras tomadas al laboratorio de agua en México, D.F.

#### Observaciones:

- Físicamente no se encontró ninguna contaminación considerable por grasas y aceites en la presa (no hay iridiscencia en la superficie de la presa).
- La presa se llena por escurrimiento en la época de lluvias, son tres los canales de alimentación, la topografía de la zona es accidentada al sur de la presa (cerros: Rio Frío, Tierra Verde, Los Guajes y El Peligro) VER ANEXO # 5
- Al sureste de la presa (aproximadamente a 1.5 Km.) se localizan 12 yeseras que utilizan "piedra de yeso" (sulfato de calcio) como materia prima, la cual es extraída del cerro los Guajes (cercano a las yeseras).
- El proceso de las yeseras consiste en los siguientes pasos: recepción de la materia prima, calcinación (en hornos con quemadores tipo cañón de petróleo), quebrado, molido, envase, almacén y venta.
- Las yeseras no utilizan agua en su proceso.
- Los cerros ubicados al sur de Tilzapotla son muy ricos en minerales.
- En el centro de la presa Emiliano Zapata hay jaulas para crecimiento de peces (tilapia) que controla la Secretaría de Pesca.
- Biólogos de la Secretaría de Pesca afirman que han tenido problemas (muerte de peces) por la descarga de la planta potabilizadora, y que es por el hipoclorito usado para limpieza de los tanques.
- El agua de la presa es utilizada también en el riego de plantaciones: sandía, frijol, maíz, papaya, mango, etc.

- Al realizar la visita no estaba operando la planta potabilizadora.
- Las grasas y aceites contenidos en las muestras analizadas pueden ser de origen animal en gran parte (criadero de peces en la presa).

#### Conclusiones:

- Las muestras analizadas en el laboratorio de la presa - contienen grasas y aceites en pequeñas cantidades. VER ANEXOS # 7, 8, 9, 10 y 11.
- En la periferia de la presa no existe ninguna fuente de contaminación industrial por grasas y aceites.
- Las yeseras no utilizan agua en su proceso, sus desechos son sólidos (bolsas, piedra, etc.).

#### Recomendaciones:

- Es conveniente realizar otro muestreo en la presa para determinar que cantidad de grasas y aceites son de origen animal.
- La planta potabilizadora no debe descargar sus aguas residuales de limpieza y mantenimiento a la presa.
- El cárcamo de bombeo de la planta debe tener un mantenimiento y limpieza para evitar la contaminación por grasas y aceites.

- Al realizar la visita no estaba operando la planta potabilizadora.
- Las grasas y aceites contenidos en las muestras analizadas pueden ser de origen animal en gran parte (criadero de peces en la presa).

#### Conclusiones:

- Las muestras analizadas en el laboratorio de la presa - contienen grasas y aceites en pequeñas cantidades. VER ANEXOS # 7, 8, 9, 10 y 11.
- En la periferia de la presa no existe ninguna fuente de contaminación industrial por grasas y aceites.
- Las yeseras no utilizan agua en su proceso, sus desechos son sólidos (bolsas, piedra, etc.).

#### Recomendaciones:

- Es conveniente realizar otro muestreo en la presa para determinar que cantidad de grasas y aceites son de origen animal.
- La planta potabilizadora no debe descargar sus aguas residuales de limpieza y mantenimiento a la presa.
- El cárcamo de bombeo de la planta debe tener un mantenimiento y limpieza para evitar la contaminación por grasas y aceites.

## Memoria del cálculo.

El proyecto originalmente siguió la secuencia usual, es - decir, a partir de una población de proyecto y la dota- ción se procedió a calcular los gastos medio diario, máxi mo diario y máximo horario. Sin embargo cuando se vio la necesidad de construir una planta de tratamiento, fue pre ciso consultar a los fabricantes acerca del criterio a se guir para su selección.

Dadas las características del poblado, los tipos de plan- tas de tratamiento que se requieren son los denominados - paquetes. Su elección está en función del gasto medio.

De acuerdo con las condiciones iniciales:

### a).- ASIGNACION DE LA DOTACION.

#### Servicio doméstico.

Bebida	2 Lt/Hab/día.
Preparación de alimentos	10
Aseo personal diario	40
Limpieza de casa	30
Lavado de ropa	23
Excusado	<u>15</u>
Suma	120
Servicio público	<u>15</u>
Total	135 Lt/Hab/día.

Esta dotación asignada es menor que la especificada por - SAHOP, pero se considera adecuada para el poblado de Til- zapotla, Morelos.



## Memoria del cálculo.

El proyecto originalmente siguió la secuencia usual, es - decir, a partir de una población de proyecto y la dota- ción se procedió a calcular los gastos medio diario, máxi mo diario y máximo horario. Sin embargo cuando se vio la necesidad de construir una planta de tratamiento, fue pre ciso consultar a los fabricantes acerca del criterio a se guir para su selección.

Dadas las características del poblado, los tipos de plan- tas de tratamiento que se requieren son los denominados - paquetes. Su elección está en función del gasto medio.

De acuerdo con las condiciones iniciales:

### a).- ASIGNACION DE LA DOTACION.

#### Servicio doméstico.

Bebida	2	Lt/Hab/día.
Preparación de alimentos	10	
Aseo personal diario	40	
Limpieza de casa	30	
Lavado de ropa	23	
Excusado	<u>15</u>	
Suma	120	
Servicio público	<u>15</u>	
Total	135	Lt/Hab/día.

Esta dotación asignada es menor que la especificada por - SAHOP, pero se considera adecuada para el poblado de Til- zapotla, Morelos.

b).- POBLACION DE PROYECTO.

Población actual	5000 Hab.
Incremento anual	3.5%
Tiempo de estimación	15 años

$$Pf = Pa (1 + t)^n$$

$$Pf = 5000 (1 + 0.035)^{15} = 5000 (1.575) = 8,376 \text{ Hab.}$$

$$\text{Gasto medio diario} = \frac{8376 \times 135}{35400} = 13.09 \text{ Lps.}$$

De acuerdo al Qmed. de 13.09 Lps. la planta de tratamiento que requerimos según el fabricante es de 20 Lps., pues solo se fabrican en 10 y 20 Lps. mas no valores intermedios

Con la planta de 20 Lps. tendríamos servicio hasta un número mayor de habitantes con una dotación mayor, sin embargo, la inversión inicial es bastante elevada y puede encarecer la obra inútilmente.

Tomando en cuenta lo anterior fue preciso analizar la posibilidad de utilizar una planta de 10 Lps.

Para proceder el análisis se revisó a la inversa.

$$Q_{med} = 10 \text{ Lps}$$

$$Q_{med} = \frac{Pp \times D}{86400} = \frac{\text{Poblacion del proyecto} \times \text{Dot.}}{86400}$$

$$Pp = \frac{Q_{med} \times 86400}{D} = \frac{10 \times 86400}{135} = 6,400 \text{ Hab}$$

Si el incremento de la población se conserva en 3.5% de 6400 Hab. podría ocurrir en:

$$Pf = Pa (1 + t)^n$$

$$6400 = 5000(1 + t)^n = 5000 \times 1.035^n$$

$$1.28 = 1.035^n$$

de donde  $n = 7$  años aproximadamente.

Lo anterior no quiere decir que después de 7 años sea necesario construir la ampliación de la planta. Básicamente el criterio de decisión se hará a través del número de habitantes y su consumo, para ésta primera etapa se están considerando 6400 habitantes de proyecto y de dotación 135 Lt Hab/día, únicamente en la selección de la planta de tratamiento.

#### DATOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.

Caudal de tratamiento:

10 lps. en la primera etapa (propuesta)

X lps. en futuras ampliaciones.

La planta tal y como se ha dimensionado, tendrá capacidad para tratar agua aún con 1500 unidades de la escala de sílice de turbiedad, 200 unidades de calor, siendo una unidad completa en suministros, servicios y accesorios.

La planta propuesta contiene el mejor equipo, de operación manual, incluyendo actualmente técnicas y eficiencias mucho más avanzadas.

Con las cifras anteriores, resulta evidente que la instalación solucionará ampliamente las necesidades actuales a largo plazo de la población, y con posibilidades de ampliaciones limitadas.

El equipo necesario comprende:

- Pre - cloración y adición de reactivos.
- Clarificación, sedimentación en un equipo pulsado.
- Filtración por sistema de filtros de lavado -- automático.
- Post - cloración.

#### OBRA DE LLEGADA, MEDICION Y CONTROL.

Será compromiso del Edo., el suministro de agua hasta la - válvula de entrada a la planta a una presión de  $1.2 \text{ Kg/cm}^2$

La tubería de llegada mediante un arreglo hidráulico adecuado en la caja elevada de llegada se obtendrá la mezcla y agitación hidráulica necesaria para la adecuada mezcla - del reactivo primario.

Esta mezcla se ha diseñado causando una pérdida de carga - de solo 12 cms. de columna de agua.

El caudal es medido e integrado en un medidor especial, el cual será de lectura directa con contador en  $\text{m}^3$ .

#### CLARIFICACION.

Debido a que se encuentra la presencia de un agua con tendencia a formar floculación ligera y alta coloración, la - solución más simple para aumentar la densidad y disminuir turbiedad y coloración, será la de asegurar un contacto ín timo entre el agua cruda adicionada de reactivos con los - lodos preformados, inclusive con características diferen-- tes en cuanto a turbidéz y coloración.

Esto se obtiene circulando el agua a manera de filtración a través de un lecho de lodos, se obtendrá de ésta forma -- una floculación prácticamente inmediata con un costo de -- clarificación y coloración muy reducido.

#### C L A R I F I C A D O R .

Para el presente estudio se considera un decantador PULSATOR, de operación totalmente automática.

Las características de cada PULSATOR son las siguientes:

#### D E C A N T A C I O N - F L O C U L A C I O N .

Estas dos operaciones serán efectuadas en un decantador---floculador del tipo PULSATOR, de construcción metálica PE-LLETIER DEGREMONT, con pulsaciones por mecanismos hidráulico.

Número de unidades	1
Caudal promedio por unidad	10 lps.
Caudal máximo por unidad	15 lps.
Superficie total del aparato	18 m <sup>2</sup>
Superficie unitaria del aparato deducida de la zona de proceso (campana de pulsación).	14.5 m <sup>2</sup>
Velocidad ascensional a caudal máximo (15 lps).	0.0035 m/seg.
Velocidad ascensional a caudal promedio (10 lps).	0.00054 m/seg.
Diámetro de la unidad	4 m.
Altura del agua.	3.3 m.

Altura total	3.5 m.
Volúmen	43,982 lts.
Tiempo de retención	1.15 hrs.
Caudal a tratar por hora	36,000 lts.
Caudal a tratar en 24 hrs.	864,000 lts.

### C A L I D A D G A R A N T I Z A D A .

Con turbidez inicial de 1500 ppm., se garantiza una turbidez final despues del clarificador de 10 ppm.

El decantador floculador PULSATOR, realiza de una manera -- simple lo que se obtiene generalmente por los técnicos conocidos de floculación y decantación sucesiva, pues en realidad el PULSATOR, se basa en principios totalmente diferentes de aquellos utilizados por los otros equipos actualmente conocidos.

El PULSATOR, por el contrario no es un floculador en el -- sentido habitual del término, ya que no tiene ningún agitador, ni tampoco un decantador en el sentido habitual de la palabra, dado que, lo que se busca es practicamente una -- filtración vertical y ascendente en el manto de lodos en -- suspensión, es decir, que una partícula que penetra en el PULSATOR, tiene que atravesar una gran masa de lodos, la -- cual actúa como filtro debido a su poder absorbente.

La base completamente original del funcionamiento del PULSATOR, es la pulsación, es decir, el hecho de que un movimiento alterno es comunicado continuamente a la masa de lodos, despues de la introducción del reactivo de floculación.

Una partícula floculada se comporta de la manera de una burbuja de aire ó de una gota de un líquido insoluble, es decir, que se desplaza en el agua arrastrando a su alrededor inmediato a una partícula de agua que en cierta forma sirve de aislante del medio circulante, ahora bien, éstas partículas floculadas tienen un enorme poder de absorción, es decir, que ellos fijan en su superficie las partículas más pequeñas que se encuentran en su camino, en forma semejante ocurre cuando son pequeñas burbujas de aire y se juntan para formar una más grande.

En el PULSATOR, esta acción se produce a cada instante y en la totalidad de las partículas floculadas contenidas en el aparato, gracias a los cambios continuos de velocidad y dirección del agua, con respecto a aquéllas partículas. Resulta que las deformaciones continuas de las partículas de toda la masa que se comporta a la manera de una esponja viviente que se alimenta de las partículas en suspensión dentro del agua circulante.

En éste caso, un fenómeno suplementario viene a complementarse a ésta acción de frotamiento superficial del líquido sobre las partículas, es la propiedad que poseen las partículas vecinas de reunirse la una con la otra por tensión superficial. La masa lodosa que se encuentra en el decantador, no esta constituida por partículas aisladas, sino que forman un conjunto elástico y es que en el interior de los espacios entre partícula y partícula no existe agua circulante. Todo el conjunto se deforma y respira como una esponja bajo la influencia de las pulsaciones, pero se conserva una cohesión elástica que comunica a ésta masa las propiedades de un líquido que sería más denso que el agua y que de ésta forma constituye una capa fluida - - -

horizontal en la mitad inferior del aparato.

El agua atraviesa verticalmente esta capa homogénea, sufre verdaderamente una filtración a través de un manto de lodos y ésto explica la calidad excepcional de la clarificación que éste aparato permite obtener.

El objeto primordial de éste tipo de clarificación es el de mantener un equilibrio del colchón de lodos, donde la concentración de partículas en suspensión es del orden de 10 a un 30% y algunas veces aún mayor, en éste caso, éste fenómeno es facilitado enormemente por los módulos o placas tubulares que reducen, eliminando practicamente los fenómenos de convección y facilita el apoyo de la partícula decantando y reduciendo la operación del agua en su descenso. Para lograrlo se mantienen intactos durante todo el proceso las fuerzas de cohesión que operan en el manto de lodos. Esta dá fuerza de cohesión al conjunto y propiedades de equilibrio que una partícula considerada aislada no tendría.

De hecho se puede considerar la masa lodosa como un resorte que tiende a comprimirse bajo el efecto de la cohesión y que se expande con la influencia del flujo vertical.

