



24
P. J.

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería

ESTUDIO Y PROYECTO HIDRAULICO DE LA ALIMENTACION A LA
P.T.A.R. SAN LUIS

Tesis Profesional

Que para obtener el Título de
INGENIERO CIVIL

presenta

ARTURO ROBINSON ALONSO DIAZ

FALLA DE ORIGEN

México, D. F.

1989



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

C O N T E N I D O

I. INTRODUCCION

I.1	Antecedentes	1
I.2	Objetivo	5
I.3	Motivo	5
I.4	Desarrollo	6

II. ESTUDIOS BASICOS

II.1	Reconocimiento	8
II.2	Topografía	9
II.3	Mecánica de Suelos	11

III. CONDUCCION A PRESION

III.1	Datos de Proyecto	14
III.2	Análisis del diámetro más económico	14
III.3	Diseño Hidráulico y Geométrico de la Línea de Conducción	35
III.4	Diseño de la Planta de Bombeo	38

III.4.1	Dimensionamiento del Cárcamo de Bombeo	38
III.4.2	Proyecto Mecánico	41
III.4.3	Proyecto Eléctrico	45
III.4.4	Proyecto Estructural	46
IV.	CONDUCCION A GRAVEDAD	
IV.1	Datos de Proyecto	60
IV.2	Diseño Hidráulico y Geométrico de la Línea de Conducción	61
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
VI.	BIBLIOGRAFIA	68

I. INTRODUCCION

1.1 Antecedentes

El pueblo de San Luis Tlaxiältemalco se localiza al sureste del Distrito Federal en la Delegación Xochimilco, misma que colinda al norte con las Delegaciones Coyoacán e Iztapalapa, al noreste con la Delegación Tláhuac, al sur con la Delegación Milpa Alta y al surcste a norcste con la Delegación Tlalpan.

La Delegación de Xochimilco cuenta con una extensión aproximada de 128.11 Km², y durante la última década (1970-1980) el crecimiento demográfico en esta Delegación fué del 86.72 % ; alcanzando para 1980, la cifra de 217,481 habitantes, con una densidad de población de 1,615 habitantes por Km².

De la superficie total de la Delegación el 9.1 % es área

urbana; el 24.8 % se destina a la zona chinampera y el 66.1 % es area montañosa.

Los usos de la tierra se encuentran distribuidos de la siguiente manera: Del área urbana, el 65 % es habitacional, 15 % industrial y 20 % comercial. Además de los quince pueblos que integran la Delegación, ocho son de uso 100 % habitacional, seis aparte del uso habitacional contienen uso industrial y tres pueblos presentan uso comercial.

Antiguamente, la zona de Chinampas que formaban el vaso del lago de Xochimilco-Tláhuac ocupaba el 40 % de la superficie de Xochimilco, actualmente representa el 24.8 % de la superficie de la Delegación y se le considera una zona importante de reserva ecológica.

En cuanto a tenencia de la tierra se divide en 84 % a comuneros, 6 % ejidatarios, 9 % particulares y 1 % gobierno federal.

Debido al acelerado crecimiento urbano que ha sufrido el Distrito Federal, sus condiciones climatológicas han sido afectadas de tal suerte que los balances de energía se encuentran influenciados tanto por los materiales de construcción, como por la gran concentración de impurezas sólidas y gaseosas, particularmente de CO_2 , que absorbe una

gran cantidad de energía solar, provocando alteraciones en los elementos termodinámicos de la atmósfera, tales como humedad, precipitación y viento.

De acuerdo a la altitud y latitud del Distrito Federal se dice en términos generales, que el clima es templado con lluvias en verano. Es decir, que aunque la temperatura está regulada por la elevada altura, otras características climatológicas de la cuenca como la regularidad e intensidad de las lluvias, son características de los trópicos.

En el Distrito Federal el promedio de precipitación anual es de 753.12 mm.; la temperatura mínima promedio de 8.9 °C, la temperatura máxima promedio de 23.5 °C y la temperatura media promedio de 15.3 °C.

Desde el punto de vista ecológico la sobreexplotación de los recursos acuíferos agotó el caudal de los manantiales que abastecían al sistema de lagunas y canales del antiguo lago Xochimilco-Tláhuac lo cual, ha provocado hundimientos diferenciales en el terreno lacustre de las chinampas.

Los problemas de orden sanitario son propiciados en gran parte por el manejo inadecuado de las aguas negras, es decir tienen su origen en el tratamiento insuficiente de aguas servidas en el Plan Xochimilco que se aportan al sistema de

agua y canales para romper parcialmente los volúmenes necesarios para su equilibrado ciclo hidrológico y en el vertido indiscriminado de aguas negras crudas tanto al sistema de lagunas y canales como a los cauces naturales de la serranía del Ajusco en la zona sur de la Delegación.

La contaminación de lagunas y canales ha modificado el equilibrio ecológico de la zona, afectando las actividades agrícolas, pesqueras y de recreación y a las áreas que forman parte del cinturón verde del Distrito Federal que corresponden al 80 % de la superficie de esta Delegación.

Tomando en cuenta lo descrito dentro de los planes y programas que tienen prioridad en el Distrito Federal, se tiene la sustitución del agua potable, usada para riego de parques y jardines, por agua tratada, tal es el caso de San Luis Tlaxiátemalco, Delegación Xochimilco, donde la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, del Departamento del Distrito Federal (D.G.C.O.H.) se encuentra construyendo una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (P.T.A.R.) para tratar, en una primera etapa 75 lps, y en una etapa final 225 lps.

Una de las fuentes de alimentación de la planta de tratamiento es la línea de conducción a presión denominado Colector Pueblos del Sur y que capta los gastos de aguas negras

de las localidades de Santa María Nativitas, Santa Cruz Acalpixca, San Gregorio Atlapulco y San Luis Tlaxdaltemalco, mismos que descargan a una laguna de aireación, de donde, por medio de un canal, son enviados al Canal Chalco. Este colector Pueblos del Sur, en su etapa final, está compuesto por dos tuberías paralelas, la primera de ellas de 76 cm (30") \emptyset , que conduce los caudales de Santa María Nativitas, Santa Cruz Acalpixca y San Gregorio Atlapulco y la segunda, de 40 cm (16") \emptyset que colecta las aguas negras de San Luis Tlaxdaltemalco. Este Colector va por cotas menores a las de la P.T.A.R., por lo que será necesario realizar la construcción de una planta de bombeo.

1.2 Objetivo

El objetivo del presente trabajo es la realización de los estudio y proyectos necesarios para un funcionamiento hidráulico óptimo en la alimentación de la P.T.A.R. San Luis, mismo que incluye planta de bombeo, conducción de aguas negras y conducción de aguas tratadas.

1.3 Motivo

El motivo que me lleva a realizar el estudio y proyecto de la alimentación a la P.T.A.R. San Luis como tema de tesis, radica en el sentido profesional de aplicar y desarrollar los conocimientos adquiridos durante mi estancia en la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M., y una de las causas que merece

especial atención es el objetivo que se busca de sustituir el uso del agua potable para el riego de parques y jardines por aguas tratadas.

Es importante hacer énfasis en la importancia de este tipo de obras y del esfuerzo de las autoridades en materia de Tratamiento de aguas y reúso, ya que estas pueden mejorar la calidad del agua que actualmente se utiliza indebidamente para el riego de grandes extensiones agrícolas.

1.4 Desarrollo

Para cumplir con el objetivo indicado, el proyecto se dividió en cinco partes, cuyo alcance se menciona, en forma sucinta, a continuación:

CAP 2 ESTUDIOS BASICOS

En este capítulo se describe la visita al sitio, la información recabada y el levantamiento topográfico.

CAP 3 CONDUCCION A PRESION

Considerando los datos de proyecto se realiza un estudio de alternativas para seleccionar el diámetro más económico del conducto y se lleva a cabo el diseño hidráulico y geométrico de la línea de conducción.

Se efectúa el diseño de la planta de bombeo llevándose a

cabo el dimensionamiento del cárcamo, el proyecto mecánico, eléctrico y estructural.

CAP 4 CONDUCCION A GRAVEDAD

A partir del tanque de aguas tratadas, se realiza el diseño hidráulico y geométrico de la línea de conducción a gravedad, descargando al canal Galtongo de los viveros de San Luis Tlaxiatlaltemalco.

CAP 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se describen aspectos relacionados con la importancia de las plantas de tratamiento, dando algunas recomendaciones.

II. ESTUDIOS BASICOS

II.1 Reconocimiento

Con el objeto de conocer el sitio de la construcción de la P.T.A.R San Luis, de los posibles trazos de las líneas de conducción y de la ubicación del lote para la planta de bombeo, se realizaron visitas al sitio de las cuales se deducen los siguientes comentarios.

La P.T.A.R. se encuentra en etapa constructiva, notándose un movimiento importante de personal y maquinaria que denotan la necesidad de terminar la obra en corto tiempo.

Por otro lado, se visitó el vivero de San Luis Tlaxiátemalco, mismo que se encuentra ubicado sobre la carretera Xochimílco-Tulyehualco, dándole principal atención a la porción sur del vivero, en donde podrá tomarse el caudal del colector Pueblos del Sur, además de tener suficiente superficie

para alojar la planta de bombeo. Se pudo detectar la existencia de un cárcamo rectangular de tabique, de aproximadamente 5.00 mts. de ancho, 12.00 mts. de largo y 5.40 mts. de profundidad, estando techado con rejilla.

También se recorrió el posible trazo de la línea de conducción a presión, misma que pasará por el parque de diversiones Bosque de San Luis y llegará a la P.T.A.R. por su parte norte. Finalmente se reconoció el trazo de la línea de agua tratada y el canal Caltongo a donde descargará.

Dentro de la información recopilada se tiene el Proyecto del colector de aguas negras Pueblos del Sur, Planta topográfica de la P.T.A.R., Perfil de la carretera frente al predio de la P.T.A.R. San Luis, Altimetría del terreno natural y roca, Arreglo General de la P.T.A.R., Plano general del Sistema colectores de los pueblos del sur (Alternativa 1), plano aerofotogramétrico (escala 1:2000, con curvas de nivel a cada 2.00 mts.) de la zona, Informe preliminar del estudio de mecánica de suelos para el cárcamo de bombeo San Luis Tlaxiátemalco.

11.2 Topografía

Como apoyo para el proyecto se realizó un levantamiento topográfico, tanto del lote para la planta de bombeo, como de

la línea de conducción de aguas negras.

El levantamiento de la línea consistió en el trazo de una poligonal abierta, con un desarrollo de 240 mts. la cual se llevó a través del vivero de San Luis y del Bosque de San Luis, terminando en la barda de la P.T.A.R.

El trazo de la poligonal quedó definido mediante 4 vértices (V-1 a V-4), e inicia en el vértice V-1 localizado en el Vivero de San Luis, cerca del cárcamo existente, continúa hasta el vértice V-2 y cruza la avenida Xochimilco-Tulyehualco, adentrándose en el parque infantil Bosque de San Luis, por donde sigue hasta el vértice V-3, el vértice V-4 se ubica en la barda de la P.T.A.R., pero antes de ella la poligonal cruza otro carril de la avenida Xochimilco-Tulyehualco.

Una vez trazada la poligonal, se realizó una nivelación de perfil, tomando como banco de nivel el mismo utilizado para la construcción de la P.T.A.R., el cual se localiza sobre un castillo del muro frente al vértice V-25 de la planta de tratamiento y tiene una elevación de 24.932 mts.

Finalmente se realizó el levantamiento del lote de la planta de bombeo, usando el procedimiento de radiaciones a partir de los vértices V-1 y V-2 de la poligonal.

II.9 Mecánica de Suelos

Se realizó un estudio de mecánica de suelos para el carcamo, de donde se transcribe lo siguiente.

