

300615  
15  
2eje.



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA  
INCORPORADA A LA U. N. A. M.

PROYECTO DE AGUA POTABLE EN SAN  
LORENZO OCTEYUCO, EN JILOTEPEC,  
ESTADO DE MEXICO.

TESIS PROFESIONAL  
Que para obtener el Título de:  
INGENIERO CIVIL  
p r e s e n t a

OCTAVIO PADILLA FIGUEROA

ASESOR DE TESIS  
ING. JOAQUIN CHAVEZ ZUÑIGA

México, D. F.

1994

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



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

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

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

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



Al Pasante Señor: Octavio Padilla Figueroa

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a Ud. a continuación, el tema que aprobado por esta Dirección, propuso como Asesor de Tesis el Ing. Joaquín Chávez Zúñiga para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de Ingeniero Civil.

**"PROYECTO DE AGUA POTABLE EN SAN LÓRENZO OCTEYUCO  
EN JILOTEPEC ESTADO DE MEXICO"**

con el siguiente índice:

	INTRODUCCION
CAPITULO I	GENERALIDADES
CAPITULO II	ESTUDIOS PREVIOS
CAPITULO III	DATOS BASICOS DE PROYECTO
CAPITULO IV	MEMORIA DE CALCULO
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS
	ANEXO DE PLANOS

Ruego a Ud., tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado en la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares, en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

A T E N T A M E N T E

"INDIVISA MANENT"  
ESCUELA DE INGENIERIA  
México, D.F., a 1 de Octubre de 1993



ING. JOAQUIN CHAVEZ ZUÑIGA  
ASESOR DE TESIS



ING. EDMUNDO BARRERA MONSIVAIS  
DIRECTOR

**UNIVERSIDAD LA SALLE**

BENJAMIN FRANKLIN 47, TEL. 516-99-60 MEXICO 06140 D.F.

A MI CAITO:

QUE ESTE TRABAJO SEA UN HOMENAJE  
POSTUMO A SU ESFUERZO POR DARMEN  
EL MAS VALIOSO DE LOS REGALOS.

A MI MAMA:

POR ACOMPAÑAR CON SU ESFUERZO Y NOBLEZA  
LA DIFICIL TAREA DE REGALARME UN FUTURO.

A PATY:

SIN TU AYUDA NO LO HUBIERA LOGRADO.

A MIS HERMANOS:

ALGO DE USTEDES ESTA EN MI, ESPERO  
CORRESPONDER.

A MARTHA:

TU CONFIANZA EN MI INFLUYO PARA  
CREER EN MI MISMO.

PROYECTO DE AGUA POTABLE  
EN SAN LORENZO OCTEYUCO EN  
JILOTEPEC, EDO. DE MEXICO.

INTRODUCCION

CAPITULO I

GENERALIDADES .....	1
A) Antecedentes .....	1
B) Datos Preliminares .....	3

CAPITULO II

ESTUDIOS PREVIOS .....	9
A) Calidad y Demanda del Agua .....	9
B) Situación Actual del Proyecto e Infraestructura .....	11

CAPITULO III

DATOS BASICOS DE PROYECTO .....	13
---------------------------------	----

1. Período Económico/ 2. Población de Proyecto/ 3. Dotación/ 4. Gasto Medio Anual/ 5. Gasto Máximo Diario/ 6. Gasto Máximo Horario.

CAPITULO IV

MEMORIA DE CALCULO .....	30
A) CAPTACION .....	30
B) LINEA DE CONDUCCION A BOMBEO, POZO PROFUNDO EL DURAZNO A TAN QUE DE REGULACION LOMA DE LOS MENDOZA .....	35
C) LINEA DE CONDUCCION A GRAVEDAD A SN. LORENZO OCTEYUCO .....	44
D) LINEA DE DISTRIBUCION DE SAN LORENZO OCTEYUCO .....	52
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	57
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	59
ANEXO DE PLANOS .....	60

**CAPITULO I**

## INTRODUCCION

El suministro del servicio de agua potable para el ser humano es de vital importancia para el desarrollo y bienestar del mismo debido a que apoya de una manera determinante entre otros el aspecto salud, creando así un camino mas sólido hacia el progreso.

En un ámbito más específico se puede mencionar que el agua potable para una comunidad, como en este caso, es primordial para el engrandecimiento de ésta, ya que, interviene directamente en el sector salud, ya mencionado pero indirectamente apoya una infinidad de aspectos que --- complementan el crecimiento y éstos no dejan de ser siempre un factor de adelanto como pueden ser por ejemplo: la agricultura y la generación de empleos permanentes en la zona.

La presentación de este trabajo pretende hacer notar la importancia -- que tiene el contar el servicio de agua potable aún en lugares muy --- apartados de los grandes asentamientos humanos ya que esto significa -- un acercamiento a éstos precisamente, además de llevar un valor intrínseco en sí mismo que ayuda al progreso uniforme de una región determinada y así mismo el de un país entero.

así mismo el presente trabajo también trata de ser una experiencia --

Real que pueda ser consultada por cualquier profesionista que pretenda encontrar la solución a un determinado problema como es el de este caso, es decir, que tenga acceso a una bibliografía específica de la solución de un problema real que a su vez enriquezca su conocimiento.

Ahora bien, en toda solución a un problema es importante plantear un seguimiento es decir, un camino que seguir debido a que si no se sabe como iniciar un trabajo no se puede hablar de un resultado final, y es por esto básicamente que a continuación se enuncian brevemente los pasos a seguir para este caso:

El capítulo I nos da a conocer datos físicos y obviamente reales de la zona de trabajo.

El capítulo II nos ilustra sobre el estado actual y necesidades en cuanto al servicio tema de la presente exposición.

El capítulo III nos arroja como resultados datos del proyecto en base a cálculos preestablecidos.

El capítulo IV nos enmarca ya propiamente resultados y/o soluciones de diversos tipos dependiendo la zona de trabajo que vamos a atacar.

Esta secuela nos otorga finalmente la experiencia para poder dictaminar una serie de conclusiones y recomendaciones a seguir los que se encuentran plasmados en los planos de obra que servirán de guía de trabajo.

## GENERALIDADES

### A) ANTECEDENTES

El agua a través de la historia ha significado para el ser humano la clave para su desarrollo.

Ahora sabemos que el hombre en sus inicios dejó de ser nómada y comenzó a formar pequeñas comunidades, volviéndose así sedentario, en cuanto descubrió la agricultura, también supo que la base de esta actividad era el agua, por tal motivo buscó la forma de obtenerla, originando así de la forma más sencilla tal vez el nacimiento del abastecimiento del agua. Posiblemente se dió cuenta que apilando piedras sobre una corriente de agua elevaba el nivel de la misma lo suficiente para inundar la tierra, que era la fuente de su alimentación. De esta forma suministraba agua durante una sequía.

Poco a poco el agua fue adquiriendo una mayor importancia para la subsistencia del hombre y el progreso de la sociedad.

Tal es el caso de la civilización Egipcia que se originó y llegó a ser de tal trascendencia debido al Río Nilo, que de una u otra forma fincó la base de su grandeza.

Actualmente el hombre civilizado es un gran consumidor de agua. - La necesita como bebida, para cocer sus comidas, para su aseo personal, para lavar su ropa. limpiar su casa y demás actividades cotidianas. El servicio de agua es fundamental para cualquier ciudad, ya que no sólo se trata de disponer agua en grandes cantidades, sino también es esen-

cial la calidad. De ahí la importancia del abastecimiento de agua potable, ya que este imprescindible servicio, junto con otros servicios, - como los de salud, la energía eléctrica, los de comunicación y transportación, entre otros, son primordiales para el desarrollo de toda comunidad.

Es por esto que el presente trabajo se refiere a la dotación del Agua Potable al poblado de Sn. Lorenzo Octeyuco.

## B) DATOS PPELIMINARES

Con la finalidad de ubicar y conocer más el sitio de este proyecto a continuación se describen brevemente datos como son: localización, accesos, climatología, orografía, hidrología y demografía.

### a) Localización.

La comunidad de Sn. Lorenzo Octeyuco se encuentra situada dentro del Municipio de Jilotepec, Edo. de México. Esta comunidad colinda al Norte con el poblado de Canalejas y el poblado de San Miguel de la -- Victoria, dentro del mismo Municipio; al Oriente con el poblado de -- Agua Escondida y Jilotepec de Abasolo; al Sur con los Municipios de - Chapa de Mota y Tumulpan; al Poniente con los Municipios de Acambay y Aculco de Espinoza.

Teniendo en conjunto desde la fuente de abastecimiento del agua, que es el pozo profundo del Durazno de Cuauhtémoc hasta el poblado de Sn. Lorenzo Octeyuco una extensión territorial aproximada de 12 km<sup>2</sup>.

La cabecera Municipal es el poblado de Jilotepec de Abasolo, ubicado a 71.0 km al Noroeste de la Ciudad de México y a 71.0 km al Norte de la Ciudad de Toluca.

Cabe mencionar que el poblado de Sn. Lorenzo Octeyuco forma parte de un ambicioso proyecto denominado Sistema Canalejas, que dotará del servicio de agua potable, entre otras, a la comunidad antes referida.

Este sistema tiene como punto central la población del mismo nombre, localizada a 80 km al Oeste de Jilotepec y comprende además de Sn. Lorenzo Octeyuco a las comunidades de El Rincón, Maqueyecitos y Xhimojay, ubicadas todas ellas en un radio no mayor de 12km de Canalejas, Municipio de Jilotepec, Fdo. de México.

b) Accesos.

El acceso a Sn. Lorenzo Octeyuco se realiza a partir de la Ciudad de México por la carretera federal de cuota no. 57 con dirección a Querétaro hasta el km. 83 en donde se encuentra el entronque con la carretera estatal no. 9, continuando en ésta 14 km hacia el Oeste para llegar a Jilotepec de Pbasolo y 12 km sobre la misma carretera hasta llegar al entronque con el camino de terracería, transitable todo el año, que nos guía directamente después de recorrer 2 km hasta dicho poblado.

El recorrido para llegar al poblado de Sn. Lorenzo Octeyuco se hace sobre carretera pavimentada en buenas condiciones, siendo la longitud de recorrido aproximadamente de 109 km y 2 km más sobre el camino de terracería haciendo un total de 111 km desde la ciudad de México hasta el poblado. Ocupando un tiempo aproximado de 2 horas de camino.

c) Climatología.

El clima que predomina en la zona de proyecto está catalogado como templado subhúmedo, siendo el más húmedo de los templados con llue-

vias en verano.

La precipitación media anual es mayor de 800 mm y la temperatura media anual oscila entre 12° y 18° C.

La máxima incidencia de lluvias se presenta en julio, con un valor que fluctúa entre 150 y 160 mm; la sequía se registra en los meses de febrero y diciembre, con un valor menor de 10 mm; el mes más cálido es mayo, con una temperatura entre 14° y 15°C y la mínima de 2°C. (Estos datos fueron recopilados de archivos de las autoridades municipales).

#### d) Orografía.

La topografía de la zona es de lomeríos suaves con pendientes que van del 3 al 20%; la generalidad de las comunidades y específicamente Sn. Lorenzo Octeyuco se encuentran entre los 2 600 y 2 700 m.s.n.m., - siendo el Cerro de Xhidenxhi el lugar más alto de la zona con una elevación de 3 000 m.s.n.m.

