

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Ingeniería

**Aspectos de Diseño en el Proyecto de un
Acueducto a Presión**

T E S I S

Que para obtener el título de:
INGENIERO CIVIL
p r e s e n t a :
DAVID CERVANTES JAUREGUI

México, D. F.

1982



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA

Al Pasante señor DAVID CERVANTES JAUREGUI,
P r e s e n t e .

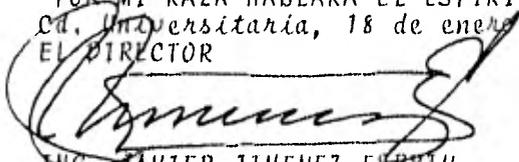
En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Ernesto Murguía Vaca, para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de Ingeniería CIVIL.

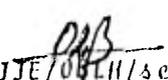
"ASPECTOS DE DISEÑO EN EL PROYECTO DE UN ACUEDUCTO A PRESIÓN"

- I. Introducción.
- II. Generalidades sobre el proyecto.
- III. Diseño hidráulico.
- IV. Tipo de tubería y colocación.
- V. Catálogo de obra y presupuesto.
- VI. Conclusiones y recomendaciones.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses 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
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, 18 de enero de 1982
EL DIRECTOR


ING. JAVIER JIMENEZ ESPRIU


JJE/04111/sen

INDICE GENERAL

		Página
CAPITULO I. INTRODUCCION		
1.1	Antecedentes -----	1
1.2	Objetivos -----	3
1.3	Actividades realizadas -----	3
1.3.1	Recopilación de información -----	3
1.3.2	Reconocimientos de campo -----	4
1.3.3	Trabajos de topografía -----	4
 CAPITULO II. GENERALIDADES SOBRE EL PROYECTO		
II.1	Condiciones actuales del área de proyecto	6
II.1.1	Localización -----	6
II.1.2	Sistema actual de abastecimiento -----	7
II.1.3	Incorporación de nuevos pozos -----	10
II.2	Acueducto "Viejo" Xochimilco-Xotepingo -	25
II.2.1	Revisión hidráulica -----	26
II.3	Acueducto "nuevo" Chalco-Cerro de la Es- trella -----	33
II.3.1	Revisión hidráulica -----	34
 CAPITULO III. DISEÑO HIDRAULICO		
III.1	Desarrollo del proyecto -----	39
III.2	Condiciones de operación -----	40
III.2.1	Primera condición de operación -----	40
III.2.2	Segunda condición de operación -----	41
III.2.3	Tercera condición de operación -----	41
III.2.4	Cuarta condición de operación -----	41
III.2.5	Quinta condición de operación -----	41
III.2.6	Sexta condición de operación -----	42
III.3	Selección del diámetro -----	42
III.4	Revisión hidráulica para las seis condi- ciones de operación -----	44

	Página
III.4.1	Pérdidas por fricción ----- 44
III.4.2	Cargas de presión ----- 46
CAPITULO IV. TIPO DE TUBERIA Y COLOCACION	
IV.1	Tipo de tubería ----- 55
IV.1.1	Descripción de la tubería utilizada en el acueducto ----- 55
IV.1.2	Piezas especiales y sus dimensiones ---- 58
IV.2	Mecanismo de selección de piezas ----- 63
IV.2.1	Deflexión de una línea (horizontal o vertical) ----- 68
IV.2.2	Conexión de pozos y ramales ----- 74
IV.2.3	Seccionamiento, registros, desfuegos y válvulas de aire ----- 75
IV.3	Instalación de la tubería ----- 79
IV.3.1	Alineamiento y pendiente ----- 79
IV.3.2	Excavación ----- 80
IV.3.3	Instalación ----- 81
IV.3.3.1	Instalación con retroexcavadora ----- 81
IV.3.3.2	Instalación con grúa ----- 82
IV.3.4	Enchufe ----- 83
IV.3.5	Junteo con mortero ----- 84
IV.3.6	Relleno ----- 84
CAPITULO V. CATALOGO DE OBRA Y PRESUPUESTO 86	
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
VI.1	Conclusiones ----- 90
VI.2	Recomendaciones ----- 91
	BIBLIOGRAFIA 93

Capítulo I

INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES

La zona centro de la Ciudad de México y la parte antigua de la misma, se alimentan principalmente de los tanques de Dolores, los cuales reciben su aportación de dos fuentes - que son:

- a) Planta de Bombeo Xotepingo (Sistema Mixqui-Xochimilco-Xotepingo)
- b) Sistema Lerma

Por lo que respecta a la planta de Bombeo Xotepingo, ésta recibe el caudal conducido por el acueducto Xochimilco-Xotepingo (acueducto viejo), el cual se localiza dentro de las Delegaciones de Xochimilco, Tlalpan y Coyoacan. También se alimenta de una línea que deriva el acueducto Chalco-Cerro de la Estrella (acueducto nuevo) y de la que

conduce, además, los gastos aportados por los pozos auxiliares de Xotepingo.

Actualmente el acueducto "viejo" conduce un gasto aproximado de $2.43 \text{ m}^3/\text{seg.}$, provenientes de pozos y ramales que se localizan a lo largo del mismo. Así también, y por razones emergentes, éste conducirá los gastos excedentes de los pozos de proyecto propuestos por la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica del D.D.F.

Es importante mencionar, que la capacidad de conducción del acueducto ha disminuído considerablemente en los últimos años, debido a los asentamientos del suelo en el que se sustenta, provocando la aparición de fugas en diferentes puntos por la presencia de grietas. De acuerdo a los resultados de la revisión hidráulica, el acueducto viejo ya no es capaz de conducir más gasto del que lleva actualmente, pues ésto provocaría que trabajara a presión en algunos tramos, generándose más fugas de las que ya existen.

La necesidad de traer más agua a la Ciudad de México a través de este acueducto, hace que su utilización sea poco práctica y arriesgada, pues en el momento de presentarse alguna ruptura tendrá que suspenderse, en forma total, el servicio a la planta de Bombeo Xotepingo, afectando a todas las partes que se abastecen, tanto del acueducto (extracciones) como de los tanques de Dolores; ésto se debería principalmente a que dicho acueducto carece en su totalidad de seccionamientos y conducciones de desvío.

Por todo lo anteriormente expuesto, se ve la necesidad de construir un nuevo acueducto, el cual estará alojado en el derecho de vía del acueducto que se ha venido mencionando.

1.2 OBJETIVOS

Para resolver la problemática antes planteada, se tomó la decisión de llevar a cabo el proyecto de un nuevo acueducto, que será localizado en el derecho de vía del acueducto Xochimilco-Xotepingo y cuyos objetivos principales serán los siguientes:

1. Conducir el caudal excedente que no sea posible conducir por los acueductos Xochimilco-Xotepingo y Chalco-Cerro de la Estrella (acueducto viejo y nuevo respectivamente). Cabe mencionar que en este punto, se incluye el gasto excedente aportado por los pozos de proyecto.
2. Prever la conducción parcial o total, del gasto actual de cualquiera de los dos acueductos mencionados en el inciso uno, en caso de que se presente alguna falla o reparación de cualquiera de ellos.

Así mismo conducirá el gasto proveniente de "posibles" -- nuevos pozos, que serán localizados en las cercanías del ramal Tecómitl.

Teniendo en cuenta los objetivos antes mencionados para los cuales se proyectará el nuevo acueducto, se procederá a continuación al desarrollo del mismo.

1.3 ACTIVIDADES REALIZADAS

1.3.1 Recopilación de información existente

Fue necesario recopilar toda la información disponible en los archivos de la D.G.C.O.H. y de la planta de Bombeo Xotepingo. De la información obtenida fue posible definir el trazo en planta del acueducto en cuestión y, además, conocer el funcionamiento entre los acueductos existentes

y de proyecto. Cabe mencionar que parte de la información recopilada para efectuar la revisión hidráulica del acueducto "viejo", se utilizó en el proyecto del nuevo acueducto, ya que como se ha venido mencionando, éste último se alojará en el derecho de vía del existente.

1.3.2 Reconocimiento de campo

Se efectuaron varios reconocimientos de campo para verificar la información obtenida y también para definir que margen, del acueducto "viejo", podría ser ubicado el acueducto. A este respecto pudo verse que la margen más propicia es la derecha, puesto que es la que presenta mejores condiciones para alojarlo. También se localizaron los lugares en los cuales se conectarán los pozos y rebombes a lo largo del mismo.

1.3.3 Trabajos de topografía

Una vez definida la margen sobre la cual se trazará el nuevo acueducto, se efectuaron trabajos de topografía (altimetría y planimetría) a lo largo de todo su recorrido, terminándose una longitud total de 22796 metros. El inicio del mismo está en la planta de Bombeo Xotepingo, terminándose en la caja derivadora del acueducto existente localizada en el pueblo de San Luis Tlaxiátemalco (inicio del acueducto viejo).

Por último, conviene señalar que en el tramo sustituido (fuera de servicio actualmente), el acueducto en estudio se localizará por su correspondiente derecho de vía y no por el tramo conocido como by-pass. Así mismo, y por razones físicas, en el tramo circular de 313 mts. de longitud y diámetro de 1.37 m., el acueducto de proyecto no seguirá la misma ruta existente puesto que no hay espacio suficiente para alojarlo. Por este motivo el desvío por la carretera vieja Xochimilco-Tulyehualco, el cual partirá desde -

el pozo San Luis # 18 y terminará en el inicio del by-pass, teniendo una longitud de 1104 m.

Capítulo II

GENERALIDADES SOBRE EL PROYECTO

2.1 CONDICIONES ACTUALES DEL AREA DE PROYECTO

2.1.1 Localización

Por lo que respecta a la localización del nuevo acueducto, éste estará alojado a la margen derecha del acueducto "viejo" Xochimilco-Xotepingo, iniciándose en la planta de bombeo de Xotepingo y terminando en la caja derivadora del pueblo de San Luis Tlaxialtemalco.

El primer tramo estará alojado bajo la avenida División del Norte, continuando por calzada de Tlalpan hasta llegar a la glorieta de Huipulco, tomando luego por la calzada México-Xochimilco para llegar al viaducto Tlalpan donde termina la Delegación de Tlalpan y empieza la de Xochimilco, en este pueblo estará alojado bajo la calle de Guadalupe Ramírez para tomar el camino viejo a Xochimilco, tomando luego por la parte sustituida del acueducto "viejo" hasta llegar

al bosque de Nativitas donde estará alojado a la derecha de la carretera Xochimilco-Tulyehualco para llegar finalmente al pueblo de San Luis Tlaxialtemalco.

2.1.2 Sistema actual de abastecimiento

El abastecimiento de agua potable en la mayor parte de los pueblos de la Delegación de Xochimilco es insuficiente para satisfacer las necesidades actuales y futuras de cada población. En base a lo anterior se juzgó conveniente la perforación de pozos en los siguientes pueblos: Tepepan, Santiago Tepalcatalpan, San Lucas Xochimanca, San Lorenzo Atemoaya, Santa Cruz Acalpixca, San Gregorio Atlapulco, San Luis Tlaxialtemalco y Santiago Tulyehualco.

De acuerdo con el caudal proporcionado por cada pozo, éstos abastecerán la demanda del pueblo correspondiente y los excedentes serán enviados al acueducto viejo Xochimilco-Xotepingo en forma provisional, pues una vez terminada la construcción del acueducto de proyecto serán enviados a este último.

TEPEPAN: El abastecimiento actual en la zona de Tepepan se efectúa de la siguiente manera:

- a) Tepepan se alimenta de un rebombear ubicado en Av. 16 de Septiembre y calle "Y". Dos equipos abastecen a la zona baja y uno a la zona alta con 70 y 30 l.p.s. respectivamente.
- b) Jardines del Sur (zona baja) se alimenta también de un rebombear existente localizado en el Km. 20+680 del acueducto Xochimilco-Xotepingo. Este rebombear envía un gasto de 11 l.p.s.
- c) Bosques Residenciales (zona alta) es alimentado de los pozos localizados sobre el anillo periférico, los cuales aportan un gasto de 7.5 l.p.s.

d) La planta de rebombeo La Noria abastece tanto a la zona alta, así como a la zona baja. Para la primera zona, con un gasto de 50 l.p.s. y para la segunda con 40 l.p.s. Esta planta está capacitada para abastecer a la zona alta con un gasto de 200 l.p.s. Así mismo, con un caudal de 180 l.p.s. podrá ser abastecida la zona baja.

En adición a lo anterior cabe mencionar que los rebombes de Tepepan, Jardines del Sur y La Noria extraen agua del acueducto.

SANTIAGO TEPALCATLALPAN: El abastecimiento actual de Santiago Tepalcatlalpan se realiza por medio del rebombeo denominado "Santiago Tepalcatlalpan", el cual alimenta a un tanque superficial de dos cámaras cuya capacidad es de 200 m³. El rebombeo antes mencionado es alimentado directamente del acueducto viejo Xochimilco-Xotepingo y cuya conexión se localiza en el Km. 21 + 664. En adición a lo anterior, es necesario mencionar que la red de abastecimiento está compuesta por tubería de asbesto-cemento 102 mm Ø (4").

SAN LUCAS XOCHIMANCA: El abastecimiento actual de San Lucas Xochimanca se efectúa por medio del rebombeo denominado "Santiago Tepalcatlalpan", el cual alimenta a un tanque superficial de 200 m³. El rebombeo anteriormente mencionado se alimenta directamente del acueducto viejo Xochimilco-Xotepingo y cuya conexión se encuentra localizada en el Km. 21 + 664. En adición a lo anterior, cabe mencionar que la red de abastecimiento actual esta compuesta por tubería de asbesto-cemento de 102 mm Ø (4").

SAN LORENZO ATEMOAYA: El abastecimiento actual de San Lorenzo Atemoaya se efectúa por medio del rebombeo denominado "San Lorenzo Atemoaya", el cual alimenta a un tanque su

perficial de 200 m³ de capacidad. El rebombear antes mencionado se alimenta del pozo La Noria No. 7. Por otra parte - la red de abastecimiento actual está compuesta por tubería de asbesto-cemento de 102 mm Ø (4"). En adición a lo anterior cabe mencionar que el tanque de regularización mencionado abastece en parte a las redes de distribución de los pueblos de Nativitas y Xochimilco.

SANTA CRUZ ACALPIXCA: El abastecimiento actual de Santa Cruz Acalpixca se realiza de la forma siguiente:

- a) El pueblo se abastece principalmente del acueducto viejo Xochimilco-Xotepingo, el cual alimenta a un rebombear.
- b) El rebombear alimenta a un tanque superficial existente - de 75 m³, por medio de una tubería de 203 mm Ø (8") de fo.fo., alimentando así a la red antigua del pueblo.
- c) La nueva red se alimenta directamente del pozo San Luis - No. 18.

SAN GREGORIO ATLAPULCO: El abastecimiento actual de San Gregorio Atlapulco se efectúa por medio de un tanque superficial de 75 m³ de capacidad, el cual es alimentado por el cárcamo de bombeo "San Gregorio Atlapulco". Cabe mencionar que el acueducto viejo es quien suministra agua al rebombear antes mencionado. Finalmente, la red de abastecimiento actual está compuesta por tubería de asbesto-cemento de 102-mm Ø (4").

SAN LUIS TLAXIALTEMALCO: El abastecimiento actual de San Luis Tlaxialtemalco se efectúa por medio de un tanque de regularización con capacidad de 300 m³ y el cual es alimentado por el pzo San Luis No. 7. Dicho pozo envía un excedente al acueducto viejo Xochimilco-Xotepingo. En adición a lo anterior cabe mencionar que la red de abastecimiento ac-

tual está compuesta en su totalidad por tubería de asbesto-cemento de 102 mm Ø (4").

SANTIAGO TULYEHUALCO: El abastecimiento actual de la zona-norte de Santiago Tulyehualco se efectúa por medio del pozo Tulyehualco No. 6. La zona sur del pueblo mencionado carece totalmente de agua potable por lo que se utilizarán los-nuevos para cubrir las demandas actuales y futuras de dicha zona. Las colonias que conforman la zona sur de este pueblo son: Nativitas, San Felipe, Los Cerrillos y del Carmen así como los barrios de Santa María y de Los Artistas. Finalmente, cabe mencionar que la red de abastecimiento de-ambas zonas está compuesta en su totalidad por tubería de asbesto-cemento de 102 mm Ø (4").

2.1.3 Incorporación de nuevos pozos.

Como se mencionó anteriormente, el gasto aportado por cada-pozo servirá para abastecer la demanda del pueblo correspondiente y los excedentes serán enviados al acueducto viejo Xochimilco-Xotepingo en forma provisional. A continuación se presenta el abastecimiento de proyecto con la incorporación de los nuevos pozos propuestos por la D.G.C.O.H.; además, se presentan esquemas del sistema de abastecimiento para cada uno de los pueblos ya mencionados.

TEPEPAN: Desde el punto de vista topográfico, el pueblo se divide en dos zonas: de alta y baja presión, teniéndose los siguientes datos de proyecto:

ZONA	HABITANTES	GASTO MAX. DIARIO	GASTO MAX. HOR.
Alta presión	39,200	81.7 l.p.s.	122.5 l.p.s.
Baja presión	44,375	92.4 l.p.s.	138.7 l.p.s.

Las fuentes de abastecimiento para las zonas mencionadas serán tres pozos de proyecto, los cuales se localizan en la -

zona de alta presión. Estos pozos tienen un gasto estimado de 80 lts/seg cada uno. Así mismo, el equipo de la planta de rebombeo "La Noria" será utilizado para este fin.

El abastecimiento a las zonas de alta y baja presión quedará distribuido de la siguiente forma:

Zona de alta presión: Un pozo de proyecto de 80 l.p.s., un equipo de 40 l.p.s. correspondiente a la planta "La Noria" y los pozos del periférico, cuya aportación es de 7.5 l.p.s.

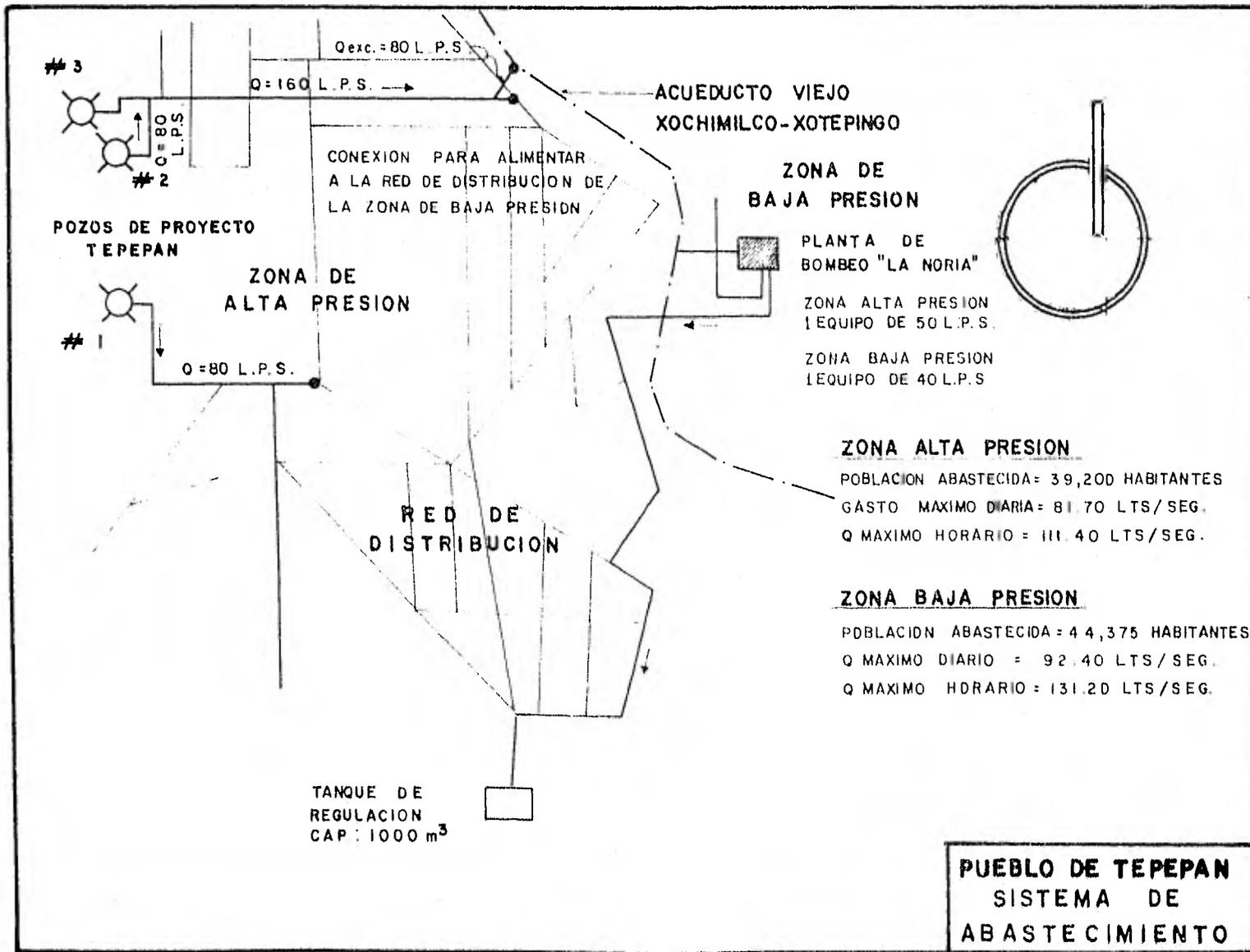
Zona de baja presión: Un pozo de proyecto de 80 l.p.s., un equipo de 50 l.p.s. también correspondiente a la planta "La Noria" y el rebombeo "Jardines del-Sur" de 11 l.p.s.

Por lo anterior, se puede observar que las demandas actuales de la población quedarán satisfechas. Así mismo, con el equipo sobrante en la planta de "La Noria" se podrán cubrir las demandas futuras de dichas zonas.

Por otra parte, el pozo sobrante (de proyecto) ubicado en la zona alta, enviará su caudal directamente al acueducto viejo Xochimilco-Xotepingo.

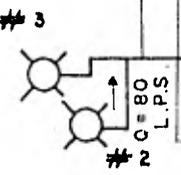
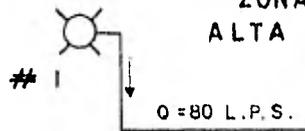
Finalmente, el tanque superficial de 1000 m³ de capacidad, el cual se localiza en la zona de alta presión, será alimentado directamente por el equipo designado en la planta "La Noria".

SANTIAGO TEPALCATLALPAN: Para este pueblo se tienen los-



POZOS DE PROYECTO
TEPEPAN

ZONA DE
ALTA PRESION



Qexc.=80 L.P.S.
Q=160 L.P.S.

CONEXION PARA ALIMENTAR
A LA RED DE DISTRIBUCION DE
LA ZONA DE BAJA PRESION

RED DE
DISTRIBUCION

TANQUE DE
REGULACION
CAP: 1000 m³

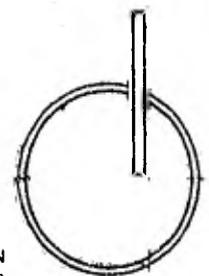
ACUEDUCTO VIEJO
XOCHIMILCO-XOTEPINGO

ZONA DE
BAJA PRESION

PLANTA DE
BOMBEO "LA NORIA"

ZONA ALTA PRESION
EQUIPO DE 50 L.P.S.

ZONA BAJA PRESION
EQUIPO DE 40 L.P.S.



ZONA ALTA PRESION

POBLACION ABASTECIDA = 39,200 HABITANTES
GASTO MAXIMO DIARIA = 81.70 LTS/SEG.
Q MAXIMO HORARIO = 111.40 LTS/SEG.

ZONA BAJA PRESION

POBLACION ABASTECIDA = 44,375 HABITANTES
Q MAXIMO DIARIO = 92.40 LTS/SEG.
Q MAXIMO HORARIO = 131.20 LTS/SEG.

**PUEBLO DE TEPEPAN
SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO**

siguientes datos de proyecto:

Población abastecida: 20,125 habitantes
Gasto máximo diario: 41.92 l.p.s.
Gasto máximo horario: 62.89 l.p.s.

La fuente de abastecimiento será el pozo de proyecto ubicado en el barrio La Cruz y cuya aportación estimada es de 80 l.p.s. Dicho pozo será conectado a dos tanques superficiales con capacidad de 100 y 200 m³ cada uno. El primero de ellos se localiza junto al pozo ya mencionado y el segundo es el que abastece actualmente a la zona en cuestión.

Con la incorporación del nuevo pozo se vió la necesidad de anular el rebombeo "Santiago Tepalcatlalpan" el cual era su fuente de abastecimiento.

Los gastos enviados a cada una de estas estructuras son las que a continuación se describen.

- a) Al tanque superficial de 100 m³: 13.97 l.p.s.
- b) Al tanque superficial de 200 m³: 27.94 l.p.s.
- c) Al acueducto viejo Xochimilco-Xotepingo: 38.09 l.p.s.

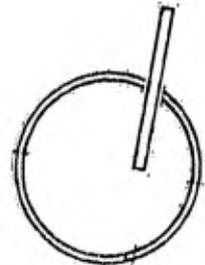
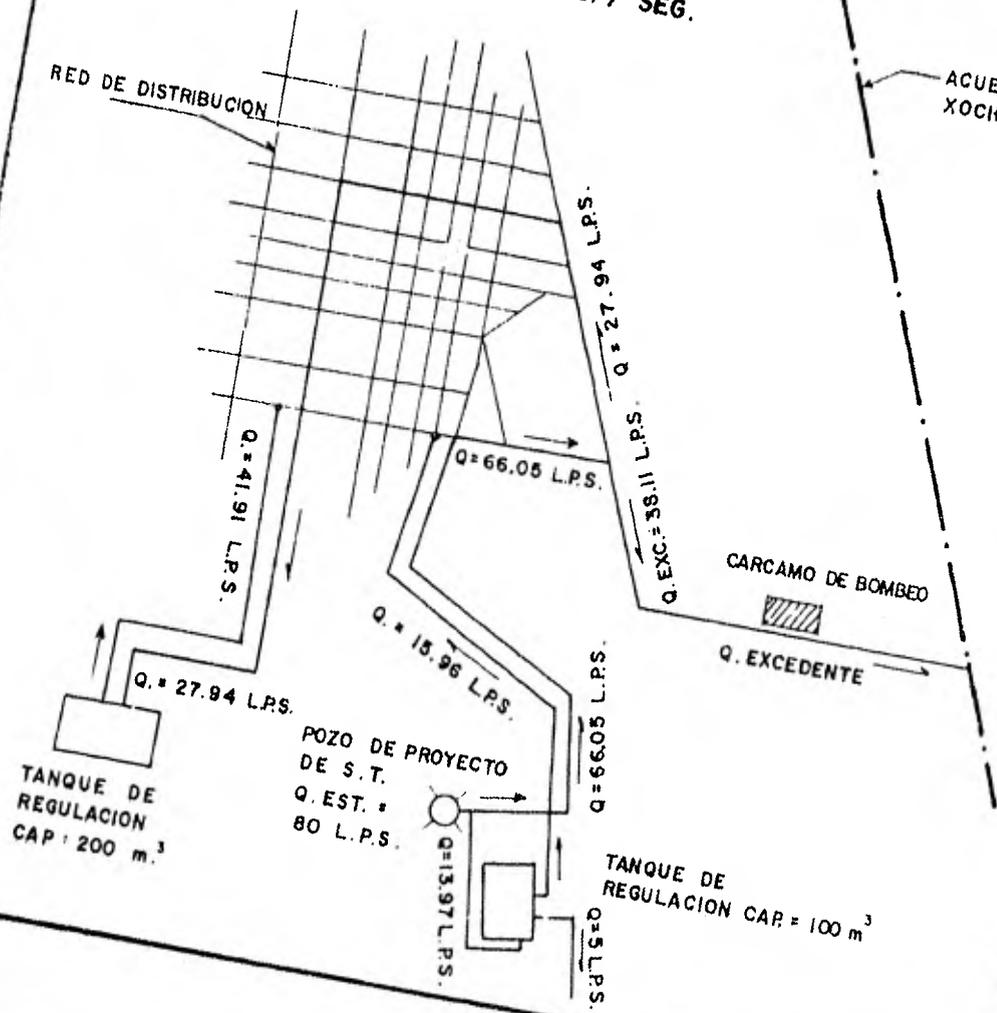
SAN LUCAS XOCHIMANCA: El poblado en cuestión se caracteriza por tener una topografía muy accidentada. De acuerdo con ésto, fue necesario dividirlo en tres zonas:

ZONA	ELEVACION	HABITANTES	GASTO REQUERIDO
I	2356 a 2310	4,600	14.37 l.p.s.
II	2321 a 2274	8,000	24.99 l.p.s.
III	2283 a 2245	6,555	20.48 l.p.s.
		<hr/>	<hr/>
		19,155	59.84 l.p.s.

POBLACION ABASTECIDA : 20,125 HABITANTES
 Q. MAXIMO DIARIO : 41.92 LTS./SEG.
 Q. MAXIMO HORARIO : 62.89 LTS. / SEG.