Los trabajos se iniciaron con la ejecución de un sondeo mixto, un pozo a cielo abierto (PCA) y excavación necesaria para encontrar un par de tubertas que están enterradas a lo largo del predio. Se extrajeron además muestras alteradas e inalteradas y se efectuó la descripción tanto del sondeo como del PCA.

Los trabajos de campo realizados se describen a continuación:

SONDEO MIXTO

El sondeo de tipo mixto se denominó (SM-SnLT-) y se realizó con máquina rotaria Long Year 24, y bomba Moyno 3-L4; el fluido para la perforación consistió en lodo bentonítico.

Para la perforación de este sondeo se pretendía penetrar y muestrear hasta la profundidad de 20 mts. o menos, si se alcanzaba la roca firme, lo cual se consiguió a los 15.6 mts. de profundidad.

En la roca se perforaron y muestrearon 1.3 mts. de los cuales se recuperó una longitud de 0.72 mts. de núcleos.

La finalidad del sondeo fue la extracción de muestras relativamente inalteradas y alteradas representativas para efectuarles ensayos de laboratorio. Para lo anterior, se utilizó la combinación de tubo de pared delgada tipo Shelby con diámetro de 4 pulgadas (101.6 mm.) y pruebas de penetración estándar: según las normas ASTM-D-1587 y ASTM-D-1586, respectivamente.

En el predio en cuestión se efectuó la excavación, con pico y pala, de un pozo a cielo abierto (PCA-SnLT-1); sus dimensiones son de 1.5 mts. por lado y 2.5 mts. de profundidad. En esta excavación se observó limo con arena y algo de arcilla; contiene materia orgánica (raíces) lo cual es abundante hasta la profundidad de 1.30 mts. aproximadamente. De este pozo se obtuvo una muestra cúbica a la profundidad de 2.20 a 2.50 mts.

Se efectuó la excavación de zanjas o calas para encontrar y determinar la ubicación de tuberías de conducción de agua.

Las muestras obtenidas durante los trabajos de campo consistieron en muestras representativas de los depósitos del subsuelo hasta la profundidad de 15.6 mts., tres muestras inalteradas en tubo de pared delgada tipo Shelby a las profundidades de 5.0, 7.0 y 12.0 mts., núcleos de roca

obtenidos entre 15.6 y 16.9 mts. y por ultimo muestra cubica obtenida del pozo a cielo abierto.

Tomando en cuenta que el carcamo tendra una profundidad de desplante de 5.40 mts. y un area en planta de aproximadamente 5X25 mts. de acuerdo con los resultados de la resistencia a la penetración estandar, se puede recomendar que el cárcamo puede desplantarse superficialmente. La capacidad de carga admisible que se debera considerar es de 15 Ton/m².

Los taludes de la excavacion para alojar a la estructura podran ser verticales, siempre y cuando éstos no se dejen por mucho tiempo y no se coloquen sobrecargas importantes en el perimetro de la excavacion.

III. CONDUCCION A PRESION

III.1 Datos de Proyecto

Para poder determinar la magnitud del proyecto es necesario definir los datos básicos de proyecto mismos que de acuerdo con la información recopilada y con los resultados del levantamiento topográfico fueron los siguientes:

Gasto a conducir	75.0 lps.
Cota Planta de bombeo	2240.0 msnm
Cota Planta de tratamiento	2263.0 msnm
Cota del agua en tanque de aguas crudas	2266.5 msnm
Longitud (Alternativa 1)	254.0 m
Longitud (Alternativa 2)	688.0 m

III.2 Análisis del Diámetro más económico

Para esta línea de conducción a presión se estudiaron dos alternativas, la primera de ellas, cruzando el parque

infantil, con una longitud de 254 mts, la segunda llevando la línea paralela a la calle hasta llegar a la P.T.A.R., con una longitud de 688 mts.

Para cada una de ellas se realizó un análisis del diámetro más económico desarrollando un programa de computadora en lenguaje BASIC y considerando tubería de acero con diámetros exteriores de 0.36 m, 0.41 m, 0.46 m, 0.51 m, y 0.61 m. En las tablas 3.1 a 3.10 se presentan los cálculos y en la tabla 3.11 el resumen de los mismos.

Se presenta también en las figuras 3.1 y 3.2 las gráficas de costo (en millones de pesos) contra diámetros (en pulgadas) para las dos alternativas.

De los resultados obtenidos en el análisis se puede deducir que la alternativa 1 resulta ser la más económica con un diámetro de 406 mm (16").

Una vez seleccionada la alternativa 1 como mejor, se estudio la posibilidad de instalar tubería de asbesto-cemento proponiendo los mismos diámetros que para el caso de tubería de acero y el análisis se muestra en las tablas 3.12 a 3.16.

De lo anterior, los costos de tubería de acero y de

asbesto-cemento son muy parecidos, pero dado que la D.G.C.O.H. tiene tubería de acero en existencia en el almacén se seleccionó este último material.

TABLA No. 3.1

COSTO ANUAL DE BOMBEO

PROYECTO: ALIMENTACION A LA P.T.A.R. SAN LUIS ALTERNATIVA: 1

LONG. (M)	DIAMETRO (M.)	(PULG)	GASTO (M ³ /S)	VELOCIDAD (M/S)
254.00	0.36	14	0.15	1.51

ANALISIS DE PERDIDAS

RUGOSIDAD	DIAMETRO (M.)	PERDIDA POR TRAMO (M.)	CARGA ESTATICA (M.)	CARGA TOTAL (M.)
0.014	0.36	3.01	26.50	29.51

ANALISIS DE GOLPE DE ARIETE

ESPESOR (CM.)	GOLPE DE ARIETE (MCA)	SOBREPRESION EN LA TUBERIA (MCA)	CARGA DE OPERACION (M.)	CARGA DE TRABAJO (M.)
0.478	166.11	33.22	62.73	390.00

ANALISIS DE LA POTENCIA

POT. EN (HP)	=	77.65
POT. EN (KWH)	=	57.90

COSTO POR HORA DE BOMBEO = 4921.54

COSTO DE INFRAESTRUCTURA

CONDUCCION	=	27381200.00
PLANTA DE BOMBEO	=	119785162.50
TOTAL		<u>147166362.50</u>

CARGO ANUAL

CARGO ANUAL POR OPERACION Y MANTENIMIENTO	=	43440026.37
CARGO ANUAL POR AMORT. DE INFRAESTRUCTURA A 25 AÑOS A 18 % ANUAL	=	26916727.70
COSTO ANUAL DE BOMBEO	=	71501081.73

TABLA No. 3.2

COSTO ANUAL DE BOMBEO

PROYECTO: ALIMENTACION A LA P.T.A.R. SAN LUIS ALTERNATIVA: 1

LONG. (M)	DIAMETRO (M.) (PULG)	GASTO (M ³ /S)	VELOCIDAD (M/S)
254.00	0.41 16	0.15	1.16

ANALISIS DE PERDIDAS

RUGOSIDAD	DIAMETRO (M.)	PERDIDA POR TRAMO (M.)	CARGA ESTATICA (M.)	CARGA TOTAL (M.)
0.014	0.41	1.47	26.50	27.97

ANALISIS DE GOLPE DE ARIETE

ESPOSOR (CM.)	GOLPE DE ARIETE (MCA)	SOBREPRESION EN LA TUBERIA (MCA)	CARGA DE OPERACION (M.)	CARGA DE TRABAJO (M.)
0.478	123.50	24.70	52.67	340.00

ANALISIS DE LA POTENCIA

POT. EN (HP) = 73.62

POT. EN (KWH) = 54.90

COSTO POR HORA DE BOMBEO = 4666.16

COSTO DE INFRAESTRUCTURA

CONDUCCION	=	31572200.00
PLANTA DE BOMBEO	=	117931387.50
TOTAL		<u>149503587.50</u>

CARGO ANUAL

CARGO ANUAL POR OPERACION Y MANTENIMIENTO	=	42370597.48
CARGO ANUAL POR AMORT. DE INFRAESTRUCTURA A 25 AÑOS A 18 % ANUAL	=	27344206.15
COSTO ANUAL DE BOMBEO	=	69714803.63

TABLA No. 3.3

COSTO ANUAL DE BOMBEO

PROYECTO: ALIMENTACION A LA P.T.A.R. SAN LUIS ALTERNATIVA: 1

LONG. (M)	DIAMETRO (M.) (PULG)	GASTO (M ³ /S)	VELOCIDAD (M/S)
254.00	0.46 18	0.15	0.91

ANALISIS DE PERDIDAS

RUGOSIDAD	DIAMETRO (M.)	PERDIDA POR TRAMO (M.)	CARGA ESTATICA (M.)	CARGA TOTAL (M.)
0.014	0.46	0.79	26.50	27.29

ANALISIS DE GOLPE DE ARIETE

ESPESOR (CM.)	GOLPE DE ARIETE (MCA)	SOBREPRESION EN LA TUBERIA (MCA)	CARGA DE OPERACION (M.)	CARGA DE TRABAJO (M.)
0.635	101.18	20.24	47.52	410.00

ANALISIS DE LA POTENCIA

POT. EN (HP) = 71.81

POT. EN (KWH) = 53.55

COSTO POR HORA DE BOMBEO = 4551.45

COSTO DE INFRAESTRUCTURA

CONDUCCION	=	47498000.00
PLANTA DE BOMBEO	=	117112837.50
TOTAL		<u>164610837.50</u>

CARGO ANUAL

CARGO ANUAL POR OPERACION Y MANTENIMIENTO	=	41516810.38
CARGO ANUAL POR AMORT. DE INFRAESTRUCTURA A 25 AÑOS A 18 % ANUAL	=	30107322.18
COSTO ANUAL DE BOMBEO	=	71624132.56

TABLA No. 3.4

COSTO ANUAL DE BOMBEO

PROYECTO: ALIMENTACION A LA P.T.A.R. SAN LUIS ALTERNATIVA: 1

LONG. (M)	DIAMETRO (M.) (PULG)	GASTO (M ³ /S)	VELOCIDAD (M/S)
254.00	0.51 20	0.15	0.74

ANALISIS DE PERDIDAS

RUGOSIDAD	DIAMETRO (M.)	PERDIDA POR TRAMO (M.)	CARGA ESTATICA (M.)	CARGA TOTAL (M.)
0.014	0.51	0.45	26.50	26.95

ANALISIS DE GOLPE DE ARIETE

ESPESOR (CM.)	GOLPE DE ARIETE (MCA)	SOBREPRESION EN LA TUBERIA (MCA)	CARGA DE OPERACION (M.)	CARGA DE TRABAJO (M.)
0.635	80.13	16.03	42.97	370.00

ANALISIS DE LA POTENCIA

POT. EN (HP) = 70.92

POT. EN (KWH) = 52.88

COSTO POR HORA DE BOMBEO = 4495.04

COSTO DE INFRAESTRUCTURA

CONDUCCION	=	52247800.00
PLANTA DE BOMBEO	=	116703562.50
TOTAL		168951362.50

CARGO ANUAL

CARGO ANUAL POR OPERACION Y MANTENIMIENTO	=	41066064.03
CARGO ANUAL POR AMORT. DE INFRAESTRUCTURA A 25 AÑOS A 18 % ANUAL	=	30901204.20
COSTO ANUAL DE BOMBEO	=	71967268.23

TABLA No. 3.5

COSTO ANUAL DE BOMBEO

PROYECTO: ALIMENTACION A LA P.T.A.R. SAN LUIS ALTERNATIVA: 1

LONG. (M)	DIAMETRO (M.) (PULG)	GASTO (M3/S)	VELOCIDAD (M/S)
254.00	0.61 24	0.15	0.51

ANALISIS DE PERDIDAS

RUGOSIDAD	DIAMETRO (M.)	PERDIDA POR TRAMO (M.)	CARGA ESTATICA (M.)	CARGA TOTAL (M.)
0.014	0.61	0.17	26.50	26.67

ANALISIS DE GOLPE DE ARIETE

ESPESOR (CM.)	GOLPE DE ARIETE (MCA)	SOBREPRESION EN LA TUBERIA (MCA)	CARGA DE OPERACION (M.)	CARGA DE TRABAJO (M.)
0.794	56.14	11.23	37.90	390.00