Debido a lo simplificado que resulta el diseño del PULSATOR, es posible que el control de éste resorte se lleve a cabo con suma facilidad, por ejemplo:

La intensidad de la perturbación en la zona inferior del decantador, se regula facilmente reduciendo o aumentando la sección de la válvula de caída del sifón la cual provoca una caída más ó menos violenta del agua contenida en la campana, ésto permite regular simultáneamente la altu



ra alcanzada en el monto de lodos por las turbulencias -- (grado de expansión de resorte).

Por otra parte la buena equi-repartición (lograda en el PULSATOR por sus múltiples distribuidores y los tranquilizadores evitan corrientes y corto circuitos hidráulicos), limitada a la intensidad de éstas turbulencias, permitiendo el logro de la velocidades ascensionales mayores sin riesgo de efectuar la cohesión del monto de lodos ni la clarificación del agua producida.

Por éstas razones se considera que el PULSATOR permite:

- Mínimo mantenimiento.
- Logar una mejor equi-repartición.
- Localizar las turbulencias dentro de una zona inferior de mezcla flocculante asegurando el mantenimiento en equilibrio sobre ésta última de una zona superior no perturbada de lodos, lo que garantiza un aumento de eficiencia de los reactivos flocculantes.

FILTRACION DE ARENA, OPERACION AUTOMATICA SM-1230.

FILTROS HYDRO - AUTOMATICOS.

Para la filtración del caudal de 10 Ips., se ha previsto una batería de 4 filtros arena Pelletier Degrémont de un área filtrante total de 5 m<sup>2</sup>. de operación automática, lavado por sifón hidráulico automático a lavado a contra corriente con los otros filtros.

## C A R A C T E R I S T I C A S :

Operación	Hidráulica manual
Diámetro	1250 mm.
Altura	2400 mm.
Número de unidades	4
Superficie total	5 m <sup>2</sup>
Velocidad de filtración	3.75 - 15 m/h.
Vel. Máx. recomendable	15 m/h.
Tipo de lavado	Agua a contra corriente.
Carrera estimada	24 - 48 horas en filtración despues de clarificación correcta -- ( 10 ppm).
Caudal de agua	4 Lps/m <sup>2</sup> .

Los filtros Hydro - automáticos son el resultado de la experiencia de más de 25 años de la Cía., Degrémont - Pelletier, S.A. de C.V.

Son filtros de gran simplicidad concebidos para operar libres de fallas en lugares donde la operación es un problema, no tiene partes móviles, sus sistemas de regularización son totalmente hidráulicos.

El lavado se obtiene por la operación de dos sifones, al llegar la pérdida de carga del medio filtrante al nivel máximo cada filtro anunciará cuando haya que lavarse.

Por su concepción no requiere de equipos adicionales para su lavado, bombas ni tanques elevados, la regularización de los caudales de contra lavado están determinadas por -

simples dispositivos de equi-repartición inmóviles, y por lo tanto libres de fallas y mantenimiento.

## D I S T R I B U C I O N .

El agua proveniente del clarificador, el cual tiene una carga hidráulica sobre la cama filtrante de aproximadamente 1.2 Mts. pasa por un canal general a un eliminador de aire que pudiera ser arrastrado por los conductos y se distribuye por un cabezal general que une a las diversas unidades. En éste cabezal son colocadas también compuertas de aislamiento.

En los conductos distribuidores generales por vertedores, el agua penetra en forma individual, en cada filtro, por tuberías de repartición, dará a la salida una turbidez menor de 5 ppm.

El agua penetra en los filtros por conductos laterales provistos de orificios calibrados, que comunican con la cámara de agua superior al proceso de filtración. Provocan una corriente horizontal que será de gran utilidad durante el lavado por la rápida extracción de las impurezas ya que provoca un arrastre horizontal hacia el vertedor colector de agua de lavado.

Los filtros de operación automática cuentan con mecanismos manuales que permiten efectuar el lavado de forma totalmente automática, sistemas de regulación de caudal de agua de lavado, indicadores visuales de operación del filtro, registros de inspección y accesorios, considerándose unidades paquete completas en todos sus detalles

## TANQUE DE PREPARACION Y DOSIFICACION DE REACTIVOS.

El empleo de sulfato de aluminio, lechada de cal y cloro está previsto, los aparatos de preparación y de dosificación han sido normalmente construidos para las máximas dosis respectivas siguientes:

25 ppa. de sulfato de aluminio

25 ppa. de lechada de cal

4 ppa. de cloro

La dosis a utilizar será definida por ensayos que se efectuarán en el momento de la puesta en servicio y durante la explotación en los periodos de modificación de las calidades del agua bruta (épocas de lluvias).

Si se considera que la dosis máxima de diseño es de 3.25 lph. para sulfato y 2.75 lph. para calcio, se tendrá que los tanques nos permitirán un servicio de:

- Para sulfato de aluminio, un servicio de 24 - horas con dosis de 3.25 lph. y con una concentración de 10%, el dosificador permite concentraciones hasta el 25% por lo que el tiempo de servicio pueda ampliarse.
- Para la lechada de cal, un servicio de 24 --- horas con una dosis de 2.75 lph, pero con una concentración de el 10%, la cual puede elevarse hasta el 20% sin problema alguno.

Estos tanques irán equipados con las conexiones de vaciado y rebose necesarios. El tanque de sulfato de aluminio y de hipoclorito se harán de acero negro.

#### O P E R A C I O N   D E L   A P A R A T O .

El agua del suministro que corre por la tubería principal, se encuentra a su paso una placa de orificio, que causa -- presión diferencial acorde al gasto.

La diferencia de presión que existe, se trasmite al diafragma inferior del clorador PG - 6000, impulsando hacia arriba en relación proporcional a la diferencia de presión -- creada por la placa de orificio, por lo tanto, siendo la -- inyección del cloro proporcional al gasto de acuerdo a lo deseado en la regulación de la válvula, la relación siem-- pre será la adecuada.

El aparato PG - 6000, cuenta con un almacen de 200 lt. de solución y capacidad para dosificación de 0-300 CC. de hipoclorito y dosificación equivalente a más de 10 ppm. a -- caudal máximo de 10 lps.

La alimentación de agua de dilución de los tanques de preparación será asegurada por una red de tubería, conectada con el conducto de agua cruda. VER ANEXO # 14, PARA EL DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLANTA.

#### E L   S I S T E M A   L L E V A R A :

- |   |        |
|---|--------|
| - Comparador de cloro y PH.                 | 1 Pza. |
| - Placas de orificios y relación de 0.7 mm. | 2 Pzas |

## C L O R A C I O N .

El cloro será utilizado para asegurar la post-cloración -- del agua filtrada.

Para la esterilización, dos cloradores directos de gas-cloro serán previstos, cubriendo largamente las necesidades - de la 1era. y 2da. etapa.

Para la post-cloración se utilizarán los mismos cloradores los cuales darán servicio en la 2da. etapa, los aparatos - están calculados para una carga máxima de 45 Kg/24 horas.

Se mantendrá un residual de 0.7 ppm., como un mínimo en la cisterna de agua clarificada.

El conducto de distribución y difusor cerámico de cloro pa ra la post-cloración con su indicador de gasto.

## INSTALACION, MONTAJE, FUERZA E INTERCONEXION.

El suministro incluye los equipos especiales, su montaje - electromecánico, así como la interconexión entre todos sus elementos, acabado y prueba de los mismos.

## OBRA CIVIL BASICA.

- Base para el clarificador	23 m <sup>2</sup>
- Base para filtros.	16 m <sup>2</sup>
- Canal para drenaje de la planta hasta conectarse con la existente si la hay.	7 m.

SUMINISTROS QUE INCLUYE EL PAQUETE "PLANTA FOTABILIZADORA PARA LA TOMA Y DESCARGA DE AGUA.

a).- SISTEMA DE BOMBAS DE OBRA DE TOMA DESDE LA PRESA EMILIANO ZAPATA.

Las bombas serán del tipo turbina para pozo profundo lubricadas por agua.

Gasto	10 lps.
Longitud de la columna.	22 Mts.
Líquido a bombear	Agua limpia
Carga dinámica total	35 Mts.

El equipo instalado son bombas marca FAIRBANKS - MORSE, tipo turbina vertical para pozo profundo, lubricadas por agua, Mod. - 6977, constituidas por:

- Motor eléctrico vertical, marca FAIRBANKS MORSE, de 10 HP., 4 polos, 220/440 volts flecha hueca, con trinquete de no retroceso, a prueba de goteo, 1770 RPM.
- Cabezal de descarga modelo 12" X 6" X 4" en construcción de hierro gris de alta resistencia.
- 70' de columna completa de 6" x 1" de Ø.
- Cuerpo de tazones constituido por 5 impulsores modelo 71C, diseño 2-6.

- 10' de tubo de succión del clorador.

b).- SE INCLUIRAN LAS INTERCONEXIONES DE LAS --  
BOMBAS ENTRE SI, CON LAS SIGUIENTES CARAC-  
TERISTICAS:

- Válvula tipo check de hierro de 6" de  $\phi$ .

- Válvula de tipo compuerta de hierro de -  
6" de  $\phi$ .

- Tubería de interconexión entre las dos -  
bombas de 6" de  $\phi$ .

Bridas de interconexión y otros.

VER ANEXO # 12, para las curvas de operación de éstas bo  
bas.

c).- SISTEMA DE BOMBAS DEL TIPO TURBINA HORIZON  
TAL PARA EL REBOMBEO LUBRICADAS POR AGUA.

Gasto	10 Lps.
Carga dinámica total	50 Mts.
Cisterna aprox. de desc.	3 x 3 x 3 m.
Líquido a bombear	Agua limpia.

El equipo instalado son bombas marca FAIR-  
BANKS - MORSE, tipo turbina horizontales,  
lubricadas por agua; constituidas por:

- Motor eléctrico horizontal, marca FAIR--  
BANKS - MORSE, de 25 HP., 4 polos, 220/-  
440 volts, flecha sólida, con trinquete  
de no retroceso, 1770 RPM., a prueba de  
goteo.



Al darse por terminada la obra de la planta de tratamiento, se supervisó por una comisión de la Dirección de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Morelos, con las siguientes conclusiones:

- La planta fué construida por la Compañía PELLETIER de la Ciudad de México y fué diseñada para tratar 10 Lps. de agua, -- extrayendo ésta de la presa Emiliano Zapata, a un costado de la cual se encuentra ubicada la planta.
- Debido a que aún se encontraba en construcción la red de distribución de agua de la población no se puso en operación regularmente.
- En el momento de la visita entró en ---- operación para observar su funcionamiento.
- Cuenta con un sifón (PULSATOR) colocado sobre un sedimentador, antes de la llegada de agua al sifón se le dosifica con sulfato de aluminio como coagulante, así como hidroxido de sodio (sosa) para elevar el PH del agua de 6.8 a 7.2, así mismo, se le proporciona una precloración a base de gas cloro con una dosificación de 0.6 ppa.

- Las adiciones de los reactivos se efectúan manualmente variando entre 10 a 25 Kgs. cada 3 ó 4 horas
- Una vez en el clarificador, el agua pasa a 4 fil--tros de arena que funcionan indistintamente, permitiendo que se les de un retrolavado a los que no -operen en el momento, de ahí, pasa el agua a un --tanque de almacenamiento de aproximadamente 1,500 Lts. de capacidad de donde por bombeo se hará lle--gar a otro tanque de almacenamiento instalado en -la población. En este tanque se instalará un equi--po de cloración para desinfectar el agua que por -gravedad llegará a la red.
- Cabe hacer notar que la planta cuenta con equipo -automático para la adición de reactivos, no utili--zándose éste por causas desconocidas y dado que la adición es manual, no se dosifica con las cantida--des adecuadas teniendo problemas con los resulta--dos por el deficiente manejo del equipo.
- Una Compañía llamada CAUDA es la encargada de rea--lizar los análisis físico-químicos y de instruir -al personal que opera la planta. VER ANEXO # 13 en donde se observa uno de los análisis efectuados
- También, durante la visita se tomaron muestras de agua tanto de la fuente como de la planta para ---realizar análisis físico-químicos de grasas anima--les y fenoles.

## C A P I T U L O    I I I

### PROYECTO DE LINEAS DE CONDUCCION A LOS TANQUES DE REGULA- RIZACION Y RED DE DISTRIBUCION.

#### Líneas de conducción.

Se denomina "línea de conducción", a la parte del sistema constituida por el conjunto de conductos y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde el lugar de la captación hasta un punto que puede ser de un tanque de regularización (como en éste caso) ó el punto donde principie una línea de alimentación o red de distribución.

El empleo de tuberías en éstas condiciones permite hacer el análisis hidráulico de los conductos, trabajando como canal o a presión, dependiendo de las características topográficas que se tengan. En cualquier caso, la velocidad mínima de escurrimiento será de 0.5 m/seg. para evitar el asentamiento de partículas de arrastre del agua. La velocidad máxima permisible para evitar erosión será la que se indica en la siguiente tabla.

Tuberías	m/seg.
Concreto simple hasta 0.45 m de $\varnothing$ .	3.0
concreto reforzado de 0.50 m de $\varnothing$ ó mayores.	3.5

asbesto cemento	5.0
acero galvanizado	5.0
fierro fundido	5.0
acero sin revestimiento	5.0
acero con revestimiento	5.0
polietileno	5.0
P.V.C. (cloruro de polivinilo)	5.0

El diseño de la línea de conducción siguió un curso a la inversa del acostumbrado, originalmente el gasto de diseño hubiera sido:

Gasto máximo diario = Gasto medio x Coeficiente diario.

$$Q_{md} = Q_{med} \times C_d = 13.09 \times 1.2 = 15.71 \text{ lps.}$$

Sin embargo se diseñará para el gasto de 20 lps., puesto que será el conducido al construir la segunda etapa de la planta de tratamiento. En la realidad no varía notablemente si se conducen 15.71 ó 20.00 lps., considerando además se trabaja con diámetros comerciales.

Como la tubería va a trabajar a presión, el cálculo hidráulico de la línea consistirá en utilizar la carga disponible a vencer y para vencer las pérdidas por fricción únicamente, ya que en éste tipo de obras, las pérdidas secundarias no se toman en cuenta por ser muy pequeñas.