RED DE DISTRIBUCION

ACUEDUCTO VIEJO
 XOCHIMILCO - XOTEPINGO



TANQUE DE
 REGULACION
 CAP : 200 m.³

POZO DE PROYECTO
 DE S.T.
 Q. EST. :
 80 L.P.S.

TANQUE DE
 REGULACION CAP = 100 m.³

CARCAMO DE BOMBEO
 Q. EXCEDENTE

SANTIAGO TEPALCATLALPAN
 SISTEMA DE
 ABASTECIMIENTO

La fuente de abastecimiento será el pozo de proyecto ubicado en la zona I. Dicho pozo será conectado a tres tanques superficiales, los cuales se localizan en cada una de las zonas anteriormente mencionadas, y el excedente será enviado al acueducto viejo Xochimilco-Xotepingo.

Los gastos enviados a cada una de las estructuras hidráulicas son las que a continuación se describen:

- a) Al tanque superficial de 100 m³ (zona I) ---9.58 l.p.s.
- b) Al tanque superficial de 200 m³ (zona II) -16.66 l.p.s.
- c) Al tanque superficial de 200 m³ (zona III) 13.65 l.p.s.
- d) Al acueducto viejo Xochimilco-Xotepingo -----40.11 l.p.s.

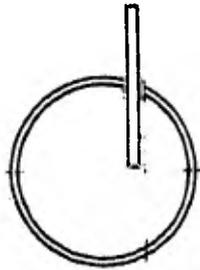
Con la incorporación del nuevo pozo, al igual que Santiago Tepalcatlalpan, se vió la necesidad de anular el rebombeo "Santiago Tepalcatlalpan" el cual era su fuente de abastecimiento.

SAN LORENZO ATEMOAYA: Para este pueblo se tienen los siguientes datos de proyecto:

Población abastecida:	4,900 habitantes
Gasto máximo diario:	10.81 l.p.s.
Gasto máximo horario:	15.32 l.p.s.

La fuente de abastecimiento será el pozo de proyecto, el cual tiene un gasto estimado de 80 l.p.s. Este pozo alimentará a un tanque superficial de 100 m³ de capacidad. Así mismo se seguirá utilizando el tanque actual de distribución de 200 m³.

Ahora bien, de acuerdo a lo anteriormente dicho el abastecimiento a San Lorenzo Atemoaya quedará como sigue:



ACUEDUCTO VIEJO
XOCHIMILCO - XOTEPINGO

CARCAMO
DE BOMBEO



Q. EXC. = 40.11 L.P.S.

RED DE DISTRIBUCION

Q = 13.65 L.P.S.

TANQUE DE
REGULACION
CAP : 200 m³

POBLACION ABASTECIDA : 19,155 HAB.
Q. MAXIMO DIARIO : 39.89 LTS/SEG.
Q. MAXIMO HORARIO : 59.84 LTS/SEG.

POZO DE PROYECTO
DE S.L.XOCHIMANCA
Q. EST. : 80 L.P.S.

Q = 53.76 L.P.S.

TANQUE DE
REGULACION
CAP : 200 m³

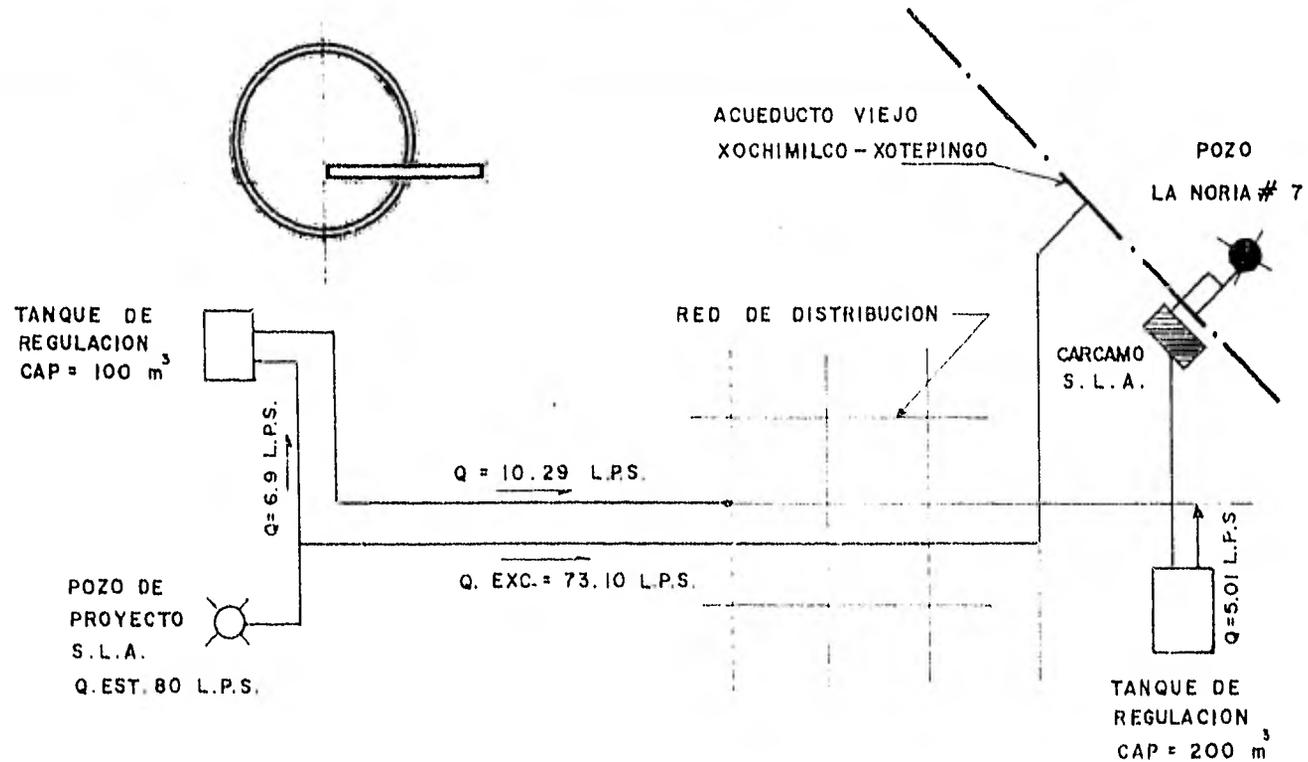
Q : 16.66 L.P.S.

TANQUE DE
REGULACION
CAP : 100 m³

Q = 9.58 L.P.S.

Q = 70.42 L.P.S.

SAN LUCAS XOCHIMANCA
SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO



POBLACION ABASTECIDA : 4,900 HABITANTES
 Q MAXIMO DIARIO : 10.20 LTS./ SEG.
 Q MAXIMO HORARIO : 15.30 LTS./ SEG.

SAN LORENZO ATEMOAYA
 SISTEMA DE
 ABASTECIMIENTO

- a) Al tanque superficial de 100 m³: 6.86 l.p.s.
- b) Al acueducto viejo Xochimilco-Xotepingo: 73.14 l.p.s.

Por otra parte, el gasto que se extraerá del tanque existente sería de 5.03 l.p.s.

SANTA CRUZ ACALPIXCA: Para este pueblo se tienen los siguientes datos de proyecto:

Población abastecida: 17,250 habitantes

Gasto máximo diario: 35.94 l.p.s.

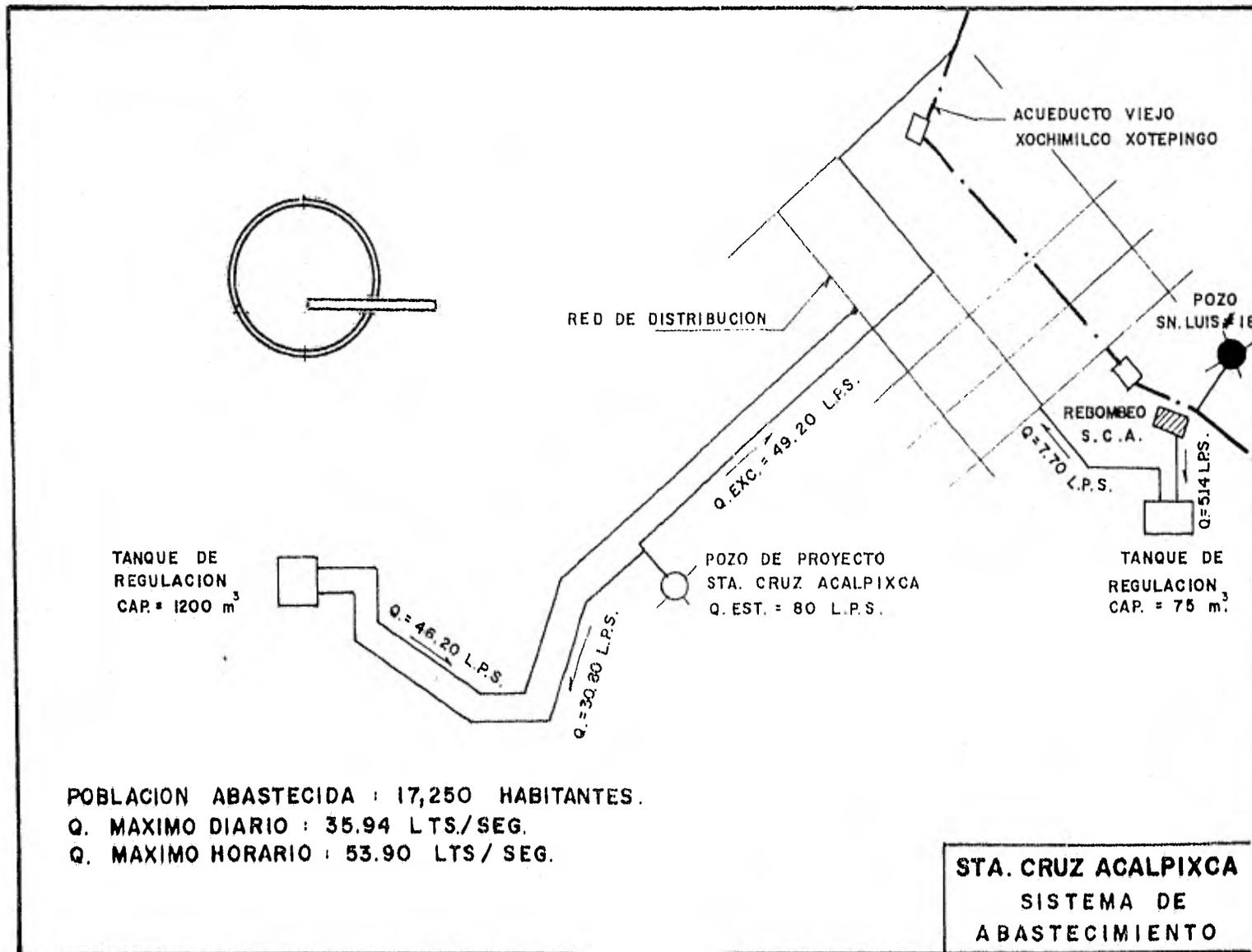
Gasto máximo horario: 53.90 l.p.s.

La fuente de abastecimiento será el pozo de proyecto ubicado en la colonia Las Cruces el cual tiene un gasto estimado de 80 l.p.s. Este pozo será conectado a un tanque en rehabilitación de 1200 m³ de capacidad y servirá para abastecer toda la zona. Para el abastecimiento total, se tomará en cuenta el tanque existente de 75 m³, el cual tiene un gasto máximo diario de 5.14 l.p.s.

Por lo expuesto anteriormente, se tiene que el gasto que será enviado del pozo al tanque en rehabilitación es de 30.80 l.p.s. Así mismo se tendrá un gasto excedente de 46.20 l.p.s. el cual será enviado al acueducto viejo Xochimilco-Xotepingo.

Ahora bien, una vez que ha quedado establecida la política de abastecimiento de agua en este pueblo, se vió que la aportación recibida del pozo San Luis No. 18 ya no será utilizada, por lo que será necesario anularla en el momento en que entren en servicio tanto el pozo de proyecto como el tanque en rehabilitación.

SAN GREGORIO ATLAPULCO: Para este pueblo se tienen los si



güentes datos de proyecto :

Población abastecida: 27,600 habitantes
Gasto máximo diario: 57.50 l.p.s.
Gasto máximo horario: 86.25 l.p.s.

La fuente de abastecimiento será el pozo de proyecto el cual tiene un gasto estimado de 80 l.p.s. Cabe mencionar que el excedente que se tenga del pozo será enviado en forma provisional al acueducto viejo Xochimilco-Xotepingo.

Con la incorporación del nuevo pozo y la construcción de un nuevo tanque de regularización se vio la necesidad de anular el cárcamo de rebombeo existente, ya que su obra civil presenta fallas estructurales de consideración.

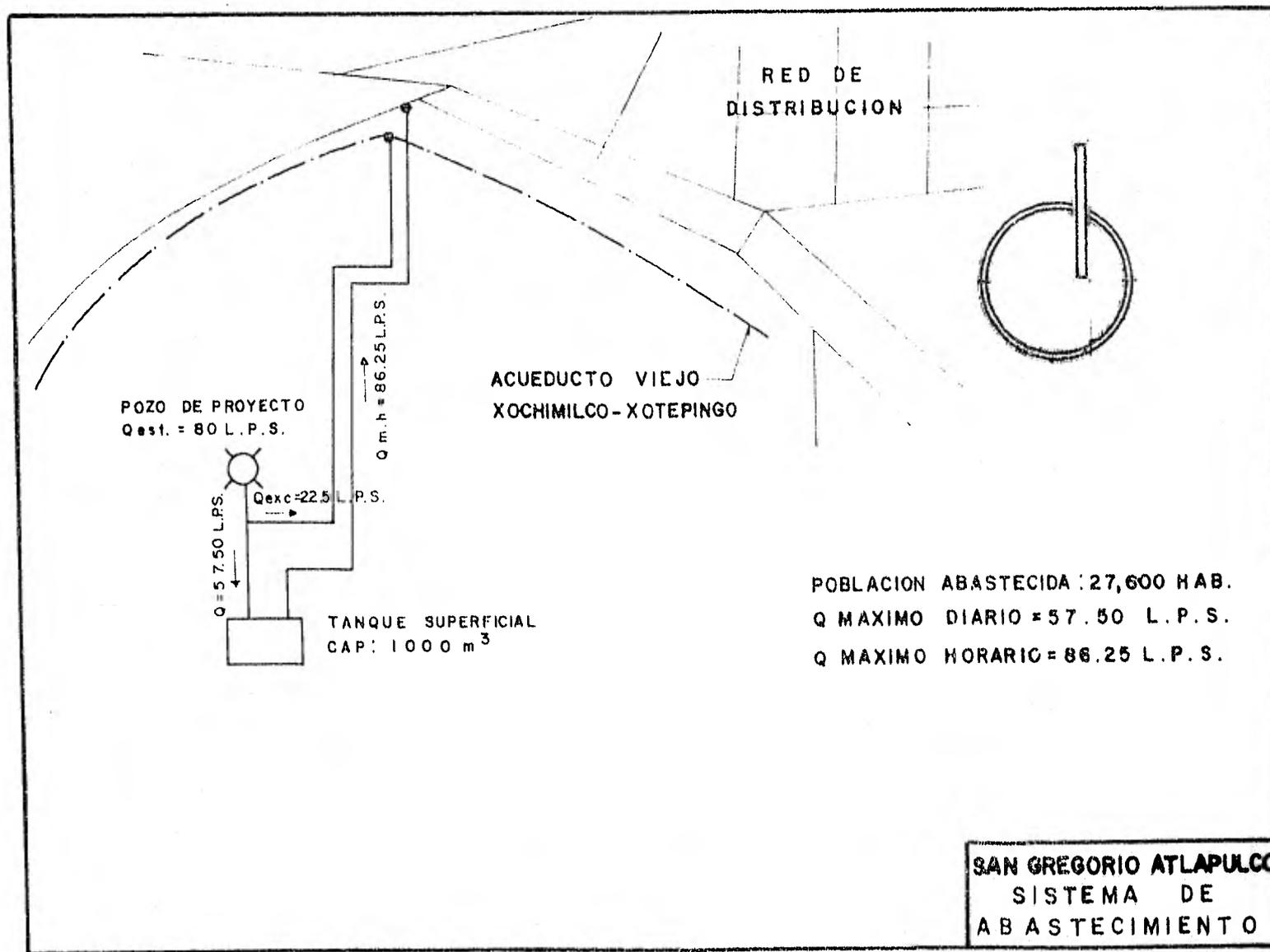
Finalmente los gastos enviados tanto al tanque de 1000 m³ como al acueducto viejo son los que a continuación se indican:

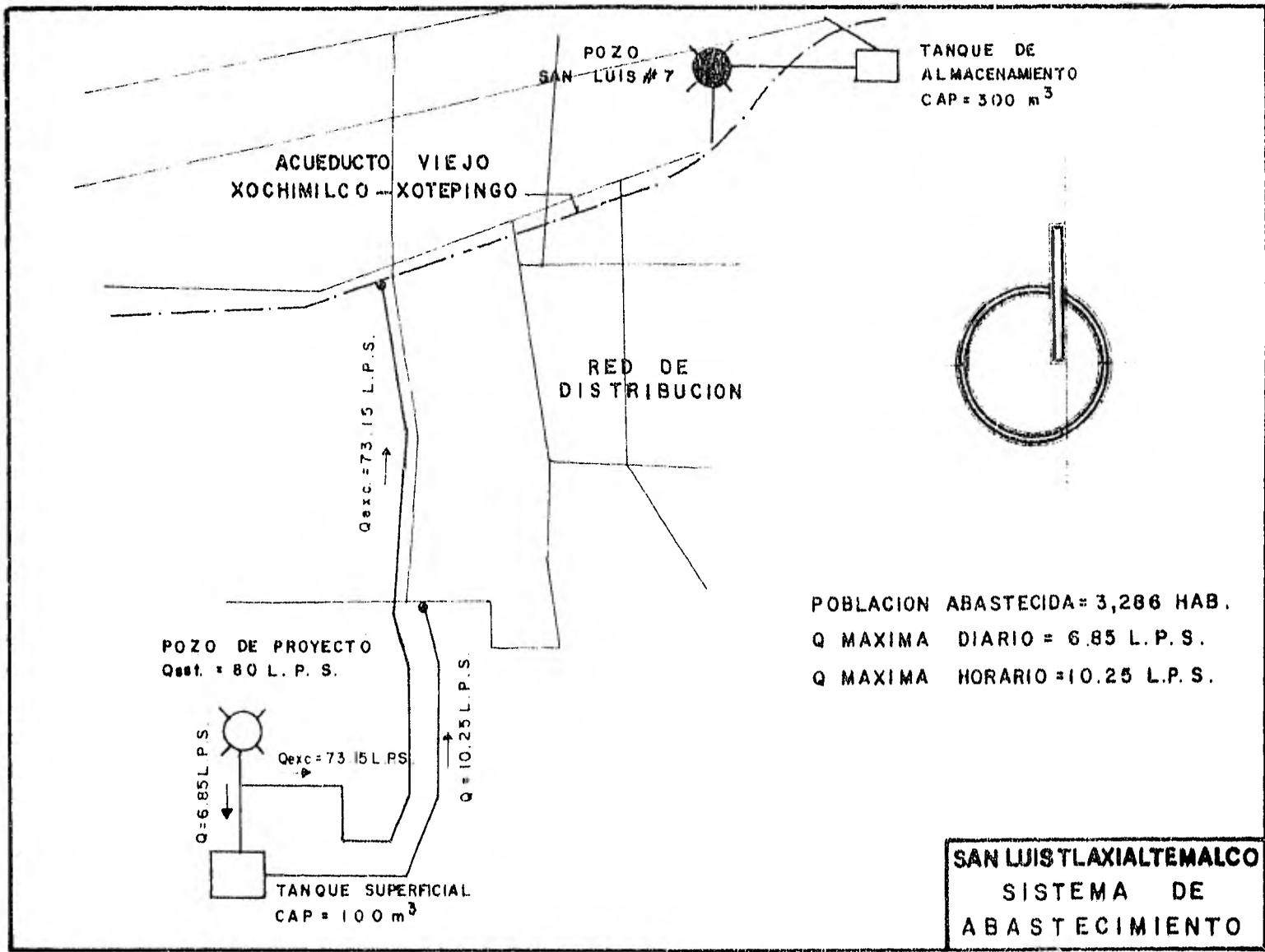
- a) Al tanque superficial de 1000 m³: 57.50 l.p.s.
- b) Al acueducto viejo Xochimilco-Xotepingo: 22.50 l.p.s.

SAN LUIS TLAXIALTEMALCO: Para este pueblo se tienen los siguientes datos de proyecto:

Población abastecida: 3,286 habitantes
Gasto máximo diario: 6.85 l.p.s.
Gasto máximo horario: 10.27 l.p.s.

La fuente de abastecimiento será el pozo de proyecto el cual tiene un gasto estimado de 80 l.p.s. Dicho pozo -- alimentará a un tanque superficial de regularización de 100 m³ de capacidad. Finalmente el excedente que se tenga del pozo será enviado al acueducto viejo Xochimilco-Xotepingo.





TANQUE DE ALMACENAMIENTO
CAP = 300 m³

ACUEDUCTO VIEJO
XOCHIMILCO - XOTEPINGO

POZO SAN LUIS #7

RED DE DISTRIBUCION

POZO DE PROYECTO
Qest. = 80 L. P. S.

Q = 6.85 L. P. S.

Qexc = 73.15 L. P. S.

TANQUE SUPERFICIAL
CAP = 100 m³

Q = 10.25 L. P. S.

POBLACION ABASTECIDA = 3,286 HAB.
Q MAXIMA DIARIO = 6.85 L. P. S.
Q MAXIMA HORARIO = 10.25 L. P. S.

SAN LUIS TLAXIÁTEMALCO
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO

Los gastos enviados a cada una de las estructuras hidráulicas ya mencionadas son los que a continuación se describen:

- a) Al tanque superficial de 100 m³: 6.85 l.p.s.
- b) Al acueducto viejo (gasto excedente): 73.15 l.p.s.

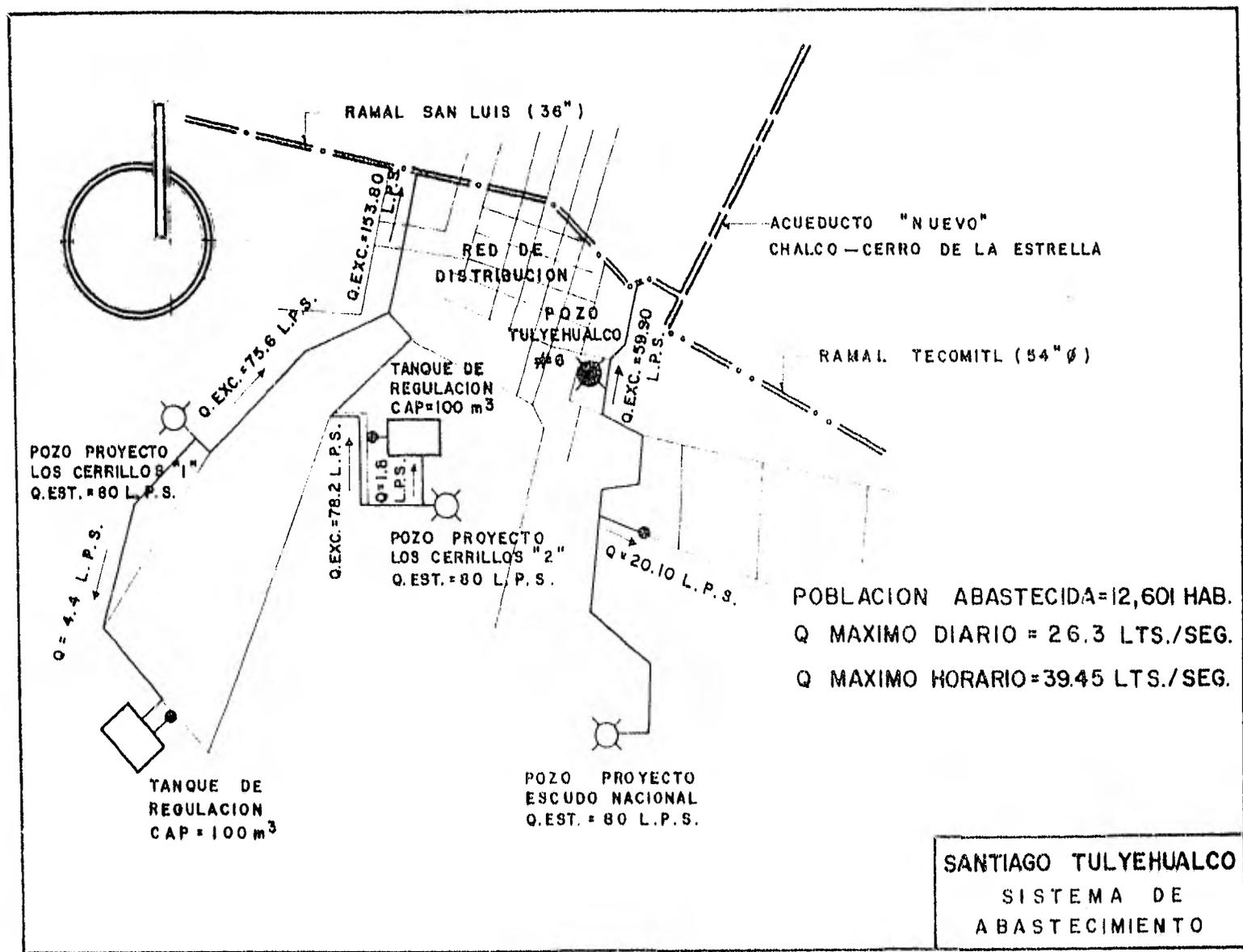
SANTIAGO TULYEHUALCO: Para este pueblo se tienen los siguientes datos de proyecto:

Población abastecida: 12.601 habitantes
Gasto máximo diario: 26.30 l.p.s.
Gasto máximo horario: 39.45 l.p.s.

Los datos de proyecto mencionados corresponden a la zona sur del pueblo de Santiago Tulyehualco. Las fuentes de abastecimiento para esta zona serán los nuevos pozos Los Cerrillos "1" y "2" además del pozo Escudo Nacional. El caudal estimado por cada pozo será de 80 l.p.s. Ahora bien, el pozo Los Cerrillos "1" alimentará a un tanque superficial de 100 m³ de capacidad, el cual abastecerá por gravedad parte de la colonia Los Cerrillos, colonia del Carmen y el barrio de los Artistas. El pozo Los Cerrillos "2" alimentará a un tanque superficial de 100 m³ de capacidad, el cual abastecerá el complemento de la colonia Los Cerrillos. El pozo Escudo Nacional alimentará directamente a la red de distribución. Cabe mencionar que los excedentes serán enviados directamente al ramal San Luis.

Los gastos enviados a las estructuras hidráulicas anteriormente mencionadas son los que a continuación se describen:

- a) Al tanque de 100 m³ (pozo L.C. "1") ----- 4.4 l.p.s.
- b) Al tanque de 100 m³ (pozo L.C. "2") ----- 1.8 l.p.s.
- c) Al ramal San Luis (Excedentes pozos L.C. "1"



POBLACION ABASTECIDA=12,601 HAB.
 Q MAXIMO DIARIO = 26.3 LTS./SEG.
 Q MAXIMO HORARIO=39.45 LTS./SEG.

SANTIAGO TULYEHUALCO
 SISTEMA DE
 ABASTECIMIENTO

y "2") -----	153.8 l.p.s.
d) A la red de distribución (pzo E.N.) ---	20.10 l.p.s.
e) Al ramal San Luis (Exc. pozo E.N.) ----	59.90 l.p.s.

2.2 ACUEDUCTO "VIEJO" XOCHIMILCO-XOTEPINGO

Este acueducto es una conducción por gravedad que parte - del pueblo de San Luis Tlaxialtemalco y llega a la planta de bombeo Xotepingo. A lo largo de su trayecto es alimen tado por diversos pozos y dos ramales, extrayéndose tam- bién en ciertos puntos el agua necesaria para el abasteci miento de algunos de los pueblos que atraviesa, mediante- rebombes.

La longitud total de este acueducto es de 21,926 m. y se- divide en cinco tramos principales:

1. Un acueducto circular de concreto colado en sitio de- 1.372 m. (54") de diámetro y 5470 m. de longitud, que parte del pueblo de San Luis Tlaxialtemalco (K. 21+ 926) y llega a una caja ubicada en el pueblo de Santa Cruz Acalpíxca (K. 16 + 456).
2. Un sifón a base de tres tubos de acero de 0.914 m. -- (36") de diámetro y 699 m. de longitud, que se inicia en la caja que acaba de ser mencionada y termina en - otra ubicada en Santa Cruz Acalpíxca (K. 15 + 757).
3. Un conducto circular con sección transversal igual a la del primer tramo y 313 m. de longitud, que empieza en la caja anterior y termina en otra localizada en - el pueblo de Nativitas (K. 15 + 444).
4. Una sustitución ("BY-PASS") a base de un conducto de- concreto tipo Lock-Joint, de 1.83 m. (72") de diáme- tro y 4457 m. de longitud, que comienza en la caja an

terior y concluye en la caja "La Conchita" (K. 10 + 987). Esta conducción fue construida para reemplazar un tramo del acueducto que se encontraba en malas condiciones.