ANALISIS DE LA POTENCIA

POT. EN (HP)	=	70.18
POT. EN (KWH)	=	52.34

COSTO POR HORA DE BOMBEO = 4448.53

COSTO DE INFRAESTRUCTURA

CONDUCCION	=	77393800.00
PLANTA DE BOMBEO	=	116366512.50
TOTAL		<u>193760312.50</u>

CARGO ANUAL

CARGO ANUAL POR OPERACION Y MANTENIMIENTO	=	40906725.93
CARGO ANUAL POR AMORT. DE INFRAESTRUCTURA A 25 AÑOS A 18 % ANUAL	=	35438761.16
COSTO ANUAL DE BOMBEO	=	76345487.09

TABLA No. 3.6

COSTO ANUAL DE BOMBEO

PROYECTO: ALIMENTACION A LA P.T.A.R. SAN LUIS ALTERNATIVA: 2

LONG. (M)	DIAMETRO (M.)	(PULG)	GASTO (M3/S)	VELOCIDAD (M/S)
688.00	0.36	14	0.15	1.51

ANALISIS DE PERDIDAS

RUGOSIDAD	DIAMETRO (M.)	PERDIDA POR TRAMO (M.)	CARGA ESTATICA (M.)	CARGA TOTAL (M.)
0.014	0.36	8.14	26.50	36.64

ANALISIS DE GOLPE DE ARIETE

ESPESOR (CM.)	GOLPE DE ARIETE (MCA)	SOBREPRESION EN LA TUBERIA (MCA)	CARGA DE OPERACION (M.)	CARGA DE TRABAJO (M.)
0.478	166.11	33.22	67.86	390.00

ANALISIS DE LA POTENCIA

POT. EN (HP)	=	91.16
POT. EN (KWH)	=	67.98

COSTO POR HORA DE BOMBEO = 5778.09

COSTO DE INFRAESTRUCTURA

CONDUCCION	=	74166400.00
PLANTA DE BOMBEO	=	125960400.00
TOTAL		<u>200126800.00</u>

CARGO ANUAL

CARGO ANUAL POR OPERACION Y MANTENIMIENTO	=	52617336.40
CARGO ANUAL POR AMORT. DE INFRAESTRUCTURA A 25 AÑOS A 18 ½ ANUAL	=	36603191.72
COSTO ANUAL DE BOMBEO	=	89220528.12

TABLA No. 3.7

COSTO ANUAL DE BOMBEO

PROYECTO: ALIMENTACION A LA P.T.A.R. SAN LUIS ALTERNATIVA: 2

LONG. (M)	DIAMETRO (M.) (PULG)	GASTO (M ³ /S)	VELOCIDAD (M/S)
688.00	0.41 16	0.15	1.16

ANALISIS DE PERDIDAS

RUGOSIDAD	DIAMETRO (M.)	PERDIDA POR TRAMO (M.)	CARGA ESTATICA (M.)	CARGA TOTAL (M.)
0.014	0.41	3.99	26.50	30.49

ANALISIS DE GOLPE DE ARIETE

ESPESOR (CM.)	GOLPE DE ARIETE (MCA)	SOBREPRESION EN LA TUBERIA (MCA)	CARGA DE OPERACION (M.)	CARGA DE TRABAJO (M.)
0.478	123.50	24.70	55.19	340.00

ANALISIS DE LA POTENCIA

POT. EN (HP) = 80.25

POT. EN (KWH) = 59.84

COSTO POR HORA DE BOMBEO = 5086.37

COSTO DE INFRAESTRUCTURA

CONDUCCION = 85518400.00

PLANTA DE BOMBEO = 120964837.50

TOTAL = 206483237.50

CARGO ANUAL

CARGO ANUAL POR OPERACION Y MANTENIMIENTO = 46621433.58

CARGO ANUAL POR AMORT. DE INFRAESTRUCTURA A 25 AÑOS A 18 % ANUAL = 37765784.14

COSTO ANUAL DE BOMBEO = 84387217.72

TABLA No. 3.8

COSTO ANUAL DE BOMBEO

PROYECTO: ALIMENTACION A LA P.T.A.R. SAN LIJIS ALTERNATIVA: 2

LONG. (M)	DIAMETRO (M.) (PULG)	GASTO (M3/S)	VELOCIDAD (M/S)
688.00	0.46 18	0.15	0.91

ANALISIS DE PERDIDAS

RUGOSIDAD	DIAMETRO (M.)	PERDIDA POR TRAMO (M.)	CARGA ESTATICA (M.)	CARGA TOTAL (M.)
0.014	0.46	2.13	26.50	28.63

ANALISIS DE GOLPE DE ARIETE

ESPESOR (CM.)	GOLPE DE ARIETE (MCA)	SOBREPRESION EN LA TUBERIA (MCA)	CARGA DE OPERACION (M.)	CARGA DE TRABAJO (M.)
0.635	101.18	20.24	48.87	410.00

ANALISIS DE LA POTENCIA

POT. EN (HP) = 75.34

POT. EN (KWH) = 56.18

COSTO POR HORA DE BOMBEO = 4775.66

COSTO DE INFRAESTRUCTURA

CONDUCCION	= 128656000.00
PLANTA DE BOMBEO	= 118725862.50
TOTAL	<u>247381862.50</u>

CARGO ANUAL

CARGO ANUAL POR OPERACION Y MANTENIMIENTO	= 44308600.23
CARGO ANUAL POR AMORT. DE INFRAESTRUCTURA A 25 AÑOS A 18 % ANUAL	= 45246142.65
COSTO ANUAL DE BOMBEO	= 89554742.88

TABLA No. 3.9

COSTO ANUAL DE BOMBEO

PROYECTO: ALIMENTACION A LA P.T.A.R. SAN LUIS ALTERNATIVA: 2

LONG. (M)	DIAMETRO (M.) (PULG)	GASTO (M3/5)	VELOCIDAD (M/S)
688.00	0.51 20	0.15	0.74

ANALISIS DE PERDIDAS

RUGOSIDAD	DIAMETRO (M.)	PERDIDA POR TRAMO (M.)	CARGA ESTATICA (M.)	CARGA TOTAL (M.)
0.014	0.0.51	1.21	26.50	27.71

ANALISIS DE GOLPE DE ARIETE

ESPESOR (CM.)	GULPE DE ARIETE (MCA)	SOBREPRESION EN LA TUBERIA (MCA)	CARGA DE OPERACION (M.)	CARGA DE TRABAJO (M.)
0.635	80.13	16.03	43.74	370.00

ANALISIS DE LA POTENCIA

POT. EN (HP)	=	72.93
POT. EN (KWH)	=	54.39

COSTO POR HORA DE BOMBEO = 4622.87

COSTO DE INFRAESTRUCTURA

CONDUCCION	=	141521600.00
PLANTA DE BOMBEO	=	117618412.50
TOTAL		259140012.50

CARGO ANUAL

CARGO ANUAL POR OPERACION Y MANTENIMIENTO	=	43087741.33
CARGO ANUAL POR AMORT. DE INFRAESTRUCTURA A 25 ANOS A 18 % ANUAL	=	47396708.29
COSTO ANUAL DE BOMBEO	=	90484449.62

TABLA No. 3.10

COSTO ANUAL DE BOMBEO

PROYECTO: ALIMENTACION A LA F.T.A.R. SAN LUIS ALTERNATIVA: 2

LONG. (M)	DIAMETRO (M.) (PULG)	GASTO (M ³ /S)	VELOCIDAD (M/S)
688.00	0.61 24	0.15	0.51

ANALISIS DE PERDIDAS

RUGOSIDAD	DIAMETRO (M.)	PERDIDA POR TRAMO (M.)	CARGA ESTATICA (M.)	CARGA TOTAL (M.)
0.014	0.61	0.46	26.50	26.96

ANALISIS DE GOLPE DE ARIETE

ESPESOR (CM.)	GOLPE DE ARIETE (MCA)	SOBREPRESION EN LA TUBERIA (MCA)	CARGA DE OPERACION (M.)	CARGA DE TRABAJO (M.)
0.794	56.14	11.23	38.19	390.00

ANALISIS DE LA POTENCIA

POT. EN (HP) = 70.95

POT. EN (KWH) = 52.90

COSTO POR HORA DE BOMBEO = 4496.87

COSTO DE INFRAESTRUCTURA

CONDUCCION	= 209633600.00
PLANTA DE BOMBEO	= 116715600.00
TOTAL	<u>326349200.00</u>

CARGO ANUAL

CARGO ANUAL POR OPERACION Y MANTENIMIENTO	= 42656073.20
CARGO ANUAL POR AMORT. DE INFRAESTRUCTURA A 25 AÑOS A 18 % ANUAL	= 59689268.68
COSTO ANUAL DE BOMBEO	= 102345341.90

TABLA 3.11
RESUMEN DE ALTERNATIVAS

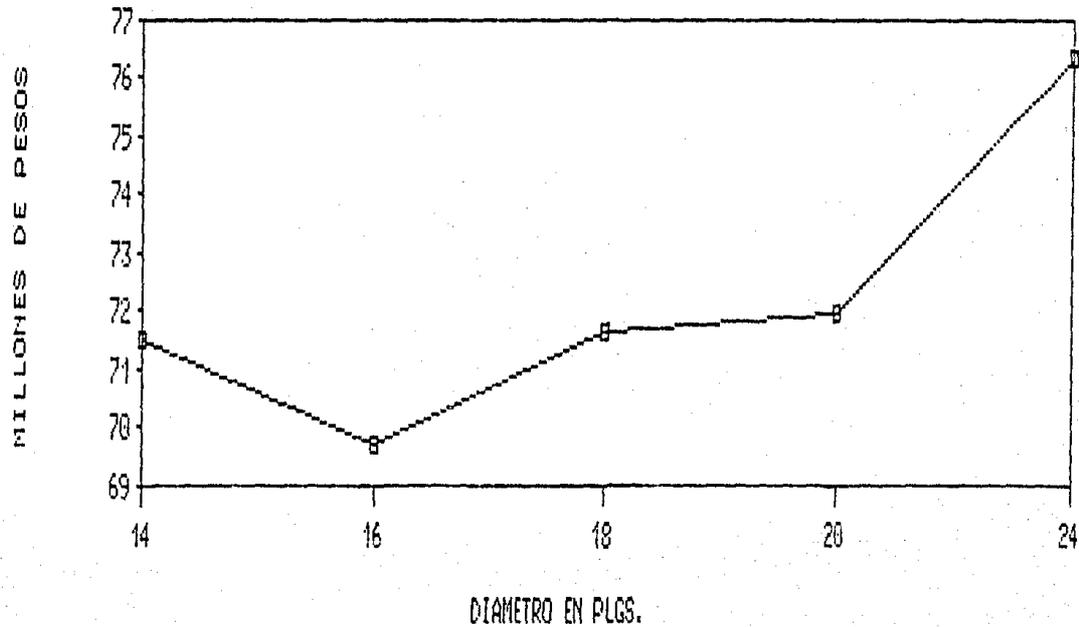
ALTERNATIVA 1

DIAMETRO	COSTO ANUAL DE BOMBEO
356 mm (14'')	71'501,082
406 mm (16'')	69'714,804
457 mm (18'')	71'624,133
508 mm (20'')	71'967,268
610 mm (24'')	76'345,487

ALTERNATIVA 2

DIAMETRO	COSTO ANUAL DE BOMBEO
356 mm (14'')	89'220,528
406 mm (16'')	84'387,218
457 mm (18'')	89'554,743
508 mm (20'')	90'484,450
610 mm (24'')	102'345,342