Se empleará la siguiente fórmula:

$$h_f = K L Q^2, \text{ en donde:}$$

$$h_f = \text{pérdidas por fricción, en m.}$$

$$K = \frac{10.3 n^2}{D^{16/3}}$$

L = longitud de la columna en m.

Q = gasto en  $m^3/\text{seg.}$

n = coeficiente de rugosidad.

D = diámetro del tubo en m.

Los coeficientes de rugosidad que se recomiendan para el proyecto son los siguientes:

Asbesto cemento	n = 0.010
Concreto liso	n = 0.012
Concreto aspero	n = 0.015
Acero galvanizado	n = 0.014
Fierro fundido	n = 0.013
Acero soldado sin revestimiento.	n = 0.014
Acero soldado con revestimiento interior a base de Epoxy	n = 0.011
Plástico P.V.C.	n = 0.009

De donde se obtendrá:

$$h_f = K L Q^2$$

K = 4.11, para n = 0.009 y D = 0.203 m. por valores ya establecidos en las tablas de Manning.

$$h_f = 4.11 \times 2000 \times (0.020)^2 = 3.29 \text{ m.}$$

Por lo que la carga solo se incrementará en 3.29 m. de lo que es el desnivel topográfico.

Consideraciones generales.

Es de desearse que las tuberías de cualquier material, --  
queden en zanjas para obtener la máxima protección. Sin --  
embargo, tuberías de acero y fierro fundido, se podrán --  
instalar superficialmente garantizando su protección y se --  
guridad con un recubrimiento interior y exterior contra --  
la corrosión.

Obras de regularización.

La capacidad del tanque o tanques, esté en función del --  
gasto máximo diario y de la ley de demandas de la locali- --  
dad, calculandose, ya sea por medios analíticos o gráfi- --  
cos.

Para obtener la ley de demandas y aportación del caudal,  
deben instalarse medidores en las tomas o salidas de los  
tanques o bien en la salida de la planta potabilizadora.

Cuando no se conoce la ley de demandas, se calculará la --  
capacidad del tanque de la siguiente forma:

Tiempo de bombeo Hrs.	Suministro al tanque. Hrs.	gasto de bombeo	Capacidad del tanque m <sup>3</sup> .
0 a 24 - - - -	24 - - - -	QMD	C=14.53 x QMD.
4 a 24 - - - -	20 - - - -	QMD $\frac{24}{20}$	C= 15.20 x QMD.
6 a 22 - - - -	15 - - - -	QMD $\frac{24}{15}$	C= 15.30 x QMD.

NOTA: QMD, gasto máximo diario en Lps.

Los coeficientes fueron obtenidos en base a la tabla de demandas horarias del actualmente Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.A.

Para éste proyecto, se considerará un bombeo de 15 horas, puesto que, es el horario en que se observa la mayor actividad del poblado, por lo tanto:

$$\text{Capacidad del tanque} = 15.30 \times 15.71 = 240.363 \text{ m}^3.$$

Como la capacidad de regularización resultante o requerida es menor que  $342 \text{ m}^3$  existente. No es necesario la construcción de nuevos tanques o adicionales.

Si QMD = 20 Lps., que es el proyectado para la 2da. etapa la capacidad sería:

$$C = 15.30 \times 20.00 = 306 \text{ m}^3., \text{ por lo que, tampoco será necesario la construcción o adición de otros tanques.}$$

Red de distribución.

La red de distribución tiene la finalidad de proporcionar el agua al usuario, ya sea mediante hidrante de toma pública y en forma más completa a base de toma domiciliaria

Tipos de tubería.

Las tuberías se denominan de la siguiente manera, de acuerdo a la magnitud de sus diámetros: líneas de alimentación, tuberías principales o troncales y líneas secundarias o de relleno.

"líneas de alimentación", es una tubería que suministra - agua directamente a la red de distribución y que, partiendo de una fuente de abastecimiento, tanque de regularización, del punto en que convergen una línea de conducción y una tubería que aporta agua de un tanque de regularización y termina en el punto donde se hace la primera dirivación. En el caso de que haya más de una línea de alimentación, la suma de los gastos que escurren en estas líneas hacia la red de distribución, deberá de ser igual al gasto máximo diario.

Siguen en importancia, en cuanto al gasto que por ellas - escurren las de circuito; cuando la traza de las calles -- forma una malla que permita proyectar circuitos principales y a una distancia de 400 y 600 Mts. Si dicha traza es tan irregular que no permita formar circuitos con las tuberías principales, las redes se denominan "líneas abiertas".

Y por último las secundarias o de relleno; una vez localizadas las tuberías de alimentación y las principales, a las tuberías restantes para cubrir la totalidad de calles se les llama tuberías de relleno ó secundarias.

El diámetro de las tuberías secundarias para localidades urbanas, será de 50 a 60 mm. y para localidades de mayor importancia, de 75 a 100 mm. Para la justificación de éstos diámetros se considerará la densidad del área por servir.

#### Presiones.

Las presiones disponibles deberán calcularse en relación al nivel de la calle (con respecto al tanque) en cada cru



cero de las tuberías principales o de circuito, admitiéndose como mínima 15 m. y como máxima 50 m. de columna de agua, respectivamente. Para localidades urbanas pequeñas, se admite una presión mínima de 10 m. de columna de agua. Para localidades con diferencia de nivel mayores de 50 m. (como la de éste proyecto) las redes de distribución se proyectarán por zonas, de tal manera que la carga estática no sobrepase de 50 m. de columna de agua. VER ANEXO # 15.

Para el diseño de la red secundaria, se hicieron las siguientes simplificaciones:

Población de proyecto: 8376 y en números redondos 8400 h.

Coefficiente de variación diaria: Cv.= 1.2

Coefficiente de variación horaria: Ch.= 1.5

De donde:

Qnd, es variable según la zona.

20% para lugares de clima uniforme.

30% para climas variables y actividades más o menos uniformes de sus habitantes.

50% para climas extremos y variaciones de los costumbres de sus habitantes.

Para nuestro caso, se considerará el primer punto, por lo tanto, nuestro Coeficiente de variación será de 1.2

Variación horaria.

En ésta se toma en cuenta como base para proyectar la red observar la variación de los consumos horarios de poblaciones semejantes con servicio de agua potable establecido y debidamente controlado. En la practica se ha observa

do que en las horas en que la actividad de los habitantes es mayor es de 7 a 18 horas y que se llega a tener un consumo hasta de un 50% más del consumo máximo diario. Por lo tanto, el coeficiente de variación horario será de 1.5.

$$Q_{med} = \frac{\text{Dotación} \times \text{Población de proyecto}}{86,400 \text{ seg.}} = \frac{135 \times 8,400}{86,400 \text{ seg.}} =$$

$$Q_{med} = 13.125 \text{ lps.}$$

$$Q_{md} = 13.125 \times 1.2 = 15.750 \text{ lps.}$$

$$Q_{mh} = 13.125 \times 1.5 = 19.687 \text{ lps.}$$

Considerando las características topográficas del poblado, se dividirá a la red de distribución en dos totalmente independientes, de esta manera cada tanque funcionará con redes independientes.

El gasto de 19.687 lps., servirá para diseñar la red, distribuyéndose para los tanques de la siguiente manera: al tanque de 190 m<sup>3</sup>. le corresponderán 10.434 lps. y al tanque de 102 m<sup>3</sup>., 9.253 lps.

El gasto para cada tramo de la red se calculará dividiendo el gasto máximo horario entre la longitud de red de cada tanque.

$$\text{Gasto unitario} = \frac{Q_{mh}}{L}, \text{ donde } L = \text{Longitud de la red.}$$

$$\text{Gasto U. del tanque I} = \frac{10.434}{8,039.22} = 0.0012978 \text{ lps.}$$

$$\text{Gasto U. del tanque II} = \frac{9.253}{7,103.87} = 0.0013025 \text{ lps.}$$

Esta repartición se hará considerando los porcentajes que representan cada red independiente de el total de la red del poblado.

Para nuestro caso tenemos:

Red del tanque I	
Longitud en circuito	1,575.53 m
Longitud en tuberías de relleno	<u>6,363.69 m</u>
SUMA	8,039.22 m

Red del tanque II	
Longitud en circuito	2,191.01 m
Longitud en tuberías de relleno	<u>4,912.86 m</u>
SUMA	7,103.87 m

En total la red proyectada. 15,143.09 m

El llenado del tanque I, será de la línea de conducción - que proviene del rebombeo de la planta potabilizadora y que es de 6" P.V.C. El del tanque II, será por una línea - de alimentación que proviene del tanque I, en 4" A.C. colocándose una válvula de flotador a la llegada

Cruceros de la red.

Para hacer los cruceros de las tuberías en los cruceros - y cambios de dirección con las válvulas de seccionamiento se utilizarán piezas especiales, pudiendo ser de fierro - fundido con brida, de asbesto cemento ó PVC. Todas las -- tee, codos y tapas ciegas, llevarán atraques de concreto como se muestra en el ANEXO # 15

### Válvulas de seccionamiento.

Se localizarán en las tuberías principales o de circuito, a modo de poder derivar en un momento dado, mayor caudal en un ramal determinado, o bien, para cortar el flujo en caso de reparaciones o ampliaciones de la misma. Conviene no tener tramos de 500 metros sin válvulas.

### Tomas domiciliarias.

Este equipo es opcional, pero es de gran utilidad, tanto para el usuario como para el administrador del sistema, - pues solo se cobrará lo justo y además servirá para cálculos de estadística de consumos. Existen normas establecidas para la instalación de tomas domiciliarias, como la - que se muestra en el ANEXO # 17.

## CAPITULO IV

### E S T U D I O   E C O N O M I C O .

#### COSTO DE LA OBRA.

Línea de conducción, red de distribución, válvulas de flotar con interruptor automático (una de ellas), válvulas de admisión y expulsión de aire, piezas especiales, válvulas de compuerta, tubo galvanizado, materiales diversos, honorarios, reparación de herramientas y material para tomar muestras.

Sub total \$ 5,365,490.58

#### COSTO DE LA PLANTA FOTABILIZADORA.

##### LINEA DE ALIMENTACION.

Válvula de compuerta de - Fo.Fo., interiores de --- bronce, 101 mm de Ø.	Pza.	1	12,450.00	12,450.00
--	------	---	-----------	-----------

Medidor tipo silleta 101  
mm. Ø, lectura directa, -  
medición en m<sup>3</sup> y lps., --

instalación local.	Pza.	1	26,800.00	26,800.00
Codo A.U., C-40, 90°, -- 101 mm.	Pza.	2	1,320.00	2,640.00
Bridas, pernos, empaques para línea de alimenta-- ción 101 mm Ø., material para 150 Lbs.	Lote	1	11,780.00	11,780.00
Tubo de acero, 101 mm Ø. para conexión de la lí-- nea.	Mts.	12	1,200.00	14,400.00
	Sub total		\$	<u>68,070.00</u>

#### CLARIFICACION.

EQUIPO PARA UN DECANTA--  
DOR PULSATOR DE 4.00 MTS.  
DE DIAMETRO INTERIOR CON  
TANQUE DE ACERO PROTEGI--  
DO.

Tanque para decantador.  
El tanque constará de un  
fondo plano y parte supe--  
rior cilíndrica, estará  
previsto de canal de co--  
lección de agua decanta--  
da, arqueta de rebase y  
orificios para la tube--  
ría de entrada de agua -  
bruta, salida de agua de  
cantada, rebase, purga -  
de lodos y vaciado.

Material del tanque: ace--  
ro 4.8 mm.

Altura de parte cilíndri--  
ca 3.5 m.

Diámetro interior: 4000  
mm.

Volúmen total: 44 m <sup>3</sup> .	Pza.	1	526,940.00	526,940.00
Conexión de entrada de - la tubería de agua cruda al aparato, acero C-40.	Lote	1	1,820.00	1,820.00
Caja sifoide y campana - central de sección cilín- drica, para guiar el fluj- o descendente de agua - bruta. Material de la campana: acero. Altura: 3500 mm. Diámetro interior: 380mm	Pza.	1	145,000.00	145,000.00
Conexión para el paso de la tubería de vaciado a través del tanque. Material: acero Diámetro: 38 mm.	Lote	1	3,500.00	3,500.00
Tubería de vaciado hasta el fondo de lodos. Diámetro: 38 mm.	Lote	1	850.00	850.00
Conexiones para el paso de la tubería de lodos a través del tanque. Material: acero Diámetro: 38 mm.	Lote	1	3,500.00	3,500.00
Tubería de purga de lo- dos hasta el foso. Diámetro: 38 mm.	Lote	1	850.00	850.00
Válvula de cierre en las tuberías anteriores. Diámetro: 38 mm.	Pza.	4	1,250.00	1,250.00

<p>Conexión de salida de --  agua decantada.  Material: acero  Diámetro: 102 mm.</p>	Lote 1	1,850.00	1,850.00
<p>Tubería de salida de ---  agua decantada hasta la  filtración.  Diámetro: 102 mm.</p>	Mts. 8	450.00	3,600.00
<p>Tubería de toma de mues-  tras de 1/2" con grifo -  de aislamiento en el in-  terior del aparato.</p>	Lote 1	4,500.00	4,500.00
<p>Tubería distribuidora de  fondo en asbesto con ori-  ficios calibrados. Tapón  extremidad.</p>	Lote 1	26,550.00	26,550.00
<p>Tranquilizadores con lá-  mina galvanizada tipo V.</p>	Lote 1	29,870.00	29,870.00
<p>Aparato eliminador de --  aire del tipo vertical,  con deflector y purga de  38 mm. conexiones de 101  mm.</p>	Pza. 1	1,600.00	1,600.00
	Sub total	\$	<u>755,430.00</u>

FILTROS ARENA OPERACION --  
HI-DRO--AUTOMATICO.

EQUIPOS PARA EL NUMERO DE  
FILTROS QUE SE INDICA DE  
1,250 mm. DE DIAMETRO IN-  
TERIOR Y 2,400 mm. DE AL-  
TURA TOTAL, LAVABLES POR  
RETORNO DE AGUA A CONTRA  
CORRIENTE.



Filtro comprendiendo: tanque cilíndrico con solapa agujeros de hombre con su tapa y junta, conexiones de tubería con bridas para salida de agua, sifón de agua de lavado, salida de lavado y vaciado total patas de sustentación de perfiles soldados.