La zona es también cruzada en muchas ocasiones por pequeños arroyos que corren hacia el noroeste, dichos escurrimientos sólo llevan -- agua durante la temporada de lluvias ya que en la temporada de estiaje se secan; es por ello que no se consideran como una fuente de abastecimiento permanente.

En la zona son abundantes los pastizales naturales, siendo básica la agricultura de temporal a base de maíz, frijol, trigo, avena y maguey pulquero, existen también, pero son muy escasos los pequeños bosques de pino y encino, cuya explotación es muy pobre.

Cabe señalar que los datos anteriormente mencionados son básicos,

va que para dotar del servicio de agua potable a cualquier población es necesario un proyecto por medio del cual se darán las pautas a seguir en la construcción del sistema que proveerá de tan vital elemento. Al involucrar la palabra proyecto estamos resumiendo una serie de datos y estudios que debemos obtener para la consecución de nuestro fin, tal es el caso de:

#### Estudios socioeconómicos:

Este tipo de estudios llevan como finalidad el saber en qué condiciones se encuentran los habitantes del poblado, es decir, las condiciones de vida que prevalecen en dicho sitio, tales como son las actividades a las que se dedica la población a la cual se dotará del servicio de agua potable.

#### Estudios topográficos:

Estos estudios son de gran utilidad en el campo de la Ingeniería ya que en el diseño de un sistema de agua potable nos dan el camino a seguir, puesto que proveen de datos como trazos, desniveles, accesos, etc.

En el caso de los trazos podemos citar que por regla general - siempre que se diseña una línea de conducción de agua potable se procura no invadir terrenos propios, porque esto implica el pagar indemnizaciones que originan un incremento en el costo de la misma, aunque en algunos casos no existe otra alternativa. Estas variables

se toman muy en cuenta dentro de estos estudios.

En el caso de los desniveles topográficos nos van a dar el camino más apropiado para el cruce de la línea buscando siempre un equilibrio entre el costo y la longitud de la misma, tratando de librar pendientes por los lugares más accesibles.

Los accesos son de gran importancia puesto que estos facilitan la llegada al sitio de la futura obra, de no ser así puede existir un aumento substancial en el costo de la construcción.

Es así, como los estudios proporcionan datos invaluable, que junto con otro tipo de estudios, como los elaborados en gabinete (inversiones, tiempo de ejecución, etc.), nos conllevan a la realización del proyecto.

#### e) Hidrología.

La zona en estudio es prácticamente la cabecera de la cuenca del Río Moctezuma, afluente del Río Pánuco.

Existen almacenamientos pequeños de agua en el Municipio, siendo algunos de los más importantes en la zona: San Vicente, La Cobrada, El Gavilán, El Refugio, etc.; como se mencionó anteriormente no existen en esta zona escurrimientos de agua importantes y en general estos arroyos sólo tienen caudal durante la época de lluvias.

#### f) Demografía.

Este aspecto dentro del proyecto es de suma importancia ya que

será una de las condiciones que marquen el camino a seguir, por lo que se profundizará en capítulos posteriores; aún así es conveniente tenerlo muy presente desde un principio, por esta razón tenemos que la población de esta localidad es:

LOCALIDAD	POBLACION (habitantes)		
	1970	1980	1983
Sn. Lorenzo Octeyuco	1 772	2 089	3 479

Los datos de la tabla fueron obtenidos de las autoridades del Municipio de Jilotepec, Edo. de México.

## CAPITULO II

## ESTUDIOS PREVIOS

### A) CALIDAD Y DEMANDA DEL AGUA

La actividad principal en el área del proyecto es la agricultura, como se mencionó anteriormente predomina el cultivo del maíz, -- frijol, avena y trigo; y en la fruticultura la producción principal es la de manzana.

En su mayoría los terrenos son de temporal y las zonas de riego que existen son mantenidas por pequeños depósitos de agua almacenada durante la temporada de lluvias.

La tenencia de la tierra es en alto porcentaje de tipo ejidal y comunal, existiendo una pequeña parte de propiedad privada.

Otra actividad desarrollada en la zona es la ganadería en pequeña escala, predominando por las condiciones de la zona el ganado ovino. Debido al pequeño desarrollo industrial que tiene la zona existe una industria textil consistente en el tejido de tapetes y prendas de vestir, pero por su tamaño no origina fuentes de trabajo en gran cantidad.

La calidad de vida varía de un nivel medio a un nivel bajo, predominando éste último, ya que en conjunto la suma de las actividades que se practican no aportan ni con mucho una fuente de trabajo suficiente y estable, propiciando también el abandono del lugar por parte de sus habitantes y en consecuencia el estancamiento del poblado. Ya que si contara con el potencial de trabajo de su gente se podrían explotar de forma constante y definitiva los recursos con que cuenta

la zona y dentro de ésta el poblado de Sn. Lorenzo Octeyuco.

El 25% de las casas presentan condiciones precarias, el 33% requiere de un mejoramiento y el 42% restante presenta condiciones aceptables.

La tenencia de propiedades inmuebles se divide en dos grupos, el primero que es de casa propia representada en un 80% y el segundo es de casas de renta representada en un 20%.

En el aspecto de los servicios el poblado cuenta con una red de tuberías de distribución de agua potable pero carece de otros elementos del sistema como son las piezas especiales en sus cruces.

Es importante marcar que aunque existe la infraestructura básica en cuanto a red de distribución de agua potable, carece de este servicio dado que hace falta el proyecto para la construcción de la línea de conducción, que es la finalidad de este trabajo.

El poblado cuenta con el servicio de alumbrado público y las calles son de terracería incluyendo las banquetas; pese a ello las calles y las banquetas están bien delineadas.

En general las condiciones son de tipo rural.

En cuanto a la demanda del agua existen algunos factores que orientan o determinan la cantidad que debe suministrarse. Algunos de ellos son: clima, tamaño del asentamiento humano, estándar de vida, etc.

En este caso, tomando los tres factores antes enunciados podemos decir que el clima es templado subhúmedo, siendo el más húmedo de los templados con lluvias en verano; el tamaño del asentamiento humano lo tenemos según datos de las autoridades y sabemos que es una

población pequeña; en el aspecto del estándar de vida sabemos que es de tipo rural, por lo que se deduce que la dotación que necesita la población no es nada extraordinario y que en su oportunidad se determinará.

#### B) SITUACION ACTUAL DEL PROYECTO E INFRAESTRUCTURA

La zona en estudio cuenta con una infraestructura básica en -- cuanto a vías de comunicación se refiere, destacando la siguiente información:

En el aspecto de servicios Sn. Lorenzo Octeyuco posee:

- en el sector Educación cuenta con una escuela primaria de tipo rural y una escuela secundaria también de tipo rural, ambas con la capacidad necesaria para satisfacer la demanda de la comunidad únicamente.

- en el sector Comunicaciones cuenta con carreteras pavimenta-- das y caminos de terracería que originan un fácil y rápido acceso con las demás comunidades del mismo Municipio y fuera de él como pueden ser: Canalejas, Jilotepec de Abasolo, Ixtlahuaca, Toluca, La Ciudad de México, etcétera.

Además cuenta, con el sérvicio de correo que provee una fuente más de acercamiento entre Sn. Lorenzo Octeyuco y el resto del - Municipio o Estado; tiene una capacidad instalada tal que permi

te satisfacer las necesidades de la comunidad.

- en el sector Salud dicha comunidad carece de este importante servicio, por lo que la comunidad está a merced de epidemias y problemas de salud; y si a esto se le suma la falta del servicio de agua potable la situación empeora.

El servicio de salud en este poblado lo realizan fuera del mismo, siendo las opciones más viables el poblado de Canalejas o Calpulalpan, ambos retirados más de 5 km pero son localidades que sí cuentan con el servicio del Sistema IMSS-COPLAMAR.

**CAPITULO III**

## DATOS BASICOS DE PROYECTO

Este capítulo tratará fundamentalmente sobre los datos que se necesitan para la elaboración del proyecto del suministro de agua potable a la población de Sn. Lorenzo Octeyuco. Estos datos darán como resultado el conocer más a fondo lo que será la construcción del sistema de agua potable, ya que de aquí obtendremos la siguiente documentación: Período Económico, Población de Proyecto, Dotación, Gasto Medio Anual, Gasto Máximo Diario y Gasto Máximo Horario.

Ya obtenidos dichos documentos se podrá tener una idea más cercana a la realidad de lo que serán, por ejemplo, los diámetros de tuberías. Mismos que se analizarán en capítulos posteriores.

A continuación se enuncian y se establecen los parámetros según los datos encontrados:

### 1. Período Económico.

Se entenderá de aquí en adelante que lo que se denomina como período económico será la vida útil o de servicio que prestará en forma eficiente el sistema a la población de Sn. Lorenzo Octeyuco: por regla general un sistema de agua potable va relacionado a la par con el número de habitantes de la población a servir, por tal motivo las normas de proyecto de la extinta SAHOP hoy SEDUE establece que una localidad pequeña es aquella en la que el número de habitantes de la misma está dentro del siguiente rango: de 2500 a 15000 habitantes.

Y una localidad urbana será aquella que su rango de habitantes de proyecto varíe de 15 000 o más habitantes.

De aquí se desprende la siguiente tabla:

Localidades pequeñas	de 6 a 10 años
Localidades urbanas	15 años

En este caso particular se habla de un período económico de 13 - años al pensar en una explosión demográfica hacia el año 2 000, esta decisión tiene un fundamento que es el siguiente:

Esta comunidad forma parte de todo un sistema de Agua Potable de nominado Sistema Canalejas, todo este complejo está referido hacia - una población obviamente mayor para el año 2 000, esto origina que en conjunto se pretenda dar el servicio hasta el año antes citado, por - esta razón esta comunidad adoptará la misma decisión.

En resumen podemos decir que el período de servicio para el sistema que dotará el servicio de agua potable a la población de Sn. Lorenzo Octeyuco será de 13 años.

## 2. Población de Proyecto.

Este aspecto es importante para establecer la eficiencia de todos los datos que intervienen en la formación del proyecto, es decir, básicamente para hablar de un proyecto real debemos en consecuencia de --

proporcionar datos lo más cercanos posibles a la realidad, ya que de aquí depende el buen o mal funcionamiento del sistema.

Los datos que de estos métodos, para calcular la población futura, nos sean arrojados, son aproximados y no es posible comprobarlos porque se está tratando de predecir con cierto criterio el futuro.

Existen varios métodos para el cálculo de la población de proyecto a futuro como son: el método aritmético, el método geométrico por porcentaje y el método de extensión gráfica.

A continuación utilizando cada uno de ellos se establecerá la población de proyecto sabiendo que el período económico será hacia el año 2 000:

a) Método Aritmético.

Este método supone un crecimiento constante para lo cual se determina una cifra constante promedio por año, aplicándose en los años futuros hasta la fecha considerada en el proyecto (período económico) y la forma numérica de representarse es la siguiente:

1.

$$P = P_0 + n \Delta$$

En donde:

P = población a futuro.

P<sub>0</sub> = población inicial.

n = número de años.

Δ = incremento anual constante.