SAN LUIS TLAXIATEMALCO
DIAMETRO ECONOMICO ALT. 1



SAN LUIS TLAXIATEMALCO
DIANETRO ECONOMICO ALT. 2

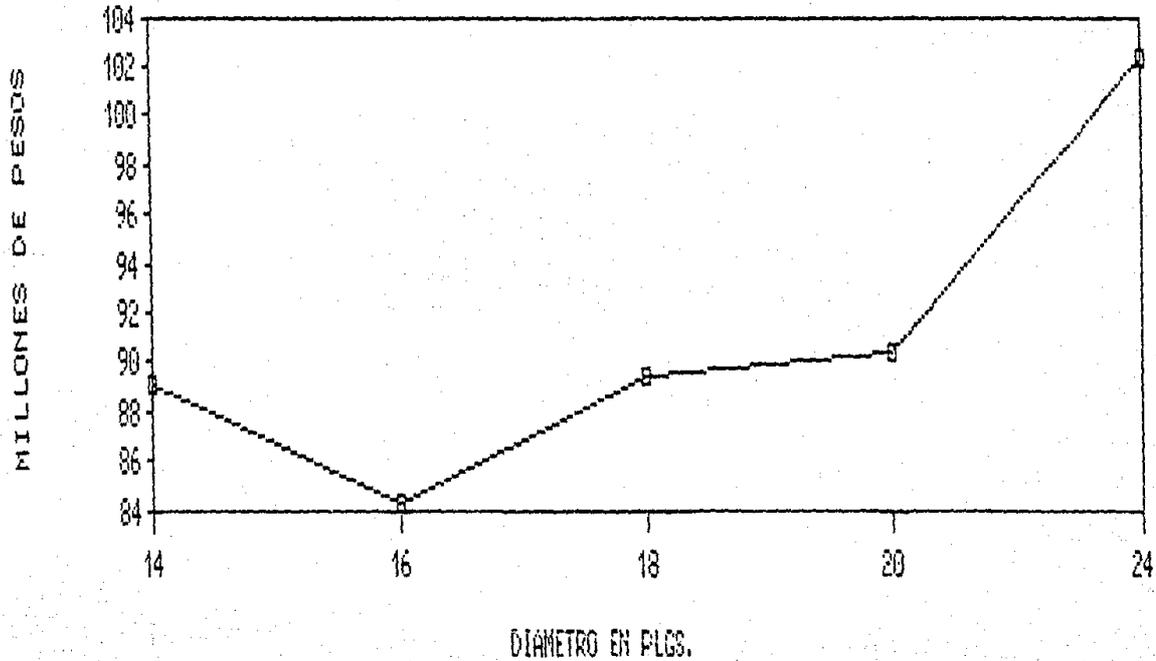


TABLA No. 3.12

COSTO ANUAL DE BOMBEO

PROYECTO: ALIMENTACION A LA P.T.A.R. SAN LUIS ALTERNATIVA: 1

LONG. (M)	DIAMETRO (M.) (PULG)	GASTO (M ³ /S)	VELOCIDAD (M/S)
254.00	0.36 14	0.15	1.51

ANALISIS DE PERDIDAS

RUGOSIDAD	DIAMETRO (M.)	PERDIDA POR TRAMO (M.)	CARGA ESTATICA (M.)	CARGA TOTAL (M.)
0.010	0.36	1.53	26.50	28.03

ANALISIS DE GOLPE DE ARIETE

ESPESOR (CM.)	GOLPE DE ARIETE (MCA)	SOBREPRESION EN LA TUBERIA (MCA)	CARGA DE OPERACION (M.)	CARGA DE TRABAJO (M.)
2.5	158.76	31.75	59.78	70.00

ANALISIS DE LA POTENCIA

POT. EN (HP) = 73.77

POT. EN (KWH) = 55.01

COSTO POR HORA DE BOMBEO = 4676.00

COSTO DE INFRAESTRUCTURA

CONDUCCION	=	18440400.00
PLANTA DE BOMBEO	=	118003612.50
TOTAL		<u>136444012.50</u>

CARGO ANUAL

CARGO ANUAL POR OPERACION Y MANTENIMIENTO	=	42326200.13
CARGO ANUAL POR AMORT. DE INFRAESTRUCTURA A 25 AÑOS A 18 % ANUAL	=	24955609.89
COSTO ANUAL DE BOMBEO	=	67281810.02

TABLA No. 3.13

COSTO ANUAL DE BOMBEO

PROYECTO: ALIMENTACION A LA P.T.A.R. SAN LUIS ALTERNATIVA: 1

LONG. (M)	DIAMETRO (M.) (PULG)	GASTO (M ³ /S)	VELOCIDAD (M/S)
254.00	0.41 16	0.15	1.16

ANALISIS DE PERDIDAS

RUGOSIDAD	DIAMETRO (M.)	PERDIDA POR TRAMO (M.)	CARGA ESTATICA (M.)	CARGA TOTAL (M.)
0.010	0.41	0.75	26.50	27.25

ANALISIS DE GOLPE DE ARIETE

ESPOSOR (CM.)	GOLPE DE ARIETE (MCA)	SOBREPRESION EN LA TUBERIA (MCA)	CARGA DE OPERACION (M.)	CARGA DE TRABAJO (M.)
2.8	120.97	24.19	51.45	70.00

ANALISIS DE LA POTENCIA

POT. EN (HP) = 71.72

POT. EN (KWH) = 53.48

COSTO POR HORA DE BOMBEO = 4545.71

COSTO DE INFRAESTRUCTURA

CONDUCCION	=	23190200.00
PLANTA DE BOMBEO	=	117064687.50
TOTAL		140254897.50

CARGO ANUAL

CARGO ANUAL POR OPERACION Y MANTENIMIENTO	=	41222968.48
CARGO ANUAL POR AMORT. DE INFRAESTRUCTURA A 25 AÑOS A 18 % ANUAL	=	25652618.92
COSTO ANUAL DE BOMBEO	=	66875587.40

TABLA No. 14

COSTO ANUAL DE BOMBEO

PROYECTO: ALIMENTACION A LA F.T.A.R. SAN LUIS ALTERNATIVA: 1

LONG. (M)	DIAMETRO (M.) (PULG)	GASTO (M ³ /S)	VELOCIDAD (M/S)
254.00	0.46 18	0.15	0.91

ANALISIS DE PERDIDAS

RUGOSIDAD	DIAMETRO (M.)	PERDIDA POR TRAMO (M.)	CARGA ESTATICA (M.)	CARGA TOTAL (M.)
0.010	0.46	0.40	26.50	26.90

ANALISIS DE GOLPE DE ARIETE

ESPESOR (CM.)	GOLPE DE ARIETE (MCA)	SOBREPRESION EN LA TUBERIA (MCA)	CARGA DE OPERACION (M.)	CARGA DE TRABAJO (M.)
3.2	95.94	19.19	46.09	70.00

ANALISIS DE LA POTENCIA

POT. EN (HP) = 70.79

POT. EN (KWH) = 52.79

COSTO POR HORA DE BOMBEO = 4487.18

COSTO DE INFRAESTRUCTURA

CONDUCCION	=	27940000.00
PLANTA DE BOMBEO	=	116643375.00
TOTAL		<u>144583375.00</u>

CARGO ANUAL

CARGO ANUAL POR OPERACION Y MANTENIMIENTO	=	40753530.55
CARGO ANUAL POR AMORT. DE INFRAESTRUCTURA A 25 AÑOS A 18 % ANUAL	=	26444299.29
COSTO ANUAL DE BOMBEO	=	67197829.84

TABLA No. 3.15

COSTO ANUAL DE BOMBEO

PROYECTO: ALIMENTACION A LA P.T.A.R. SAN LUIS ALTERNATIVA: 1

LONG. (M)	DIAMETRO (M.) (PULG)	GASTO (M3/S)	VELOCIDAD (M/S)
254.00	0.51 20	0.15	0.74

ANALISIS DE PERDIDAS

RUGOSIDAD	DIAMETRO (M.)	PERDIDA POR TRAMO (M.)	CARGA ESTATICA (M.)	CARGA TOTAL (M.)
0.010	0.51	0.23	26.50	26.73

ANALISIS DE GOLPE DE ARIETE

ESPESOR (CM.)	GOLPE DE ARIETE (MCA)	SOBREPRESION EN LA TUBERIA (MCA)	CARGA DE OPERACION (M.)	CARGA DE TRABAJO (M.)
3.5	77.42	15.48	42.21	70.00

ANALISIS DE LA POTENCIA

POT. EN (HP)	=	70.34
POT. EN (KWH)	=	52.45
COSTO POR HORA DE BOMBEO	=	4458.40

COSTO DE INFRAESTRUCTURA

CONDUCCION	=	33807400.00
PLANTA DE BOMBEO	=	116438737.50
TOTAL	=	<u>150246137.50</u>

CARGO ANUAL

CARGO ANUAL POR OPERACION Y MANTENIMIENTO	=	40558045.38
CARGO ANUAL POR AMORT. DE INFRAESTRUCTURA A 25 AÑOS A 18 % ANUAL	=	27480018.55
COSTO ANUAL DE BOMBEO	=	68038063.93

TABLA No. 3.16

COSTO ANUAL DE BOMBEO

PROYECTO: ALIMENTACION A LA P.T.A.R. SAN LUIS ALTERNATIVA: 1

LONG. (M)	DIAMETRO (M.)	(PULG)	GASTO (M3/S)	VELOCIDAD (M/S)
254.00	0.61	24	0.15	0.51

ANALISIS DE PERDIDAS

RUGOSIDAD	DIAMETRO (M.)	PERDIDA POR TRAMO (M.)	CARGA ESTATICA (M.)	CARGA TOTAL (M.)
0.010	0.61	0.09	26.50	26.59

ANALISIS DE GOLPE DE ARIETE

ESPESOR (CM.)	GOLPE DE ARIETE (MCA)	SORREPRESION EN LA TUBERIA (MCA)	CARGA DE OPERACION (M.)	CARGA DE TRABAJO (M.)
4.2	53.76	10.75	37.34	70.00

ANALISIS DE LA POTENCIA

POT. EN (HP) = 69.96

POT. EN (KWH) = 52.17

COSTO POR HORA DE BOMBEO = 4434.67

COSTO DE INFRAESTRUCTURA

CONDUCCION = 48056800.00

PLANTA DE BOMBEO = 116270212.50

TOTAL = 164327012.50

CARGO ANUAL

CARGO ANUAL POR OPERACION Y MANTENIMIENTO = 40490979.33

CARGO ANUAL POR AMORT. DE INFRAESTRUCTURA A
 25 AÑOS A 18 % ANUAL = 30055410.59

COSTO ANUAL DE BOMBEO = 70546389.92

III.3 Diseño Hidráulico y Geométrico de la Línea de Conducción

Con los datos topográficos, los recorridos de campo y el estudio de alternativas, se procedió a realizar el proyecto geométrico e hidráulico de la línea, cuyo cadenamiento inicial es el límite del lote de la planta de bombeo, cruza la avenida Xochimilco-Tulyehualco y continúa por el parque infantil Bosques de San Luis, hasta llegar al tanque de aguas crudas en la Planta de Tratamiento.

La cota de terreno de partida fué la 81.74 m y la elevación del agua en el tanque de aguas crudas se consideró, la 106.74 m, la longitud de la línea resultó de 249.87 m siendo la tubería de acero de 406.4 mm (16") de diámetro exterior y 6.35 mm (1/4") de espesor.

El cálculo hidráulico de la línea se basó en las ecuaciones de continuidad y de Manning, mismas que se expresan como:

$$Q = A V \quad (3.1)$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad (3.2)$$

donde:

- V velocidad media, en m/seg
- n coeficiente de rugosidad de Manning (n=0.14)
- R radio hidráulico, en mts.