Diámetro interior: 1250mm  
Longitud del tanque cilíndrico: 2,400 mm.

Espesor de chapa de los fondos: 4.8 mm.

Espesor de chapa del tanque: 4.8 mm.

Material del falso, fondo y cuerpo: Acero A-283-B.	Pza.	4	169,650.00	678,600.00
--	------	---	------------	------------

Registro de visita al interior con su tapa y junta de 18" de Ø.	Pza.	4	5,250.00	21,000.00
---	------	---	----------	-----------

Piezas distribuidoras perforadas para el falso fondo, previstas de tuercas de sujeción y de orificios calibrados para obtener la repartición de agua de lavado y del agua filtrada en toda la masa filtrante.	Lote	4	3,800.00	15,200.00
---	------	---	----------	-----------

Colector consistente de espreas microranuradas, montadas en ramales de colección.	Pza.	220	95.00	20,900.00
---	------	-----	-------	-----------

Antracita del No.1	Sacos	48	650.00	31,200.00
--------------------	-------	----	--------	-----------

Arena y grava cuarzoza -- formando la masa filtrante.

te Granulometría en mm. 1/4" a 1/8" y 0.4 a 0.5	Ton.	7	5,200.00	36,400.00
--	------	---	----------	-----------

Sistema de lavado forma- do por sifón PELLETIER, a contra corrientes.	Lote	4	37,980.00	151,920.00
	Sub total	\$		<u>924,020.00</u>

DOSIFICACION POR CLORACION

Clorador proporcional de Mca. Advance de capaci- dad máxima 45 Kg/día.	Pza.	2	19,550.00	39,100.00
--	------	---	-----------	-----------

Lote de conexiones plás- tica de PVC de 1/2" de Ø	Lote	1	5,525.00	5,525.00
	Sub total	\$		<u>44,625.00</u>

HIPOCLORITO DE CALCIO.

Tanque de preparación -- con capacidad de 200 L. de diámetro de 600 mm. -- por 900 mm. de altura, -- el tanque anterior irá -- provisto de conexiones -- de llenado, descarga y -- dren. El recubrimiento -- interior del tanque será el apropiado para el me- dio de trabajo, siendo -- el mismo epóxico con un espesor de 0.005 de espe- sor con coples, placa de 3/16" en acero negro al carbón.	Pza.	1	29,440.00	29,440.00
--	------	---	-----------	-----------

Lote de conexiones, válvulas y accesorios en PVC y material plástico (polietileno) uniendo el tanque anterior con el pulsator. Lote 1 10,852.00 10,852.00

Sub total	\$	40,292.00
-----------	----	-----------

SULFATO DE ALUMINIO.

Tanque de preparación --- con capacidad de 200 L. - con diámetro de 600 mm. - por 900 mm. de altura, el tanque anterior irá provisto de conexiones de llenado, descarga y dren. El recubrimiento interior del tanque será el apropiado para el medio de trabajo, siendo el mismo de acero negro con un espesor de 3/16". Pza. 1 29,440.00 29,440.00

Conexiones, válvulas y accesorios en PVC y material plástico (polietileno) uniendo los tanques anteriores con el pulsator. Pza. 1 10,852.00 10,852.00

Sub total	\$	40,292.00
-----------	----	-----------

MONTAJE MECANICO.

Instalación mecánica de los equipos incluidos, pintura general dejándola en condiciones de ser puesta en marcha. Lote 1 235,000.00 235,000.00

Sub toal	\$	235,000.00
----------	----	------------

ARRANQUE Y FORMACION DEL PERSONAL.

Puesta en marcha de la --  
planta incluyendo 15 días  
de reactivos químicos pa-  
ra pruebas, y preparación  
del personal durante 15 -  
días, a forma normal ( 8  
horas/día).

Lote 1	75,000.00	<u>75,000.00</u>
Sub total	\$	75,000.00

OBRA CIVIL.

Cimentaciones básicas de  
la planta según plano pa-  
ra clarificador y filtros  
y canales de drenaje.

Lote 1	198,850.00	<u>198,850.00</u>
Sub total	\$	198,850.00

OBRAS COMPLEMENTARIAS.

OBRA DE TOMA.

Bombeo a la planta que -  
incluye:

Dos bombas verticales O-  
celco, incluyen conexio-  
nes p/succión y descarga

265,672.00

Una base p/fijación e --  
instalación de bombas --  
anteriores.

45,000.00

Línea de conducción de -

las bombas anteriores a - la planta (70 Mts) inclu- yendo soportes, atraques, pernos y juntas.	125,000.00
---	------------

REBOMBEO (AGUA POTABLE).

Alimentación al tanque de transición (10 Mts) desde los filtros.	10,500.00
--	-----------

Tanque de transición p/re bombeo de agua potable 9 m <sup>3</sup> para 15 min. de reten- ción con bombas.	115,000.00
--	------------

Bombas horizontales.	485,400.00
----------------------	------------

Sub total	\$	1,080,672.00
-----------	----	--------------

R E S U M E N :

COSTO DE LA OBRA:	5,365,490.58
-------------------	--------------

COSTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA:

LINEA DE ALIMENTACION:	68,070.00
------------------------	-----------

CLARIFICACION:	755,430.00
----------------	------------

FILTROS ARENA OPERACION HIDRO-AUTOMATICO.	924,020.00
---	------------

DOSIFICACION POR CLORACION:	44,625.00
-----------------------------	-----------

HIPOCLORITO DE CALCIO:	40,292.00
------------------------	-----------

SULFATO DE ALUMINIO:	40,292.00
----------------------	-----------

MONTAJE MECANICO:	235,000.00
-------------------	------------

ARRANQUE Y FORMACION DEL PERSONAL:	75,000.00
------------------------------------	-----------

OBRA CIVIL: 198,850.00

OBRAS COMPLEMENTARIAS

OBRA DE TOMA: Y REBOMBEO (AGUA POTABLE): 1,080,672.00

TOTAL COSTO DE LA OBRA \$ 8,827,741.58

F A C T I B I L I D A D E C O N O M I C A .

Siendo la meta fundamental del Gobierno Federal, dotar de servicio de agua potable a las poblaciones urbanas y rurales del país y que dichos servicios cuenten con una organización que les permita ser autosuficientes, es de suma importancia contar con normas y criterios definidos que permitan realizar proyectos económicos ajustados a las necesidades reales tanto físicas como económicas de los beneficiarios del servicio.

Para poder determinar si un proyecto es económicamente -- factible, se mencionan los casos generales que se presentan comunmente:

- Proyectos nuevos en localidades que actualmente se surten en forma rudimentaria, abasteciéndose de norias, arroyos cercanos, manantiales y algunos con hidrantes públicos.
- Ampliación a un sistema existente, producto del incremento demográfico, tanto por su crecimiento natural como por la migración del campo a los centros urbanos ó rurales.
- Rehabilitación parcial u obras de mejoramientos a un sistema ya existente; solo se considerarán aquellas obras que proporcionen una mejora de orden --

cualitativo, beneficiando a toda la población ó --  
parte de ella.

Para éste proyecto, se propone realizar un estudio de factibilidad económica (considerando el primer caso de los -- antes mencionados) para determinar la capacidad de endeudamiento de la población para la construcción de obras para lo cual se partirá de ciertos indicadores de la situación económica local.

Se estima el considerar la "capacidad de pago" de la población, como el más representativo de los mismos, sin embargo, su determinación implica la estimación de varios factores, entre ellos, algunos difíciles de cuantificar y complejos en su elaboración.

Aceptando que el salario mínimo constituye un buen indicador de la capacidad económica de la población y ponderando algunas características propias de la localidad, se podrá estimar los ingresos que obtendría el sistema.

En relación a los consumos, si se carece de información -- básica, se puede establecer por analogías de localidades -- con número de habitantes, clima y costumbres semejantes -- que cuenten con un servicio domiciliario medido; o bien, -- suponiendo que la ley de distribución de consumos de agua será una curva similar a la de consumo de energía eléctrica, por la estrecha correlación que en ellas existe.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA PARA LA CONSTRUCCION DE  
LAS OBRAS DE AGUA POTABLE.

Población estimada actual.	5000 habitantes
Dotación.	135 Lts/hab/día
Número de tomas por instalar	642.

#### CALCULO DEL VOLUMEN VENDIBLE ANUAL.

La determinación del volumen vendible anual se logra a través de la siguiente fórmula:

$$VVA = Pa \times D \times 365 \times K \times F$$

En la que:

Pa = Población actual

D = Dotación/habitante/día, en m<sup>3</sup>.

365= No. de días del año.

K = Porcentaje de población conectada al sistema.

F = Porcentaje de volumen neto, deduciendo fugas, - servicio gratuito, parques y jardines, etc.

$$VVA = 5000 \times 0.135 \times 365 \times 1 \times 0.95 = 234,056.25 \text{ m}^3$$

$$\text{VOLUMEN VENDIBLE MENSUAL} = \frac{234,056.25}{12} = 19,504.68 \text{ m}^3$$

$$\text{CONSUMO MENSUAL POR TOMA} = \frac{19,504.68}{642} = 30.38 \text{ m}^3/\text{toma.}$$

Para el cálculo de éste consumo, se consideró que se instalarán 642 tomas domiciliarias.



## MONTO ANUAL DE INGRESOS ESTIMADOS:

Tomando como indicador el salario mínimo de la región, -- que es de \$ 250.00 pesos diarios y considerando que el pago por toma, por el servicio de agua mensual debe de estar en un promedio del 4% del salario mínimo; partiendo de ésta consideración, el sistema obtendría los siguientes ingresos:

$$\text{INGRESOS MENSUALES} = (250 \times 30 \times 0.04) \times 642 = 192,600.00$$

$$\text{INGRESOS ANUALES} = 192,600 \times 12 = 2,311,200.00 \text{ pesos}$$

## MONTO ANUAL DE EGRESOS ESTIMADOS.

Los egresos del sistema por concepto de gastos de administración, operación y mantenimiento, se estiman por el orden de \$ 4.00/m<sup>3</sup> en base a la experiencia; de donde se obtiene que los egresos anuales por los conceptos anteriores, son del orden de:

$$234,056.25 \times 4.00 = \$ 936,225.00 \text{ anuales.}$$

## EGRESOS POR CONCEPTO DE ENERGIA ELECTRICA.

$$\frac{H.P.}{7.08} \times F.P. \times 16 \times 365 = \text{KWH consumidos al año.}$$

$$\frac{35}{7.08} \times 0.85 \times 16 \times 365 = 160,870.36 \text{ KWH/año.}$$

El precio del KWH es de un promedio de \$ 1.20 pesos, por lo que tendremos:

160,870.36 x 1.20 = \$ 193,044.43 pesos.

**RESERVA PARA AMPLIACIONES.**

Para que el sistema puede cumplir con los egresos que originen la construcción de las ampliaciones que demande el crecimiento lógico de la población, se debe constituir un fondo destinado exclusivamente a éste fin. En este caso, se estima suficiente que con el 1.5% sobre el costo de las obras, se cumplirá satisfactoriamente con lo antes expuesto.

8,827,741.58 x 0.015 = \$ 132,416.12 pesos.

**RESUMEN DEL MONTO ANUAL DE EGRESOS:**

- Egresos por concepto de Administración, operación y mantenimiento.	936,225.00
- Egresos por concepto de energía eléctrica.	193,044.43
- Reserva para ampliaciones.	132,416.12
<b>TOTAL \$</b>	<b>1,261,685.55</b>

**REMANENTES ANUALES:**

**INGRESOS - EGRESOS = REMANENTES**

2,311,200.00 - 1,261,685.55 = 1,049,515.45 pesos.

## CAPACIDAD DE ENDEUDAMIENTO DEL SISTEMA:

Para determinar la capacidad de endeudamiento, se debe su poner que se pretenderá obtener un crédito bancario para financiar las obras, con las siguientes características:

Tasa de interés - 11% anual, para obras de interes social.

Plazo - 10 años.

Considerando además, que la población se acogerá a los be neficios de la Ley de Cooperación para Dotación de Agua - Potable a los Municipios, promulgada el 29 de diciembre - de 1956, por el H. Consejo de la Unión, y que en su artí- culo primero dice:

"El Gobierno Federal cooperará con las autoridades - locales a la realización de las obras de agua pota- ble, mediante inversiones no recuperables, equiva- lentes a la mitad de su costo en las localidades -- con menos de 30,000 habitantes y a un tercio en las de 30,000 ó más. Las inversiones de que se trata se- harán con un criterio selectivo de acuerdo con las normas generales que se establezca en el Reglamento de ésta Ley".

Por lo tanto:

Costo total de la obra \$ 8,827,741.58 pesos.

Costo que aportará el Gobierno Federal con caracter de no recuperable. \$ 4,413,870.70 pesos, y que es equivalente - al que aportará el municipio.

Considerando que el municipio obtenga un préstamo bancario al 11% anual y pagadero en 10 años, las anualidades que pagaría por concepto de capital e interés serían:

$A = P(A/P, 11\%, 10)$ , de donde:

A = Anualidad a pagar

P = Cantidad de dinero a pagar en 10 años.

$A = 4,413,870.70 (0.16986) = 749,740.07$  pesos.

NOTA: Este cálculo se hizo basado en la tabla de factores de interés compuesto.

Al término de la deuda, se hará un estudio para mejorar tarifas y sueldos del sistema.

#### T A R I F A .

Se puede definir como tarifa, un catálogo de precios, derechos e impuestos.

En el caso de los sistemas de agua potable, es un catálogo ó lista de precios que se cobran por el servicio de su ministro de agua.

En México, se utilizan básicamente tres tipos de tarifas:

- Tarifa a cuota fija.

- Tarifa diferencial ascendente, sin consumo adicional. ✓
- Tarifa diferencial ascendente, con cargo fijo y -- cargo adicional.

De los tres tipos de tarifas señaladas, la que más se usa es la última, pero para éste caso, se usará la primera más cargo adicional por m<sup>3</sup> consumido, cuando éste rebase la -- normalidad o consumo medio.

Es importante señalar la conveniencia de clasificar a los usuarios del sistema, según la utilidad y trascendencia -- que le den al consumo del agua, a fin de guardar los principios de equidad y justicia que deben prevalecer al for-- marse una tarifa.

