



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

"CAMPUS ARAGON"

I N G E N I E R I A

"PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE  
AGUA POTABLE EN LA ZONA NORTE DE  
ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO  
DE MEXICO"

T E S I S  
Que para obtener el Título de:  
I N G E N I E R O C I V I L  
P r e s e n t a  
VICENTE MARTINEZ LOPEZ

San Juan de Aragón, Estado de México

1996

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



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 DE  
MÉXICO

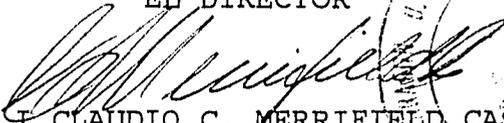
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGÓN  
DIRECCION

VICENTE MARTINEZ LOPEZ  
P R E S E N T E .

En contestación a su solicitud de fecha 16 de febrero del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. JOSE LUIS RODRIGUEZ TORRES pueda dirigirle el trabajo de Tesis denominado "PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA NORTE DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MEXICO", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, Mex., 20 de febrero de 1995  
EL DIRECTOR

  
M en I CLAUDIO C. MERRIFIELD CASTRO



c c p Unidad Académica.  
c c p Jefe de Carrera de Ingeniería Civil.  
c c p Asesor de Tesis.

  
CCMC' AIR' lla

---

**A MIS PADRES:**

**CALIXTO MARTINEZ VAZQUEZ  
GLORIA LOPEZ ARAGON**

**Que con su ejemplo de sencillez, humildad, persistencia y  
bondad infinita, ha sido fuente motivacional inquebrantable  
para mi formación profesional tanto deseada.**

**A MIS QUERIDAS HERMANAS:**

**CELIA Y AURORA**

**Que con su unión y cariño  
fortalecieron el afán para no  
desistir en la culminación de  
esta meta.**

---

---

**A LA PAREJA DE TODA MI VIDA:**

**PATRICIA LUGO PEREGRINA**

**Por tu amor, comprensión, apoyo incondicional y contagio de gran optimismo; agradezco el aliciente provocado en mí para superar obstáculos y seguir luchando en alcanzar metas propuestas. Ahora he logrado una muy importante, que sin tu valiosa ayuda y a mi lado, no percibiría tanta emoción de obtenerla.**

---

---

**A MI FAMILIA:**

**MIGUEL ROSAS**

**NALLELY, MARIELA, EDGAR Y C. OMAR.**

**A su cariño , comprensión e interés que en un futuro  
pudiese despertar para alguno de ellos esta tesis.**

**A LA FAMILIA PEREGRINA:**

**Por su apoyo, simpatía recibida y valor humano; que han  
también seguido la culminación de éste trabajo.**

---

---

**A MI ASESOR DE TESIS:**

**ING. JOSE LUIS RODRIGUEZ T.**

*A su dedicación y tiempo empleado para la conformación de esta obra, a sus invaluable conocimientos en la materia, guía cierta y amplio criterio en el asesoramiento de ésta.*

**A LAS EMPRESAS Y DEPENDENCIAS:**

- **Comisión Nacional del Agua (C.N.A.).**
- **Servicios Públicos de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Municipio de Ecatepec de Morelos Edo. de Méx. (S.A.P.A.S.E.).**
- **Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento (C.E.A.S.).**
- **Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (D.G.C.O.H.).**
- **Sistemas de Bombeo S.A. de C.V.**
- **Wallace y Tiernan S.A. de C.V.**
- **Oficinas Municipales de Ecatepec de Morelos Edo. de Méx.**

*Por la información, apoyo técnico y asesoramiento para la planeación y diseño del proyecto.*

---

# INDICE

## CAPITULO:

	PAGINA
<b>I. INTRODUCCION.</b>	<b>1</b>
1.- EL AGUA, INDISPENSABLE ELEMENTO EN LA SOCIEDAD.	2
2.- AGUA POTABLE, VITAL PARA LA SALUD.	4
<b>II. GENERALIDADES.</b>	<b>6</b>
1.- CICLO HIDROLOGICO.	7
2.- DEMANDA DE AGUA.	7
3.- FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y TIPOS DE CAPTACION.	12
4.- NORMAS DE CALIDAD DEL AGUA.	15
5.- POTABILIZACION.	17
6.- OBRAS DE CONDUCCION.	21
7.- OBRAS DE REGULARIZACION.	25
8.- DISTRIBUCION.	28
<b>III. ANTECEDENTES URBANISTICOS Y DE PROYECTO.</b>	<b>32</b>
1.- ECATEPEC DE MORELOS.	33
MUNICIPIO DEL ESTADO DE MEXICO.	
2.- ECATEPEC "ZONA NORTE".	33
2.1 - SITUACION ACTUAL.	34
2.2 - DISTRIBUCION.	34
2.3 - REGULARIZACION.	34
2.4 - CONDUCCION.	34
2.5 - MEMORIA DESCRIPTIVA.	35
<b>IV. PROYECTO.</b>	<b>36</b>
1.- POBLACION ACTUAL.	37
2.- POBLACION PROYECTO.	38
3.- DOTACION.	38
4.- COEFICIENTE DE VARIACION DIARIA.	39
5.- COEFICIENTE DE VARIACION HORARIA.	39
6.- GASTO MEDIO ANUAL.	39
7.- GASTO MAXIMO DIARIO.	40
8.- GASTO MAXIMO HORARIO.	40
9.- FUENTE DE ABASTECIMIENTO.	41
10.- TIPO DE CAPTACION.	41
11.- POTABILIZACION.	41
12.- CONDUCCION.	43
12.1 - POR BOMBEO.	43
12.2 - POR GRAVEDAD.	77
13.- CALCULO DE EQUIPO DE BOMBEO.	82

...

**INDICE...**

---

14.- TIPO Y CAPACIDAD DE REGULARIZACIÓN.	100
15.- RED DE DISTRIBUCION.	109
15.1 - METODO DE HARDY-CROSS. (BALANCEO DE CARGAS POR CORRECCION DE GASTOS ACUMULADOS - PROCEDIMIENTO MANUAL).	109
<b>V. PRESUPUESTO.</b>	<b>183</b>
<b>VI. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION.</b>	<b>228</b>
1.- TRAZO Y NIVELES.	230
2.- EXCAVACION.	230
3.- PLANTILLA APISONADA.	232
4.- RELLENO DE ZANJAS A VOLTEO.	233
5.- RELLENO DE ZANJAS, APISONADO Y COMPACTADO.	233
6.- INSTALACION, JUNTEO Y PRUEBAS DE TUBERIAS.	233
7.- INSTALACION DE PIEZAS ESPECIALES Y VALVULAS.	245
8.- CAJAS PARA OPERACION DE VALVULAS.	247
9.- INSTALACION DE TOMAS DOMICILIARIAS.	250
<b>VII. OPERACION Y MANTENIMIENTO.</b>	<b>252</b>
1.- OPERACION.	253
2.- MANTENIMIENTO.	253
2.1 - PREVENTIVO.	253
2.2 - CORRECTIVO.	254
<b>VIII. CONCLUSIONES.</b>	<b>255</b>
<b>IX. BIBLIOGRAFIA.</b>	<b>258</b>
<b>X. REPORTES, ANEXOS, TABLAS, GRAFICAS Y PLANOS.</b>	<b>261</b>

---

# I. INTRODUCCION

## **1. EL AGUA INDISPENSABLE ELEMENTO EN LA SOCIEDAD.**

En la Sociedad Humana, el agua ha sido el elemento básico en su desarrollo, a lo largo de la Historia, el hombre la ha utilizado como satisfactor de desarrollo agrícola, como insumo de procesos industriales, de servicios y para preservar el medio ambiente en que habita.

La población del planeta, a través del tiempo, va en aumento, mientras que la cantidad de agua que existe en el, permanece constante. El hombre tiene que afrontar problemas de abastecimiento cada día mas difíciles de resolver para satisfacer sus demandas del vital líquido.

Nuestro país, no es excepción, enfrenta problemas de abastecimiento hidráulico, que requiere de los mayores esfuerzos técnicos, humanos y administrativos para su solución.

Las mayores concentraciones humanas en nuestro país, se ubican en el Altiplano, así como, el mayor desarrollo industrial, mientras que, en el sureste y en las costas donde todavía el abastecimiento no representa un problema, habita más o menos un 10 %, de la población nacional.

Consecuentemente, los recursos hidráulicos del país son limitados y su distribución geográfica no coincide con la demanda.

El Valle de México, incluyendo Municipios conurbados, es objeto de especial atención porque en el se concentra el máximo porcentaje de la actividad económica y social del país, siendo consecuentemente cada vez mayores los problemas que confronta el Sistema Hidrológico de la Cuenca, la cual esta sujeta a una demanda de agua cada vez superior al potencial de equilibrio hidrológico.

Aún así, esta entre las demandas de las comunidades de bienes y servicios, el de abastecerles de agua potable, aunque extraerla y distribuirla represente un gran esfuerzo técnico y económico.

---

Según el INEGI, en el año de 1990, la densidad demográfica de la República Mexicana era de 42 habitantes por km<sup>2</sup>, con una población absoluta de 76'685,898 habitantes; El estado de México, una de las entidades mas pobladas, tenía una densidad de población de 458 habitantes por km<sup>2</sup> y una población absoluta de 9'815,795 habitantes, representando el 12.8 % de la población total del país. El Distrito Federal contaba con una densidad de población de 5,495 habitantes por km<sup>2</sup>, con lo que tomó el primer lugar en el mundo de la ciudad mas poblada, con una población absoluta de 8'235,744 habitantes, representando el 10.14 % de la población total.

Respecto a la superficie total del territorio nacional, la entidad del Distrito Federal representa el 0.08%, el Estado de México el 1.09%, el Estado de Tlaxcala el 0.20%, Morelos el 0.25%, Coahuila el 7.71%, Sonora el 9.40%, Chihuahua el 12.56%, y así sucesivamente el resto del país. Estos datos son suficientes para observar que las entidades mas pobladas siendo las menos extensas, están localizadas en la zona central comprendiendo el Altiplano Mexicano. Por el contrario, las entidades con mayor superficie y menos población, se encuentran en la zona norte, Pacífico Norte, Pacífico Sur y Golfo de México, que también se les designa como "zonas periféricas".

Por lo antes expuesto, se determinó que el 50% de la población se localizaba en un área ("zona central") que constituye únicamente el 13.96%, de la superficie total del territorio nacional, con una densidad de 7,070 habitantes por km<sup>2</sup>, mientras que el otro 50% restante esta muy desproporcionalmente distribuida en el 86.04% del territorio en las llamadas "zonas periféricas", cuya densidad de 661 habitantes por km<sup>2</sup>, resulta casi once veces menor, comparada con la de la zona central.

En el Estado de México con una extensión de 21,355 km<sup>2</sup>, dividido en 121 Municipios, es donde sin lugar a duda, los asentamientos humanos con mayor intensidad se han presentado en sus zonas conurbadas al Distrito Federal; El Municipio de Ecatepec, es una de ellas, su superficie es de 15,482 hectáreas y su densidad de población promedio de 281 habitantes por hectárea.

La zona norte de Ecatepec de Morelos, es en la actualidad la que presenta mayor asentamiento de población en el Municipio y por ende; La necesidad prioritaria de servicios básicos: Energía eléctrica, abastecimiento de agua potable, alcantarillado y pavimentación. **El proyecto "Abastecimiento de Agua Potable en la Zona Norte de Ecatepec de Morelos"**, cumplirá uno mas de sus requerimientos, mismo que beneficiará del vital líquido a 34,550 habitantes (población actual) y a 112,841 habitantes (a etapa de saturación), o lo que es proveer de agua potable a un 8.07% de la población del Municipio, a 1.15 % de la población del Estado de México y un 0.15% de la población total del país.

## **2. AGUA POTABLE, VITAL PARA LA SALUD.**

En una población, el objetivo principal del abastecimiento de agua potable, es la salud humana. Esta salud se considera preferentemente a partir de la calidad del agua que se utiliza, ya sea en comunidades urbanas, como también rurales; esto mismo ha prestado atención especial al estudio de las fuentes de abastecimiento para ser utilizadas óptimamente aplicando técnicas sanitarias.

En los tiempos modernos en que nos encontramos, es notable el crecimiento demográfico y de diversificación de actividades humanas que están deteriorando temerariamente el medio ambiente; Como Ingenieros, es de nuestra incumbencia la obligación de aprovechar racionalmente los recursos naturales aplicando técnicas sanitarias, teniendo como finalidad proteger la salud y buscar el bienestar y prosperidad del hombre.

Como vehículos transmisores de enfermedades pueden ser entre otros, el agua y los alimentos cuya puerta de penetración es la boca y tubo digestivo. El agua puede contener agentes infecciosos del cólera, de la tifoidea, paratifoidea, disenteria, salmonelosis, amibiasis, anquilostomiasis y teniasis. Con la excreta de enfermos o portadores suelen llegar los microorganismos infecciosos. En la actualidad, es sospecha también que el agua es el medio por el cual se transmite la hepatitis infecciosa, la tuberculosis, tularenia y la gastroenteritis.

Es evidente entonces, que el agua puede ser buena y puede ser mala, pues lo mismo puede llevar enfermedades y muerte, que salud y vida; Todo depende del conocimiento que se tenga de su influencia sobre la vida y los bienes, como de su comportamiento regido por sus Leyes.

La vigilancia de la calidad del agua en nuestro país es responsabilidad de la Secretaría de Salud; como no cuenta con los recursos suficientes para ofrecer una cobertura nacional, se hace necesario e indispensable que participen las comunidades, principalmente en zonas rurales. Por esto, en la educación ambiental de los consumidores se hace comprender el binomio agua/salud, reconociendo ellos mismos la conveniencia que resulta en prevenir y vigilar que sus fuentes proveedoras del abastecimiento de agua no sean contaminadas, y poder así disponer hasta cierto punto de un líquido confiable.

Dada la importancia y beneficio que representa el dotar de agua potable a una comunidad, el mes de mayo de 1990, el Gobierno Federal a través de la Comisión Nacional del Agua, puso en marcha el **"Programa Nacional de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento"**. Posteriormente con las acciones de este Programa se obtuvo para agosto de 1992, un incremento en la cobertura de estos servicios del doble del crecimiento de la población, lo que no había sido alcanzado en los anteriores quince años.

El desafío y responsabilidad para los Ingenieros en Hidráulica a que hoy se enfrentan, es enorme, puesto que abarca aspectos técnicos, administrativos y financieros, relacionados con la construcción, operación y conservación de los miles de sistemas de agua potable y alcantarillado que en el futuro es necesario realizar; así como rehabilitar los que actualmente no operan correctamente.

Cada día que pasa, los problemas de desinfección y contaminación son mas graves y requieren de medidas mas drásticas, con políticas que orienten y presionen a los usuarios a entender la necesidad de cooperar y participar en la solución de los mismos; por lo contrario, se puede llegar a situaciones aún mas graves, condenando a muchas regiones de nuestro país a niveles de contaminación ambiental que pongan en riesgo la vida humana.

## II. GENERALIDADES

## **1. CICLO HIDROLOGICO.**

Las aguas naturales están sujetas a una circulación permanente, así como, a cambios continuos en su estado físico. Del agua que se precipita sobre el suelo, una parte se evapora de los sitios en donde cae, otra escurre pasando a incrementar las corrientes superficiales y otra se infiltra constituyendo las aguas subterráneas.

Las aguas superficiales posteriormente pueden evaporarse o infiltrarse; del agua infiltrada, una parte queda cerca de la superficie y se evapora directamente, otra es aprovechada por las raíces de las plantas regresando a la atmósfera por el proceso de la transpiración y la parte restante para a incrementar el caudal de las aguas subterráneas.

El ciclo del agua se completa con la evaporización de las aguas de los océanos, con la circulación del vapor de agua en la atmósfera hasta formar nubes y con la condensación del vapor de éstas en forma de precipitaciones pluviales.

## **2. DEMANDA DE AGUA.**

La demanda de agua que una población requiere, está en función de los siguientes conceptos:

- a. Período económico
- b. Población de proyecto
- c. Dotación
- d. Coeficientes de variación diaria y horaria
- e. Demanda conraintencendio

Establecidos los anteriores conceptos podremos calcular los gastos que se utilizarán en nuestro cálculo de proyecto:

- f. Gasto medio diario
- g. Gasto máximo diario
- h. Gasto máximo horario

## Capítulo 2

---

**a. Período económico:** Es un estudio de las etapas de construcción del proyecto, para lo cual de acuerdo con lo establecido por la extinta S.A.H.O.P., se tendrá:

- a.1) Para localidades de 2,500 a 15,000 habitantes de Proyecto, de 6 a 10 años.
- a.2) Para localidades urbanas de 15,000 o más habitantes, hasta 15 años.

Estos períodos deben ser de acuerdo con el estudio de factibilidad técnico y económico.

**b. Población de proyecto:** Establecido el período económico se calcula la población de proyecto de acuerdo con los métodos establecidos (aritmético, geométrico, Follwell, extensión gráfica, etc.). En todos los casos se deberá presentar una gráfica con los resultados obtenidos con los métodos utilizados y una justificación de la población seleccionada.

**c. Dotación:** Es el volumen diario para cada habitante, capaz de satisfacer la necesidades inmediatas y futuras de la población en estudio.

Los factores que influyen en la determinación de la dotación para el consumo de agua son: condición de la localidad, fugas, desperdicios, industrias establecidas o por establecerse, servicios públicos y demás que intervengan.

Para determinar esta dotación por asignar a la población en estudio, podremos apoyarnos en los valores establecidos por algunas Dependencias, autorizadas en la materia así como, también de fórmulas empíricas, a saber:

La extinta S.A.H.O.P., de acuerdo al clima y número de habitantes establece los siguientes valores:

Población de proyecto Habitantes	Tipo de clima lt./hab./dia		
	CALIDO	TEMPLADO	FRIO
De 2,500 a 15,000	150	125	100
De 15,000 a 30,000	200	150	125
De 30,000 a 70,000	250	200	175
De 70,000 a 150,000	300	250	200
De 150,000 o más	350	300	250

El Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos S.A., elaboró la siguiente tabla en función al No. de habitantes:

Habitantes	Mínimo	Medio	Máximo
HASTA 5,000	60	90	120
De 5,000 a 15,000	100	150	200
De 15,000 a 50,000	150	200	250
De 50,000 a 200,000	200	250	300

*Valores citados en lts/hab/día*

El autor alemán Shoklistn, proporciona los siguientes datos:

DESCRIPCION	LTS /HAB /DIA
Para beber y cocinar	50
Lavado de ropa	15
Descarga de retretes (2 veces)	20
Servicios Públicos	20
Baño de ducha	75
Fugas y desperdicios	20
Total	200

Dentro de las fórmulas empíricas tenemos:

-Fórmula de Coffin:

$$GL = 152 \times P \times 0.014$$

donde:

GL= Dotación en Lts. por habitante por día.

P = Población de proyecto en miles de habitantes.

-Fórmula del Ing. José Palomares Lomelí:

$$D = K \times P \times 0.014$$

donde:

D= Dotación en Lts., por habitante por día.

K= Constante determinada por el tipo de clima, el cual será:

Para clima frío 100

Para clima templado 125

Para clima cálido 150

P= Población de proyecto en miles de habitantes.

d. **Coefficientes de variación diaria y horaria.**- El consumo de agua es variable durante el año, por lo cual habrá un día en todo el año en el que el consumo sea máximo , lo mismo que dentro de ese día, habrá una hora de máximo consumo; debido a esto es necesario realizar un estudio específico de la localidad para determinar los coeficientes de variación diaria y horaria, ya que estos están en relación a estos gastos según las fórmulas siguientes:

$$Kd = \frac{QMd}{Qmd}$$

donde:  $Kd$  = Coeficiente de variación diaria.  
 $QMd$ = Gasto máximo diario.  
 $Qmd$ = Gasto medio diario.

Y

$$Kh = \frac{Qmh}{QMd}$$

donde:  $Kh$  = Coeficiente de variación horaria.  
 $Qmh$ = Gasto máximo horario.  
 $QMd$ = Gasto máximo diario.

De acuerdo a los estudios realizados por la extinta S.A.H.O.P., el ambiente de variación de estos coeficientes es:

Coefficiente de variación diaria	1.2 a 1.5
Coefficiente de variación horaria	1.5 a 2.0
Los valores usados más frecuentes	1.2 y 1.5
son:	respectivamente.

e. **Demanda contraincendio.**- En pequeñas localidades, salvo casos especiales, se considera innecesario proyectar sistemas de abastecimiento de agua potable que incluyan protección contraincendios. En localidades medianas o grandes el problema debe ser estudiado y justificado en cada caso.

Para satisfacer los gastos de incendio la extinta S.A.H.O.P., dá los siguientes valores:

POBLACION (MILES DE HABITANTES)	HIDRANTES DE INCENDIO DE USO SIMULTANEO l p.s.	LOCALIZACION DEL HIDRANTE
De 20 a 50	2 de 12.6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uno en el sitio más alejado al punto de alimentación de la red y otro en la zona comercial.</li> </ul>
De 50 a 200	1 de 31.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uno en la zona comercial o en el sitio más alejado al punto de alimentación de la red.</li> </ul>
Más de 200	2 de 31.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uno en la zona comercial y otro en el sitio más alejado al punto de alimentación.</li> </ul>

Una vez teniendo calculados los valores de los capítulos anteriores (Período económico, población de proyecto dotación, coeficientes y tablas necesarias), estamos en condición de calcular los diferentes gastos como son:

f. **Gasto medio anual.**- Este gasto lo calculamos por medio de la siguiente fórmula:

$$Q_{md} = \frac{D \times P}{86,400}$$

donde:

Q<sub>md</sub>= Gasto medio diario en l.p.s.

D= Dotación en lt/hab/día.

P= Población de proyecto.

86,400= No. de segundos que tiene un día.

**g. Gasto máximo diario.**- Este gasto lo calculamos por medio de la siguiente fórmula:

$$QMd = Kd \times Qmd.$$

donde:

QMd = Gasto máximo diario en l.p.s.

Kd = Coeficiente de variación diaria

Qmd = Gasto medio diario en l.p.s.

**h. Gasto máximo horario.**- Este gasto lo calculamos por medio de la siguiente fórmula:

$$Qmh = Kh \times QMd.$$

donde:

Qmh = Gasto máximo horario en l.p.s.

Kh = Coeficiente de variación horaria.

QMd = Gasto máximo diario en l.p.s.

### **3. FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y TIPOS DE CAPTACION.**

**Las aguas naturales disponibles en el medio ambiente son:  
Aguas meteóricas, Superficiales y Subterráneas.**

**a. Aguas Meteóricas.**- Son aquellas procedentes directamente de la atmósfera en forma de lluvia. Estas aguas se captan antes que lleguen a la superficie terrestre por medio de áreas expuestas a la precipitación pluvial, para luego almacenarlas en cisternas, algibes, etc., por lo tanto para su captación es necesario tener áreas muy grandes y solo es suficiente para pequeñas poblaciones en donde no hay otro recurso.

**b. Aguas Superficiales.-** Son aquellas que se encuentran en el seno de los ríos, lagos, lagunas o las de una cuenca de embalse, presas, etc.

Las aguas de los ríos y arroyos, en su recorrido se transforman de diversas maneras, debido a su poder disolvente recogen y arrastran materias de los diferentes suelos por los que circulan que hace efectiva la modificación, además de que recibe diversas materias como desechos de poblaciones e industriales, que hacen que estas aguas por lo general estén contaminadas.

Estas aguas aunque ofrecen abastecimiento adecuado para las obras de irrigación, no son convenientes para el uso doméstico, debido a su fácil contaminación y además de que requieren de una captación y purificación adecuada y cuidadosa.

En el caso de que este tipo de aguas sea la solución se propondrán las siguientes observaciones para su captación:

- b.1) Tomas en ríos.- Esta obra deberá hacerse aguas arriba de la población para evitar contaminación por la misma localidad; deberá construirse en un tramo recto de la corriente y colocando la entrada del agua a la toma en un nivel inferior al de las aguas mínimas en el río (El Subálveo).
- b.2) Captación por medio de galerías filtrantes.- Se construyen con el objeto de captar el subálveo de los ríos y para explotar agua freáticas; consisten en lechos filtrantes, que se logran abriendo una zanja transversal o paralela (según el grado de infiltración y el régimen de la corriente), al lecho del río o arroyo; colocando tuberías ranuradas que descargan a un cárcamo colector, emplazado en una de las márgenes del arroyo, cuya parte superior (del cárcamo) debe librar el nivel de aguas máximas extraordinarias; Esta zanja se cubre con material graduado (grava y arena) en capas de mayor o menor granulometría y de abajo hacia arriba hasta lograr el llamado lecho filtrante.
- b.3) Tomas en lagos.- Se deberá hacer la toma lo más alejado posible de las orillas a fin de que el agua captada sea de mejor calidad y que llene los requisitos de seguridad.
- b.4) Obras de tomas en presas.- Se deberán instalar varias entradas a la obra de toma, a diferentes niveles a fin de evitar la entrada de los azolves que producen en los vasos de las presas y con el objeto de captar el agua más cercana a la superficie que es de mejor calidad.

c. **Aguas Subterráneas.**- Son aguas que se filtran en el terreno debido a la fuerza de gravedad, hasta encontrar una capa en la cual se recolecta formando mantos que proporciona el agua de los pozos o bien continúa hasta encontrar rocas impermeables en donde corre hasta brotar de nuevo a la superficie formando los manantiales o pozos artesianos. Estas aguas se mineralizan por atravesar terrenos que contienen sustancias minerales; de acuerdo con las capas que se infiltran, pueden ser termales o medicinales; la captación de estas aguas se hace por medio de:

c.1) Captación de manantiales.- Estas captaciones son de las mas sencillas pero a su vez deben tener 2 condiciones principales:

- Evitar que se contamine el agua.
- Evitar que se obture, que se pierda el manantial o que se reduzca en su caudal.

c.2) Captación de pozos profundos.- Tienen la ventaja de captar mantos acuíferos profundos y extensos. Estas aguas son por lo general de buena calidad sanitaria, a menos que estén contaminadas por infiltración al existir cavernas o fisuras en las rocas adyacentes al llevarse a cabo la perforación.

Se construyen perforando el terreno en base a un estudio geohidrológico, esta perforación es por medio de máquinas para este objeto, para protección del pozo y de la columna de la bomba, se ademan con tuberías de hierro colado o acero.

El inconveniente de la perforación de pozos profundos es el costo, pero se justifica cuando la obra satisface el fin deseado.

c.3) Captación de agua de Noria ó pozo poco profundo.-estos pozos tienen por lo general una profundidad máxima de 20 m. para captar las aguas freaticas; Para evitar la entrada de agua superficial y los derrumbes deben de forrarse las paredes con piedra, ladrillo, concreto, etc., estas captaciones tienen los siguientes inconvenientes:

- Nivel piezométrico del agua fluctua con facilidad y considerablemente, por lo que su rendimiento no es seguro.
- En zonas cercanas al mar, puede existir infiltración de agua salada.
- Es dudosa la calidad sanitaria del agua obtenida de estas fuentes.

En conclusión; la selección de la fuente de abastecimiento y el tipo de captación, estará apoyada en un estudio geohidrológico de la región, en los estudios físico-químico y bacteriológicos del agua de la fuente, así como también de la situación socioeconómica. de la localidad.

#### 4. NORMAS DE CALIDAD DEL AGUA.

Como se expuso brevemente en lo anterior, se comprende la necesidad de conocer la calidad del agua, que se pretende captar, para proporcionarla a la comunidad; esto se logra mediante los siguientes análisis:

- a. Físicos
- b. Químicos
- c. Bacteriológicos

Estos análisis son hechos por laboratoristas especializados, los cuales darán a conocer un resultado acertado.

La dirección de Ingeniería Sanitaria en su Reglamento Federal sobre Obras de Previsión de Agua Potable, dice: "Se considera agua potable toda aquella cuya ingestión no cause efectos nocivos a la salud".

Por esta razón, la Secretaría de Salubridad y Asistencia ha fijado cantidades máximas aceptables de las substancias que puede contener el agua para ser considerada potable, o sea, "Normas de Calidad del Agua":

- a. Características físicas:

turbiedad máxima	10 (escala de sílice)
olor	inodoro
sabor	agradable
color máximo	20 (escala platino cobalto)
temperatura	10° a 15° c.
PH	De 6.0 a 8.0

b. Características químicas:

	Milligramos por litro o P.P.M.
Nitrógeno (N) amoniacal	0.50
Nitrógeno (N) protéico	0.10
Nitrógeno (N) de nitritos (con análisis bacteriológico aceptable)	5.00
Oxígeno (O) consumido en medio ácido	3.00
Oxígeno (O) consumido en medio alcalino	3.00
Sólidos totales, de preferencia hasta 500 pero tolerándose hasta	1000 P.P.M.
Alcalinidad total, expresada en CaC <sub>3</sub>	400 P.P.M.
Dureza total, expresada en CaCO <sub>3</sub>	300 P.P.M.
Dureza permanente o de no carbonatos, expresada en CaCO <sub>3</sub> , en aguas naturales.	150 P.P.M.
Cloruros, expresados en Cl	250 P.P.M.
Sulfatos, expresados en SO <sub>4</sub>	250 P.P.M.
Magnesio, expresado en Mg.	125 P.P.M.
Zinc, expresado en Zn	15.00
Aluminio	0.20
Bario	1.00
Cadmio	0.005
Cianuro, expresado como ION CN	0.05
Mercurio	0.001
Cobre, expresado en Cu	1.5
Fluoruros, expresados en F <sub>1</sub>	1.50
Fierro y magnesio, expresado en Fe	0.30
Manganeso	0.15
Plomo, expresado en Pb.	0.10
Arsénico, expresado en As	0.05
Selenio, expresado en Se	0.05
Cromo hexavalente, expresado en Cr.	0.05
Compuestos fenólicos, expresados en fenol	0.001
Cloro libre, en aguas cloradas no menos de	0.20
SAAM (sustancias activas al azul de metileno)	0.5

Los demás que señale la norma correspondiente

### **C. Bacteriológicos:**

Se considerará que una agua esta libre de gérmenes patógenos, cuando la investigación bacteriológica dé como resultado final:

- C.1) Menos de (20) Organismos de los Grupos Coli Y Coliforme por litro de muestra, definiéndose como Organismos de los grupos Coli y Coliforme todos los bacilos aerobios y anaerobios facultativos no esporógenos Gram negativos, que fermenten el caldo lactosado con formación de gas.
- C.2) Menos de (200) colonias bacterianas por c.c. de muestra en la placa de agar incubada a 37° C por 24 hrs.
- C.3) Ausencia de colonias bacterianas licuantes de la gelatina, cromógenas o fétidas, en la siembra de un c.c. de muestra en gelatina incubada a 20° C por 48 hrs.

## **5. POTABILIZACION.**

Si la calidad del agua no satisface las normas que exige el Reglamento Federal sobre las Obras de Provisión de Agua Potable (Normas de Calidad del Agua), deberá someterse a procesos de potabilización. Sin embargo, en todos los casos deberán proveerse equipos de desinfección del agua.

Los procesos empleados comunmente para potabilizar el agua son los siguientes:

- a. Separación de cuerpos gruesos flotantes
- b. Aereación
- c. Sedimentación simple
- d. Coagulación
- e. Filtración
- f. Desinfección

**(El método se elegirá de acuerdo con las sustancias que contenga el agua).**

**a. Separación de cuerpos gruesos y flotantes.**- Se utiliza cuando el agua arrastra en su seno, hojas, basura, ramas, etc.

Para su separación se emplean rejas formadas por barras o alambres.

Las rejas por barras se colocan en las obras de toma y el espacio de las barras es de 2 a 5 cm.

Las rejas finas, formadas con malla de alambre y con espacio de 2 a 6 mm., se colocan a la entrada de la planta potabilizadora.