Ahora desarrollando tenemos que:

2.

$$\Delta = \frac{P - P_0}{n}$$

Y sustituyendo para la población de Sn. Lorenzo Octevuco tenemos:

AÑO	HABITANTES	CRECIMIENTO
1960	1 332	--
1970	1 772	440
1980	2 089	317
1983	2 227	<u>138</u>
		Σ T = 895

Sustituyendo datos:

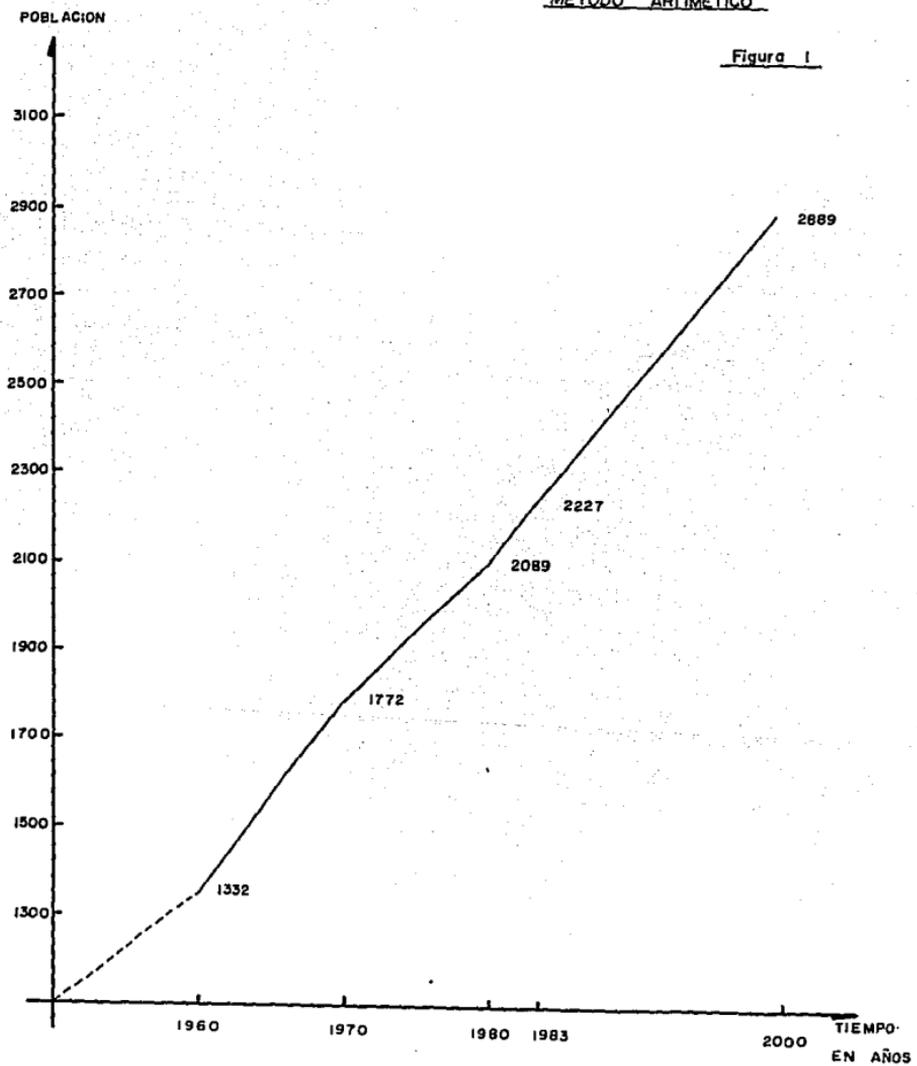
$$\Delta = \frac{2227 - 1332}{23} = \frac{895}{23} = 38.91 \text{ habitantes/año.}$$

Ahora partiendo de la fórmula 1. y sustituyendo datos para el año 2 000 tenemos que:

$$P_{2000} = 2227 + 17 (38.91) = 2 889 \text{ habitantes. (ver fig.1)}$$

METODO ARITMETICO

Figura 1



b) Método Geométrico por Porcentajes.

Este método supone un crecimiento constante pero no en forma absoluta sino en porcentaje (%) para lo cual se determina una cifra promedio y se aplica a los años futuros y su forma de representación es la siguiente:

$$Pf = Pa + \% Pa$$

en donde:

Pf = población futura.

Pa = población actual.

Sn. Lorenzo Octeyuco:

AÑO	HABITANTES	DIFERENCIA	PORCENTAJE
1960	1332	---	---
1970	1772	440	33.03
1980	2089	317	17.89
1983	2227	138	6.61
			$\Sigma T = 57.53$

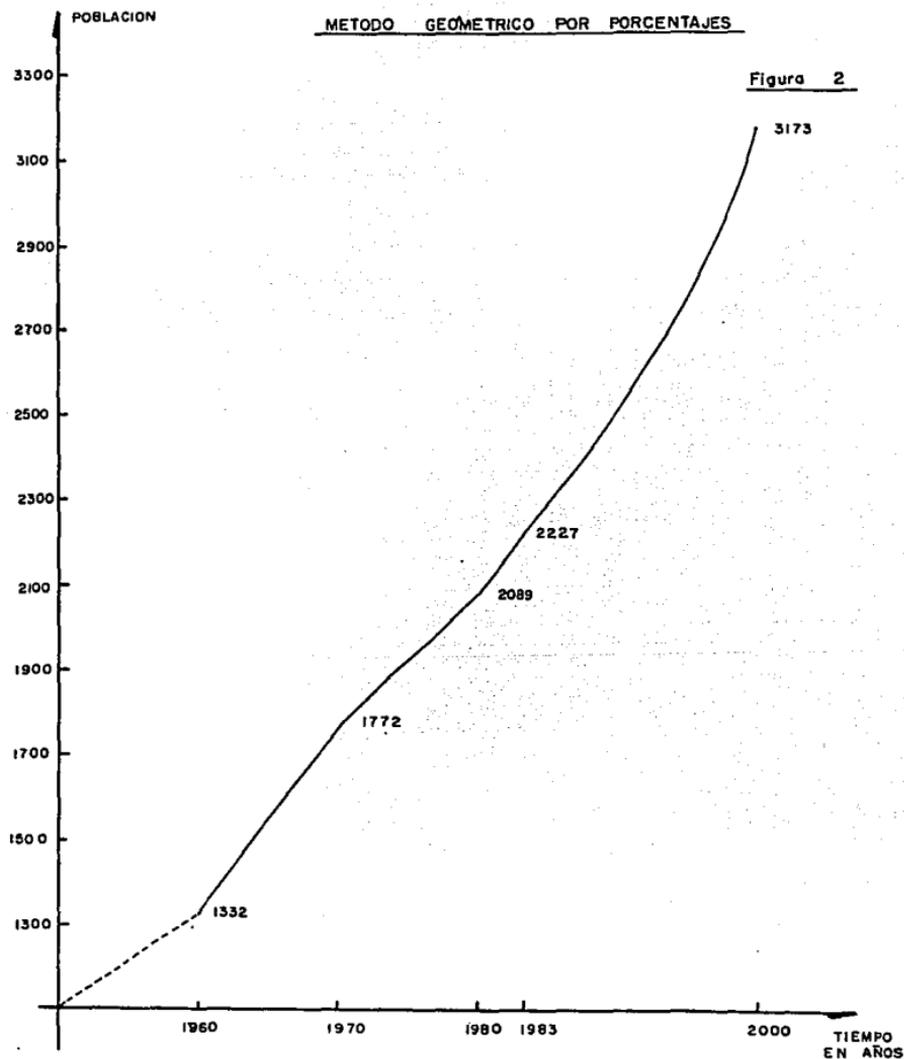
$$\text{Porcentaje medio} = \frac{57.53}{23} = 2.50 \text{ cifra promedio}$$

Aplicando la fórmula tenemos:

$$P_f = 2227 + \frac{2.50 \times 17 \times 2227}{100} = 3173 \text{ habitantes. (Ver fig. 2)}$$

METODO GEOMETRICO POR PORCENTAJES

Figura 2



c) Método de Extensión Gráfica.

Este método consiste fundamentalmente en llevar a una gráfica los datos de los censos oficiales colocando en el eje de las abscisas los años y en el eje de las ordenadas la población; posteriormente -- ayudándonos con un curvígrafo se trata de continuar o prolongar la curva de tal forma que se apegue lo más posible a los datos censales ya marcados con anterioridad en la gráfica para determinar de esta forma cuál será el comportamiento o crecimiento de la población en el futuro, que en este caso será el año 2 000.

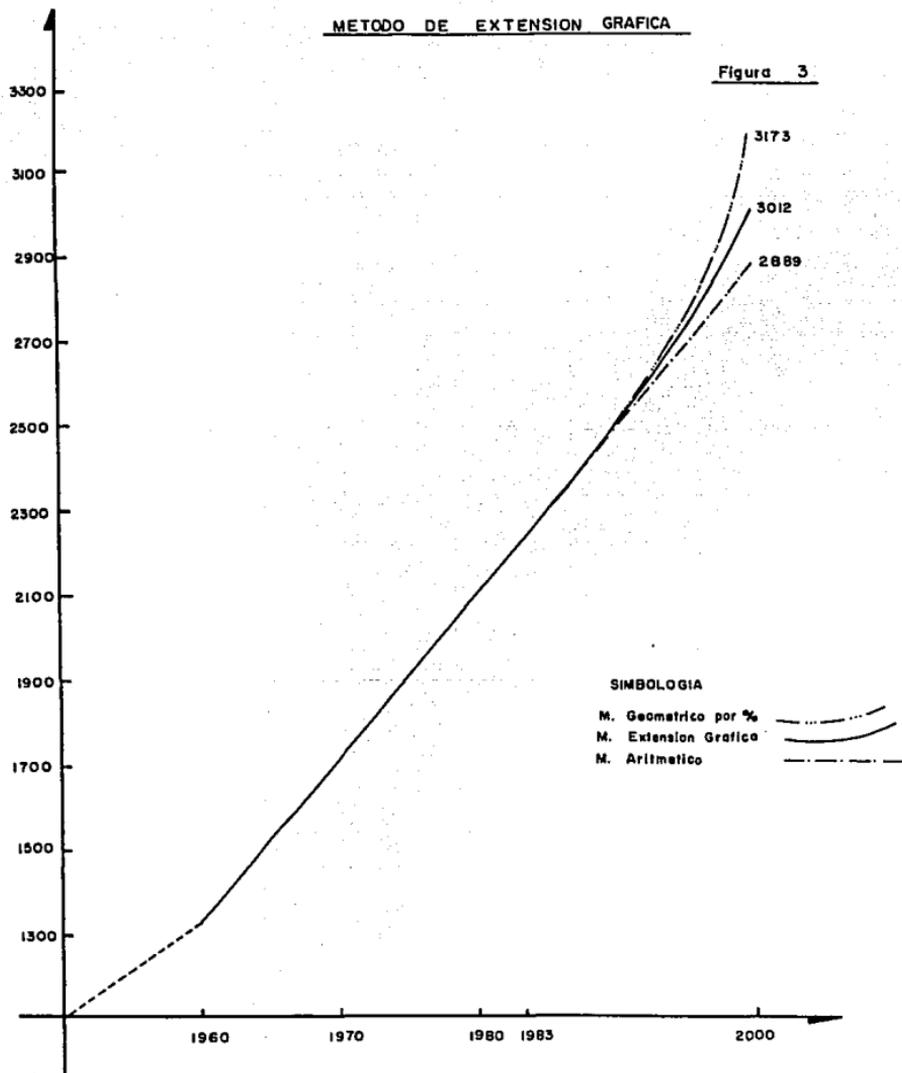
LOCALIDAD	POBLACION DE PROYECTO			UTILIZADO
	METODO			
	ARITMETICO	GEOMETRICO	E. GRAFICA	
SN. LORENZO OCTEYUCO	2889	3173	3012	3030

El resultado es el promedio de los valores encontrados. (Ver fig. 3)

Una vez determinada la población de proyecto se procede a fijar la dotación para la población.