Universalmente, se ha clasificado a los consumidores en -- cuatro grandes grupos:

- 1.- Residencial o doméstica.
- 2.- Comercial
- 3.- Industrial
- 4.- Público.

En éste trabajo y debido a las condiciones del mismo, se -- presenta el cálculo de una tarifa, considerando que sola-- mente existen consumidores del tipo residencial o domésti-- ca.

## CALCULO DE LA TARIFA:

El costo medio por m<sup>3</sup> de agua, es aquél costo unitario -- que absorbe las partidas que cubran las necesidades esenciales del sistema, para el buen funcionamiento del mismo por lo que, el costo medio resulta de dividir el monto total de egresos anuales entre el volúmen vendible anual.

- Egresos por concepto de administración, operación y mantenimiento.	936,225.00
- Egresos por concepto de energía eléctrica.	193,044.43
- Reserva para ampliaciones.	132,416.12
- Pago anual por capital e intereses	749,740.07
MONTO TOTAL DE EGRESOS ANUALES: \$	<u>2,011,425.62</u>

$$\text{VOLUMEN VENDIBLE ANUAL} = 234,056.25 \text{ m}^3$$

Por lo que:

$$\text{COSTO POR METRO CUBICO} = \frac{2,011,425.62}{234,056.25} = 8.59/\text{m}^3.$$

## CONCLUSIONES .

Por todo lo expuesto en el presente trabajo, se llega a -- la conclusión de que todo tipo de construcciones, sobre -- todo las relacionadas con los abastecimientos de agua po-

table y de los trabajos de alcantarillado; evitan el subdesarrollo de los núcleos habitados por seres humanos y consecuentemente las regiones donde se asientan; ayudan en -- cambio, al progreso en cultura, industrialización, agricultura, ganadería, etc., sobre todo porque son factores de -- un círculo de progreso creciente y acumulativo; factores -- todos, suficientes para elevar la categoría de las comunidades; con lo que se crea en éstas sentimientos de orgullo por pertenecer a grupos que comparten una serie de intereses comunes, suficientemente importantes como para influir en su vida.

De aquí se puede derivar el concepto de que la comunidad -- no es un grupo social aislado, sino que está ligado económicamente, social y culturalmente a otras comunidades vecinas y lejanas, ubicadas dentro de la misma región ecológica

Por otra parte, hay que tener en cuenta que la expresión -- "desarrollo de la comunidad", se ha incorporado al uso internacional para designar aquéllos procesos cuya virtud y los esfuerzos de una población se suman a los de sus gobiernos, para mejorar las condiciones económicas, sociales y culturales de las comunidades, integrándolas en la vida del país y permitiéndoles contribuir plenamente al progreso nacional.

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

ESPECIFICACIONES GENERALES Y TECNICAS DE CONSTRUCCION.  
TOMO II  
Primera Edición 1962.  
S.A.R.H.

S.A.H.O.P., Cuernavaca, Mor.  
Subsecretaría de Asentamientos Humanos, Dirección Gene--  
ral de Centros de Población.

Gobierno del Estado de Morelos.  
Dirección de Infraestructura Hidráulica y Construcción.  
Cuernavaca, Mor.

S.A.H.O.P., Cuernavaca, Mor.  
Unidad General de Obras Intraurbanas.

Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento del Estado de  
Morelos.

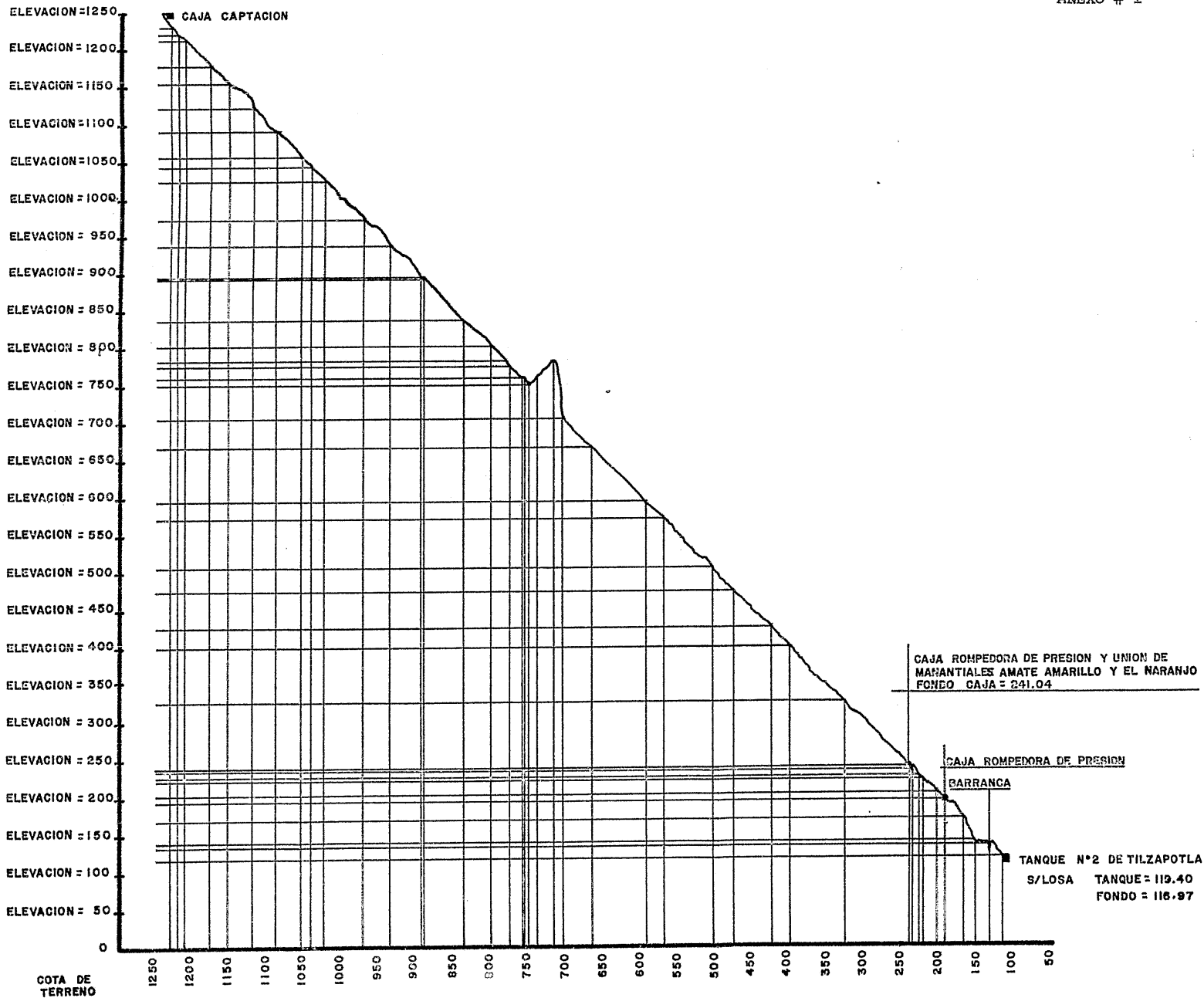
Catálogo de Sistemas de Bombeo ITT, S.A. de C.V.  
Sección 2C, Edición 1972.

Proyecto de Abastecimiento de Agua Potable, Cozumel  
No. 2176155. UNAM.

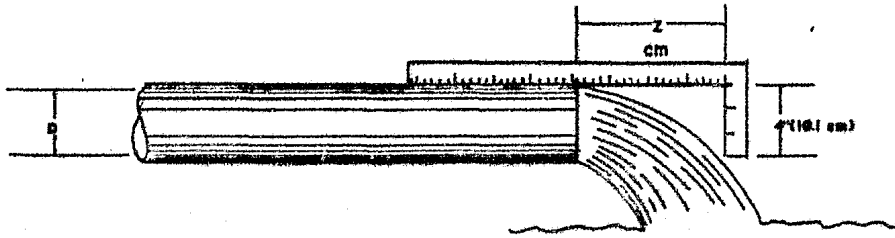
DEGREMONT - PELLETIER, S.A. de C.V.  
San Luis Potosi No. 195, Col. Roma, México 7, D.F.  
Tel. 5 84 00 43 y 5 84 00 33.



A N E X O S .



## COMO DETERMINAR EL GASTO DE UNA BOMBA



DIAMETRO INTERIOR DE TUBO								DIAMETRO INTERIOR DE TUBO							
Pta	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	Pta	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"
mm	63	76	101	127	152	203	254	mm	63	76	101	127	152	203	254
Z GASTO EN LITROS POR SEGUNDO								Z GASTO EN LITROS POR SEGUNDO							
cm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
10	1.0	2.9						37	7.3	11	19	30	43	76	119
11	2.2	3.2	5.6					38	7.5	11	19	31	44	78	123
12	2.4	3.5	6.1					39	7.7	11	20	31	45	60	126
13	2.6	3.6	6.6	1.0				40	7.9	12	20	32	46	62	
14	2.8	4.0	7.1	1.1				41	8.1	12	21	33	47	64	
15	3.0	4.3	7.7	1.2				42	8.3	12	21	34	49	67	
16	3.2	4.6	8.2	1.3	1.8			43	8.5	12	22	35	50	69	
17	3.4	4.9	8.7	1.4	2.0			44	8.7	13	22	35	51	91	
18	3.6	5.2	9.2	1.5	2.1	3.7		45	8.9	13	23	36	52	93	
19	3.8	5.5	9.7	1.5	2.2	3.9		46	9.1	13	23	37	53	95	
20	4.0	5.8	10	1.6	2.3	4.1	6.6	47	9.3	14	24	38	54	97	
21	4.2	6.1	11	1.7	2.4	4.3	6.8	48	9.5	14	24	39	55	99	
22	4.4	6.4	11	1.8	2.5	4.5	7.1	49	9.7	14	25	40	57	101	
23	4.6	6.6	12	1.9	2.7	4.7	7.4	50	9.9	14	26	40	58	103	
24	4.8	6.9	12	1.9	2.8	4.9	7.7	51	10	15	26	41	59	105	
25	5.0	7.2	13	2.0	2.9	5.2	8.1	52	10	15	27	42	60	107	
26	5.2	7.5	13	2.1	3.0	5.4	8.4	53		16	27	43	61	109	
27	5.4	7.8	14	2.2	3.1	5.6	8.7	54		16	28	44	62	111	
28	5.6	8.1	14	2.3	3.2	5.8	9.0	55			28	44	64	113	
29	5.8	8.4	15	2.3	3.4	6.0	9.4	56			29	45	65	115	
30	6.0	8.7	15	2.4	3.5	6.2	9.7	57				48	66	117	
31	6.2	9.0	16	2.5	3.6	6.4	10.0	58				47	67	120	
32	6.4	9.2	16	2.6	3.7	6.6	10.3	59					68	122	
33	6.6	9.5	17	2.7	3.8	6.8	10.6	60					69	124	
34	6.7	9.8	17	2.7	3.9	7.0	11.0	61					70	126	
35	6.9	10	18	2.8	4.0	7.2	11.3	62					72	127	
36	7.1	10	18	2.9	4.2	7.4	11.6								

## NORMAS MEXICANAS DE CALIDAD PARA AGUAS POTABLES.

"Se considera agua potable a toda aquella cuya ingestión no cause efectos nocivos a la salud", para lo cual deberá llenar los requisitos siguientes:

### 1.- CARACTERES FISICOS.

De preferencia, la turbiedad del agua no excederá del número 10 (diez) de la escala silice, y su color del número 20 (veinte) de la escala del platino-cobalto. El agua será inodora, de sabor y temperatura agradables.

De no poderse cumplirse los requisitos anteriores, se admitirán aquellos caracteres físicos que sean tolerables para los usuarios siempre que no sean resultados de condiciones objetables desde los puntos de vista bacteriológico y químico.

### 2.- CARACTERES QUIMICOS.

Un PH de 6.0 a 8.0 para aguas naturales no tratadas.

Para aguas tratadas o sometidas a un proceso químico, se aplicarán las normas especiales de la fracción IV.

Un contenido por millón de los elementos iónicos y sustancias que a continuación se expresan:

Nitrógeno (N) amoniacal, hasta -----	0.50
Nitrógeno (N) proteico, hasta -----	0.10
Nitrógeno (N) de nitratos (con análisis bacteriológicos aceptables), hasta -----	0.05
Nitrógeno (N) de nitrato, hasta -----	5.00
Oxígeno (O), consumido en medio ácido, hasta -----	3.00
Oxígeno (O), consumido en medio alcalino, hasta -----	3.00
Sólidos totales de preferencia hasta 500, - pero tolerandose hasta -----	1000
Alcalinidad total, expresada en $\text{CaCO}_3$ , hasta -----	400
Dureza total, expresada en $\text{CaCO}_3$ , hasta	300
Dureza permanente o de no carbonatos, expresados en $\text{CaCO}_3$ , en aguas naturales de preferencia, hasta -----	150
Cloruros expresados en Cl, hasta -----	250
Sulfatos, expresados en $\text{SO}_4$ , hasta --	250
Magnesio, expresado en Mg, hasta -----	125
Zinc, expresado en Zn, hasta -----	15.00
Cobre, expresado en Cu, hasta -----	3.00
Fluoruros, expresados en F, hasta ----	1.50
Hierro y manganeso, expresado en Fe y Mn, hasta -----	0.30
Plomo, expresado en Pb, hasta -----	0.10
Arsénico, expresado en As, hasta -----	0.05
Cromo, hexavalente, expresado en Cr, --	0.05

Compuestos fenólicos, expresados en fenol, hasta -----	0.001
Cloro libre, en aguas cloradas, no menos de -----	0.20
Cloro libre, en aguas sobre cloradas, no me nos de 0.20 ni más de -----	1.00

### 3.- CARACTERES BACTERIOLOGICOS.

El agua estará libre de gérmenes patógenos procedente de contaminación humana.

Se considera que un agua está libre de esos gérmenes cuando la investigación bacteriológica dé como resultado final:

- a).- Menos de 20 (veinte) organismos de los grupos coli y coliforme por litro de muestra, definiéndose como organismo de los grupos coli y coliforme todos los bacilos no esporógenos, gram negativos, que fermenten el caldo lactoso con formación de gas.
- b).- Menos de 200 (doscientos) colonias bacterianas por centímetro cúbico de muestra, en la placa de agar incubada a 37°C por 24 horas.
- c).- Ausencia de colonias bacterianas licuantes de gelatina cromógenas o fétidas, en la siembra de un centímetro cúbico de muestra, en gelatina incubada a 20°C por 48 horas.