**b. Aereación.**- Se logra poniendo en contacto íntimo el agua con el aire, con esto se reduce el contenido de  $\text{CO}_2$  (óxido de carbono) con lo cual se reduce la corrosividad del agua, se eliminan olores debido a gases como el ácido sulfídrico y microorganismos.

La aereación se logra por medio de estructuras llamadas aereadores que pueden ser: por gravedad, de presión o de inyección.

**c. Sedimentación simple.**- En el agua se presenta materia gruesa y fina en suspensión. Con la sedimentación simple se logra eliminar la materia gruesa (gravas y arenas), se logra haciendo circular el agua en forma continua pero a velocidad baja, para dar oportunidad a las partículas que están en suspensión a filtrarse o sedimentarse en los filtros.

**d. Coagulación.**- Con la coagulación eliminamos la materia fina en suspensión, coloides y parte de la materia solución.

La coagulación comprende dos fases: mezcla y floculación.

En éstas se produce la aglomeración de los coloides y materia fina en suspensión, formando cuerpos gelatinosos muy insolubles al agua. Entre las sales metálicas más empleadas son: sulfato de aluminio, sulfato ferroso, cloruro férrico y aluminato de sodio.

Al mezclar el producto químico con el agua mediante una agitación rápida, se observa la reacción química en un tiempo no mayor de 10 segundos.

El objetivo de la floculación es formar aglomeraciones o flóculos, activándose mediante una agitación lenta, se terminan las reacciones químicas y se verifican las de coagulación en un tiempo de veinte a treinta minutos.

Se sedimentan los flóculos formados y la materia en suspensión se reduce por la absorción del flóculo.

**e. Filtración.**- Tiene por objeto eliminar del agua, la turbiedad, color y el material no sedimentado; eliminándose así, un alto porcentaje de bacterias.

Los filtros son depósitos o tanques en cuyo fondo se colocan tuberías ranuradas que descargan en un cárcamo. Sobre estas tuberías se colocan capas de diámetros cada vez menores, hasta llegar a una capa de arena a la superficie del filtro. Estos filtros pueden ser rápidos o lentos de acuerdo con su velocidad de filtración.

Velocidad filtros lentos:	3 a 9	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /día
Velocidad filtros rápidos	120 a 180	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /día

**f. Desinfección.**- Tiene por objeto eliminar los gérmenes patógenos que pudiera contener el agua. Para esto podemos usar cualquiera de los siguientes desinfectantes:

- f.1) Agentes Físicos.- Calor, rayos ultravioleta; matan a las bacterias debido a su sensibilidad.
- f.2) Agentes oxidantes.- Permanganato de potasio, ozono, bromo, yodo; que queman por decirlo así a las bacterias destruyéndolas.
- f.3) Venenos.- Cloruro de mercurio, de plata, sales de cobre, cloro, etc., que actúan sobre las células cambiando su composición bioquímica y por lo tanto eliminándolas.

El cloro es el agente mas común por lo tanto daremos algunas recomendaciones de su uso:

En localidades hasta de 5000 habitantes de proyecto, los aparatos dosificadores podrán ser hipocloradores de solución de tipo de carga constante o cloradores de gas directo o en solución. Su utilización deberá justificarse con un balance comparativo de costos de operación y de mantenimiento.

En localidades de mas de 5000 habitantes de proyecto, se recomienda el uso de dosificadores de cloro. En los casos en que la aplicación se realice en líneas de presión, se recomiendan cloradores tipo solución.

La capacidad y envase de cloro convenientes que se recomiendan son:

- Para gastos hasta de 100 l.p.s. 68 kgs.
- Para gastos mayores de 100 l.p.s. 908 kgs.

Cloradores de aplicación directa.- Estos aparatos se caracterizan porque inyectan el gas de cloro directamente al agua.

Cloradores de alimentación de solución.- Estos aparatos son operados por un inyector de agua, el cual disuelve el cloro, pasando la solución a través del inyector al punto de aplicación.

Hipoclorador.- Es un aparato que inyecta una solución previamente fabricada en la misma planta, con un polvo clorado como el hipoclorito de calcio, el perclorón, etc., Se usan los hipocloradores en instalaciones muy pequeñas principalmente cuando el consumo de cloro es menor de 0.50 kgs./día.

Un equipo de cloración debe ser capaz de proporcionar tanto el cloro mínimo necesario en las épocas de menor demanda como la cantidad máxima de demanda.

El cloro puede aplicarse a las aguas, directamente: en la obra de captación, línea de conducción, tanques de almacenamiento o de regularización; aunque existe el inconveniente en los tanques, debido a los consumos variables se tendrán diferentes cantidades de agua por lo que deberán aplicarse dosis diferentes de cloro y se tendría que utilizar un dosificador del tipo proporcional.

Las casetas o salas de desinfección deberán proyectarse, preferentemente para ese único fin, con criterio económico considerando la protección y seguridad del personal y de los equipos.

El uso del cloro o de algún desinfectante, debe hacerse con operadores adiestrados, así como, el equipo adecuado, para evitar el mal manejo del mismo.

## 6.- OBRAS DE CONDUCCION.

Línea de conducción es la parte del sistema de abastecimiento de agua potable, constituido por el conjunto de conductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde el lugar de la captación hasta el punto que puede ser un tanque de regularización, una planta potabilizadora o el punto donde principia la línea de distribución; su capacidad se calculará con el gasto máximo diario.

Por condiciones de trabajo tendremos dos casos de conducción:

- a. Conducción por gravedad
- b. Conducción por Bombeo

a. **Conducción por gravedad.**- Este tipo de conducción puede hacerse de dos maneras, dependiendo de las condiciones topográficas, así como de un estudio socio-económico a saber.

a.1) Canales a cielo abierto.- Deberán localizarse siguiendo un curso que permitan una pendiente apropiada a fin de que la velocidad del agua no produzca erosiones ni azolves. Si el canal se construye sin revestimiento, debe aumentarse la capacidad de conducción debido a las pérdidas por filtración.

a.2) Tuberías.- El empleo de tuberías en conducciones permite hacer el análisis hidráulico de los conductos trabajando como canal o a presión, lo cual depende de las características topográficas que se tengan. En ambos casos la velocidad mínima será de 0.5 m/seg. para evitar azolves, y la velocidad máxima para evitar erosión será como sigue:

- Tubería concreto simple hasta 0.45 m. de diam. nom. 3.00 m/seg.
- Tubería concreto reforzado de 0.60 m. de diam. nom. o mayores 3.50 m/seg.
- Tuberías diversas como, A.C., F.G., FoFo, PVC, etc., 5.00 m/seg.

El cálculo hidráulico para conducción por gravedad será como se indica a continuación.

a.2.1) Para tuberías trabajando como canal utilizaremos la fórmula de manning:

$$V = \frac{1.49}{n} r^{2/3} s^{1/2}$$

Capítulo 2

---

donde:

V= Velocidad del agua en m/seg.  
n= coeficiente de rugosidad  
r= radio hidráulico en m.

Los coeficientes de rugosidad ( n ) serán los siguientes:

Asbestos cemento	0.010
Concreto liso	0.012
Concreto áspero	0.016
Acero galvanizado	0.014
Fierro fundido	0.013
Acero soldado sin revestimiento	0.014
Acero soldado con revestimiento interior a base de Epoxy	0.011
PVC (cloruro de polivinilo)	0.009
Poliétileno de alta densidad (extru-pak)	0.009

Para tuberías trabajando a presión, el cálculo hidráulico de la línea consistirá en utilizar la carga disponible para vencer las pérdidas por fricción, para lo cual utilizaremos la fórmula de manning para el cálculo de pérdidas por fricción, la cual se enuncia:

$$hf = K L Q^2$$

donde:

hf = pérdidas por fricción, en m.

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

L = Longitud de la conducción, en m.

Q = Gasto en m<sup>3</sup>/seg.

n = Coeficiente de rugosidad

D = diámetro del tubo, en m.

Los valores de K están consignados en el anexo No. 1

Cuando la topografía del terreno es accidentada. Se localizarán válvulas de aire en los sitios más elevados. Estas válvulas se determinan en función del gasto de conducción y a la presión de trabajo a que estén sujetas.

**b. Conducción por bombeo.**- Al igual que en la conducción por gravedad, el cálculo hidráulico se basa en la fórmula de Manning para pérdidas de fricción ( $hf=KLQ^2$ ) cuyo significado se dió anteriormente.

Dada su vital importancia por el incremento que puede haber en el costo al seleccionar inadecuadamente su diámetro en este tipo de conducción es necesario determinar el diámetro más económico mediante una serie de análisis, los cuales se efectuarán ya sea con el método razonado o con el método mecánico, en el cual se incluye el golpe de arlete que puede causar serios problemas en las tuberías y equipos de bombeo, si no se tomará en consideración. (ver tablas de cálculo, método mecánico).

El diámetro más económico es aquel que dá un valor mínimo en la columna 7 de las tablas mencionadas.

Para protección del equipo de bombeo y de la tubería de conducción contra la sobrepresión por golpe de arlete. Se recomienda utilizar válvulas aliviadoras de presión, torres de oscilación o tanques neumáticos.

Para cálculo se puede considerar que en el valor del golpe de arlete: El 80% de la sobrepresión la absorbe la válvula, torre o tanque, y el 20% restante la absorbe la tubería.

La elección de tuberías para la línea de conducción, tanto para trabajar por gravedad como por bombeo, depende de la topografía del terreno, gasto que se va a conducir, esfuerzos a los que se van a someter los conductos, la clase del suelo y la calidad del agua.

Los esfuerzos a que están sometidas las tuberías son originadas por cargas internas, externas y cambios bruscos de temperatura por lo tanto deben proyectarse para soportar dichos esfuerzos.

Las cargas internas se originan por los esfuerzos de tensión provocados por la presión misma del agua, esta tensión se calcula mediante la siguiente fórmula, el resultado se compara con el esfuerzo límite del material de las tuberías:

$$\text{Fórmula: } T = \frac{d p}{2 e}$$

donde:

T = tensión en  $\text{kg/cm}^2$   
d = diámetro interior de la tubería en cm.  
P = Presión de ruptura en  $\text{kg/cm}^2$   
e = espesor de la pared del tubo en cm.

Cargas externas.-Estas cargas son producidas por la misma compactación del material que se encuentra por encima de la tubería, por el tránsito de vehículos y por el tipo de cama de base donde se coloca el tubo.

Estas cargas se determinan mediante la fórmula de Marston.

$$\text{Fórmula: } W = Cw B^2$$

donde:

W = carga en  $\text{kg/m}$   
C = Coeficiente que depende de la profundidad de la zanja y de los materiales de relleno..  
w = Peso de los materiales de relleno en  $\text{kg/m}^3$   
B = Ancho de la zanja en metros

Por todo lo expuesto en este capítulo hacemos las siguientes consideraciones generales:

- a. **Las tuberías de asbesto cemento y P.V.C.** deben alojarse en zanjas para obtener la máxima protección y solo en casos excepcionalmente se podrá instalar superficialmente, en cuyo caso deberá garantizarse su protección y seguridad.
- b. **Las tuberías de acero ó fierro fundido** se podrán instalar superficialmente garantizado su protección y seguridad, en el caso de tuberías de acero, se deberán proteger interior y exteriormente contra la corrosión.
- c. **Cuando el agua contenga características incrustantes**, (Generalmente en los casos de aguas duras) y si tienen fierro y manganeso, se deberá estabilizar o someter a procesos de ablandamiento para evitar la incrustación en tuberías y no se vea reducida la capacidad de conducción.
- d. **Cuando el estudio económico** lo indique, la conducción puede realizarse por medio de un canal, este podrá ser abierto, siempre que la polución adicional sea mínima.

- e. En el caso de que pretenda preservar la calidad bacteriológica del agua, la conducción podrá ser por medio de canal cubierto y revestido.

### 7.- OBRAS DE REGULARIZACION

La regularización tiene como objeto transformar el régimen de aportaciones que es constante, en un régimen de demandas que es variable.

La capacidad del tanque de regularización está en función del gasto máximo diario y de la ley de demandas de la localidad, esta ley se puede calcular por métodos analíticos o gráficos, los cuales están basados en un estudio de la localidad.

Cuando se desconozca la ley de la demanda, se calculará la capacidad, de acuerdo con los coeficientes de la siguiente tabla:

(Coeficientes obtenidos en base a la tabla de demandas horarias del Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.A.).

TIEMPO DE BOMBEO	SUMINISTRO AL TANQUE HORAS	GASTOS DE BOMBEO	CAPACIDAD DEL TANQUE m <sup>3</sup>
De 4 a 24	24	Q.M.D.	C = 14.58xQ.M.D.
De 6 A 14	20	$Q.M.D. \times \frac{24}{20}$	C = 7.20xQ.M.D.
De 16 A 24	16	$Q.M.D. \times \frac{24}{16}$	C = 15.30xQ.M.D.

La regularización puede hacerse mediante tanques de almacenamiento, los cuales se construirán de acuerdo con la topografía de la localidad del lugar donde serán desplantados.

Se clasifican en:

- a.) Superficiales
- b.) Elevados

- a. **Tanques superficiales.**- Estos tanques se situarán en una elevación natural que se tengan en la proximidad de la localidad (cerro, etc.) o en la parte más alta, en caso de tener una topografía con una pendiente aceptable, de manera que la diferencia de nivel del piso del tanque, con respecto a los puntos más alto y bajo por abastecer, sea de 15 a 45 metros, respectivamente.

Estos tanques pueden ser de mampostería de piedra o de concreto, la opción será de acuerdo con una solución económica y funcional adecuada.

Una forma práctica para el cálculo de las dimensiones en este tipo de tanques es de la forma siguiente:

Se escoge una altura o tirante y utilizando la fórmula siguiente:

$$V = Ah; \text{ Se despeja } A = \frac{V}{h}$$

donde:

V = Volumen de la capacidad del tanque

A = Area de la base = (a x a) ó (a x b)

h = altura o tirante

En el caso de un tanque rectangular, las dimensiones las calculamos con las fórmulas siguientes:

$$\text{Largo} = \frac{a\sqrt{6}}{2}$$

donde: a = lado en el cálculo para un tanque cuadrado.

$$\text{Ancho} = \frac{2a}{\sqrt{6}}$$

- b. **Tanques elevados.**- La instalación de un tanque elevado, solo tendrá justificación, cuando no se cuente en la proximidad de la localidad, una elevación natural y cuando la topografía sea senciblemente plana.

Estos tanques deben situarse, de preferencia en una zona cercana al centro de alimentación de la red.

La altura de la torre del tanque podrá ser de 20 m. como máximo, de acuerdo con la elevación del terreno en el sitio en que se elija su construcción y las presiones que se requieran en la red.

La construcción de los tanques elevados pueden ser metálicos o de concreto, la opción será de acuerdo a la altura de la torre del tanque, así como también de una solución económica y funcional adecuada.

**Algunas consideraciones generales:**

1. El tipo de materiales con los que proyecte construir obras de regularización y almacenamiento, deben seleccionarse de acuerdo con un estudio técnico económico de anteproyectos estructurales, tomando en consideración los materiales de construcción disponibles en el lugar, la calidad de la mano de obra, sin descuidar las características sociales de la comunidad.
2. Para obtener leyes de demanda y aportación de caudal, deben instalarse medidores en las tomas domiciliarias, en la captación y medidores registradores en los tanques.
3. En los casos en que el sistema sea por gravedad, y cuando la fuente tenga la capacidad suficiente para proporcionar el gasto máximo horario, podríamos considerar la posibilidad de eliminar los tanques de regularización, haciendo un estudio económico que permita definir si puede sustituirse el almacenamiento por una conducción capaz de llevar dicho caudal.
4. Para el cálculo estructural de los diferentes tipos de tanques, sin perjuicio de su eficiencia, seguridad y sin perder el punto de vista económico, deben emplearse las especificaciones adoptadas por la Dirección General de Proyectos de Agua Potable y Alcantarrillado contenidos en algunos reglamentos como son:
  - a. Reglamento para Construcciones de D.D.F.
  - b. Código del Instituto Americano del Comercio (ACI)
  - c. Especificaciones de la Asociación Americana de Soldadura (AWS)
  - d. Especificaciones de la Asociación Americana de Obras de Agua (AWWA)

5. Se recomienda que la losa de techo, además de construida con algún impermeabilizante, tenga una pendiente del 2% para facilitar el escurrimiento y evitar terrados o enladrillados.
6. Todos los tanques deberán proyectarse con algún dispositivo de medición ó cuando menos con un indicador de nivel.

### **8.- DISTRIBUCION.**

La red de distribución se debe diseñar para satisfacer los requisitos de agua: domésticos, comerciales, industriales y públicos.

El cálculo hidráulico de la red se hará con el gasto máximo horario, satisfaciendo además la demanda con las presiones adecuadas en cualquier momento.

Las redes de distribución se clasifican generalmente como sistemas de malla, ramificados y combinados el cual se hará de acuerdo al trazo y topografía de la localidad en estudio.

La distribución puede efectuarse mediante hidrantes de toma pública, o en la forma más usual y completa a base de tomas domiciliarias, de acuerdo a un estudio socio-económico de la localidad.

Las partes que integran la red de distribución son las siguientes:

- a. Línea de alimentación
  - b. Tuberías principales o troncales
  - c. Tuberías secundarias o de relleno
  - d. Tomas domiciliarias y/o hidrantes
- a. **Línea de alimentación.**-Es el tramo de tubería que suministra agua directamente a la red de distribución, esta línea puede partir de una fuente de abastecimiento, de un tanque de regularización la terminación de esta línea es el punto donde se hace la primera derivación dentro de la red de distribución. El gasto que transportará la línea de alimentación deberá ser igual al máximo horario.

- b. **Tuberías principales ó troncales.**-Siguen en importancia, en cuanto al gasto que por ellas escurren o de la línea de alimentación.

De acuerdo a la topografía de la localidad, con las tuberías principales podemos formar "circuitos" y/o líneas abiertas". Las tuberías en los "circuitos" se localizan a distancias unas de otras entre 400 y 600 metros.

- c. **Tuberías secundarias o de relleno.**-Estas tuberías como su nombre lo indica son de relleno y van conectadas a la líneas principales ó troncales.

El diámetro de las tuberías secundarias aconsejables será de 50 a 60 mm. para localidades pequeñas y de 75 a 100 mm. para ciudades de importancia. Para justificación de estos diámetros se debe considerar la densidad de población del área por servir.

- d. **Tomas domiciliarias y/o hidrantes.**- Estas tomas o hidrantes, consisten en una derivación de la tubería de la red de distribución.

Las tomas domiciliarias serán el suministro en forma privada a los predios de los usuarios, debiéndose controlar el consumo con un medidor para evitar gastos superfluos o desperdicios por negligencia de parte de los consumidores.

Los hidrantes o tomas públicas serán colocados como parte complementaria a la red a base de tomas domiciliarias, o calculando nuestra red con hidrantes unicamente, esto será de acuerdo al estudio socio-económico de la red.

Como mencionamos en el tema de tuberías principales, una red de distribución se puede trazar de dos formas: red de circuito abierto y red de circuito cerrado.

**Red de circuito abierto.**-Este sistema se emplea en las poblaciones de escasos recursos, en poblaciones de trazo alargado o en aquellas donde los predios están muy dispersos. El inconveniente en este tipo de red será en el caso de algún desperfecto en un tramo intermedio de la tubería principal dejará sin servicio al resto de la población.

El cálculo hidráulico para una red de circuito abierto será mucho más fácil que para una de circuito cerrado, ya que únicamente se acumularán gastos dentro de las tuberías principales de acuerdo a la siguiente secuela:

- 1.- Calculamos el gasto unitario con la siguiente fórmula:

$$q = \frac{Qmh}{LT}$$

## Capítulo 2

donde:

q = gasto específico en Lts/seg/m.

Qmh = gasto máximo horario en L.p.s.

LT = Longitud total en m.

2. El gasto específico lo multiplicamos por cada tramo de tubería.
3. Se van acumulando gastos en cada tramo de tubería principal
4. Con los gastos acumulados calculamos el diámetro necesario para conducir estos, de acuerdo con el criterio del proyectista o apoyándonos en la fórmula de Dupuit que dice.

$$D = 1.13 \sqrt{Q}$$

donde:

D = Diámetro en m.

Q = Gasto acumulado en m<sup>3</sup>/seg.

5. Calculando nuestros diámetros, procedemos a calcular las pérdidas de carga, utilizando las fórmulas o nomogramas de Manning o de Williams y Hazen. (anexos 7 y 8).

$$\text{Manning} \quad H_f = KLQ^2$$

donde:

H<sub>f</sub> = pérdida de carga en metros

K = Constante de Manning que depende del diámetro y clase de tubería.

Q<sup>2</sup> = Gasto acumulado en cada tramo en m<sup>3</sup>/seg.

6. Con estas pérdidas, calculamos las cotas piezométricas en cada cruceo al ir restandole nuestras pérdidas de carga anteriores.
7. La carga disponible en cada cruceo, será la de restar, la cota de terreno a la cota piezométrica.

**Red de circuito cerrado.**- Consiste en formar circuitos en formas de mallas, en los cuales las tuberías principales serán de diámetros mayores que las tuberías secundarias; la gran ventaja de este tipo de redes es la flexibilidad de operación, ya que en un momento dado se puede dar mayor caudal a un tramo determinado o bien para cortar el flujo en caso de reparación o de ampliación de la red lo cual se logra por medio de válvulas.

Para el cálculo hidráulico de redes de circuito cerrado existen varios métodos los cuales enunciaremos a manera de información: Método de tuberías equivalentes, Método de secciones, Método del círculo, Método de análisis por computadora, Método de analogía eléctrica y Método de Relajación de Hardy Cross o de iteraciones sucesivas.

El Método mas común es el de Hardy Cross, denominado también de igualación de cargas, el cual permite por ajustes sucesivos obtener el caudal exacto que circula en cada tubería de una red de mallas y el sentido de circulación, dicho método es una aplicación de las dos leyes de Kirchoff, las cuales enunciamos a continuación.

$\Sigma Q = 0$  Ecuación de la continuidad (corresponde a la 1ª Ley);  
Significa que en cada nudo de la tubería, el caudal que llega por una o por varias de ellas se marcha por las otras.

$$\Sigma(L + J) = 0$$

Ecuación de las pérdidas de carga (corresponde a la segunda Ley), deberá comprobarse para cada circuito de la red; la suma algebraica de las pérdidas de carga generales (contados positivamente en el sentido de la corriente y negativamente en el sentido inverso), es nula.

El Método de Hardy Cross, permite resolver el problema sin plantear ecuaciones; lo cual consiste en el método utilizado para nuestro cálculo hidráulico (ver capítulo de proyecto).

Cabe mencionar que para redes, de circuito cerrado muy grandes, es conveniente hacerlo por analogía eléctrica y computadora digital.

Presiones en la red.- El funcionamiento de un sistema de distribución se juzga en base a las presiones disponibles para un gasto especificado. Las presiones deberán ser lo suficientemente altas para cubrir las necesidades de los usuarios y por otro lado no deberán ser excesivas. Para no elevar los costos y dañar la red interior de los usuarios, además cuando la presión aumenta se incrementan las fugas, lo que implica un costo no recuperable.

Las presiones disponibles deberán calcularse en relación al nivel de la calle en cada cruce de las tuberías principales o de circuito, admitiéndose como mínima 15 m. y como máxima 50 m. columna de agua respectivamente. Para localidades urbanas pequeñas se admite una presión mínima de 10 m. Columna de agua.

III. ANTECEDENTES  
URBANISTICOS Y DE  
PROYECTO

## **1. ECATEPEC DE MORELOS, MUNICIPIO DEL ESTADO DE MEXICO.**

- 1.1) El Municipio de Ecatepec de Morelos, se localiza en la parte noreste del Estado de México, se extiende en forma irregular sobre la Sierra de Guadalupe, ocupando una superficie de 15,549 Ha., colinda al norte con los Municipios de Tecamac y Jaltenco, al Sur con Tlalnepantla; El D.F., y Ciudad de Netzahualcoyotl, al este con Atenco y al oeste con Coacalco, asentado básicamente sobre dos áreas bien definidas: al sur una zona de considerable pendiente y al norte pasando la Vía López Portillo una área plana.

Debido a que los altos índices de crecimiento demográfico que experimenta este Municipio, como lo demuestran los datos registrados (sus tasas de crecimiento son hasta 6 veces superiores a la media nacional), ha propiciado que la oferta del servicio de abastecimiento de agua potable se vea rebasado y en consecuencia este servicio se vea limitado en algunos sectores, tal es el caso de las colonias ubicadas en la zona Noreste que colindan con el Municipio de Coacalco, motivo del presente proyecto.

## **2. ECATEPEC ZONA NORTE.**

El proyecto en estudio, está enfocado a la "Zona Norte del Municipio de Ecatepec de Morelos", Estado de México. El abastecimiento de agua potable, es para 10 colonias que contarán con mercados, escuelas, edificios, industrias y pequeños comercios. Los servicios y densidad de población total permitida en la zona, están contemplados en las densidades y factor de crecimiento facilitados por el Municipio a su juicio estimados, según los asentamientos y crecimiento poblacional que en esta área en particular, se han ido presentando en los últimos años.

Referente a los estudios de factibilidad técnica, el Municipio proporcionó los datos hidrológicos necesarios para el cálculo del proyecto, como son aforos, niveles dinámicos de captación en los pozos y garantía de la suficiencia del acuífero para extraerle el gasto necesario, durante el período económico.

**2.1) Situación Actual.**

Actualmente las colonias El Arbol, Ampliación Guadalupe Victoria, La Joya, El Tejocote, Las Piedras, FOVISSSTE, Parque Residencial Coacalco, Matzi I, Matzi II y Matzi III., se abastecen por medio de pipas, de un pozo llamado "Primavera"; ubicado en el Municipio de Coacalco el que bombea 60 l.p.s., directamente al tanque de Coacalco del que beneficia a la Colonia Parque Residencial Coacalco; ubicada una parte en el Municipio de Ecatepec y otra en el Municipio de Coacalco, además el pozo No. 32, que bombea un gasto de 18 l.p.s. a la Unidad Habitacional José María Morelos y Pavón (FOVISSSTE), en el Municipio de Ecatepec. El gasto aportado por estos dos pozos es insuficiente, por lo que es indispensable realizar el Proyecto que satisfaga las necesidades en este sector.

**2.2) Distribución.**

La Red de Distribución en los pocos tramos donde existía, en lo general, carecía de diámetros adecuados que permitieran interconectar otras líneas para ampliar el servicio actual, aunada a esta restricción se deben considerar las fuertes pendientes propias del terreno en la zona Sur que limitan la cobertura del servicio, hacia la parte Norte, pasando la Vía López Portillo, existe una área considerable que no tiene Red de Distribución en su gran mayoría la cual se prevee como zona de "Desarrollo".

**2.3). Regularización.**

En la regularización a pesar de contar con 3 tanques existentes, solo uno de ellos esta en operación, el FOVISSSTE de 350 m<sup>3</sup>, de capacidad, dos aún no entran en operación, el Tejocote con 600 m<sup>3</sup>, y la Joya con 250 m<sup>3</sup>, de capacidad cada uno, ambos estan fuera de servicio por problemas de filtración a consecuencia de notorias fisuraciones. Por otra parte la ubicación de estos tanques limitan su área de influencia ya que se encuentran ubicados en la zona alta lo que tendría cargas de hasta 120 M.C.A., en relación con los puntos mas bajos de la red.

**2.4) Conducción.**

Líneas de conducción no existen y solo se tiene conocimiento de una que atraviesa la Vía López Portillo con una preparación de cruce para utilizarla cuando se proyecte una línea a presión del pozo existente Matzi a los tanques antes mencionados, así como, la conducción del pozo No. 324 al tanque FOVISSSTE.

Se puede observar, que únicamente la Unidad Habitacional, José María Morelos y Pavón del FOVISSSTE, cuenta con buen servicio de agua potable, tiene para satisfacer sus demandas el pozo No. 324, de CEAS, que proporciona un gasto de 18 l.p.s., que descarga al tanque de la misma unidad con capacidad de 350 m<sup>3</sup>., mismos que son enviados a la Red de Distribución de de dicha unidad.

**2.5) Memoria Descriptiva.**

La Comisión Estatal de Agua y Saneamiento del Estado de México (CEAS), encomendo a la Compañía INCISA Consultores S.A. de C.V. El Proyecto Ejecutivo para la aplicación y rehabilitación del Sistema de Agua Potable de Ecatepec de Morelos en la Zona Norte del Municipio del mismo nombre donde se encuentran asentadas las colonias El Arbol, Ampliación Guadalupe Victoria, La Joya, El Tejolote, Las Piedras, Fovissste, Parque Residencial Coacalco, Matzi I, Matzi II y Matzi III, dichas colonias colindan con el Municipio de Coacalco, Estos asentamientos se extienden en una superficie de 404.43 Ha., se fijo una población de saturación de 112,841 habitantes con una dotación de 200 L/H/D, como se describe en los datos de Proyecto.

El Proyecto consiste en la Red de Distribución de Agua Potable y Obras Complementarias que requieran estas colonias, para contar con este servicio utilizando hasta donde sea hidráulicamente posible las tuberías y estructuras existentes integrándolas a un solo sistema de abastecimiento de agua, por lo tanto, se deberá considerar el desnivel topográfico donde se ubica el área de proyecto, este es el punto mas alto al mas bajo con un desnivel del orden de 120 m., por esta razón y por la ubicación de los tanques existentes en la zona alta, se deberá seleccionar el área de proyecto básicamente en tres áreas escalonadas de influencias por lo que la unidad FOVISSSTE quedará con su propio sistema de abastecimiento por contar con las obras necesarias para cubrir sus requerimientos actuales y futuros basados en su alta densidad poblacional.