METODO DE EXTENSION GRAFICA

Figura 3



### 3. Dotación.

Es la cantidad de agua que es requerida para cada habitante diariamente en promedio durante el año, para beber, comer, aseo, uso doméstico, etc.

Para determinar esta cantidad de agua que solventará las necesidades básicas inmediatas y futuras de la población es necesario conocer el clima que predomina en la zona y el cual fue descrito en el capítulo I.

Conociendo que es un clima templado, la SAHOP (hoy SEDUF) recomienda lo siguiente:

POBLACION DE PROYECTO habitantes	TIPO DE CLIMA		
	CALIDO	TEMPLADO	FRIO
	litro/habitante/día		
de 2 500 a 15 000	150	125	100
de 15 000 a 30 000	200	150	125
de 30 000 a 70 000	250	200	175
de 70 000 a 150 000	300	250	200
de 150 000 o más	350	300	250

De esta tabla tomamos el dato que está marcado en clima templado y población entre 2 500 a 15 000 habitantes, por lo tanto la dotación para el proyecto será de 125 LT/Hab/día.

#### 4. Gasto Medio Anual ( $Q_m$ )

Se denomina así a la cantidad de agua requerida en la localidad en la unidad de tiempo (segundo) en promedio durante todo el año; su expresión matemática está dada de la siguiente manera:

$$Q_m = \frac{P (D)}{86\ 400}$$

en donde:

$Q_m$  = Gasto Medio Anual en l.p.s.

P = Población en habitantes.

D = Dotación en l/h/d

86 400 = cantidad de segundos en un día.

Por lo tanto sustituyendo para la población de Sn. Lorenzo Octeyuco tenemos:

$$Q_m = \frac{3\ 030 (125)}{86\ 400} = 4.38 \text{ l.p.s.}$$

## 5. Gasto Máximo Diario ( $Q_{MD}$ )

En síntesis se puede describir como el caudal en l.p.s. requerido por la población en el día de máximo consumo del año, para este fin partimos de un dato conocido como es el de  $Q_m$  (Gasto Medio Anual) y a continuación se multiplicará por un coeficiente llamado Coficiente de Variación Diaria, que según normas de la SAHOP (hoy SEDUE) tenemos que:

### COEFICIENTE DE VARIACION DIARIA 1.2 a 1.5

Este coeficiente es tomado de datos de la localidad, en caso de no tenerlos se procura sacarlo de una población semejante a la que se encuentra en estudio.

En este caso el coeficiente de variación diaria que se utilizará tendrá un valor de 1.2, quedando de la siguiente manera:

$$Q_{MD} = 1.2 \times Q_m$$

donde:

$Q_{MD}$  = Gasto Máximo Diario.

1.2 = Coeficiente de variación diaria.

$Q_m$  = Gasto Medio Anual.

Sustituyendo en la formula los datos de nuestro proyecto tenemos que:

$$Q_{MD} = 1.2 \times 4.38 = 5.26 \text{ l.p.s.}$$

#### 6. Gasto Maximo Horario ( $Q_{MH}$ )

Este dato no es mas que el caudal en l.p.s. requerido por la localidad en el dia de maximo consumo en la hora de demanda maxima.

En este caso como en el de Gasto Maximo Diario (  $Q_{MD}$  ) tambien conocemos un dato que es el  $Q_M$  ( Gasto Medio Anual ), y tambien dependeremos de un coeficiente de variacion horario que en caso de no tenerlo se -- puede consultar en el manual de proyecto para obras de aprovisionamiento de agua potable en localidades urbanas de la Republica Mexicana, es este coeficiente varia tambien segun normas de la SAHOP ( Hoy SEDUE ).

#### COEFICIENTE DE VARIACION HORARIA 1.5 a 2.0

En si este coeficiente se estima como algo real al llegar al año 2000-- para ilustrar el caso de  $Q_{MD}$  y  $Q_{MH}$  ( Gasto Maximo Diario y Gasto Maximo Horario, respectivamente ).

a continuacion se presentan los dos casos a manera de ejemplo, ver figuras 4 y 5 .

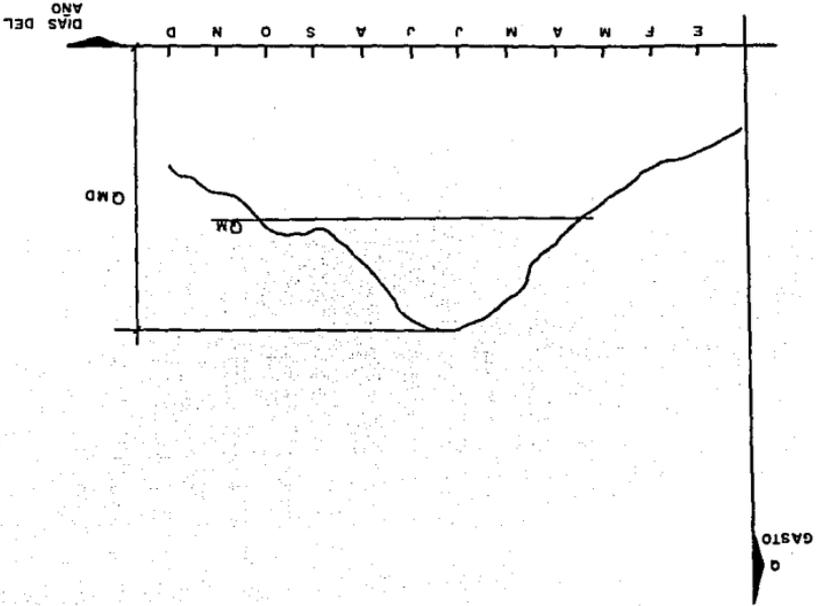
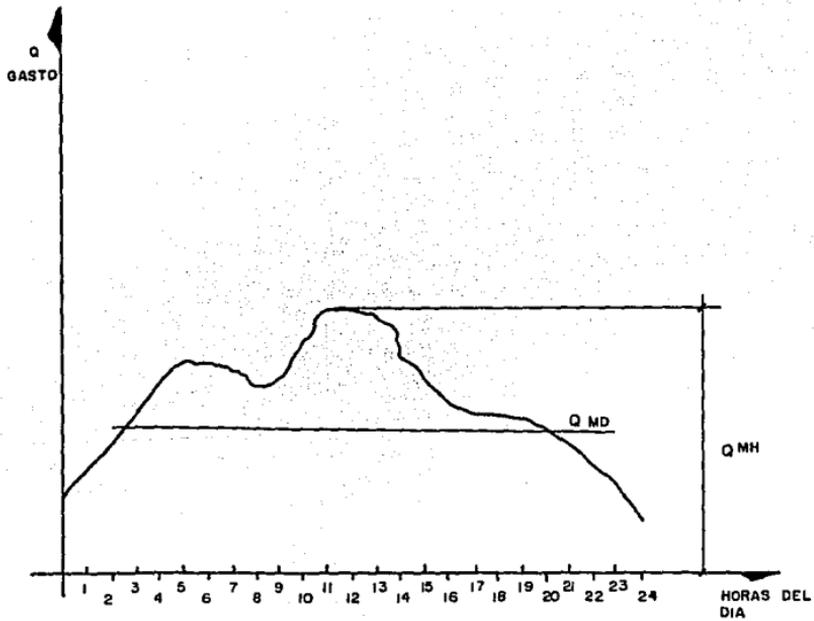


Figura 4

Figura 5



Para nuestro proyecto utilizaremos como coeficiente de variación horaria el que nos marca la SAHOP (hoy SEDUR) de 1.5, quedando entonces:

$$Q_{MH} = 1.5 \times Q_{MD}$$

donde:

$Q_{MH}$  = Gasto Máximo Horario.

1.5 = Coeficiente de Variación Horario.

$Q_{MD}$  = Gasto Máximo Diario.

Sustituyendo en la expresión los datos obtenidos tenemos que:

$$Q_{MH} = 1.5 \times 5.26 = 7.89 \text{ l.p.s.}$$

Como resumen a continuación se ubican todos los datos ya obtenidos en una tabla:

LOCALIDAD : SN. LORENZO OCTEYUCO

POBLACION ACTUAL hab. (1983)	2227
POBLACION DE PROYECTO hab. (2000)	3030
DOTACION EN LT/hab/día	125
GASTO MEDIO ANUAL L/P/S	4.38
GASTO MAXIMO DIARIO L/P/S	5.26
GASTO MAXIMO HORARIO L/P/S	7.89

## CAPITULO IV

## MEMORIA DE CALCULO

### A) CAPTACION

El agua es un elemento natural que circula continuamente a través del interminable ciclo hidrológico de precipitación o lluvia, escurrimiento, infiltración, retención o almacenamiento, evaporación, reprecipitación y así sucesivamente, como se muestra en la figura.....6

Se entiende como el abastecimiento de agua potable a una comunidad el momento en el cual el agua se desvía temporalmente de dicho ciclo para ser usada, regresando finalmente a la naturaleza, esta agua puede o no volver a su fuente original, la cual depende de la forma en que se disponga de las aguas de desperdicio, el efecto de la acción del hombre sobre la naturaleza, en todo caso consiste en disminuir los recursos de agua subterránea, extraviándolas del subsuelo sin repoblarlas como sucede comúnmente en el caso de abastecimientos superficiales de agua.

En algunos lugares ha llegado a ser muy importante la disminución de los mantos acuíferos subterráneos causada por la acción del hombre, un ejemplo sería la Ciudad de México ocasionando el hundimiento de la misma.

Para el abastecimiento de agua se usan comúnmente tanto los recursos superficiales como los subterráneos. Las razones para elegir uno u otro son muchas e incluyen consideraciones tales como la calidad, la cantidad disponible, la seguridad del abastecimiento y el costo

to de construcción y operación.

A manera de comparación a continuación se enuncian brevemente lo que se considera un abastecimiento superficial y un abastecimiento - subterráneo.

#### Abastecimiento Superficial.

Por lo general las grandes ciudades dependen de abastecimientos superficiales y en la mayoría de los casos las aguas superficiales ya sean de corrientes, lagos o embalses de presas, no son seguras para el consumo humano, puesto que para serlo, requieren de tratamientos por medios químicos a base de cloro que garanticen que el agua quede libre de gérmenes, microbios y sustancias dañinas, y así evitar epidemias y enfermedades de tipo hídrico, como pueden ser diarreas, fiebre tifoidea, etc.

Los manantiales en general pueden proporcionar aguas inspidas prácticamente claras, excepto durante la temporada de lluvias tempestuosas en la que pueden tener una cantidad moderada de sólidos suspendidos, aún cuando cualquier bacteria indeseable presente puede ser de origen animal.

Estas aguas están siempre expuestas a la contaminación accidental o incidental de origen humano.

Las grandes corrientes usualmente reciben agua de cuencas habitadas y reciben también contaminaciones más serias producidas por el escurrimiento superficial de las tierras erosionadas o aradas, por lo que las características físicas de estas aguas son, por lo general, - inferiores a las grandes cañadas. Además las aguas negras y los desper

dicios industriales pueden ser descargados directamente a muchas corrientes sin tratamiento adecuado.