5. Un conducto de concreto colado en sitio, con sección ovoide de 10987 m. de longitud, que parte de la caja de "La Conchita" y llega a la planta de bombeo de Xotepingo (K. 0 + 000).

El acueducto en cuestión fue construido hace más de 50 años y al cabo de ese lapso ha sufrido asentamientos diferenciales notorios que le han restado capacidad de descarga, y han provocado la presencia de grietas, mismas que han favorecido la ocurrencia de fugas.

2.2.1 Revisión hidráulica

El objetivo principal de esta revisión hidráulica es determinar la capacidad máxima de conducción a superficie libre del acueducto, con el propósito de definir sus condiciones futuras de operación, tomando en cuenta el proyecto de un nuevo acueducto cuyo trazo será paralelo al del viejo y la perforación de nuevos pozos a lo largo de éste.

La revisión se efectuó pensando en un escurrimiento a superficie libre, considerando que esa fue la condición de diseño original del acueducto, y que debido a los notables asentamientos diferenciales que acusa su perfil, el funcionamiento a presión del mismo redondaría en una muy probable ocurrencia de fugas.

La revisión hidráulica se efectuó mediante el cálculo del perfil hidráulico realizado por medio de un programa de computadora elaborado exprofeso, para tres condiciones de operación en principio;

- a) Gasto variable, de acuerdo con las condiciones actuales de operación (tabla 11-1).
- b) Gasto constante, igual a $2 \text{ m}^3/\text{seg}$
- c) Gasto constante, igual a $1.5 \text{ m}^3/\text{seg}$

De acuerdo con los resultados obtenidos para las tres condiciones de operación referidas, pueden anotarse las conclusiones siguientes:

- a) Debido a los asentamientos sufridos por el acueducto, un buen número de tramos están en contra-pendiente y se detectaron numerosas secciones funcionando a presión para las condiciones actuales de operación, hecho que permite afirmar que a pesar que el gasto de diseño original del acueducto fue cercano a los $3 \text{ m}^3/\text{seg}$, la capacidad actual del mismo se ha visto reducida sensiblemente. Las máximas cargas de presión (medidas desde la plantilla del acueducto) fue de 2.885 m y 1.615 m para las secciones ovoide y circular respectivamente.
- b) Para el gasto constante de $2 \text{ m}^3/\text{seg}$ se encontró que -- aún un mayor número de secciones trabajaba a presión, -- por lo que el funcionamiento del acueducto se juzgó -- inadecuado con este caudal.
- c) El perfil de flujo correspondiente al gasto de $1.5 \text{ m}^3/\text{seg}$ resultó satisfactorio, ya que en el quinto tramo -- (sección ovoide), sólo se registró una sección traba-- jando con una pequeña presión (1.957 m desde la planti-- lla, correspondiente a 0.057 m sobre el punto interior de máxima altura). Esta condición de operación es la-- que debe buscarse en un futuro, considerando que el -- propio acueducto no fue diseñado originalmente para -- funcionar a presión y, adicionalmente, tomando en cuenu

ta el tiempo de operación del mismo y el mal estado en que se encuentra, como es obvio, la recomendación anterior tiene por objeto evitar, en lo posible, la ocurrencia de fugas.

En adición a lo antes mencionado, los cálculos efectuados sugieren que el gasto de operación futura debe ser cercano a $1.5 \text{ m}^3/\text{seg}$, por lo menos en el último tramo, que por otra parte, comprende aproximadamente la mitad de la longitud total del acueducto.

Debido a la creciente demanda de agua en los pueblos del sur de Xochimilco, fue necesario que los nuevos pozos entrarán en operación lo más pronto posible, por tal motivo, se decidió conectar los excedentes de éstos al acueducto "viejo" en forma provisional, para que este caudal pudiera ser conducido a la planta de bombeo de Xotepingo.

Idealmente, el gasto resultante de los excedentes de los nuevos pozos sumado a alguna fracción del gasto actualmente conducido por el acueducto "viejo", con el objeto de -- aliviarlo, debería ser conducido desde un principio por el acueducto a proyectar. Sin embargo, tomando en consideración la prioridad antes mencionada, no es factible lograrlo. Por este motivo, el acueducto viejo deberá funcionar transitoriamente (mientras sea construido el de proyecto), de acuerdo con los gastos aportados en la tabla 11-2.

Tomando en cuenta lo anterior, se efectuó el cálculo del perfil del flujo correspondiente a esta condición de operación. De acuerdo con éste pudo concluirse que el acueducto trabajará a presión en aproximadamente la mitad de su longitud, siendo la máxima carga de presión calculada, medida desde la plantilla, de 4.153 m (2.253 m sobre el punto interior de máxima altura), en la estación $6+611$ (sec--

ción ovoide). Considerando lo antes mencionado, es evidente que deben ser tomadas ciertas medidas a fin de evitar que el agua salga por los registros ubicados al pie de las chimeneas que existen a lo largo del quinto tramo del acueducto.

Finalmente, tomando como base los resultados obtenidos para los perfiles de flujo correspondiente a las condiciones actuales de operación y para los gastos constantes de $2 \text{ m}^3/\text{seg}$ y $1.5 \text{ m}^3/\text{seg}$, se procedió a definir las condiciones futuras de operación teniendo en mente que el acueducto debería ser aliviado. Considerando adicionalmente que el acueducto se comportaría satisfactoriamente conduciendo un caudal de $1.5 \text{ m}^3/\text{seg}$, se buscó que en el quinto tramo se tuviera un gasto similar. Sin embargo, dado que los ramales Xochimilco y Emiliano Zapata se encuentran muy cercanos a la planta de Xotepingo y aportan gastos considerablemente grandes (325 y 420 L.P.S. respectivamente), se llegó a tener un gasto aproximadamente igual a $2 \text{ m}^3/\text{seg}$ en los últimos 4 km del acueducto. Los pozos, ramales y rebombes considerados para las condiciones futuras de operación se muestran en la tabla II-3.

Los resultados obtenidos para las condiciones futuras de operación, definidas anteriormente, fueron satisfactorias. En efecto, se redujo notablemente el número de secciones que trabajarán llenas así como las magnitudes de las cargas de presión. De hecho, la máxima carga de presión calculada fue de 0.611 m sobre el perfil interior de máxima altura (en el quinto tramo, sección ovoide), misma que se considera puede ser soportada sin problema por el acueducto, dada su magnitud pequeña.

POZOS, RAMALES Y REBOMBEO UBICADOS A LO LARGO DEL ACUEDUCTO EN LAS CONDICIONES ACTUALES DE OPERACION

NOMBRE	GASTO APORTADO O EXTRAIDO (l.p.s.)	GASTO ACUMULADO (l.p.s.)	ESTACION DE LA CONEXION
Pozo Periférico 1	60	2429.1	1+530
Pozo Periférico 3	109	2369.1	3+040
Pozo Emiliano Zapata	65	2260.1	4+130
Ramal Emiliano Zapata	420	2195.1	4+210
Rebombero Garza de Huipulco	- 30	1775.1	4+516
Ramal Xochimilco	325	1805.1	5+240
Pozo Periférico 8	50	1480.1	6+820
Pozo Periférico 9	127.3	1430.1	7+732
Rebombero Tepepan	-100	1302.8	7+850
Rebombero La Noria	- 90	1402.8	8+930
Pozo La Noria 1	33.5	1492.8	9+186
Pozo La Noria 2	87.5	1459.3	9+875
Pozo La Noria 3	46	1371.8	10+514
Rebombero Jardines del Sur	- 20	1325.8	10+530
Pozo La Noria 4	143	1345.8	10+925
Pozo La Noria 6	128.7	1202.8	10+925
Rebombero Santiago Tepalcatlalpan	- 60	1074.1	10+925
Rebombero Nativitas	- 80	1134.1	13+840
Pozo San Luis 20	92.5	1214.1	14+350
Pozo San Luis 19	52.4	1121.6	15+325
Rebombero Santa Cruz Acalpixca	- 30	1069.2	16+530
Pozo San Luis 18	103	1099.2	16+540
Pozo San Luis 17	85.4	996.2	16+720
Pozo San Luis 16	61.2	910.8	16+780
Rebombero San Gregorio Atlapulco	- 30	849.6	17+300
Pozo San Luis 13	42	879.6	17+390
Pozo San Luis 11	107	837.6	17+700
Pozo San Luis 12	87	730.6	17+780
Pozo San Luis 8	158.4	643.6	17+930
Pozo San Luis 9	148	485.2	18+490
Pozo San Luis 7	163	337.2	18+760
Planta de Bombeo San Luis	174.2	174.2	21+900

NOTA: Los cadenamientos anotados en esta tabla y los siguientes corresponden al sistema de referencia que considera su origen (0+000) en la Planta de Bombeo de Xotepingo, y se refiere a la sección en la que los pozos, ramales o rebombos se conectan al acueducto.

- 31 -
TABLA 11-2

POZOS, RAMALES, EXCEDENTES Y REBOMBEO UBICADOS A LO LARGO DEL ACUEDUCTO
EN LAS CONDICIONES TRANSITORIAS DE OPERACION

NOMBRE	GASTO APORTADO O EXTRAIDO (l.p.s.)	GASTO ACUMULA DO (l.p.s.)	ESTACION DE LA CONEXION
Pozo Periférico 1	60	2995.3	1+530
Pozo Periférico 3	109	2935.3	3+040
Pozo Emiliano Zapata	65	2826.3	4+130
Ramal Emiliano Zapata	420	2761.3	4+210
Rebombero Garza de Huipulco	- 30	2341.3	4+516
Ramal Xochimilco	325	2371.3	5+240
Pozo Periférico 8	50	2046.3	6+920
Pozo Periférico 9	127.3	1996.3	7+732
Excedente Tepepan	80	1869.0	8+213
Rebombero La Nora	- 90	1789.0	8+930
Pozo La Noria 1	33.5	1879.0	9+186
Pozo La Noria 2	87.5	1845.5	9+275
Pozo La Noria 3	46	1758.0	10+514
Rebombero Jardines del Sur	- 20	1712.0	10+530
Pozo La Noria 4	143	1732.0	10+925
Pozo La Noria 6	128.7	1589.0	10+925
Excedente Santiago Tepalcatlalpan	38.1	1460.3	10+925
Excedente San Lucas Xochimanca	40.1	1422.2	10+925
Excedente San Lorenazo Atemoaya	73.1	1382.1	10+925
Rebombero Nativitas	- 80	1309.0	13+840
Pozo San Luis 20	92.5	1389.0	14+850
Pozo San Luis 19	52.4	1296.5	15+325
Excedente Santa Cruz Acalpixca	49.2	1244.1	15+658
Rebombero Santa Cruz Acalpixca	- 30	1194.9	16+530
Pozo San Luis 18	103	1244.9	16+540
Pozo San Luis 17	65.4	1121.9	16+720
Pozo San Luis 16	61.2	1036.5	16+780
Excedentes San Gregorio Atlapulco	22.5	975.3	17+340
Pozo San Luis 13	42	952.8	17+390
Pozo San Luis 11	107	910.8	17+700
Pozo San Luis 12	87	803.8	17+780
Pozo San Luis 8	156.4	716.8	17+930
Excedente San Luis Tlaxialtemalco	73.2	558.4	18+200
Pozo San Luis 9	148	485.2	18+490
Pozo San Luis 7	163	337.2	18+760
Planta de Bombeo de San Luis	174.2	174.2	21+900

TABLA 11-3

POZOS, RAMALES Y REBOMBEO PARA LAS CONDICIONES FUTURAS DE OPERACION

NOMBRE	GASTO APORTADO O EXTRAIDO (l.p.s.)	GASTO ACUMULADO (l.p.s.)	ESTACION DE LA CONEXION
Ramal Emiliano Zapata	420	2040.8	4+210
Rebombero Garza de Huipulco	- 30	1620.8	4+516
Ramal Xochimilco	325	1650.8	5+240
Rebombero La Noria	- 90	1325.8	8+930
Rebombero Jardines del Sur	- 20	1415.8	10+530
Pozo La Noria 4	143	1435.8	10+925
Pozo La Noria 6	128.7	1292.8	10+925
Rebombero Nativitas	- 80	1164.1	13+840
Pozo San Luis 20	92.5	1244.1	14+350
Pozo San Luis 19	52.4	1151.6	15+325
Rebombero Santa Cruz Acapulco	- 30	1099.2	16+530
Pozo San Luis 18	103	1129.2	16+540
Pozo San Luis 17	85.4	1026.2	16+720
Pozo San Luis 16	61.2	940.8	16+780
Pozo San Luis 13	42	879.6	17+390
Pozo San Luis 11	107	837.6	17+700
Pozo San Luis 12	87	730.6	17+780
Pozo San Luis 8	158.4	643.6	17+930
Pozo San Luis 9	148	485.2	18+490
Pozo San Luis 7	163	337.2	18+760
Planta de Bombeo San Luis	174.2	174.2	21+900

2.3 ACUEDUCTO "NUEVO" CHALCO-CERRO DE LA ESTRELLA

Este acueducto descarga su caudal a la planta de bombeo "Cerro de la Estrella", quien a su vez alimenta a los tanques de almacenamiento de la Estrella (dos unidades). Estos tanques son la principal fuente de alimentación de la zona oriente de la Ciudad de México; dicha zona es muy extensa y tiene un gran número de habitantes, pero conglomerados en forma muy irregular. Su gran extensión representa un grave problema en su alimentación puesto que tiene diferentes variedades de topografía; no cuenta con redes suficientes, ya que hay muchos problemas en cuanto a la tenencia de la tierra.

El acueducto Chalco-Cerro de la Estrella conduce los gastos provenientes de los ramales: San Luis, Tecomitl, Tlahuac y Tulyehualco; así como el gasto aportado por los pozos Santa Catarina.

Cabe mencionar que a lo largo de este acueducto se localizan los rebombes: Tlahuac, Tlaltenco, Zapotitlán, Nuevo Zapotitlán y San Lorenzo Tezonco, los cuales extraen agua del mismo conjuntamente con la línea que va por la calzada Taxqueña, la cual llega a la planta de Bombeo Xotepingo.

La longitud total de este acueducto es de 18608 m teniendo su inicio en el pueblo de Santiago Tulyehualco y su final en la planta de Bombeo Cerro de la Estrella, Delegaciones de Xochimilco, Tlahuac e Iztapalapa.

El material con el cual está construido dicho acueducto es tubería del tipo de concreto presforzado (LOCK-JOINT) de 1.83 m (72") de diámetro; teniendo a la llegada de la planta un diámetro de 1.22 m (48").

2.3.1 Revisión hidráulica

Para llevar a cabo la revisión hidráulica del acueducto fue necesario dividirlo por tramos. Los nudos de éstos, corresponden a longitudes a cada 500 m, así como a conexiones de ramales, pozos y rebombes que se localizan a lo largo del mismo.

Por otra parte, se calcularon los gastos para cada uno de los tramos en que fue dividido el acueducto. Para lograr ésto, se fue sumando algebraicamente las aportaciones y extracciones. Los gastos aportados y extraídos son los que a continuación se mencionan.

GASTOS APORTADOS

N O M B R E :	GASTO l.p.s.
1. Ramal Tecomítl	1554.64
2. Ramal San Luis	1102.70
3. Planta Potabilizadora	432.00
4. Ramal Tlahuac	500.00
5. Pozo Santa Catarina No. 12	50.00
6. Pozo Santa Catarina No. 13	32.00
7. Ramal Tulyehualco	2400.00
GASTO TOTAL =	<u>6071.34</u> l.p.s.

GASTOS EXTRAIDOS

N O M B R E :	GASTO l.p.s.
1. Rebombero Tlahuac	150.00
2. Rebombero Tlaltenco	60.00
3. Rebombero Zapotitlán	60.00
4. Rebombero Nuevo Zapotitlán	40.00

Cabe mencionar que a la planta potabilizadora llegan los caudales aportados por los pozos Santa Catarina No. 2, 3,

4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 para después inyectarlos al acueducto.

Como se podrá observar, el gasto total que conduce el mencionado acueducto es de $6071.34 - 1450 = 4621.34$ l.p.s.; sin embargo, no todo llega a la planta de Bombeo-Cerro de la Estrella, pues en ésta generalmente trabajan dos equipos con capacidad de 1000 l.p.s. cada uno, es decir, solo se envían 2000 l.p.s. a dicha planta. El gasto restante sigue su curso por la línea de 1.22 m (48").

Como conclusión de la revisión hidráulica realizada al acueducto en cuestión, se puede afirmar que tiene capacidad para conducir más gasto del que lleva actualmente, sin que revase la máxima carga de presión en condiciones de trabajo, la cual es de 125 m de columna de agua para este tipo de tubería (LOCK-JOINT). En la revisión hidráulica la carga máxima resultó ser de 22.55m columna de agua, la cual es inferior a la especificada.

POZOS QUE DESCARGAN AL RAMAL
T E C O M I T L

P O Z O	GASTO l.p.s.
Tecomítl No. 4	59.00
Tecomítl No. 5	77.00
Tecomítl No. 6	43.00
Tecomítl No. 7	56.60
Tecomítl No. 8	60.00
Tecomítl No. 9	28.00
Tecomítl No. 10	25.00
Tecomítl No. 11	95.00
Tecomítl No. 12	100.00
Tecomítl No. 13	78.00
Tecomítl No. 14	65.00
Tecomítl No. 15	125.00
Tecomítl No. 16	63.00
Tecomítl No. 17	105.00
Tecomítl No. 20	59.00
Tecomítl No. 21	64.00
Tecomítl No. 22	15.00
Tulyehualco No. 2	100.00
Tulyehualco No. 3	106.00
Tulyehualco No. 4	147.00
Tulyehualco No. 5	84.20
<hr/>	
GASTO TOTAL 1,554.80 l.p.s.	

NOTA: El caudal de estos pozos será conducido
en las condiciones de operación 5 y 6 del
acueducto de proyecto.

POZOS QUE DESCARGAN AL RAMAL
SAN LUIS

P O Z O	GASTO l.p.s.
San Luis No. 1	93.00
San Luis No. 3	72.00
San Luis No. 6	65.00
San Luis No. 10	208.00
Tulyehualco No. 7	107.00
Tulyehualco No. 8	94.00
Tulyehualco No. 9	107.00
Tulyehualco No. 10	143.00
*Cerrillos No. 1	75.60
*Cerrillos No. 2	78.20
*Escudo Nacional No. 1	59.90
	<hr/>
GASTO TOTAL	= 1,102.70 l.p.s.

* Estos pozos corresponden a los de proyecto.

NOTA: El caudal de estos pozos será conducido en las condiciones de operación 5 y 6 del acueducto de proyecto.

POZOS QUE DESCARGAN AL ACUEDUCTO "NUEVO" CHALCO-CERRO DE LA ESTRELLA

P O Z O	GASTO l.p.s.
Santa Catarina No. 2	60.00
Santa Catarina No. 3	60.00
Santa Catarina No. 4	59.60
Santa Catarina No. 5	50.00
Santa Catarina No. 6	50.00
Santa Catarina No. 7	52.40
Santa Catarina No. 9	50.00
Santa Catarina No. 10	50.00
Santa Catarina No. 12	50.00
Santa Catarina No. 13	32.00

GASTO TOTAL 514.00 l.p.s.

REBOMBEO QUE EXTRAEN AGUA DEL ACUEDUCTO "NUEVO" CHALCO-CERRO DE LA ESTRELLA

REBOMBEO	GASTO l.p.s.
Tláhuac	150.00
Tlaltenco	60.00
Zapotitlán	60.00
Nuevo Zapotitlán	40.00
San Lorenzo Tezonco	40.00

GASTO TOTAL = 350.00 l.p.s.



0.00
 1.00
 2.00
 3.00
 4.00
 5.00
 6.00
 7.00
 8.00
 9.00
 10.00
 11.00
 12.00
 13.00
 14.00
 15.00
 16.00
 17.00
 18.00
 19.00
 20.00
 21.00
 22.00
 23.00
 24.00
 25.00
 26.00
 27.00
 28.00
 29.00
 30.00
 31.00
 32.00
 33.00
 34.00
 35.00
 36.00
 37.00
 38.00
 39.00
 40.00
 41.00
 42.00
 43.00
 44.00
 45.00
 46.00
 47.00
 48.00
 49.00
 50.00
 51.00
 52.00
 53.00
 54.00
 55.00
 56.00
 57.00
 58.00
 59.00
 60.00
 61.00
 62.00
 63.00
 64.00
 65.00
 66.00
 67.00
 68.00
 69.00
 70.00
 71.00
 72.00
 73.00
 74.00
 75.00
 76.00
 77.00
 78.00
 79.00
 80.00
 81.00
 82.00
 83.00
 84.00
 85.00
 86.00
 87.00
 88.00
 89.00
 90.00
 91.00
 92.00
 93.00
 94.00
 95.00
 96.00
 97.00
 98.00
 99.00
 100.00



	UNAM FACULTAD DE INGENIERIA
	ASPECTOS DE DISEÑO EN EL PROYECTO DE UN ACUEDUCTO A PRESION PLANO DE LOCALIZACION
MEXICO D.F. NOVIEMBRE - 1981	TESIS PROFESIONAL DAVID CERVANTES JAUREGUI

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

0.00	0.00
0.00	0.00
0.00	0.00
0.00	0.00



CARRANMENDO
COTA DE TERRENO
COTA DE PLANTILLA



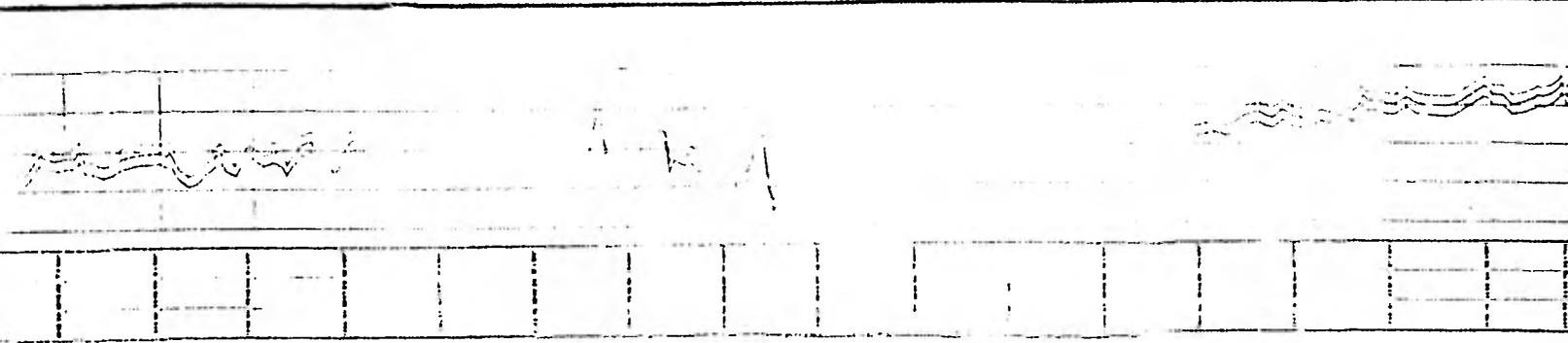
ESCALA HORIZONTAL 1 : 20 000
 ESCALA VERTICAL 1 : 250



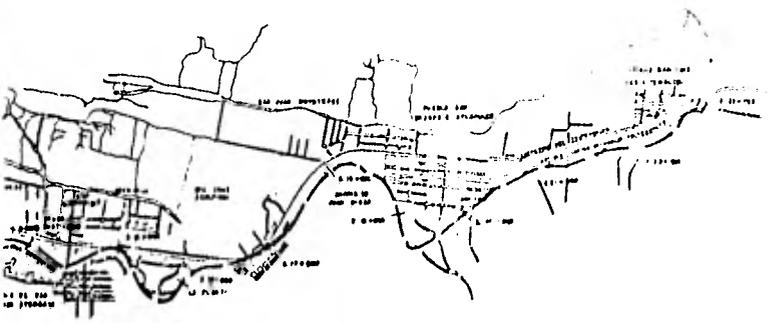
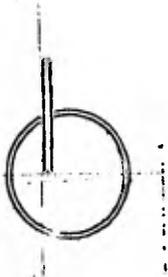
ESCALA

ESCALA HORIZONTAL 1 : 20 000
 ESCALA VERTICAL 1 : 250

PROYECTO DE
 DISEÑO EXTERIOR DE
 CALIDAD
 DISEÑO EXTERIOR DE
 DISEÑO EXTERIOR DE
 DISEÑO EXTERIOR DE



ESCALA HORIZONTAL 1:20 000
 ESCALA VERTICAL 1:150



ESCALA 1:20 000

MEXICO D.F.
 1981



U. N. A. M.

FACULTAD DE INGENIERIA

ASPECTOS DE DISEÑO
 EN EL PROYECTO DE UN
 ACUEDUCTO A PRESION
 PLANO DE LOCALIZACION

MEXICO D.F.
 NOVIEMBRE - 1981

TESIS PROFESIONAL
 DAVID CERVANTES JAUREGUI

Capítulo III

DISEÑO HIDRAULICO

3.1 DESARROLLO DEL PROYECTO

Para proceder al estudio del nuevo acueducto Xochimilco-Xotepingo y apegarse a los lineamientos ya establecidos para el mismo, fue necesario analizar apriori, diferentes condiciones de operación para las cuales el acueducto en cuestión estaría operando. Para ésto se tomaron en cuenta tanto los pozos existentes y de proyecto que se le conectarán, así como los acueductos "viejo y nuevo", los cuales en algún momento podrían ser aliviados o sustituidos por el de proyecto. A este respecto se presentan a continuación algunas observaciones.

Dentro de las consideraciones formuladas para enviar el gasto conducido por el acueducto Chalco-Cerro de la Estrella (acueducto nuevo) al acueducto en estudio, se vió la inconveniencia de mandarlo en forma total ya que re-

sultaría poco práctico y sumamente costoso desde el punto de vista operativo. Por lo anterior se vió más racional enviar solamente el gasto de los ramales Tecomítl y San Luis, el cual suman en total $2.657 \text{ m}^3/\text{seg}$.

Por otra parte, las conexiones al acueducto de proyecto se realizarán solo en los ramales San Luis y Taxqueña. Cabe mencionar que este último ramal sería utilizado en el momento en que el acueducto "nuevo" tuviera alguna falla, ya que de esta manera se logra evitar que la planta de Bombeo Cerro de la Estrella quede fuera de servicio. Es evidente que si llegara a presentarse esta posibilidad, tendría que cambiarse el sentido del flujo de dicho ramal, pues el sentido que lleva actualmente es con el fin de -- alimentar a la planta de bombeo Xotepingo.

Con respecto al acueducto "viejo", no se encontró objeción alguna para enviar, en casos de emergencia, el gasto total al acueducto en estudio.

En adición a lo anteriormente mencionado, también se tomarán en cuenta el gasto de los "posibles" nuevos pozos, -- los cuales se localizarán en las cercanías del ramal Tecomítl.

Una vez expuesto lo anterior se definirán a continuación seis posibles condiciones de operación para los cuales el acueducto de proyecto entrará en funcionamiento.

3.2 CONDICIONES DE OPERACION

3.2.1 Primera condición de operación

En ésta, el acueducto conducirá exclusivamente el gasto excedente del acueducto "viejo". Se incluyen pozos existentes y de proyecto, los cuales aportarán un total de --

954.50 l.p.s. Dicho gasto irá directamente a la planta de Bombeo Xotepingo (ver tabla CO-1).

3.2.2 Segunda condición de operación

Aquí además de considerar los pozos de la tabla 1, se está incluyendo el gasto estimado de 1000 l.p.s. de los "posibles" nuevos pozos. Es decir, el gasto total que conducirá el acueducto para ésta segunda condición será de -- 1954.50 l.p.s., de igual manera, este gasto irá a la planta de Bombeo mencionada en la primera condición de operación (ver tabla CO-2).

3.2.3 Tercera condición de operación

Para esta condición se prevee la falla y reparación del acueducto "viejo". Por tanto el acueducto de proyecto -- tendrá que conducir el gasto excedente (primera condición) más el gasto total del acueducto existente; es decir el -- gasto a conducir será de 2995.30 l.p.s., el cual será enviado directamente a la planta de Bombeo ya citada (ver -- tabla CO-3).

3.2.4 Cuarta condición de operación

El acueducto conducirá el gasto de la tercera condición -- de operación más el gasto de los "posibles" nuevos pozos -- (1000 l.p.s.). Es decir, la planta de Bombeo Xotepingo -- recibirá un gasto total de 3995.30 l.p.s. (ver tabla CO-4).

3.2.5 Quinta condición de operación

Previendo la falla y reparación del acueducto Chalco-Cerro de la Estrella (acueducto nuevo), el acueducto de proyecto conducirá el caudal aportado por los ramales San -- Luis y Tecomítl conjuntamente con el gasto excedente del -- acueducto "viejo" (primera condición). Por tanto el gas-

to total conducido justo antes de la conexión con el ramal Taxqueña será de 3611.50 l.p.s. De este gasto 954.50 l.p.s. irán a la planta de Bombeo Xotepingo y 2657.00 l.p.s. a la planta de Bombeo Cerro de la Estrella. Cabe mencionar que este último gasto es el correspondiente a los ramales ya mencionados (ver tabla C0-5).