IV. PROYECTO

# LINEA DE CONDUCCION POR BOMBEO.

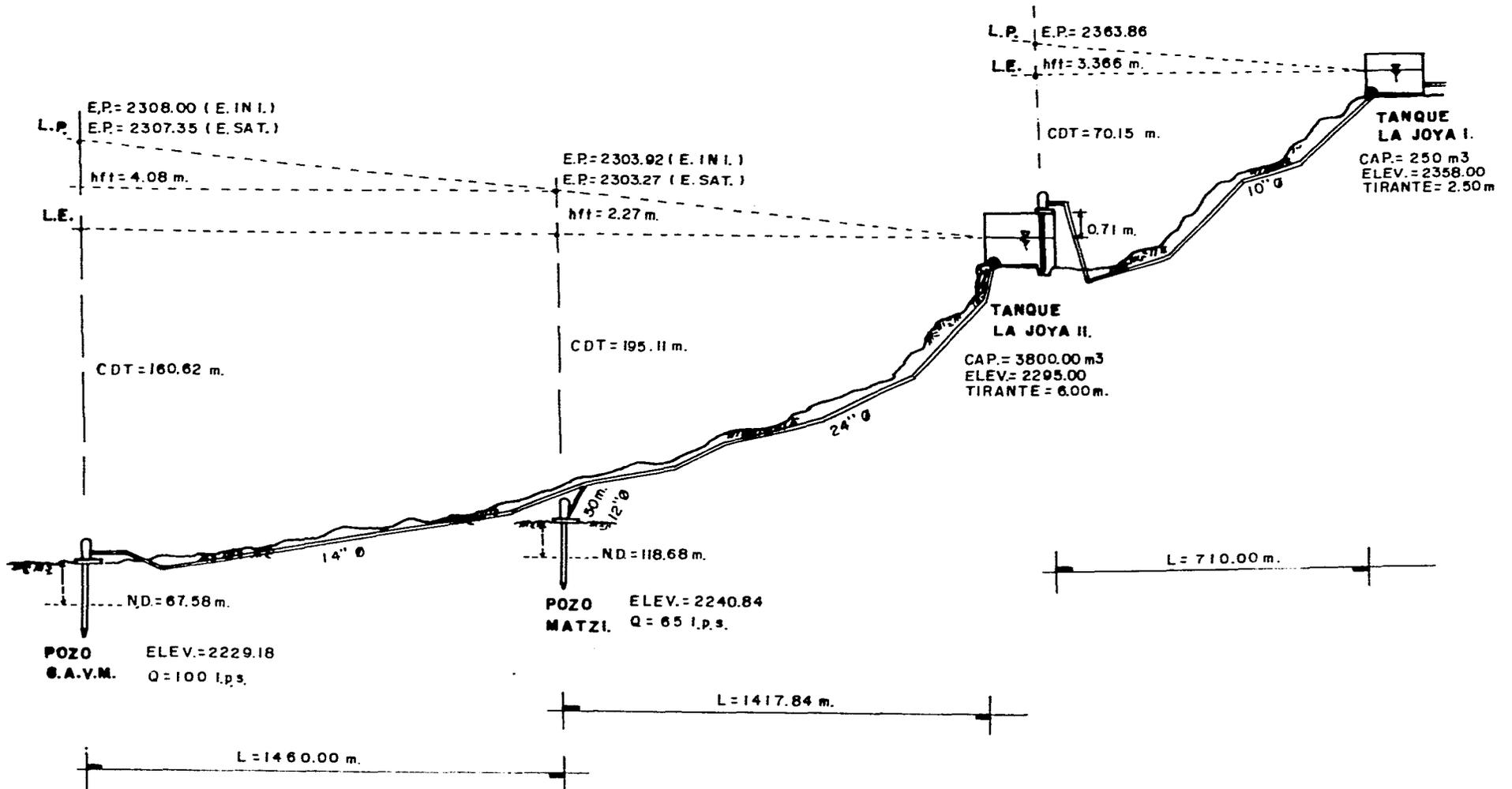


FIGURA No. 1

# TANQUES DE REGULARIZACION.

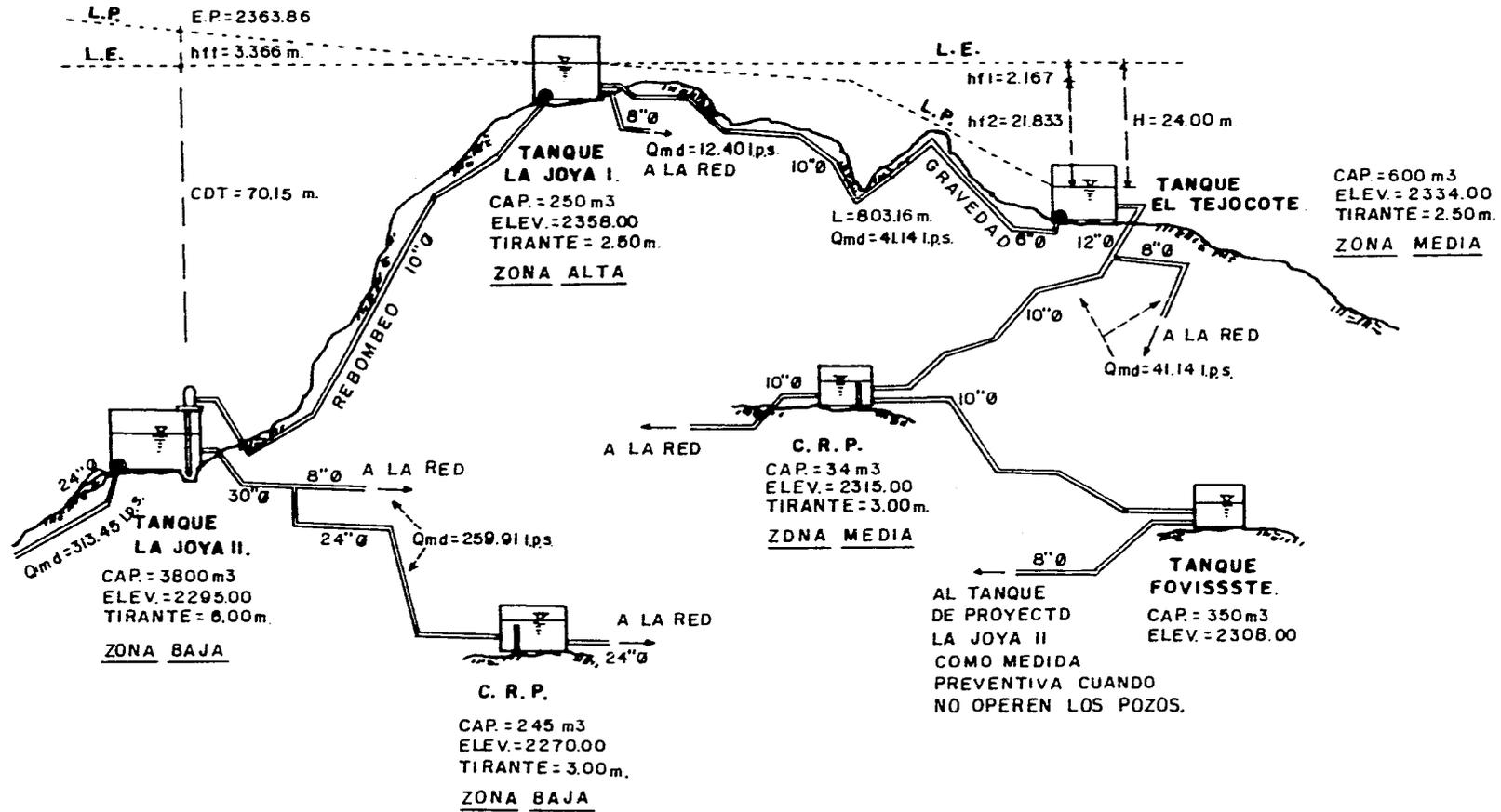


FIGURA No. 2

Para efectuar el proyecto de agua potable, estableceremos los "Datos de Proyecto" como se indican a continuación; los cuales son calculados en base al estudio urbanístico o estudios previos.

**DATOS DE PROYECTO:**

Considerando las tasas de crecimiento poblacional registradas en el Municipio de Ecatepec, la oferta de servicio y estudios de factibilidad del Municipio se acordó con la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento del Estado de México, definir las densidades de población, área de saturación y dotación para la zona, quedando como sigue:

Para la superficie comprendida de la elevación 2,358 M.S.N.M., hasta la cota 2,241 M.S.N.M., que comprende un área de 212.08 Ha. se fijó su densidad de 250 Hab./Ha. La superficie comprendida entre las cotas 2,241 M.S.N.M., hasta la 2,228 M.S.N.M. que se supone zonas de máxima saturación, nos da un área de 192.35 Ha. y se considera una densidad de 311 Hab./Ha. por lo tanto, la población de proyecto en conjunto es de 112,841 hab. (a etapa de saturación).

**1. POBLACION ACTUAL.**

La población actual de los asentamientos en las colonias, objeto del proyecto se determinó por medio de una densidad de población en Hab./Ha., un área de influencia en Ha. y aplicando un factor de crecimiento anual del 0.21773, proporcionado por el Municipio.

**a. Zona Alta:**

Area de Influencia= 17.85 Ha.  
Densidad de población= 250 Hab./Ha.  
Población= 17.85 Ha. x 250 Hab./Ha.= 4463 Hab.

**b. Zona Media:**

Area de Influencia= 59.23 Ha.  
Densidad de población= 250 Hab./Ha.  
Población= 59.23 Ha. x 250 Hab./Ha.= 14,808 Hab.

**c. Zona Baja:**

Area de Influencia = 327.35 Ha.  
Densidad de población promedio 285.84 Hab./Ha.  
Por lo que la Población será de = 93,570 Hab.

Por lo tanto la población actual será considerando la población de saturación, el índice de crecimiento y un período económico de 15 años por no contar con los datos censales del área en estudio particular:

$$\frac{4463 \text{ Hab.} + 14808 \text{ Hab.} + 93570 \text{ Hab.}}{0.21773 \times 15} = \frac{112,841 \text{ Hab.}}{3.266}$$

Población Actual = 34,550 Hab.

**2. POBLACION DE PROYECTO.**

La población de proyecto se calculó a un período económico de 15 años, utilizando la densidad de población, el área de influencia y aplicando el factor crecimiento.

El período económico citado de 15 años es el recomendado según las normas de proyecto para obras de aprovisionamiento de agua potable en localidades urbanas de la República Mexicana.

$$\text{Población Proyecto} = 34,550 \text{ Hab.} \times 3.2660 = 112,841 \text{ Hab.}$$

**3. DOTACION.**

Apegándonos al criterio usado por la extinta S.A.H.O.P. y las normas de aprovisionamiento de agua potable, en localidades urbanas de la República Mexicana, tratándose de una localidad con una población menor a 150,000 Hab. y con un clima templado semiseco, le asignaríamos una:

$$\text{Dotación} = 250 \text{ Lt/Hab./día}$$

Pero ajustándose a las necesidades de la localidad y a sus posibilidades físicas, económicas y sociales, el Municipio asignó una:

Dotación = 200 Lt./Hab./día

#### 4. COEFICIENTE DE VARIACION DIARIA:

Por tratarse de un clima uniforme consideramos un:

C vd = 1.2

#### 5. COEFICIENTE DE VARIACION HORARIA:

Se considera el propuesto por el Municipio:

Cvh = 1.5

#### 6. GASTO MEDIO ANUAL.

Es el gasto que en termino medio se consume en un día cualquiera del año.

$$Q_{ma} = \frac{\text{Pob. Proyecto} \times \text{Dotación}}{86,400 \text{ Seg./día}}$$

Donde:

Dotación = 200 Lt./Hab./día

Pob. Proyecto = 112,841 Hab.

Sustituyendo:

$$Q_{ma} = \frac{112.841 \text{ Hab.} \times 200 \text{ Lt./Hab./día}}{86,400 \text{ Seg./día}}$$

Qma = 261.21 L.p.s.

### 7. GASTO MAXIMO DIARIO.

Es el volumen necesario para satisfacer las necesidades de consumo durante el día de mayor demanda en el año, el cual se determina con la siguiente expresión:

$$Q_{md} = C_{vd} \times Q_{ma}$$

Donde:

$Q_{md}$  = Gasto máximo diario

$C_{vd}$  = Coeficiente de variación diaria = 1.2

$Q_{ma}$  = Gasto medio anual = 261.21 L.p.s.

Sustituyendo:

$$Q_{md} = 1.2 \times 261.21 \text{ L.p.s.} = 313.45 \text{ L.p.s.}$$

### 8. GASTO MAXIMO HORARIO.

Es el volumen necesario para satisfacer las necesidades de consumo durante la hora de mayor demanda en el día de mayor consumo del año, el cual se determina con la siguiente expresión:

$$Q_{mh} = C_{vh} \times Q_{md}$$

donde:

$Q_{mh}$  = Gasto máximo horario

$C_{vh}$  = Coeficiente de variación horario = 1.5

$Q_{md}$  = Gasto máximo diario = 313.45 L.p.s.

Sustituyendo:

$$Q_{mh} = 1.5 \times 313.45 \text{ L.p.s.} = 470.17 \text{ L.p.s.}$$

**9. FUENTE DE ABASTECIMIENTO.**

La fuente de abastecimiento será de aguas subterráneas de dos pozos profundos ubicados en la zona baja y al norte del área de proyecto. Para etapas subsecuentes deberán de realizarse estudios geohidrológicos para ubicar nuevas fuentes.

**10. TIPO DE CAPTACION.**

Es de dos pozos profundos los cuales se rehabilitarán y equiparán, ubicados en la zona baja, uno denominado Matzi sobre la cota 2,240 m., cercano a la Vía López Portillo que tiene un aforo de 65.87 L.p.s., y otro de la Gerencia de Aguas del Valle de México (GAVM), sobre la cota 2,229.18 m, con un aforo de 100 L.p.s., localizado a unos 1,300 m., del pozo Matzi.

Este gasto cubre las necesidades actuales por lo que, el caudal complementario para la Etapa de saturación deberán proporcionarlos pozos que podrán ubicarse en la misma zona hidrológica de éstas fuentes.

**11.POTABILIZACION**

Conforme al análisis físico - químico y bacteriológico (REPORTE No. 1 y No. 2 ), el agua que proporciona la fuente es de buena calidad (potable), por lo que únicamente se realizará el proceso de cloración para desinfección en la línea de conducción del Pozo G.A.V.M. y en la del Pozo Matzi.

**11.1 Estudio de cloración Pozo G. A. V. M.**

• Gasto por clorar (necesidad actual)	<b>100.00 L.P.S.</b>
• Dosificación del cloro	<b>SOLUCION</b>
• Cap. de un cilindro de cloro	<b>68 KG.</b>
• Dosificación	<b>2.00 P.P.M.</b>
• Concentración del Gas-Cloro	<b>13 %</b>
• Cloración por día	<b>24 horas</b>

Clorando 24 hrs. Diarias:

$$100.00 \frac{\text{L}}{\text{Seg}} \times \frac{2.00 \text{ mg.}}{\text{L}} \times \frac{1 \text{ kg.}}{1 \times 10^6 \text{ mg.}} \times \frac{86,400 \text{ Seg.}}{1 \text{ Día}} = 17.28 \text{ Kg/Día}$$

Entonces:  $17.28 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \times \frac{30 \text{ días}}{1 \text{ mes}} = 518.40 \text{ kg./mes.}$

Por consiguiente:

$$\frac{518.40}{68.00} = 7.62 \text{ Cilindros}$$

Por lo tanto la dosificación necesaria será aproximadamente de 8 cilindros de 68 kg. cada uno por mes.

Para la cloración se propone utilizar un dosificador de solución de cloro puesto que se realizará en la línea de conducción del pozo.

**11.2 Estudio de Cloración Pozo Matzi.**

• Gasto por clorar	<b>65.00 L.P.S.</b>
• Dosificación del cloro	<b>SOLUCION</b>
• Cap. de un cilindro de cloro	<b>68 KG.</b>
• Dosificación	<b>2.00 P.P.M.</b>
• Concentración del Gas-Cloro	<b>13 %</b>
• Cloración por día	<b>24 horas</b>

Clorando 24 hrs. Diarias:

$$65.00 \frac{\text{L}}{\text{Seg}} \times \frac{2.00 \text{ mg.}}{\text{L}} \times \frac{1 \text{ kg.}}{1 \times 10^6 \text{ mg.}} \times \frac{86,400 \text{ Seg.}}{1 \text{ Día}} = 11.24 \text{ Kg/Día}$$

Entonces:  $11.24 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \times \frac{30 \text{ días}}{1 \text{ mes}} = 337.20 \text{ kg./mes.}$

Por consiguiente:

$$\frac{337.20}{68.00} = 4.96 \text{ Cilindros}$$

Por lo tanto la dosificación necesaria será aproximadamente de 5 cilindros de 68 kg. cada uno por mes.

Al igual que en el Pozo G.A.V.M., se propone también en esta línea clorar por medio de un dosificador de solución de cloro.

## 12. CONDUCCION

La conducción se llevará a cabo por bombeo y un rebombeo de la siguiente manera:

### 12.1) CONDUCCION POR BOMBEO:

Se propone una interconexión de los pozos Matzi y el de la Gerencia de Aguas del Valle de México (GAVM), conduciendo el agua a un tanque que se proyecta para abastecer la zona baja, esta conexión cruzará la Vía López Portillo por una preparación existente.

La línea tendrá capacidad para conducir a futuro el caudal necesario para la etapa de saturación del área proyectada, a partir del cruce con la Vía López Portillo hacia la zona alta.

### DATOS DE PROYECTO (RESUMEN)

NIVEL DE TERRENO "LA JOYA II"	2,295.00 M.S.N.M.
TIRANTE DEL TANQUE "LA JOYA II"	6.00 M.
NIVEL DE DESCARGA TANQUE "LA JOYA II"	2,301.00 M.S.N.M.
NIVEL DE TERRENO POZO GAVM.	2,229.18 M.S.N.M.
NIVEL DINAMICO POZO GAVM	67.58 M.
NIVEL DE TERRENO POZO MATZI	2,240.84 M.S.N.M.
NIVEL DINAMICO POZO MATZI	118.68 M.
LONGITUD POZOS GAVM-MATZI	1,460.00 M.
LONGITUD POZOS MATZI-TANQUE "LA JOYA II"	1,467.84 M.
GASTO GAVM	100.00 L.P.S.
GASTO MATZI	65.00 L.P.S.
GASTO POZO DE PROYECTO	148.45 L.P.S.
GASTO QUE PASA EN EL TRAMO POZOS GAVM-MATZI	100.00 L.P.S.
GASTO QUE PASA EN EL TRAMO INTERCONEXION POZO MATZI-TANQUE "LA JOYA II"	165.00 L.P.S.
GASTO QUE PASA EN EL TRAMO INTERCONEXION POZO MATZI-TANQUE "LA JOYA II", INCLUYENDO EL DEL POZO FUTURO.	313.45 L.P.S.

**Nota: Se considera tubería de asbesto-cemento.**



*Tubería de línea de conducción y red de distribución.*

### 12.1.1). CONDUCCION POR REBOMBEO.

Se proyecta un sólo rebombear:

Para cubrir áreas de influencia de la zona media y alta, se prevee un rebombear del tanque de proyecto (La Joya II) que abastecerá la zona baja, hacia el tanque La Joya I y de este Tanque por gravedad al tanque el Tejocote de la zona media y una derivación del tanque FOVISSSTE también por gravedad como medida preventiva.

### 12.1) CONDUCCION POR BOMBEO.

#### 12.1.1) Calculo Hidráulico tramo Pozo Matzi-Tanque La Joya II. (método razonado, etapa inicial).

Longitud Pozo Matzi a Línea de Interconexión = 50.00 M.

Longitud Pozo Matzi-Tanque "La Joya II" = 1,467.84 M.

Gasto Pozo Matzi = 65 LPS.

Gasto Pozo Gavm = 100 LPS.

Pérdidas Menores = 10%h<sub>f</sub>

Coefficiente de Rugosidad n = 0.010 (Para tubo A-C)

En este caso como se hizo una interconexión de la tubería entre los pozos MATZI y GAVM, el gasto a considerar en el tramo Pozo MATZI-TANQUE "LA JOYA II", es el acumulado a dicho tramo de 165 l.p.s.

Con los datos anteriores, se procede a determinar el diámetro económico de bombeo.

En la práctica se sabe que la velocidad del agua en diámetros económicos, gira alrededor de 1.20 m.p.s., en la fórmula de continuidad se toma este valor para fijar los diámetros por analizar.

Fórmula de continuidad:  $Q = VA$

Donde:

Q = Gasto en m<sup>3</sup>/s.

V = Velocidad de circulación del líquido (1.20 m/s)

A = Area de la Sección transversal del tubo en m<sup>2</sup>.

Despejando:

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

---

$$A = \frac{0.165 \text{ M}^3/\text{S}}{1.20 \text{ M/S}} = 0.1375 \text{ M}^2$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.1416 \times d^2}{4} = 0.7854 d^2$$

Igualando y despejando d:

$$0.7854 d^2 = 0.1375 \text{ m}^2$$

$$d = \sqrt{\frac{0.1375 \text{ m}^2}{0.7854}} = 0.4184 \text{ m}$$

$$d = 0.4184 \text{ m} \times \frac{1 \text{ pulg.}}{0.0254 \text{ m}} = 16.47'' \approx 16 \frac{1}{2}''$$

Por lo que los diámetros comerciales inmediatos por analizar serán:

d Inmediato inferior	= 14"
d Inmediato	= 16"
d Inmediato superior	= 18"

**a) ANALISIS DEL DIAMETRO DE A-C DE 350 mm (14").**

**1. COSTO DEL CONSUMO ANUAL DE ENERGIA ELECTRICA.**

Cálculo de pérdidas de carga en la línea de conducción por medio de la fórmula de Manning.

$$h_f = KLQ^2$$

$h_f$  = pérdida por fricción en metros.

$k$  = Constante que depende del diámetro y clase del material, se calcula o toma de tablas ya elaboradas por el fabricante. (anexo No. 1).

$L$  = Longitud en metros

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

Calculando  $k$ :

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

Donde:

n = Coeficiente de rugosidad que depende del material que esté fabricado el tubo. (para A-C, n= 0.01)

d = Diámetro del tubo en metros. (14"= 0.3556 m).

Sustituyendo:

$$K = \frac{10.3 (0.01)^2}{(0.3556)^{16/3}} = 0.2557$$

En Tablas:

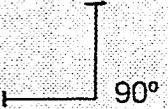
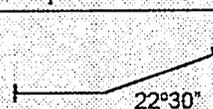
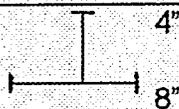
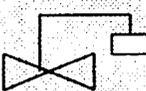
$$K = 0.25432 \text{ (anexo No. 1)}$$

- **CALCULO DE PERDIDAS MENORES:**

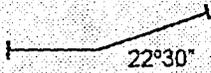
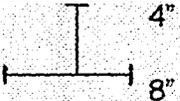
Estas pérdidas de carga que se presentan en las deflexiones de la tubería, en las condiciones de salida de la bomba, la llegada al tanque, instalaciones en la línea, etc., se pueden calcular como pérdidas de presión en términos de un equivalente de longitud de tramo recto de tubería del mismo diámetro (anexo No. 2); o tomando un valor que varía del 3% al 10% de  $h_f$ , dependiendo del número de deflexiones, conexiones, etc., con que cuente la línea.

Cálculo de pérdidas menores en términos de un equivalente de longitud de tramo recto de tubería del mismo diámetro. (cadenamiento 1+460 al 2+880), anexo No. 2 y anexo No. 3.

**PIEZAS ESPECIALES DE Fo. Fo. EN TUBERIA A-C.**

SIMBOLO	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD EQUIVALENTE TOTAL (M)
	CODO DE Fo.Fo. CON BRIDAS DE: 350 mm. (14") DE DIAMETRO.	PZA.	1	10.973	10.973
	CODO DE 45° DE : 350 mm. (14") DE DIAMETRO.	PZA.	7	5.182	36.274
	CODO DE 22°30' DE: 350 mm. (14") DE DIAMETRO.	PZA.	4	2.447	9.788
	REDUCCION DE Fo.Fo. CON BRIDAS DE: 350 X 200 mm. (14" X 18") DE DIAMETRO.	PZA.	1	1.380	1.380
	TEE DE Fo.Fo. CON BRIDAS (EN SALIDA DE BOMBA) DE: 200 X 100 mm. (8 X 4") DE DIAMETRO.	PZA.	1	13.106	13.106
	VALVULA DE CHECK DE "NO RETROCESO" (EN SALIDA DE BOMBA) DE: 200 mm. (8") DE DIAMETRO.	PZA.	1	17.000	17.000
	VALVULA DE SECCIONAMIENTO TIPO COMPUERTA (EN SALIDA DE BOMBA) DE: 200 mm. (8") DE DIAMETRO; 100 mm. (4") DE DIAMETRO.	PZA. PZA.	1 1	1.372 0.701	1.372 0.701
	REDUCCION DE Fo.Fo. CON BRIDAS (DESCARGA AL TANQUE "LA JOYA II") DE: 350 m. (14" X 12") DE DIAMETRO.	PZA.	2	2.200	4.400
	VALVULA DE MARIPOSA PARA INSTALARSE ENTRE BRIDAS (DESCARGA AL TANQUE LA JOYAI) DE: 300 mm. (12") DE DIAMETRO.	PZA.	2	2.042	4.084
	VALVULA DE FLOTADOR CON PILOTO EXTERNO BRIDADA (DESCARGA AL TANQUE LA JOYA II) DE: 300 mm. (12") DE DIAMETRO.	PZA.	1	51.816	51.816
				<b>TOTAL</b>	<b>150.894 m</b>

**PIEZAS ESPECIALES DE Fo. Fo. EN TUBERIA A-C.**

SIMBOLO	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD EQUIVALENTE TOTAL (M)
	CODO DE Fo.Fo. CON BRIDAS DE: 350 mm. (14") DE DIAMETRO.	PZA.	1	10.973	10.973
	CODO DE 45° DE : 350 mm. (14") DE DIAMETRO.	PZA.	7	5.182	36.274
	CODO DE 22°30' DE: 350 mm. (14") DE DIAMETRO.	PZA.	4	2.447	9.788
	REDUCCION DE Fo.Fo. CON BRIDAS DE: 350 X 200 mm. (14" X 18") DE DIAMETRO.	PZA.	1	1.380	1.380
	TEE DE Fo.Fo. CON BRIDAS (EN SALIDA DE BOMBA) DE: 200 X 100 mm. (8 X 4") DE DIAMETRO.	PZA.	1	13.106	13.106
	VALVULA DE CHECK DE "NO RETROCESO" (EN SALIDA DE BOMBA) DE: 200 mm. (8") DE DIAMETRO.	PZA.	1	17.000	17.000
	VALVULA DE SECCIONAMIENTO TIPO COMPUERTA (EN SALIDA DE BOMBA) DE: 200 mm. (8") DE DIAMETRO; 100 mm. (4") DE DIAMETRO.	PZA. PZA.	1 1	1.372 0.701	1.372 0.701
	REDUCCION DE Fo.Fo. CON BRIDAS (DESCARGA AL TANQUE "LA JOYA II") DE: 350 m. (14" X 12") DE DIAMETRO.	PZA.	2	2.200	4.400
	VALVULA DE MARIPOSA PARA INSTALARSE ENTRE BRIDAS (DESCARGA AL TANQUE LA JOYAI) DE: 300 mm. (12") DE DIAMETRO.	PZA.	2	2.042	4.084
	VALVULA DE FLOTADOR CON PILOTO EXTERNO BRIDADA (DESCARGA AL TANQUE LA JOYA II) DE: 300 mm. (12") DE DIAMETRO.	PZA.	1	51.816	51.816
				<b>TOTAL</b>	<b>150.894 m</b>

Una vez determinadas las longitudes equivalentes de tubería, calculamos las pérdidas de carga menores en la línea de conducción por medio de la fórmula de Manning.

$$h_f = K L' Q^2$$

Donde :  $L'$  = Longitud Equivalente.

Tomando el valor de  $K = 0.25432$  (de tablas) y  $Q = 165$  L.P.S., acumulado en éste tramo.

$$h_f = (0.25432) (150.894) (0.165)^2 = 1.045 \text{ m.}$$

Calculando las pérdidas menores con un 10%  $h_f$ :

$$h_f = KLQ^2$$

Donde:

$$K = 0.25432 \quad (\text{anexo No. 1})$$

$$L = 1,467.84 \text{ m} \quad (\text{longitud total del pozo al tanque})$$

$$Q = 165 \text{ l.p.s.} \quad (\text{Gasto acumulado en el tramo})$$

$$h_f = (0.25432) (1,467.84) (0.165)^2 = 10.163 \text{ m.}$$

$$10 \% h_f = (0.10) (10.163) = 1.01 \text{ m.}$$

Como se puede notar, el cálculo de pérdidas de carga menores, resulta casi igual al hacerlo pieza por pieza especial, que con el 10 % de  $h_f$ , por lo que, en los demás cálculos lo haremos con dicho porcentaje.

Entonces  $h_f$  será:

$$h_R = h_f + 10 \% h_f$$

$$h_R = 10.163 + 1.01 = 11.17 \text{ m.}$$

• **Elevación Piezométrica Pozo Matzi:**

$$\text{E.P.} = \text{Nivel de Descarga al Tanque} + h_R$$

$$\text{E.P.} = 2,301.0 + 11.17 = 2,312.17 \text{ m.}$$

• **Carga en el Pozo Matzi:**

$$\text{C.P.} = \text{E.P.} - \text{Nivel Pozo Matzi.}$$

$$\text{C.P.} = 2,312.17 - 2,240.84 = 71.33 \text{ m.}$$

- **Nivel Dinámico del Pozo Matzi :**  
(De acuerdo al aforo) = 118.68 m.

- **Carga de Bombeo Pozo Matzi:**

$$H = ND + CP \quad (ND = \text{Nivel Dinámico}, CP = \text{Carga en el Pozo})$$

$$H = 118.68 + 71.33 = 190.01 \text{ m.}$$

- **La potencia requerida para el equipo de bombeo será:**

$$P = \frac{\gamma HQ}{76 \eta}$$

Donde:

P = Potencia de la Bomba en H.P.

$\gamma$  = Peso Especifico del Líquido en  $\text{kg/m}^3$

Q = Gasto en  $\text{m}^3/\text{Seg.}$

H = Carga Total de Bombeo en m.

$\eta$  = Eficiencia de la Bomba en %.

- **Si la eficiencia para esta bomba es de:**

$$\eta = 81 \% \text{ (Propuesta)}$$

$$P = \frac{(1000) (190.01) (0.165)}{76 (0.81)} = 509.29 \text{ HP}$$

Como: 1 HP = 0.7457 KW-hr y 1 AÑO = 8760 hr.

- **El consumo de energía eléctrica en un año será:**

$$E = (509.29 \text{ H.P.}) \left( \frac{0.7457 \text{ KW-hr}}{1 \text{ HP}} \right) \left( \frac{8760 \text{ hr}}{1 \text{ año}} \right)$$

$$E = 3'326,841.40 \text{ Kw - hr / año.}$$

Basándonos en la tarifa No. 6, la cual es aplicable al servicio para bombeo de aguas potables o negras, de servicio público, elaborada por la Comisión Federal de Electricidad. (tabla No. 1).

El costo del Kw-hr es de: N\$ 42.15657 \_ Cargo fijo mensual  
N\$ 0.23338 \_ Por cada Kw-hr de energía consumida.

- Por lo tanto el costo de energía eléctrica anual es:

$$E = (3'326,851.40) (0.23338) = N\$ 776,420.57$$

$$(42.15657) (12) = N\$ 505.88$$

$$E = 776,420.57 + 505.88 = N\$ 776,926.45$$

- **ELECCION DE LA CLASE DE TUBERIA:**

Para determinar si la tubería tiene la resistencia necesaria a la carga de trabajo y a la sobrepresión por el golpe de ariete que en ella se presenta; desarrollamos los calculos con la fórmula:

$$h.g.a. = \frac{145 (V)}{\sqrt{1 + \frac{E_a (d)}{E_t (e)}}$$

Donde: h.g.a. = Sobrepresión por golpe de ariete, en metros.  
 V = Velocidad de circulación del agua, en m /seg.  
 E<sub>a</sub> = Módulo de elasticidad del agua, en Kg/cm<sup>2</sup>.  
 E<sub>t</sub> = Módulo de elasticidad del material con que está fabricado el tubo, en kg/cm<sup>2</sup>.  
 d = Diámetro interior de la tubería, en cm. (nominal).  
 e = Espesor de la pared de la tubería, en cm.

Suponiendo tubería A-C, clase A-14 de 350 mm. (14") diam.

$$E_a = 20,670 \text{ kg/cm}^2.$$

$$E_t = 328,000 \text{ kg/cm}^2.$$

$$d = 35.56 \text{ cm.}$$

$$e = 4.0 \text{ cm (anexo No.4)}$$

La velocidad se obtiene de la fórmula de continuidad.

$$Q = V A$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.165}{\frac{3.1416 (0.3556)^2}{4}} = 1.66 \text{ m/seg.}$$

Sustituyendo en la fórmula h.g.a.:

$$h.g.a. = \frac{145 (1.66)}{\sqrt{1 + \frac{(20,670) (35.56)}{328,000 (4.0)}}} = 192.70 \text{ m.}$$

Como las válvulas aliviadoras de presión y accesorios absorben un 80% del golpe de ariete y la tubería el otro 20 % (dato experimental válido y comprobado en obras), la sobrepresión absorbida por la tubería es:

$$h_s = 0.20 (192.70) = 38.54 \text{ m.}$$

Entonces, la carga total en el momento del golpe de ariete es:  $H_t = H + h_{ft} + h_s$

La carga H que se tomará en el momento que se produce el golpe de ariete, únicamente será la que existe después de la salida de la bomba hasta la descarga al tanque, debido a que en la salida de tal bomba se instala una válvula de no retroceso del agua (check), lo cual impide se presente éste fenómeno mas allá de ese punto.

$$H_t = 71.33 + 11.17 + 38.54 = 121.04 \text{ m}$$

$$\text{Como: } 121.04 \text{ M.C.A.} < 140 \text{ M.C.A.}$$

Entonces, la tubería A-C, clase 14, cubre las necesidades de presión requerida.