### 4.- LAS AGUAS TRATADAS QUIMICAMENTE PARA CLORIFICACION O ABLANDAMIENTO, SATISFARAN LOS TRES REQUISITOS SIGUIENTES:

- a).- La alcalinidad a la fenoltealeina calculada como  $\text{CaCO}_3$ , será menor de 15 partes por millón, más 0.4 veces la alcalinidad total, con un PH inferior de - 10.6
- b).- La alcalinidad de carbonatos normales será menor de 120 partes por millón, - para lo cual la alcalinidad total, en función del PH, estará limitada según la escala siguiente:

Valor del PH	Alcalinidad total máxima expresada en $\text{CaCO}_3$ .
8.0 a 9.6 -----	400
9.7 -----	340
9.8 -----	300
9.9 -----	260
10.0 -----	230
10.1 -----	210
10.2 -----	190
10.3 -----	180
10.4 -----	170
10.6 -----	150

- c).- La alcalinidad total no excederá a la dureza total en más de 35 mg. por litro o parte por millón, ambos colocados como  $\text{CaCO}_3$ .

APORO REALIZADO EN TILZAPOTLA MUNICIPIO DE PUENTE DE IXTLA

DATOS DEL POZO

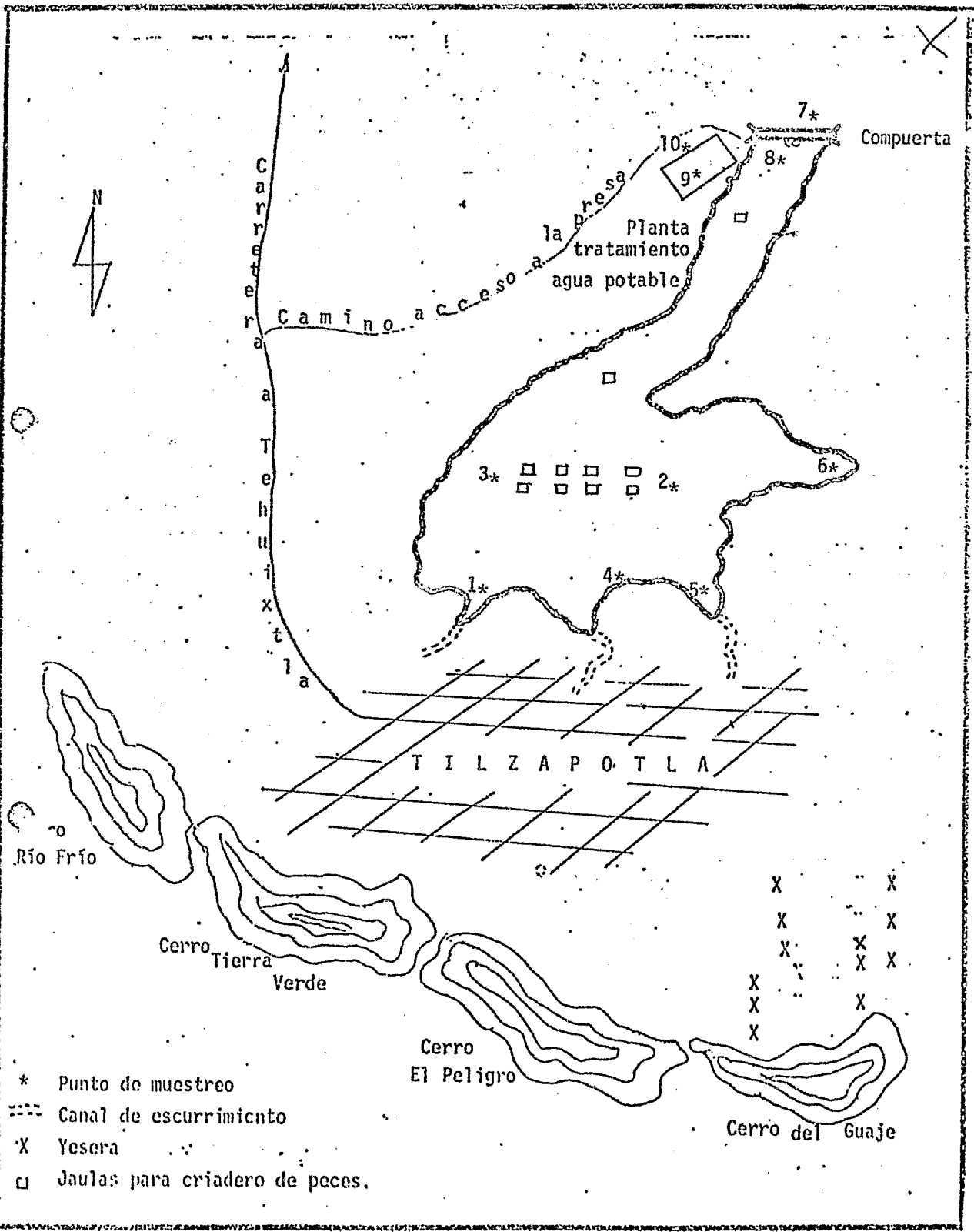
PROFUNDIDAD 80 Mts.  
 DIAM. ADEME 3" x 70 Mts.  
 DIAM. NORIA \_\_\_\_\_  
 NIVEL ESTATICO 5.6 Mts.

DATOS DE LA BOMBA

MOTOR DIESEL  
 CABEZAL 1 x 1 1/2  
 COLUMNA 4 x 1  
 LONGITUD 55 Mts.  
 MARCA FAIRBANKS-MORSE.

FECHA	HORA	GASTO	NIVEL DINAM.	RP1.	OBSERVACIONES
31/7/75	13.00	0	5		Condición inicial
	13.30	2.35	27	2500	Agua lodoza
	14.00	2.35	30	2500	Agua lodoza
	14.30	2.2	30	2500	Agua clara
	15.00	2.3	30.5	2500	Agua clara
	16.00	2.3	30.5	2500	Agua clara
	17.00	2.3	30.5	2500	Agua clara
	18.00	2.3	30.5	2500	Agua clara
	19.00	2.3	31	2500	Agua clara
	20.00	2.3	31	2500	Agua clara
	21.00	2.3	31	2500	Agua clara
	22.00	2.3	31.5	2500	Agua clara
	23.00	2.3	31.5	2500	Agua clara
	24.00	2.3	31.5	2500	Agua clara
10/8/75	1.00	2.3	31.5	2500	Agua clara
	2.00	2.3	31.5	2500	Agua clara
	3.00	2.3	31.5	2500	Agua clara
	4.00	2.3	31.5	2500	Agua clara
	5.00	2.3	31.5	2500	Agua clara
	6.00	2.3	31.5	2500	Agua clara
	7.00	2.3	31.5	2500	Agua clara
	8.00	2.3	31.5	2500	Agua clara
	9.00	2.3	31.5	2500	Agua clara
	10.00	2.3	32	2500	Agua clara
	11.00	2.3	32	2500	Agua clara
	12.00	2.3	32	2500	Agua clara
	13.00	2.3	32	2500	Agua clara
	14.00	2.3	32	2500	Agua clara
	15.00	2.3	32	2500	Agua clara
	16.00	2.3	32	2500	Agua clara
	17.00	2.3	32	2500	Agua clara
	18.00	2.3	32	2500	Agua clara
	19.00	2.3	32	2500	Agua clara
	20.00	2.3	32	2500	Agua clara
	21.00	2.3	32	2500	Agua clara
	22.00	2.3	32	2500	Agua clara





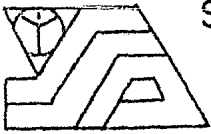
- \* Punto de muestreo
- Canal de escurrimiento
- X Yesera
- Jaulas para criadero de peces.

TABLA DE REGISTROS DE CAMPO - PRESA EMILIANO ZAPATA, TILZAPOTLA, MOR.

REGISTROS DE CAMPO 22-ENERO-1982					
No. de Muestra	Punto de Muestreo	T °C	pH	O.D.	Hora
1	Camino viejo	24	7.8	4.4	11,30'
2	Presas centro oriente	24.5	7.8	4.7	12,00'
3	Presas centro poniente	24	7.6	3.9	12,40'
4	Embarcadero de pescadores	26	7.6	3.3	13,00'
5	Canal entrada	27	7.5	4.5	13,20'
6	Brazo presa entrada	26	7.7	4.6	13,45'
7	Salida compuerta	23	7.2	5.9	14,30'
8	Dentro compuerta bomba	27	7.4	2.2	15,00'
9	Almacen planta tratamiento	25	7.2	1.0	15,20'
10	Tanque sedimentación Planta tratamiento	24	7.2	-	15,40'

ANEXO # 6

X



SUBSECRETARIA DE MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE  
DIRECCION GENERAL DE SANEAMIENTO DEL AGUA

LABORATORIO DEL AGUA

ANALISIS N.º 55 ESTADO MORELOS  
 CLAVE MUESTRA \_\_\_\_\_ MUNICIPIO PUENTE DE IXTLA  
 FECHA DE TOMA DE MUESTRA 22-1V-80 LOCALIDAD TILZAPOTLA  
 FECHA RECEPCION 22-1V-80 LUGAR DE TOMA PRESA EMILIANO ZAPATA  
 FECHA ANALISIS 24-1V-80 DEPENDENCIA \_\_\_\_\_


ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUA POTABLE

TEMPERATURA \_\_\_\_\_ °C PH 7.7 (6-8)  
 TURBIDIDAD 5 NTU (max. 5) OLOR \_\_\_\_\_  
 COLOR 17 UC (max 10) CONDUCTIVIDAD ELEC. 750 microhms/cm  
 SOLIDOS TOTALES 630 (500-1000 mg/l) SOLIDOS DISUELTOS \_\_\_\_\_ mg/l.

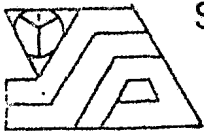
DETERMINACION	ANALISIS mg/l	NORMA mg/l	DETERMINACION como CaCO <sub>3</sub>	ANALISIS mg/l	NORMA mg/l
CALCIO	115.2		ALCALINIDAD F	4	
MAGNESIO	10.2	125	ALCALINIDAD TOTAL	134	400
HIERRO	0.12	0.3			
MANGANESO	0.28	0.05	DUREZA TOTAL	330	300
SODIO CALC.	134		DUREZA DE CALCIO	288	
			DUREZA DE MAGNESIO	42	
			DUREZA DE CARBONATO	134	
CLORO RESIDUAL		0.2-1.0	<p>PARAMETROS ESPECIALES</p> <p>D.B.O. - 3 mg/l.</p> <p>D.Q.O. - 4 mg/l°</p> <p>DETERGENTES 0</p> <p>NITROGENO AMONIAICAL 0.007 mg/l.</p> <p>NITROGENO ORGANICO 0.516 mg/l.</p> <p>NITROGENO TOTAL 0.513 mg/l.</p>		
CO <sub>2</sub> LIBRE					
CARBONATO	5				
BICARBONATO	154				
SULFATO	333	250			
CLORURO	80	250			
FLUORURO	0.47	1.3			
N EN NITRATOS	0.041	5.0			
N EN NITRITOS	0.033				
FOSFATOS TOTALES	0.083				
OXIGENO CONSUMIDO EN MEDIO ACIDO	4.6	3.0			

OBSERVACIONES : PRESENTA EXCESOS EN MANGANESO, SULFATOS, OXIGENO CONSUMIDO EN MEDIO ACIDO Y DUREZA TOTAL.

ANALIZO   
 IBO. MARTHA E. RIVERO M.  
 \* MAXIMO PERMISIBLE

REVISO:   
 IQ.MA. ESTHER HERRERA S.  
 ANEXO # 7

APROBO:   
 ING. SERGIO BECERRA



**SUBSECRETARIA DE MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE**  
**DIRECCION GENERAL DE SANEAMIENTO DEL AGUA**

**LABORATORIO DEL AGUA**


ANALISIS No. 57 ESTADO MOPELOS  
 CLAVE MUESTRA \_\_\_\_\_ MUNICIPIO PUENTE DE IXTLA  
 FECHA DE TOMA DE MUESTRA 22-1V-80 LOCALIDAD TILJAPOTLA  
 FECHA RECEPCION 22-1V-80 LUGAR DE TOMA PPESA EMILIANO ZAPATA  
 FECHA ANALISIS 24-1V-80 DEPENDENCIA \_\_\_\_\_


**ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUA POTABLE**

TEMPERATURA \_\_\_\_\_ °C PH 8.4 (6-8)  
 TURBIEDAD 6.2 NTU(max 5) OLOR \_\_\_\_\_  
 COLOR 18 UC(max 10) CONDUCTIVIDAD ELEC. 250 uohms/cm  
 SOLIDOS TOTALES 362 (500-1000mg/l) SOLIDOS DISUELTOS \_\_\_\_\_ mg/l.