3.2.6 Sexta condición de operación

El acueducto conducirá el gasto dado en la quinta condición de operación, así como el que aportarán los "posibles" nuevos pozos (1000 l.p.s.). Por tanto el gasto total a conducir antes de la conexión con el ramal Taxqueña será de 4611.50 l.p.s. De la misma forma que en la condición anterior, 1954.50 l.p.s. llegarán a la planta de Xotepingo y 2657.00 l.p.s. a la del Cerro de la Estrella (ver tabla C0-6).

3.3 SELECCION DEL DIAMETRO

Después de haberse definido las diferentes condiciones de operación, para las cuales se proyectará el nuevo acueducto, se observa que el gasto máximo se presenta en la sexta condición de operación. Dicho gasto tiene un valor de 4611.50 lts/seg y servirá de base para seleccionar el diámetro del acueducto.

TABLA A

RELACION DE GASTOS MAXIMOS	
CONDICION	GASTO (m ³ /seg)
1a.	0.9545
2a.	1.9545
3a.	2.9953
4a.	3.9953
5a.	3.6115
6a.	4.6115

Ahora considerando que la tubería que se va a utilizar en este acueducto es de concreto presforzado (LOCK JOINT), - la velocidad máxima permisible es de 3.5 m/seg, se tiene entonces que el diámetro resultante, con el gasto dado, - es:

$$D = \sqrt{\frac{4 Q}{\pi V}}$$

donde: Q =gasto, en m³/seg

V = velocidad, en m/seg

y sustituyendo valores se obtiene que:

$$D = \sqrt{\frac{4 (4.6112)}{\pi (3.5)}} = 1.29 \text{ mts.}$$

Comparando este diámetro con los diámetros comerciales, - se encuentra que el más adecuado es el de 1.22 m (48"). Asimismo, el tipo de tubería para el acueducto será de - concreto presforzado (tipo LOCK JOINT).

Finalmente, considerando el diámetro seleccionado, la siguiente tabla nos indica las velocidades máximas obtenidas en cada condición de operación, concluyéndose que la velocidad resultante en la sexta condición es adecuada, - pues como se recordará, ésta llega a presentarse solo en casos de emergencia, los cuales son de corta duración.

Para este último caso tenemos que:

$$V = \frac{4 Q}{\pi D^2}$$

D = 1.22 mts, entonces;

$$V = 0.8554 Q$$

TABLA B

CALCULO DE LAS VELOCIDADES MAXIMAS		
CONDICION DE OPERACION	GASTO MAXIMO (m ³ /seg)	VELOCIDAD (m/seg)
1a.	0.9545	0.81
2a.	1.9545	1.67
3a.	2.9953	2.56
4a.	3.9953	3.42
5a.	3.6115	3.09
6a.	4.6115	3.94

3.4 REVISIDN HIDRAULICA PARA LAS SEIS CONDICIONES DE OPERACION

Con el propósito de conocer las cargas de presión, a las cuales el acueducto de proyecto deberá estar sujeto, se hizo necesario efectuar la revisión hidráulica para cada una de las condiciones de operación establecidas. A este respecto, fue necesario dividir el acueducto por tramos. Asimismo, se obtuvieron las cotas a eje de tubo y los cadenamientos para cada uno de los puntos de conexión al acueducto (pozos, ramales y rebombeos).

3.4.1 Pérdidas por fricción

Para el cálculo de las pérdidas por fricción, se hizo uso de la fórmula de HAZEN-WILLIAMS la cual establece que:

$$V = 0.355 C_{H} D^{0.53} S_f^{0.54}$$

V = velocidad, en m/seg

C_H = coeficiente de fricción (depende del diámetro y tipo de material)

D = diámetro, en m.

S_f = pendiente de fricción

Ahora si se sustituye

$$S_f = \frac{H_f}{L} \quad \text{y} \quad V = \frac{4 Q}{\pi D^2}$$

En la expresión antes dada, se deduce que la pérdida por fricción es de la forma:

$$H_f = \frac{3.5866 Q^{1.85}}{C_H D^{2.63}} L$$

Para tubería del tipo LOCK-JOINT especificación SP-12 y - 1.22 m (48") de diámetro, el coeficiente de fricción es - de $C_H = 136$. Por tanto sustituyendo estos valores en la - expresión anterior y efectuando operaciones, se obtiene - finalmente que:

$$H_f = 0.00045 L Q^{1.85}$$

La cual puede expresarse como:

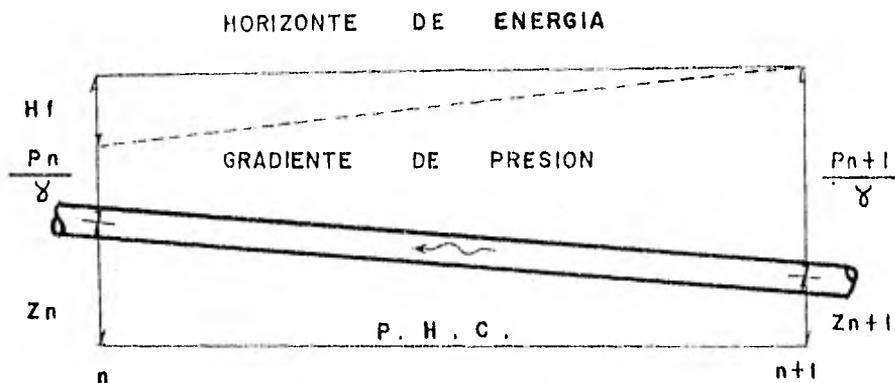
$$H_f = K L Q^{1.85}$$

siendo:

$$K = 0.00045$$

3.4.2 Cargas de presión

De acuerdo a la ecuación de la energía, tenemos que entre las secciones n y $n+1$, de una tubería, la carga de presión es:



$$Z_n + \frac{P_n}{\gamma} + H_f = Z_{n+1} + \frac{P_{n+1}}{\gamma}$$

además si se conoce Z_{n+1} , $\frac{P_n}{\gamma}$, Z_n y H_f

$$\frac{P_{n+1}}{\gamma} = Z_n + \frac{P_n}{\gamma} + H_f - Z_{n+1} = (Z_n - Z_{n+1}) + \frac{P_n}{\gamma} + H_f$$

por tanto
$$\frac{P_{n+1}}{\gamma} = Z + \frac{P_n}{\gamma} + H_f$$

Cabe mencionar que el sentido de cálculo será en dirección opuesto del flujo, pues se partirá de las condiciones impuestas en el cárcamo de bombeo.

Finalmente aplicando los conceptos antes vistos, se procederá a revisar hidráulicamente el acueducto para cada condición de operación establecida.

RELACION DE GASTOS QUE SERAN CONDUCIDOS EN LAS SEIS DIFERENTES
CONDICIONES DE OPERACION (GASTOS EXCEDENTES DEL ACUEDUCTO
"VIEJO" EN SITUACION FUTURA).

POZO	GASTO APORTA DO 1.p.s.	ESTACION
Periférico No. 1	60.00	1+530
Periférico No. 3	109.00	3+040
Emiliano Zapata	65.00	4+130
Periférico No. 8	50.00	6+820
Periférico No. 9	127.30	7+732
Tepepan *	80.00	8+213
La Noria No. 1	33.50	9+186
La Noria No. 2	87.50	9+875
La Noria No. 3	46.00	10+514
Santiago Tepalcaltlalpan*	38.10	11+857
San Lucas Xochimanca*	40.10	11+857
San Lorenzo Atemoaya*	73.10	13.255
Santa Cruz Acalpixca*	49.20	16+738
San Gregorio Atlapulco*	22.50	18+196
San Luis Tlaxialtemalco	73.20	21+750
GASTO TOTAL	954.50 1.p.s.	

* Estos pozos corresponden a los de proyecto.

RELACION DE GASTOS QUE SERAN CONDUCIDOS EN LAS CONDICIONES DE
OPERACION 3 Y 4 (GASTOS CONDUCIDOS POR EL ACUEDUCTO "VIEJO"
EN SITUACION FUTURA)

NOMBRE (POZO, RAMAL O REBOMBEO)	GASTO APORTADO O EXTRAIDO l.p.s.	ESTACION
Ramal Emiliano Zapata	420.00	4+210
Rebombero Garza de Huipulco	- 30.00	4+516
Ramal Xochimilco	325.00	5+240
Rebombero La Noria	- 90.00	8+930
Rebombero Jardines del Sur	- 20.00	10+530
Pozo La Noria No. 4	143.00	10+987
Pozo La Noria No. 6	128.70	11+866
Rebombero Nativitas	- 80.00	13+920
Pozo San Luis No. 20	92.50	14+954
Pozo San Luis No. 19	52.40	16+482
Rebombero Santa Cruz Acalpixa	- 30.00	17+544
Pozo San Luis No. 18	103.00	17+553
Pozo San Luis No. 17	85.40	17+641
Pozo San Luis No. 16	61.20	17+787
Pozo San Luis No. 13	42.00	20+315
Pozo San Luis No. 12	87.00	20+990
Pozo San Luis No. 11	107.00	21+100
Pozo San Luis No. 8	158.40	21+313
Pozo San Luis No. 9	148.00	22+015
Pozo San Luis No. 7	163.00	22+354
Planta de Bombeo San Luis T.	174.20	22+796
GASTO TOTAL	2,040.80 l.p.s.	

PRIMERA CONDICION DE OPERACION

				PERDIDAS POR FRICCION						CARGAS DE PRESION			
EST.	NOMBRE	GASTO	GASTO	NUDO	TRAMO	K	L	GASTO	h _f	COTA	ΔZ	h _f	P/8
		APORT.	ACUMUL.										
		Lts/Seg	Lts/Seg				m	in ³ /seg	m	m.s.n.m	m	m	m
0+000	Córcamo P.B. Xotepingo	-----	-----	0						2243.32			1.00
1+530	Pozo Periférico No. 1	60.00	954.50	1	0-1	0.00045	1530	0.9545	0.63	2243.21	0.11	0.63	1.74
3+040	Pozo Periférico No. 3	109.00	894.50	2	1-2	0.00045	1510	0.8945	0.51	2241.76	1.45	0.51	3.70
4+130	Pozo Emiliano Zapata	65.00	785.50	3	2-3	0.00045	1090	0.7855	0.31	2242.41	-0.65	0.31	3.36
6+820	Pozo Periférico No. 8	60.00	720.50	4	3-4	0.00045	2690	0.7206	0.66	2243.51	-1.10	0.66	2.92
7+732	Pozo Periférica No. 9	127.30	670.50	5	4-5	0.00045	912	0.6705	0.19	2244.06	-0.55	0.19	2.56
8+213	Pozo Tepepan	80.00	543.20	6	5-6	0.00045	481	0.5432	0.07	2241.36	2.70	0.07	5.33
9+186	Pozo La Noria No. 1	33.50	463.20	7	6-7	0.00045	973	0.4632	0.10	2244.03	-2.67	0.10	2.76
9+875	Pozo La Noria No. 2	87.50	429.70	8	7-8	0.00045	689	0.4297	0.06	2243.21	0.82	0.06	3.64
10+514	Pozo La Noria No. 3	46.00	342.20	9	8-9	0.00045	639	0.3427	0.04	2243.21	-1.05	0.04	3.64
11+857	Pozo Santiago Tepalcatlolpan	38.10	296.20	10	9-10	0.00045	---	---	---	2244.26	---	---	2.63
11+857	Pozo San Lucas Xochimanca	40.10	258.10	10	9-10	0.00045	1343	0.2581	0.05	2245.86	-1.60	0.05	2.63
13+255	Pozo San Lorenzo Atemoaya	73.10	218.00	11	10-11	0.00045	1398	0.2180	0.03	2245.86	-0.60	0.03	1.08
16+738	Pozo Santa Cruz Acatlaxca	49.20	144.90	12	11-12	0.00045	3483	0.1449	0.04	2246.46	7.55	0.04	0.52
18+196	Pozo San Gregorio Atlapulco	22.50	95.70	13	12-13	0.00045	1458	0.0957	0.01	2238.91	-7.47	0.01	8.10
21+750	Pozo San Luis Tlaxialtemalco	73.20	73.20	14	13-14	0.00045	3554	0.0732	0.01	2246.38	-4.44	0.01	0.64
22+796	Inicio Acueducto	00.00	0000	15	14-15	0.00045	1096	0.0000	0.00	2250.82	-0.16	0.00	-3.79
										2250.98			-3.95

Fuente: SOTTEC Ingenieros S.A.

SEGUNDA CONDICION DE OPERACION

				PERDIDAS POR FRICCION						CARGAS DE PRESION			
EST.	N O M B R E	GASTO	GASTO	NUDO	TRAMO	K	L	GASTO	h _f	COTA	ΔZ	h _f	P/γ
		APORT.	ACUMUL.										
0+000	Cárcamo P.B. Xotepingo	-----	-----	0						2243.32			1.00
1+530	Pozo Periférico No. 1	60.00	1954.50	1	0-1	0.00045	1530	1.9545	2.37	2243.21	0.11	2.37	3.48
3+040	Pozo Periférico No. 3	109.00	1894.50	2	1-2	0.00045	1510	1.8945	2.21	2241.76	1.45	2.21	7.14
4+130	Pozo Emiliano Zapata	65.00	1785.50	3	2-3	0.00045	1090	1.7855	1.43	2242.41	-0.65	1.43	7.92
6+820	Pozo Periférico No. 8	50.00	1720.50	4	3-4	0.00045	2690	1.7205	3.30	2243.51	-1.10	3.30	10.12
7+732	Pozo Periférico No. 9	127.30	1670.50	5	4-5	0.00045	912	1.6705	1.06	2244.06	-0.55	1.06	10.63
8+213	Pozo Tepepan	80.00	1543.20	6	5-6	0.00045	481	1.5432	0.48	2241.36	2.70	0.48	13.81
9+186	Pozo La Noria No. 1	33.50	1463.20	7	6-7	0.00045	973	1.4632	0.85	2244.03	-2.67	0.85	11.99
9+875	Pozo La Noria No. 2	87.50	1429.70	8	7-8	0.00045	689	1.4297	0.60	2243.21	0.82	0.60	13.41
10+514	Pozo La Noria No. 3	46.00	1342.20	9	8-9	0.00045	639	1.3427	0.49	2244.26	-1.05	0.49	12.85
11+857	Pozo Santiago Tepalcotlalpan	38.10	1296.20	10	9-10	0.00045	-----	-----	-----	2245.86	-----	-----	12.85
11+857	Pozo San Lucas Xochimanco	40.10	1258.10	10	9-10	0.00045	1343	1.2581	0.92	2245.86	-1.60	0.92	12.17
13+255	Pozo San Lorenzo Atemaya	73.10	1218.00	11	10-11	0.00045	1398	1.2180	0.90	2246.46	-0.60	0.90	12.47
16+738	Pozo Santa Cruz Acalpixca	49.20	1144.20	12	11-12	0.00045	3483	1.1449	2.01	2238.91	7.55	2.01	22.03
18+196	Pozo San Gregoria Atlapulco	22.50	1095.70	13	12-13	0.00045	1458	1.0957	0.77	2246.38	-7.47	0.77	15.33
21+750	Pozo San Luis Tlaxiátemalco	73.20	1073.20	14	13-14	0.00045	3554	1.0732	1.82	2250.82	-4.44	1.82	12.71
22+796	Inicia Acueducto (Pozos Nuevos)	1000.00	1000.00	15	14-15	0.00045	1096	1.0000	0.49	2250.95	-0.16	0.49	13.04

Fuente : SOTTEC Ingenieros S.A.

- 50 -

TABLA CO-2

TERCERA CONDICION DE OPERACION

EST.	NOMBRE	GASTO		PERDIDAS POR FRICCION						CARGAS DE PRESION			
		APORT.	ACUMUL.	NUDO	TRAMO	K	L	GASTO	h _f	COTA	ΔZ	h _f	P/γ
		Lts/Seg	Lts/Seg										
0+000	Carcamo P.B. Xatepingo	---	---	0	0-1	0.00045	1530	2.0953	5.23	2243.52	0.11	5.23	1.00
1+153	Pozo Periferico No. 1	60.00	2995.30	1	1-2	0.00045	1510	2.9353	4.98	2243.21	1.45	4.98	6.34
3+040	Pozo Periferico No. 3	109.00	2935.30	2	2-3	0.00045	1090	2.8263	3.35	2241.76	-0.65	3.35	12.77
4+130	Pozo Emiliano Zapata	65.00	2826.30	3	3-4	0.00045	80	2.7613	0.23	2242.41	-0.20	0.23	16.47
4+210	Ramol Emiliano Zapata	420.00	2761.30	4	4-5	0.00045	306	2.3413	0.66	2242.61	-0.48	0.66	15.50
4+516	Rebombeo Garza de Huipulco	-30.00	2341.30	5	5-6	0.00045	724	2.3713	1.60	2243.09	0.43	1.60	15.68
5+240	Ramol Xochimilco	325.00	2371.30	6	6-7	0.00045	1580	2.0463	2.67	2243.52	0.01	2.67	16.85
6+820	Pozo Periferico No. 8	50.00	2046.30	7	7-8	0.00045	912	1.9363	1.47	2243.51	-0.55	1.47	19.53
7+732	Pozo Periferico No. 9	127.30	1996.30	8	8-9	0.00045	481	1.8690	0.68	2244.06	2.70	0.68	20.45
8+213	Pozo Tepepan	80.00	1869.00	9	9-10	0.00045	717	1.7890	0.94	2241.30	-3.24	0.94	23.83
8+930	Rebombeo La Noria	-90.00	1789.00	10	10-11	0.00045	256	1.8790	0.37	2244.60	0.57	0.37	21.53
9+186	Pozo La Noria No. 1	33.50	1879.00	11	11-12	0.00045	689	1.8455	0.96	2244.03	0.82	0.96	22.47
9+895	Pozo La Noria No. 2	87.50	1845.50	12	12-13	0.00045	639	1.7580	0.81	2243.21	-1.05	0.81	24.25
10+514	Pozo La Noria No. 3	46.00	1758.00	13	13-14	0.00045	16	1.7120	0.01	2244.26	-0.09	0.01	24.01
10+530	Rebombeo Jardines del Sur	-20.00	1712.00	14	14-15	0.00045	457	1.7320	0.56	2244.35	-1.01	0.56	23.93
10+987	Pozo La Noria No. 4	143.00	1732.00	15						2245.31			23.46
11+857	Pozo Santiago Tepedacatlan	38.10	1589.00	16	15-16	0.00045	870	1.5509	0.88	2245.86	-0.50	0.88	23.48
11+857	Pozo San Lucas Xochimilco	40.10	1550.90	16	16-17	0.00045	9	1.5108	0.01	2245.86	0.07	0.01	23.86
11+866	Pozo La Noria No. 6	128.70	1510.80	17	17-18	0.00045	1389	1.3821	1.13	2245.79	-0.67	1.13	23.94
13+255	Pozo San Lorenzo Atemoaya	73.10	1382.10	18	18-19	0.00045	665	1.3090	0.49	2246.96	4.44	0.49	24.40
13+820	Rebombeo Nativitas	-80.00	1309.00	19	19-20	0.00045	1034	1.3890	0.85	2242.02	-1.29	0.85	29.53
14+954	Pozo San Luis No. 20	92.50	1309.00	20	20-21	0.00045	1528	1.2965	1.11	2243.31	4.25	1.11	28.89
16+482	Pozo San Luis No. 19	62.40	1296.50	21	21-22	0.00045	256	1.2441	0.16	2239.06	0.15	0.16	34.25
16+738	Pozo Santa Cruz Acapulco	49.20	1244.10	22	22-23	0.00045	806	1.1949	0.50	2238.91	-5.60	0.50	34.56
17+644	Rebombeo Santa Cruz Acapulco	-50.00	1194.90	23	23-24	0.00045	9	1.2249	0.00	2244.51	-0.15	0.00	29.46
17+553	Pozo San Luis No. 18	103.00	1224.90	24	24-25	0.00045	88	1.1219	0.04	2244.66	-1.70	0.04	29.31
17+641	Pozo San Luis No. 17	85.40	1121.90	25	25-26	0.00045	146	1.0365	0.07	2246.36	-0.07	0.07	27.65
17+787	Pozo San Luis No. 16	61.20	1036.50	26	26-27	0.00045	409	0.9753	0.16	2246.43	0.05	0.16	27.85
18+196	Pozo San Gregorio Atlapulco	22.50	975.30	27	27-28	0.00045	219	0.9528	0.09	2246.36	-1.87	0.09	26.08
20+315	Pozo San Luis No. 13	42.00	952.80	28	28-29	0.00045	675	0.9108	0.26	2248.25	-1.13	0.26	26.08
20+990	Pozo San Luis No. 12	87.00	910.80	29	29-30	0.00045	110	0.8238	0.03	2249.38	-0.62	0.03	26.21
21+100	Pozo San Luis No. 11	107.00	823.00	30	30-31	0.00045	213	0.7168	0.05	2250.09	0.69	0.05	24.62
21+313	Pozo San Luis No. 8	158.40	716.80	31	31-32	0.00045	437	0.6584	0.07	2249.41	-1.41	0.07	25.26
21+750	Pozo San Luis Tlaxiastemalco	73.20	558.40	32	32-33	0.00045	265	0.4852	0.03	2250.82	0.11	0.03	23.92
22+016	Pozo San Luis No. 9	148.00	485.20	33	33-34	0.00045	339	0.3372	0.02	2250.71	0.81	0.02	24.06
22+354	Pozo San Luis No. 7	163.00	337.20	34	34-35	0.00045	442	0.1742	0.01	2249.50	-1.08	0.01	24.89
22+796	Iniao Aduelco (P.B. San Luis Tlaxiastemalco)	174.20	174.20	35						2250.86			23.82

15

CUARTA CONDICION DE OPERACION

EST.	NOMBRE	GASTO APORT. Lit/Seg	GASTO ACUMUL. Lit/Seg	PERDIDAS POR FRICCION					CARGAS DE PRESION				
				NUDO	TRAMO	K	L	GASTO	h _f	COTA	ΔZ	h _f	P/γ
							m	m ³ /seg	m	m.s.n.m.	m	m	m
0+000	Carcama P.B. Xotepinga	---	---	0	0-1	0.00045	1630	3.9953	8.92	2243.32	0.11	8.92	1.00
1+153	Pozo Periferico No. 1	60.00	3995.30	1	1-2	0.00045	1610	3.9333	8.60	2243.21	1.45	8.66	10.03
3+040	Pozo Periferico No. 3	109.00	3955.30	2	2-3	0.00045	1090	3.8263	5.87	2241.76	-0.65	5.87	20.04
4+130	Pozo Emiliano Zapata	65.00	3826.30	3	3-4	0.00045	80	3.7613	0.41	2242.41	-0.20	0.41	28.26
4+210	Ramal Emiliano Zapata	420.00	3761.30	4	4-5	0.00045	306	3.3413	1.28	2242.61	-0.48	1.28	25.47
4+516	Rebombeo Garza de Hulpulco	-30.00	3341.30	5	5-6	0.00045	72.4	3.3713	3.08	2243.09	-0.43	3.08	26.47
5+240	Ramal Xochimilco	325.00	3371.30	6	6-7	0.00045	158.0	3.0463	5.58	2243.52	0.01	5.58	28.92
6+820	Pozo Periferico No. 8	50.00	3046.30	7	7-8	0.00045	91.2	2.9963	3.12	2243.51	-0.55	3.12	34.51
7+732	Pozo Periferico No. 9	127.30	2996.30	8	8-9	0.00045	48.1	2.8690	1.52	2244.06	2.70	1.52	37.08
8+213	Pozo Tepepan	80.00	2869.00	9	9-10	0.00045	71.7	2.7890	2.15	2241.36	-3.24	2.15	41.30
8+930	Rebombeo La Noria	-90.00	2789.00	10	10-11	0.00045	25.6	2.8790	0.81	2244.60	0.57	0.81	40.21
9+186	Pozo La Noria No. 1	33.50	2879.00	11	11-12	0.00045	68.9	2.8455	2.15	2244.03	0.82	2.15	41.59
9+876	Pozo La Noria No. 2	87.50	2845.50	12	12-13	0.00045	63.9	2.7580	1.87	2243.21	-1.05	1.87	44.56
10+514	Pozo La Noria No. 3	46.00	2758.00	13	13-14	0.00045	1.6	2.7120	0.04	2244.26	-0.09	0.04	45.38
10+530	Rebombeo Jardines del Sur	-20.00	2712.00	14	14-15	0.00045	4.67	2.7320	1.32	2244.35	-1.01	1.32	45.33
10+987	Pozo La Noria No. 4	143.00	2732.00	15	15-16	0.00045	---	---	---	2246.36	---	---	46.64
11+857	Pozo Santiago Tepalcotlan	38.10	2589.00	16	15-16	0.00045	87.0	2.5509	2.21	2245.86	-0.50	2.21	45.64
11+857	Pozo San Lucas Xochimilco	40.10	2550.90	16	16-17	0.00045	9	2.5108	0.00	2245.86	0.07	0.00	47.35
11+866	Pozo La Noria No. 6	28.70	2510.80	17	17-18	0.00045	13.89	2.3821	3.11	2245.79	-0.67	3.11	47.42
13+255	Pozo San Lorenzo Atemocoya	73.10	2382.10	18	18-19	0.00045	6.65	2.3090	1.41	2246.46	4.44	1.41	49.86
13+920	Rebombeo Nativitas	-80.00	2309.00	19	19-20	0.00045	103.4	2.3890	2.33	2242.02	-1.29	2.33	56.71
14+954	Pozo San Luis No. 20	92.50	2389.00	20	20-21	0.00045	15.28	2.2965	3.20	2243.31	4.25	3.20	56.75
16+482	Pozo San Luis No. 19	52.40	2296.50	21	21-22	0.00045	25.6	2.2441	0.51	2239.06	0.15	0.51	64.20
16+738	Pozo Santa Cruz Acatlisco	49.20	2244.10	22	22-23	0.00045	80.6	2.1949	1.55	2238.91	-5.60	1.55	64.86
17+544	Rebombeo Santa Cruz Acatlisco	-30.00	2194.90	23	23-24	0.00045	9	2.2249	0.00	2244.51	-0.15	0.00	60.81
17+553	Pozo San Luis No. 18	103.00	2244.90	24	24-25	0.00045	8.8	2.1219	0.15	2244.66	-1.70	0.15	60.66
17+641	Pozo San Luis No. 17	85.40	2121.90	25	25-26	0.00045	1.46	2.0365	0.24	2246.36	-0.07	0.24	59.11
17+787	Pozo San Luis No. 16	61.20	2036.50	26	26-27	0.00045	40.9	1.9753	0.63	2246.43	0.05	0.63	59.28
18+196	Pozo San Gregorio Atlapulco	22.50	1975.50	27	27-28	0.00045	21.19	1.9528	3.29	2246.58	0.05	3.29	59.96
20+318	Pozo San Luis No. 13	42.00	1982.80	28	28-29	0.00045	67.5	1.9108	1.01	2248.25	-1.87	1.01	61.38
20+490	Pozo San Luis No. 12	87.00	1910.80	29	29-30	0.00045	1.10	1.8238	0.15	2249.58	-1.13	0.15	61.26
21+100	Pozo San Luis No. 11	107.00	1823.80	30	30-31	0.00045	213	1.7168	0.26	2250.00	-0.62	0.15	60.74
21+313	Pozo San Luis No. 8	158.40	1716.80	31	31-32	0.00045	4.37	1.5584	0.44	2249.41	0.59	0.26	61.64
21+750	Pozo San Luis Tlaximilco	73.20	1658.40	32	32-33	0.00045	2.65	1.4852	0.24	2250.82	1.41	0.44	60.67
22+1015	Pozo San Luis No. 9	148.00	1485.20	33	33-34	0.00045	53.9	1.3372	0.25	2250.71	0.11	0.24	61.02
22+354	Pozo San Luis No. 7	163.00	1337.20	34	34-35	0.00045	4.42	1.1742	0.26	2249.90	0.81	0.25	62.08
22+796	P. B. San Luis Tlaximilco	174.20	1174.20	35	35-36	0.00045	0	1.0000	0.00	2250.98	-1.08	0.26	61.26
22+796	Pozos Nuevas (Inicia Acueducto)	1000.00	1000.00	36	35-36	0.00045	0	1.0000	0.00	2250.98	0	0	61.26

S E X T A C O N D I C I O N D E O P E R A C I O N

				P E R D I D A S P O R F R I C C I O N					C A R G A S D E P R E S I O N				
E S T.	N O M B R E	G A S T O	G A S T O	N U D O	T R A M O	K	L	G A S T O	h _f	C O T A	Δ Z	h _f	P/γ
		A P O R T.	A C U M U L.										
		Lts / Seg	Lts / Seg				m	m ³ /seg	m	m. s. n. m.	m	m	m
0+000	Córcamo P.B. Xotepingo	-----	-----	0						2243.32			1.00
0+150	Desviación Ramal Tasqueña	2637.00	1954.50	1	0-1	0.00045	150	1.9545	0.23	2240.80	2.52	0.23	3.75
1+530	Pozo Periférico No. 1	60.00	4611.50	2	1-2	0.00045	1380	4.6115	10.50	2243.21	-2.41	10.50	11.84
3+040	Pozo Periférico No. 3	109.00	4551.50	3	2-3	0.00045	1810	4.5515	11.21	2241.76	1.45	11.21	24.50
4+130	Pozo Emillano Zapata	65.00	4442.50	4	3-4	0.00045	1090	4.4427	7.74	2242.41	-0.65	7.74	31.59
6+820	Pozo Periférico No. 8	50.00	4377.50	5	4-5	0.00045	2690	4.3775	18.59	2243.51	-1.10	18.59	49.08
7+732	Pozo Periférico No. 9	127.30	4327.50	6	5-6	0.00045	912	4.3275	6.17	2244.00	-0.49	6.17	54.76
8+213	Pozo Tepepan	80.00	4200.20	7	6-7	0.00045	481	4.2002	3.08	2241.36	2.64	3.08	60.48
9+186	Pozo La Noria No. 1	33.50	4120.20	8	7-8	0.00045	973	4.1202	6.01	2241.03	-2.67	6.01	63.82
9+875	Pozo La Noria No. 2	87.50	4086.70	9	8-9	0.00045	689	4.0867	4.19	2243.21	0.82	4.19	68.83
10+514	Pozo La Noria No. 3	46.00	3999.20	10	9-10	0.00045	639	3.9992	3.74	2244.26	-1.05	3.74	71.52
11+867	Pozo Santiago Tepalcatlalpan	38.10	3953.20	11	10-11	0.00045	-----	-----	-----	2245.86	-----	-----	71.52
11+857	Pozo San Lucas Xochimanco	40.10	3915.10	11	10-11	0.00045	1343	3.9151	7.70	2245.86	-1.60	7.70	77.60
13+255	Pozo San Lorenzo Atemoaya	73.10	3875.00	12	11-12	0.00045	1398	3.8750	7.71	2246.46	-0.60	7.71	84.71
16+738	Pozo Santa Cruz Acalpixca	49.20	3801.90	13	12-13	0.00045	3483	3.8019	18.54	2238.91	7.55	18.54	110.80
18+196	Pozo San Gregorio Atlapulco	22.50	3752.70	14	13-14	0.00045	1458	3.7527	7.58	2246.38	-7.47	7.58	110.91
21+750	Pozo San Luis Tlaxialtetmalco	73.20	3730.00	15	14-15	0.00045	3554	3.7320	18.28	2250.82	-4.44	18.28	124.75
22+796	Ramales San Luis y Tecomiti	2657.00	3657.00	16	15-16	0.00045	-----	-----	-----	2250.98	-----	-----	124.75
22+796	Inicia Acueducto nuevo (P. Nueve)	1000.00	1000.00	16	15-16	0.00045	1046	1.0000	0.47	2250.98	-0.16	0.47	125.06

Fuente: BOTTEC Ingenieros S.A.