S pendiente de fricción, en decimal

Q gasto, en m³/seg

A área hidráulica, en m²

Sustituyendo la ecuación 3.2 en la 3.1 resulta la expresión siguiente:

$$Q = \frac{A}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad (3.3)$$

Dado que se trata de una conducción a bombeo y que se conocen los valores del gasto (75 lps); el diámetro del tubo y el coeficiente de rugosidad, la pendiente de fricción se valúa como:

$$S = \left[\frac{Q n}{A R^{2/3}} \right]^2 \quad (3.4)$$

Sustituyendo valores en la ec. 3.4 resulta una pendiente hidráulica de 0.0016. Por otro lado de la ecuación 3.1 resulta una velocidad de 0.62 m/seg. En el plano No. 1 se muestra el cálculo hidráulico de la línea.

Una vez realizado el cálculo hidráulico se procedió al diseño geométrico de la línea, presentándose en el plano No. 1 el proyecto de los codos tanto horizontales como verticales.

Dentro del diseño de la línea se proyectó la llegada al tanque de aguas crudas, tomando en cuenta la preparación de 356 mm (14") de diámetro que la residencia de la planta de tratamiento instaló. Lo anterior también se presenta en el plano No. 1.

Finalmente se valuó el Golpe de Ariete, utilizando la expresión de Joukowsky:

$$h = \frac{145 v}{1 + \frac{E_a d}{E_f e}} \quad (3.5)$$

donde:

h sobrepresión por golpe de ariete, en mts.

v velocidad media, en m/seg

E_a módulo de elasticidad del agua, en Kg/cm^2

E_f módulo de elasticidad de la tubería, en Kg/cm^2

d diámetro interior del tubo, en mts

e espesor de la tubería, en mts

Conociendo que $v = 0.62$ m/seg, $E_a = 20,670$ Kg/cm^2 , $E_f = 2,100,000$ Kg/cm^2 , $d = 393.7$ mm y $e = 6.35$ mm, aplicando la ecuación 3.5. resulta una sobrepresión de 70.85 m, carga que implica la recomendación de una válvula aliviadora de golpe de ariete en la planta de bombeo y que absorberá 56.68 mca, por

lo que la tubería solo deberá resistir una sobrepresión de 14.17 mca. En el plano No. 1 se muestra el gradiente de sobrepresión.

III.4 Diseño de la Planta de Bombeo

III.4.1 Dimensionamiento del cárcamo de bombeo.

Para dimensionar el cárcamo se tomó en cuenta una bomba en operación de 25 lps durante 24 horas y el bombeo programado de los Pueblos de Xochimilco, con un caudal de 200 lps, excepto de 16:20 a 16:40 hrs, cuando el gasto es de 400 lps. En la tabla 3.1 se resume el cálculo de la capacidad, mismo que fue realizado aplicando el principio de continuidad, y que como resultado dió 900 m^3 .

De acuerdo con la D.G.C.O.H. se utilizara un cárcamo existente, mismo que tiene una capacidad de 306 m^3 , por lo que, la diferencia (594 m^3) se dara con un cárcamo adicional.

Durante el proceso del estudio, se propusieron diferentes geometrías de cárcamo, siendo la primera de ellas un cárcamo rectangular de $10 \text{ X } 22.50 \text{ m X } 5.40 \text{ m}$ de altura, enterrado, esta geometría sirvió de base para la elaboración del estudio de mecánica de suelos.

Por otro lado, y con fin de utilizar elementos

prefabricados, la D.G.C.O.II. solicitó se tomaran en cuenta las dovelas usadas durante la construcción del metro, por lo que, como primera alternativa se propusieron dovelas de 5.20 m de diámetro y 5.80 m de profundidad que implican un volumen de 123.18 m^3 , necesitándose por lo tanto 8 cárcamos, razón por la cual esta alternativa fue desechada.

Una segunda alternativa fue el utilizar dovelas de 8.64 m de diámetro y 5.40 m de profundidad, necesitándose solo 2 cárcamos adicionales al existente.

Finalmente y dado que el metro no cuenta actualmente con este tipo de dovelas ya construidas, se proyectó un cárcamo rectangular de 5.00 X 26.20 m X 5.40 m de profundidad, enterrado en 3.9 m y superficialmente 1.50 m.

TABLA 3.1
DIMENSIONAMIENTO DEL CARCAMO DE BOMBEO

HORA	TIEMPO DE BOMBEO (SEG)		VOL.(M ³)		DIF. (M ³)
	JNF.	EF.	INF.	EF.	
8.30 a 9.05	2100	2100	420	53	367
9.05 a 13.00	0	14100	0	353	14
13.00 a 13.35	2100	2100	420	53	381
13.35 a 16.20	0	9900	0	248	133
16.20 a 16.40	1200	1200	480	30	583
16.40 a 19.15	0	9300	0	233	350
19.15 a 19.55	2400	2400	480	60	770
19.55 a 23.45	0	13800	0	345	425
23.45 a 0.30	2700	2700	540	68	897
0.30 a 8.30	0	28800	0	720	177
			Σ	2340	2163

La capacidad del cárcamo será:

$$C = 897.00 \approx 900 \text{ m}^3$$

III.4.2 Proyecto Mecánico

Tomando en cuenta los cálculos anteriores, se procede al diseño del equipo de bombeo, para lo cual se tuvieron pláticas con personal de la supervisión para deducir el mejor sistema.

Se propusieron dos sistemas, el primero de ellos consistió en bombas horizontales y el segundo de ellos con bombas verticales seleccionándose este último ya que representa ventajas técnicas sobre las horizontales. Se decidió instalar dos equipos, siendo uno de ellos de reserva, resultando un gasto por equipo de 25 lps (396 OPM) contra una carga de 27.33 m (90 pies) implicando una potencia de 15 HP.

Con lo anterior se procede al cálculo hidráulico para la selección de las bombas que reúnan las características deseadas.

Las características de la tubería de bomba a descarga son las siguientes:

Díametro exterior = 406 mm (16")

espesor = 6.35 mm (1/4")

Díametro interior = 393 mm

Area = 0.1215 m²

Por lo tanto la velocidad será, de acuerdo a la ecuación de continuidad, la siguiente:

$$V = \frac{Q}{A} \quad (3.6)$$

y sustituyendo se tiene

$$V = \frac{0.025}{0.1215}$$
$$V = 0.21 \text{ m/s}$$

Para el cálculo de las pérdidas por fricción (h_f) en la conducción se considerarán trabajando las dos bombas, por lo cual se tiene lo siguiente:

$$h_f = \frac{10.3 n^2 L Q^2}{D (16/3)} \quad (3.7)$$

sustituyendo valores se tiene

$$h_f = \frac{10.3 (0.014)^2 (259.37) (0.050)^2}{(0.393) \sqrt[16]{3}}$$

y las pérdidas por fricción serán

$$h_f = 0.19 \text{ m}$$

También existen pérdidas en piezas especiales y para el cálculo de éstas suponemos las piezas de la bomba de 100 mm (4") ϕ , resultando lo siguiente:

$$\phi_{\text{exterior}} = 114.30 \text{ mm (4 1/2")}$$

$$\text{espesor} = 6.35 \text{ mm (1/4")}$$

$$\phi_{\text{interior}} = 101.6 \text{ mm}$$

$$A = 0.0081 \text{ m}^2$$

y por lo tanto la velocidad se calcula con la ecuación 3.6,

$$V = \frac{0.025}{0.0198} = 3.08 \text{ m/s}$$

sabiendo que la velocidad es $V = 3.08 \text{ m/s}$, se calcula la carga de velocidad como sigue:

$$h_v = \frac{v^2}{2g} \quad (3.8)$$

$$h_v = \frac{(3.08)^2}{2(9.81)} = 0.48 \text{ m}$$

de donde se tiene que las pérdidas en piezas especiales se calcula en función de la carga de velocidad como sigue:

$$h_l = h_v (\sum K) \quad (3.9)$$

$$h_l = \frac{v^2}{2g} (\sum K) \quad (3.10)$$

siendo K coeficiente de pérdidas que depende de los tipos de piezas especiales que se tenga.

En este caso se tiene:

GANTIDAD	PIEZA	K
1	succión	0.50
2	codo 90°	0.24
1	codo 45°	0.15
1	válvula	0.10
	Σ	0.99

y se tiene que las pérdidas por piezas especiales, resulta ser:

$$h_l = \frac{v^2}{2g} (\sum K)$$

$$h_l = 0.48 \times 0.99$$

$$h_l = 0.48$$

Ahora analizando la carga estática (h_e), se tiene lo siguiente:

$$h_{e_{\text{máx}}} = (106.74 - 77.43) + 1.70 = 31.01 \text{ m}$$

$$h_{e_{\text{mín}}} = (106.74 - 81.13) + 1.70 = 27.31 \text{ m}$$

Con lo anterior, las pérdidas totales se calculan como:

$$h_t = \sum h_f + \sum h_l + \sum h_e \quad (3.11)$$

$$h_t = 0.19 + 0.48 + 31.01$$

$$h_t = 31.68 \text{ m}$$

y para fines de carga de la bomba se considerará 33.00 m de carga.

Con lo anterior se procede a seleccionar la bomba:

$$\text{GASTO} = 25 \text{ lps} = 396 \text{ G.P.M.}$$

$$\text{CARGA} = 33 \text{ mca} = 108 \text{ pies}$$

Bomba vertical

Modelo KVPK-65-315 marca KSB ó similar que trabaja para el gasto y carga de proyecto con una eficiencia del 66 %, un diámetro de succión y descarga de 100 mm (4"), diámetro del impulsor = 260 mm, NPSH de 2.5 m y BHP-16 HP.

III.4.3 Proyecto Eléctrico

La planta de bombeo contempla, en el renglón eléctrico, una subestación alimentada por la Cia. de Luz y Fuerza del Centro en 20/23 KV, con un arreglo tipo poste o rural para la protección y colocación del transformador principal. Así también se realizó el proyecto de fuerza en 440 V, la red de tierras y el sistema de alumbrado exterior del predio, así como

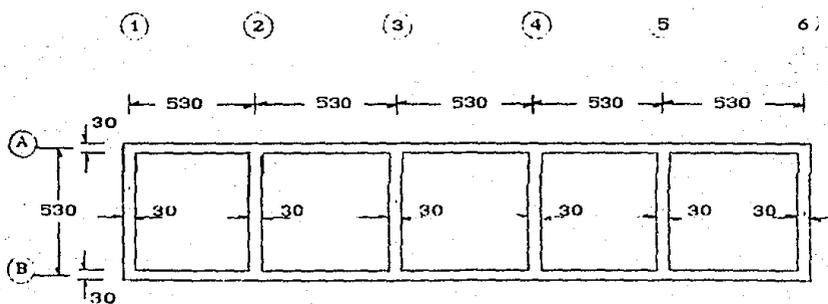
el alumbrado interior de la edificación.

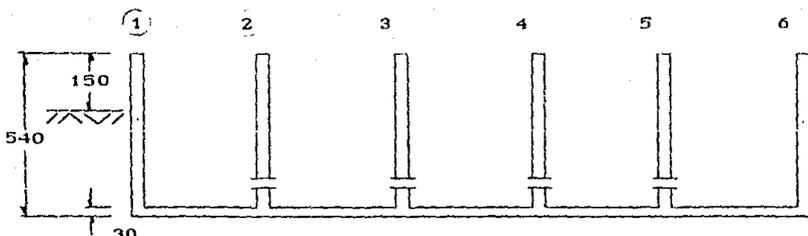
III.4.4 Proyecto Estructural

El cárcamo será de concreto reforzado de 5.60 X 26.80 m en planta, con una altura de 5.40 m. sobresaliendo 1.50 m del terreno natural.

Por ser cárcamo para aguas negras, el piso de operación está formado a base de traveses de acero estructural que soporta un piso de rejilla metálica.