Los lagos, represas y embalses proporcionan agua de mejor calidad que la mayoría de las corrientes debido al efecto benéfico de la autopurificación por sedimentación y reposo.

Los abastecimientos de agua de los ríos requieren por lo común de los mayores recursos para su tratamiento, la turbiedad o enturbiamiento, el contenido mineral y el grado de contaminación varían considerablemente de un día a otro, la variación de la temperatura del agua durante el año también puede hacerla indeseable especialmente durante los meses calurosos de verano.

#### Abastecimientos Subterráneos.

Generalmente las comunidades más pequeñas son las que emplean -- abastecimientos subterráneos de agua, por lo limitado que resulta el volumen de un acuífero; sin embargo, en muchos casos se prefieren aún en grandes ciudades, por su buena calidad, comparada con la de las -- aguas superficiales.

Este tipo de abastecimiento tiene la ventaja de proporcionar -- aguas que requieren un menor grado de tratamiento porque las impurezas se eliminan en forma natural a medida que el agua atraviesa las capas del suelo y subsuelo.

Existen dos formas de atacar este tipo de abastecimiento que son excavación de pozos poco profundos y pozos profundos.

No existe un límite exacto que distinga entre pozo poco profundo y pozo profundo, usualmente se clasifica como pozo poco profundo - aquel cuya profundidad es menor de 30 mts. ; y, pozo profundo es aquel cuya profundidad es superior a dicho límite, en este caso hablaremos brevemente de un pozo profundo, ya que es el más conveniente para el proyecto.

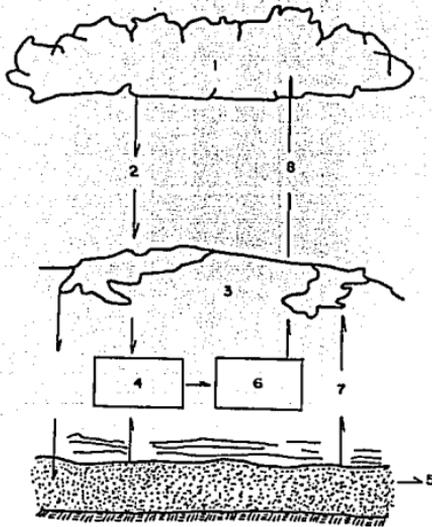
#### Pozo profundo.

Cuando el suelo situado encima de las formaciones rocosas no contiene agua, debe perforarse ya sea dentro de las rocas para extraer - el agua de las grietas o a través de la roca hasta localizar los estratos acuíferos más profundos, por lo general un pozo perforado varía - entre 15 y 30 cm de  $\varnothing$ , aunque hay de mayores diámetros; el material - empleado como ademe usualmente es la tubería de acero, la cual debe estar bien soldada para evitar la introducción de aguas superficiales o aguas subterráneas contaminadas.

En este caso para la dotación de agua potable para el poblado de Sn. Lorenzo Octeyuco se construyó un pozo profundo totalmente equipado, ubicado a 7 km al Suroeste de Jilotepec y a 500 m de la carretera Ixtlahuaca-Jilotepec denominado El Durazno de Cuauhtémoc.

El gasto aforado de este pozo fue de 10 l.p.s., y una vez extraída el agua es elevada por medio de una bomba que la impulsa a través de la línea de conducción hasta la Loma de los Mendoza, de ahí continúa su recorrido por gravedad hasta el sitio de su distribución.

Figura 6



- 1 NUBES
- 2 PRECIPITACION
- 3 AGUA SUPERFICIAL
- 4 AGUA DE ABASTECIMIENTO
- 5 AGUA SUBTERRANEA
- 6 AGUA DE DESECHO
- 7 FILTRACION
- 8 EVAPORACION

CICLO HIDROLOGICO

B) LINEA DE CONDUCCION A BOMBEO POZO PROFUNDO EL DURAZNO DE  
CUAUHTEMOC A TANQUE SUPERFICIAL DE REGULARIZACION DE LA  
LOMA DE LOS MENDOZA.

Esta línea de conducción forma parte del Sistema que llevará el agua desde el pozo profundo denominado El Durazno de Cuauhtémoc hasta el tanque superficial de regularización de la loma de los Mendoza. Ca be señalar que dicho tanque es existente y tiene una capacidad de -- 150 m<sup>3</sup>. De aquí se desprendería la siguiente pregunta: ¿Por qué la existencia de este tanque de regularización en este lugar?

La respuesta que justifica la existencia de dicho tanque es la siguiente:

Como se mencionó en capítulos anteriores, el sistema que abastece rá al poblado de San Lorenzo Octeyuco forma parte a su vez de otro sis tema de abastecimiento de agua potable a varias comunidades más de la zona, entre las que se encuentran: Xhimojáy, Magueyecitos y El Rincón. Por tal motivo, se escogió como punto estratégico para alojar este - tanque, la loma de los Mendoza.

Ahora bien, refiriéndonos específicamente a la línea de conducción que se utilizará en este tramo, el cálculo hidráulico de la misma es el siguiente:

- Determinaremos el diámetro a utilizar por medio de la ecuación de hresse que nos dice:

$$\phi = 1.5 \sqrt{Q}$$

en donde:

$\phi$  = diámetro a utilizar

Q = gasto a conducir en l.p.s.

1.5 = constante de cálculo

Sustituyendo en esta ecuación, el gasto aforado por el pozo del Durazno de Cuauhtémoc, tenemos que:

$$\phi = 1.5 \sqrt{10}$$

$$\phi = 4.74''$$

Obtenido este dato se analizan tres diámetros, que son los siguientes:

4", 6" y 8" de  $\phi$  en tubería de Asbesto-Cemento clase A- 14.

A continuación se enlistan los datos necesarios para llevar a cabo el análisis hidráulico de dicha tubería.

1. Elevación del Pozo El Durazno de Cuauhtémoc	2450 m
2. Elevación del tanque de la loma de los Mendoza	2629.3 m
3. Longitud de la línea de conducción	5740 m

4. Desnivel Topográfico	179.30 m
5. Constante para pérdidas por fricción (K) *	
para 4"	199.61
para 6"	23.79
para 8"	5.07
6. Gasto a conducir (Q)	10 l.p.s.
7. Coeficiente (n) para tubería de A-C *	0.010
8. Coeficiente (n) para tubería de acero revestida* (con recubrimientos epoxy)	0.011

\* Los valores fueron tomados del Manual de Normas de Proyecto para Obras de Aprovisionamiento de Agua Potable en localidades urbanas de la República Mexicana.

Utilizando estos datos procedemos a obtener las pérdidas por fricción de cada uno de los tres casos por analizar, en base a la siguiente fórmula:

$$h_f = K L Q^2$$

En donde:

$h_f$  = Pérdidas por fricción en mts.

$K$  = Constante de Cálculo.

$L$  = Longitud de la línea en mts.

$Q$  = Gasto a conducir, en l.p.s.

Sustituyendo estos datos para los tres casos, tenemos que:

$$h_f 4" = 199.61 \times 5740 \times 0.0001 = 114.58 \text{ m}$$

$$h_f 6" = 23.79 \times 5740 \times 0.0001 = 13.66 \text{ m}$$

$$h_f 8" = 5.07 \times 5740 \times 0.0001 = 2.91 \text{ m}$$

Una vez obtenidas las pérdidas por fricción para nuestros tres casos, el diseño hidráulico se representa en la siguiente tabla:

CALCULO DEL DIAMETRO MAS ECONOMICO EN LINEA DE CONDUCCION POR BOMBEO

DISEÑO EN ASBESTO-CEMENTO

Diametro Nom.		Area en m <sup>2</sup>	Gasto en m <sup>3</sup> /s	Velocidad en m/s	Long. Línea en m	$Q^2$	Coefficiente de Fricción Manning n	Constante de Manning (K)	Pérdida por Fricción $h_f = L \cdot C \cdot V^5$ en m	5% h <sub>f</sub> Otros Pérdidas	H = $H + 5\% h_f$	O H (Quil. p.s.)	76 η η = 80% ①	HP = $\frac{O \cdot H}{75 \eta}$
m m.	pulg.	(A)	(Q)	(V)	(L)			(K)						
100	4	0.0081	0.010	1.23	5740	0.0001	0.010	199.61	114.58	5.73	299.61	2996.10	60.80	49.28
150	6	0.0182	0.010	0.55	5740	0.0001	0.010	23.79	13.66	0.68	193.64	1936.40	60.80	31.85
200	8	0.0324	0.010	0.31										

GOLPE DE ARIETE

Presión de trabajo tubería Kg/cm <sup>2</sup>	Diametro tubería (diámetro) (diámetro) (diámetro)	Espesor pared (diámetro) (diámetro) (diámetro)	V en m/s	145 V	E <sub>ad</sub>	E <sub>l</sub>	$\frac{E_{ad}}{E_l}$	$1 + \frac{E_{ad}}{E_l}$	$\sqrt{1 + \frac{E_{ad}}{E_l}}$	Sobrepresión h = $\frac{145 V}{\sqrt{1 + \frac{E_{ad}}{E_l}}}$	Sobrepresión absorvida por válvula R.P. = 80% h	Sobrepresión absorvida por tubería 20% h	Carga normal de operación (en m)	Presión total = 20% h + carga normal de operación
.14	10.16	0.60	1.23	178.35	210007.20	196.800	1.0671	2.0671	1.4377	124.05	99.24	24.81	299.61	324.42
.14	15.24	0.60	0.55	79.75	315010.80	196.800	1.6007	2.6007	1.6127	49.45	39.56	9.89	193.64	203.53

V = Velocidad inicial del agua (m/s) - E<sub>a</sub> = Módulo de elasticidad del agua (20670 Kg/cm<sup>2</sup>) - E<sub>l</sub> = Módulo de elasticidad de las paredes del tubo (para asbesto cemento = 328,000, para el acero 2,100,000, para P.V.C. = 28100 Kg/cm<sup>2</sup>)

CONCEPTO	DIAMETRO = mm (") CLASE				DIAMETRO = mm (") CLASE				DIAMETRO = mm (") CLASE			
	Cont.	Unid.	Precio U.	Importe	Cont.	Unid.	Precio U.	Importe	Cont.	Unid.	Precio U.	Importe
Inst. Junta y prueba tubería		m				m				m		
Costo de tubería		m				m				m		
Costo total de conducc. ③												

RESUMEN

Presión de trabajo Kg/cm <sup>2</sup>	DIAMETRO NOMINAL (mm) (pulg.)	H.P. ①	K.W. h. ②	Costo por hora bombeo \$ ③	Carga anual de bombeo \$ ④	Costo total de conducción \$ ⑤	Carga anual de absorción (conducción) para operación de 365 días ⑥	Costo anual de bombeo para operación de 365 días ⑦
Costo de K.W.h. \$		① • ② = 0.7457	③ • ② =	④ • ③ = 8760	⑤ • ④ = anualidad		⑦ • ④ • ③	

NOTA: El diametro más económica está dada por el menor costo determinado en la columna ⑦

Es importante mencionar que en la tabla anterior el diseño de la tubería de 8"  $\varnothing$  no se continúa debido a que desde un principio la velocidad que se obtuvo en base al gasto a conducir y el área interior de dicho tubo es menor que la aceptada por norma, que es de 0.5 m/seg; y en el espacio que corresponde a las pérdidas totales (H) se incluyó además de las pérdidas por fricción (hf) y el 5% de hf, el desnivel topográfico ya conocido de 179.30 mts., quedando (H) como sigue:

$$H = \text{desnivel topográfico} + hf + 5\% \text{ de } hf$$

Ya obtenido el diseño hidráulico, tanto de la tubería de 4" de  $\varnothing$  como la de 6" de  $\varnothing$ , ambas de clase A-14, nos damos cuenta que la presión de trabajo de dichas tuberías excede el límite de diseño de las mismas, por lo que para solucionar este problema se propone la siguiente opción:

Al no tener un resultado eficiente en el diseño anterior, se propone utilizar tubería de acero de 6 5/8"  $\varnothing$  A-120 grado B y un espesor de 11/64".