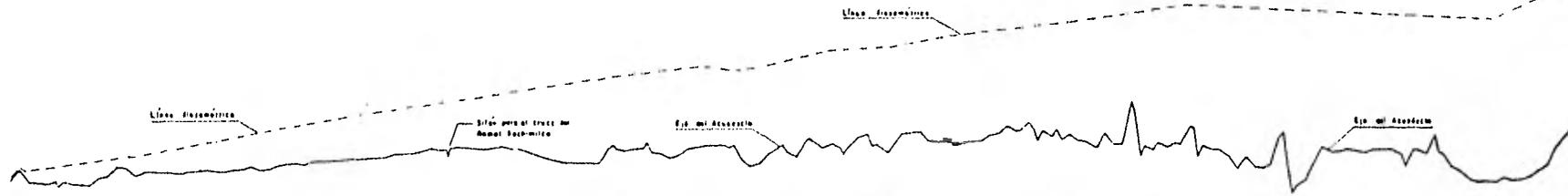
-53-
TABLA CO-6

QUINTA CONDICION DE OPERACION

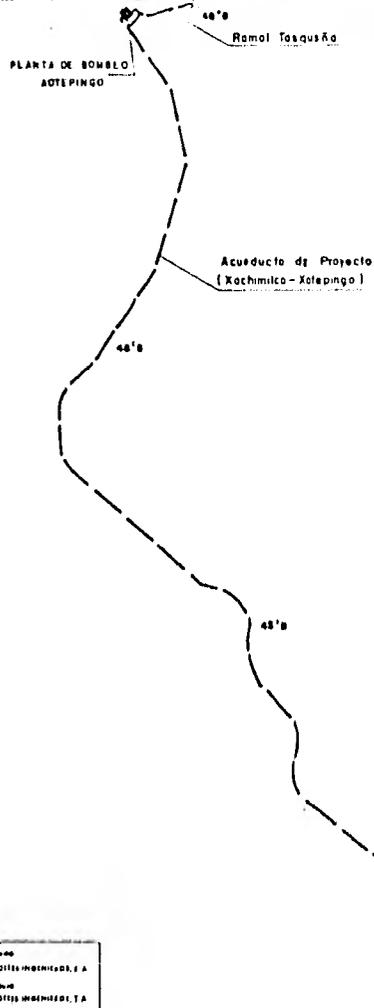
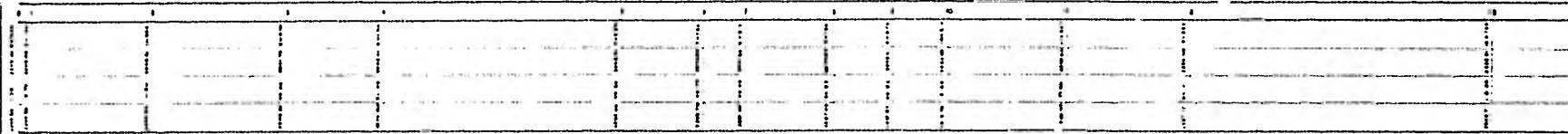
				PERDIDAS POR FRICCION					CARGAS DE PRESION				
EST.	NOMBRE	GASTO	GASTO	NUDO	TRAMO	K	L	GASTO	h _f	COTA	ΔZ	h _f	P/γ
		APORT.	ACUMUL										
0+000	Cárcama P.B. Xotepinga	----	----	0						2243.32			1.00
0+150	Desviación Ramal Tasqueña	2667.00	954.80	1	0-1	0.00045	150	0.9548	0.06	2240.80	2.52	0.06	3.58
1+530	Pozo Periférico No. 1	60.00	3611.80	2	1-2	0.00045	1380	3.6112	6.67	2243.21	-2.41	6.67	7.84
3+040	Pozo Periférico No. 3	109.00	3551.80	3	2-3	0.00045	1510	3.5518	7.08	2241.76	1.45	7.08	16.37
4+130	Pozo Emiliano Zapata	65.00	3442.50	4	3-4	0.00045	1090	3.4427	4.82	2242.41	-0.65	4.82	20.54
6+820	Pozo Periférico No. 8	50.00	3377.50	5	4-5	0.00045	2690	3.3772	11.50	2243.51	-1.10	11.50	30.94
7+732	Pozo Periférico No. 9	127.30	3327.80	6	5-6	0.00045	912	3.3275	3.79	2244.00	-0.49	3.79	34.24
8+213	Pozo Tepepan	80.00	3200.20	7	6-7	0.00045	481	3.2002	1.86	2241.36	2.64	1.86	33.49
9+186	Pozo La Noria No. 1	33.50	3120.20	8	7-8	0.00045	973	3.1202	3.59	2244.03	-2.67	3.59	34.41
9+875	Pozo La Noria No. 2	87.50	3086.70	9	8-9	0.00045	689	3.0867	2.49	2243.21	0.82	2.49	37.72
10+514	Pozo La Noria No. 3	46.00	2999.20	10	9-10	0.00045	639	2.9992	2.18	2244.26	-1.05	2.18	38.85
11+857	Pozo Santiago Tepalcotalpan	38.10	2953.20	11	10-11	0.00045				2245.86			38.85
11+857	Pozo San Lucas Xochimanca	40.10	2915.10	11	10-11	0.00045	1343	2.9151	4.50	2245.86	-1.60	4.50	41.73
13+255	Pozo San Lorenzo Atemoaya	73.10	2875.00	12	11-12	0.00045	1398	2.8750	4.43	2246.46	-0.60	4.43	45.56
16+738	Pozo Santa Cruz Acalpixca	49.20	2801.90	13	12-13	0.00045	3483	2.8019	10.54	2238.91	7.55	10.54	63.65
18+196	Pozo San Gregorio Atlapulco	22.50	2752.70	14	13-14	0.00045	1458	2.7527	4.27	2246.38	-7.47	4.27	50.45
21+750	Pozo San Luis Tlaxiátemalco	73.20	2730.00	15	14-15	0.00045	3554	2.7320	10.26	2250.82	-4.44	10.26	56.27
22+796	Inicio Acueducto (Ramales San Luis y Tecomiti).	2,657.00	2,657.00	16	15-16	0.00045	1046	2.6570	2.86	2250.98	-0.16	2.86	58.97

-54-

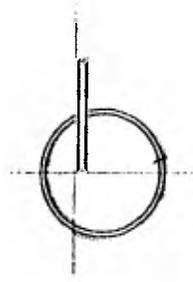
TABLA CO-5



PTIS DE REFERENCIA
CADENAMIENTO
COTA DEL EJE DEL ACUEDUCTO
CARGA DISPONIBLE
COTA PIEZOMÉTRICA



ESCALA HORIZONTAL 1:20,000
ESCALA VERTICAL 1:1250

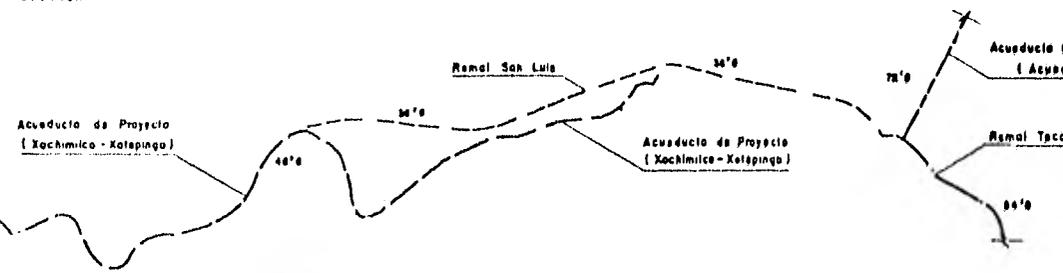


ESCALA 1:20,000

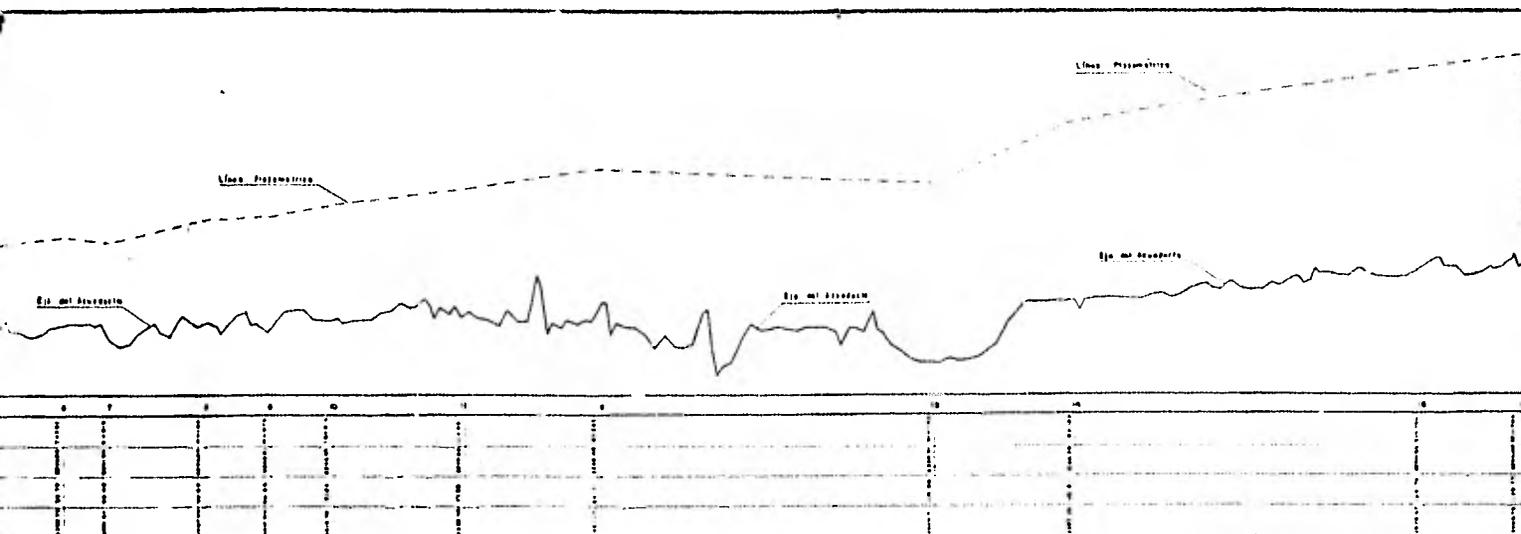


BAJULA GRAFICA

RELACION DE GASTOS APORTADOS Y EXTRAIDOS EN EL ACUEDUCTO DE PROYECTO			
DESCRIPCION	PTOS DE REP	CADENA-MIENTO	GASTO APORTADO Y EXTRAIDO (112.700g)
Cárcamo P. B. Katapingo	0	0+000	---
Derivación Ramal Tolucaño	1	0+180	2867.00
Pozo Perforado # 1	2	1+830	80.00
Pozo Perforado # 3	3	3+040	109.00
Pozo Estanco Zapata	4	4+180	85.00
Pozo Perforado # 8	8	6+820	50.00
Pozo Perforado # 9	8	7+732	137.30
Pozo Tapapan	7	8+213	90.00
Pozo La Noria # 1	8	9+198	33.50
Pozo La Noria # 2	8	9+873	87.30
Pozo La Noria # 3	10	10+814	48.00
Pozo Santiago Tepicatlilpan y San Lucas Cochimico	11	11+857	78.20
Pozo San Lucas Cochimico	12	13+253	73.10
Pozo Santa Cruz Acolatlan	13	19+738	49.20
Pozo San Angelito A. Tapapan	14	18+189	33.30
Pozo San Luis Tepicatlilpan	19	21+790	73.20
Inicio Acueducto	18	22+795	3837.00



PROYECTO DE ACUEDUCTO DE XOCHIMICO-KATAPINGO
 DISEÑADO POR: [Nombre]
 ELABORADO POR: [Nombre]
 APROBADO POR: [Nombre]

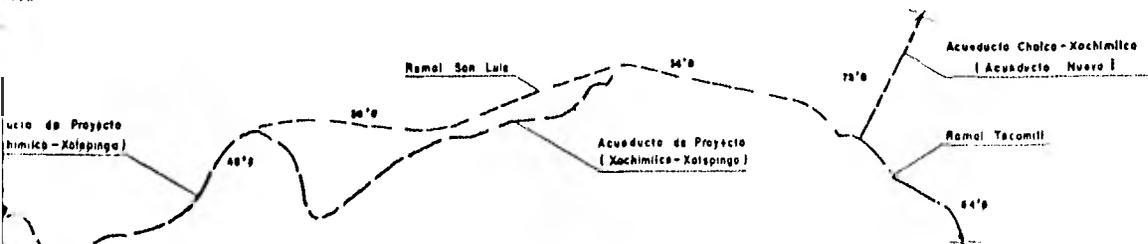


ESCALA HORIZONTAL 1:20 000
 ESCALA VERTICAL 1:1250

RELACION DE GASTOS APORTADOS Y EXTRAIDOS EN EL ACUEDUCTO DE PROYECTO			
DESCRIPCION	PTON DE REP	CADENA-MIENTO	GASTO APORTADO Y EXTRAIDO (Miles de \$)
Cárcamo P. B. Xotapingo	0	0 + 000	—
Demarcación Ramal Tuxtepec	1	0 + 130	2657 00
Paso Periférico # 1	2	1 + 830	83 00
Paso Periférico # 3	3	3 + 040	108 00
Paso San Mateo Zapate	4	4 + 130	85 00
Paso Periférico # 2	5	5 + 820	50 00
Paso Periférico # 5	6	7 + 730	127 30
Paso Tapanoa	7	8 + 210	80 00
Paso La Herría # 1	8	9 + 100	33 50
Paso La Herría # 2	9	9 + 875	87 30
Paso La Herría # 3	10	10 + 514	48 00
Paso Santiago Tapachalapa 1 San Lucas Xochimilco	11	11 + 857	78 20
Paso San Lucas Xochimilco	12	12 + 232	73 10
Paso Santa Cruz Xochimilco	13	13 + 738	48 10
Paso San Gregorio Xochimilco	14	14 + 198	23 50
Paso San Luis Xochimilco	15	15 + 750	73 80
Salida Acueducto	16	16 + 788	3857 00

20 000

FICHA



	U. N. A. M. FACULTAD DE INGENIERIA
	ASPECTOS DE DISEÑO EN EL PROYECTO DE UN ACUEDUCTO A PRESION REVISION HIDRAULICA
MEXICO D F NOVIEMBRE - 1961	TESIS PROFESIONAL DAVID CERVANTES JAUREQUI

Capítulo IV

TIPO DE TUBERIA Y COLOCACION

4.1 TIPO DE TUBERIA

4.1.1 Descripción

Esta tubería es del tipo de concreto presforzado (LOCK—JOINT), con cilindro para presión. El refuerzo consiste en un cilindro de acero sellado mediante soldadura continua y ahogada en el concreto. El tubo está provisto de juntas flexibles de acero de sección especial soldadas al cilindro y firmemente ancladas a la estructura. El cilindro está recubierto en su parte interior por una capa de concreto no menor de 2.54 cm (1") de espesor, el espesor total del núcleo para este diámetro es de 7.6 cm (3"). El núcleo de concreto deberá ser comprimido con alambre de alta resistencia y posteriormente protegido por una capa de mortero. La junta sellará mediante un empaque de hule permitiendo absorber asentamientos norma

les del suelo, contracciones o dilataciones por temperatura. La junta deberá ser capaz por si misma de centrar los tubos al instalarse. En las figuras 4-1-1A y B se puede observar al tipo de tubería utilizada en el acueducto, así como un detalle en corte del ensamble de dos tubos.

TUBERIA LOCK - JOINT

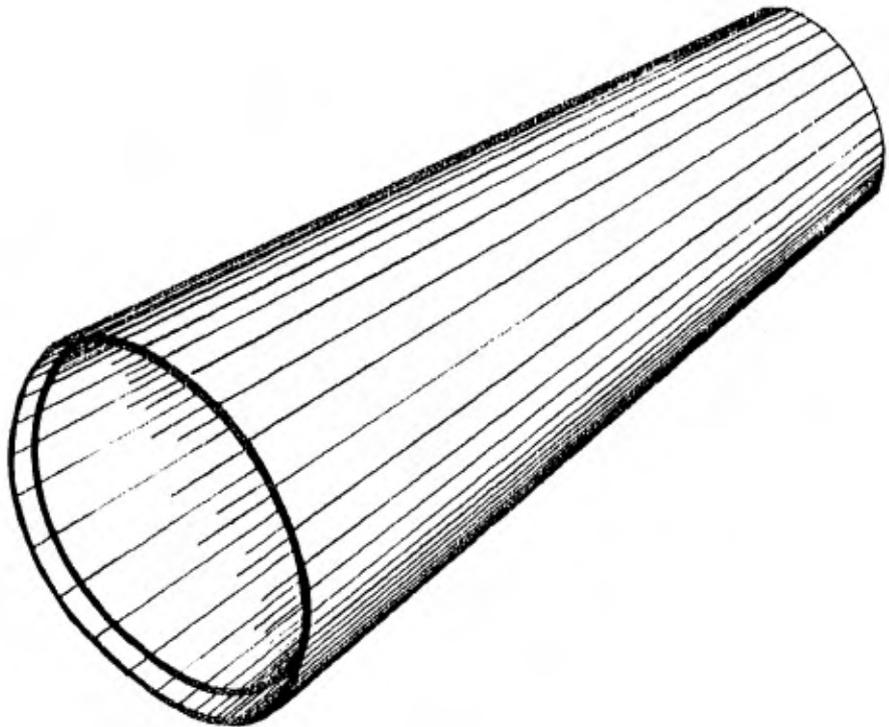
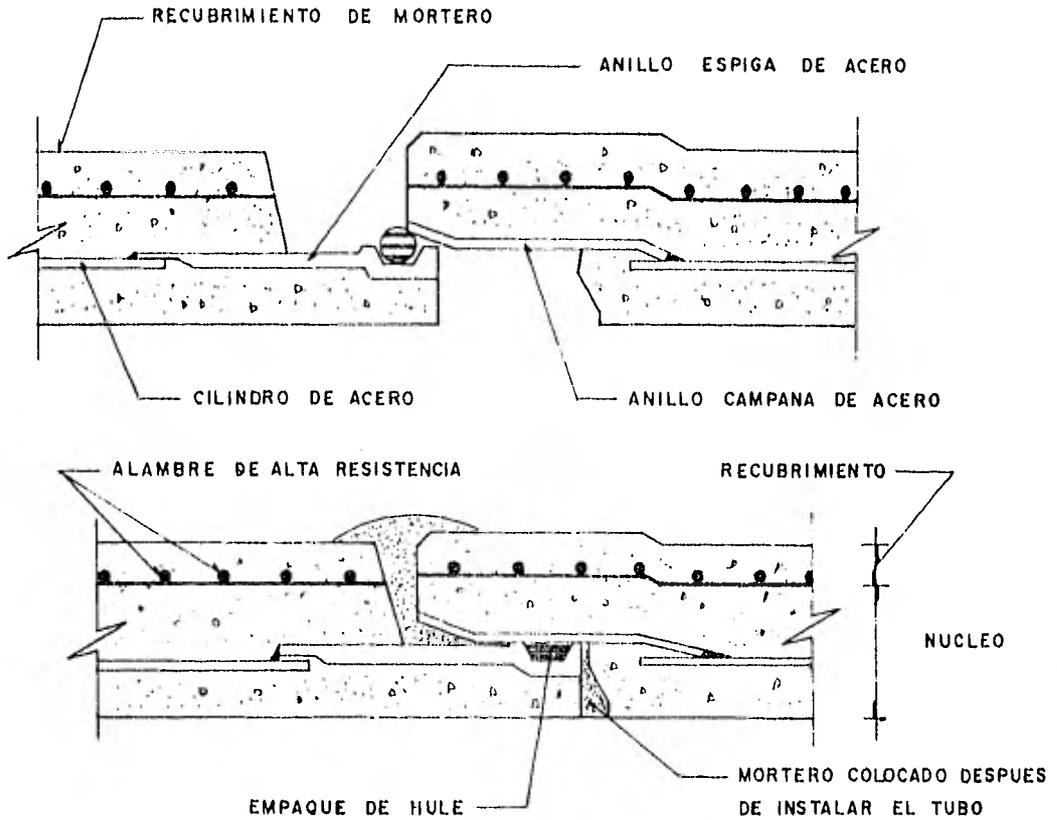


FIG 4 - 1 - 1A



DIAMETRO NOMINAL		ESPESOR MINIMO DEL NUCLEO		ESPESOR DEL RECUBRIMIENTO			LONGITUD APROVECHABLE	CARGA DE TRABAJO	PESO APROXIMADO	
PULGADA	C.M.	PULG.	C.M.	PULG.	C.M.	MTS.	METROS	TON/TUBO	TON/M.L	
4 8	122	3	7.6	13 / 16	2.1	4.88	DE 50 A 125	4.75	0.98	

FIG. 4 - 1 - 1B

4.1.2 Piezas especiales y dimensiones

Los principales tipos de piezas especiales utilizadas en el acueducto de proyecto son las siguientes:

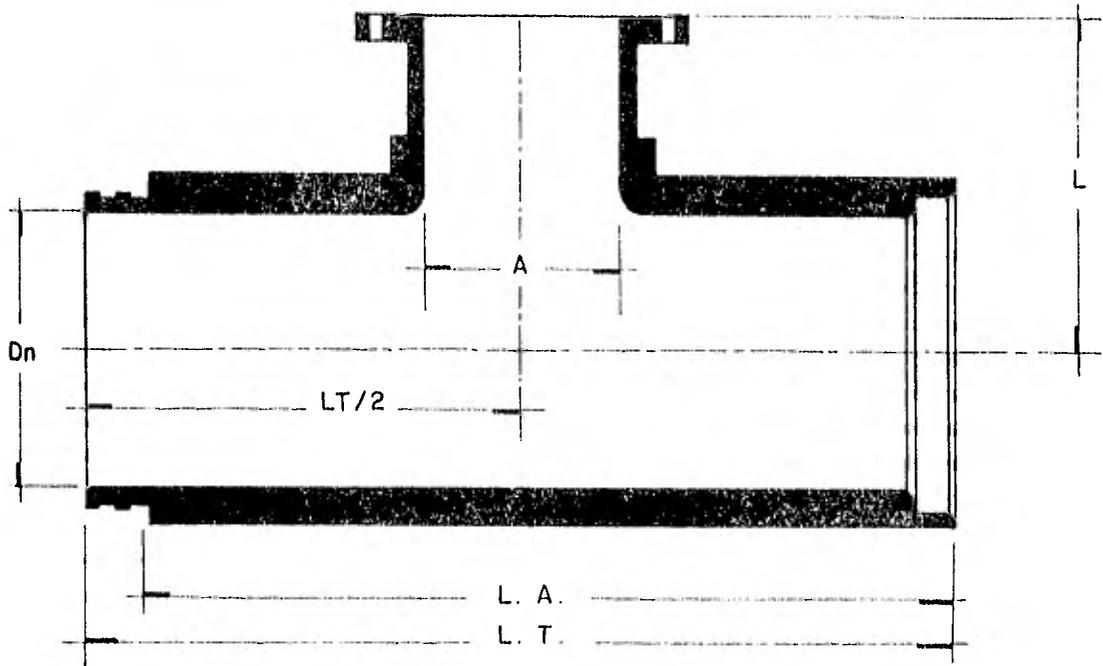
- Tubos cortos con salidas (radial, tangencial y combinación de radial y tangencial).
- Adaptadores biselados y medio biselados.
- Codos.
- Reducciones.
- Adaptadores rectos.
- Juntas mecánicas.
- Válvulas de seccionamiento.

Los tubos cortos con salida radial, se utilizarán para la colocación de registros (20" Ø) a lo largo del acueducto y también para colocar válvulas de aire (2"Ø) en los puntos altos del acueducto para aliviar la presión. En la figura R-VA se pueden observar las dimensiones para esta pieza.

Los tubos cortos con salida tangencial, se utilizarán para la colocación de desfuegos (6" Ø) en las partes bajas del acueducto, para conexión de pozos (12" Ø) localizados a ambas márgenes del acueducto y para la conexión de los ramales (20" Ø) Xochimilco y Emiliano Zapata al mismo. En la figura D-CP-CR se pueden observar las dimensiones para esta pieza.