La estructuración del cárcamo es a base de módulos de 5.30 X 5.30 m en planta, con muros de concreto armado de 30 cm de espesor, que transmitirán las cargas a la losa de cimentación, misma que tiene el área necesaria para evitar el hundimiento diferencial y el efecto de flotación.





Los muros de los ejes (2) , (3) , (4) y (5) llevarán en su parte inferior cuatro orificios de $\emptyset = 12''(30 \text{ cm})$ colocados a 20 cm del fondo, con separación entre ellos de 100 cm, lo mismo que de las paredes.

CRITERIO DE DISEÑO

- Se van a analizar las paredes del tanque como placas en forma aislada y trabajando con la carga de agua.
- Se hará después un análisis integral, viendo la iteración de las paredes con respecto a los desplantes y a la losa superior y a la cimentación.
- Se revisará por sismo.
- Se diseña para esfuerzos admisibles.

$$f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4000 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = 0.002 b h \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{si } h = 15 \text{ cm} \\ \text{si } h = 30 \text{ cm} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} A_s = 3 \text{ cm}^2 \\ A_s = 6 \text{ cm}^2 \end{array} \right.$$

TABLA 1.1. Esfuerzos admisibles en condiciones de servicio, en paredes y fondo (Kg/cm^2)*

Concreto**

Tensión directa	20
Flexión	
Fibra extrema en compresión	95
Esfuerzo cortante (como medida de la tensión diagonal)	
Vigas y nervaduras sin refuerzo transversal	4
Vigas y nervaduras con refuerzo transversal (esfuerzo medio en la sección)	20
En losas y zapatas alrededor de cargas o reacciones concentradas	7

Acero de refuerzo***

Miembros a tensión directa	950
Tensión por flexión	
Refuerzo adyacente a la cara en contacto con el líquido	1100
Refuerzo adyacente a la cara no en contacto con el líquido	
Si el espesor del elemento es por lo menos de 30 cm	1400
Si el espesor del elemento es menor de 30 cm	1100

* Bajo la combinación de carga muerta, viva y sismo o viento, los esfuerzos admisibles pueden incrementarse 25 por ciento.

** Estos valores se aplican independientemente de f'_c , valor que no debe ser menor de 250 Kg/cm^2 .

*** Estos valores se aplican independientemente del grado del acero, el cual no debe ser menor que el 30 ($f_y = 3000 \text{ Kg}/\text{cm}^2$).

$$A_s = \frac{M}{f_s j d}$$

$$A_s = \frac{M (10^5)}{(1100)(0.84)(d)} = 109.225 \frac{M}{d} \quad \frac{(T-m)}{(cm.)}$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{M (10^5)}{(1375)(0.84)(d)} = 86.58 \frac{M}{d} \quad \frac{(T-m)}{(cm.)}$$

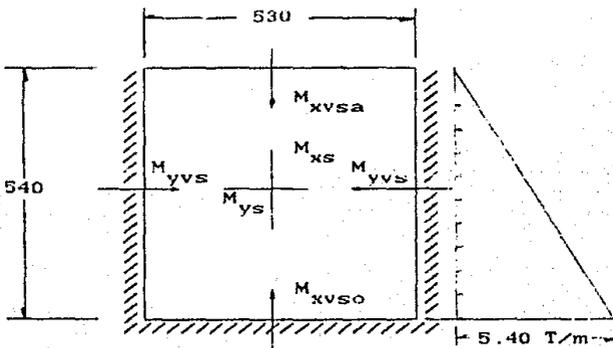
y con lo anterior se tiene

h	d	$A_{s_{\min}}$	M_e (t-m)	$M_e + M_s$	vars.
15	10	3	0.28	0.35	# 4 @
30	25	6	1.39	1.73	# 4 @

ANALISIS DE MUROS

-Muros en ejes 1 y 6

Se supondrá que una cara trabaja con carga de agua y que el efecto del terreno es nulo. El diseño se hará considerando este análisis para ambas caras, ya que un momento dado el tanque puede estar vacío y este puede trabajar con la carga del terreno. Ambas consideraciones son las más desfavorables.



De la tabla 1.74 del Bares se obtiene lo siguiente:

$$\mu = 0.15$$

$$a = 5.40 \quad \gamma = \frac{a}{b} = 1.02$$

$$b = 5.30 \quad \lambda = \frac{b}{a} = 0.98$$

observamos que ambos parametros γ y λ son aproximadamente igual a la unidad y en consecuencia se tiene que los momentos resultan ser los siguientes:

$$\omega a^2 = 157.46$$

$$\omega b^2 = 151.69$$

donde $\omega = 5.40 \text{ T/m}$

MOMENTO	COEFICIENTE	M (T-m)
M_{xs}	0.0101	1.59
M_{xvso}	-0.0330	-5.20
M_{xvsa}	-0.0176	-2.77
M_{ys}	0.0101	1.53
M_{yvs}	-0.0253	-3.84

-Muros en ejes (2) a (5)

Si se considera que estos muros solo sirven para rigidizar la estructura y que en su parte de abajo tendran cuatro orificios, al trabajar los tanques como vasos

comunicantes, estos muros no trabajan por carga de agua, sino para efectos de la rigidización y el sismo.

-Muros en ejes (A) y (B)

Para estos muros se tiene que las condiciones y el diseño son similares al muro en eje 1 (ver muros en ejes 1 y 6).

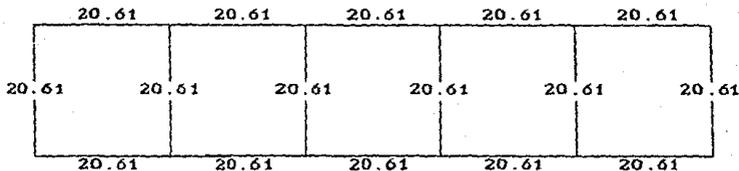
LOSA DE FONDO

-Baja de cargas

El peso de muros es

$$w_{\text{muro}} = 5.30 \times 5.40 \times 0.30 \times 2.4$$

$$w_{\text{muro}} = 20.61 \text{ Ton}$$



por tanto, peso total por concepto de muros

$$W_{\text{muros}} = 16 \times 20.61 = 329.76 \text{ Ton}$$

el área total del cárcamo es

$$A = 26.80 \times 5.60 = 150.08 \text{ m}^2$$

y finalmente la carga uniforme por unidad de área de la losa,

por concepto de muros, resulta ser:

$$w_{\text{muros}} = \frac{329.76}{150.08} = 2.20 \text{ T/m}^2$$

carga con la que se diseña la losa.

RESUMEN DE CARGAS

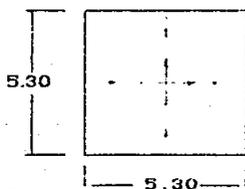
Peso losa (150.08 X 0.30 X 2.4) - - - - -	108.06 Ton
Peso del agua (150.08 X 5.20) - - - - -	780.42 "
Peso muros - - - - -	329.76 "
Σ	<u>1 218.24 Ton</u>

con lo que se calcula la carga uniforme total, y se tiene:

$$w_{\text{total}} = \frac{1\ 218.24}{150.08} = 8.12 \text{ T/m}^2 < 15 \text{ T/m}^2 \text{ O.K.}$$

y se puede observar que w_{total} es menor que la resistencia considerada para el terreno.

- Momentos

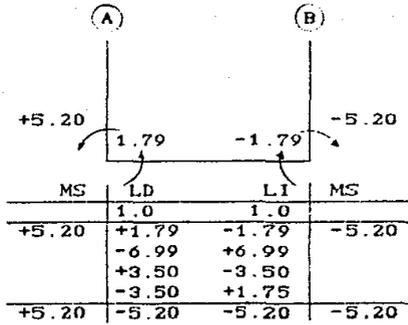


$w = 2.2 \text{ T/m}$		
$w \text{ a } b = 61.80 \text{ Ton}$		
	Coef.	Mom
(+)	0.0125	0.77
(-)	0.0290	1.79

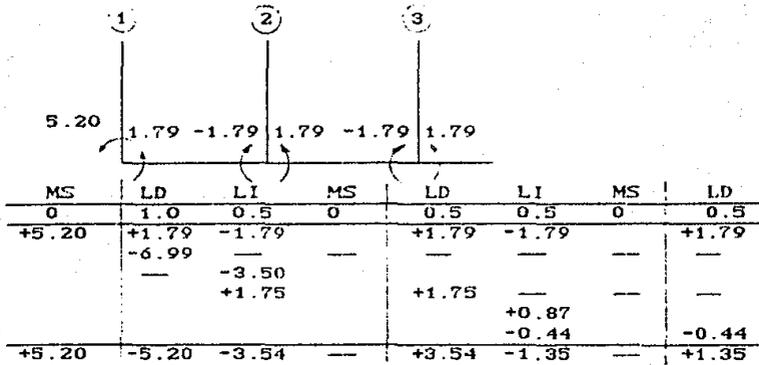
ANALISIS INTEGRAL

-Carcamo entre ejes ① y ②

Se consideraran los momentos al centro entre esos ejes

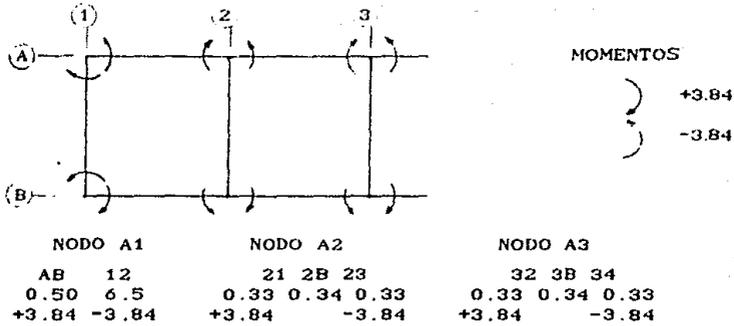


-Cárcamo entre ejes A y B



-Cárcamo en un plano horizontal

Se revisará el equilibrio de momentos de las paredes, aproximadamente a la mitad de la altura



Esta en equilibrio.

ANALISIS SISMICO (Manual CFE, C.2.5 Tanques y depósitos)

-Consideraciones generales

De acuerdo con el Manual de Diseño de Obras Civiles de la C. F. E., C.1.3. Diseño por sismo, el sitio en análisis se localiza en la región B. De acuerdo a su uso le corresponde el grupo A y por su estructuración al tipo 1. Por su cimentación el tipo de terreno es del tipo I.

-Coeficiente Sísmico y Espectro de Diseño.

Para la región B, Suelo tipo I, le corresponden las siguientes ordenadas espectrales:

Coeficiente Sísmico Básico	$C = 1.3 \times 0.16 = 0.208$
Ordenada espectral para $T = 0$	$a_0 = 1.3 \times 0.03 = 0.039$
Periodos naturales, en seg.	$T_1 = 0.30, T_2 = 0.80$

Exponente adimensional

$$s = 1/2$$

Con respecto al factor de ductilidad, se puede considerar igual a 1.5 con lo cuál el Coeficiente sísmico c se reduce a:

$$C = 0.208/1.5 = 0.14 > a_0 = 0.039; \text{ se acepta } C = 0.208$$

-Fuerza hidrodinámica

Del manual de Diseño de Obras Civiles, Vol. C.2.5, subinciso 5.2.2.2, se tiene que para un tanque rectangular la fuerza horizontal que representa la acción resultante de los empujes hidrodinámicos sobre las paredes del tanque, con un tirante H de líquido, con masa M , puede calcularse aplicando el criterio estático o dinámico a una estructura equivalente, en la que la masa del líquido se sustituye por otras dos, M_1 y M_0 , colocadas a las alturas H_1 y H_0 sobre el fondo del depósito. La masa M_0 está rigidamente unida al depósito, mientras que la M_1 está ligada a él mediante un resorte horizontal de rigidez K .