## **2. COSTO DE INSTALACION DE LA TUBERIA DE A-C, CLASE A-14 DE 350 mm. (14") DE DIAMETRO.**

### CALCULO DE VOLUMENES EN LA LINEA.

En base a las normas de proyecto para obras de aprovisionamiento de agua potable en localidades urbanas de la República Mexicana, los volúmenes de excavación se determinan tomando datos del anexo No. 5.

- EXCAVACION INTERCONEXION POZO MATZI TANQUE "LA JOYA II".

**Cepa para alojar tubería A-C de 14 " de diámetro:**

LONGITUD= 1,417.84 m.

ANCHO= 90 cm.

PROFUNDIDAD= 130 cm.

PLANTILLA= 10 cm.

- EXCAVACION A MAQUINA EN MATERIAL TIPO "A":

$$V = 0.90 \times 1.10 \times 708.91 = 701.82 \text{ m}^3.$$

- EXCAVACION A MANO EN MATERIAL TIPO "A":

$$V = 0.90 \times 0.20 \times 708.91 = 127.60 \text{ m}^3.$$

- EXCAVACION A MAQUINA EN MATERIAL TIPO "B":

$$V = 0.90 \times 1.10 \times 425.35 = 421.09 \text{ m}^3.$$

- EXCAVACION A MANO EN MATERIAL TIPO "B":

$$V = 0.90 \times 0.20 \times 425.35 = 76.56 \text{ M}^3.$$

- EXCAVACION CON ROMPEDORA NEUMATICA EN MATERIAL TIPO "C":

$$V = 0.90 \times 1.30 \times 283.56 = 331.76 \text{ m}^3.$$

- COLOCACION DE TEZONTLE EN PLANTILLA:

$$V = 0.90 \times 0.10 \times 1417.87 = 127.61 \text{ M}^3.$$

- RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PRODUCTO DE BANCO (TEPETATE):

$$V = 0.90 \times 1.20 \times 283.56 = 306.24 \text{ m}^3.$$

- RELLENO A VOLTEO CON MAQUINA DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION:

$$V = 0.90 \times 1.30 \times 1417.84 = 1658.87 \text{ m}^3.$$

Por lo tanto:

$$V = 1658.87 - (306.24 + 127.61) = 1,225.02 \text{ M}^3.$$

La tubería considerada de 200 mm (8") de diámetro entre el pozo Matzi y la línea de conducción (50.00 ml.), corresponde al diámetro de salida de la bomba necesario para proporcionar el gasto de 65 l.p.s.

(Ver cálculo en la parte referente al diseño de equipo de bombeo)

- ATRAQUE DE CONCRETO SIMPLE: De  $f'c = 150 \text{ kg/cm}^3$ , en tubería de 350 mm., (14") de diámetro.

Según normas, anexo No. 6, el volumen necesario para 20 atraques es:

$$V = 0.60 \times 0.50 \times 0.35 = 0.105 \text{ m}^3.$$

$$V = 0.105 \times 20 = 2.10 \text{ m}^3.$$

- LA INSTALACION Y SUMINISTRO DE TUBERIA DE ASBESTO-CEMENTO, CLASE A-14 DE 350 MM. (14") DE DIAMETRO SERA:

$$L = 1,417.84 \text{ m.}$$

**COSTO DE INSTALACION DE TUBERIA DE A-C, CLASE A-14 DE 350 mm. (14") Ø.**

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1802	EXCAVACION CON MAQUINARIA PARA ZANJAS, EN MATERIAL "A" EN SECO CON AFLOJE Y EXTRACCION DEL MATERIAL, AMACICE O LIMPIEZA DE PLANTILLA Y TALUDES, REMOCION, CARGA A CAMION O A UN LADO DE LA ZANJA, INCLUYENDO ACARREO A 10 M., DEL EJE DE LA MISMA Y CONSERVACION DE LA EXCAVACION HASTA LA INSTALACION SATISFACTORIA DE LA TUBERIA. EXCAVACION CON MAQUINA EN MATERIAL "A" DE 0.00 A 8.00 M. DE PROFUNDIDAD.	M <sup>3</sup>	0.495	5.26	2.604
1800	EXCAVACION A MANO PARA ZANJAS EN MATERIAL "A" EN SECO, INCLUYE AFLOJE Y EXTRACCION DEL MATERIAL, AMACICE O LIMPIEZA DE PLANTILLA Y TALUDES, REMOCION, TRASPALO HASTA 10M., DEL EJE DE LA MISMA, TRASPALÉOS VERTICALES PARA SU EXTRACCION Y CONSERVACION DE LA MISMA, EXCAVACION HASTA LA INSTALACION SATISFACTORIA DE LA TUBERIA. EXCAVACION HASTA 2.00 M., DE PROFUNDIAD A MANO EN MATERIAL TIPO "A".	M <sup>3</sup>	0.090	11.69	1.052
1804	EXCAVACION CON MAQUINARIA ZANJA EN MATERIAL "B" EN SECO, INCLUYE AFLOJE Y EXTRACCION DEL MATERIAL, AMACICE O LIMPIEZA DE PLANTILLA Y TALUDES, REMOCION, CARGA DIRECTA O A UN LADO DE LA ZANJA, INCLUYENDO ACARREO A 10 M. DEL EJE DE LA MISMA Y CONSERVACION DE LA EXCAVACION HASTA LA INSTALACION SATISFACTORIA DE LAS TUBERIAS. EXCAVACION CON MAQUINARIA PARA ZANJAS EN MATERIAL "B", DE 0.00 A 8.00 M. DE PROFUNDIDAD EN SECO.	M <sup>3</sup>	0.297	40.90	12.147
1801	EXCAVACION A MANO PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURAS EN MATERIAL "B" EN SECO CON AFLOJE Y EXTRACCION DEL MATERIAL, AMACICE O LIMPIEZA DE PLANTILLA Y TALUDES, REMOCION, TRASPALO HASTA 10 M. DEL EJE DEL TALUD Y TRASPALÉOS VERTICALES PARA SU EXTRACCION. EXCAVACION HASTA 2 M. DE PROFUNDIDAD A MANO EN MATERIAL TIPO "B".	M <sup>3</sup>	0.060	15.04	0.902

Capítulo 4

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1803	EXCAVACION CON USO DE ROMPEDORA NEUMATICA O MARTILLO NEUMATICO PARA ZANJA EN MATERIAL "C" EN SECO DE 0.00 A 4.00 DE PROFUNDIDAD.	M <sup>3</sup>	0.234	171.52	40.136
2600	PLANTILLA APIZONADA CON PIZON DE MANO, EN ZANJAS CON MATERIAL DE BANCO (TEZONTLE). INCLUYE COLOCACION DE LA PLANTILLA, CONSTRUCCION DEL APOYO COMPLETO DE LA TUBERIA, SUMINISTROS Y ACARREOS.	M <sup>3</sup>	0,090	47.20	4.248
2000	RELLENO A VOLTEO CON EQUIPO DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION.	M <sup>3</sup>	0.864	4.48	3.870
2001	RELLENO APIZONADO Y COMPACTADO CON AGUA EN CAPAS DE 0.20 M. DE ESPESOR, EMPLEANDO MATERIAL DE BANCO (TEPETATE). INCLUYE SUMINISTROS Y ACARREOS.	M <sup>3</sup>	0.216	53.74	11.608
1900	INSTALACION, JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA DE ASBESTO-CEMENTO CLASE A-14, INCLUYE BAJADO DE MATERIALES Y EQUIPO PARA PRUEBA, ACARREO A UN KILOMETRO Y MANIOBRAS LOCALES. TUBERIA DE ASBESTO-CEMENTO, CLASE A-14 DE 350 mm (14") DE DIAMETRO.	ML	1.00	19.11	19.11
S/N	SUMINISTRO DE TUBERIA DE ASBESTO-CEMENTO CLASE A-14 DE 350 mm. (14") DE DIAMETRO. INCLUYE COPLES, GOMAS, ACARREOS Y FLETES.	ML	1.00	305.45	305.45
2715	FABRICACION Y COLADO DE CONCRETO SIMPLE $F_c = 150\text{kg/cm}^2$ , EN ATRAQUES DE TUBERIA 350 mm. (14") DE DIAMETRO.	M <sup>3</sup>	0.0048	305.98	1.469
<b>COSTO POR METRO = N\$ 402,506 .00</b>					
<b>COSTO TOTAL DE INSTALACION= 1,417.84 X 402,506= N\$ 570,689.11</b>					

Capítulo 4

---

Según contrato de crédito No. DEN/15/DE/308/93, de fecha 6 de octubre de 1993, celebrado por una parte, como acreditante y encargado de la mezcla de recursos, el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos S.N.C. y por la otra como acreditado el Organismo Público Descentralizado para la Prestación de los Servicios Públicos de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (SAPASE), del Municipio de Ecatepec de Morelos Edo. de México, Se otorgó un crédito del Banco al Organismo acreditado por un monto de N\$ 16'309,090.00 mas N\$ 5'173,210.00 por concepto de imprevistos de obra, I.V.A., gastos indirectos, comisión por administración e intereses de los periodos de inversión y en su caso de gracia. De tal forma que el monto total asciende hasta N\$ 21'482,300.00 a liquidar en 15 años, con un interés anual promedio del 2.11466 %.

El coeficiente de anualidad para reembolsar el monto total en 15 años se obtiene con la fórmula de interés compuesto.

$$a = r + \frac{r}{(1+r)^n - 1}$$

a= Anualidad

r= Interés anual = 2.11466 %

n= Número de anualidades = 15 años

$$a = 0.0211466 + \frac{0.0211466}{(1+0.0211466)^{15} - 1}$$

$$a = 0.0784946$$

Por lo que el costo anual de la tubería instalada será:

$$0.0784946 (570,689.11) = \text{N\$ } 44,796.01$$

Por lo tanto la suma del costo anual de consumo de energía eléctrica y el costo de la tubería instalada, dará el costo anual de operación.

• Costo anual de energía	N\$ 776,926.45
• Costo anual de tubería instalada	N\$ 44,796.01
• Costo total anual de bombeo para la tubería de 350 mm (14") de diámetro.	N\$ 821,722.46

**b) ANALISIS DEL DIAMETRO 400 mm. (16") DE A-C.**

**1. COSTO DEL CONSUMO ANUAL DE ENERGIA ELECTRICA.**

Cálculo de pérdidas de carga en la línea:

$$hf = KLQ^2$$

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

Tomando de tablas el valor de K para el diámetro de 16":

$$K = 0.12610 \quad (\text{anexo No. 1})$$

$$L = 1467.84\text{m} \quad (\text{longitud del pozo al tanque})$$

$$Q = 165 \text{ l.p.s.} \quad (\text{gasto acumulado en el tramo})$$

$$hf = (0.12610) (1467.84) (0.165)^2 = 5.04 \text{ m}$$

Cálculo de pérdidas menores:

$$10 \% hf = 0.10 (5.04) = 0.504 \text{ m}$$

Por lo tanto:

$$hft = hf + 10 \% hf$$

$$hft = 5.04 + 0.504 = 5.54 \text{ m}$$

**• ELEVACION PIEZOMETRICA, POZO MATZI:**

$$\text{E.P.} = \text{NIVEL DE DESCARGA AL TANQUE} + hft$$

$$\text{E.P.} = 2,301.00 + 5.54 \text{ m} = 2,306.54 \text{ m.}$$

• CARGA EN EL POZO MATZI:

$$\begin{aligned} \text{C.P.} &= \text{E.P.} - \text{NIVEL POZO MATZI} \\ \text{C.P.} &= 2,306.54 - 2,240.84 = 65.70 \text{ m.} \end{aligned}$$

• NIVEL DINAMICO DEL POZO MATZI:

$$\text{ND} = 118.68 \text{ m.}$$

• CARGA DE BOMBEO, POZO MATZI:

$$\begin{aligned} \text{H} &= \text{ND} + \text{C.P.} \\ \text{H} &= 118.68 + 65.70 = 184.38 \text{ m.} \end{aligned}$$

La potencia requerida para el equipo de bombeo será:

$$P = \frac{\gamma H Q}{76 \eta}$$

$$P = \frac{(1000)(184.38)(0.165)}{76(0.81)} = 494.20 \text{ Hp}$$

Si: 1 Hp = 0.7457 kw-hr, y 1 año = 8760 hr.

El consumo de Energía Eléctrica en un año será:

$$E = (494.20 \text{ Hp}) \frac{(0.7457 \text{ kw-hr})}{1 \text{ Hp}} \frac{(8760 \text{ hr})}{1 \text{ año}}$$

$$E = 3'228,278.50 \text{ kw-hr/año.}$$

Basándonos en la tarifa No. 6, tabla No. 1

El costo anual de Energía Eléctrica es:

$$E = (3'228,278.50)(0.23338) = \text{N\$ } 753,415.63$$
$$(42.15657)(12) = \text{N\$ } 505.88$$

$$E = 753,415.63 + 505.88 = \text{N\$ } 753,921.51$$

• ELECCION DE LA CLASE DE TUBERIA:

Suponiendo una tubería de A-C clase A-10 de 400 mm, (16") de diámetro.

$$h.g.a. = \frac{145 \cdot V}{\sqrt{1 + \frac{E_a(d)}{E_t(e)}}$$

$$E_a = 20,670 \text{ kg/cm}^2 \quad d = 40.64 \text{ cm.}$$

$$E_t = 328,000 \text{ kg/cm}^2 \quad e = 3.45 \text{ cm. (anexo No.4)}$$

• CALCULO DE LA VELOCIDAD:

$$Q = V \cdot A$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.165}{\frac{3.1416 (0.4064)^2}{4}} = 1.27 \text{ m/seg}$$

• CALCULO DE LA SOBREPRESION POR EL GOLPE DE ARIETE:

$$h.g.a. = \frac{145 (1.27)}{\sqrt{1 + \frac{20670 (40.64)}{328,000 (3.45)}}} = 139.51 \text{ m.}$$

Sobrepresión absorbida por la tubería  $h_s = 0.20 (139.51) = 27.90 \text{ m.}$

Por lo que la carga total en el momento del golpe de ariete es:  $H_t = H + h_{ft} + h_s$

La carga que existe después de la salida de la bomba a la descarga del tanque ( $H = 65.70 \text{ m.}$ )

$$H = 65.70 + 5.54 + 27.90 = 99.14 \text{ m}$$

COMO:  $99.14 \text{ M.C.A.} < 100 \text{ M.C.A.}$

ENTONCES: LA TUBERIA A-C, CLASE A-10, CUBRE LAS NECESIDADES DE PRESION REQUERIDA.

**2. COSTO DE INSTALACION DE LA TUBERIA DE A-C, CLASE A-10 DE 400 mm (16") DE DIAMETRO.**

**CALCULO DE VOLUMENES EN LA LINEA:**

Los volúmenes de excavación se determinan tomando datos del anexo No. 5

**EXCAVACION INTERCONEXION POZO MATZI - TANQUE "LA JOYA II".**  
Cepa para alojar tubería A-C de 16" de diámetro.

LONGITUD 0 1417.84 m  
ANCHO = 100 cm  
PROFUNDIDAD = 140 cm  
PLANTILLA = 10 cm

- **EXCAVACION A MAQUINA EN MATERIAL TIPO "A":**  
 $V = 1.00 \times 1.20 \times 708.91 = 850.69 \text{ m}^3$
- **EXCAVACION A MANO EN MATERIAL TIPO "A":**  
 $V = 1.00 \times 0.20 \times 708.91 = 141.78 \text{ M}^3$
- **EXCAVACION A MAQUINA EN MATERIAL TIPO "B":**  
 $V = 1.00 \times 1.20 \times 425.35 = 510.42 \text{ M}^3$
- **EXCAVACION A MANO EN MATERIAL TIPO "B":**  
 $V = 1.00 \times 0.20 \times 425.35 = 85.07 \text{ M}^3$
- **EXCAVACION CON ROMPEDORA NEUMATICA EN MATERIAL TIPO "C":**  
 $V = 1.00 \times 1.40 \times 283.35 = 396.69 \text{ M}^3$
- **COLOCACION DE TEZONTLE EN PLANTILLA:**  
 $V = 1.00 \times 0.10 \times 1417.87 = 141.79 \text{ M}^3$
- **RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE BANCO (TEPETATE):**  
 $V = 1.00 \times 1.30 \times 283.56 = 368.63 \text{ M}^3$

**RELLENO A VOLTEO CON MAQUINA DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION:**

$V = 1.00 \times 1.40 \times 1417.84 = 1984.98 \text{ M}^3$   
 $V = 1,984.98 - (141.79 + 368.63)$   
 $V = 1474.56 \text{ m}^3$

Por lo tanto:

- **ATRAQUE DE CONCRETO SIMPLE DE  $F'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ , EN TUBERIA DE 400 mm (16") DE DIAMETRO.**

Según normas, anexo No. 6 , el volumen necesario para 20 atraques es:

$$V = 0.65 \times 0.55 \times 0.50 = 0.143 \text{ m}^3$$

$$V = 0.143 \times 20 = 2.86 \text{ m}^3$$

- **LA INSTALACION Y SUMINISTRO DE TUBERIA DE ASBESTO-CEMENTO CLASE A-10 DE 400 mm (16") DE DIAMETRO SERA:**

$$L = 1,417.84 \text{ m}$$

**COSTO DE INSTALACION DE TUBERIA DE A-C CLASE A-10 DE 400 mm (16") Ø.**

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1802	EXCAVACION CON MAQUINARIA PARA ZANJAS, EN MATERIAL "A" EN SECO CON AFLOJE Y EXTRACCION DEL MATERIAL, AMACICE O LIMPIEZA DE PLANTILLA Y TALUDES, REMOCION, CARGA A CAMION O A UN LADO DE LA ZANJA, INCLUYENDO ACARREO A 10 M. DEL EJE DE LA MISMA Y CONSERVACION DE LA EXCAVACION HASTA LA INSTALACION SATISFACTORIA DE LA TUBERIA. EXCAVACION CON MAQUINA EN MATERIAL "A" DE 0.00 A 8.00 M. DE PROFUNDIDAD.	M <sup>3</sup>	0.599	5.26	3.151
1800	EXCAVACION A MANO PARA ZANJAS EN MATERIAL "A" EN SECO, INCLUYE AFLOJE Y EXTRACCION DEL MATERIAL, AMACICE O LIMPIEZA DE PLANTILLA Y TALUDES, REMOCION, TRASPALEO HASTA 10 M. DEL EJE DE LA MISMA, TRASPALEOS VERTICALES PARA SU EXTRACCION Y CONSERVACION DE LA MISMA, EXCAVACION HASTA LA INSTALACION SATISFACTORIA DE LA TUBERIA. EXCAVACION HASTA 2.00 M. DE PROFUNDIDAD A MANO EN MATERIAL TIPO "A".	M <sup>3</sup>	0.099	11.69	1.157
1804	EXCAVACION CON MAQUINARIA PARA ZANJAS EN MATERIAL "B" EN SECO, INCLUYE AFLOJE Y EXTRACCION DEL MATERIAL, AMACICE O LIMPIEZA DE PLANTILLA Y TALUDES, REMOCION, CARGA DIRECTA O A UN LADO DE LA ZANJA, INCLUYENDO ACARREO A 10 M. DEL EJE DE LA MISMA Y CONSERVACION SATISFACTORIA DE LAS TUBERIAS. EXCAVACION CON MAQUINARIA PARA ZANJAS EN MATERIAL "B" DE 0.00 A 8.00 M DE PROFUNDIDAD EN SECO.	M <sup>3</sup>	0.359	40.90	14.683
1801	EXCAVACION A MANO PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURAS EN MATERIAL "B" EN SECO CON AFLOJE Y EXTRACCION DEL MATERIAL, AMACICE O LIMPIEZA DE PLANTILLA Y TALUDES, REMOCION, TRASPALEO HASTA 10 M DEL EJE DEL TALUD Y TRASPALEOS VERTICALES PARA SU EXTRACCION. EXCAVACION HASTA 2 M. DE PROFUNDIDAD A MANO EN MATERIAL TIPO "B".	M <sup>3</sup>	0.060	15.04	0.902

Capítulo 4

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1803	EXCAVACION CON USO DE ROMPEDORA NEUMATICA O MARTILLO NEUMATICO PARA ZANJA EN MATERIAL "C", EN SECO DE 0.00 A 4.00 MTS. DE PROFUNDIDAD.	M <sup>3</sup>	0.279	171.52	47.854
2600	PLANTILLA APIZONADA CON PIZON DE MANO, EN ZANJAS CON MATERIAL DE BANCO (TEZONTLE). INCLUYE COLOCACION DE LA PLANTILLA, CONSTRUCCION DEL APOYO COMPLETO DE LA TUBERIA, SUMINISTROS Y ACARREOS.	M <sup>3</sup>	0.100	47.20	4.720
2000	RELLENO A VOLTEO CON EQUIPO DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION.	M <sup>3</sup>	1,040	4.48	4.659
2001	RELLENO APIZONADO Y COMPACTADO CON AGUA EN CAPAS DE 0.20 MTS. DE ESPESOR, EMPLEANDO MATERIAL DE BANCO (TEPETATE), INCLUYE SUMINISTROS Y ACARREOS.	M <sup>3</sup>	0.260	53.74	13.972
1900	INSTALACION, JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA DE ASBESTO-CEMENTO CLASE A-10, INCLUYE BAJADO DE MATERIALES Y EQUIPO PARA PRUEBA, ACARREO A UN KILOMETRO Y MANIOBRAS LOCALES. TUBERIA DE ASBESTO-CEMENTO, CLASE A-10 DE 400 mm (16") DE DIAMETRO.	ML	1.00	17.37	17.37
S/N	SUMINISTRO DE TUBERIA DE ASBESTO-CEMENTO, CLASE A-10 DE 400 mm (16") DE DIAMETRO, INCLUYE COPLES, GOMAS, ACARREOS Y FLETES.	ML	1.00	386.87	386.87
2715	FABRICACION Y COLADO DE CONCRETO SIMPLE $F_c = 150 \text{ KG/CM}^2$ , EN ATRAQUES DE TUBERIA 400 mm (16" DE DIAMETRO).	M <sup>3</sup>	0.0020	305.98	0.612
COSTO POR METRO = N\$ 491.291.00					
COSTO TOTAL DE INSTALACION = 1417.84 X 491.291 = N\$ 696,572.03					

El coeficiente de anualidad para reembolsar el monto total del crédito en 15 años, lo obtenemos con la fórmula de interés compuesto.

$$a = r + \frac{r}{(1+r)^n - 1}$$

a = anualidad

r = interés anual = 2.11466 %

n = número de anualidades = 15 años

$$a = 0.0211466 + \frac{0.0211466}{(1+0.0211466)^{15} - 1}$$

$$a = 0.0784946$$

Por lo que el costo anual de la tubería instalada será:

$$0.0784946 (696.572.03) = \text{N\$ } 54,677.14$$

Por lo tanto el costo anual de operación de la tubería será:

- Costo anual de energía: **N\$ 753,921.51**
- Costo anual de tubería instalada: **N\$ 54,677.14**
- Costo total anual de bombeo para la tubería de 400 mm (16") de diámetro: **N\$ 808,598.65**

### c) ANALISIS DEL DIAMETRO 450 mm (18") DE A-C.

#### 1. COSTO DEL CONSUMO ANUAL DE ENERGIA ELECTRICA.

Cáculo de pérdidas de carga en la línea.

$$hf = kLQ^2 \quad k = \frac{10.3n^2}{d^{16/3}}$$

Tomando de tablas el valor de K para el diámetro de 18":

$$\begin{aligned}k &= 0.06688 \text{ (anexo No. 1)} \\L &= 1,467.84 \text{ M. (longitud del pozo al tanque).} \\Q &= 165 \text{ l.p.s. (gasto acumulado en el tramo).} \\h_f &= (0.06688) (1,467.84) (0.165)^2 = 2.67 \text{ m.}\end{aligned}$$

Cálculo de pérdidas menores:

$$\begin{aligned}10\% h_f &= 0.10 (2.67) = 0.267 \text{ m.} \\h_{ft} &= h_f + 10\% h_f \\h_{ft} &= 2.67 + 0.267 = 2.94 \text{ m.}\end{aligned}$$

• **ELEVACION PIEZOMETRICA POZO MATZI:**

$$\begin{aligned}\text{E.P.} &= \text{Nivel de descarga al tanque} + h_{ft} \\ \text{E.P.} &= 2301.00 + 2.94 = 2,303.94 \text{ m.}\end{aligned}$$

• **CARGA EN EL POZO MATZI:**

$$\begin{aligned}\text{C.P.} &= \text{E.P.} - \text{Nivel del Pozo Matzi} \\ \text{C.P.} &= 2,303.94 - 2,240.84 = 63.10 \text{ m.} \\ \text{Nivel dinámico del pozo matzi} &= 118.68 \text{ m.}\end{aligned}$$

• **CARGA DE BOMBEO POZO MATZI:**

$$\begin{aligned}H &= \text{ND} + \text{C.P.} \\ H &= 118.68 + 63.10 \text{ m.} = 181.78 \text{ m.}\end{aligned}$$

• **POTENCIA REQUERIDA PARA EL EQUIPO DE BOMBEO SERA:**

$$P = \frac{\gamma H Q}{76 \eta}$$

$$P = \frac{(1000) (181.78) (0.165)}{76 (0.81)} = 487.23 \text{ HP}$$

1 HP = 0.7457 Kw-hr.  
1 año = 8,760 hr.

• EL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA EN UN AÑO ES:

$$E = (487.23 \text{ HP}) \left( \frac{0.7457 \text{ Kw-hr}}{1 \text{ Hp}} \right) \left( \frac{8,760 \text{ hr}}{1 \text{ año}} \right)$$

$$E = 3'182,748.10 \text{ Kw-hr/año}$$

• BASANDONOS EN LA TARIFA NO. 6 TABLA NO. 3, EL COSTO ANUAL DE ENERGIA ELECTRICA ES:

$$E = (3'182,748.10)(0.23338) = \text{N\$ } 742,789.76$$

$$(42.15657) (12) = \text{N\$ } 505.88$$

$$E = 742,789.76 + 505.88 = \text{N\$ } 743,295.64$$

• ELECCION DE LA CLASE DE TUBERIA:

Suponiendo una tubería de A-C, A-10 de 450 MM (18") de diámetro.

$$h.g.a. = \frac{145 \text{ V}}{\sqrt{\frac{1+Ea(d)}{Et(e)}}}$$

$$Ea = 20,670 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Et = 328,000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$d = 45.72 \text{ cm}^2$$

$$e = 3.80 \text{ cm.}$$

• CALCULO DE LA VELOCIDAD:

$$Q = V A$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.165}{\frac{3.1416 (0.4572)^2}{4}} = 1.005 \text{ m/seg.}^2$$

• CALCULO DE LA SOBREPRESION POR EL GOLPE DE ARIETE:

$$h.g.a. = \frac{145 (1.005)}{\sqrt{\frac{1+20,670 (45.72)}{328,000 (3.80)}}} = 109.90 \text{ m.}$$

- **SOBREPRESION ABSORBIDA POR LA TUBERIA:**

$$h_s = 0.20 (109.90) = 21.98 \text{ m.}$$

Por lo que la carga total en el momento del golpe de ariete es:

$$H_T = H + h_{rr} + h_s$$

H = La carga que existe después de la salida de la bomba a la descarga al tanque (63.10 m.).

$$H_T = 63.10 + 2.94 + 21.98 = 88.02 \text{ m.}$$

COMO 88.02 M.C.A. < 100 M.C.A., ENTONCES LA TUBERIA A-C, CLASE A-10, CUBRE LAS NECESIDADES DE PRESION REQUERIDA.

## 2. COSTO DE INSTALACION DE LA TUBERIA DE A-C, CLASE A-10 DE 450 mm. (18") DE DIAMETRO.

- **CALCULO DE VOLUMENES EN LA LINEA:**

Los volúmenes de excavación se determinan tomando datos del anexo No. 5.

- **EXCAVACION INTERCONEXION POZO MATZI-TANQUE "LA JOYA II":**

Cepa para alojar tubería A-C de 18" de diámetro.

LONGITUD = 1,417.84 m.

ANCHO = 115 cm.

PROFUNDIDA = 145 cm.

PLANTILLA = 10 cm.