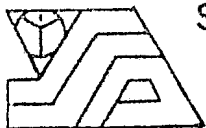
DETERMINACION	ANALISIS mg/l	NORMA mg/l	DETERMINACION como Cc CO <sub>3</sub>	ANALISIS mg/l	NORMA mg/l
CALCIO	115.2		ALCALINIDAD F	8	
MAGNESIO	10.2	125	ALCALINIDAD TOTAL	134	400
HIERRO	0.12	0.3			
MANGANESO	0.33	0.05	DUREZA TOTAL	330	300
SODIO CALC.	59		DUREZA DE CALCIO	238	
			DUREZA DE MAGNESIO	42	
			DUREZA DE CARBOHATO	134	
CLORO RESIDUAL		0.2-1.0	<b>PARAMETROS ESPECIALES</b> D.B.O. 3 mg/l D.Q.O. 4 mg/l DETERGENTES 0.01 NITROGENO AMONIACAL 0.003 mg/l. NITROGENO ORGANICO 0.84 mg/l. NITROGENO TOTAL 0.843 mg/l.		
CO <sub>2</sub> LIBRE					
CARBONATO	10				
BICARBONATO	144				
SULFATO	300	250			
CLORURO	8	250			
FLUORURO	0.43	1.5			
N EN NITRATOS	0.033	5.0			
N EN NITRITOS	0.0066				
FOSFATOS TOTALES	0.917				
OXIGENO CONSUMIDO EN MEDIO ACIDO	4.8	3.0			

**OBSERVACIONES:** PRESENTA EXCESOS EN MANGANESO, SULFATOS, OXIGENO CONSUMIDO EN MEDIO ACIDO Y DUREZA TOTAL.

ANALIZO:   
 IBO. MARTHA E. RIVERO M.  
 \* JAYI MO PERMISIBIND

REVISO:   
 IO. NA. ES. MER HERRERA S.  
 ANEXO # 8

AFRSCO:   
 ING. SERGIO BECERRA



**SUBSECRETARIA DE MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE**  
DIRECCION GENERAL DE SANEAMIENTO DEL AGUA

**LABORATORIO DEL AGUA**

ANALISIS N.º 032 ESTADO MOCTEZUMA  
 CLAVE MUESTRA \_\_\_\_\_ MUNICIPIO FUENTE DE IXTLA  
 FECHA DE TOMA DE MUESTRA 22-I-82 LOCALIDAD TILZAPOTLA  
 FECHA RECEPCION 22-I-82 LUGAR DE TOMA PRESA EMILIANO ZAPATA  
 FECHA ANALISIS 25-I-82 DEPENDENCIA \_\_\_\_\_

**ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUA POTABLE**

TEMPERATURA 24 °C PH 7.6 (5-8)  
 TURBIEDAD 3.3 NTU (max 5) OLOR INODORA  
 COLOR 60 UC (max 10) CONDUCTIVIDAD ELEC. 375 uohms/cm  
 SOLIDOS TOTALES 339mg/L (500-1000) SOLIDOS DISUELTOS 330 mg/l.

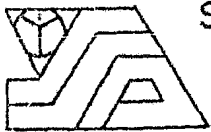
DETERMINACION	ANALISIS mg/l	NORMA* mg/l	DETERMINACION como CaCO <sub>3</sub>	ANALISIS mg/l	NORMA mg/l
CALCIO	46		ALCALINIDAD F	0	
MAGNESIO	15	125	ALCALINIDAD TOTAL	90	400
HIERRO	0.005	0.3			
MANGANESO	0	0.05	DUREZA TOTAL	176	300
SODIO CALC.	5		DUREZA DE CALCIO	114	
			DUREZA DE MAGNESIO	62	
			DUREZA DE CARBONATO	90	
CLORO RESIDUAL	ND	0.2-1.0	<b>PARAMETROS ESPECIALES</b>  GRASAS Y ACEITES - 8.45 mg/l. PLOMO - 0.0025 mg/l.		
CO <sub>2</sub> LIBRE	?				
CARBONATO	0				
BICARBONATO	110				
SULFATO	87	250			
CLORURO	5	250			
FLUORURO	0.2	1.5			
N EN NITRATOS	0	5.0			
N EN NITRITOS	0				
FOSFATOS TOTALES	0.223				
OXIGENO CONSUMIDO EN MEDIO ACIDO	5.6	3.0			

**OBSERVACIONES:** LA MUESTRA ANALIZADA PRESENTA GRASAS Y ACEITES, EXCESO EN COLOR Y MATERIA ORGANICA.

ANALIZO:   
 IBO. MARTHA E. RIVERO M.  
 \* MAYOR PERMISIBLE \*

REVISO:   
 IQ. MA. ESTHER HERRERA S.  
 ANEXO # 9

APROBO:   
 ING. SERGIO BECERRA



**SUBSECRETARIA DE MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE**  
DIRECCION GENERAL DE SANEAMIENTO DEL AGUA

**LABORATORIO DEL AGUA**

ANALISIS No. 033 ESTADO MOQUELOS  
 CLAVE MUESTRA \_\_\_\_\_ MUNICIPIO PUNTE DE TEXLA  
 FECHA DE TOMA DE MUESTRA 22-IV-80 LOCALIDAD TILZAPOTLA  
 FECHA RECEPCION 22-IV-80 LUGAR DE TOMA PRESA EMILIANO SAPATA  
 FECHA ANALISIS 24-IV-80 DEPENDENCIA \_\_\_\_\_

**ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUA POTABLE**

TEMPERATURA 24.6 °C PH 7.5 (5-8)  
 TURBIEDAD 1.4 NTU (max 5) OLOR INDIFERENTE  
 COLOR 35 Ud. (max 10) CONDUCTIVIDAD ELEC. 350 uohms/cm  
 SOLIDOS TOTALES 318 (500-1000mg/l) SOLIDOS DISUELTOS 315 mg/l

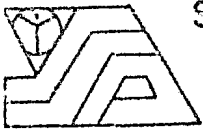
DETERMINACION	ANALISIS mg/l	NORMA mg/l	DETERMINACION como CaCO <sub>3</sub>	ANALISIS mg/l	NORMA mg/l
CALCIO	46		ALCALINIDAD F	0	
MAGNESIO	13	125	ALCALINIDAD TOTAL	31	400
HIERRO	0.01	0.3			
MANGANESO	0	0.05	DUREZA TOTAL	170	300
SODIO CALC.	13		DUREZA DE CALCIO	114	
			DUREZA DE MAGNESIO	56	
			DUREZA DE CARBONATO	91	
CLORO RESIDUAL	ND	0.2-1.0	<p align="center"><b>PARAMETROS ESPECIALES</b></p> GRASAS Y ACEITES - 6.32 mg/l. PLOMO - 0.007 mg/l.		
CO <sub>2</sub> LIBRE	4				
CARBONATO	0				
BICARBONATO	111				
SULFATO	97	250			
CLORURO	4	250			
FLUORURO	0.15	1.5			
N EN NITRATOS	0	5.0			
N EN NITRITOS	0				
FOSFATOS TOTALES	0.101				
OXIGENO CONSUMIDO EN MEDIO ACIDO	5.6	3.0			

**OBSERVACIONES:** LA MUESTRA ANALIZADA PRESENTA GRASAS Y ACEITES, EXCESO EN COLOR Y MATERIA ORGANICA.

ANALIZO   
 IBO. MARTHA E. RIVERO M.

REVISO:   
 IQ. MA. ESTHER HERRERA S.

APROBO:   
 ING. SERGIO BECERRA W.



**SUBSECRETARIA DE MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE**  
DIRECCION GENERAL DE SANFAMIENTO DEL AGUA

**LABORATORIO DEL AGUA**

ANALISIS No. 034 ESTADO MOQUELOS  
 CLAVE MUESTRA \_\_\_\_\_ MUNICIPIO PUENTE DE IXTLA  
 FECHA DE TOMA DE MUESTRA 22-1V-80 LOCALIDAD TILZAPOTLA  
 FECHA RECEPCION 22-1V-80 LUGAR DE TOMA PRESA EMILIANO ZAPATA  
 FECHA ANALISIS 24-1V-80 DEPENDENCIA \_\_\_\_\_

**ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUA POTABLE**

TEMPERATURA 24 °C PH 7.5 (6-8)  
 TURBIEDAD 1.3 NTU (max 5) OLOR INODORA  
 COLOR 35 UC (max 10) CONDUCTIVIDAD ELEC. 365 uohms/cm  
 SOLIDOS TOTALES 348 mg/l (500-1000) SOLIDOS DISUELTOS 345 mg/l

DETERMINACION	ANALISIS mg/l	NORMA* mg/l	DETERMINACION como CaCO <sub>3</sub>	ANALISIS mg/l	NORMA mg/l*
CALCIO	45		ALCALINIDAD F	0	
MAGNESIO	13	120	ALCALINIDAD TOTAL	90	400
HIERRO	0.01	0.3			
MANGANESO	0	0.05	DUREZA TOTAL	159	300
SODIO CALC.	12		DUREZA DE CALCIO	116	
			DUREZA DE MAGNESIO	53	
			DUREZA DE CARBONATO	90	
CLORO RESIDUAL	ND	0.2-1.0	<p align="center"><b>PARAMETROS ESPECIALES</b></p> GRASAS Y ACEITES - 8.35 mg/l PLOMO - 0.001 mg/l.		
CO <sub>2</sub> LIBRE	4				
CARBONATO	0				
BICARBONATO	110				
SULFATO	93	250			
CLORURO	7	250			
FLUORURO	0.15	1.5			
N EN NITRATOS	0	5.0			
N EN NITRITOS	0				
POSFATOS TOTALES	0.229				
OXIGENO CONSUMIDO EN MEDIO ACIDO	5.8	3.0			

OBSERVACIONES : LA MUESTRA ANALIZADA PRESENTA GRASAS Y ACEITES, EXCESO EN COLOR Y MATERIA ORGANICA.

ANALIZO   
 IDO. MARTHA E. RIVERO M.

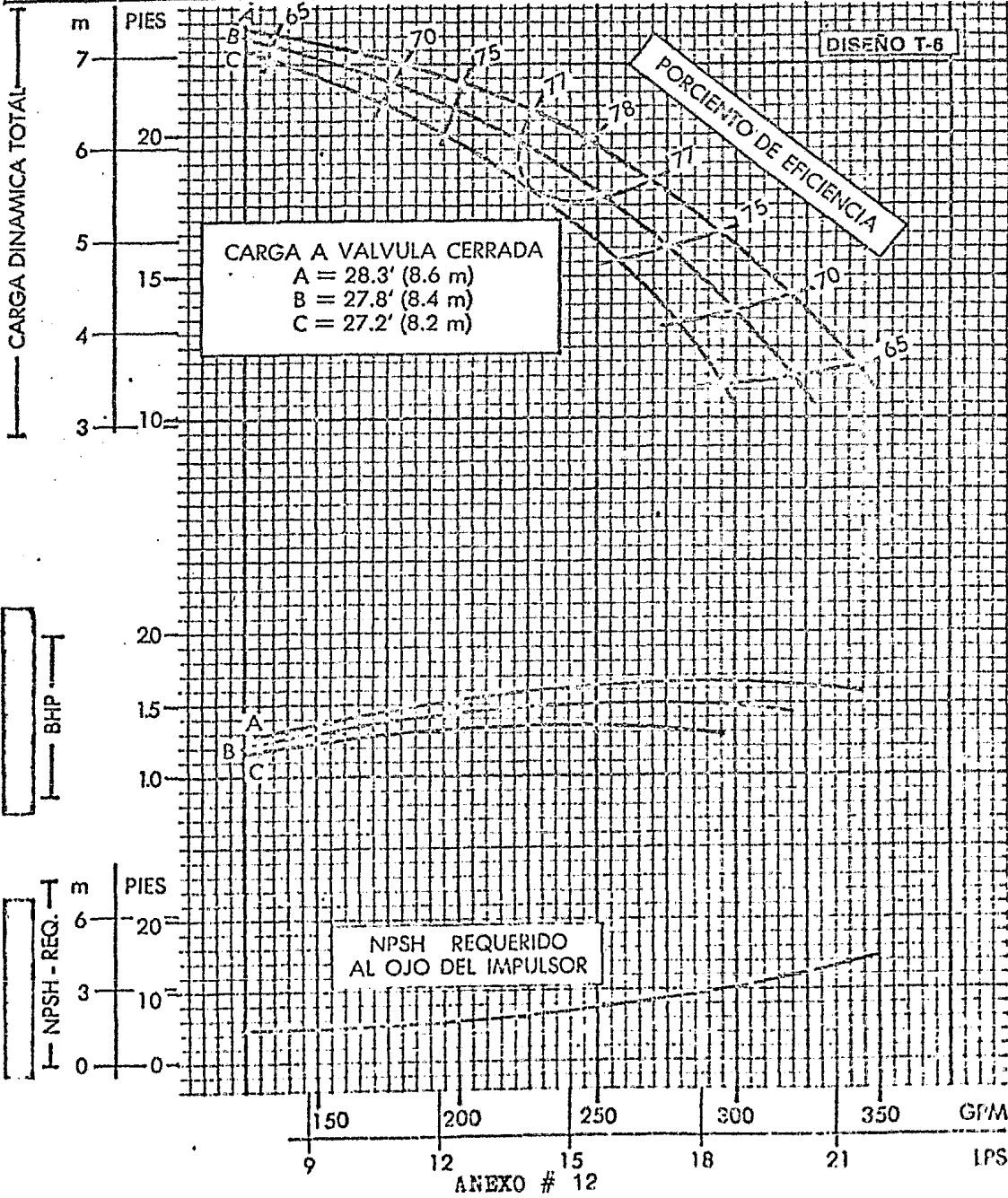
REVISO:   
 IDO MA. ESTHER HERRERA S

AFROCG:   
 ING. SERGIO BECERRA W



# MANUFACTURERA FAIRBANKS-MORSE, S. A.

CARACTERISTICAS DE OPERACION			MODELO	FIGURA	R P M
NUMERO DE ETAPAS	CAMBIO DE EFICIENCIA	IMPULSOR	7" MC	6970	1770
1	RESTAR 2 PTS.	TAZON	BRONCE	EL COMPORTAMIENTO HIDRAULICO DEPENDE DE SUMINISTRAR A LA BOMBA LA CANTIDAD ESPECIFICADA DE AGUA LIMPIA, FRESCA, NO AEREADE, SIN EXCEDER DE 85°F (30°C).	
2	RESTAR 1 PTS.	DIAM. TAZON	FoFo		
		K <sub>T</sub>	6-5/8"		
			4.7		





# CAUDA

DIVISION CONTROL ANALITICO

CERRADA de REVOLUCION 19

515 1549

MEXICO 18. DE

DEGREMONT PELLETIER, S.A. DE C.V. (REF. TILZAPOTLA)