Como $H/L = 5.2/2.65 = 1.96 > 1.5$ se considerará un fondo ficticio a $1.5 L$. Entonces para M_0 se considerara que $L/H = 1/1.5 = 0.67$

$$M_0 = \frac{\tan h(1.7 L/H) M}{1.7 L/H} = \frac{\tan h(1.7 \times 2.65/3.975) M}{1.7 \times 2.65/3.975}$$

$$M_0 = 0.716 M$$

Calculo de M_1 (para este caso $H/L = 1.96$ y $L/H = 0.51$) y por lo tanto se tiene

$$M_1 = \frac{0.52 \tan h(1.6 H/L)}{H/L} \quad M = \frac{0.52 \tan h(1.6 \times 5.20/2.65)}{5.20/2.65} \quad M$$

$$M_1 = 0.264 M$$

$$H_0 = 0.38 H \left[1 + \alpha \left(\frac{M}{M_0} - 1 \right) \right]$$

Considerando $\alpha = 0$, ya que solo interesan los efectos de la presión hidrodinámica que actúa sobre las paredes del tanque, se tiene que

$$H_0 = 0.38 H = 0.38 \times 3.975 = 1.51 \text{ m.}$$

medido a partir del fondo ficticio.

$$H_1 = H \left[1 - 0.33 \frac{M}{M_1} \left(\frac{L}{H} \right)^2 + 0.63 \beta \frac{L}{H} \sqrt{0.28 \left(\frac{M}{M_1} \frac{L}{H} \right)^2 - 1} \right]$$

Analogamente que para $\alpha, \beta = 1$; con ello

$$H_1 = 5.2 \left[1 - 0.325 + 0.068 \right] = 3.86 \text{ m.}$$

Para valuar las fuerzas hidrodinámicas, se requiere conocer la aceleración sísmica de las masas M_1 y M_2 . Para ello se valua el periodo de vibración T_0 con la expresión:

$$T_0 = \frac{2 \pi}{\omega_0}$$

en donde

$$\omega_0^2 = 1.58 \frac{\pi}{L} \left(\tan h 1.58 \frac{H}{L} \right)$$

$$\omega_0^2 = 5.819; \quad \omega_0 = 2.410$$

con lo cual

$$T_0 = 2 \times 3.1416 / 2.410 = 2.61 \text{ seg}$$

como $T_0 > T_2$, la ordenada espectral para T_0 se valúa como

$$a = C \left[\frac{T_2}{T_0} \right]^S = 0.208 \left[\frac{0.80}{2.61} \right]^{0.5} = 0.115$$

de esta manera la aceleración sísmica será:

$$\text{Para } M_0 \quad \ddot{x}_0 = C T_1 g = 0.208 \times 0.30 g = 0.062 g$$

$$\text{Para } M_1 \quad \ddot{x}_1 = a g = 0.115 g$$

La fuerza impulsiva P_0 se valúa como

$$P_0 = \rho \ddot{x}_0 H^2 \frac{\tan h 1.73 L/H}{1.73}$$

en este caso $L/H = 0.67$ y se tiene

$$P_0 = 0.795 \text{ T/m}$$

La fuerza convectiva P_1 se determina como

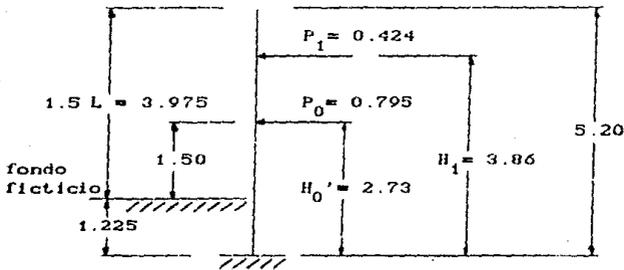
-Fuerza convectiva P_1

$$P_1 = \frac{\rho L^3}{3} \omega_0^2 Q_h$$

$$Q_h = a = 0.115$$

$$P_1 = \frac{1}{9.8} \times \frac{2.65^3}{3} \times 5.819 \times 0.115 = 0.424 \text{ T/m}$$

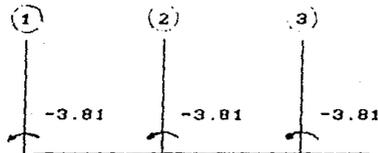
-Efecto del sismo



$$M_{\text{e}} = 1.637 + 2.17 = 3.81 \text{ T-m} \quad (\text{En la base al centro del muro})$$

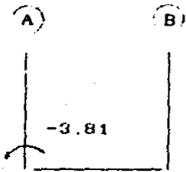
-Distribución de momentos por el sismo

Entre ejes (A) y (B)



MS	LD	LI	MS	LD	LI	MS	LD
0	1.0	0.5	---	0.5	0.5	---	0.5
-3.81			-3.81			-3.81	
	+3.81	+1.91		+1.90	+1.90		+1.90
	+0.95	+1.90		+0.95	+0.95		+0.95
	-0.95	-1.43	---	-1.42	-0.95		-0.95
	-0.71	-0.42		-0.42	-0.71		
	+0.71	+0.21		+0.42	+0.35		+0.36
-3.81	+3.81	+2.17	-3.81	+1.64	+1.54	-3.81	+2.27

Entre ejes (1) y (2)



MS	LD	LI	MS
-3.81			
	+3.81		
		+1.90	
		-1.90	
-3.81	+3.81		

DISENO FINAL DEL CARCAMO

El diseño estructural final del carcamo se presenta en el plano No. 3 donde se muestra el armado, separación de varillas, detalles más significativos

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

IV. CONDUCCION A GRAVEDAD

IV.1 Datos de Proyecto

La línea de aguas tratadas saldrá del tanque de aguas tratadas de la planta de tratamiento y después de una longitud de 523 m, descargara los caudales en un canal dentro de los Viveros de San Luis, que posteriormente alimentará a la zona de Chinampas de Xochimilco.

Esta línea se proyectará para el gasto de la etapa final de la planta, es decir para 225 lps.

La elevación inicial, tanque de aguas tratadas, fue la 100.79 y la elevación final (arroyo) la 81.43, por lo que se trata de una conducción a gravedad.

IV.2 Diseño Hidráulico y Geométrico de la línea
de Conducción

Dado que se trata de una conducción a gravedad, para realizar el análisis hidráulico se emplearon las ecuaciones fundamentales de la hidráulica, como son la ecuación de continuidad (ec. 3.1) y la de conservación de la energía, o de Bernoulli (ec. 4.1) y considerando que la descarga es libre, el escurrimiento del agua se expresa de la siguiente manera:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + \Sigma h_f \quad (4.1)$$

siendo:

Q gasto en m^3/s

V velocidad media en m/s

A área del conducto, en m^2

Z_1, Z_2 carga de posición en las secciones 1 y 2 respectivamente

$\frac{P_1}{\gamma}, \frac{P_2}{\gamma}$ Carga de presión en las secciones 1 y 2

$\frac{v_1^2}{2g}, \frac{v_2^2}{2g}$ Carga de velocidad en los puntos 1 y 2

Σh_f pérdida de carga por fricción en el tramo 1-2

Si consideramos el plano horizontal de referencia al mismo nivel que el banco de construcción de la P.T.A.R., se

tiene que la diferencia de las cargas de posición en las secciones 1 y 2 sería igual a la carga estática H_e y si además sabemos que la presión en ambos puntos corresponde a la atmosférica la expresión anterior (ec. 4.1) se transforma en la siguiente:

$$H = H_e - \sum H_f \quad (4.2)$$

siendo:

H cota piezométrica, en m
 H_e carga estática, en m
 $\sum H_f$ pérdidas de carga, en m.

Por otro lado, las pérdidas por fricción se calculan de acuerdo a la expresión propuesta por Manning (ec. 3.2) de la siguiente manera:

Se sabe que:

$$S_f = \frac{h_f}{L} \quad (4.3)$$

Sustituyendo en la ec. 3.3, y conociendo que $R = D/4$, se deduce:

$$h_f = \frac{10.294 L Q^2 n^2}{D^{16/3}} \quad (4.4)$$

Siendo la ecuación 4.4 la que se tomará para el cálculo de pérdidas de carga por fricción en los tramos de la línea de conducción, una vez calculada la cota piezométrica, restándole la del terreno, se deduce la carga disponible en cualquier punto.

El desarrollo de la conducción por gravedad, resultó ser de tubería de polietileno de alta densidad, adoptando las siguientes especificaciones para el diseño hidráulico:

Velocidad mínima de escurrimiento	0.5 m/s
Velocidad máxima	5.0 m/s
Coefficiente de rugosidad	$n = 0.009$

Tomando en cuenta lo anterior, se realizó un análisis para tubería de polietileno de alta densidad de 305 mm (12") de \emptyset nominal, tipo RD32.5, tubería que tiene un diámetro interior de 304 mm, lo que implica, aplicando la ecuación 4.4, una pérdida por fricción de 12.65 m y, utilizando la ecuación 4.2, una cota piezométrica en la descarga de 88.14 mca, que, conociendo que la cota de terreno es 81.43 m, se tendrá una carga de 6.71 metros y una velocidad de 3.10 m/seg.

Dado que se llega con una cota piezométrica alta, se analizó la línea con tubería de 256.2 mm, implicando una

pérdida de 31.51 m y una cota piezométrica en el arroyo de 69.28, elevación menor que la del terreno.

Lo anterior provocó, con el fin de abatir el costo de la línea, el proponer una combinación de los dos diámetros analizados, para lo cual se aplicó la ecuación:

$$L_1 = \frac{H - S_2 L}{S_1 - S_2} \quad (4.5)$$

siendo:

- L_1 longitud de tubería de 305 mm (12")Ø
- H pérdidas por fricción en la línea, en metros
- S_1 pendiente hidráulica para tubo de 305 mm (12")Ø, en decimal
- S_2 pendiente hidráulica para tubo de 254 mm (10")Ø, en decimal
- L longitud de la línea, en metros

Aplicando la ecuación 4.5 resultó una longitud de 382.00 m de tubería de 305 mm (12")Ø y 141 m de 254 mm (10")Ø.

El dimensionamiento de la línea se encuentra en el plano No. 2, en donde se puede ver en planta y perfil, escala 1:2000 horizontal y 1:200 vertical, las cotas de terreno, plantilla y piezométrica, así como la carga de trabajo; se presenta también

la línea piezométrica, la línea de carga estática, gasto, longitud, diámetro, clase de tubería y cruceros.

Como resultado del diseño geométrico se tiene que se usará tubería de polietileno de alta densidad tipo RD 32.5 de 305 mm (12") de diámetro en una longitud de 382 m, y 141 m de tubería del mismo material y tipo de 254 mm (10") de diámetro.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La construcción de una Planta de Tratamiento representa una fuerte inversión por lo que se debe tener presente los alcances de proyecto que se desean para no salirse del marco económico y que no se desperdicien recursos.

La Planta de Tratamiento "San Luis" tiene entre otros objetivos el reúso de las aguas negras tratadas en sustitución del agua potable para el riego de parques y jardines, y esto es muy importante debido a que la conducción del agua potable hacia la ciudad de México desde lugares muy lejanos se torna económicamente más costosa y de ninguna manera se justifica el uso del agua potable para el riego de parques y jardines.

Una recomendación importante es promover la construcción de este tipo de obras, para el desarrollo agrícola y así aumentar la calidad del agua con la que se riegan los

diferentes productos agrícolas.

También es importante impulsar la investigación sobre la tecnología del tratamiento de aguas residuales cada vez más eficiente y con índices de seguridad y productividad más elevados, porque de la calidad del agua que se tenga depende el bienestar social, la salud pública, la ecología y el futuro de la humanidad en general porque es bien sabido que el agua es un fluido vital para el ser humano y con los altos índices de contaminación que se tiene podría llegar el momento en que el mismo ser humano autodestruya el fluido tan necesario para su supervivencia.