- **EXCAVACION A MAQUINA EN MATERIAL TIPO "A":**

$$V = 1.15 \times 1.25 \times 708.91 = 1019.06 \text{ m}^3.$$

- **EXCAVACION A MANO EN MATERIAL TIPO "A":**

$$V = 1.15 \times 0.20 \times 708.91 = 163.05 \text{ m}^3.$$

- **EXCAVACION A MAQUINA EN MATERIAL TIPO "B":**

$$V = 1.15 \times 1.25 \times 425.35 = 611.44 \text{ m}^3.$$

- **EXCAVACION A MANO EN MATERIAL TIPO "B":**

$$V = 1.15 \times 0.20 \times 425.35 = 97.83 \text{ m}^3.$$

- **EXCAVACION CON ROMPEDORA NEUMATICA EN MATERIAL TIPO "C":**

$$V = 1.15 \times 1.45 \times 283.35 = 472.49 \text{ M}^3.$$

- **COLOCACION DE TEZONTLE EN PLANTILLA:**

$$V = 1.15 \times 0.10 \times 1,417.84 = 163.06 \text{ m}^3.$$

- **RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE BANCO (TEPETATE):**

$$V = 1.15 \times 1.35 \times 283.56 = 440.23 \text{ m}^3.$$

- **RELLENO A VOLTEO CON MAQUINA DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION:**

$$V = 1.15 \times 1.45 \times 1,417.84 = 2,364.25 \text{ m}^3.$$

Por lo tanto:

$$V = 2,364.25 - (163.06 + 440.23)$$
$$V = 1,760.96 \text{ m}^3.$$

- **ATRAQUE DE CONCRETO SIMPLE DE F'c = 150 kg/cm<sup>2</sup>, EN TUBERIA DE 450 mm. (18") DE DIAMETRO.**

Según normas anexo No. 6, el volumen necesario para 20 atraques es:

$$V = 0.70 \times 0.60 \times 0.40 = 0.168 \text{ M}^3.$$

$$V = 0.168 \times 20 = 3.36 \text{ m}^3.$$

- **LA INSTALACION Y SUMINISTRO DE TUBERIA DE ASBESTO-CEMENTO, CLASE A-10, DE 450 mm (18") DE DIAMETRO, SERA:**

$$L = 1,417.84 \text{ m.}$$

---

**COSTO DE INSTALACION DE TUBERIA DE A-C, CLASE A-10 DE 450 mm.(18").**

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1802	EXCAVACION CON MAQUINARIA PARA ZANJAS, EN MATERIAL "A" EN SECO CON AFLOJE Y EXTRACCION DEL MATERIAL, MACICE O LIMPIEZA DE PLANTILLA Y TALUDES, REMOCION, CARGA A CAMION O A UN LADO DE LA ZANJA, INCLUYENDO ACARREO A 10 M. DEL EJE DE LA MISMA Y CONSERVACION DE LA EXCAVACION HASTA LA INSTALACION SATISFACTORIA DE LA TUBERIA. EXCAVACION CON MAQUINA EN MATERIAL "A" DE 0.00 A 8.00 M DE PROFUNDIDAD.	M <sup>3</sup>	0.718	5.26	3.77
1800	EXCAVACION A MANO PARA ZANJAS EN MATERIAL "A" EN SECO, INCLUYE AFLOJE Y EXTRACCION DEL MATERIAL, AMACICE O LIMPIEZA DE PLANTILLA Y TALUDES, REMOCION, TRASPALEO HASTA 10 M. DEL EJE DE LA MISMA, TRASPALEOS VERTICALES PARA SU EXTRACCION Y CONSERVACION DE LA TUBERIA. EXCAVACION HASTA 2.00 M. DE PROFUNDIDAD A MANO EN MATERIAL TIPO "A".	M <sup>3</sup>	0.115	11.69	1.34
1804	EXCAVACION CON MAQUINARIA PARA ZANJAS EN MATERIAL "B" EN SECO, INCLUYE AFLOJE Y EXTRACCION DEL MATERIAL, AMACICE O LIMPIEZA DE PLANTILLA Y TALUDES, REMOCION, CARGA DIRECTA O A UN LADO DE LA ZANJA, INCLUYENDO ACARREO A 10 M. DEL EJE DE LA MISMA Y CONSERVACION DE LA EXCAVACION HASTA LA INSTALACION SATISFACTORIA DE LAS TUBERIAS. EXCAVACION CON MAQUINARIA PARA ZANJAS EN MATERIAL "B" DE 0.00 A 8.00 M. DE PROFUNDIDAD EN SECO.	M <sup>3</sup>	0.431	40.90	17.63
1801	EXCAVACION A MANO PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURAS EN MATERIAL "B" EN SECO CON AFLOJE Y EXTRACCION DEL MATERIAL, AMACICE O LIMPIEZA DE PLANTILLA Y TALUDES, REMOCION TRASPALEO HASTA 10 M. DEL EJE DEL TALUD Y TRASPALEOS VERTICALES PARA SU EXTRACCION. EXCAVACION HASTA 2 M. DE PROFUNDIDAD A MANO EN MATERIAL TIPO "B".	M <sup>3</sup>	0.069	15.04	1.04
1803	EXCAVACION CON USO DE ROMPEDORA NEUMATICA O MARTILLO NEUMATICO PARA ZANJA EN MATERIAL "C" EN SECO DE 0.00 A 4.00 M. DE PROFUNDIDAD.	M <sup>2</sup>	0.333	171.52	57.12
2600	PLANTILLA APIZONADA CON PIZON DE MANO, EN ZANJAS CON MATERIAL DE BANCO (TEZONTLE). INCLUYE COLOCACION DE LA PLANTILLA, CONSTRUCCION DEL APOYO COMPLETO DE LA TUBERIA, SUMINISTROS Y ACARREOS.	M <sup>2</sup>	0.115	47.20	5.43

**COSTO DE INSTALACION DE TUBERIA DE A-C, CLASE A-10 DE 450 mm.(18").**

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
2000	RELLENO A VOLTEO CON EQUIPO DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION.	M <sup>3</sup>	1.242	4.48	5.56
2001	RELLENO APIZONADO Y COMPACTADO CON AGUA EN CAPAS DE 0.20 M. DE ESPESOR, EMPLEANDO MATERIAL DE BANCO (TEPETATE) INCLUYE SUMINISTROS Y ACARREOS.	M <sup>3</sup>	0.310	53.74	16.66
1900	INSTALACION, JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA DE ASBESTO-CEMENTO CLASE "A", INCLUYE BAJADO DE MATERIALES Y EQUIPO PARA PRUEBA, ACARREO A UN KILOMETRO Y MANIOBRAS LOCALES. TUBERIA DE ASBESTO CEMENTO, CLASE A-10 DE 450 MM (18") DE DIAMETRO.	ML	1.00	19.54	19.54
S/N	SUMINISTRO DE TUBERIA DE ASBESTO-CEMENTO CLASE A-10 DE 450 MM. (18") DE DIAMETRO. INCLUYE COPLES, GOMAS, ACARREOS Y FLETES.	ML	1.00	435.23	435.23
2715	FABRICACION Y COLADO DE CONCRETO SIMPLE $F_c=150\text{KG}/\text{cm}^2$ , EN ATRAQUES DE TUBERIA 450 MM. (18") DE DIAMETRO.	M <sup>3</sup>	0.0037	305.98	1.13
				<b>COSTO POR METRO =</b>	<b>N\$ 564.45</b>
				<b>COSTO TOTAL DE INSTALACION =</b>	<b>1,417.84 X 564.45 = N\$ 800,299.78</b>

Capítulo 4

El coeficiente de anualidad para reembolsar el monto total del crédito en 15 años, lo obtenemos con la fórmula de interés compuesto.

$$a = r + \frac{r}{(1+r)^n - 1}$$

a = anualidad

r = interés anual = 2.11466 %

n = número de anualidades = 15 años.

$$a = 0.0211466 + \frac{0.0211466}{(1+0.0211466)^{15} - 1}$$

$$a = 0.0784946$$

Por lo que el costo anual de la tubería instalada será:

$$0.0784946 (800,299.78) = \text{N}\$62,819.21$$

Entonces, el costo anual de operación de la tubería será:

• Costo anual de energía:	N\$ 743,295.64
• Costo anual de tubería instalada:	<u>N\$ 62,819.21</u>
• Costo total anual de bombeo para la tubería de 450 mm. (18") de diámetro:	N\$ 806,114.85

RESUMEN:

**Costo anual de operación de tubería:**

a) A-C Clase A-14 de 350 mm. (14") de diámetro:	N\$ 821,722.46
b) A-C Clase A-10 de 400 mm. (16") de diámetro:	N\$ 808,598.65
c) A-C Clase A-10 de 450 mm. (18") de diámetro:	N\$ 806,114.85

Por lo tanto, el diámetro económico de bombeo, es el de A-C, Clase A-10 de 450 mm. (18") de diámetro

**NOTA:** Como hemos visto, el análisis del cálculo para determinar el diámetro económico de bombeo en la línea de conducción, es un poco extenso, por ello es que se han elaborado tablas mas condensadas para su cálculo y con el mismo grado de confiabilidad. A éste método se le llama "Mecánico".

A partir del punto siguiente, calculamos los tramos de las líneas de conducción por el "Método Mecánico", considerando la anualidad y el costo por kilowatt-hora, ya analizado en el "Método Razonado".

### 12.1.2.) CALCULO HIDRAULICO:

#### TRAMO POZO MATZI - TANQUE "LA JOYA II". (METODO MECANICO, ETAPA INICIAL).

##### BOMBEO:

Nivel de terreno Pozo Matzi	= 2,240.84 M.S.N.M.
Nivel de descarga tanque "La Joya II"	= 2,301.00 M.S.N.M.
Nivel dinámico Pozo Matzi	= 118.68 m.
Gasto Pozo-G.A.V.M.	= 100.00 L.P.S.
Gasto Pozo-Matzi	= 65.00 L.P.S.
Longitud Pozo Matzi - Tanque "La Joya II".	= 1,417.84 m
Longitud Pozo Matzi-Línea de interconexión	= 50.00 m.
Pérdidas menores	= 10.00 % $h_f$
Coefficiente de rugosidad	n = 0.010 (para tubo A-C)

Utilizando la fórmula de continuidad:  $Q = VA$

Donde:  $Q = 100 + 65 = 165.000$  L.P.S.  
 $V = 1.20$  m/seg (supuesta)  
 $A =$  Area de la sección transversal en  $m^2$

Despejando:

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{0.165}{1.20} = 0.1375 \text{ m}^2$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.1416 d^2}{4} = 0.7854 d^2$$

Igualando y despejando d:  $0.7854 d^2 = 0.1375 \text{ m}^2$

$$d = \sqrt{\frac{0.1375}{0.7854}} = 0.4184 \text{ m}$$

$$d = 0.4184 \text{ m.} \times \frac{1 \text{ pulg}}{0.0254 \text{ m.}} = 16.47'' \approx 16 \frac{1}{2}''$$

Por lo que los diámetros a analizar serán los diámetros comerciales inmediatos al calculado:

d Inmediato inferior	= 14" (350 mm.)
d Inmediato	= 16" (400 mm.)
d Inmediato superior	= 18" (450 mm.)

Con éstos diámetros se procede a tabular la tabla siguiente, con el objeto de obtener el diámetro mas económico en la línea de conducción.

Además; para cada diámetro se determinará:

<ul style="list-style-type: none"><li>• La elevación piezométrica, Pozo Matzi:</li><li>• La carga en el Pozo Matzi:</li><li>• La carga de bombeo en el Pozo Matzi:</li><li>• Desnivel topográfico:</li></ul>	<p>E.P. = Nivel de descarga + h f t C.P. = E.P. - Nivel del Pozo Matzi.</p> <p>H = ND + C.P. ND = Nivel dinámico del Pozo Matzi.</p> <p>D<sub>t</sub> = Elevación de descarga tanque "La Joya II" - Nivel de terreno del Pozo Matzi.</p>
--	--

## CALCULO DEL DIAMETRO MAS ECONOMICO EN LINEAS DE CONDUCCION (BOMBEO)

- ETAPA INICIAL -

OBRA: ECATEPEC "ZONA NORTE"	CALCULO: VICENTE MARTINEZ LOPEZ	FECHA:
TRAMO: POZO MATZI - TANQUE "LA JOYA II"	REVISO:	FECHA:

### (TUBERIA A-C)

DIAM.	NOM.	AREA en m <sup>2</sup>	GASTO	VELOCIDAD	LONG. LINEA	COEF. FRICCION MANNING	CONSTANTE DE MANNING (K)	PERDIDA FRICCION	10 % hf	hf = hf + %hf	h = Dt + ND	H = h + hf	76 η	H P = QH	
m.m.	pulg.	(A)	En m <sup>3</sup> /seg. (Q)	En m/s (V)	En m. (L)	η	(K)	hf = LQ <sup>2</sup> K	Otras pérdidas				η = 81 %	76 η (1) Q = L.P.S.	
350	14	0.099	0.165	1.67	1467.84	0.027	0.01	0.25432	10.08	1.01	11.09	178.84	189.93	61.56	509.07
400	16	0.130	0.165	1.27	1467.84	0.027	0.01	0.12610	5.00	0.50	5.50	178.84	184.34	61.56	494.09
450	18	0.164	0.165	1.01	1467.84	0.027	0.01	0.06688	2.65	0.265	2.915	178.84	181.76	61.56	487.17

### G O L P E D E A R I E T E

Presión de trabajo de la tubería Kg/cm <sup>2</sup>	Diám. Nom. En cm. (d)	Espesor pared de tubo En cm. (e)	Velocidad En m/seg. (v)	145 V	Ea d	Ete	Ea d Ete	1 + Ea d Ete	$\sqrt{1 + \frac{Ea d}{Ee}}$	Sobrepresión m. h = $\frac{145 V}{\sqrt{1 + \frac{Ea d}{Ee}}}$	Sobrepresión absorbida por válvula R.P. = 80% h	Sobrepresión absorbida por tubería 20 % h.	Carga Normal de operación (En m.) = Dt + hf	Presión total = 20% h + carga normal de operación
14	35.56	4.00	1.67	242.15	735,025.20	1312,000.00	0.56023	1.56023	1.2491	193.86	155.09	38.77	71.25	110.02
10	40.64	3.45	1.27	184.15	840,028.80	1131,600.00	0.74234	1.74234	1.3200	139.51	111.61	27.90	65.66	93.56
10	45.72	3.80	1.01	146.45	945,032.40	1246,400.00	0.75821	1.75821	1.3260	110.44	88.35	22.09	63.08	85.17

V = Velocidad inicial del agua (m/seg.) - Ea = Módulo de elasticidad del agua (20,670 km/cm<sup>2</sup>) - Et = Módulo de elasticidad de las paredes del tubo (para asbesto cemento = 328,000, para acero = 2,100,000 Kg/cm<sup>2</sup>).

CONCEPTO	Diámetro = 350 mm (14") Clase -14				Diámetro = 400 mm (16") Clase -10				Diámetro = 450 mm (18") Clase A-10				
	CANTIDAD	UNID.	P.U.	IMPORTE \$	CANTIDAD	UNID.	P.U.	IMPORTE \$	CANTIDAD	UNID.	P.U.	IMPORTE \$	
Excav. Mat. clase A (50%)	0.585	m <sup>3</sup>	6.29	3.680	0.70	m <sup>3</sup>	6.29	4.403	0.835	m <sup>3</sup>	6.29	5.252	
Excav. Mat. clase B (30%)	0.351	m <sup>3</sup>	36.76	12.903	0.42	m <sup>3</sup>	36.76	15.439	0.501	m <sup>3</sup>	36.76	18.417	
Excav. Mat. clase C (20%)	0.234	m <sup>3</sup>	171.72	40.182	0.28	m <sup>3</sup>	171.72	48.082	0.334	m <sup>3</sup>	171.72	57.354	
Plantilla apisonada	0.09	m <sup>3</sup>	47.20	4.248	0.10	m <sup>3</sup>	47.20	4.720	0.115	m <sup>3</sup>	47.20	5.428	
Inst. junteo y prueba tubería	1.00	m	19.11	19.110	1.00	m	21.84	21.840	1.00	m	24.57	24.570	
Relleno compactado	0.234	m <sup>3</sup>	53.74	12.575	0.28	m <sup>3</sup>	53.74	15.047	0.334	m <sup>3</sup>	53.74	17.949	
Relleno a volteo	0.846	m <sup>3</sup>	4.48	3.790	1.02	m <sup>3</sup>	4.48	4.570	1.221	m <sup>3</sup>	4.48	5.470	
Atraques de concreto f'c=150 (20)	0.0015	m <sup>3</sup>	305.98	0.459	0.0020	m <sup>3</sup>	305.98	0.612	0.0024	m <sup>3</sup>	305.98	0.734	
Costo de Tubería	1.00	m	305.45	305.450	1.00	m	349.09	349.090	1.00	m	392.73	392.730	
Acarreo en camión 1er.km.	0.234	m <sup>3</sup>	9.59	2.244	0.28	m <sup>3</sup>	9.59	2.685	0.334	m <sup>3</sup>	9.59	3.203	
Acarreo en camión kms.subsec.	1.17	m <sup>3</sup> /km	1.23	1.439	1.40	m <sup>3</sup> /km	1.23	1.722	1.67	m <sup>3</sup> /km	1.23	2.054	
<b>Costo total de conducción (5)</b>	LT=1,417.84 m		COSTO POR M= N S 406.080		COSTO POR M= N S 575,756.47		COSTO POR M= N S 468.210		COSTO POR M= N S 663,846.87		COSTO POR M= N S 533.161		755,936.99

### RESUMEN

PRESIÓN DE TRABAJO TUBERIA Kg/Cm <sup>2</sup>	Diámetro -Nominal		H.P.	K.W.h.	Costo por hora bombeo \$	Cargo anual de bombeo \$	Costo total de conducción	Cargo anual de amortización (conducción) (15 años al 2.114% anual)	Costo anual de bombeo para operación de 365 días			
	mm.	pulg.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)			
14	350	14	509.07	379.61	110.82	970,783.20	575,756.47	45,193.77	1'015,976.97			
10	400	16	494.09	368.44	107.56	942,225.60	663,846.87	52,108.39	994,333.99			
10	450	18	487.17	363.28	106.05	928,998.00	755,936.99	59,336.97	988,334.97			
<b>Costo del K.W.h. = \$ 0.29193</b>			<b>(2) = (1) x 0.7457</b>		<b>(3) = (2) x \$</b>		<b>(4) = (3) x 8760</b>		<b>(6) = (5) x anualidad</b>		<b>(7) = (4) + (6)</b>	

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

Cargo Fijo = \$ 42.15657/mes x 1 mes = 0.05855 /hr

720 hrs

Costo del kw.hr. = \$ 0.29193

a = 0.0784946

Consumo = \$ 0.23338/Kw -hr.

**12.1.3 ). CALCULO HIDRAULICO:**

**POZO MATZI - TANQUE "LA JOYA II"  
(METODO MECANICO, ETAPA DE SATURACION).**

**BOMBEO:**

Nivel del terreno Pozo Matzi	= 2,240.84 M.S.N.M.
Nivel del agua en tanque "La Joya II"	= 2,301.00 M.S.N.M.
Nivel del agua en Pozo Matzi	= 118.68 m.
Gasto Pozo "A"	= 100.00 L.P.S.
Gasto Pozo "B"	= 65.00 L.P.S.
Gasto Pozo "C"	= 148.45 L.P.S.
Longitud tubo Matzi y tanque "La Joya II"	= 1,417.84 m.
Longitud tubo Matzi y tanque "La Joya II"	= 50.00 m.
Pérdida por fricción	= 10.00 % h <sub>r</sub>
Coefficiente de rugosidad	= 0.010 (para tubo A-C)

Utilizando la fórmula de continuidad:  $Q = VA$

Donde:  $Q = 100 + 65 + 148.45 = 313.45$  L.P.S.(A. Saturación)  
 $V = 1.20$  m/seg (supuesta)  
 $A =$  Area de la sección transversal en m<sup>2</sup>

Despejando:

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{0.31345}{1.20} = 0.2612 \text{ m}^2$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.1416 d^2}{4} = 0.7854 d^2$$

Igualando y despejando d:  $0.7854 d^2 = 0.2612 \text{ m}^2$

$$d = \sqrt{\frac{0.2612}{0.7854}} = 0.5767 \text{ m}$$

Capítulo 4

---

$$d = 0.5767 \text{ m.} \times \frac{1 \text{ pulg}}{0.0254 \text{ m.}} = 22.7" \approx 22 \frac{3}{4}"$$

Por lo que los diámetros a analizar serán los diámetros comerciales inmediatos al calculado:

d	Inmediato inferior	= 18" (450 mm.)
d	Inmediato	= 20" (500 mm.)
d	Inmediato superior	= 24" (600 mm.)

Con éstos diámetros se procede a tabular la tabla siguiente, con el objeto de obtener el diámetro más económico en la línea de conducción.

Además; para cada diámetro se determinará:

<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>La elevación piezométrica, Pozo Matzi:</b></li><li>• <b>La carga en el Pozo Matzi:</b></li><li>• <b>La carga de bombeo en el Pozo Matzi:</b></li><li>• <b>Desnivel topográfico Pozo Matzi:</b></li></ul>	$E.P. = \text{Nivel de descarga} + h f t$ $C.P. = E.P. - \text{Nivel del Pozo Matzi.}$ $H = ND + C.P.$  $ND = \text{Nivel dinámico Pozo Matzi.}$ $D_t = \text{Elevación de descarga-Nivel de terreno Pozo Matzi.}$
---	---

## CALCULO DEL DIAMETRO MAS ECONOMICO EN LINEAS DE CONDUCCION (BOMBEO)

- ETAPA DE SATURACION -

OBRA: ECATEPEC "ZONA NORTE"	CALCULO: VICENTE MARTINEZ LOPEZ	FECHA:
TRAMO: POZO MATZI-TANQUE "LA JOYA II"	REVISO:	FECHA:

### (TUBERIA A-C)

DIAM.	NOM.	AREA en m <sup>2</sup>	GASTO	VELOCIDAD	LONG. LINEA		COEF. FRICCION	CONSTANTE DE MANNING	PERDIDA FRICCION	10% hf	hf=hf'+%hf	h= Dt+ND	H = h+hf'	76 η	HP=QH
m.m.	pulg.	(A)	En m <sup>3</sup> /seg. (Q)	En m/s (V)	En m. (L)	(Q <sup>2</sup> )	η	(K)	hf=LQ <sup>2</sup> K	Otras pérdidas				η = 81%	(1) Q= L.P.S
450	18	0.164	0.31345	1.91	1467.84	0.098	0.01	0.06688	9.62	0.96	10.58	178.84	189.42	61.56	964.49
500	20	0.203	0.31345	1.54	1467.84	0.098	0.01	0.03815	5.49	0.54	6.03	178.84	184.87	61.56	941.32
600	24	0.292	0.31345	1.07	1467.84	0.098	0.01	0.01439	2.07	0.20	2.27	178.84	181.11	61.56	922.17

### G O L P E D E A R I E T E

Presión de trabajo de la tubería Kg/cm <sup>2</sup>	Diám. Nom. En cm. (d)	Espesor pared de tubo En cm. (e)	Velocidad En m/seg. (v)	145 V	Ea d	Etc	$\frac{Ea d}{E t e}$	$1 + \frac{Ea d}{E t e}$	$\sqrt{1 + \frac{Ea d}{E t e}}$	Sobrepresión m. h = $\frac{145 V}{\sqrt{1 + \frac{Ea d}{E t e}}}$	Sobrepresión absorbida por válvula R.P.=80% h	Sobrepresión absorbida por tubería 20% h.	Carga Normal de operación (En m.) = Dt+h <sub>ft</sub>	Presión total= 20% h + carga normal de operación
14	45.72	5.00	1.91	276.95	945,032.40	1640,000.00	0.57624	1.57624	1.25548	220.59	176.47	44.12	70.74	114.86
10	50.80	4.05	1.54	223.30	1059036.00	1528,400.00	0.79045	1.79045	1.33807	166.88	133.50	33.38	66.19	99.57
10	60.96	4.90	1.07	155.15	1260946.20	1607,200.00	0.78400	1.78400	1.33566	116.16	92.93	23.23	62.43	85.66

V = Velocidad inicial del agua (m/seg.) - Ea = Módulo de elasticidad del agua (20,670 km/cm<sup>2</sup>) - Et = Módulo de elasticidad de las paredes del tubo (para asbesto cemento = 328,000, para acero = 2,100,000 Kg/cm<sup>2</sup>).

C O N C E P T O	Diámetro = 450 mm (18") Clase A-14				Diámetro = 500 mm (20") Clase A-10				Diámetro = 600 mm (24") Clase A-10			
	CANTIDAD	UNID.	P.U.	IMPORTE \$	CANTIDAD	UNID.	P.U.	IMPORTE \$	CANTIDAD	UNID.	P.U.	IMPORTE \$
Excav. Mat. clase A (50%)	0.83	m <sup>3</sup>	6.29	5.221	0.90	m <sup>3</sup>	6.29	5.661	1.075	m <sup>3</sup>	6.29	6.762
Excav. Mat. clase B (30%)	0.50	m <sup>3</sup>	36.76	18.380	0.54	m <sup>3</sup>	36.76	19.850	0.645	m <sup>3</sup>	36.76	23.710
Excav. Mat. clase C (20%)	0.34	m <sup>3</sup>	171.72	58.385	0.36	m <sup>3</sup>	171.72	61.819	0.43	m <sup>3</sup>	171.72	73.839
Plantilla apisonada	0.115	m <sup>3</sup>	47.20	5.428	0.12	m <sup>3</sup>	47.20	5.664	0.13	m <sup>3</sup>	47.20	6.136
Inst.juntee y prueba tubería	1.00	m	24.57	24.57	1.00	m	27.30	27.300	1.00	m	32.76	32.760
Relleno compactado	0.34	m <sup>3</sup>	53.74	18.272	0.36	m <sup>3</sup>	53.74	19.346	0.43	m <sup>3</sup>	53.74	23.108
Relleno a volteo	1.215	m <sup>3</sup>	4.48	5.443	1.32	m <sup>3</sup>	4.48	5.914	1.59	m <sup>3</sup>	4.48	7.123
Atraques de concreto f'c=150 (20)	0.00237	m <sup>3</sup>	305.98	0.725	0.00308	m <sup>3</sup>	305.98	1.163	0.0045	m <sup>3</sup>	305.98	1.377
Costo de Tubería	1.00	m	392.73	392.730	1.00	m	436.37	436.370	1.00	m	523.64	523.640
Acarreo en camión 1er.km.	0.34	m <sup>3</sup>	9.59	3.261	0.36	m <sup>3</sup>	9.59	3.452	0.43	m <sup>3</sup>	9.59	4.124
Acarreo en camión kms.subsec.	1.70	m <sup>3</sup> /km	1.23	2.091	1.80	m <sup>3</sup> /km	1.23	2.214	2.15	m <sup>3</sup> /km	1.23	2.645
Costo total de conducción (5)	LT=1,417.84 m		COSTO POR M= N \$	534.506	COSTO POR M= N \$		588.753	834,757.55	COSTO POR M= N \$		705.224	999,894.80

### R E S U M E N

PRESIÓN DE TRABAJO TUBERIA Kg/Cm <sup>2</sup>	Diámetro -Nominal		H.P.	K.W.h.	Costo por hora bombeo \$	Cargo anual de bombeo \$	Costo total de conducción	Cargo anual de amortización (conducción) (15 años al 2.114% anual)	Costo anual de bombeo para operación de 365 días			
	mm.	pulg.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)			
14	450	18	964.49	719.22	209.96	1'839,249.60	757,843.99	59,486.66	1'898,736.26			
10	500	20	941.32	701.94	204.92	1'795,099.20	834,757.55	65,523.96	1'860,623.16			
10	600	24	922.17	687.66	200.75	1'758,570.00	999,894.80	78,486.34	1'837,056.34			
Costo del K W h = \$ 0.29193			(2) = (1) x 0.7457		(3) = (2) x \$		(4) = (3) x 8760		(6) = (5) x anualidad		(7) = (4) + (6)	

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

Cargo Fijo= \$ 42.15657/mes x 1 mes = 0.05855 /hr

720 hrs

Costo del kwhr. = \$ 0.29193

a= 0.0784946

Consumo = \$ 0.23338/Kw -hr.

**12.1.4 ) CALCULO HIDRAULICO:**

**TRAMO POZO G.A.V.M. - INTERCONEXION POZO MATZI  
(METODO MECANICO, ETAPA INICIAL).**

**BOMBEO:**

Nivel de terreno Pozo G.A.V.M.	= 2,229.18 M.S.N.M.
Longitud Pozo G.A.V.M.-Interconexión Pozo Matzi	= 1,460.00 m.
Gasto $Q$	= 100.L.P.S.
Perdidas menores	= 10.00 % $h_f$
Coefficiente de rugosidad $n$	= 0.010 (para tubo A-C)

Utilizando la fórmula de continuidad:  $Q = VA$

- $Q =$  Gasto en  $m^3/seg.$
- $V =$  Velocidad de circulación del líquido (1.20 m/seg., supuesta).
- $A =$  Area de la sección transversal en  $m^2$ .

Despejando:

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{0.100}{1.20} = 0.833 \text{ m}^2$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.1416 d^2}{4} = 0.7854 d^2$$

Igualando y despejando d:  $0.7854 d^2 = 0.833 \text{ m}^2$

$$d = \sqrt{\frac{0.833}{0.7854}} = 0.3256 \text{ m}$$

$$d = 0.3256 \text{ m.} \times \frac{1 \text{ pulg}}{0.0254 \text{ m.}} = 12.82'' \approx 12 \frac{3}{4}''$$

Por lo que los diámetros a analizar serán los diámetros comerciales inmediatos al calculado:

d Inmediato inferior	= 10" (250 mm.)
d Inmediato	= 12" (300 mm.)
d Inmediato superior	= 14" (350 mm.)

Con éstos diámetros se procede a tabular la tabla siguiente, con el objeto de obtener el diámetro mas económico en la línea de conducción.

Además; para cada diámetro se determinará:

• La elevación piezométrica, Pozo G.A.V.M.:	E.P. = Nivel de descarga + h f t
• La carga en el Pozo G.A.V.M.:	C.P. = E.P. - Nivel del Pozo G.A.V.M.
• La carga de bombeo en el Pozo G.A.V.M.:	H = ND + C.P.
	ND = Nivel dinámico = 67.58 m.

**OBSERVACION:** Con el objeto de equilibrar las presiones para que el agua que está siendo bombeada del Pozo Matzi; a partir del punto de la elevación piezométrica del Pozo Matzi, se calcula el nivel dinámico o línea piezométrica del Pozo G.A.V.M.

Por lo que la elevación piezométrica Pozo G.A.V.M., será:

$$E.P. = \text{Elevación piezométrica en el Pozo Matzi} + h f t$$

$$= 2,303.92 + h f t$$

2,303.92 Elevación piezométrica correspondiente al diámetro más económico de la Línea Pozo Matzi-Tanque "La Joya II".

• Desnivel topográfico Pozo G.A.V.M.:	$D_t = \text{Elevación piezométrica en el Pozo Matzi} - \text{Nivel de terreno Pozo G.A.V.M.}$
---------------------------------------	--

## CALCULO DEL DIAMETRO MAS ECONOMICO EN LINEAS DE CONDUCCION (BOMBEO)

- ETAPA INICIAL -

OBRA: ECATEPEC "ZONA NORTE"	CALCULO: VICENTE MARTINEZ LOPEZ	FECHA:
TRAMO: POZO GAVM - INTERCONEXION POZO MATZI.	REVISO:	FECHA:

(TUBERIA A-C)

DIAM. m.m.	NOM. pulg.	AREA en m <sup>2</sup> (A)	GASTO En m <sup>3</sup> /seg. (Q)	VELOCIDAD En m/s (V)	LONG. LINEA En m. (L)	(Q <sup>2</sup> )	COEF. FRICCION MANNING η	CONSTANTE DE MANNING (K)	PERDIDA FRICCION h <sub>f</sub> =LQ <sup>2</sup> /K En m.	10 % h <sub>f</sub> Otras pérdidas	h <sub>ft</sub> =h <sub>f</sub> +% h <sub>f</sub>	h=Dt+ND	H=h+h <sub>ft</sub>	76 η η = 79%	H P = Q H 76η (1) Q = L.P.S.
250	10	0.051	0.100	1.96	1460.0	0.010	0.01	1.54	22.48	2.25	24.73	142.32	167.05	60.04	278.23
300	12	0.073	0.100	1.37	1460.0	0.010	0.01	0.58350	8.52	0.85	9.37	142.32	151.69	60.04	252.65
350	14	0.099	0.100	1.01	1460.0	0.010	0.01	0.25432	3.71	0.37	4.08	142.32	146.40	60.04	243.84

### G O L P E D E A R I E T E

Presión de trabajo de la tubería Kg/cm <sup>2</sup>	Diám. Nom. En cm. (d)	Espesor pared de tubo En cm. (e)	Velocidad En m/seg. (v)	145 V	E <sub>a</sub> d	E <sub>t</sub> e	E <sub>a</sub> d E <sub>t</sub> e	1- E <sub>a</sub> d E <sub>t</sub> e	$\sqrt{1- \frac{E_a d}{E_t e}}$	Sobrepresión m. h = $\frac{145 V}{\sqrt{1- \frac{E_a d}{E_t e}}}$	Sobrepresión absorbida por válvula RP= 80% h	Sobrepresión absorbida por tubería 20% h.	Carga Normal de operación (En m.) = D <sub>t</sub> +h <sub>ft</sub>	Presión total = 20% h + carga normal de operación
14	25.40	2.85	1.96	284.20	525,018.00	934,800.00	0.56164	1.56164	1.2496	227.43	181.94	45.49	99.47	144.96
14	30.48	3.40	1.37	198.65	630,021.60	1115,200.00	0.56494	1.56494	1.2509	158.81	127.05	31.76	84.11	115.87
14	35.56	4.00	1.01	146.45	735,025.20	1312,000.00	0.56023	1.56023	1.2491	117.24	94.79	23.70	78.82	102.52

V = Velocidad inicial del agua (m/seg.) - E<sub>a</sub> = Módulo de elasticidad del agua (20,670 km/cm<sup>2</sup>) - E<sub>t</sub> = Módulo de elasticidad de las paredes del tubo (para asbesto cemento = 328,000, para acero = 2,100,000 Kg/cm<sup>2</sup>).