Procedemos entonces a sacar el dato de K de las tablas para poder encontrar las pérdidas por fricción de dicha tubería. En este caso la K de proyecto es:

$$K = 22.2191$$

Este dato se sustituye en la fórmula ya conocida:

$$h_f = K L Q^2$$

$$h_f \text{ 6" acero} = 22.2191 \times 5740 \times (0.010)^2 = 12.75 \text{ mts.}$$

El coeficiente de n para este diseño también variará, ya que se ocupará tubería de acero soldada con revestimiento interior a base de Epoxy; por tanto el valor de n será de 0.011 según normas de SEDUE.

El diseño hidráulico de esta tubería se presenta en la siguiente tabla:

**CALCULO DEL DIAMETRO MAS ECONOMICO EN LINEA DE CONDUCCION POR BOMBEO**

**DISEÑO EN ACERO**

Diámetro Nom.		Area en	Gasto en	Velocidad	Long. Línea	Q <sup>2</sup>	Coefficiente	Constante	Pérdida por	5% hf	H =	Q H	75 q	HP = QH
m m.	ulg.	(A)	(B)	(V)	(L)		Manning	(K)	fricción hf=LQ <sup>2</sup> K en m.	Otras Pérdidas	M+5%hf	(Q en l.p.s.)	q = 80%	75q
		(A)	(B)	(V)	(L)		n	(K)						(1)
168.30	6 5/8	0.0200	0.010	0.50	5740	0.0001	0.011	22.2191	12.75	0.64	192.69	1926.90	60.80	31.69

**GOLPE DE ARIETE**

Presión de rotura a tubería	Diámetro interior	Espesor pared tubo	V en m/seg	145 V	E <sub>ad</sub>	E <sub>te</sub>	$\frac{E_{ad}}{E_{te}}$	$1 + \frac{E_{ad}}{E_{te}}$	$\sqrt{1 + \frac{E_{ad}}{E_{te}}}$	Sobrepresión absoluta por válvula	Sobrepresión absoluta por tubería	Carga normal de operación (en m)	Presión total 20% h + carga normal de operación
Kg/cm <sup>2</sup>	d(cm)	e(cm)	m/seg							R.P. = 80% h	20% h		
49	16.74	0.0437	0.50	72.50	346015.80	91770	3.77	4.77	2.18	33.26	26.61	6.65	199.34

V = Velocidad inicial del agua (m/s) - E<sub>a</sub> = Módulo de elasticidad del agua (20570 Kg/cm<sup>2</sup>) - E<sub>t</sub> = Módulo de elasticidad de las paredes del tubo (para esbeto cemento = 320,000, para el acero 2,100,000, para P.V.C. = 28100 Kg/cm<sup>2</sup>)

CONCEPTO	DIAMETRO = mm (") CLASE			DIAMETRO = mm (") CLASE			DIAMETRO = mm (") CLASE					
	Cont.	Unid.	Precio U.	Importe	Cont.	Unid.	Precio U.	Importe	Cont.	Unid.	Precio U.	Importe
Inst. Junta y prueba tubería		m				m				m		
Costo de tubería		m				m				m		
Costo total de conduc. (1)												

**RESUMEN**

Presión de trabajo Kg/cm <sup>2</sup>	DIAMETRO NOMINAL		H.P. (1)	K. W. h. (2)	Costo por hora bomba \$ (3)	Carga anual de bomba \$ (4)	Costo total de conducción \$ (5)	Carga anual de otro. (6) (Costo al % anual)	Costo anual de bomba para operación de 365 días (7)
	m m	ulg.							
Costo de K.W.h. = 1			(1) = 0.7457	(2) = 1	(3) = 8760	(4) = 8760	(5) = 8760	(6) = 8760	(7) = 8760

NOTA: El diámetro más económico está dado por el menor costo determinado en la columna (7).

Del diseño de la tabla anterior cabe mencionar que:

- el fabricante de la tubería de acero recomienda utilizar como capacidad última de trabajo de la misma, el 80% de la capacidad de diseño; es por ello que la tubería expuesta en la tabla anterior es de 490 mts. de columna de agua.

- en la tabla las pérdidas totales (H) fueron tomadas de la siguiente forma:

$$H = \text{ desnivel topográfico} + hf + 5\% \text{ de } hf$$

Ahora bien, por el resultado obtenido en el diseño hidráulico de la tabla anterior podemos afirmar que este tipo de tubería sí cumple con las necesidades de este caso; por lo tanto, la tubería a utilizar del pozo profundo del Durazno de Cuauhtémoc a El tanque de regularización de la loma de los Mendoza será tubería de acero de 6 5/8" de  $\emptyset$  grado B A- 120 y con un espesor de 11/64" ; y se instalará de la estación 0+000 que es el pozo a la estación 5+740 que es el tanque de la loma de los Mendoza. Teniendo una longitud total de 5740 mts.

C) LINEA DE CONDUCCION A GRAVEDAD DEL TANQUE SUPERFICIAL DE  
REGULARIZACION DE LA LOMA DE LOS MENDOZA AL TANQUE SUPERFICIAL  
DE SAN LORENZO OCTEYUCO.

Esta parte del sistema requiere otra forma de análisis, como se  
presentará a continuación.

Se proyectará con el gasto máximo diario analizado en el capitulo  
III y cuyo valor es 5.26 l.p.s.

La línea de conducción trabajará en su totalidad a gravedad, con  
una longitud entre el tanque superficial de regularización de la loma  
de los Mendoza y el tanque superficial de regularización de Sn. Loren  
zo Octeyuco de 971 mts.

Tomando en cuenta el perfil de terreno natural, es necesario pro  
yectar con dos diámetros diferentes para poder romper la energía del  
agua, ya que el desnivel a partir de la estación 0+700 es muy pronun  
ciado; por lo tanto el procedimiento será el siguiente:

- Lista de datos:

Cota de terreno en 0+700	987.28 mts.
Cota de terreno en 0+971	958.06 mts.
Cota de plantilla en 0+971	957.56 mts.
Tirante de agua	2 mts.
Cota de nivel del agua	959.56 mts.
Cota piezométrica de llegada	964.56 mts.
Desnivel topográfico	34.89 mts.
Longitud de la línea de conducción	971 mts.

Con el dato del gasto máximo diario proponemos una válvula de flotador, con el fin de que en cuanto al tanque contenga el  $Q_{MD}$  se cierre y no se desperdicie el agua. Para esto seguiremos el siguiente procedimiento:

Utilizando la fórmula conocida de:

$$v = \frac{Q}{A}$$

Proponemos una válvula en la tabla de pérdidas de carga, en válvulas de flotador. En este caso:

$$Q = 0.00526 \text{ l.p.s.}$$

$$A = 0.00114$$

Siendo A el área interior de la válvula de 1 1/2" de  $\phi$  propuesta, quedando la fórmula anterior de la siguiente manera:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0.00526}{0.00114} = 4.61 \text{ mts.}$$

Es decir que está dentro del rango por norma y se aproxima a 5 mts:

$$hf = \text{Pérdidas por fricción} = 5 \text{ mts.}$$

Ver tabla anexa al finalizar este inciso.

Una vez obtenido este dato, procedemos al diseño en sí, que es

el siguiente, para comprobar que  $\Sigma hf =$  desnivel topográfico.

Se sugiere utilizar en los primeros 700 m un diámetro de 4" en tubería de asbesto-cemento clase A-5, quedando el cálculo así:

Longitud = 700 mts.

Diámetro = 4"

K de tablas = 199.61

$\rho d = 0.00526$  l.p.s.

$\rho d^2 = 2.8 \times 10^{-5}$

Sustituyendo estos datos en la fórmula ya conocida:

$$hf = KLQ^2$$

Tenemos que:

$$hf_{4"} = 199.61 \times 700 \times (0.00526)^2 = 3.85 \text{ m}$$

$$\text{Cota piezométrica en } 0+700 = 999.45 - 3.85 = 995.60$$

$$\text{Carga disponible} = 995.60 - 987.28 = 8.32 \text{ m.}$$

Una vez obtenido el diseño hidráulico se revisará la velocidad para ver si cumple con las normas de SEDUE que establecen que la ve--

locidad debe estar como mínimo en 0.5 m/seg. y como máximo 5 m/seg. La velocidad se revisará de acuerdo a la fórmula de Manning, cuya expresión es:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

En donde:

V = velocidad.

n = coeficiente de rugosidad = 0.010 para asbesto-cemento.

R = radio hidráulico =  $\phi/4$

S = pendiente =  $\frac{\text{desnivel topográfico}}{\text{longitud de la línea en mts.}}$

Desarrollando las expresiones para R y S tenemos que:

$$R = \frac{\phi}{4} = \frac{4''}{4} = \frac{.1016 \text{ m}}{4} = 0.0254$$

$$S = \frac{H}{L} = \frac{3.85}{700} = 0.0055$$

Ahora sustituyendo en la fórmula de V :

$$V = \frac{1}{0.010} (0.0254)^{2/3} (0.0055)^{1/2}$$

$$V = 0.66 \text{ m/seg.}$$

Que sí cumple con las normas, por lo que es aceptada.

En los 271 m restantes de la línea de conducción se propuso utilizar tubería de 2" de  $\phi$  de P.V.C. RD 26 quedando el diseño hidráulico de la siguiente forma:

$$H = 34.89$$

$$L = 271$$

Por lo tanto:

$$s = \frac{H}{L} = \frac{34.89}{271} = 0.12874$$

Utilizando la fórmula de pérdidas por fricción, que es:

$$hf = KLQ^2$$

Y obteniendo el dato K de la tabla correspondiente tenemos que:

$$Q = 0.00526 \text{ m}^3$$

$$\phi = 2''$$

$$K = 4069$$

$$s = 0.12874$$

$$L = 271 \text{ mts.}$$

Sustituyendo:

$$hf = 4069 \times 271 \times (0.00526)^2 = 30.43 \text{ mts.}$$

Con este dato obtenemos la carga disponible por medio de la siguiente secuencia:

$$\text{Cota piezométrica de llegada al tanque} = 964.56$$

$$\text{Carga disponible} = 964.56 - 958.06 = 6.50 \text{ m}$$

Solamente falta por revisar la velocidad para ver si cumple con las normas de SEDUE.