Los adaptadores biselados y medio biselados serán utilizados para curvas (horizontales y verticales) cuya deflexión en el acueducto no exceda de $8^{\circ}26'$. En la figura B-MB se pueden observar las longitudes aprovechables pa-

TUBO CORTO CON SALIDA RADIAL ESPIGA POR CAMPANA

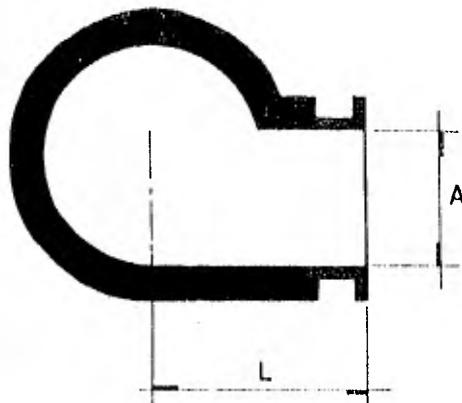
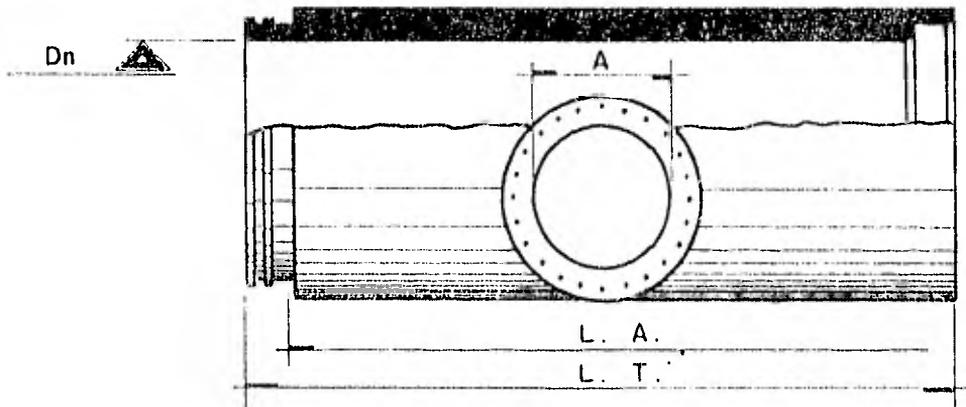


A	
PUL	CM
2	5.0
20	50.8

$D_n = 1.22 M (48")$		
L. A.	L. T.	L
0.356	0.451	0.731
1.372	1.467	1.137

FIG. R - VA

TUBO CORTO CON SALIDA TANGENCIAL ESPIGA POR CAMPANA



A	
PUL	CM
6	15.2
12	30.5
20	50.8

Dn = 1.22 M (48")		
L. A.	L. T.	L
0.661	0.757	0.889
0.915	1.007	1.137
1.372	1.467	1.137

FIG. D - C P - CR

TUBO CORTO CON SALIDAS RADIAL Y TANGENCIAL Y TANGENCIAL ESPIGA POR CAMPANA

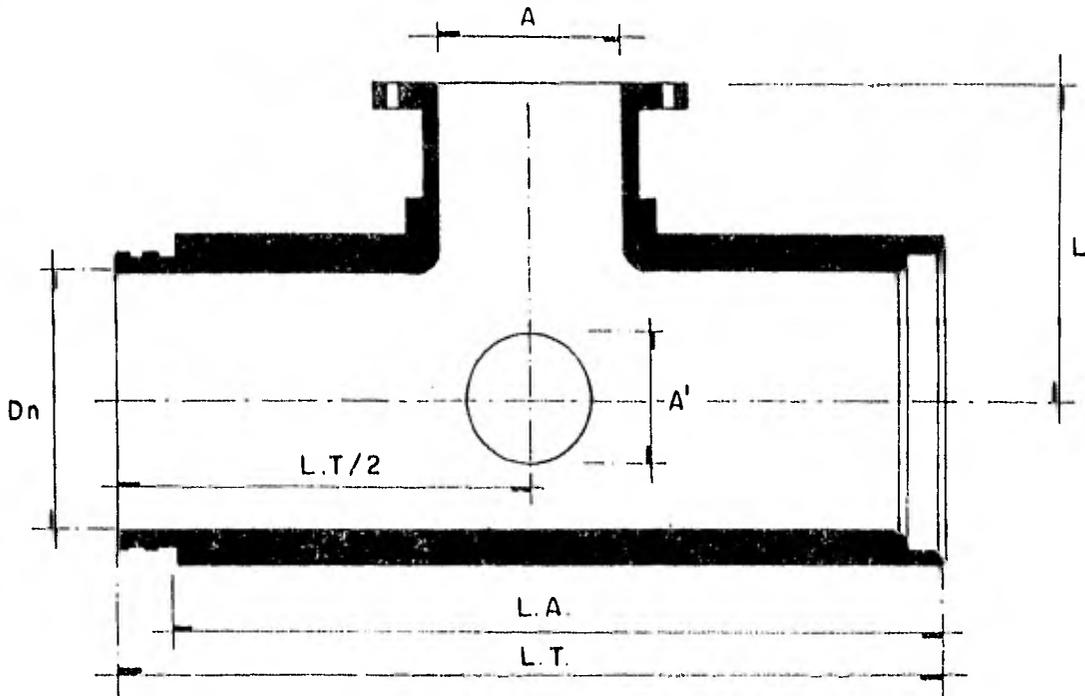


FIG. R-D

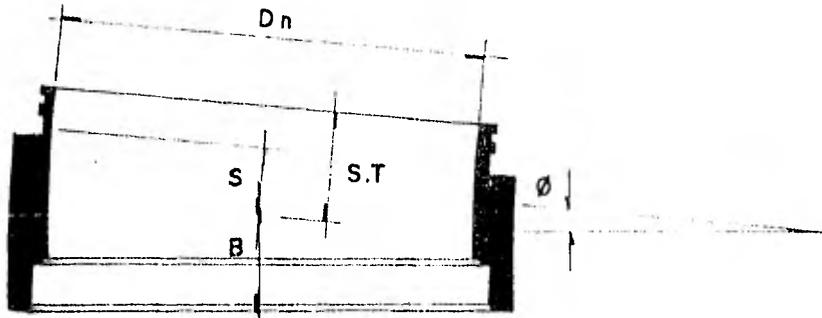
A	
PUL	C M.
2	5.0
20	50.8

Dn = 1.22 M. (48")		
L. A.	L. T.	L
0.356	0.451	0.731
1.372	1.467	1.137

A'	
PUL	C M
6	15.2
12	30.5
20	50.8

Dn = 1.22 M (48")		
L. A.	L. T.	L
0.567	0.757	0.889
0.817	1.007	1.137
1.277	1.467	1.137

BISELES Y 1/2 BISELES ESPIGA POR CAMPANA



BISELES

1/2 BISELES

D_n	\emptyset	ST	S	B
1.22M(48")	4° 30'	0.200	0.105	0.200

D_n	\emptyset	ST	S	B
1.22M(48")	2° 14'	0.187	0.093	0.187

FIG. B - MB

ra esta pieza.

Cuando se tengan curvas de gran radio en el acueducto se podrán utilizar codos, éstos existen para diversas deflexiones y podrán ser utilizados en combinación con los adaptadores biselados y medio biselados. En la figura C se pueden observar las dimensiones de esta pieza para diferentes deflexiones.

Las reducciones utilizadas en el acueducto fueron para colocar los seccionamientos en el mismo, ya que se decidió utilizar válvulas de 0.91m Ø (36"). Los tipos de reducciones fueron:

- Reducción de 1.22 m x 0.91 Ø (48" x 36") espiga por extremo liso (ver figura RA).
- Reducción de 1.22 x 0.91 Ø (48" x 36") brida por campana (ver figura R2).

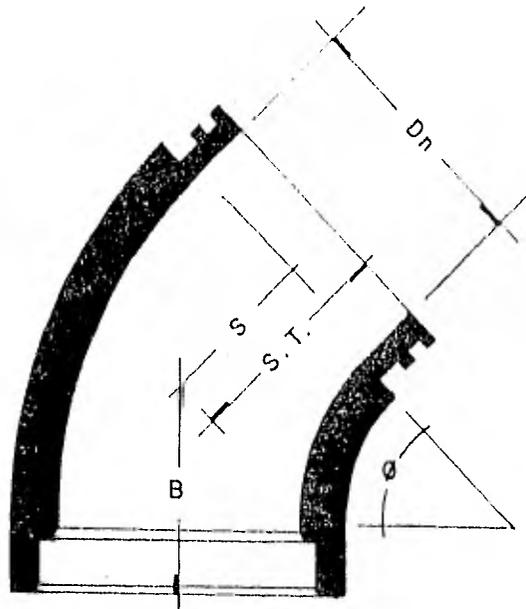
El adaptador recto se utilizó como complemento del seccionamiento, eligiendo el adaptador recto extremo liso - por brida (ver figura AR).

Por último es importante mencionar que también fue utilizada una junta mecánica como complemento del seccionamiento. Para el seccionamiento fue necesario la colocación de válvulas de compuerta de 0.91 m Ø (36").

4.2 MECANISMO DE SELECCION DE PIEZAS

A continuación se presenta un desglose de la forma en que se van colocando la tubería y las piezas especiales en un tramo de acueducto. Para describir este mecanismo, se hará uso del plano constructivo número "7", el cual se inicia en el K - 10 + 978 y termina en el K - 13 + 630 del -

- 64 -
C O D O E S P I G A P O R C A M P A N A

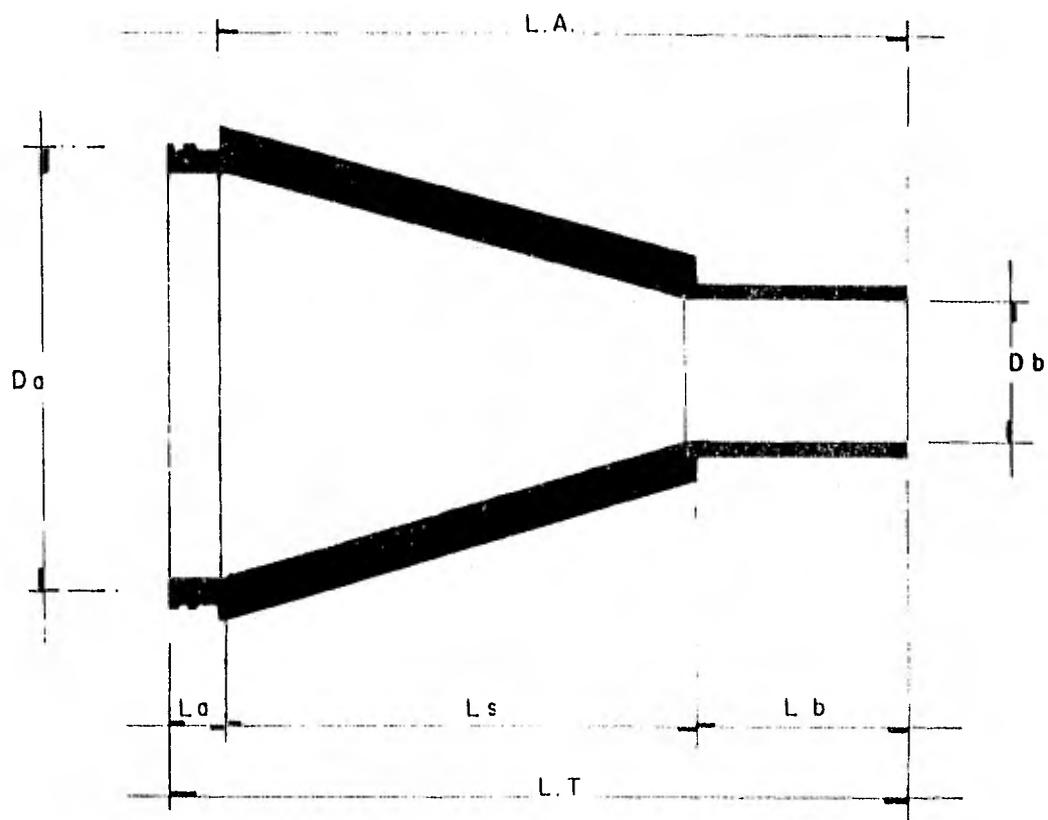


DEFLEXION
\emptyset
7° 30'
15° 00'
22° 30'
30° 00'
37° 30'
45° 00'
52° 30'
60° 00'
67° 30'
75° 00'
82° 30'
90° 00'

$D_n = 1.22 \text{ M (48")}$		
S. T.	S	B
0.205	0.110	0.204
0.284	0.189	0.283
0.366	0.271	0.366
0.452	0.357	0.451
0.537	0.442	0.536
0.628	0.533	0.628
0.723	0.628	0.725
0.823	0.728	0.829
0.939	0.844	0.939
1.058	0.963	1.061
1.192	1.097	1.192
1.342	1.247	1.344

F I G . C

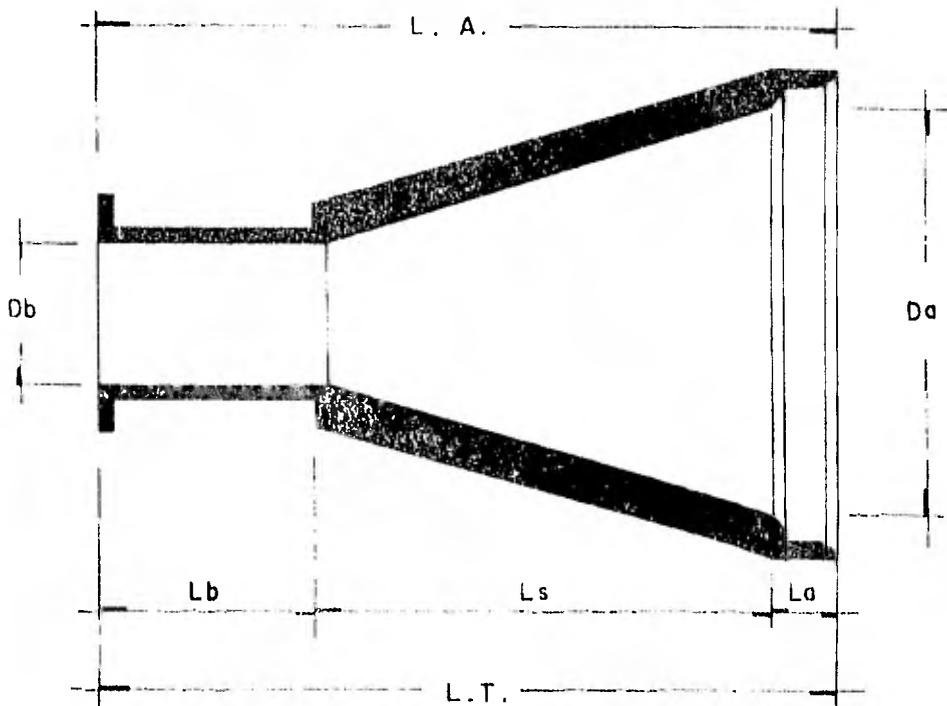
REDUCCION DE 48 x 36" Ø ESPIGA POR EXTREMO LISO



DIMENSIONES	
D_a	1.22 m. (48")
D_b	0.91 m. (36")
L_a	0.140 m.
L_b	0.428 m.
L_s	1.219 m.
L_T	1.787 m.
L_A	1.692 m.

FIG. R1

REDUCCION DE 48 x 36"Ø BRIDA POR CAMPANA



DIMENSIONES	
Db	0.91 m. (36")
Da	1.22 m. (48")
La	0.124 m.
Lb	0.428 m.
Ls	1.219 m.
L.T.	1.771 m.
L.A	1.771 m.

FIG. R 2

ADAPTADOR RECTO EXTREMO LISO POR BRIDA

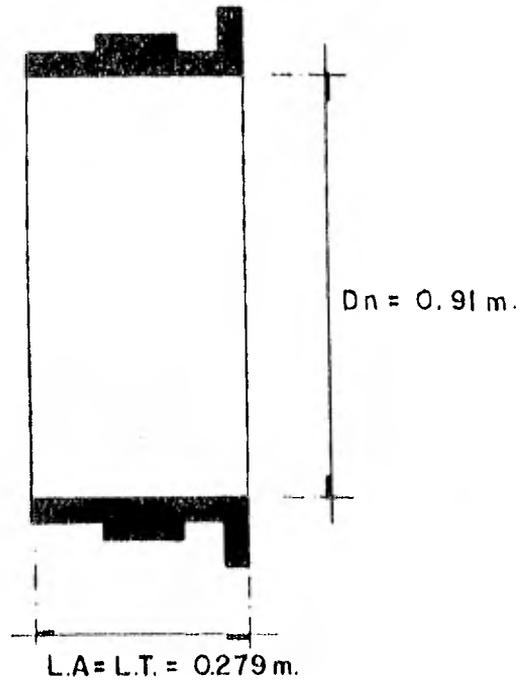


FIG. AR

acueducto en cuestión.

La secuencia a seguir es la siguiente:

1. Se calcula la pendiente del tramo analizado.
2. Con la pendiente ($\tan \theta$), se determina el ángulo θ y las funciones trigonométricas utilizadas.
3. Se elige la pieza especial o el número de tubos rectos que corresponda a la longitud del tramo de acueducto analizado.
4. Cada pieza tiene una longitud unitaria, al igual que el tubo recto utilizado; de lo anterior se obtiene la longitud total en cada tramo.
5. Obtenida la longitud total, se calculan las correcciones en el plano horizontal (x) y en el plano vertical (y). Es importante mencionar que con estas correcciones se hacen ajustes tanto al cadenamiento, como a las elevaciones en el acueducto.
6. Para finalizar, se determinan la cota de plantilla y el cadenamiento acumulado.

4.2.1 Deflexión de una línea

Cuando no sea posible evitar un obstáculo que requiera un cambio en el trazo de la línea, se podrán utilizar adaptadores biselados o medios biseles.

También es posible hacer una curva de gran radio mediante tubos rectos (junta abierta), o combinación de tubos rectos y piezas especiales (codos). Como se muestra en la siguiente tabla.

TUBO	PIEZA	DESCRIPCION	LONG. UNIT.	LONG. TOTAL	PEND. TAN θ	θ	COS θ	Cx Lt - Lh	Lh Lt COS θ	CADENAM.	SEN θ	Cy LI SEN θ	COTA PLANT.	OBSERV.
2		Tubo Recto ExC	4.88	9.76	0.0031	0.130	0.9999	-	4.88	10+982.00	0.0031	0.02	2244.60	
	1	Tubo Corto ExC (Salida tan. 12"0) Izq.	0.92	0.92	"	"	"	-	0.92	10+983.00	"	-	2244.60	Conexión del pozo
14		Tubo Recto ExC	4.88	68.32	"	"	"	0.01	68.31	11+052.11	"	0.21	2244.39	La Noria # 5
30		Tubo Recto ExC (Los 2 tros. j.a abajo)	4.88	146.40	0.0097	0.554	0.9999	0.01	146.39	11+198.56	0.0097	1.42	2245.81	Seccionamiento # 14 en el Acueducto
	1	Tubo Corto ExC (Sales, rad. 20"0 y tan 6"0)	1.37	1.37	"	"	"	-	1.37	11+199.87	"	0.01	2245.82	
	1	Reducción de 48 x 36"0 ExE.L	1.69	1.69	"	"	"	-	1.65	11+201.56	"	0.01	2245.83	
	1	Junta Mecánica y A. Recto F.L x Bv.	0.28	0.28	"	"	"	-	0.26	11+201.04	"	-	2245.83	
	1	Válvula de 36"0	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	11+202.15	"	-	2245.83	
	1	Reducción de 48 x 36"0 Bv. x C	1.77	1.77	"	"	"	-	1.77	11+203.92	"	0.02	2245.85	
30		Tubo Recto ExC (El lo. j.a arriba)	4.88	146.40	0.0051	0.286	0.9999	0.01	146.39	11+350.31	0.0051	0.75	2245.10	
10		Tubo Recto ExC (Los 2 tros. j.a abajo)	4.88	48.80	0.0171	0.974	0.9998	0.01	48.79	11+399.10	0.0171	0.83	2245.93	
11		Tubo Corto ExC (El lo. j.a abajo)	4.88	53.63	0.0083	0.453	0.9999	0.01	53.67	11+452.77	0.0083	0.43	2246.36	
	1	Tubo Corto ExC (Salida rad. 2"0)	0.36	0.36	"	"	"	-	0.36	11+453.13	"	-	2246.36	
10		Tubo Recto ExC (El lo. j.a arriba)	4.88	48.80	0.0211	1.1210	0.9996	0.01	48.79	11+501.92	0.0211	1.03	2245.33	
10		Tubo Recto ExC (Los 3 tros. j.a arriba)	4.88	48.80	0.0314	1.776	0.9995	0.02	48.78	11+550.70	0.0314	1.51	2243.82	
	1	Tubo corto ExC (Salida tan. 6"0)	0.66	0.66	"	"	"	-	0.66	11+551.36	"	0.02	2243.80	
10		Tubo Recto ExC (Los 3 tros. j.a abajo)	4.88	48.80	0.0282	1.615	0.9996	0.02	48.78	11+605.12	0.0282	1.38	2245.18	
21		Tubo Recto ExC (El lo. j.a arriba)	4.88	102.48	0.0051	0.464	0.9999	0.01	102.47	11+702.61	0.0051	0.83	2244.35	
10		Tubo Recto ExC (El lo. j.a abajo)	4.88	48.80	0.0012	0.0681	0.9999	-	48.80	11+750.41	0.0012	0.06	2244.41	
10		Tubo Recto ExC (Los 2 tros. j.a arriba)	4.88	48.80	0.0083	0.584	0.9999	-	48.80	11+799.21	0.0083	0.43	2243.98	
11		Tubo Recto ExC (Los 3 tros. j.a abajo)	4.88	53.68	0.0264	1.512	0.9996	0.01	53.67	11+852.88	0.0264	1.42	2245.40	
	1	Tubo Recto ExC (El lo. j.a arriba)	4.88	4.88	0.0109	0.573	0.9999	-	4.88	11+857.76	0.0109	0.05	2245.35	
	1	Tubo Corto ExC (Salida tan 12"0) Der.	0.93	0.93	"	"	"	-	0.93	11+858.69	"	0.01	2245.34	Conexión de Los Pozos San Diego T.
	1	Tubo Corto ExC (Salida tan 12"0) Der.	0.93	0.93	"	"	"	-	0.93	11+859.62	"	0.01	2245.33	San Lorenzo A. y La Noria # 6
	1	Tubo Recto ExC	4.88	4.88	"	"	"	-	4.88	11+864.42	"	0.05	2245.28	
	1	Tubo Corto ExC (Salida tan 12"0) Der.	0.93	0.93	"	"	"	-	0.93	11+865.35	"	0.01	2245.27	
14		Tubo Recto ExC	4.88	68.32	"	"	"	0.01	68.31	11+933.66	"	0.74	2244.55	
	1	A. Biselado (4"30') ExC, 4.5" --	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	11+933.97	"	-	2244.53	
3		Tubo Recto ExC (El lo. j.a der.) 5.05" --	4.88	14.64	"	"	"	-	14.64	11+948.61	"	0.16	2244.37	
	1	A. Biselado (4"30') ExC, 9.55" --	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	11+948.92	"	-	2244.37	
3		Tubo Recto ExC	4.88	14.64	"	"	"	-	14.64	11+963.57	"	0.16	2244.21	
	1	A. Biselado (4"30') ExC, 14.05" --	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	11+963.87	"	-	2244.21	
3		Tubo Recto ExC (El lo. j.a der.), 14.60" --	4.88	14.64	"	"	"	-	14.64	11+978.51	"	0.16	2244.05	

-70-

TUBO	PIEZA	DESCRIPCION	LONG. UNIT.	LONG. TOTAL	PEND. TAN θ	θ	COS θ	Cx Lt - Lh	Lh Lt COS θ	CADENAM.	SEN θ	C y LISEN θ	COTA PLANT.	OBSERV.
	1	A. Biselado (4°30') ExC, 19.10° --	0.31	0.31	0.0109	0.573	0.9999	-	0.31	11+978.82	0.0109	-	2244.05	
3		Tubo Recto ExC	4.88	14.64	"	"	"	-	14.64	11+993.46	"	0.16	2243.89	
	1	Tubo Corto ExC (Salida rad. 20°0)	1.37	1.37	"	"	"	-	1.37	11+994.83	"	0.01	2243.08	
	1	Reducción de 48 x 36" O Ex L.L.	1.69	1.69	"	"	"	-	1.69	11+996.52	"	0.01	2243.07	
	1	Junta Mecánica y A. Recto L.L. x Br.	0.28	0.28	"	"	"	-	0.28	11+996.80	"	-	2243.87	
	1	Válvula de 36" O	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	11+997.11	"	-	2243.87	
	1	Reducción de 48 x 36" O Br. x C	1.77	1.77	"	"	"	-	1.77	11+993.03	"	0.02	2243.85	
	1	Tubo Corto ExC (Salida tan. 6°0)	0.66	0.66	"	"	"	-	0.66	11+999.54	"	0.01	2243.84	
	1	A. Biselado (4°30') ExC, 23.60° --	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	11+999.85	"	-	2243.84	
3		Tubo Recto ExC (El lo. j.a abajo)	4.88	14.64	0.0036	0.263	0.9999	-	14.64	12+014.49	0.0036	0.05	2243.89	
	1	A. Biselado (4°30') ExC, 28.10° --	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	12+014.80	"	-	2243.89	
3		Tubo Recto ExC	4.88	14.64	"	"	"	-	14.64	12+029.44	"	0.05	2243.94	
	1	A. Biselado (4°30') ExC, 32.60° --	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	12+029.75	"	-	2243.94	
3		Tubo Recto ExC (El lo. j.a der.), 33.15°	4.88	14.64	"	"	"	-	14.64	12+044.39	"	0.05	2243.99	
	1	A. Biselado (4°30') ExC 37.65° I.C	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	12+044.70	"	-	2243.99	
	1	Tubo Recto ExC	4.88	4.88	"	"	"	-	4.88	12+049.58	"	0.02	2244.01	
	1	A. Biselado (4°30') ExC 4.5° --	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	12+049.89	"	-	2244.01	
	1	Tubo Recto ExC (El lo. j.a arriba)	4.83	4.88	0.0063	0.366	0.9999	-	4.88	12+054.77	0.0063	0.03	2243.98	
	1	A. 1/2 Biselado (2°15') ExC, 6.75° --	0.23	0.23	"	"	"	-	0.23	12+055.05	"	-	2243.98	
	1	Tubo Recto ExC	4.83	4.88	"	"	"	-	4.88	12+059.93	"	0.03	2243.95	
	1	A. Biselado (4°30') ExC, 11.25° --	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	12+060.24	"	-	2243.95	
2		Tubo Recto ExC	4.83	9.76	"	"	"	-	9.76	12+070.00	"	0.06	2243.89	
	1	A. Biselado (4°30') ExC, 15.75° --	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	12+070.31	"	-	2243.89	
2		Tubo Recto ExC	4.83	9.76	"	"	"	-	9.76	12+080.07	"	0.06	2243.83	
	1	A. Biselado (4°30') ExC, 20.25° I.L.	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	12+080.38	"	-	2243.83	
2		Tubo Recto ExC	4.83	9.76	"	"	"	-	9.76	12+090.14	"	0.06	2243.77	
	1	A. Biselado (4°30') ExC, 4.5° --	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	12+090.45	"	-	2243.77	
3		Tubo Recto ExC	4.83	14.64	"	"	"	-	14.64	12+105.00	"	0.09	2243.68	
	1	A. Biselado (4°30') ExC, 9° --	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	12+105.40	"	-	2243.68	
3		Tubo Recto ExC	4.83	14.64	"	"	"	-	14.64	12+120.04	"	0.09	2243.59	
	1	A. Biselado (4°30') ExC, 13.5° --	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	12+120.35	"	-	2243.59	
2		Tubo Recto ExC (Los 2 tros. j.a der.) 14.60°	4.83	9.76	"	"	"	-	9.76	12+130.11	"	0.06	2243.53	
	1	A. Biselado (4°30') ExC 19.10° I.C	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	12+130.42	"	-	2243.53	

Seccionamiento #
15 en el
Acueducto

TUBO	PIEZA	DESCRIPCION	LONG. UNIT.	LONG. TOTAL	PEND. TAN θ	θ	COS θ	Cx Lt - Lh	Lh Lt COS θ	CADENAM.	SEN θ	Cy Lt SEN θ	COTA PLANT.	OBSERV.
15	1	Tubo Recto ExC	4.88	73.20	0.0063	0.366	0.9999	0.01	73.19	12+203.61	0.0063	0.47	2243.06	
20	1	Tubo Corto ExC (Salida tan 6" 0)	0.66	0.66	0.0165	0.916	0.9995	-	0.66	12+204.27	0.0165	0.01	2243.07	
20	1	Tubo Recto ExC (Los 2 tros. j.a abajo)	4.56	97.60	"	"	"	0.02	97.58	12+301.85	"	1.61	2244.68	
10	1	Tubo Corto ExC (Salida rad 2" 0)	0.37	0.37	0.0207	1.120	0.9998	-	0.37	12+302.22	0.0207	-	2244.68	
10	1	Tubo Recto ExC (Los 2 tros. j.a arriba)	4.88	48.80	"	"	"	0.01	48.79	12+351.01	"	1.01	2243.67	
10	1	Tubo Recto ExC (El lo. j.a arriba)	4.88	48.80	0.0050	0.256	0.9999	-	48.80	12+399.51	0.0050	0.24	2243.43	
21	1	Tubo Recto ExC	4.88	102.48	0.0011	0.070	0.9995	0.01	102.47	12+502.21	0.0011	0.10	2243.53	
	1	Tubo Corto ExC (Salida rad 20" 0)	1.37	1.37	0.0379	2.233	0.9992	-	1.37	12+503.69	0.0379	0.05	2243.58	
	1	A. 1/2 Biselado (2" 15') ExC 2.25"	0.28	0.28	"	"	"	-	0.28	12+503.93	"	0.01	2243.59	
10	1	Tubo Recto ExC	4.56	48.80	"	"	"	0.04	48.76	12+552.41	"	1.85	2245.44	
5	1	Tubo Recto ExC	4.88	24.40	0.0798	4.56	0.9968	0.08	24.32	12+576.73	0.0798	1.94	2247.38	
	1	A. Biselado (4" 30') ExC 4.5"	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	12+577.04	"	-	2247.38	
5	1	Tubo Recto	4.36	24.40	"	"	"	0.06	24.32	12+601.36	"	1.94	2249.32	
	1	Tubo Corto ExC (Salida rad 2" 0)	0.37	0.37	0.0286	1.638	0.9996	-	0.37	12+601.73	0.0286	-	2249.32	
10	1	Tubo Recto ExC (Los 3 tros. j.a arriba)	4.36	48.80	"	"	"	0.02	48.78	12+650.51	0.0286	1.40	2247.92	
5	1	Tubo Recto ExC	4.36	24.40	0.1196	6.82	0.9979	0.17	24.23	12+674.74	0.1196	2.92	2245.00	
	1	A. Biselado (4" 30') ExC 4.5"	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	12+675.05	"	0.04	2244.96	
3	1	Tubo Recto ExC	4.36	14.64	"	"	"	0.10	14.54	12+689.59	"	1.75	2243.21	
	1	Adaptador 1/2 Bisel (2' 15') ExC. 6.75"	0.28	0.28	"	"	"	-	0.28	12+689.87	"	0.03	2243.18	
2	1	Tubo Recto ExC	4.36	9.76	"	"	"	0.07	9.69	12+699.86	"	1.17	2242.01	
	1	Tubo Corto ExC (Salida tan 6" 0)	0.66	0.66	"	"	"	-	0.66	12+700.52	"	0.08	2241.93	
10	1	Tubo Recto ExC (Los 3 tros. j.a abajo)	4.88	48.80	0.0241	1.326	0.9997	0.01	48.79	12+749.01	0.0241	1.16	2243.11	
7	1	Tubo Recto ExC (El lo. j.a arriba)	4.36	34.16	0.0076	0.435	0.9999	-	34.16	12+753.17	0.0076	0.26	2242.85	
	1	A. Biselado (4" 30') ExC. 4.5"	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	12+753.48	"	"	2242.85	
4	1	Tubo Recto ExC	4.36	19.52	"	"	"	-	19.52	12+803.00	0.0076	0.15	2242.78	
	1	Reducción de 48 x 36" 0 Ex EL	1.37	1.69	0.0075	6.195	0.9999	-	1.69	12+804.69	0.0075	-	2242.70	Secciona-
	1	Junta Mecánica y A. Recto ExC. x 2"	0.28	0.28	"	"	"	-	0.28	12+804.97	"	-	2242.70	lento Ho
	1	Válvula de 36" 0	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	12+805.28	"	-	2242.70	6 en el
	1	Reducción de 48 x 36" 0 Bx x C	1.77	1.77	"	"	"	-	1.77	12+807.05	"	0.01	2242.69	Acueducto
5	1	Tubo Recto ExC (El lo. j.a arriba)	4.36	24.40	"	"	"	-	24.40	12+831.45	"	0.08	2242.61	
	1	A. Biselado (4" 30') ExC. 4.5"	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	12+831.76	"	-	2242.61	
4	1	Tubo Recto ExC	4.88	19.52	"	"	"	-	19.52	12+851.28	0.0034	0.09	2242.54	