C O N C E P T O	Diámetro = 250 mm (10") Clase A-14				Diámetro = 300 mm (12") Clase A-14				Diámetro = 350 mm (14") Clase A-14			
	CANTIDAD	UNID.	P.U.	IMPORTE \$	CANTIDAD	UNID.	P.U.	IMPORTE \$	CANTIDAD	UNID.	P.U.	IMPORTE \$
Excav. Mat. clase A (50%)	0.48	m <sup>3</sup>	6.29	3.019	0.53	m <sup>3</sup>	6.29	3.334	0.59	m <sup>3</sup>	6.29	3.711
Excav. Mat. clase B (30%)	0.29	m <sup>3</sup>	36.76	10.660	0.32	m <sup>3</sup>	36.76	11.763	0.35	m <sup>3</sup>	36.76	12.866
Excav. Mat. clase C (20%)	0.19	m <sup>3</sup>	171.72	32.627	0.21	m <sup>3</sup>	171.72	36.061	0.23	m <sup>3</sup>	171.72	39.496
Plantilla apisonada	0.08	m <sup>3</sup>	47.20	3.776	0.085	m <sup>3</sup>	47.20	4.012	0.09	m <sup>3</sup>	47.20	4.248
Inst. junteo y prueba tubería	1.00	m	13.65	13.650	1.00	m	16.38	16.380	1.00	m	19.11	19.110
Relleno compactado	0.19	m <sup>3</sup>	53.74	10.211	0.21	m <sup>3</sup>	53.74	11.285	0.23	m <sup>3</sup>	53.74	12.360
Relleno a volteo	0.69	m <sup>3</sup>	4.48	3.091	0.765	m <sup>3</sup>	4.48	3.427	0.85	m <sup>3</sup>	4.48	3.808
Atraques de concreto f'c=150 (6)	0.00029	m <sup>3</sup>	305.98	0.089	0.00036	m <sup>3</sup>	305.98	0.110	0.00043	m <sup>3</sup>	305.98	0.132
Costo de Tubería	1.00	m	218.17	218.170	1.00	m	261.81	261.81	1.00	m	305.45	305.45
Acarreo en camión 1er.km.	0.19	m <sup>3</sup>	9.59	1.822	0.21	m <sup>3</sup>	9.59	2.014	0.23	m <sup>3</sup>	9.59	2.206
Acarreo en camión kms.subsec.	0.95	m <sup>3</sup> /km	1.23	1.168	1.05	m <sup>3</sup> /km	1.23	1.292	1.15	m <sup>3</sup> /km	1.23	1.415
<b>Costo total de conducción (5)</b>	LT=1,460.00 m		COSTO POR M= N \$ 298.283 435,493.18		COSTO POR M= N \$ 351.488 513,172.48		COSTO POR M= N \$ 404.802 591,010.92					

### R E S U M E N

PRESIÓN DE TRABAJO TUBERIA Kg/Cm <sup>2</sup>	Diámetro -Nominal		H.P.	K.W.h.	Costo por hora bombeo \$	Cargo anual de bombeo \$	Costo total de conducción	Cargo anual de amortización (conducción) (15 años al 2.114% anual)	Costo anual de bombeo para operación de 365 días			
	mm.	pulg.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)			
14	250	10	278.23	207.48	60.57	530,593.20	435,493.18	34,183.86	564,777.06			
14	300	12	252.65	188.40	55.00	481,800.00	513,172.48	40,281.27	522,081.27			
14	350	14	243.84	181.83	53.08	464,980.80	591,010.92	46,391.17	511,371.97			
<b>Costo del K.W.h. = \$ 0.29193</b>			<b>(2) = (1) x 0.7457</b>		<b>(3) = (2) x \$</b>		<b>(4) = (3) x 8760</b>		<b>(6) = (5) x anualidad</b>		<b>(7) = (4) + (6)</b>	

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

Cargo Fijo = \$ 42.15657/mes x 1 mes = 0.05855 /hr

720 hrs

Costo del kw.h. = \$ 0.29193

a = 0.0784946

Consumo = \$ 0.23338/Kw -hr.

**12.1.5). CALCULO HIDRAULICO:**

**TRAMO POZO G.A.V.M. - INTERCONEXION POZO MATZI  
(METODO MECANICO, ETAPA DE SATURACION).**

**BOMBEO:**

Nivel de terreno Pozo G.A.V.M.	= 2,229.18 M.S.N.M.
Nivel dinámico Pozo G.A.V.M.	= 67.58 m.
Gasto Pozo G.A.V.M.	= 100.00 L.P.S.
Longitud entre Pozos G.A.V.M. Interconexión Pozo Matzi	= 1,460.00 m.
Pérdidas menores:	= 10.00 % $h_f$
Coefficiente de rugosidad $n$	= 0.010 (para tubo A-C)

Utilizando la fórmula de continuidad:  $Q = VA$

Donde:  $Q = 100.00$  L.P.S. (El gasto adicional necesario de 148.45 L.P.S., que proporcionará el Pozo por construir en esta etapa de saturación, se conectará en el punto de interconexión del Pozo Matzi con la línea de conducción).

$V = 1.20$  m/seg. (supuesta).

$A =$  Area de la sección transversal del tubo en  $m^2$

Despejando:

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{0.100}{1.20} = 0.0833 \text{ m}^2$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.1416 d^2}{4} = 0.7854 d^2$$

Igualando y despejando  $d$ :  $0.7854 d^2 = 0.0833 \text{ m}^2$

$$d = \sqrt{\frac{0.0833}{0.7854}} = 0.3256 \text{ m.}$$

$$d = 0.3256 \text{ m.} \times \frac{1 \text{ pulg}}{0.0254 \text{ m.}} = 12.82'' \approx 12 \frac{3}{4}''$$

Por lo que los diámetros comerciales inmediatos por analizar serán:

d Inmediato inferior	= 10" (250 mm.)
d Inmediato	= 12" (300 mm.)
d Inmediato superior	= 14" (350 mm.)

Con éstos diámetros se procede a tabular la tabla siguiente, con el objeto de obtener el diámetro más económico en la línea de conducción.

Además; para cada diámetro se determinará:

<ul style="list-style-type: none"><li>• La elevación piezométrica, Pozo G.A.V.M.:</li><li>• La carga en el Pozo G.A.V.M.:</li><li>• La carga de bombeo en el Pozo G.A.V.M.:</li></ul> <p>En este caso:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Desnivel topográfico Pozo Matzi:</li></ul>	<p>E.P. = Elevación piezométrica Pozo Matzi + h f t</p> <p>C.P. = E.P. - Nivel del Pozo G.A.V.M.</p> <p>H = ND + C.P.</p> <p>D<sub>t</sub> = Elevación piezométrica en Pozo Matzi -el Nivel de terreno Pozo G.A.V.M.</p>
---	--

**CALCULO DEL DIAMETRO MAS ECONOMICO EN LINEAS DE CONDUCCION (BOMBEO)**

- ETAPA DE SATURACION -

OBRA: ECATEPEC "ZONA NORTE"	CALCULO: VICENTE MARTINEZ LOPEZ	FECHA:
TRAMO: POZO GAVM-INTERCONEXION POZO MATZI	REVISO:	FECHA:

(TUBERIA A-C)

DIAM.	NOM.	AREA en m <sup>2</sup>	GASTO	VELOCIDAD	LONG. LINEA		COEF. FRICCION MANNING	CONSTANTE DE MANNING	PERDIDA FRICCION	10% hf	hf = hf + % hf	h = Dt + ND	H = h + hf	76 η	HP = QH
m.m.	pulg.	(A)	En m <sup>3</sup> /seg. (Q)	En m/s (V)	En m. (L)	(Q <sup>2</sup> )	η	(K)	hf = LQ <sup>2</sup> K	Otras pérdidas				η = 79%	(1) Q = L.P.S
250	10	0.051	0.100	1.96	1460.00	0.010	0.01	1.54	22.48	2.25	24.73	141.67	166.40	60.04	277.15
300	12	0.073	0.100	1.37	1460.00	0.010	0.01	0.58350	8.52	0.85	9.37	141.67	151.04	60.04	251.57
350	14	0.099	0.100	1.01	1460.00	0.010	0.01	0.25432	3.71	0.37	4.08	141.67	145.75	60.04	242.75

**G O L P E D E A R I E T E**

Presión de trabajo de la tubería Kg/cm <sup>2</sup>	Diám. Nom. En cm. (d)	Espesor pared de tubo En cm. (e)	Velocidad En m/seg. (v)	145 V	E <sub>d</sub>	E <sub>t</sub>	E <sub>d</sub> /E <sub>t</sub>	1 + E <sub>d</sub> /E <sub>t</sub>	$\sqrt{1 + \frac{E_d}{E_t}}$	Sobrepresión m. h = 145 V / $\sqrt{1 + \frac{E_d}{E_t}}$	Sobrepresión absorbida por válvula R.P.=80% h	Sobrepresión absorbida por tubería 20% h.	Carga Normal de operación (En m.) = D <sub>t</sub> + h <sub>ii</sub>	Presión total = 20% h + carga normal de operación
14	25.40	2.85	1.96	284.20	525018.00	934800.00	0.56164	1.56164	1.2496	227.43	181.94	45.49	98.82	144.31
14	30.48	3.40	1.37	198.65	630021.60	1115200.00	0.56494	1.56494	1.2509	158.81	127.05	31.76	83.46	115.22
14	35.56	4.00	1.01	146.45	735020.20	1312000.00	0.56023	1.56023	1.2491	117.24	94.79	23.70	78.17	101.87

V = Velocidad inicial del agua (m/seg.) - E<sub>d</sub> = Módulo de elasticidad del agua (20,670 km/cm<sup>2</sup>) - E<sub>t</sub> = Módulo de elasticidad de las paredes del tubo (para asbesto cemento = 328,000, para acero = 2,100,000 Kg/cm<sup>2</sup>).

CONCEPTO	Diámetro = 250 mm (10") Clase A-14				Diámetro = 300 mm (12") Clase A-14				Diámetro = 350 mm (14") Clase A-14			
	CANTIDAD	UNID.	P.U.	IMPORTE \$	CANTIDAD	UNID.	P.U.	IMPORTE \$	CANTIDAD	UNID.	P.U.	IMPORTE \$
Excav. Mat. clase A (50%)	0.48	m <sup>3</sup>	6.29	3.019	0.53	m <sup>3</sup>	6.29	3.334	0.59	m <sup>3</sup>	6.29	3.711
Excav. Mat. clase B (30%)	0.29	m <sup>3</sup>	36.76	10.660	0.32	m <sup>3</sup>	36.76	11.763	0.35	m <sup>3</sup>	36.76	12.866
Excav. Mat. clase C (20%)	0.19	m <sup>3</sup>	171.72	32.627	0.21	m <sup>3</sup>	171.72	36.061	0.23	m <sup>3</sup>	171.72	39.496
Plantilla apisonada	0.08	m <sup>3</sup>	47.20	3.776	0.085	m <sup>3</sup>	47.20	4.012	0.09	m <sup>3</sup>	47.20	4.248
Inst. junteo y prueba tubería	1.00	m	13.65	13.650	1.00	m	16.38	16.380	1.00	m	19.11	19.110
Relleno compactado	0.19	m <sup>3</sup>	53.74	10.211	0.21	m <sup>3</sup>	53.74	11.285	0.23	m <sup>3</sup>	53.74	12.360
Relleno a volteo	0.69	m <sup>3</sup>	4.48	3.091	0.765	m <sup>3</sup>	4.48	3.427	0.85	m <sup>3</sup>	4.48	3.808
Atraques de concreto f'c=150 (6)	0.00029	m <sup>3</sup>	305.98	0.089	0.00036	m <sup>3</sup>	305.98	0.110	0.00043	m <sup>3</sup>	305.98	0.1316
Costo de Tubería	1.00	m	218.17	218.170	1.00	m	261.81	261.81	1.00	m	305.45	305.450
Acarreo en camión 1er.km.	0.19	m <sup>3</sup>	9.59	1.822	0.21	m <sup>3</sup>	9.59	2.014	0.23	m <sup>3</sup>	9.59	2.206
Acarreo en camión kms.subsec.	0.95	m <sup>3</sup> /km	1.23	1.168	1.05	m <sup>3</sup> /km	1.23	1.292	1.15	m <sup>3</sup> /km	1.23	1.415
Costo total de conducción (5)	LT=1,460.00 m		COSTO POR M=	298.283		COSTO POR M=	351.488		COSTO POR M=	404.802		
			N \$	435,493.18		N \$	513,172.48		N \$	591,010.92		

**RESUMEN**

PRESION DE TRABAJO TUBERIA Kg/Cm <sup>2</sup>	Diámetro -Nominal		H.P.	K.W.h.	Costo por hora bombeo \$	Carga anual de bombeo \$	Costo total de conducción	Carga anual de amortización (conducción) (15 años al 2.114% anual)	Costo anual de bombeo para operación de 365 días
	mm.	pulg.							
14	250	10	277.15	206.67	60.33	528,490.80	435,493.18	34,183.86	562,674.66
14	300	12	251.57	187.60	54.77	479,785.52	513,172.48	40,281.27	520,066.79
14	350	14	242.75	181.02	52.85	462,966.00	591,010.92	46,391.17	509,357.17
Costo del K.W.h. = \$ 0.29193			(2) = (1) x 0.7457	(3) = (2) x \$	(4) = (3) x 8760	(6) = (5) x anualidad	(7) = (4) + (6)		

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

Cargo Fijo = \$ 42.15657/mes x 1 mes = 0.05855 /hr

720 hrs

Costo del kw.hr. = \$ 0.29193

a = 0.0784946

Consumo = \$ 0.23338/Kw - hr.

**12.1.6 ). CALCULO HIDRAULICO:**

**TRAMO POZO MATZI - LINEA DE INTERCONEXION  
(METODO MECANICO, ETAPA DE SATURACION).**

**BOMBEO:**

Nivel del Pozo Matzi	= 2,240.84 M.S.N.M.
Nivel del Pozo Interconexión	= 2,301.00 M.S.N.M
Nivel del Pozo Matzi	= 118.68 m.
GT del Pozo Matzi	= 65.00 L.P.S.
Longitud del Pozo Matzi - Pozo Interconexión	= 50.00 m
Pérdida de carga	= 10.00 % h <sub>t</sub>
Coeficiente de fricción	= 0.010 (para tubo A-C)

Utilizando la fórmula de continuidad:  $Q = VA$

Donde:  $Q = 65.00$  L.P.S.  
 $V = 1.20$  m/seg (supuesta)  
 $A =$  Area de la sección transversal del tubo en m<sup>2</sup>

Despejando:  
 $A = \frac{Q}{V} = \frac{0.065 \text{ m}^3}{1.20 \text{ m/seg.}} = 0.05416 \text{ m}^2$

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.1416 d^2}{4} = 0.7854 d^2$$

Igualando y despejando d:  $0.7854 d^2 = 0.05416 \text{ m}^2$

$$d = \sqrt{\frac{0.05416}{0.7854}} = 0.2626 \text{ m}$$

Capítulo 4

$$d = 0.2626 \text{ m.} \times \frac{1 \text{ pulg.}}{0.0254 \text{ m.}} = 10.33" \approx 10 \frac{1}{3}"$$

Por lo que los diámetros comerciales inmediatos por analizar serán:

d	Inmediato inferior	= 8" (200 mm.)
d	Inmediato	= 10" (250 mm.)
d	Inmediato superior	= 12" (300 mm.)

Con éstos diámetros se procede a tabular la tabla siguiente, con el objeto de obtener el diámetro más económico en la línea de conducción.

Además; para cada diámetro se determinará:

<ul style="list-style-type: none"><li>• La elevación piezométrica, Pozo Matzi:</li><li>• La carga en el Pozo Matzi:</li><li>• La carga de bombeo en el Pozo Matzi:</li><li>• El Desnivel Topográfico:</li></ul>	<p>E.P. = Nivel de descarga, + h f t C.P. = E.P. - Nivel del Pozo Matzi.</p> <p>H = ND + C.P. ND = Nivel dinámico del Pozo Matzi. D<sub>t</sub> = Elevación de descarga tanque "La Joya II" - Nivel de terreno del Pozo Matzi.</p>
---	--

**CALCULO DEL DIAMETRO MAS ECONOMICO EN LINEAS DE CONDUCCION (REBOMBEO)**  
- ETAPA DE SATURACION -

OBRA: ECATEPEC "ZONA NORTE"	CALCULO: VICENTE MARTINEZ LOPEZ	FECHA:
TRAMO: POZO MATZI - LINEA DE INTERCONEXION	REVISO:	FECHA:

(TUBERIA A-C)

DIAM.	NOM.	AREA en m <sup>2</sup>	GASTO	VELOCIDAD	LONG LINEA		COEF. FRICCION	CONSTANTE DE	PERDIDA FRICCION	10% hf	hf = hf + %hf	h = Dt + ND	H = h + hf	76 η	HP=QH
m.m.	pulg.	(A)	En m <sup>3</sup> /seg. (Q)	En m/s (V)	En m. (L)	(Q <sup>2</sup> )	η	(K)	hf = LQ <sup>2</sup> /K En m.	Otras pérdidas				η = 81%	(1) Q = L.P.S.
200	8	0.032	0.065	2.03	50.00	0.004	0.01	5.07	1.014	0.10	1.114	178.84	179.95	61.56	190.00
250	10	0.051	0.065	1.27	50.00	0.004	0.01	1.54	0.308	0.03	0.338	178.84	179.18	61.56	189.19
300	12	0.073	0.065	0.89	50.00	0.004	0.01	0.5835	0.117	0.01	0.127	178.84	178.97	61.56	188.97

**GOLPE DE ARIETE**

Presión de trabajo de la tubería Kg/cm <sup>2</sup>	Diám. Nom. En cm. (d)	Espesor pared de tubo En cm. (e)	Velocidad En m/seg. (v)	145 V	Ea d	Ete	Ea d Ete	1 + Ea d Ete	$\sqrt{1 + \frac{Ea d}{Ete}}$	Sobrepresión m h = $\frac{145 V}{\sqrt{1 + \frac{Ea d}{Ete}}}$	Sobrepresión absorbida por válvula R.P.=80% h	Sobrepresión absorbida por tubería 20% h.	Carga Normal de operación (En m.) = D <sub>t</sub> + h <sub>n</sub>	Presión total = 20% h + carga normal de operación
14	20.32	2.50	2.03	294.35	420,014.40	820,000.00	0.51221	1.51221	1.22972	239.36	191.49	47.87	61.27	109.14
10	25.40	2.10	1.27	184.15	525,018.00	688,800.00	0.76222	1.76222	1.32749	138.72	110.98	27.74	60.50	88.24
10	30.48	2.50	0.89	129.05	630,021.60	820,000.00	0.76832	1.76832	1.32978	97.05	77.64	19.41	60.29	79.70

V = Velocidad inicial del agua (m/seg.) - Ea = Módulo de elasticidad del agua (20,670 km/cm<sup>2</sup>) - Et = Módulo de elasticidad de las paredes del tubo (para asbesto cemento = 328,000, para acero = 2,100,000 Kg/cm<sup>2</sup>).

CONCEPTO	Diámetro = 200 mm (8") Clase A-14				Diámetro = 250 mm (10") Clase A-10				Diámetro = 300 mm (12") Clase A-10			
	CANTIDAD	UNID.	P.U.	IMPORTE \$	CANTIDAD	UNID.	P.U.	IMPORTE \$	CANTIDAD	UNID.	P.U.	IMPORTE \$
Excav. Mat. clase A (50%)	0.43	m <sup>3</sup>	6.29	2.705	0.48	m <sup>3</sup>	6.29	3.019	0.53	m <sup>3</sup>	6.29	3.334
Excav. Mat. clase B (50%)	0.43	m <sup>3</sup>	36.76	15.807	0.48	m <sup>3</sup>	36.76	17.645	0.53	m <sup>3</sup>	36.76	19.483
Excav. Mat. clase C	--	m <sup>3</sup>	--	--	--	m <sup>3</sup>	--	--	--	m <sup>3</sup>	--	--
Plantilla apisonada	0.075	m <sup>3</sup>	47.20	3.540	0.08	m <sup>3</sup>	47.20	3.776	0.085	m <sup>3</sup>	47.20	4.012
Inst.junteeo y prueba tubería	1.00	m	12.06	12.060	1.00	m	10.28	10.280	1.00	m	12.34	12.340
Relleno compactado	--	m <sup>3</sup>	--	--	--	m <sup>3</sup>	--	--	--	m <sup>3</sup>	--	--
Relleno a volteo	0.785	m <sup>3</sup>	4.48	3.517	0.88	m <sup>3</sup>	4.48	3.942	0.975	m <sup>3</sup>	4.48	4.368
Atraques de concreto f'c=150 (1)	0.0011	m <sup>3</sup>	305.98	0.337	0.0014	m <sup>3</sup>	305.98	0.428	0.0017	m <sup>3</sup>	305.98	0.520
Costo de Tubería	1.00	m	119.00	119.000	1.00	m	153.01	153.010	1.00	m	183.61	183.610
Acarreo en camión 1er.km.	--	m <sup>3</sup>	--	--	--	m <sup>3</sup>	--	--	--	m <sup>3</sup>	--	--
Acarreo en camión kms.subsec.	--	m <sup>3</sup> /km	--	--	--	m <sup>3</sup> /km	--	--	--	m <sup>3</sup> /km	--	--
Costo total de conducción (5)	LT= 50.00 m		COSTO POR M= N \$	156.966		COSTO POR M= N \$	192.100		COSTO POR M= N \$		227.667	
				7,848.30			9,605.00				11,383.35	

**RESUMEN**

PRESIÓN DE TRABAJO TUBERIA Kg/Cm <sup>2</sup>	Diámetro -Nominal		H.P.	K.W.h.	Costo por hora bombeo \$	Carga anual de bombeo \$	Costo total de conducción	Carga anual de amortización (conducción) (15 años al 2.114% anual)	Costo anual de bombeo para operación de 365 días
	mm.	pulg.							
14	200	8	190.00	141.68	41.36	362,313.60	7,848.30	616.05	362,929.65
10	250	10	189.19	141.08	41.19	360,824.40	9,605.00	753.94	361,578.34
10	300	12	188.97	140.91	41.14	360,386.40	11,383.35	893.53	361,127.93
Costo del K. W. h. = \$ 0.29193			(2) = (1) x 0.7457	(3) = (2) x \$	(4) = (3) x 8760	(6) = (5) x anualidad	(7) = (4) + (6)		

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

Carga Fijo = \$ 42.15657/mes x 1 mes = 0.05855 Air

720 hrs

Costo del kw-hr. = \$ 0.29193

a = 0.0784946

Consumo = \$ 0.23338/Kw.-hr.

**12.1.7 ). CALCULO HIDRAULICO:**

**TRAMO TANQUES "LA JOYA II" - "LA JOYA I"  
(METODO MECANICO, ETAPA DE SATURACION).**

**REBOMBEO:**

Nivel del agua en el tanque "La Joya II"	= 2,360.13 m.
Nivel del agua en el tanque "La Joya I"	= 2,295.00
Cota del bombeo	= 2,295.00 M.S.N.M.
Grav. del bombeo	= 53.50 L.P.S. (Q máx. d) (Dato del tema de regularización)
Longitud del tubo	= 710 m
Pérdida de carga	= 10.00 % h <sub>r</sub>
Coefficiente de fricción	= 0.010 (para tubo A-C)

Utilizando la fórmula de continuidad:  $Q = VA$

Donde:  $Q = 53.50$  L.P.S.  
 $V = 1.20$  m/seg (supuesta)  
 $A =$  Area de la sección transversal del tubo en m<sup>2</sup>

Despejando:  
 $A = \frac{Q}{V} = \frac{0.0535}{1.20} = 0.04458 \text{ m}^2$   
 $A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.1416 d^2}{4} = 0.7854 d^2$

Igualando y despejando d:  $0.7854 d^2 = 0.04458 \text{ m}^2$

$$d = \sqrt{\frac{0.04458}{0.7854}} = 0.23825 \text{ m}$$

Capítulo 4

---

$$d = 0.23825 \text{ m.} \times \frac{1 \text{ pulg.}}{0.0254 \text{ m.}} = 9.38" \approx 9 \frac{1}{2}"$$

Por lo que los diámetros comerciales inmediatos por analizar serán:

d	Inmediato inferior	= 10" (250 mm.)
d	Inmediato	= 8" (200 mm.)
d	Inmediato superior	= 6" (150 mm.)

Con éstos diámetros se procede a tabular la tabla siguiente, con el objeto de obtener el diámetro más económico en la línea de conducción.

Además; para cada diámetro se determinará:

<ul style="list-style-type: none"><li>• La elevación piezométrica, Planta de Rebombeco "La Joya II":</li><li>• La carga en la Planta de Rebombeco "La Joya II":</li></ul> <p>En este caso:</p>	<p>E.P. = Nivel de descarga, Tanque "La Joya I" + h f t</p> <p>C.P. = E.P. - Cota de Bombeo.</p> <p><math>D_t</math> = Nivel de descarga Tanque "La Joya I" - Cota de Bombeo.</p> <p>ND = Nivel Dinámico.</p>
--	---

**CALCULO DEL DIAMETRO MAS ECONOMICO EN LINEAS DE CONDUCCION (REBOMBEO)  
- ETAPA DE SATURACION -**

OBRA: ECATEPEC "ZONA NORTE"	CALCULO: VICENTE MARTINEZ LOPEZ	FECHA:
TRAMO: TANQUE "LA JOYA II"-TANQUE "LA JOYA I"	REVISO:	FECHA:

(TUBERIA A-C)

DIAM.	NOM.	AREA en m <sup>2</sup>	GASTO	VELOCIDAD	LONG. LINEA		COEF. FRICCIÓN MANNING	CONSTANTE DE MANNING (K)	PERDIDA FRICCIÓN hf = LQ <sup>2</sup> /K	10% hf Otras pérdidas	hf = hf + ahf	h = Dt + ND	H = h + hf	76 η η = 81%	HP = QH / 76 η (1) Q = L.P.S.
m.m.	pulg.	(A)	En m <sup>3</sup> /seg. (Q)	En m/s (V)	(L)	(Q <sup>2</sup> )	η	(K)	En m.						
250	10	0.051	0.0535	1.05	710.00	0.0028	0.01	1.54	3.06	0.306	3.366	59.64	63.00	61.56	54.75
200	8	0.032	0.0535	1.67	710.00	0.0028	0.01	5.07	10.08	1.00	11.088	59.64	70.73	61.56	61.47
150	6	0.018	0.0535	2.97	710.00	0.0028	0.01	23.79	47.29	4.72	52.015	59.64	111.66	61.56	97.04

**G O L P E D E A R I E T E**

Presión de trabajo de la tubería Kg/cm <sup>2</sup>	Diám. Nom. En cm. (d)	Espesor pared de tubo En cm. (e)	Velocidad En m/seg. (v)	145 V	E <sub>ad</sub>	E <sub>te</sub>	E <sub>ad</sub> / E <sub>te</sub>	1 + E <sub>ad</sub> / E <sub>te</sub>	$\sqrt{1 + E_{ad} / E_{te}}$	Sobrepresión m. h = 145 V / $\sqrt{1 + E_{ad} / E_{te}}$	Sobrepresión absorbida por válvula R.P. = 80% h	Sobrepresión absorbida por tubería 20 % h.	Carga Normal de operación (En m.) = D <sub>t</sub> + h <sub>ft</sub>	Presión total = 20% h + carga normal de operación
10	25.40	2.10	1.05	152.25	525,018.00	688,800.00	0.76222	1.76222	1.32748	114.69	91.75	22.94	62.30	85.24
14	20.32	2.50	1.67	242.15	420,014.40	820,000.00	0.51221	1.51221	1.22972	196.91	157.53	39.38	70.02	109.40
14	15.24	2.10	2.97	430.65	315,010.80	688,800.00	0.45733	1.45733	1.20720	356.73	285.38	71.35	110.95	182.30

V = Velocidad inicial del agua (m/seg.) - E<sub>a</sub> = Módulo de elasticidad del agua (20,670 km/cm<sup>2</sup>) - E<sub>t</sub> = Módulo de elasticidad de las paredes del tubo (para asbesto cemento = 328,000, para acero = 2,100,000 Kg/cm<sup>2</sup>).

CONCEPTO	Diámetro = 250 mm (10") Clase A-10				Diámetro = 200 mm (8") Clase A-14				Diámetro = 150 mm (6") Clase A-14			
	CANTIDAD	UNID.	P.U.	IMPORTE \$	CANTIDAD	UNID.	P.U.	IMPORTE \$	CANTIDAD	UNID.	P.U.	IMPORTE \$
Excav. Mat. clase A (30%)	0.29	m <sup>3</sup>	6.29	1.824	0.26	m <sup>3</sup>	6.29	1.635	0.23	m <sup>3</sup>	6.29	1.447
Excav. Mat. clase B (40%)	0.38	m <sup>3</sup>	36.76	13.969	0.34	m <sup>3</sup>	36.76	12.498	0.31	m <sup>3</sup>	36.76	11.396
Excav. Mat. clase C (30%)	0.29	m <sup>3</sup>	171.72	49.799	0.26	m <sup>3</sup>	171.72	44.647	0.23	m <sup>3</sup>	171.72	39.496
Plantilla apisonada	0.08	m <sup>3</sup>	47.20	3.776	0.075	m <sup>3</sup>	47.20	3.54	0.07	m <sup>3</sup>	47.20	3.304
Inst. junteo y prueba tubería	1.00	m	10.85	10.85	1.00	m	10.92	10.92	1.00	m	8.19	8.19
Relleno compactado	0.29	m <sup>3</sup>	53.74	15.585	0.26	m <sup>3</sup>	53.74	13.972	0.23	m <sup>3</sup>	53.74	12.360
Relleno a volteo	0.59	m <sup>3</sup>	4.48	2.643	0.525	m <sup>3</sup>	4.48	2.352	0.47	m <sup>3</sup>	4.48	2.106
Atraques de concreto f'c=150 (10)	0.00098	m <sup>3</sup>	305.98	0.300	0.00077	m <sup>3</sup>	305.98	0.236	0.00051	m <sup>3</sup>	305.98	0.156
Costo de Tubería	1.00	m	241.79	241.79	1.00	m	174.54	174.54	1.00	m	130.91	130.91
Acarreo en camión 1er.km.	0.29	m <sup>3</sup>	9.59	2.781	0.26	m <sup>3</sup>	9.59	2.493	0.23	m <sup>3</sup>	9.59	2.206
Acarreo en camión kms.subsec.	1.45	m <sup>3</sup> /km	1.23	1.784	1.30	m <sup>3</sup> /km	1.23	1.599	1.15	m <sup>3</sup> /km	1.23	1.415
Costo total de conducción (5)	LT= 710.00 m		COSTO POR M= 345.101 N \$ 245,021.71		COSTO POR M= 268.432 N \$ 190,586.72		COSTO POR M= 212.986 N \$ 151,220.06					

**R E S U M E N**

PRESIÓN DE TRABAJO TUBERIA Kg/cm <sup>2</sup>	Diámetro -Nominal		H.P.	K.W.h.	Costo por hora bombeo \$	Carga anual de bombeo \$	Costo total de conducción	Carga anual de amortización (conducción) (15 años al 2.114% anual)	Costo anual de bombeo para operación de 365 días
	mm.	pulg.							
10	250	10	54.75	40.83	11.92	104,419.20	245,021.71	19,232.88	123,652.08
14	200	8	61.47	45.84	13.38	117,208.80	190,586.72	14,960.03	132,168.83
14	150	6	97.04	72.36	21.12	185,011.20	151,220.06	11,869.96	196,881.16
Costo del K. W. h. = \$ 0.29193			(2) = (1) x 0.7457	(3) = (2) x \$	(4) = (3) x 8760	(6) = (5) x anualidad	(7) = (4) + (6)		

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

Cargo Fijo = \$ 42.15657/mes x 1 mes = 0.05855 /hr

720 hrs

Costo del kw/hr. = \$ 0.29193

a = 0.0784946

Consumo = \$ 0.23338/Kw -hr.