Es importante crear conciencia e inquietud en los estudiantes de esta especialidad por la investigación y el desarrollo tecnológico del tratamiento y reúso de las aguas residuales a través de la revisión y el mejoramiento de los planes de estudio en lo que respecta a la ingeniería sanitaria acrecentando así el acervo tecnológico actual en materia de tratamiento y reúso de las aguas residuales (aguas negras).

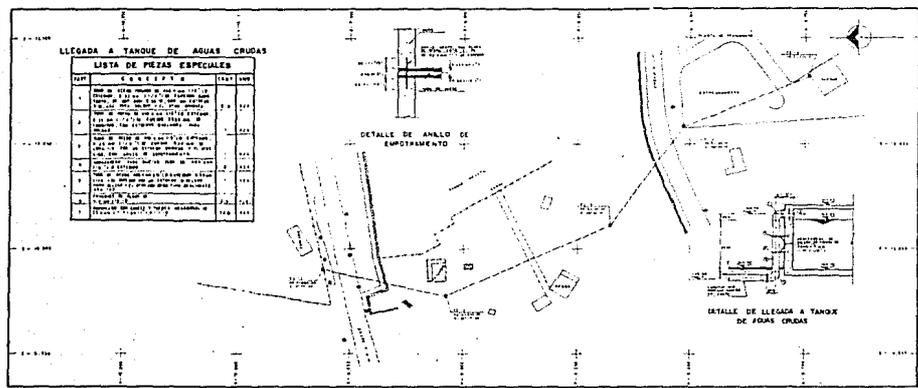
VI. BIBLIOGRAFIA

FUNDAMENTOS DE HIDRAULICA.
AUTOR: ING. SOTELO AVILA.
ED. LIMUSA.

TEORIA DEL GOLPE DE ARIETE Y SUS APLICACIONES
EN INGENIERIA HIDRAULICA
AUTOR: ING. URIEL MANCEBO DEL CASTILLO
ED. LIMUSA.

MANUAL COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
DISEÑO DE TANQUES Y DEPOSITOS

APUNTES DE HIDRAULICA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
UNAM



LLEGADA A TANQUE DE AGUAS CRUDAS

LISTA DE PIEDRAS ESPECIALES

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

DETALLE DE ANILLO DE EMPOTRAMIENTO

DETALLE DE LLEGADA A TANQUE DE AGUAS CRUDAS

POLIGONAL EJE DE CONDUCCION

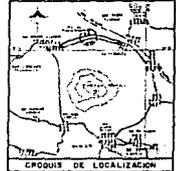
EST. #	NUMERO	ESTACION	TIPO	VALOR
1	1	1+00.00	...	...
2	2	2+00.00	...	...
3	3	3+00.00	...	...
4	4	4+00.00	...	...
5	5	5+00.00	...	...

CANTIDADES DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1
2
3
4
5

ORDEN DE CODOS

EST. #	NUMERO	ESTACION	TIPO	VALOR
1	1	1+00.00	...	...
2	2	2+00.00	...	...
3	3	3+00.00	...	...
4	4	4+00.00	...	...
5	5	5+00.00	...	...

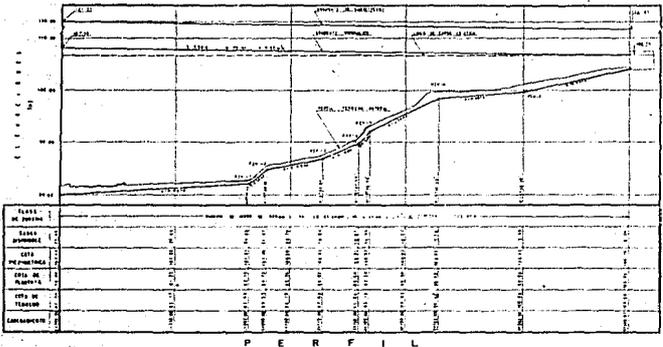


SIEMBOLOGIA

Simbolo	Descripción
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...

NOTAS

- 1. Verificar el terreno en el punto de instalación de la línea de tubería...
- 2. El terreno debe ser nivelado y compactado...
- 3. El terreno debe ser nivelado y compactado...
- 4. El terreno debe ser nivelado y compactado...
- 5. El terreno debe ser nivelado y compactado...
- 6. El terreno debe ser nivelado y compactado...
- 7. El terreno debe ser nivelado y compactado...
- 8. El terreno debe ser nivelado y compactado...
- 9. El terreno debe ser nivelado y compactado...
- 10. El terreno debe ser nivelado y compactado...



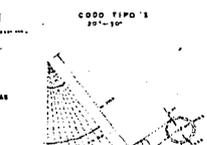
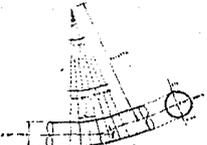
DETALLE TIPO DE SOLDADURA DE TALLA Y DE CAMPO

DETALLE TIPO PARA TODAS LAS UNIONES EN CAMPO

CODIGO TIPO 1 90°-90°

CODIGO TIPO 2 10°-10°

ZANJA TIPO

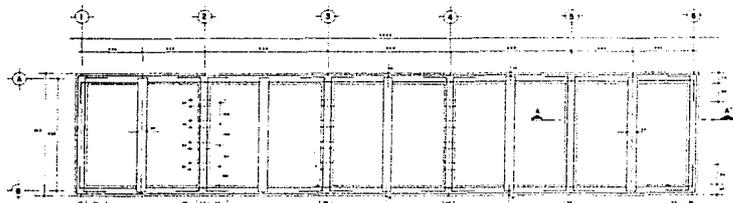


UNAM UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉJICO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ALIMENTACION A LA S.T.A.R. SAN LUIS TLAMATEMALCO

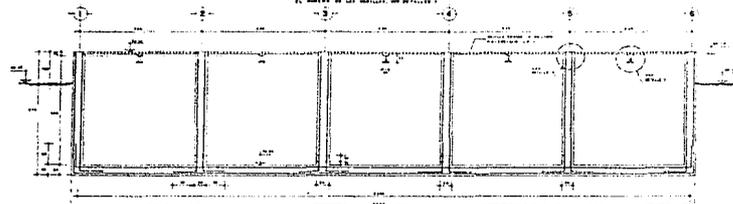
CONDUCCION A PRESION
 (Sección de 40" x 3")

DELEGACION XOCHIMILCO

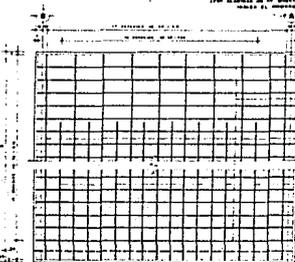
Inicio de obra: 1962
 Proyecto: ALIMENTACION A LOS CERROS DE SAN LUIS TLAMATEMALCO
 Plano: 101



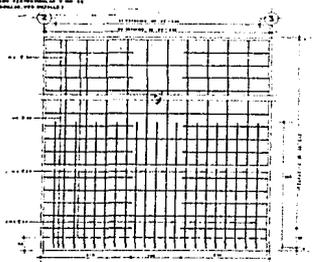
DETALLE ARMADO ESQUINAS EN PLANTA
 PARA ELABORAR MURD DE DIVISORIO, MURD PERIMETRALES, Y LAS ESQUINAS



DETALLE ARMADO ESQUINAS EN CORTE
 PARA ELABORAR MURD DE DIVISORIO, MURD PERIMETRALES, Y LAS ESQUINAS



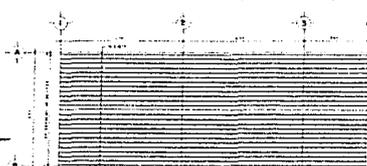
ARMADO MURO DIVISORIO (h = 0.30 m.)
 TOLERANCIA EN EL ESPESOR DESTINADO EN NORMA 240001



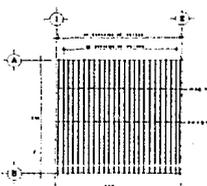
ARMADO MURO PERIMETRALES (h = 0.30 m.)
 TOLERANCIA EN EL ESPESOR DESTINADO EN NORMA 240001



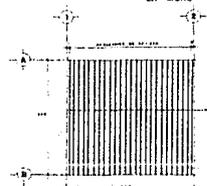
LOSA DE CIMENTACION
ARMADO LONGITUDINAL SUPERIOR (h = 0.50 m.)



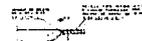
LOSA DE CIMENTACION
ARMADO LONGITUDINAL INFERIOR (h = 0.30 m.)



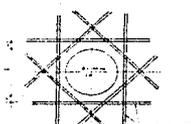
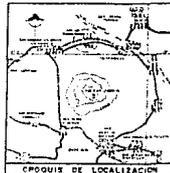
ARMADO TRANSVERSAL
SUPERIOR



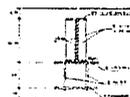
ARMADO TRANSVERSAL
INFERIOR



DETALLE X



REFUERZO ADICIONAL EN OBRIFICIOS
EN LA PARED



DETALLE Y

DETALLE DE EMPOTRAMIENTO
EN MURO

NOTAS:

1. REFERIRSE A LOS DETALLES CORRELATIVOS DE OBRAS.
2. EN PUNTO DE VISTA DE LA SEGURIDAD DEL EMPOTRAMIENTO DEBERAN CONSIDERARSE:
 - a) EL TIPO DE MORTAR QUE SE UTILICE PARA EL EMPOTRAMIENTO.
 - b) EL TIPO DE MORTAR QUE SE UTILICE PARA EL EMPOTRAMIENTO.
 - c) EL TIPO DE MORTAR QUE SE UTILICE PARA EL EMPOTRAMIENTO.
3. EL EMPOTRAMIENTO DEBE SER HECHO DE TAL MODO QUE SE GARANTICE LA INTEGRIDAD DEL EMPOTRAMIENTO EN LOS PUNTO DE EMPOTRAMIENTO.
4. EL EMPOTRAMIENTO DEBE SER HECHO DE TAL MODO QUE SE GARANTICE LA INTEGRIDAD DEL EMPOTRAMIENTO EN LOS PUNTO DE EMPOTRAMIENTO.
5. EL EMPOTRAMIENTO DEBE SER HECHO DE TAL MODO QUE SE GARANTICE LA INTEGRIDAD DEL EMPOTRAMIENTO EN LOS PUNTO DE EMPOTRAMIENTO.
6. EL EMPOTRAMIENTO DEBE SER HECHO DE TAL MODO QUE SE GARANTICE LA INTEGRIDAD DEL EMPOTRAMIENTO EN LOS PUNTO DE EMPOTRAMIENTO.
7. EL EMPOTRAMIENTO DEBE SER HECHO DE TAL MODO QUE SE GARANTICE LA INTEGRIDAD DEL EMPOTRAMIENTO EN LOS PUNTO DE EMPOTRAMIENTO.
8. EL EMPOTRAMIENTO DEBE SER HECHO DE TAL MODO QUE SE GARANTICE LA INTEGRIDAD DEL EMPOTRAMIENTO EN LOS PUNTO DE EMPOTRAMIENTO.
9. EL EMPOTRAMIENTO DEBE SER HECHO DE TAL MODO QUE SE GARANTICE LA INTEGRIDAD DEL EMPOTRAMIENTO EN LOS PUNTO DE EMPOTRAMIENTO.
10. EL EMPOTRAMIENTO DEBE SER HECHO DE TAL MODO QUE SE GARANTICE LA INTEGRIDAD DEL EMPOTRAMIENTO EN LOS PUNTO DE EMPOTRAMIENTO.

UNAM UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ALIMENTACION A LA P.T.A.R. POR LOS TRANSMITIDOS
CARCAMO RECTANGULAR
 (diseño estructural)

DELEGACION XOCHIMILCO

DISEÑO BY Jano 1989	PROYECTO ANTONIO MARRAS ALONSO GIL	PLANO Nº 3
------------------------	--	---------------