AT'N: ING. JOSE AGUILAR R.  
GERENTE DE PROYECTOS

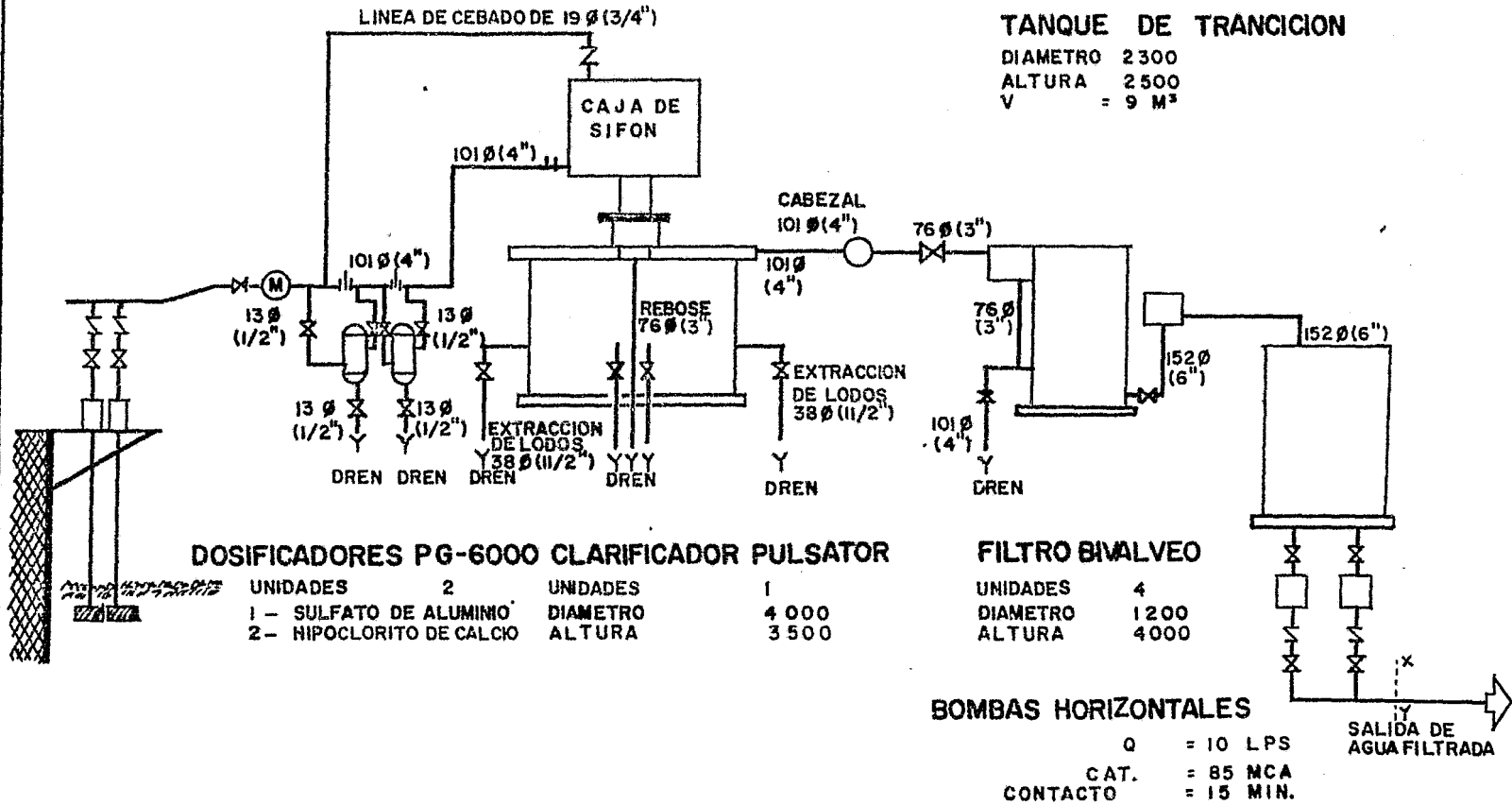
TOMA DE MUESTRA: 9 diciembre, 1981 ANALISIS DE AGUA			
ANALISIS: 10 diciembre, 1981			
PURGA ANTERIOR: TOMA DE MUESTRA PROXIMA PURGA: DOSIS ANTERIOR: PROXIMA DOSIS:	AGUA CRUDA	AGUA TRATADA	
	P. P. M.	P. P. M.	P. P. M.
CALCIO	110	140	
MAGNESIO	20	60	
HEMIO TOTAL (como Fe)	0.4	0	
MANGANESO (como Mn)	0	0	
NITRATOS (ppm como NO <sub>3</sub> )	70	HUELLAS	
HIDROXIDOS (por cloruro de bario)			
HIDROXIDOS (por minkler y warder)	0	0	
CARBONATOS	0	0	
BICARBONATOS	90	100	
SULFATOS	22	83	
CLORUROS	6	13	
PCSFATOS (como PO <sub>4</sub> )			
SULFITOS (como SO <sub>3</sub> )			
Cloro residual	0	0.8	
ALCALINIDAD A LA FENOLF (F)	0	0	
ALCALINIDAD TOTAL (M-F)	90	100	
ACIDEZ A LA FENOLFTALEINA	9	3.1	
DUREZA DE CARBONATOS	90	100	
DUREZA DE NO CARBONATOS	40	100	
DUREZA TOTAL	130	200	
SILICE TOTAL (como Si O <sub>2</sub> )	24	22	
MATERIAS INCRUSTANTES	154	222	
SOLIDOS DISUELTOS POR CONDUCTIVIDAD	186	214	
RELACION S.O./Na Cl			
POTENCIAL HIDROGENO (pH)	7.30	7.80	

VALORES EXPRESADOS COMO CaCO<sub>3</sub>, EXCEPTO pH Y LOS ESPECIFICADOS EN OTRAS UNIDADES

OBSERVACIONES

*M. Pilar Ycaza*  
QUIM. MA. DEL PILAR NAVA J.  
JEFE DE LABORATORIO.

F. # 000000



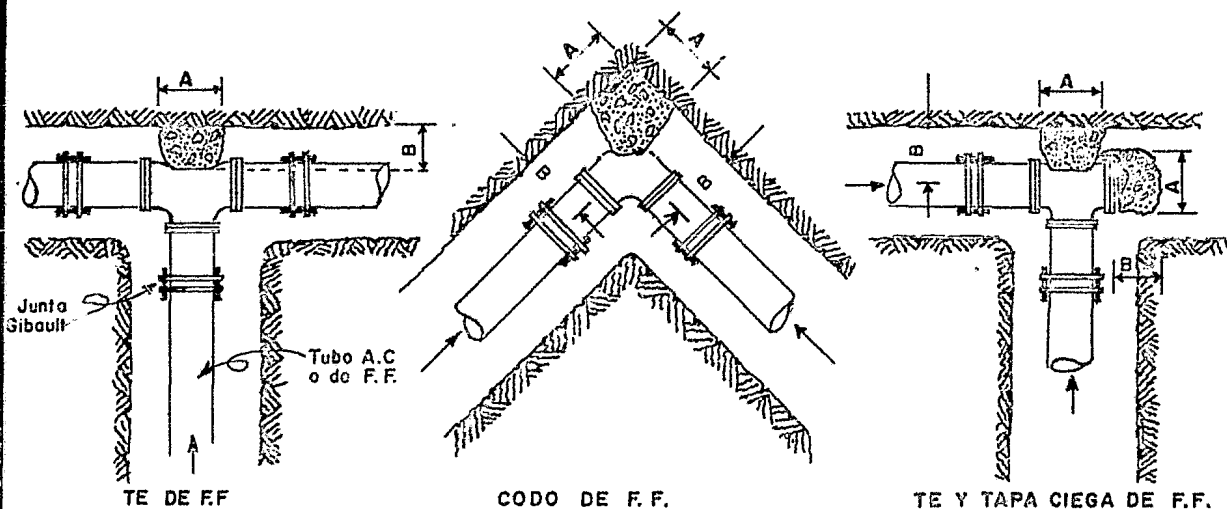
UNAM	INGENIERIA
DIAGRAMA DE FLUJO	
T E S I S   P R O F E S I O N A L	
Rogelio	Botello Aviles



## DIMENSIONES DE LOS ATRAQUES DE CONCRETO PARA LAS PIEZAS ESPECIALES DE F. F.

DIAM. NORMAL DE LAS PZAS ESP.		AL TURA	LADO "A"	LADO "B"	VOL. POR ATRAQUE
MILIMETROS	PULGADAS	EN Cm.	EN Cm.	EN Cm.	EN Cm <sup>3</sup>
≤ 76	≤ 3"	30	30	30	0.027
102	4"	35	30	30	0.032
152	6"	40	30	30	0.036
203	8"	45	35	35	0.055
254	10"	50	40	35	0.070
305	12"	55	45	35	0.087
356	14"	60	50	35	0.105
406	16"	65	55	40	0.143
467	18"	70	60	40	0.168
508	20"	75	65	45	0.219
610	24"	85	75	50	0.319
762	30"	100	90	55	0.495
914	36"	115	105	60	0.725
1067	42"	130	120	65	1.014
1219	48"	145	130	70	1.320

### DIRECCION DE LOS EMPUJES Y FORMA DE COLOCAR LOS ATRAQUES



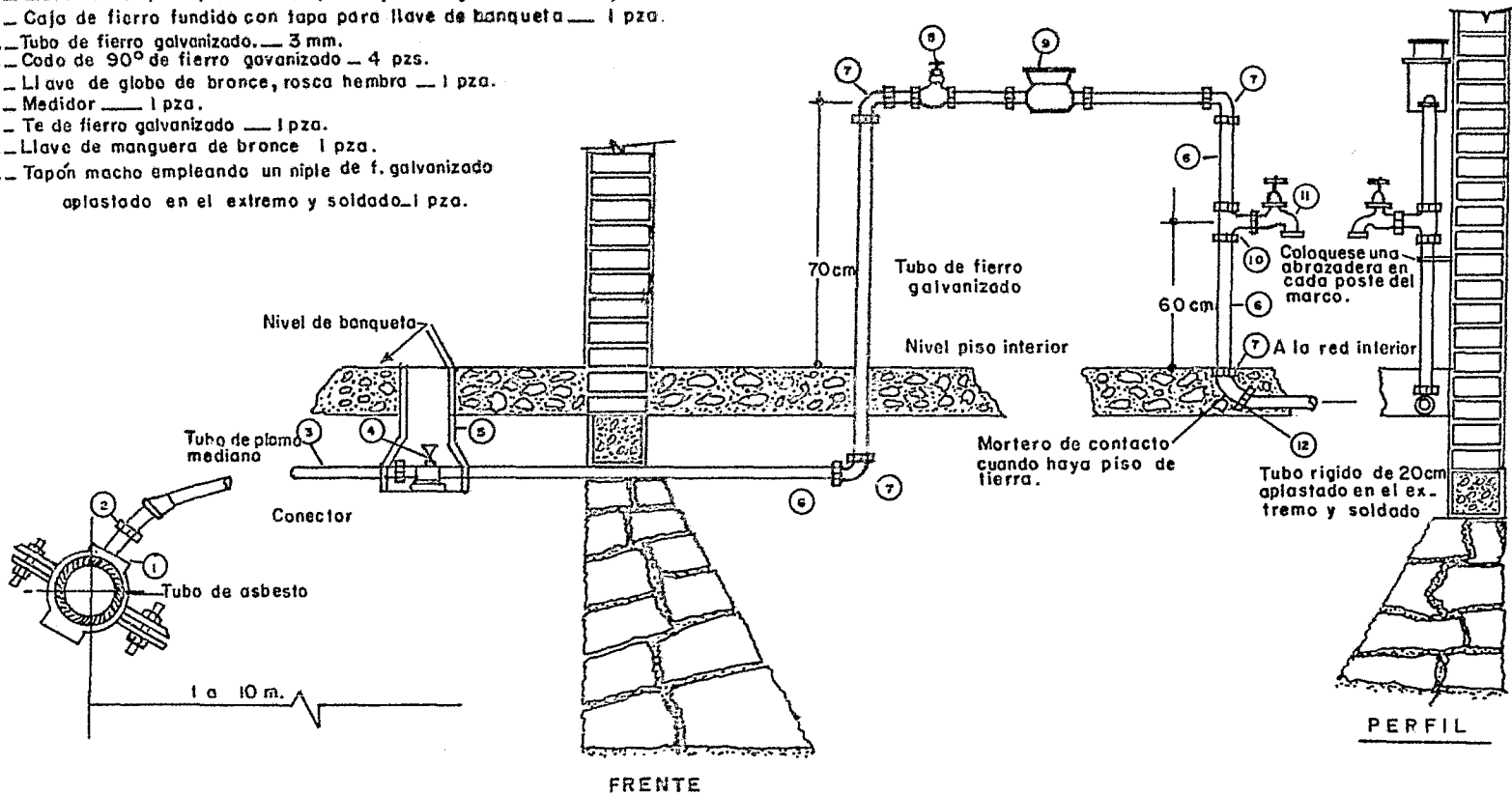
#### NOTAS. —

- 1) Las piezas especiales deberán estar niveladas antes de colocar los atraques, los cuales quedarán perfectamente apoyados al fondo y pared de la zanja.
- 2) El atraque deberá colocarse en todos los casos, antes de hacer prueba hidrostática de las tuberías.
- 3) Estos atraques se usarán exclusivamente para tuberías alojadas en zanjas.

UNAM.	INGENIERIA
ATRAQUES AGUA POTABLE	
TESIS PROFESIONAL	
Rogelio Botello Aviles	

**MATERIALES PARA TOMA DE 13 mm.**

1. \_ Abrosadera para llave de inserción para tubo de A.C. 1 pza.
2. \_ Llave de inserción de bronce para tubo de plomo, incluyendo el conector \_ 1 pza.
3. \_ Tubo de plomo mediano de 1 a 10 cm.
4. \_ Llave de banqueta para tubo de plomo y fierro galvanizado incluyendo el conector \_ 1 pza.
5. \_ Caja de fierro fundido con tapa para llave de banqueta \_ 1 pza.
6. \_ Tubo de fierro galvanizado. \_ 3 mm.
7. \_ Codo de 90° de fierro galvanizado \_ 4 pzs.
8. \_ Llave de globo de bronce, rosca hembra \_ 1 pza.
9. \_ Medidor \_ 1 pza.
10. \_ Te de fierro galvanizado \_ 1 pza.
11. \_ Llave de manguera de bronce 1 pza.
12. \_ Tapón macho empleando un niple de f. galvanizado aplastado en el extremo y soldado. 1 pza.



ANEXO # 17

**NOTAS IMPORTANTES**

Si no se pone medidor se colocará un niple de f. galvanizado de igual tamaño al medidor y una tuerca union universal.

Las abrazaderas de inserción unicamente se utilizan en las tuberías de A. C. hasta 4" de diámetro

UNAM	INGENIERIA
A TR A Q U E S A G U A P O T A B L E	
T E S I S P R O F E S I O N A L	
R o g e l i o B o t e l l o A v i l e s	