## 12.2 CONDUCCION POR GRAVEDAD.

### 12.2.1 CALCULO HIDRAULICO, TRAMO TANQUES: "LA JOYA I" - "EL TEJOCOTE". (Etapa de Saturación)

Conducción por gravedad:	
Cota de Plantilla Tanque "La Joya I"	= 2,358.00 m.
Cota de Plantilla Tanque "El Tejocote"	= 2,334.00 m.
Longitud entre tanques "La Joya I" - "El Tejocote"	= 803.16 m.
Gasto por gravedad	= 41.14 l.p.s. ( Qmax.d) (Dato del tema de regularización)
Coefficiente de rugosidad n	= 0.010 (tubería de A-C)
Tirante del tanque "El tejocote"	= 2.50 m.

a) Cálculo del diámetro teórico que agota todo el desnivel disponible.

$$D = \frac{(3.21 Qn)^{3/8}}{S^{1/2}}$$

$$S = \frac{H}{L} = \frac{2,358.00 - 2,334.00}{803.16} = \frac{24.00}{803.16}$$

$$S = 0.0299$$

$$D = \frac{[(3.21(0.04114)(0.010)]^{3/8}}{(0.0299)^{1/2}} = 0.1607 \text{ m.}$$

$$D = 0.1607 \text{ m} \times \frac{1 \text{ pulg.}}{0.0254 \text{ m}} = 6.33''$$

Tomando los diámetros comerciales inmediatamente superior e inferior.

$$\begin{aligned} \text{Diámetro inmediato Superior} &= 200 \text{ mm. (8")} \\ \text{Diámetro inmediato Inferior} &= 150 \text{ mm. (6")} \end{aligned}$$

b) Longitud necesaria para cada diámetro.  $K = \frac{10.3 n^2}{d^{16/3}}$

$$k_8 = \frac{10.3 (0.01)^2}{(0.2032)^{16/3}} = 5.05720$$

$$k_6 = \frac{10.3 (0.01)^2}{(0.1514)^{16/3}} = 23.45582$$

Si:

$$L_1 = \frac{H - k_2 L Q^2}{Q^2 (k_1 \cdot k_2)}$$

$$L_2 = \frac{H - k_1 L Q^2}{Q^2 (k_2 \cdot k_1)}$$

Entonces:

$$L_8 = \frac{24 - (23.45582) (803.16) (0.04114)^2}{(0.04114)^2 (5.05720 \cdot 23.45582)}$$

$$L_8 = \frac{24 - 31.8846}{-0.031139} = 253.20 \text{ m.}$$

$$L_6 = \frac{24 - (5.05720) (803.16) (0.04114)^2}{(0.04114)^2 (23.45582 - 5.05720)}$$

$$L_6 = \frac{24 - 6.87449}{0.031139} = 549.96 \text{ m.}$$

La tubería que se requiere es:

De 200 mm. (8") de diámetro 253.20 m.

De 150 mm. (6") de diámetro 549.96 m.

$$L_T = 253.20 + 549.96 = 803.16 \text{ m.}$$

Capítulo 4

c) Cálculo de las pérdidas por fricción en cada tramo de tubería.  
(con esto se determina el curso de la línea piezométrica):

$$h_f = K L Q^2$$

$$h_{f8} = (5.05720) (253.20) (0.04114)^2 = 2.167 \text{ m.}$$

$$h_{f6} = (23.45582) (549.96) (0.04114)^2 = 21.833 \text{ m.}$$

$$h_{fT} = h_{f8} + h_{f6} = 2.167 + 21.833 = 24.00 \text{ m.}$$

**NOTA: Ver croquis de " Comportamiento Teórico " al final del Capítulo. (Fig. No.3)**

d) Cálculo de pendientes.

$$S = \frac{h}{L}$$

$$S_8 = \frac{h_{f8}}{L_8} = \frac{2.167}{253.20} = 0.008558$$

$$S_6 = \frac{h_{f6}}{L_6} = \frac{21.833}{549.96} = 0.039699$$

e) Cálculo de resistencia de la tubería.

Carga total de operación (H).  $H = \text{Niv. Piez.} - \text{Niv. Terr.} + h_f + 10 \% h_f$

Donde:

H = Carga total en m.

$h_f$  = Pérdidas de carga por fricción en m.

10 %  $h_f$  = Pérdidas menores.

Carga de operación para  $L_8$  :

Niv. Piez. = 2,358.35 (Ver plano de perfil correspondiente. Plano No. LI1 de LI1).

Niv. Terreno = 2,343.30

$h_{f8} = 2.167 \text{ m.}$

10 %  $h_{f8} = 0.21 \text{ m.}$

$$H = 2,358.35 - 2,343.30 + 2.167 + 0.216 = 17.436 \text{ m.}$$

Esta carga la resiste la tubería de 8" de diámetro, A-C. Tipo A-5, (50 m.c.a.); pero como en líneas de conducción la mínima resistencia recomendable es la tipo A-7, la dejamos con esta resistencia.

Carga de operación para  $L_6$  :

$$\text{Niv. Piez.} = 2,336.50$$

$$\text{Niv. Terreno} = 2,334.00$$

$$h_{f6} = 21.833 \text{ m.}$$

$$10\% h_{f6} = 2.183 \text{ m.}$$

$$H = 2,336.50 - 2,334.00 + 21.833 + 2.183 = 26.516 \text{ m.}$$

En este caso también la tubería mínima recomendable deberá ser de 6" de diámetro, A-C, tipo A-7.

Nota Para determinar la longitud y tipo de tubería real a emplear en toda la línea de conducción nos basamos en estos cálculos teóricos y el perfil real de la misma (Ver planos de perfil correspondiente)

LINEA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD.

"COMPORTAMIENTO TEORICO"

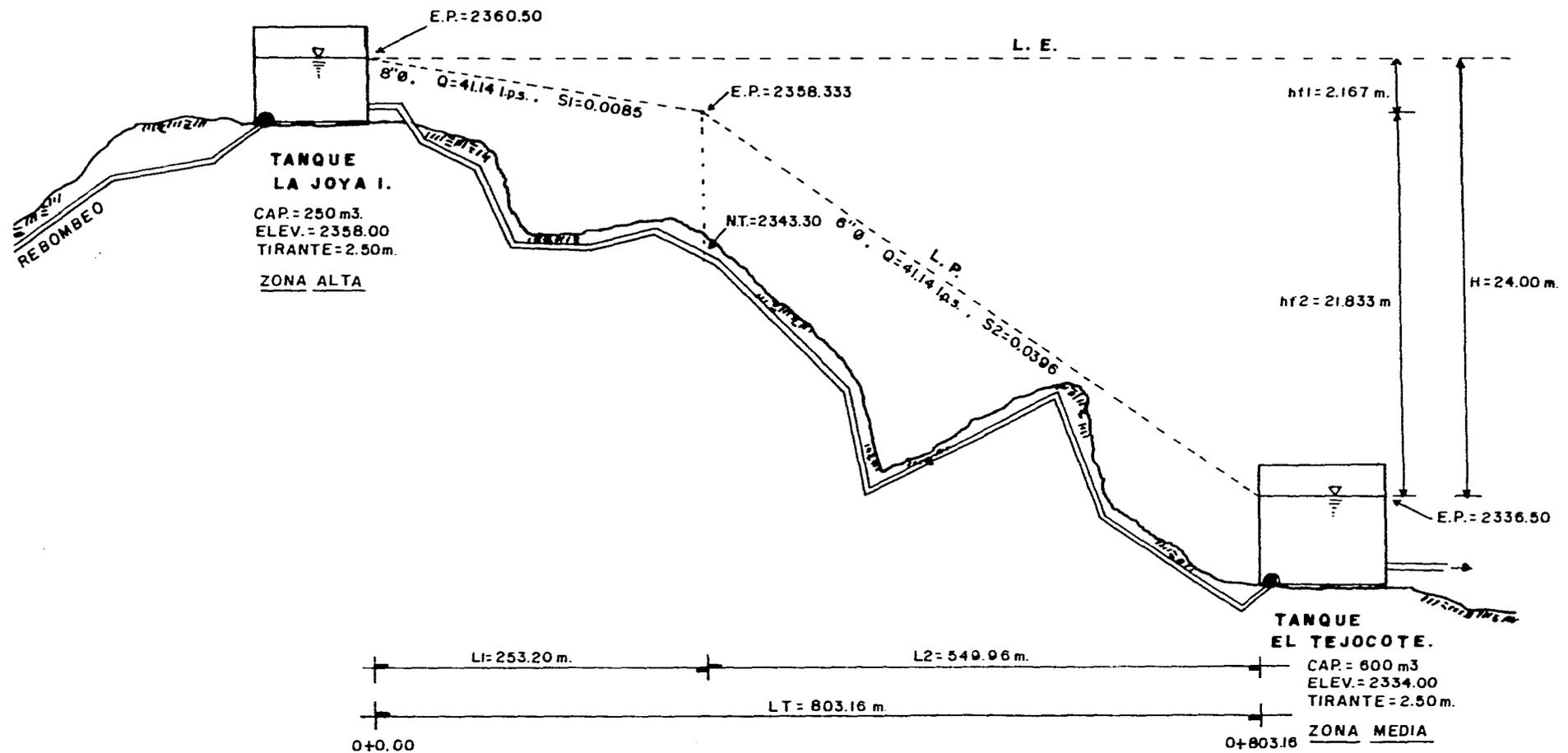


FIGURA No. 3

**12.2.2 OTRA FORMA DE CALCULO HIDRAULICO, TRAMO TANQUES: "LA JOYA I"  
- "EL TEJOCOTE". PARA LIBRAR EL PUNTO MAS ALTO DEL PERFIL CON  
TUBERIA DE 10" DE DIAMETRO.**

Desnivel Topográfico = 2,358.00 - 2,334.00 = 24.00 m.

Punto más alto del perfil = 2,354.62

Cadenamiento hasta donde llegará la tubería de 10" de diámetro = Km. 0+710.00

Cadenamiento de 6" de diámetro = 0 + 710.00 al 0 + 803.15

Para 250 mm. (10") de diámetro:

$$h_f = K L Q^2 = (1.54) (710) (0.04114)^2 = 1.85 \text{ m.}$$

$$10 \% h_f = 0.10 (1.85) = 0.185 \text{ m.}$$

$$h_{\pi} = 1.85 + 0.185 = 2.04 \text{ m.}$$

Para 150 mm. (6") de diámetro:

$$h_f = K L Q^2 = (23.79) (93.15) (0.04114)^2 = 3.75 \text{ m.}$$

$$10 \% h_f = 0.10 (3.75) = 0.375 \text{ m.}$$

$$h_{\pi} = 3.75 + 0.37 = 4.13 \text{ m.}$$

$$\Sigma h_{\pi} = 2.04 + 4.13 = 6.17 \text{ m.}$$

Entonces:

La carga disponible a la entrada del tanque "El Tejocote", es = 24.00 - 6.17 = 17.83 metros.

Esta carga deberá disiparse con un plato con orificio concentrico de 2" de diámetro. Ver Tabla No. 3

**ELECCION DEL TIPO DE TUBERIA A EMPLEAR:**

La mayor carga disponible en el perfil (plano No. LI1 de LI1), para el diámetro de 10" es de 24.44 m., por lo que la tubería a emplear será tipo A-5; pero como lo recomendable en línea de conducción es emplear mínimo A-7:

∴ Entonces la tubería será: 250 mm. (10") de diámetro de A-C, tipo A-7.

Para el diámetro 6", la carga disponible es de 17.83 m., por lo que el tipo de tubería que se empleará será también tipo A-7:

∴ Entonces la tubería también será: 150 mm. (6") de diámetro de A-C, tipo A-7.

### 13. CALCULO DE EQUIPO DE BOMBEO.

#### 13.1 POZO MATZI.

- a) Datos de selección:  
 $Q = 65$  l.p.s.  
 $ND = 118.68$  m.
- b) Longitud de columna.  
 $L. col. = ND + 3$  tramos de columna (Recomendable de campo).  
 $1$  tramo de columna  $= 10' = 3.05$  m.  
 $L. col. = 118.68 + 3 \times 3.05 = 127.83$  m.  
Como 42 tramos de columna  $= 128.10$  m.  
 $L. col. = 128.10$  m.
- c) Carga dinámica total.  
 $h_f = 2.92$  m. (Pérdidas por conducción del método mecánico).  
 $D_t = 60.16$  m. (Desnivel topográfico entre el nivel de descarga y el brocal del pozo).  
 $3\% (L. col. + h_f) = 0.03 (131.02) = 3.93$  m.

$$CDT = L. col. + h_f + 3\% (L. col. + h_f) + D_t$$

$$CDT = 128.10 + 2.92 + 3.93 + 60.16 = 195.11 \text{ m.}$$

$$CDT = 639.70 \text{ pies.}$$

- d) Cálculo tentativo de la bomba.

$$Q = 65.00 \text{ l.p.s.} \times 15.85 \frac{\text{G.P.M.}}{\text{L.P.S.}} = 1,030.25 \text{ G.P.M.}$$
$$\approx 1,030 \text{ G.P.M.}$$

Entrando a la gráfica de la bomba que mayor eficiencia nos proporciona con un  $Q = 1030$  G.P.M.; La bomba seleccionada será:

Capítulo 4

MARCA:	OCELCO
MODELO DE TAZON:	12CC.
	A 1,770 R.P.M.
DIAMETRO DE LA FLECHA:	1 11/16"
	$\eta = 83 \%$
DIAMETRO DE IMPULSOR:	9"
No. DE GRAFICA:	EC-1058.
CARGA / TAZON O PASO	= 57 PIES.

$$\begin{aligned} \text{No. DE TAZONES:} &= \frac{\text{CDT}}{\text{C/TAZON}} = \frac{639.70'}{57'} \\ &= 11.22 \approx 12 \text{ PASOS (O TAZONES)} \end{aligned}$$

$$\text{CARGA REAL / TAZON:} = \frac{639.70'}{12} = 53.31 \text{ PIES.}$$

ALTURA NETA POSITIVA DE SUCCION REQUERIDA:  
NPSH = 12 PIES = 3.66 M. (De gráfica EC-1058)

POTENCIA TENTATIVA DE LA BOMBA:

$$P_T = P + P_{fm}$$

Donde:

$P_T$  = Potencia total tentativa de la bomba en HP.

$P$  = Potencia de la bomba en HP, proponiendo una  $\eta = 80\%$ .

$P_{fm}$  = Pérdidas de potencia por fricción mecánica por cada 100 pies de longitud de columna en HP.

$H$  = CDT

$$P = \frac{\gamma H Q}{76 \eta} = \frac{1000 \text{ kg/m}^3 \times 195.11 \text{ m.} \times 0.065 \text{ m}^3 \text{ p.s.}}{76 \times 0.80} = 208.59 \text{ HP.}$$

Para el cálculo de  $P_{fm}$ :

$$L. \text{ col} = 128.10 \text{ m.} \times \frac{1 \text{ pie}}{0.305 \text{ m.}} = 420 \text{ pies}$$

Entrando a la tabla "E" con el diámetro de la flecha de 1 11/16" y a 1770 R.P.M. se obtienen las pérdidas de Potencia por fricción mecánica.

$$P_{fm} = 1.44 \text{ HP.} \times \frac{420'}{100'} = 6.05 \text{ HP.}$$

Entonces:  $P_T = 208.59 + 6.05 = 214.64 \text{ HP.}$

e) Checando el cálculo tentativo de la potencia de la bomba.

La demanda de HP., según gráfica es: 18 HP/ paso  
 $18 \times 12 = 216 \text{ HP}$ ; Valor que más o menos es cercano al valor tentativo antes calculado de la bomba. ( $P_T = 214.64 \text{ HP}$ ).

Por lo que el motor comercial será según tabla "A":  
Motor vertical "IEM", de 250 HP, a 1780 RPM, a 60 Hertz, de 4 polos, 3 fases a 220/440 Volts, Modelo 166-212, armazón 445 TP.

f) Carga neta de succión disponible.

$$CNSD = K + H_b - P_v$$

Donde:  $\left\{ \begin{array}{l} K = \text{Constante (tres tramos de col.)} \\ H_b = \text{Presión atmosférica a diferentes alturas del nivel del mar.} \\ \quad \text{(tabla "B").} \\ P_v = \text{Presión de vapor (en función del clima del lugar) para el} \\ \quad \text{agua (tabla "C").} \end{array} \right.$

$$1 \text{ Tramo de col.} = 10' = 3.05 \text{ m.}$$

$$K = 3 \times 3.05 = 9.15 \text{ m.}$$

Como el nivel del Pozo Matzi = 2,240.84 M.S.N.M., de la tabla "B":

$$H_b = 7.83 \text{ m.}$$

Y para 30°C, la presión de vapor para el agua es, según tabla "C":

$$P_v = \frac{0.356 + 0.491}{2} = 0.42 \text{ m.}$$

$$CNSD = 9.15 + 7.83 - 0.42 = 16.56 \text{ m.}$$

∴ como  $CNSD > NPSH$  (16.56 m. > 3.66 m. ), no se presentarán fenómenos de cavitación y tanto la eficiencia como el gasto de la bomba, tampoco disminuirán.

g) Empuje axial.

El empuje axial total al nivel del cabezal de descarga de una bomba turbina, es la suma del empuje hidráulico y el empuje estático (carga muerta) de la flecha e impulsores. Sin embargo el peso de los impulsores y la flecha de los tazones, es generalmente un pequeño porcentaje del empuje estatico y puede despreciarse.

$$EA = (CDT \times K) + (W_f \times L_f) + (W_{if} \times N^{\circ} i)$$

EA = Empuje axial del motor en libras con el cual se ratificará o rectificará el número de "RPM", al que deberá realmente trabajar. (tabla "D").

CDT = Carga dinámica total en pies.

K = Factor de empuje axial de diseño de la bomba, en libras / pie. (tabla "F")

$W_f$  = Peso de la flecha en libras / pie., (tabla "E").

$L_f$  = Longitud de la flecha en pies.

$W_{if} \times N^{\circ} i$  = Peso del impulsor y flecha por número de impulsores. Valor que se puede despreciar por ser pequeño. (tabla "F").

Se deberá cumplir que:  $EA < EA_f$

Y que;  $EA < EA_m$

Donde:  $EA_f$  = Empuje axial que soporta la flecha de transmisión. (tabla "E").

$EA_m$  = Empuje axial que soporta el valoro del motor. (tabla "D").

#### Capítulo 4

---

Para el diámetro de la flecha 1 11/16":  $W_f = 7.9$  lbs/pie. (tabla "E").

$$L_f = L_{col.} + L_{CD}$$

$L_{CD}$  = Longitud de flecha del motor de la base a su cabezal donde se ubica el valero (tabla "D"); tomando en cuenta el tipo de armazón del motor que se requiera.

$$L_f = 128.10 \text{ m.} + 1.027 \text{ m.} = 129.13 \text{ m.} = 423.38 \text{ pies.}$$

Entrando a la tabla "F", con el tipo o modelo de tazón 12 cc, nos proporciona el peso del impulsor y flecha juntos por paso.

$W_{if}$  = Peso del impulsor y flecha por paso en libras.

$$W_{if} = 20 \text{ Lbs/paso.}$$

Entonces:  $EA = (CDT \times K) + (W_f \times L_f) + (W_{if} \times N^{\circ} \text{ pasos})$

$$EA = (639.7 \times 11.2) + (7.9 \times 423.38) + (20 \times 12) = 10,749.34 \text{ Lbs.}$$

Sí;  $EA_f = 11,500$  Lbs. (tabla "E").

Y el;  $EA_m = 11,000$  Lbs. (tabla "D").

$$EA = 10,749.34 \text{ Lbs.} < EA_f = 11,500 \text{ Lbs.}$$

$$EA = 10,749.34 \text{ Lbs.} < EA_m = 11,000 \text{ Lbs.}$$

El "EA", cumple las condiciones.

∴ Nuestro equipo de bombeo deberá trabajar a **1,800 RPM**. (tabla "D").

---

h) Cálculo de la potencia real de la boma.

Utilizando la eficiencia real del equipo;  $\eta = 83\%$  :  $P = \frac{\gamma H Q}{76 \eta}$

$$P = \frac{1000 \text{ kg/m}^3 \times 195.11 \text{ m} \times 0.065 \text{ m}^3 \cdot \text{p.s.}}{76 \times 0.83}$$

$$P = 201.05 \text{ HP.}$$

Como la potencia obtenida real es mayor de 200 HP; Entonces se toma el valor siguiente en la tabla "A", que es de 250 HP.

Por lo que finalmente nuestro motor deberá tener las siguientes características según tabla "A" y tabla "D":

Motor vertical abierto a prueba de goteo "IEM", de 250 HP, de 1,800 RPM, (según empuje axial), trifásico, de 4 polos, de inducción, jaula de ardilla, 60 Hz., 220 /440 Volts, diseño NEMA "B" alto empuje axial, modelo 166-212, flecha hueca, cabezal de descarga de 16 1/2" x 8" x 8" (base, succión, descarga) y armazón 445 TP.

i) Alargamiento de la flecha.

Las flechas de bombas para pozo profundo se alargan cuando la bomba está trabajando, debido al empuje hidráulico generado por los impulsores.

Al ajustar la bomba, es necesario elevar los impulsores suficientemente para compensar el alargamiento de la flecha de columna.

Al hacerse el cálculo del alargamiento de la flecha de columna y el juego axial requerido en el cuerpo de los tazones; se debe tener en cuenta que el "peso muerto" no afecta el juego axial requerido, puesto que una vez que los impulsores son elevados de su asiento, el peso muerto no tendrá efectos posteriores.

Todos los ajustes de la flecha de columna para el alargamiento, deberán hacerse después de que los impulsores se separen del asiento del tazón.

$$e = \frac{CDT \times S \times K \times 12}{A \times 29,000,000}$$

Donde:

**e** = Alargamiento debido al empuje hidráulico, en pulgadas.

**CDT** = Carga dinámica total, en pies.

**S** = Longitud de la flecha de columna, en pies.

**K** = Factor de empuje axial de diseño en Libras/pie. (Tabla "F" )

**A** = Area de la flecha en pulgadas cuadradas.

**12** = Factor de conversión de pies a pulgadas.

**29,000,000** = Módulo de elasticidad del acero en Lbs./pulg<sup>2</sup>.

#### Capítulo 4

$$\text{CDT} = 639.70 \text{ pies.}$$

$$S = 423.38 \text{ pies.}$$

$$K = 11.20 \text{ Lbs/pie.}$$

$$\varnothing \text{ DE LA FLECHA} = 1 \frac{11}{16} \text{ pulg.} = 1.6875 \text{ pulg.}$$

$$A = \frac{\pi \varnothing^2}{4} = \frac{3.1416 \times (1.6875 \text{ pulg.})^2}{4} = 2.24 \text{ pulg.}^2$$

$$e = \frac{639.70 \times 423.38 \times 11.20 \times 12}{2.24 \times 29,000,000} = 0.56 \text{ pulg.}$$

$$e = 0.56 \text{ pulg.} \times \frac{25.40 \text{ mm.}}{1 \text{ pulg.}} = 14.22 \text{ mm.}$$

∴ Si el juego axial permitido para el tazón "12 cc", es 5/8" = 15.88 mm. Según tabla "F"; y  $e = 14.22 \text{ mm}$ ; Entonces: La flecha 1 11/16" es adecuada para estas condiciones.

$$e = 14.22 \text{ mm.} < 15.88 \text{ mm.}$$

#### Resumen:

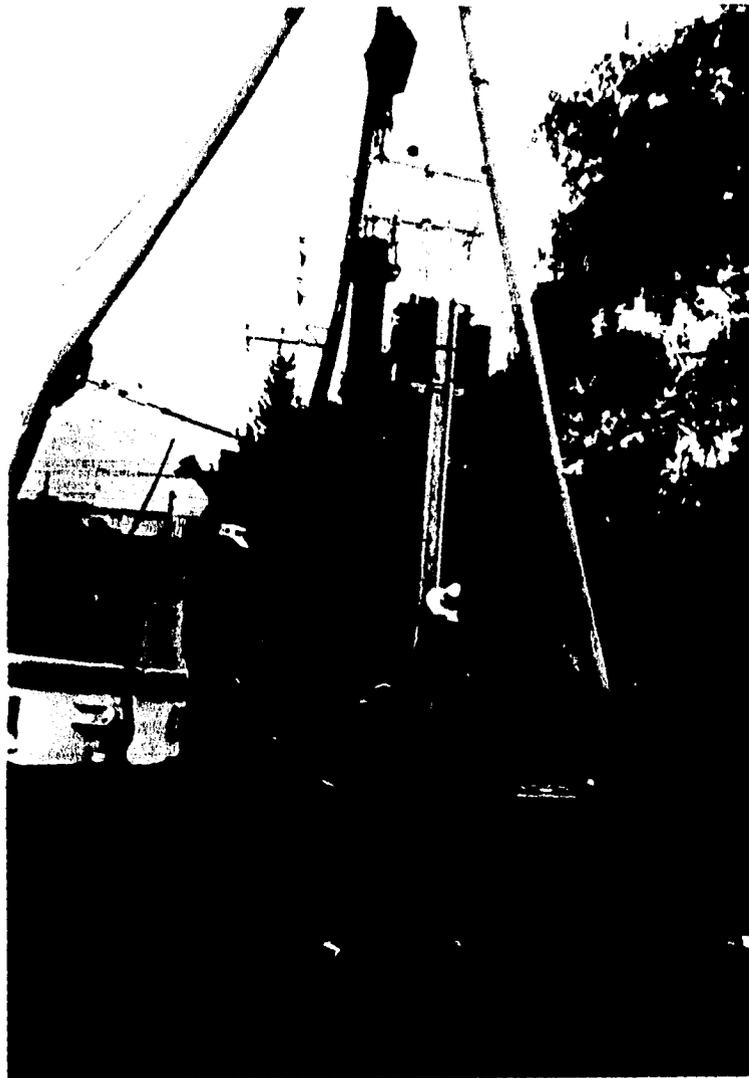
**El equipo de bombeo requerido en el Pozo Matzi, será:**

*Equipo de bombeo para pozo profundo, marca OCELCO, tipo turbina, gasto de 65 l.p.s., C.D.T. de 195.11 m. a 1,800 RPM, eficiencia de 83%, cabezal de descarga de 16 1/2" x 8" x 8", 420 pies de columna de 8" lubricada por agua, flecha de 1 11/16", con chumaceras y coples, cuerpo de tazones tipo "12cc", de 12 pasos, con colador cónico galvanizado de 8", flecha superior 1 11/16", impulsores de 9".*

*Motor vertical abierto a prueba de goteo marca "IEM", de 250 HP, de 1,800 RPM, trifásico, de 4 polos de inducción, jaula de ardilla, 60 Hz., 220/440 Volts, diseño NEMA "B" alto empuje axial, modelo 166-212, flecha hueca, cabezal de descarga 16 1/2" x 8" x 8" y armazón 445 TP.*



Colocación de motor y bomba "Pozo Matzi".



Colocación de motor y bomba "Pozo Matzi".

### 13.2 POZO G.A.V.M.

a) Datos de selección:  $Q = 100$  l.p.s.  
 $ND = 67.58$  m.

b) Longitud de columna:  
 $L. col. = ND + 3$  Tramos de columna.  
 $L. col. = 67.58 + 3 \times 3.05 = 76.73$  m.

$$\text{No. de Tramos de columna} = \frac{76.73}{3.05} = 25.16$$

$$\approx 26 \text{ Tramos}$$

$$L. col. = 26 \times 3.05 = 79.30 \text{ m.}$$

c) Carga dinámica total.  
 $h_f = 4.08$  m. (pérdidas por conducción)  
 $D_t = 2,303.92 - 2,229.18 = 74.74$  m.  
 $3\%(L.col. + h_f) = 0.03(79.30 + 4.08) = 2.50$  m.  
 $CDT = L.col. + h_f + 3\%(L.col. + h_f) + D_t$   
 $CDT = 79.30 + 4.08 + 2.50 + 74.74 = 160.62$  m.  
 $CDT = 526.62$  pies.

d) Cálculo tentativo de la bomba:  
 $Q = 100$  l.p.s  $\times 15.85$  G.P.M.  
L.P.S.  
 $Q = 1,585$  G.P.M.

Entrando a la gráfica de la bomba que mayor eficiencia nos proporciona con un  $Q = 1,585$  G.P.M., La bomba seleccionada será:

Capítulo 4

---

---

MARCA:	OCELCO
MODELO DE TAZON:	12ES
	A 1,770 R.P.M.
DIAMETRO DE LA FLECHA:	1 11/16"
	$\eta = 81 \%$ .
DIAMETRO DE IMPULSOR:	7 13/16"
No. DE GRAFICA	EC-0546.
CARGA / TAZON O PASO:	= 53 PIES.

---

---

$$\begin{aligned} \text{No. DE TAZONES} &= \frac{\text{CDT}}{\text{C/TAZON}} = \frac{526.62'}{53'} \\ &= 9.94 \approx 10 \text{ PASOS (O TAZONES)} \end{aligned}$$

$$\text{CARGA REAL / TAZON} = \frac{526.62'}{10} = 52.66 \text{ PIES.}$$

ALTURA NETA POSITIVA DE SUCCION REQUERIDA:  
NPSH = 20 PIES = 6.10 M. (De la gráfica No. EC -0546)

POTENCIA TENTATIVA DE LA BOMBA:

$$\begin{aligned} P_T &= P + P_{fm} \\ \eta &= 80 \%. \text{ (propuesto)} \end{aligned}$$

$$P = \frac{\gamma H Q}{76 \eta} = \frac{1000 \times 160.62 \times 0.100}{76 \times 0.80} = 264.18 \text{ HP.}$$

$$L. \text{ col.} = 79.30 \text{ m.} = 260 \text{ pies.}$$

Entrando a la tabla "E" con el  $\varnothing$  de la flecha de 1 11/16" y a 1,770 RPM, se obtiene:

$$P_{fm} = 1.44 \times \frac{260'}{100'} = 3.74 \text{ HP.}$$

Entonces:

$$P_T = 264.18 + 3.74 = 267.92 \text{ HP.}$$

e) Checando el cálculo tentativo de la potencia de la bomba:

La demanda de HP. según gráfica es: 26 HP/paso:

$$26 \times 10 = 260 \text{ HP.}$$

Este valor es más o menos cercano al cálculo tentativo ( $P_t = 267.92 \text{ HP}$ ).

El motor comercial será según la tabla "A":

Motor vertical "IEM", de 300 HP, a 1,773 RPM, a 60 Hertz de 4 polos, 3 fases, a 220/440 Volts, Modelo 166-222, Armazón 449 TP.

f) Carga neta de succión disponible.

$$\text{CNSD} = \kappa + H_b - P_v$$

$$\kappa = 3 \times 3.05 = 9.15 \text{ m.}$$

Como el nivel del Pozo G.A.V.M. = 2,229.18 M.S.N.M. de la tabla "B":

$$H_b = 7.83 \text{ m.}$$

Para 30°C la  $P_v = 0.42 \text{ m.}$  (tabla "C")

$$\text{CNSD} = 9.15 + 7.83 - 0.42 = 16.56 \text{ m.}$$

∴ como  $\text{CNSD} > \text{NPSH}$  (16.56 m. > 6.10 m.) no se presentarán fenómenos de cavitación y tanto la eficiencia como el gasto de la bomba, tampoco disminuirán.

g) Empuje axial.

$$\text{EA} = (\text{CDT} \times \kappa) + (W_f \times L_f) + (W_{if} \times N^\circ \text{ pasos})$$

$$W_f = 7.9 \text{ Lbs/pie.} \quad (\text{tabla "E", con } \varnothing \text{ de flecha } 1 \frac{11}{16}").$$

$$L_f = L. \text{ col.} + L. \text{ CD} \quad (L. \text{ CD para armazón 449 TP, tabla "D").}$$

$$L_f = 79.30 \text{ m.} + 1.24 \text{ m.} = 80.54 \text{ m.} = 264.07 \text{ pies.}$$

$$W_{if} = 13.00 \text{ Lbs/paso} \quad (\text{tabla "F" para 12 ES})$$

$$\kappa = 15.4 \text{ Lbs/pie} \quad (\text{tabla "F" para 12 ES})$$

$$EA = (526.62 \times 15.4) + (7.9 \times 264.07) + (13 \times 10) = 10,326.10 \text{ Lbs.}$$

Como;  $EA_r = 11,500 \text{ Lbs}$  (tabla "E")  
Y  $EA_m = 11,000 \text{ Lbs}$  (tabla "D")

$$EA = 10,326.10 \text{ Lbs.} < EA_r = 11,500 \text{ Lbs.}$$

$$EA = 10,326.10 \text{ Lbs.} < EA_m = 11,000 \text{ Lbs.}$$

El "EA", cumple las condiciones.