Utilizando la misma fórmula de Manning tenemos que:

$$Q = 2''$$

$$n = 0.009 \text{ para P.V.C. (tablas)}$$

$$R = 0.0447/4 = 0.011175$$

$$S = 0.12874$$

Sustituyendo:

$$V = \frac{1}{0.009} (0.011175)^{2/3} (0.12874)^{1/2}$$

$$V = 2.05 \text{ m/seg.}$$

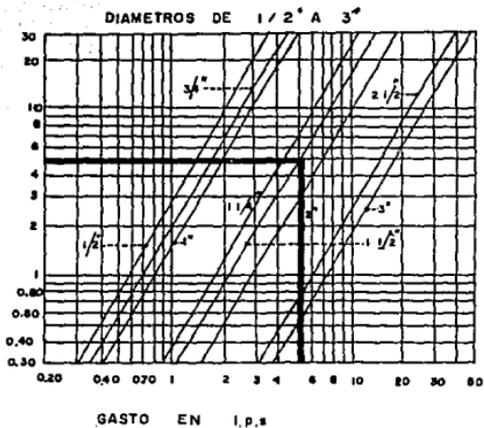
Que sí cumple la condición de velocidad, por lo que es aceptada.

Teniendo en resumen la siguiente información:

- Tubería de 4" de  $\phi$  Asbesto-cemento clase A-5 de la est 0+000 a la est 0+700.
- Tubería de 2" de  $\phi$  de P.V.C. RD 26 de est 0+700 a est 0+971.
- Teniendo una longitud total esta línea de conducción de 971mts.

PERDIDAS DE CARGA EN VALVULAS DE FLOTADOR

PERDIDAS DE CARGA EN MTS COLUMNA DE AGUA



D) RED DE DISTRIBUCION DE SAN LORENZO OCTEYUCO.

En este caso, como se mencionó anteriormente, la red de distribución de este poblado es existente, haciendo notar que hacen falta piezas especiales en sus cruceros. Se trata de una red abierta, es decir, una red de tuberías de diferentes diámetros que van desde 4"  $\emptyset$  hasta 2"  $\emptyset$ , y cuyas ramificaciones no se llegan a interceptar, es decir, no cierran ningún circuito.

Esta red es alimentada por gravedad desde el tanque superficial de regularización de Sn. Lorenzo Octeyuco, con una capacidad de 50 m<sup>3</sup> a la elevación 957.56 mts., teniéndose presiones aceptables que en promedio están en 23.52 m de columna de agua. Determinándose el punto de mayor presión en el tramo del nudo 4 al nudo 5 con 43.0 m de columna de agua y el punto de menor presión en el tramo del tanque al nudo 1 con 14.29 m de columna de agua.

La longitud total de la tubería es de 1450 m con diámetros que varían desde 4"  $\emptyset$  hasta 2"  $\emptyset$ , como se mencionó anteriormente.

A continuación desglosaremos el procedimiento por medio del cual se obtuvieron las bases para la revisión de esta red.

Con el dato del gasto máximo horario iniciaremos esta revisión.

$$\text{Gasto Máximo Horario} = 7.89 \text{ l.p.s.}$$

Ya teniendo este dato se analizarán las pérdidas por fricción en cada punto, o sea en cada nudo.

La red se dividió en 9 nudos y se fueron acumulando los gastos para cada tramo, todo esto representado en el plano correspondiente.

En la tabla siguiente se muestra la revisión de esta red con el fin de comprobar que dichas tuberías serán capaces de prestar un servicio eficiente por lo menos hasta el año en que se proyectó la línea de conducción, es decir hasta el año 2000.

Las pérdidas por fricción de cada punto las obtendremos de la fórmula ya conocida:

$$hf = KLQ^2$$

Una vez teniendo la fórmula sustituiremos nuestros datos:

$$hf_{1-1} = 115 \times 100 \times (.00789)^2 = 0.71 \text{ m}$$

$$hf_{1-2} = 115 \times 100 \times (.00702)^2 = 0.57 \text{ m}$$

$$hf_{2-3} = 67.4 \times 10 \times (.00614)^2 = 0.03 \text{ m}$$

$$hf_{3-4} = 67.4 \times 190 \times (.00175)^2 = 0.04 \text{ m}$$

$$hf_{4-5} = 44.7 \times 400 \times (.00087)^2 = 0.01 \text{ m}$$

$$hf_{3-6} = 67.4 \times 250 \times (.00351)^2 = 0.21 \text{ m}$$

$$hf \ 6-7 = 44.7 \times 50 \times (.00264)^2 = 0.02m$$

$$hf \ 7-8 = 44.7 \times 150 \times (.00176)^2 = 0.02m$$

$$hf \ 8-9 = 44.7 \times 200 \times (.00088)^2 = 0.01m$$

\* Los datos de K para cada tramo fueron obtenidos de las normas de proyecto de SEDUE.

Con estos datos procedemos a llenar la siguiente tabla:

Población SM LORENZO OCTEYUCO  
 Municipio JILOTEPEC  
 Estado EDO DE MEXICO

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS  
 JEFATURA DE AGUA POTABLE VALCANTARILLADOS  
 SISTEMA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS  
**TABLA DE CALCULO PARA RED DE DISTRIBUCION**

Hoja No. \_\_\_\_\_  
 Calculó \_\_\_\_\_  
 Revisó \_\_\_\_\_  
 Elaborado en \_\_\_\_\_  
 Fecha 1968

CIRCULO Paso	Circulo	Longitud	Base l.p.e	Diaman	H m	H/B	Corrección	Dif. de	H m	H/B	Corrección	Cota de	H m	H/m	COTAS		Carga m	
															Maximiza	Teórica		
	TANQUE																	
	1-1	100	7.89	4"	0.71										0.71	937.56	937.56	0.00
	1-2	100	7.02	4"	0.57										0.57	936.85	942.56	14.29
	2-3	70	6.74	2 1/2"	0.03										0.03	936.28	941.36	13.72
	3-4	190	1.75	2 1/2"	0.04										0.04	936.25	940.80	13.69
	4-5	400	0.87	2"	0.01										0.01	936.21	932.30	13.65
	3															936.20	940.80	13.64
	3-6	230	3.51	2 1/2"	0.21										0.21	935.99	931.10	13.45
	6-7	80	2.64	2"	0.02										0.02	935.97	930.00	13.41
	7-8	130	1.78	2"	0.02										0.02	935.95	927.80	13.39
	8-9	200	0.88	2"	0.01										0.01	935.94	927.00	13.38

MAX.

MIN

Ya analizada la tabla anterior, sabemos que la carga disponible se encuentra dentro de un rango de 10 y 50 m de columna de agua, lo cual es aceptable y por lo tanto la red suministrará un servicio eficiente para la fecha de proyecto.

Cabe señalar, que durante el desarrollo de este trabajo no se incluyen costos.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es importante recalcar que todo ser humano por el hecho de serlo merece servicios tan indispensables como el del Agua Potable, en este caso.

A lo largo de este trabajo hemos podido darnos cuenta qué tan importante es la dotación del Servicio de Agua Potable para la comunidad de Sn. Lorenzo Octeyuco, y con ello reafirmamos que pese a que una comunidad sea pequeña requiere sin lugar a dudas de la aportación de un gran esfuerzo por parte de la técnica al servicio del hombre, - como lo es la Ingeniería en sus muy diversas y versátiles áreas.

Además nos percatamos que cuando se trata de dotar del Servicio de Agua Potable no existe ningún pequeño problema que resolver, sino por el contrario nos enfrentamos a un problema de gran magnitud, que involucra la sincronización de múltiples recursos que permiten favorecer diversas actividades. En el caso de Sn. Lorenzo Octeyuco será beneficiada la agricultura, la industria, la ganadería; y con ello se pretende elevar el nivel de vida del poblado en general, integrándose de esta forma al desarrollo del país entero.

El sistema de Agua Potable analizado en capítulos anteriores solucionará en su oportunidad problemas que antes formaban parte del estancamiento de Sn. Lorenzo Octeyuco, ya que será una eficaz arma contra, por ejemplo, enfermedades hídricas que se verán minadas en gran escala gracias al servicio suministrado.

Ayudará también en la formación de gente más sana y obviamente con más ganas de trabajar y progresar.

En el aspecto de recomendaciones podemos citar algunas de las más importantes:

- Es importante hacer mención que la dotación del servicio de agua potable debe procurarse para cada población asentada.
- Es primordial la programación de obras de este tipo, ya que darán mejores condiciones de vida a los habitantes y en consecuencia originarán un desarrollo en todos los aspectos a la región, y tal vez en pequeña escala al mismo país.
- Es necesario tratar de optimizar este servicio en cualquier parte con un mantenimiento permanente y adecuado, que además de crear más y mejores fuentes de trabajo en la zona, darán como resultado el rendimiento de dicho sistema al 100% como se tiene previsto originalmente. Ya que de no tener este mantenimiento se originarán problemas como la inversión, a veces innecesaria, para nuevos equipos y nuevos sistemas de operación que en la actualidad son excesivamente costosos y difíciles de obtener.
- La Ingeniería en cada una de sus áreas debe estar encaminada a la aportación de servicios que suplan deficiencias para el ser humano, pero siempre pensando en ese mismo ser humano. Creando así el aspecto que liga la técnica al servicio del hombre.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

- FAR. GEYER Y OKUN. Abastecimiento de Agua y Remoción de Aguas Residuales. Ed. LIMUSA. México. 1983.
- MPRRJT. Manual del Ingeniero Civil. Ed. Mc Graw Hill. México. 1983
- SOTELO, AYALA GILBERTO. Hidráulica General. Vol. I - fundamentos. Ed. LIMUSA. México. 1982.
- SAHOP ( hoy SEDUE ). Normas técnicas para el proyecto de plantas potabilizadoras. México. 1979.
- SAHOP ( hoy SEDUF ). Manual de las Normas de Proyecto para obras de Aprovechamiento de Agua Potable en lo calidades urbanas de la República Mexicana. México. 1979

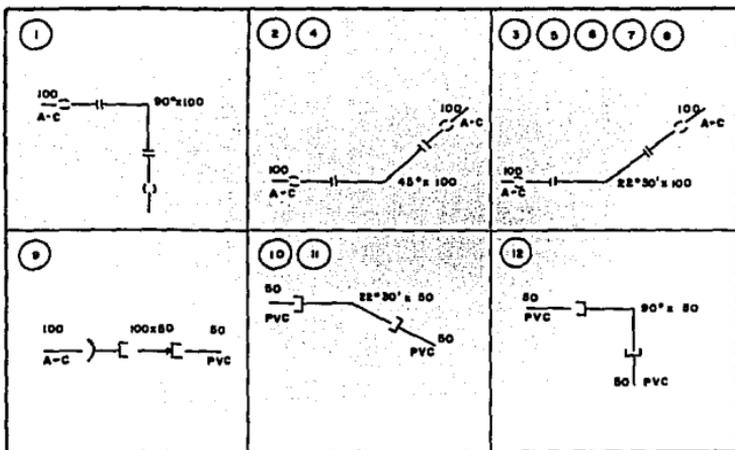
## ANEXO DE PLANOS

## ANEXO DE PLANOS:

- 1.- Simbología General Foto
- 2.- Simbología General PVC
- 3.- Diseño de Creceros Línea de Condensación e San Lorenzo Detalles
- 4.- Diseño de Creceros de la Red de Distribución de San Lorenzo O.
- 5.- Plano de Localización
- 6.- Perfil Topográfico
- 7.- Plano Línea de Condensación
- 8.- Plano Red de Distribución