TUBO	PIEZA	DESCRIPCION	LONG. UNIT.	LONG. TOTAL	PEND. TAN θ	θ	COS θ	Cx Lt - Lh	Lh Lt COS θ	CADENAM.	SEN θ	Cy Lt SEN θ	COTA PLANT.	OBSERV.
1		Tubo Recto ExC (El lo. j.a abajo)	4.88	4.88	0.0213	1.145	0.9996	0.00	4.88	12+856.16	0.0213	0.09	2242.63	
	1	A. Biselado (4°30') ExC, 13.5° --	0.31	0.31	"	"	"	"	0.31	12+856.47	"	-	2242.63	
3		Tubo Recto ExC (El lo. j.a abajo)	4.88	14.64	"	"	"	-	14.44	12+871.11	"	0.29	2242.92	
	1	A. 1/2 Bisel (2°15') ExC, 15.75° --	0.28	0.28	"	"	"	-	0.28	12+871.39	"	-	2242.92	
2		Tubo Recto ExC	4.32	9.76	"	"	"	-	9.76	12+881.15	"	0.19	2243.11	
	1	A. Biselado (4°30') ExC, 20.25° --	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	12+881.46	"	-	2243.11	
4		Tubo Recto ExC	4.46	19.52	"	"	"	-	19.52	12+900.93	"	0.39	2243.50	
	1	Tubo Corto ExC (Salida rad. 20" Ø)	1.37	1.37	"	"	"	-	1.37	12+902.35	"	0.03	2243.53	
10		Tubo Recto ExC (El lo. j.a arriba)	4.88	43.80	0.0042	0.285	0.9999	-	48.00	12+951.15	0.0042	0.20	2243.33	
10		Tubo Recto ExC (El lo. j.a arriba)	4.88	48.68	0.0031	0.177	0.9999	-	48.00	12+999.95	0.0031	0.15	2243.18	
4		Tubo Recto ExC (El lo. j.a abajo)	4.32	19.52	0.0012	0.682	0.9999	-	19.52	13+019.47	0.0012	0.02	2243.20	
	1	A. Biselado (4°30') ExC, 4.5° --	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	13+019.78	"	-	2243.20	
2		Tubo Recto ExC	4.80	9.76	"	"	"	-	9.76	13+029.54	"	0.01	2243.21	
	1	A. Biselado (4°30') ExC, 9.0° --	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	13+029.85	"	-	2243.21	
2		Tubo Recto ExC	4.32	9.76	"	"	"	-	9.76	13+039.61	"	0.01	2243.22	
	1	A. Biselado (4°30') ExC, 13.5° --	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	13+039.92	"	-	2243.22	
2		Tubo Recto ExC	4.80	9.76	"	"	"	-	9.76	13+049.68	"	0.01	2243.23	
	1	A. Biselado (4°30') ExC, 18.0° --	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	13+049.99	"	-	2243.23	
2		Tubo Recto ExC (El lo. j.a abajo)	4.88	9.76	0.0064	0.450	0.9999	-	9.76	13+059.73	0.0064	0.06	2243.31	
	1	A. Biselado (4°30') ExC, 22.5° --	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	13+060.06	"	-	2243.31	
2		Tubo Recto ExC	4.80	9.76	"	"	"	-	9.76	13+069.82	"	0.08	2243.39	
	1	A. Biselado (4°30') ExC, 27° --	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	13+079.13	"	-	2243.39	
1		Tubo Recto ExC	4.80	4.88	"	"	"	-	4.88	13+075.01	"	0.04	2243.43	
	1	A. Biselado (4°30') ExC, 31.5° --	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	13+075.32	"	-	2243.43	
1		Tubo Recto ExC	4.88	4.88	"	"	"	-	4.88	13+080.20	"	0.04	2243.47	
	1	A. Biselado (4°30') ExC, 36° --	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	13+080.51	"	-	2243.47	
1		Tubo Recto ExC	4.88	4.88	"	"	"	-	4.88	13+085.33	"	0.04	2243.51	
	1	A. Biselado (4°30') ExC, 40.5° --	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	13+085.70	"	-	2243.51	
1		Tubo Recto ExC	4.78	4.88	"	"	"	-	4.88	13+090.53	"	0.04	2243.55	
	1	A. Biselado (4°30') ExC, 45° --	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	13+090.89	"	-	2243.55	
1		Tubo Recto ExC	4.85	4.88	"	"	"	-	4.88	13+095.77	"	0.04	2243.59	
	1	A. Biselado (4°30') ExC, 49.5° --	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	13+096.08	"	-	2243.59	
1		Tubo Recto ExC	4.88	8.88	"	"	"	-	4.88	13+100.86	"	-	2243.63	

TUBO	PIEZA	DESCRIPCION	LONG. UNIT.	LONG. TOTAL	PEND. TAN ϕ	ϕ	COS ϕ	Cx Ll - Lh	Lh Ll COS ϕ	CADENAM.	SEN ϕ	Cy Ll SEN ϕ	COTA PLANT.	OBSERV.
9		Tubo Recto ExC (El lo. j.a arriba)	4.88	43.92	0.0031	0.195	0.9999	-	43.92	13+144.88	0.0031	0.14	2243.49	
	1	A. Biselado (4°30') ExC, 4.5' -- →	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	13+145.19	"	-	2243.49	
	1	Tubo Recto ExC	4.88	4.88	"	"	"	-	4.88	13+150.07	"	0.02	2243.47	
5		Tubo Recto ExC (Los 3 tros. j.a abajo)	4.86	24.40	0.0243	1.306	0.9997	0.01	24.39	13+174.46	0.0243	0.59	2244.06	
	1	A. Biselado (4°30') ExC, 9.0' -- →	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	13+174.77	"	-	2244.06	
	3	Tubo Recto ExC	4.88	14.64	"	"	"	-	14.64	13+189.41	"	0.35	2244.41	
	1	A. 1/2 Biselado (2°15') ExC, 11.25' -- →	0.26	0.26	"	"	"	-	0.26	13+189.69	"	-	2244.41	
	2	Tubo Recto ExC	4.88	9.76	"	"	"	-	9.76	13+199.45	"	0.24	2244.65	
	1	A. Biselado (4°30') ExC, 15.75" L.C	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	13+199.76	"	-	2244.65	
10		Tubo Recto ExC	4.38	48.80	"	"	"	0.02	48.73	13+248.54	"	1.19	2245.84	
	1	Tubo Corto ExC (Salida rad. 2" 0)	0.36	0.36	"	"	"	-	0.36	13+248.90	"	0.01	2245.85	
	1	Tubo Corto ExC (Salida tan. 12" 0)	0.92	0.92	"	"	"	-	0.92	13+249.82	"	0.02	2245.87	
10		Tubo Recto ExC (El lo. j.a arriba)	4.86	48.80	0.0054	0.334	0.9999	-	48.60	13+298.62	0.0054	0.26	2245.61	CONEXION DEL POZO LA NORIA # 7
	1	A. Biselado (4°30') ExC, 4.5' ↓	0.31	0.31	0.0759	4.446	0.9969	-	0.31	13+298.93	0.0759	0.02	2245.59	
10		Tubo Recto ExC	4.88	48.80	"	"	"	0.15	48.65	13+347.50	"	3.70	2241.89	
	1	Tubo Corto ExC (Salida tan 6" 0)	0.66	0.66	"	"	"	-	0.66	13+348.24	"	0.05	2241.84	
	1	Tubo Recto ExC (j.a abajo)	4.88	4.88	0.0368	2.427	0.9991	-	4.88	13+353.12	0.0368	0.19	2242.03	
	1	A. 1/2 Biselado (2°15') ExC, 2.43' ↑	0.26	0.26	"	"	"	-	0.26	13+353.40	"	0.01	2242.04	
10		Tubo Recto ExC	4.86	48.80	"	"	"	0.05	48.75	13+402.15	"	1.89	2243.93	
10		Tubo Recto ExC (Los 2 tros. j.a arriba)	4.86	48.80	0.0171	0.805	0.9998	0.01	48.79	13+450.94	0.0171	0.83	2243.10	
10		Tubo Recto ExC (Los 2 tros. j.a arriba)	4.86	48.80	0.0108	0.618	0.9999	0.01	48.79	13+499.73	0.0108	0.53	2242.57	
10		Tubo Recto ExC (El lo. j.a arriba)	4.86	48.80	0.0067	0.389	0.9999	-	48.80	13+546.53	0.0067	0.33	2242.24	
10		Tubo Recto ExC (El lo. j.a abajo)	4.86	48.80	0.0064	0.360	0.9999	-	48.80	13+597.33	0.0064	0.32	2242.56	
	1	Reducción de 48 x 36" 0 Ex El	1.69	1.69	"	"	"	-	1.69	13+599.02	"	0.01	2242.57	SECCIONA- MIENTO # 17 EN EL ACUEDUCTO
	1	Junta Mecánica y A. Recto L.L x Br	0.26	0.26	"	"	"	-	0.26	13+599.36	"	-	2242.57	
	1	Válvula de 36" 0	0.31	0.31	"	"	"	-	0.31	13+599.61	"	-	2242.57	
	1	Reducción de 48 x 36" 0 Br x C	1.77	1.77	"	"	"	-	1.77	13+602.38	"	0.01	2242.58	
6		Tubo Recto ExC (Los 3 tros. j.a arriba)	4.86	29.88	0.0213	1.145	0.9996	0.01	29.87	13+632.25	0.0213	0.64	2242.94	

PIEZAS EMPLEADAS	48" SP- 12			B
	DEFL.	RADIO	A	
Tubo con junta abierta	0° 34'	497.96	0.048	4.880
Tubo con 1/2 bisel J.C.	2° 14'	132.31	0.201	5.156
Tubo con 1/2 bisel J.A.	3° 22'	87.75	0.303	5.151
Tubo con bisel J.C.	4° 30'	65.97	0.407	5.169
Tubo con bisel J.A.	5° 38'	52.69	0.509	5.160
Tubo con 1/2 Bis.+ Bis. J.C.	6° 44'	46.47	0.641	5.427
Tubo con 1/2 Bis.+ Bis. J.A.	8° 26'	37.02	0.801	5.405
Tubo con codo 7 1/2° J.C.	7° 30'	39.59	0.678	5.149
Tubo con codo 7 1/2° J.A.	8° 38'	34.40	0.780	5.135

Longitud aprovechable de un tubo recto = 4.88 m
 Longitud aprovechable de 1/2 bisel = 0.28 m
 Longitud aprovechable de 1 bisel = 0.305 m
 Longitud aprovechable de 1 codo de 7 1/2° = 0.314 m

Nota: La abertura máxima de junta será de 1/2" todas -
 las dimensiones están en metros.

4.2.2 Conexión de pozos y ramales

Los pozos y ramales que actualmente están conectados al acueducto "viejo" Xochimilco-Xotepingo, se les hará una preparación para conectarlos al nuevo acueducto; debiéndose revisar, y si es posible reequipar, todos los pozos que se conecten al mismo, así como los que lo hagan a los ramales en cuestión.

Las piezas utilizadas para estas conexiones, es un tubo corto espiga por campana con salida tangencial de —

30.48 cm Ø (12") y 50.80 cm Ø (20").

4.2.3 Seccionamiento, registros, desfogues y válvulas de aire.

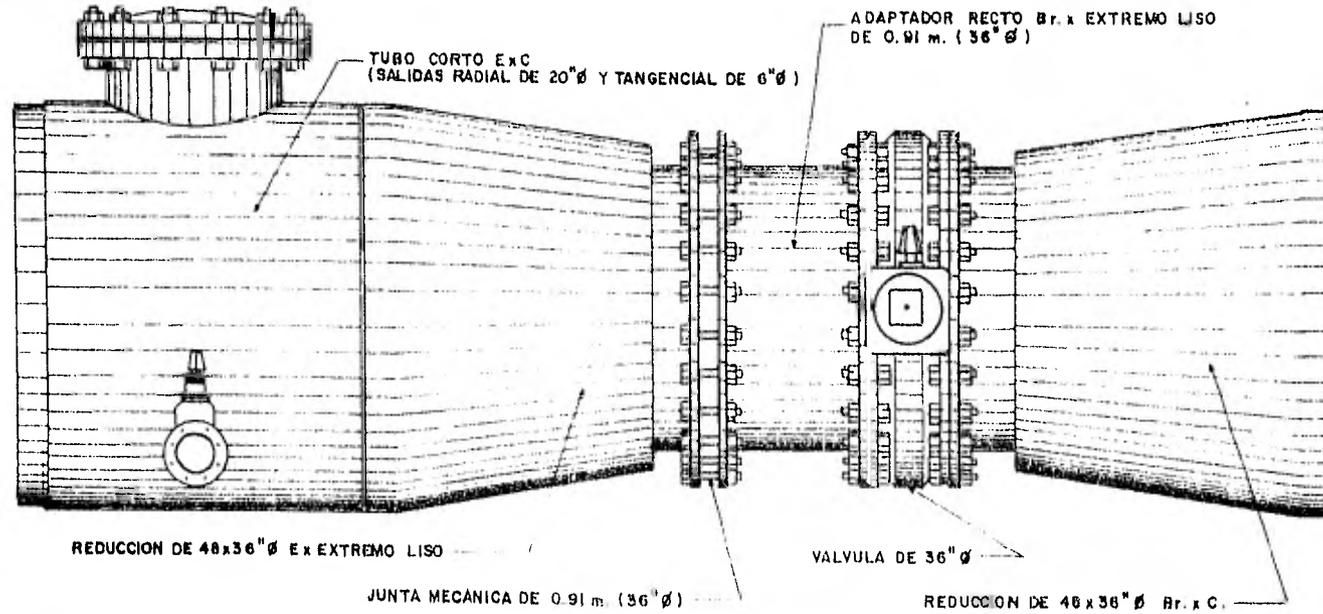
Seccionamiento: Se colocarán seccionamientos a lo largo del acueducto, mediante válvulas de compuerta de 91.44 cm (36") de diámetro y estarán ubicados a cada 800 m; éstos tendrán como objeto principal la suspensión del flujo en el acueducto cuando se quiera realizar una reparación en el mismo. En la figura 4.2.3-S se muestran las piezas especiales que componen el seccionamiento mencionado.

Registros: Es conveniente proveer la instalación de registros de 50.80 cm (20") de diámetro para la tubería seleccionada; éstos se colocarán aproximadamente a cada 500 metros, con el objeto de facilitar el junteo, limpieza e inspección de la tubería. Para lo anterior se utilizarán tubos cortos con salida radial del diámetro ya mencionado (ver figura 4.2.3-R).

Desfogues: Análogamente será necesario considerar desfogues en los puntos más bajos del acueducto, así como en los puntos bajos de tramos parciales que forman sifón, facilitándose de esta manera el vaciado de la misma. Para lo anterior se utilizarán tubos cortos con salida tangencial como se muestra en la figura 4.2.3-D. Es importante mencionar que en la mayoría de los casos se utilizó una sola pieza para el registro y el desfogue, es decir, un tubo corto con salida radial de 50.80 cm (20") y salida tangencial de 15.24 cm (6") de diámetro (ver figura 4.2.3-RD).

Válvulas de aire. Por último fue necesario la coloca-

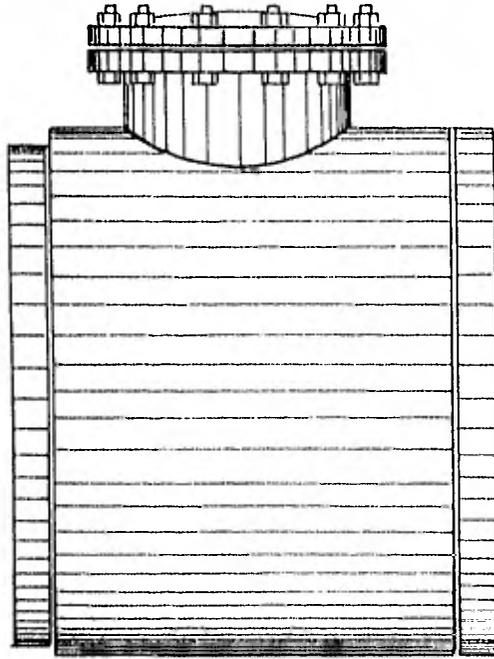
SECCIONAMIENTO PARA EL ACUEDUCTO DE PROYECTO



SIMBOLOGIA

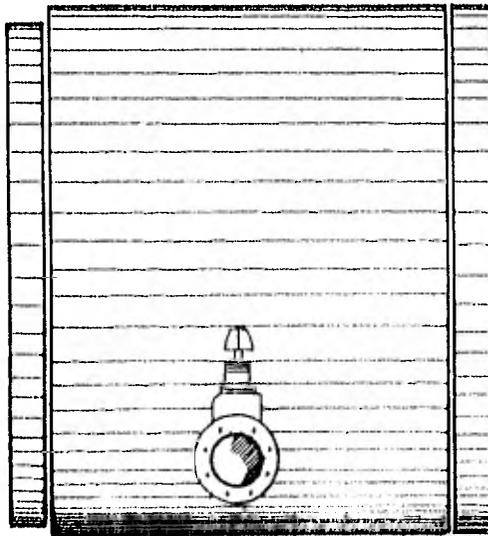


FIG 4-2-3-5



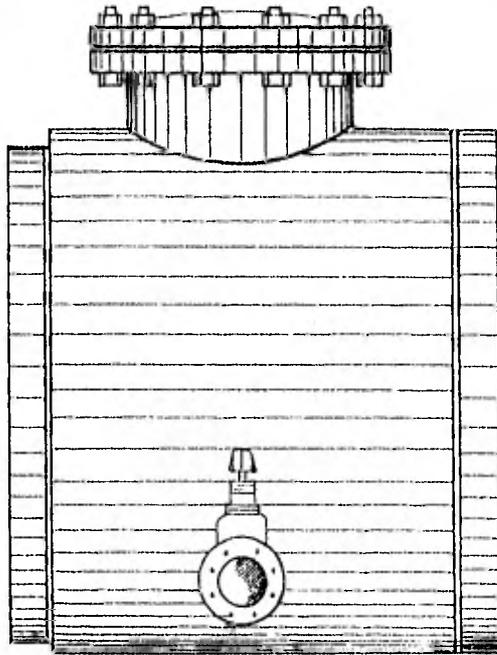
REGISTRO

FIG. 4-2-3-R



DESFOGUE

FIG. 4-2-3-D



REGISTRO Y DESFOGUE

FIG. 4 - 2 - 3 - RD

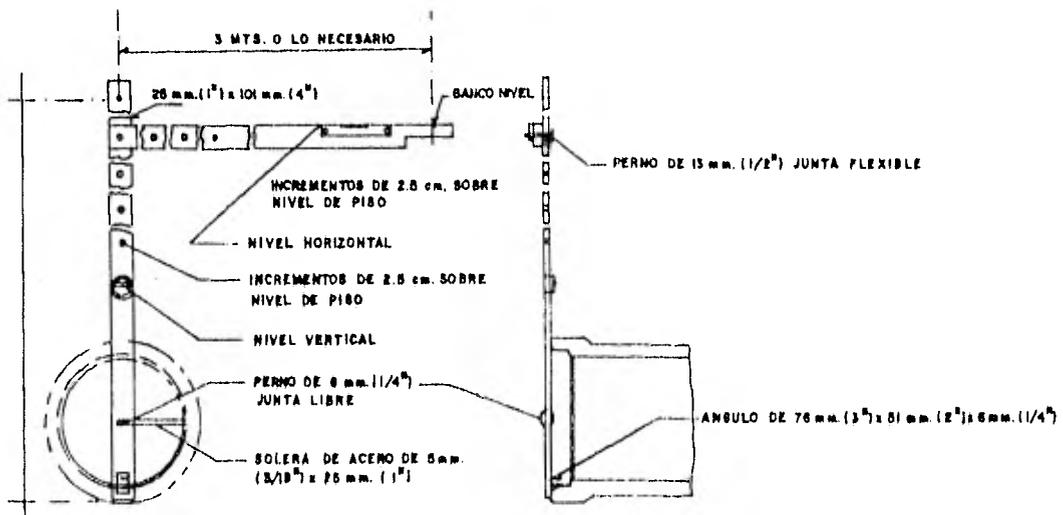
ción de válvulas de aire en los puntos altos, para ello se utilizó un tubo corto con salida tangencial de 5.08-cm (2") de diámetro.

4.3 INSTALACION DE TUBERIA

4.3.1 Alineamiento y pendiente

Para lograr una alineación y pendiente correctas deberán colocarse estacas que relacionen ambos parámetros. Estas estacas deberán estar localizadas de tal manera que se pueda tender un hilo de cáñamo o de pescar entre ellas para determinar puntos intermedios con la pendiente proyectada.

En la figura 4-3-1 se muestra una forma fácil de establecer las coordenadas de la tubería por instalar.



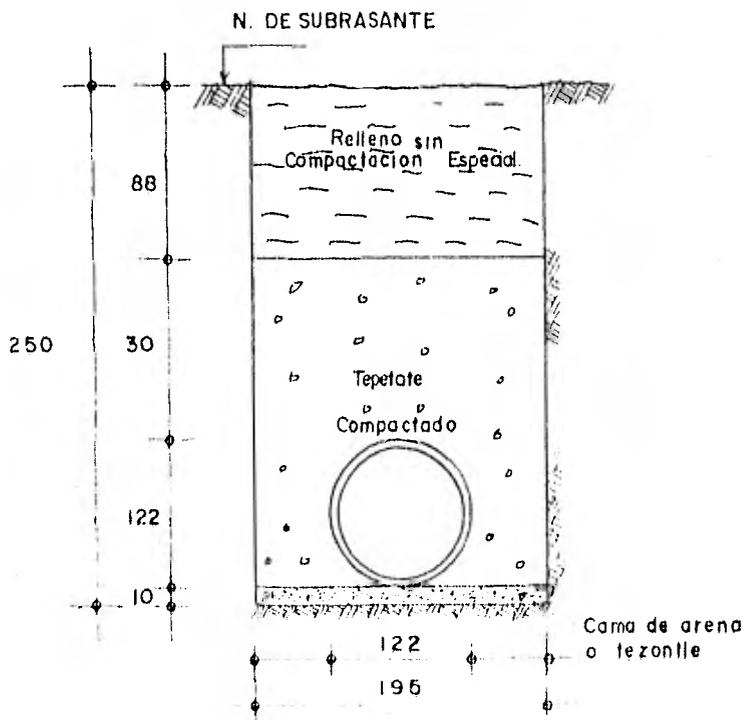
ESTRUCTURA DE MADERA PARA ALINEAMIENTO Y NIVEL

FIG. 4 - 3 - 1

4.3.2 Excavación

Para el diámetro utilizado (1.22 m) se tendrán las siguientes dimensiones de zanja: ancho de excavación de 1.95 m y una profundidad de 2.50 m.

Se puede utilizar cualquier equipo adecuado para excavar y formar la zanja. Siempre que se use equipo mecánico, la zanja deberá ser cavada dando aproximadamente la pendiente y trazo, dejando suficiente ancho para permitir la compactación del relleno alrededor del tubo. Será necesario terminar a mano la plantilla para obtener la pendiente deseada asegurando una cama uniforme; ésta podrá hacerse con el mismo material de la excavación, siempre y cuando sea de buena calidad, de no ser así, se recomienda el uso de arena o tezontle. El espesor mínimo será de 10 cm. En la siguiente figura se puede observar el detalle de la zanja.

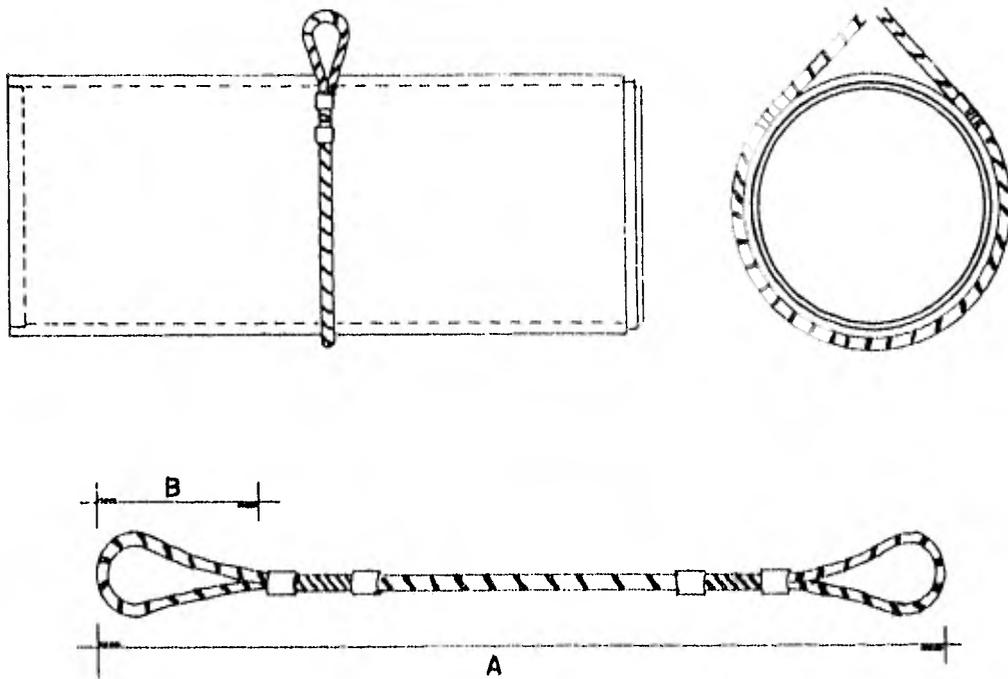


DETALLE TIPO DE ZANJA

4.3.3 Instalación

4.3.3.1 Instalación con retroexcavadora

La retroexcavadora ha demostrado ser la máquina más eficiente para instalar la tubería LOCK-JOINT, puesto que la excavación e instalación se hacen con el mismo equipo y únicamente es necesario excavar por adelantado una longitud igual a la del tubo siguiente. Un cable enganchado a la cuchara de la retroexcavadora y estrobo atado a la mitad del tubo serán suficientes para alzar, bajar e instalar el tubo (ver figura).



DIAMETRO TUBO		A	B	DIAMETRO CABLE	
PULGADAS	CENTIMETROS	CENTIMETROS	CENTIMETROS	PULGADAS	CENTIMETROS
48	122	485	41	3/4"	1.9

FIG. 4-3-3-1

4.3.3.2 Instalación con grúa

Cuando la instalación se haga mediante grúa, la excavación deberá de hacerse con anterioridad, la bajada del tubo se hará en forma análoga que cuando se usa retroexcavadora.

Existen tres métodos para enchufar la tubería mediante el uso de grúa (ver figuras 4-3-3-2A, 4-3-3-2B y 4-3-3-2C).