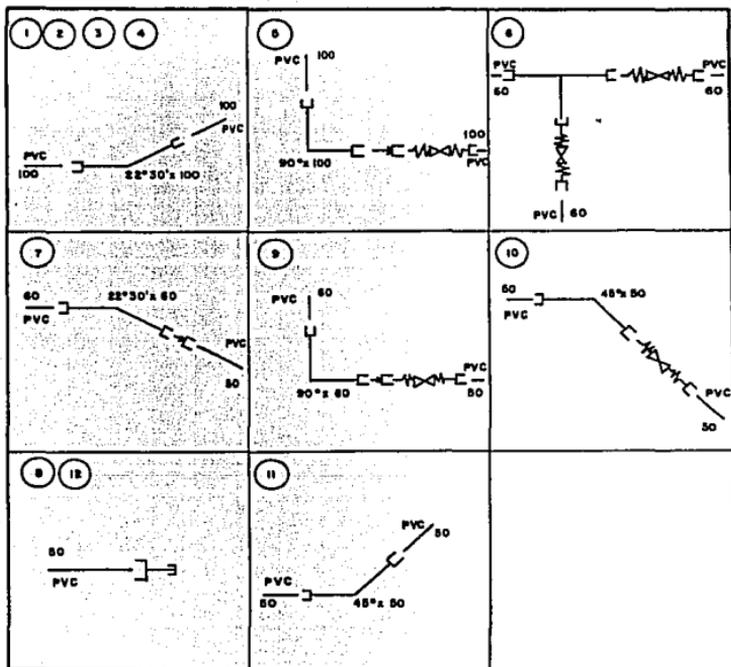
CRUCEROS DE LA LINEA DE CONDUCCION A

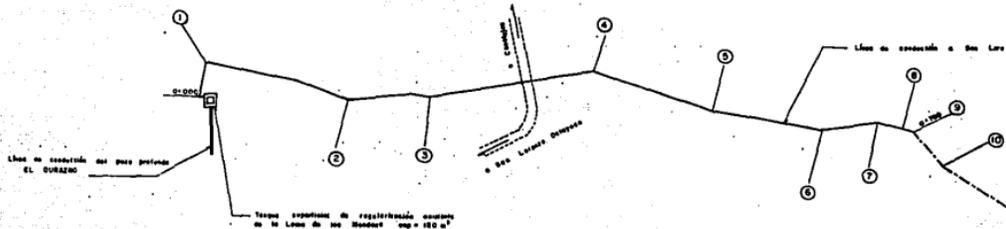
SAN LORENZO OCTEYUCO



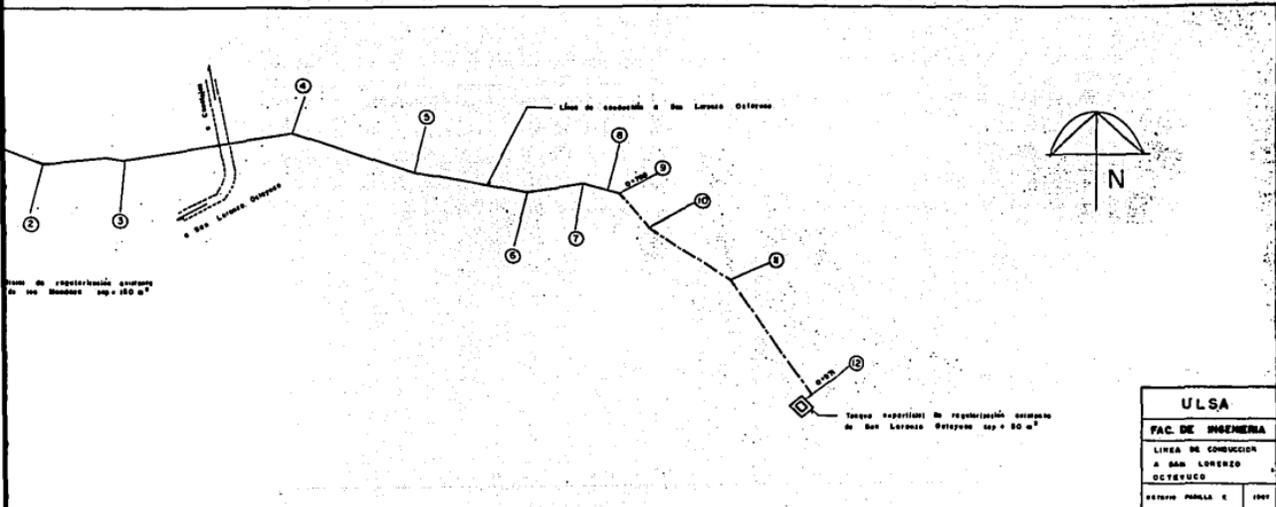
# CRUCEROS DE LA RED DE DISTRIBUCION DE

## SAN LORENZO OCTEYUCO





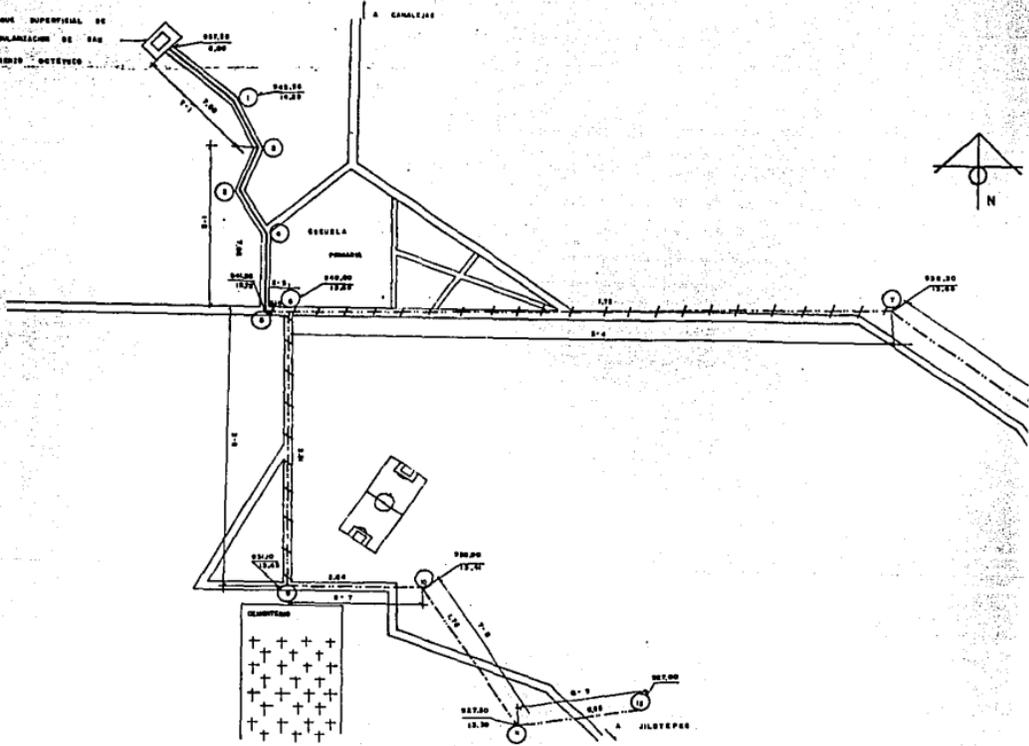
SIMBOLOGIA	
	Tubo de Asfalto de 8" de Ø
	Tubo de Concreto, Canchales de 4" de Ø y 1000 A-B
	Tubo de P.V.C. de 4" de Ø RD-10
	Tubo de regularización vial
	Crucero
0170	Mancha

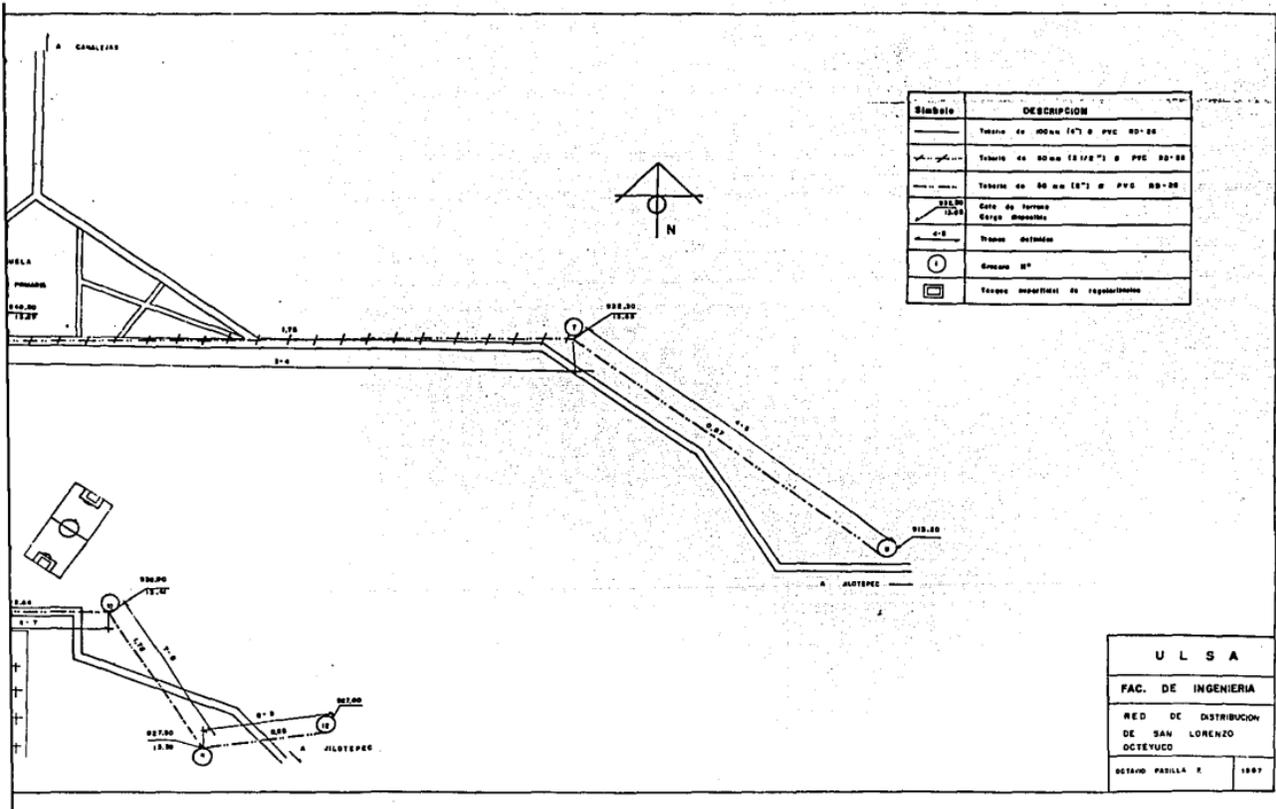


Plano de regulación corriente de los tanques cap = 150 m<sup>3</sup>

<b>ULSA</b>	
<b>FAC. DE INGENIERIA</b>	
LINEA DE CONDUCCION A SAN LORENZO OTENUCO	
ESTADO	PAGINA 5
1961	

TAMBE SUPERFICIAL DE  
REGULACIÃO DE SAG  
LIMITE OBTENIDO





Símbolo	DESCRIPCIÓN
	Tubo de 100 mm 1/2" Ø PVC 90°-90
	Tubo de 50 mm 1/2" Ø PVC 90°-90
	Tubo de 50 mm 1/2" Ø PVC 90°-90
	Gate de hierro Carga Operativa: 15.00
	Traveso de hierro
	Grucado 15"
	Tubo vertical de inspección

<b>U L S A</b>	
FAC. DE INGENIERIA	
RED DE DISTRIBUCION DE SAN LORENZO DCTEYUCO	
0216-00	PÁGULA 2
	1997