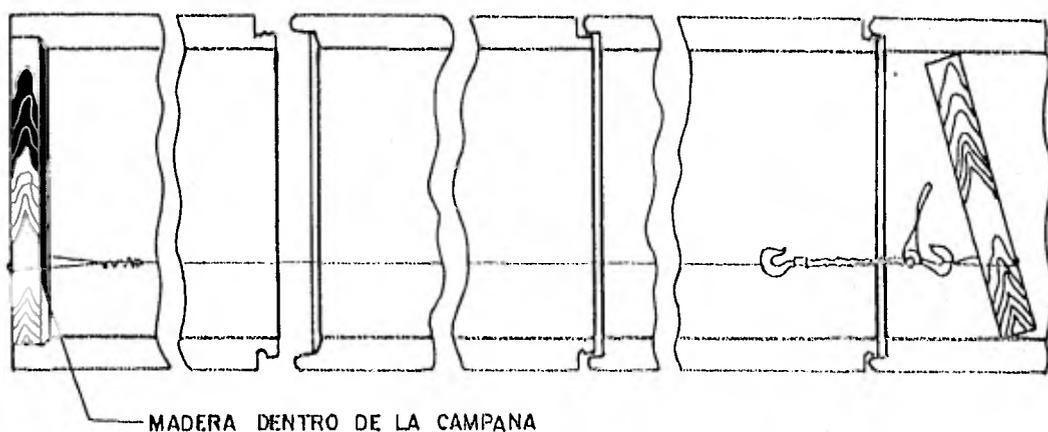


Fig: 4-3-3-2A

METODO DE INSTALACION CON GATO DE CADENA (PULL LIFT).

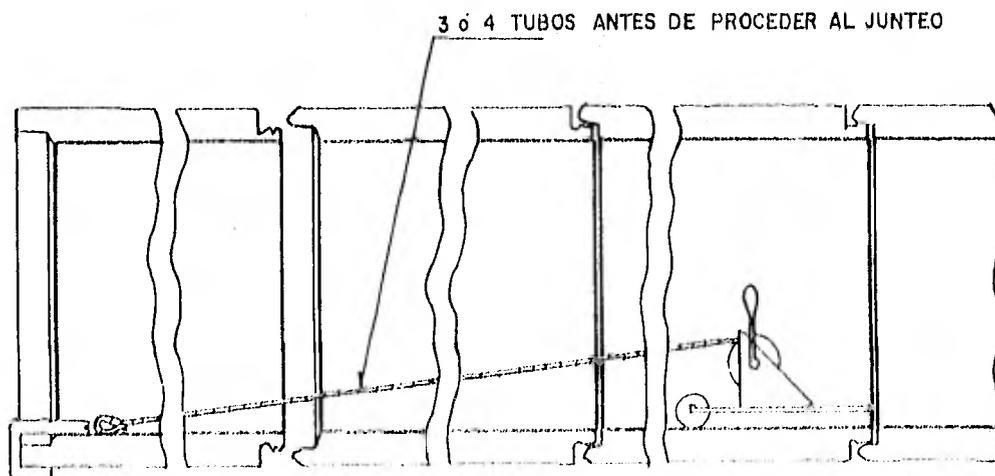


Fig: 4-3-3-2B

METODO DE INSTALACION USANDO UN MALACATE

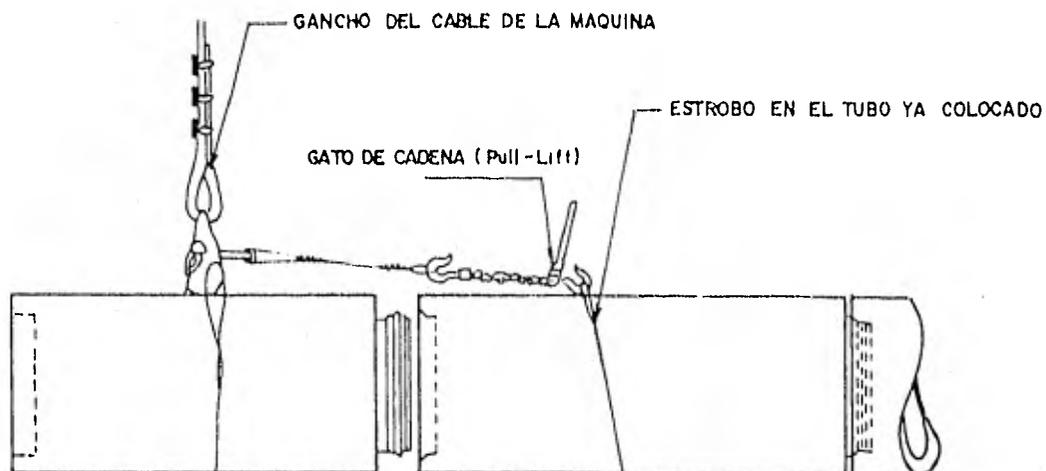


FIG. 4 -3-3-2C

4.3.4 Enchufe

El tubo por instalar deberá alinearse (tanto el eje vertical como el horizontal) con el tubo anterior ya instalado y enseguida adelantar suavemente la espiga, guiándolo manualmente hasta el chaflán de la campana, entonces el tubo será empujado, cuidando de que el empaque gire sin salirse de la ranura, hasta que las dos secciones transversales de los dos tubos queden contenidos en planos paralelos. La fuerza necesario para enchufar el tubo (empuje) se hace mediante pequeños avances del brazo de la retroexcavadora.

4.3.5 Junteo con mortero.

- a) Exterior: Colóquese una manta alrededor de la junta enchufada mediante los alambres propios de la misma. Vacíese un mortero (1 cemento: 2 arena) de consistencia lo suficientemente líquida para que fluya llenando la abertura de la junta, de manera que quede confinado entre el tubo y la manta. Para asegurar que el mortero fluya y penetre en la abertura, introduzca una varilla con un radio de curvatura similar al del exterior del tubo. En la parte superior de la junta se deberá de usar un mortero con menor cantidad de agua.
- b) Interior: La abertura interior de la junta deberá -- ser llenada con mortero (1 cemento: 3 arena), de tal manera que se establezca una transición perfecta entre los dos tubos, debiéndose quitar todo el mortero excedente.

4.3.6 Relleno

En el relleno inicial se deberán usar únicamente materiales seleccionados. Este deberá ser cuidadosamente compactado en capas de 15 a 20 cm. mediante pisones curvos, de manera que el relleno quede firmemente compactado debajo y alrededor del tubo (acostillado) y hasta el lomo del mismo. Después deberá de rellenarse con una capa de -- 30 cm apisonada con pala. El relleno complementario podrá hacerse mediante "Bulldozer" u otro equipo.

Especificaciones para el relleno:

- a) El colchón de relleno sobre el lomo del tubo no deberá ser menor de 90 cm aún cuando la instalación sea por encima de la superficie natural del terreno. En caso de cruzar un río el colchón mínimo será de 2 m.
- b) El relleno no deberá tirarse directamente sobre el -

tubo.

- c) Material de relleno que contenga piedras mayores de 15 cm no deberá estar en contacto con el tubo.
- d) El relleno no variará en más de 15 cm entre los lados del tubo.
- e) Se deberá rellenar la zanja tan pronto como sea posible, para evitar que la tubería instalada flote si se inundara la zanja.

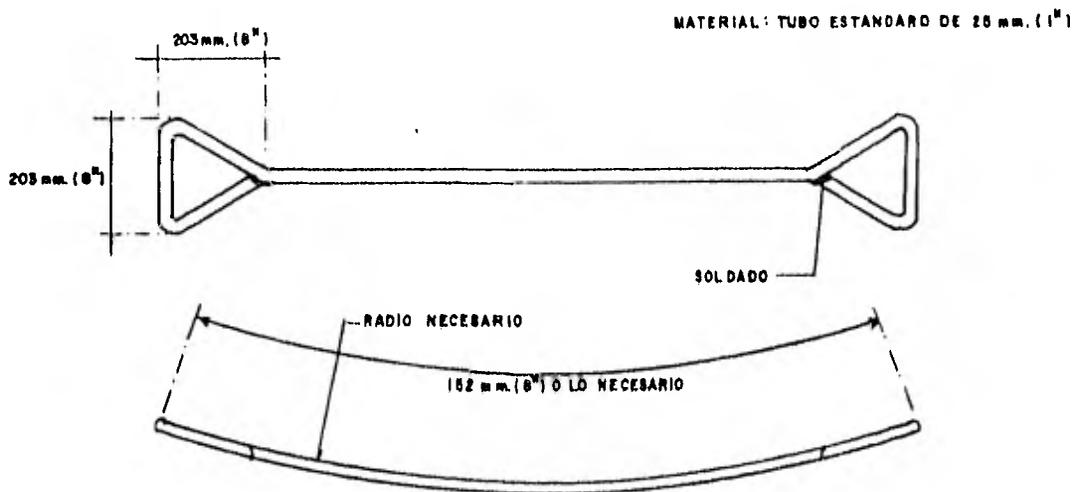
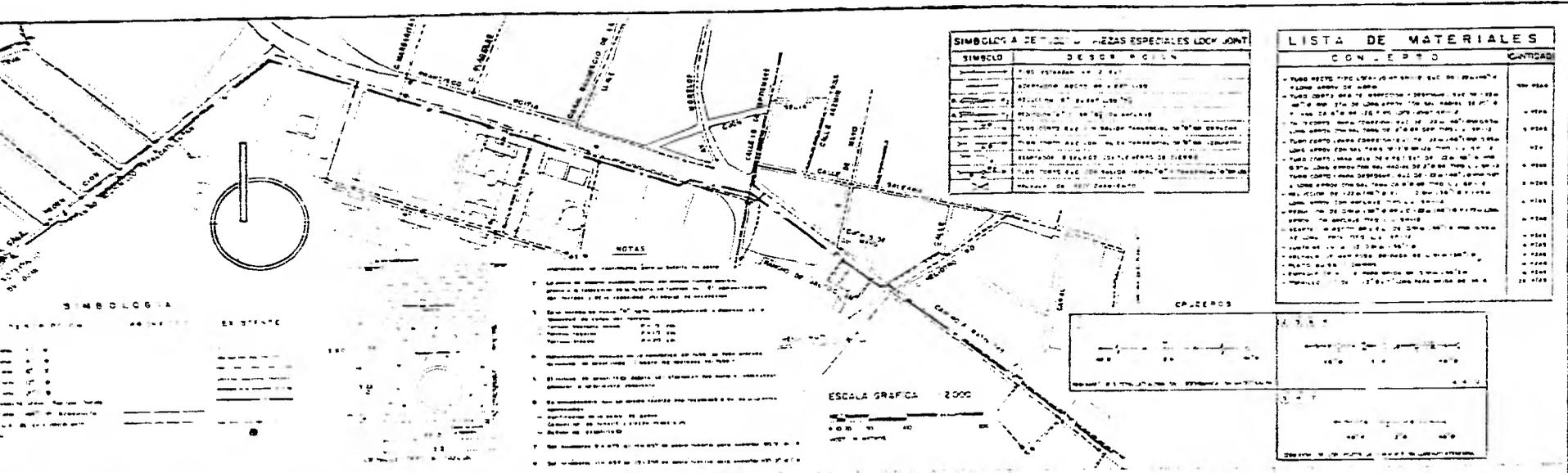


FIG. 4 - 3-6

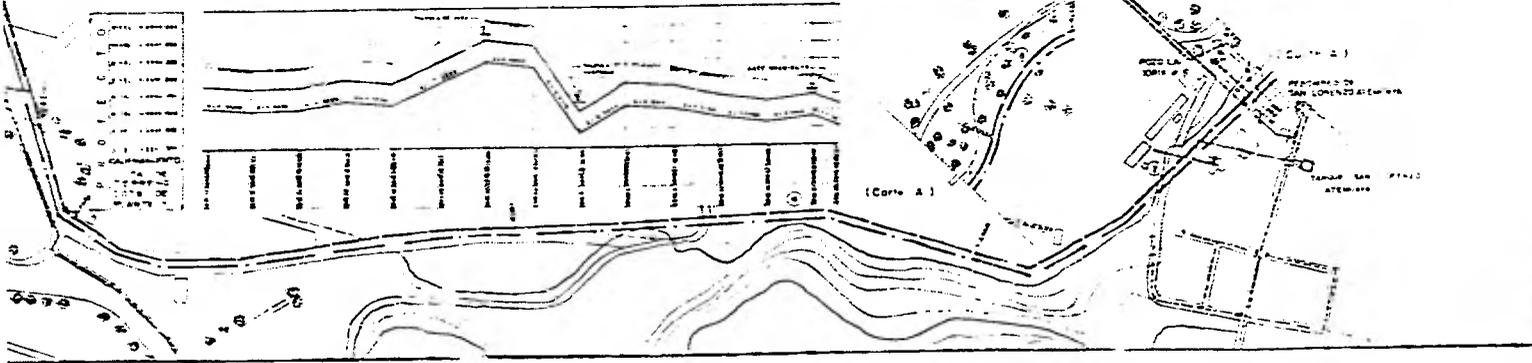
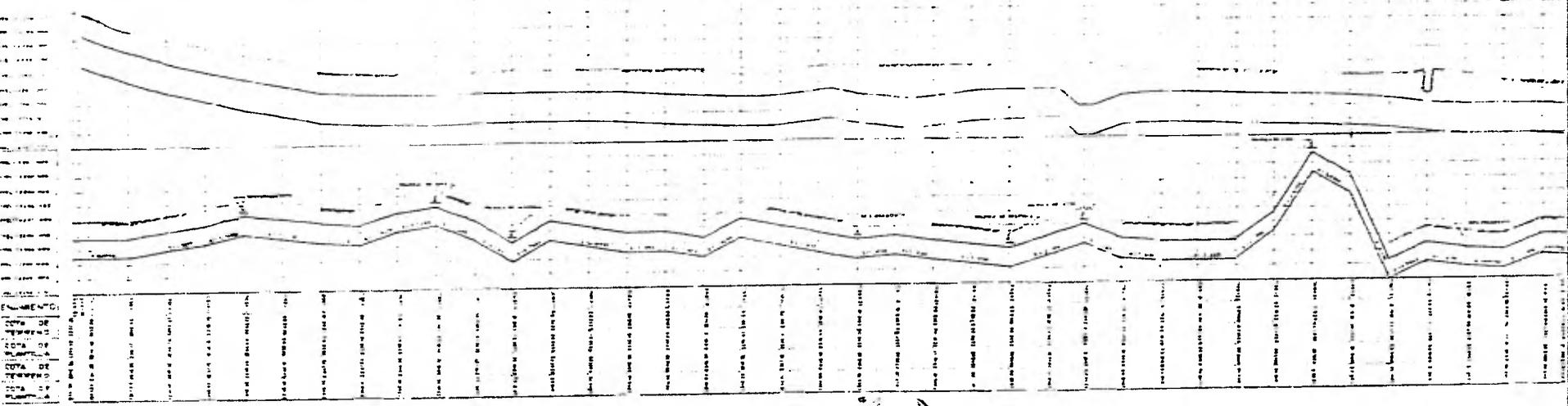
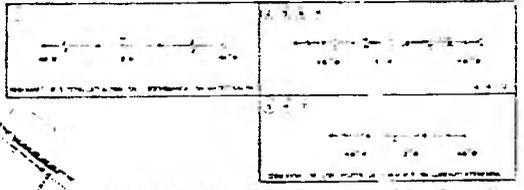


SIMBOLOS A DE LAS PIEZAS ESPECIALES LOCK JOINT	
SIMBOLO	DESCRIPCION
1	1.000 ESTACION DE 2.000
2	2.000 ESTACION DE 2.000
3	3.000 ESTACION DE 2.000
4	4.000 ESTACION DE 2.000
5	5.000 ESTACION DE 2.000
6	6.000 ESTACION DE 2.000
7	7.000 ESTACION DE 2.000
8	8.000 ESTACION DE 2.000
9	9.000 ESTACION DE 2.000
10	10.000 ESTACION DE 2.000
11	11.000 ESTACION DE 2.000
12	12.000 ESTACION DE 2.000
13	13.000 ESTACION DE 2.000
14	14.000 ESTACION DE 2.000
15	15.000 ESTACION DE 2.000
16	16.000 ESTACION DE 2.000
17	17.000 ESTACION DE 2.000
18	18.000 ESTACION DE 2.000
19	19.000 ESTACION DE 2.000
20	20.000 ESTACION DE 2.000

LISTA DE MATERIALES	
CONCEPTO	CANTIDAD
1. TUBO HERRAJE PARA UNION DE TUBOS DE 1.000	100.000
2. TUBO HERRAJE PARA UNION DE TUBOS DE 1.000	100.000
3. TUBO HERRAJE PARA UNION DE TUBOS DE 1.000	100.000
4. TUBO HERRAJE PARA UNION DE TUBOS DE 1.000	100.000
5. TUBO HERRAJE PARA UNION DE TUBOS DE 1.000	100.000
6. TUBO HERRAJE PARA UNION DE TUBOS DE 1.000	100.000
7. TUBO HERRAJE PARA UNION DE TUBOS DE 1.000	100.000
8. TUBO HERRAJE PARA UNION DE TUBOS DE 1.000	100.000
9. TUBO HERRAJE PARA UNION DE TUBOS DE 1.000	100.000
10. TUBO HERRAJE PARA UNION DE TUBOS DE 1.000	100.000
11. TUBO HERRAJE PARA UNION DE TUBOS DE 1.000	100.000
12. TUBO HERRAJE PARA UNION DE TUBOS DE 1.000	100.000
13. TUBO HERRAJE PARA UNION DE TUBOS DE 1.000	100.000
14. TUBO HERRAJE PARA UNION DE TUBOS DE 1.000	100.000
15. TUBO HERRAJE PARA UNION DE TUBOS DE 1.000	100.000
16. TUBO HERRAJE PARA UNION DE TUBOS DE 1.000	100.000
17. TUBO HERRAJE PARA UNION DE TUBOS DE 1.000	100.000
18. TUBO HERRAJE PARA UNION DE TUBOS DE 1.000	100.000
19. TUBO HERRAJE PARA UNION DE TUBOS DE 1.000	100.000
20. TUBO HERRAJE PARA UNION DE TUBOS DE 1.000	100.000

- NOTAS**
1. El proyecto de este acueducto a presión se basa en los datos suministrados por el propietario de la obra.
 2. El tubo herraje para unión de tubos de 1.000 mm de diámetro exterior, se fabricará en acero al carbono.
 3. El tubo herraje para unión de tubos de 1.000 mm de diámetro exterior, se fabricará en acero al carbono.
 4. El tubo herraje para unión de tubos de 1.000 mm de diámetro exterior, se fabricará en acero al carbono.
 5. El tubo herraje para unión de tubos de 1.000 mm de diámetro exterior, se fabricará en acero al carbono.
 6. El tubo herraje para unión de tubos de 1.000 mm de diámetro exterior, se fabricará en acero al carbono.
 7. El tubo herraje para unión de tubos de 1.000 mm de diámetro exterior, se fabricará en acero al carbono.
 8. El tubo herraje para unión de tubos de 1.000 mm de diámetro exterior, se fabricará en acero al carbono.
 9. El tubo herraje para unión de tubos de 1.000 mm de diámetro exterior, se fabricará en acero al carbono.
 10. El tubo herraje para unión de tubos de 1.000 mm de diámetro exterior, se fabricará en acero al carbono.

ESCALA GRAFICA 2000





U N A M.
FACULTAD DE INGENIERIA

**ASPECTOS DE DISEÑO
EN EL PROYECTO DE UN
ACUEDUCTO A PRESION
PLANO CONSTRUCTIVO**

MEXICO D.F.
NOVIEMBRE - 1961

TESIS PROFESIONAL
DAVID CE IVANTES JAUREGUI

Capítulo V

CATALOGO DE OBRA Y PRESUPUESTO

A continuación se presenta el catálogo de obra y presupuesto del nuevo acueducto Xochimilco-Xotepingo, el cual se realizó tomando como base el catálogo de precios unitarios del Departamento del Distrito Federal.

Los precios de la tubería y piezas especiales se obtuvieron mediante una cotización que presentó la empresa Ingeniería y Construcciones Hidráulicas, S.A., fabricante del tipo de tubería utilizada en el acueducto proyectado.

El resultado del presupuesto, dió un monto de \$234'702,325.22 sin incluir el gravamen por concepto de I.V.A., ni la utilidad propia de la empresa contratista.

CATALOGO DE CONCEPTOS DE OBRA Y
PRESUPUESTO PARA EL ACUEDUCTO DE PROYECTO
X O C H I M I L C O — X O T E P I N G O

CLAVE	C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
B2C2B2	Excavación por medios mecánicos en cepa zona B clase II medido en banco, de 2.00 a 4.00 m de profundidad.	M ³	111,130.50	65.44	7'272,744.43
F1G1A1	Cama de arena en cepas para tuberías, incluyendo acostillado (material, acarreo libre de 100 m, mano de obra y herramienta).	M ³	4,445.22	423.98	1'884,684.33
B5A1A5	Relleno de excavaciones en cepa, sin compactación especial, incluyendo extendido de material y acarreo libre a 10.0 m medido, colocada, con material producto de la excavación.	M ³	80,926.05	28.68	2'320,959.10
B4C1A1	Acarreos con camión con carga manual de tierra y material mixto, producto de las excavaciones que no sea roca medidos en banco (primer kilómetro).	M ³	25,759.23	57.14	1'471,882.00
B4C1A2	Kilómetros subsecuentes, zona urbana	M ³ -km	4	7.56	778,959.00
B4C1A3	Kilómetros subsecuentes, zona urbana	M ³ -km	5	4.77	614,357.64
B3A1C2	Demolición de pavimento de asfalto incluyendo base de grava cementada; para trabajos de colocación de tubería Lock-Joint SP-12 de 1.22 m de diámetro.	M ²	889.04	146.25	130,022.69
BAL1C1	Base de grava cementada controlada compactada al 95% de su P.V.S.M. en capas no mayores de 15 cm de espesor. Incluye agua. Con acarreo primer kilómetro.	M ²	5,334.26	217.92	1'162,442.81
BAL1C2	Kilómetro subsecuente, zona urbana	M ² -km	4	7.77	164,721.95
BAL1C3	Kilómetro subsecuente zona sub-urbana	M ² -km	5	4.61	122,954.69
BA2A2A	Construcción de carpetas de concreto asfáltico elaborado en planta del D.D.F., con agregado máximo de 20 mm y 5 cm de espesor. Con carga y acarreo primer kilómetro.	M ²	380.04	56.89	50,577.49

CLAVE	C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
F2H22J	Colocación de tubería Lock-Joint SP-12 de 1.22 de diámetro.	ML	22,374.80	576.46	12'898,177.21
F2J201	Colocación de piezas especiales para agua potable del tipo Lock-Joint SP-12 en cualquier zona, incluyendo -- acarreo de piezas y tornillería en 20 m	kg		4.06	
	Tubo recto tipo Lock-Joint SP-12 Ex C. de 1.22 m (48") de diámetro y longitud aprovechable de 4.68 m. Para carga de 50 m columna de agua.	ML	22,374.80	7,031.00	157'317,218.80
	Tubo corto ExC de 1.22 m (48") de diámetro y longitud aprovechable de 1.37 m con salida radial de 20" Ø Br y con salida tangencial de 6" Ø tipo Lock-Joint SP-12	Pza	28	57,280.00	1'603,840.00
	Tubo corto ExC de 1.22 m (48") de diámetro y longitud aprovechable de 0.93 m con salida tangencial de 12" - Ø Br tipo Lock-Joint SP-12 (izquierda)	Pza	21	40,137.00	824,877.00
	Tubo corto ExC de 1.22 m (48") de diámetro y longitud aprovechable de 0.93 m con salida tangencial de 12" -- Ø Br tipo con salida tangencial de 12" Ø Br tipo Lock-Joint SP-12 (derecha)	Pza	8	40,137.00	321,096.00
	Tubo corto ExC de 1.22 m (48") de diámetro y longitud aprovechable de 0.67 m con salida tangencial de 6" - Ø Br tipo Lock-Joint SP-12.	Pza	10	30,564.00	305,640.00
	Tubo corto ExC de 1.22 m (48") de diámetro y longitud aprovechable de 0.37 m con salida radial de 2" Ø Br - tipo Lock-Joint SP-12 (derecha)	Pza	10	35,350.00	353,500.00
	Tubo corto ExC de 1.22 (48") de diámetro y longitud - aprovechable de 1.37 m con salida tangencial de 20" Ø Br tipo Lock-Joint SP-12 (Derecha)	Pza	1	57,280.00	57,280.00
	Tubo corto ExC de 1.22 (48") de diámetro y longitud aprovechable de 1.37 m con salida tangencial de 20" Ø Br tipo Lock-Joint SP-12 (izquierda)	Pza	1	57,280.00	57,280.00

CLAVE	C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
	Adaptador biselado complemento de cierre ExC de 1.22 (48") de diámetro y longitud aprovechable de 0.31 de 4° 30' tipo Lock-Joint SP-12	Pza	364	22,498.00	8'189,278.00
	Adaptador 1/2 biselado complemento de cierre ExC de 1.22 (48") de diámetro y longitud aprovechable de 0.28 de 2°14' tipo Lock-Joint	Pza	37	22,498.00	832,426.00
	Reducción de 1.22 (48") de diámetro a 0.91 (36") de diámetro ExExt. Liso y longitud aprovechable de 1.45 m con anclaje tipo Lock-Joint SP-12	Pza	25	47,797.00	1'386,113.00
	Reducción de 0.91 (36") de diámetro a 1.22 (48") de diámetro Br x C y Longitud aprovechable de 1.72 m con anclaje tipo Lock-Joint SP-12	Pza	29	57,086.00	1'655,494.00
	Adaptador recto Br x Ext. liso de 0.91 (36") de diámetro y longitud aprovechable de 0.55 m tipo Lock-Joint SP-12	Pza	29	27,389.00	794,281.00
	Adaptador recto C x Ext liso de 1.22 (48") de diámetro y longitud aprovechable de 2.00 m tipo Lock-Joint SP-12	Pza	1	57,280.00	57,280.00
	Junta mecánica de 0.91 (36") de diámetro	Pza	27	28,551.00	770,877.00
	Válvula de mariposa bridada de 0.91 (36") de diámetro para seccionamientos.	Pza	30	281,267.00	8'438,610.00
	Plato quiebra chorro	Pza	30		
	Tornillos c/t de 1 1/2" x 6" de longitud para brida de 36" Ø	Pza	928	250.00	232,000.00
	Tee de 1.22 (48") de diámetro ExC con Ramal de 48" o Br tipo Lock-Joint SP-12	Pza	2	119,999.00	239,998.00
	Tubería de acero de 1.22 (48") de diámetro cédula 40	ML	100	9,130.00	913,000.00
	Empaque de hule para brida de 0.91 m (36") de diámetro	Pza	49	922.00	45,178.00
					13'365,750.20
			IMPREVISTOS	100	21'336,575.02
			T O T A L :		34'702,325.22
	NOTA: ESTE CATALOGO NO INCLUYE EL GRAVAMEN POR CONCEPTO DE I.V.A. NI LA UTILIDAD PROPIA DE LA EMPRESA CONTRATISTA EN LOS CONCEPTOS NO INCLUIDOS EN EL CATALOGO DE PRECIOS UNITARIOS DEL D.D.F.				

Capítulo VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

Del estudio realizado en este trabajo, se pueden anotar las siguientes conclusiones:

- La inclusión, al acueducto de proyecto, del gasto excedente correspondiente al acueducto "viejo" Xochimilco-Xotepingo, elimina totalmente la posibilidad de que este último trabaje a presión como se ha previsto en la revisión hidráulica respectiva.
- La selección del tipo de diámetro resulto adecuado para las condiciones de operación dadas.
- El acueducto de proyecto podrá sustituir, en forma total, el funcionamiento del acueducto "viejo". Es lo se llegará a presentar en el momento de que se -

estén efectuando los seccionamiento en el mismo.

- De acuerdo a lo antes mencionado, la planta de bombeo Xotepingo queda asegurada en cuanto a agua potable se refiere, pues como ya ha quedado establecido, el acueducto de proyecto descargará su caudal en el cárcamo-existente de esta planta.
- En caso de que se llegará a presentar alguna falla o-reparación en el acueducto "nuevo", parte del caudal -conducido por éste será enviado al acueducto de proyecto, y enviarlo posteriormente a la planta de bombeo Cerro de la Estrella. De igual forma que en el inciso -anterior, la citada planta queda asegurada en cuanto a abastecimiento de agua se refiere.
- Finalmente, se tiene que ninguna de las plantas de bombeo antes mencionadas, quedarán fuera de servicio, — pues el acueducto de proyecto solventará por sí solo - las fallas que se lleguen a presentar en los acueductos existentes.

6,2 RECOMENDACIONES

Dentro de las recomendaciones dadas para el acueducto de proyecto se pueden mencionar las siguientes:

- Dado que el acueducto trabajará a presión, se recomienda revisar, y si es posible reequípar, todos los pozos que se conecten al mismo; pues como se recordará, dichos pozos (ver tablas) tienen actualmente una presión de descarga nula, ya que el acueducto "viejo" funciona - por gravedad.
- Para lograr que las condiciones de operación 5 y 6 -- sean satisfechas, serán condición necesaria efectuar-

la conexión de los ramales San Luis y Taxqueña con el acueducto proyectado.

- Para llevar a cabo con la conexión que se menciona en el inciso anterior, deberán de operarse las válvulas de seccionamiento colocadas en esos cruceros.

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

1. APUNTES DE HIDRAULICA I
Ing. Gilberto Sotelo Avila
Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.
2. MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES,
SECCION E, HIDRAULICA
Comisión Federal de Electricidad
3. CATALOGO DE PRECIOS UNITARIOS
Departamento del Distrito Federal
4. CURSO DE OBRAS HIDRAULICAS
División de Educación Continua de la
Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.
5. MANUAL DE TUBERIA LOCK-JOINT
Ingeniería y Construcciones
Hidráulicas, S.A.