∴ Nuestro equipo de bombeo deberá trabajar a **1,800 RPM**. (tabla "D").

---

h) Cálculo de la potencia real de la bomba.

Utilizando la eficiencia real del equipo,  $\eta = 81\%$ :  $P = \frac{\gamma H Q}{76 \eta}$

$$P = \frac{1000 \times 160.62 \times 0.100}{76 \times 0.81} = 260.92 \text{ HP.}$$

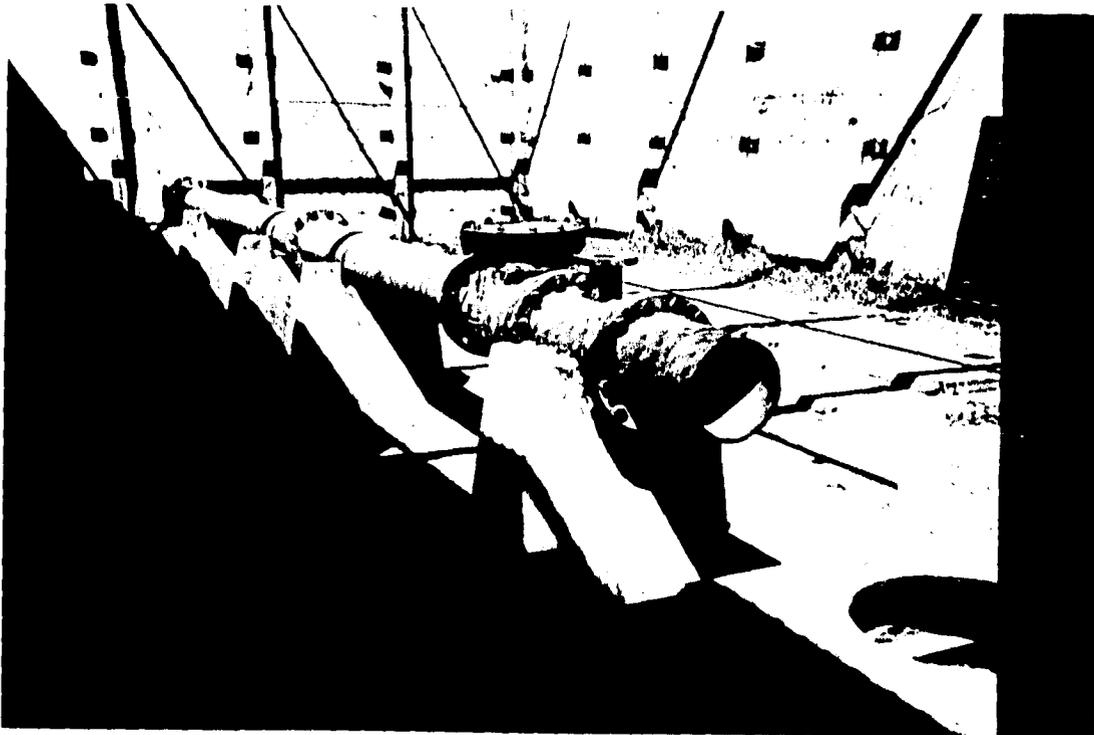
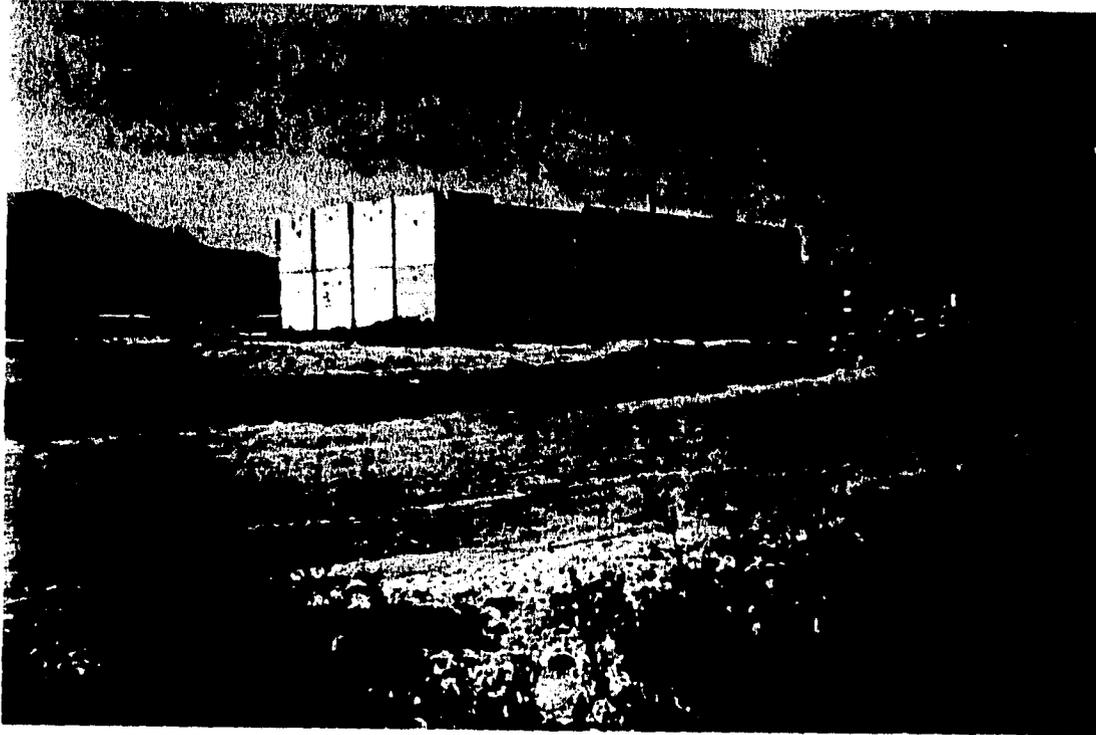
Como la potencia real obtenida es mayor de 250 HP, entonces se toma el valor siguiente en la tabla "A" que es de 300 HP.

Por lo que finalmente nuestro motor deberá tener las siguientes características según tabla "A" y tabla "D":

Motor vertical abierto a prueba de goteo Marca "IEM", de 300 HP, de 1,800 RPM, (según empuje axial), trifásico de 4 polos, de inducción, jaula de ardilla, 60 Hertz, 220 / 440 volts, diseño NEMA "B" alto empuje axial, Modelo 166 - 222, flecha hueca, cabezal de descarga de 16 1/2" x 10" x 10" (Base, succión, descarga) y armazón 449 TP.

i) Alargamiento de la flecha.

$$e = \frac{CDT \times S \times K \times 12}{A \times 29,000,000}$$



*Tren de piezas y equipamiento del "Pozo G.A.V.M.", por rehabilitar.*

#### Capítulo 4

---

CDT = 526.62 pies.

S = 80.54 m. = 264.07 pies.

K = 15.40 Lbs/pie.

Ø DE LA FLECHA = 1 11/16" = 1.6875 pulg.

$$A = \frac{\pi \phi^2}{4} = \frac{3.1416 \times (1.6875 \text{ pulg.})^2}{4} = 2.24 \text{ pulg.}^2$$

$$e = \frac{526.62 \times 264.07 \times 15.40 \times 12}{2.24 \times 29,000,000} = 0.40 \text{ pulg.}$$

$$e = 10.16 \text{ mm.}$$

∴ Si el juego axial permitido para el tazón "12 ES" es 7/16" = 11.11 mm. según tabla "F", y  $e = 10.16 \text{ mm.}$ , entonces la flecha 1 11/16", es adecuada para estas condiciones.

$$e = 10.16 \text{ mm.} < 11.11 \text{ mm.}$$

#### Resumen:

**El equipo de bombeo requerido en el Pozo G.A.V.M., será:**

*Equipo de bombeo para pozo profundo, marca OCELCO, tipo turbina, gasto de 100 l.p.s., C.D.T. de 160.62 m. a 1,800 RPM, eficiencia de 81%, cabezal de descarga de 16 1/2" x 10" x 10", 260 pies de columna de 10" lubricada por agua, flecha de 1 11/16", con chumaceras y coples, cuerpo de tazones tipo "12 ES", de 10 pasos, con colador cónico galvanizado de 10", flecha superior 1 11/16", impulsores de 7 13/16".*

*Motor vertical abierto a prueba de goteo marca "IEM", de 300 HP, de 1,800 RPM, trifásico de 4 polos de inducción, jaula de ardilla, 60 Hz., 220/440 Volts, diseño NEMA "B" alto empuje axial, modelo 166-222, flecha hueca, cabezal de descarga 16 1/2" x 10" x 10" y armazón 449 TP.*

### 13.3 TANQUE LA "JOYA II" - TANQUE "LA JOYA I"

En este punto para enviar el gasto de 53.54 L.P.S.  $\approx$  54 L.P.S. del tanque "La Joya II" al tanque "La Joya I", es necesario efectuarlo por medio de un rebombeo.

Al realizar un análisis preliminar para usar equipo de bombeo horizontal, resultó necesario colocar 3 bombas en operación y una de reserva, lo que implica por una parte, la instalación de varias bombas en paralelo y por la otra, la colocación también de varias piezas especiales; por tal motivo, se propuso colocar en su lugar, un equipo de bombeo vertical.

a) Datos de selección.

En el caso de que el Sistema de Bombeo se automatice y tomando en cuenta que todos los pozos de proyecto estén en operación, la captación del agua en el tanque "La Joya II" será constante durante las 24 horas del día; además considerando que el rebombeo del tanque "La Joya II" al tanque "La Joya I" se efectúe durante 2 minutos, el nivel del tanque "La Joya II" se abatirá 1.04 cm., conforme a sus dimensiones (ver figura No. 4); A partir de este momento, se abrirá la válvula de flotador y continuará el bombeo hacia el tanque "La Joya I", tratando de mantener a su nivel el espejo del agua en el tanque "La Joya II", según sean las necesidades de demanda.

Por consiguiente el bombeo será accionado tantas veces y tanto tiempo como sea necesario diariamente.

$$Q = 54 \text{ L.P.S.}$$

$$V = 25.00 \text{ m.} \times 25.00 \text{ m.} \times 6 \text{ m.} = 3,750 \text{ m}^3.$$

$$Q = 0.054 \text{ m}^3/\text{seg.} \times \frac{60 \text{ seg.}}{1 \text{ min.}} = 3.24 \text{ m}^3/\text{min.}$$

$$3.24 \text{ m}^3/\text{min.} \times 2 \text{ min.} = 6.48 \text{ m}^3 \text{ (para 2 min.)}$$

$$\text{Si; } V = L \times L \times h$$

$$6.48 \text{ m}^3 = 25 \text{ m.} \times 25 \text{ m.} \times h.$$

$$h = \frac{6.48 \text{ m}^3}{625 \text{ m}^2} = 0.0104 \text{ m.} = 1.04 \text{ cm.}$$

$$\therefore \text{ND} = 0.10 + 0.60 + 0.01 = 0.71 \text{ m. (Fig. No. 4)}$$

b) Longitud de columna.

$$\begin{aligned} L. \text{ col.} &= ND + \text{tirante hid.} + 0.65 + 0.30 \text{ (Fig. No. 4)} \\ L. \text{ col.} &= 0.71 + 5.99 + 0.65 + 0.30 = 7.65 \text{ m.} \end{aligned}$$

c) Carga dinámica total.

$$\begin{aligned} h_f &= 3.37 \text{ m. (pérdidas por conducción Página No. 76')} \\ \text{Niv. de la bomba} &= 2,295.00 + 6.00 + 0.70 \\ \text{Niv. bomba} &= 2,301.70 \text{ M.S.N.M.} \\ D_T &= \text{Niv. de descarga} - \text{Niv. de la bomba} \\ D_T &= 2,360.50 - 2,301.70 = 58.80 \text{ m.} \\ 3\% (L. \text{ col.} + h_f) &= 0.03(7.65 \text{ m.} + 3.37) = 0.33 \text{ m.} \\ \text{CDT} &= L. \text{ col.} + h_f + 3\% (L. \text{ col.} + h_f) + D_T \\ \text{CDT} &= 7.65 + 3.37 + 0.33 + 58.80 = 70.15 \text{ m.} \\ \text{CDT} &= 230 \text{ pies.} \end{aligned}$$

d) Cálculo tentativo de la bomba.

$$\begin{aligned} Q &= 54 \text{ L.P.S.} \\ Q &= 54 \times 15.85 \approx 856 \text{ G.P.M.} \end{aligned}$$

Entrando a la gráfica de la bomba que mayor eficiencia nos proporciona con un  $Q = 856 \text{ G.P.M.}$ , La bomba seleccionada será:

---

---

MARCA \_ OCELCO  
MODELO DE TAZON \_ 12BC  
A 1,760 R.P.M.  
DIAMETRO DE LA FLECHA \_ 1 11/16"  
 $\eta = 81 \%$   
DIAMETRO DE IMPULSOR \_ 9 "  
No. DE GRAFICA \_ 9685.  
CARGA / TAZON O PASO = 45.5 PIES.

---

---

$$\begin{aligned} \text{No. DE TAZONES} &= \frac{\text{CDT}}{\text{C/TAZON}} = \frac{230'}{45.5'} = 5.05 \\ &= 5.05 \approx 6 \text{ PASOS (O TAZONES)} \end{aligned}$$

$$\text{CARGA REAL / TAZON} = \frac{230'}{6} = 38.33 \text{ PIES.}$$

ALTURA NETA POSITIVA DE SUCCION REQUERIDA NPSH.

$$\text{NPSH} = 12 \text{ PIES} = 3.66 \text{ M. (De la gráfica No. 9685)}$$

POTENCIA TENTATIVA DE LA BOMBA:  $P_T = P + P_{fm}$

$$\eta = 80 \% \text{ (propuesto)}$$

$$P = \frac{\gamma HQ}{76 \eta} = \frac{1000 \times 70.15 \times 0.054}{76 \times 0.80} = 62.30 \text{ HP.}$$

$$\text{L. col.} = 7.65 \text{ m.} = 25.08 \text{ pies.}$$

Entrando en la tabla "E" con el  $\emptyset$  de la flecha de 1 11/16" y A 1,760 R.P.M., se obtiene:

$$P_{fm} = 1.44 \times \frac{25.08'}{100'} = 0.36 \text{ HP.}$$

Por lo que:

$$P_T = 62.30 + 0.36 = 62.66 \text{ HP.}$$

e) Checando el cálculo tentativo de la potencia de la bomba.

La demanda de HP, según gráfica es: 12 HP / paso  
 $12 \times 6 = 72 \text{ HP.}$

El valor obtenido es cercano al cálculo tentativo ( $P_T = 62.66 \text{ HP}$ ).

Tomando como referencia que nuestro equipo de bombeo seleccionado trabaja a 1,760 R.P.M., el motor comercial será según tabla "A":

Motor vertical abierto a prueba de goteo marca "IEM", de 150 HP, de 1,760 RPM, trifásico de 4 polos de inducción, jaula de ardilla, 60 Hz., 220/440 Volts, diseño NEMA "B" alto empuje axial, modelo 166-192, armazón 444 TP.

f) Carga neta de succión disponible.

$$\text{CNSD} = \kappa + H_b - P_v$$

$$\kappa = 7.65 \text{ m.}$$

Como el nivel de la placa de la bomba es 2,301.70 M.S.N.M., de la tabla "B":

$$H_b = 7.68 \text{ m.}$$

Para 30 °C, la  $P_v = 0.42 \text{ m.}$  (tabla "C")

$$\text{CNSD} = 7.65 + 7.68 - 0.42 = 14.91 \text{ m.}$$

∴ como C.N.S.D. > N.P.S.H. (14.91 > 3.66), no se presentarán fenómenos de cavitación y tanto la eficiencia como el gasto de la bomba, tampoco disminuirán.

g) Empuje axial.

$$\text{EA} = (\text{CDT} \times K) + (W_f \times L_f) + (W_{if} \times N^{\circ} \text{ pasos})$$

$$W_f = 7.9 \text{ Lbs/pie.} \quad (\text{tabla "E", con } \varnothing \text{ de flecha } 1 \frac{11}{16}").$$

$$L_f = L. \text{ col.} + L. \text{ CD} \quad (L. \text{ CD para armazón 444 TP, tabla "D").}$$

$$L_f = 7.65 \text{ m.} + 1.24 \text{ m.} = 8.89 \text{ m.} = 29.15 \text{ pies.}$$

$$W_{if} = 20.00 \text{ Lbs/paso} \quad (\text{tabla "F", para 12 BC}).$$

$$K = 11.00 \text{ Lbs/pie} \quad (\text{tabla "F" para 12BC})$$

$$EA = (230.00 \times 11.00) + (7.9 \times 29.15) + (20 \times 6) = 2,880.29 \text{ Lbs.}$$

Como;  $EA_f = 11,500 \text{ Lbs}$  (tabla "E")  
Y  $EA_m = 11,000 \text{ Lbs}$  (tabla "D")

$$EA = 2,880.29 \text{ Lbs.} < EA_f = 11,500 \text{ Lbs.}$$

$$EA = 2,880.29 \text{ Lbs.} < EA_m = 11,000 \text{ Lbs.}$$

El "EA", cumple las condiciones.

∴ Nuestro equipo de bombeo deberá trabajar a 1,800 RPM. (tabla "D").

h) Cálculo de la potencia real de la bomba.

Utilizando la eficiencia real del equipo,  $\eta = 81\%$  :  $P = \frac{\gamma H Q}{76 \eta}$

$$P = \frac{1000 \times 70.15 \times 0.054}{76 \times 0.81} = 61.54 \text{ HP.}$$

Como el empuje axial indica, que el equipo debe trabajar a 1,800 R.P.M., finalmente el motor deberá tener las siguientes características según tablas "A" y "D":

Motor vertical abierto a prueba de goteo Marca "IEM", de 150 HP, de 1,800 RPM, (según empuje axial), trifásico de 4 polos, de inducción, jaula de ardilla, 60 Hertz, 220 / 440 volts, diseño NEMA "B" alto empuje axial, Modelo 166 - 192, flecha hueca, cabezal de descarga de 16 1/2" x 8" x 8" (Base, succión, descarga y armazón 444 TP).

i) Alargamiento de la flecha.

$$e = \frac{CDT \times S \times K \times 12}{A \times 29,000,000}$$

#### Capítulo 4

CDT = 230.00 pies.

S = 29.15 pies.

K = 11.00 Lbs/pie.

Ø DE LA FLECHA = 1 11/16" = 1.6875 pulg.

$$A = \frac{\pi \phi^2}{4} = \frac{3.1416 \times (1.6875 \text{ pulg.})^2}{4} = 2.24 \text{ pulg.}^2$$

$$e = \frac{230.00 \times 29.15 \times 11 \times 12}{2.24 \times 29,000,000} = 0.014 \text{ pulg.}$$

$$e = 0.36 \text{ mm.}$$

∴ Si el juego axial permitido para el tazón "12 BC" es 5/8" = 15.86 mm. según tabla "F", y  $e = 0.36 \text{ mm.}$ , entonces la flecha 1 11/16", es adecuada para estas condiciones.

$$e = 0.36 \text{ mm.} < 15.86 \text{ mm.}$$

#### **Resumen:**

**El equipo de bombeo requerido en el Tanque "La Joya II" será:**

*Equipo de bombeo para pozo profundo, marca OCELCO, tipo turbina, gasto de 54 l.p.s., C.D.T. de 70.15 m. a 1,800 RPM, eficiencia de 81%, cabezal de descarga de 16 1/2" x 8" x 8", 25.08 pies de columna de 8" lubricada por agua, flecha de 1 11/16", con chumaceras y coples, cuerpo de tazones tipo "12 BC", de 6 pasos, con colador cónico galvanizado de 8", flecha superior 1 11/16", impulsores de 9".*

*Motor vertical abierto a prueba de goteo marca "IEM", de 150 HP, de 1,800 RPM, trifásico de 4 polos de inducción, jaula de ardilla, 60 Hz., 220/440 Volts, diseño NEMA "B" alto empuje axial, modelo 166-192, flecha hueca, cabezal de descarga 16 1/2" x 8" x 8" y armazón 444 TP.*

TANQUE LA JOYA II  
(REBOMBEO)

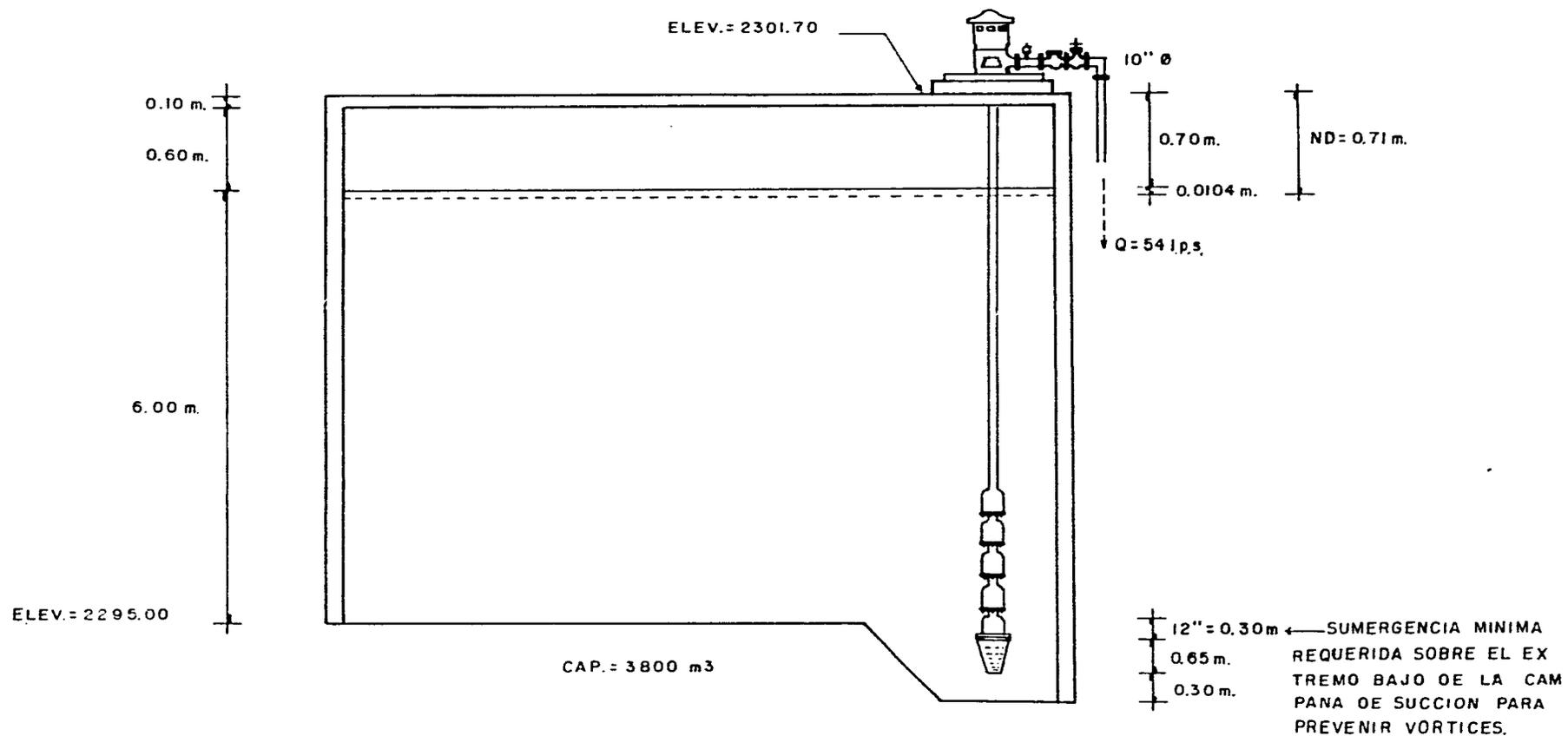


FIGURA No. 4

## **14. TIPO Y CAPACIDAD DE REGULARIZACION.**

El objeto que tienen estas obras es transformar un régimen de aportación constante (24 horas de bombeo diario, durante todo el año, en nuestro proyecto), en un régimen de consumos o demandas variables.

Cuando el gasto que se consume en la red es menor que el que aporta la conducción, se almacena el agua sobrante en el depósito, volumen que será utilizado para cubrir el gasto faltante cuando las demandas son mayores que el gasto que entrega la conducción.

El tipo de depósito que nos ocupa, será a base de tanques superficiales rectangulares. Dos tanques a base de muros de mampostería, con piso y techo de concreto reforzado (tanque "La Joya I" y tanque "El Tejocote", ya construídos) y uno de concreto reforzado (tanque "La Joya II", de proyecto).

Se propone la utilización de capacidad de tres tanques existentes: "La Joya I" de 250 m<sup>3</sup>, que aprovechando su volumen hace también función de estructura de paso para alimentar "El Tejocote" de 600 m<sup>3</sup> y FOVISSSTE de 350 m<sup>3</sup>, este como sistema independiente, así como el proyecto de un tanque de 3,800 m<sup>3</sup>, de capacidad que abastecerá la zona baja. Una vez zonificada el área de proyecto por densidades, capacidad de regularización instalada y desniveles topográficos, se propone la alternativa siguiente:

### **14.1. DESCRIPCION DE PROYECTO POR AREA DE INFLUENCIA DE LOS TANQUES EXISTENTES.**

#### **14.1.1. ZONA ALTA.**

Esta zona se encuentra limitada por el área de influencia del tanque "La Joya I" de 250 m<sup>3</sup> de capacidad, desplantada sobre la cota 2,358.00 M.S.N.M., considerando una presión máxima de 50 M.C.A., delimitamos una superficie hasta la cota 2,308.00 M.S.N.M., la que comprende una área de influencia de 17.85 Ha.

#### Capítulo 4

---

Para esta zona se considera una densidad de población de 250 Hab./Ha., requiriéndose un gasto de 12.44 L.P.S. para abastecer 4,463 habitantes, litros que pueden proporcionar los pozos de la zona baja a partir del rebombeo del tanque de proyecto.

La capacidad de regulación de esta zona es de 181 m<sup>3</sup>, la capacidad instalada es superior a la requerida, sin embargo esta estructura tendrá la función de repartidora de gastos hacia los tanques "El Tejocote" y "FOVISSSTE".

Cálculo del gasto máximo diario y el gasto máximo horario:

DOTACION = 200 L/Hab./Día

S = 17.85 Ha. (superficie)

D = 250 Hab./Ha. (densidad de población)

C.V.d. = 1.2 (coeficiente de variación diaria)

C.V.h. = 1.5 (coeficiente de variación horaria)

Hab. = 17.85 x 250 = 4,463 Hab.

Q<sub>ma</sub> =  $\frac{4,463 \times 200}{86,400}$  = 10.33 l.p.s. (gasto medio anual)

Q<sub>md</sub> = 1.2 x 10.33 = 12.40 l.p.s.

Q<sub>mh</sub> = 1.5 x 12.40 = 18.60 l.p.s.

Cálculo de la capacidad de regularización:

La capacidad del tanque está en función del gasto máximo diario y la Ley de Demandas de la Localidad.

En este caso no se conoce la Ley de Demandas, por consiguiente; se hace uso de los coeficientes de la Tabla de Demandas Horarias del Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.A. (Tabla No. 2).

Tiempo de suministro al Tanque "La Joya I" = 24 horas

Tiempo de rebombeo = 24 horas (T."La Joya II" - T."La Joya I")

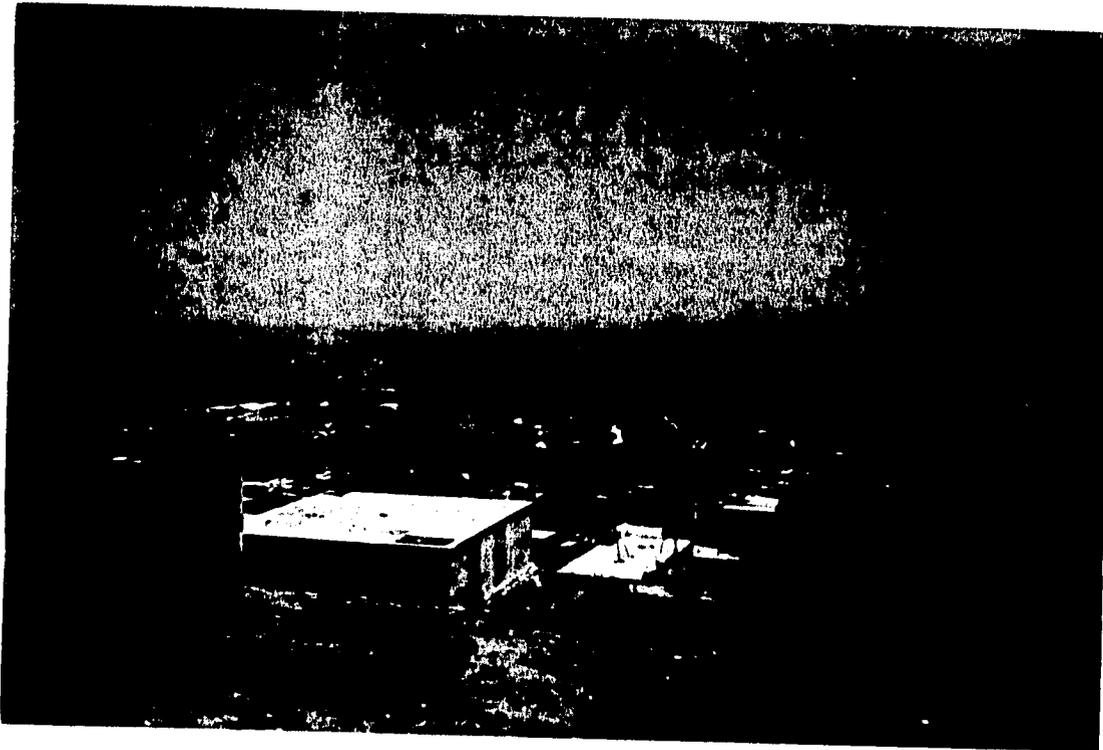
Q<sub>md</sub> para zona alta = 12.40 l.p.s

Q<sub>md</sub> de paso al tanque "El Tejocote" = 41.14 l.p.s.

Capacidad del tanque = 14.58 x Q<sub>md</sub> (Tabla No. 2)

CR = 14.58 x 12.40 = 180.79 m<sup>3</sup>

CR ≈ 181.00 m<sup>3</sup>



*Tanque "La Joya I".*



*Entrada y salidas Tanque "La Joya I".*

14.1.2. ZONA MEDIA.

Para esta zona se utilizará el tanque existente "El Tejocote" de  $600 \text{ m}^3$  de capacidad desplantado sobre la cota 2,334 M.S.N.M., que comprende una área de influencia de 59.23 Ha. considerando para esta área una densidad de población de 250 Hab./Ha., se tendrán 14,808 Hab.

Se requiere un gasto de 41.14 l.p.s. que proporcionarán los pozos de la zona baja mediante la interconexión de este con el tanque "La Joya I". La capacidad de regulación para esta zona es de  $600 \text{ m}^3$ , la capacidad instalada es adecuada, solo se propone una estructura rompedora de presión para evitar presiones superiores a 50 M.C.A., y aprovechar la capacidad instalada.

Cálculo del gasto máximo diario y el gasto máximo horario:

$$\text{DOTACION} = 200 \text{ L/Hab./Día}$$

$$S = 59.23 \text{ Ha.}$$

$$D = 250 \text{ Hab./Ha.}$$

$$\text{C.V.d.} = 1.2$$

$$\text{C.V.h.} = 1.5$$

$$\text{Hab.} = 59.23 \times 250 = 14,808 \text{ Hab.}$$

$$Q_{ma} = \frac{14,808 \times 200}{86,400} = 34.28 \text{ l.p.s. (gasto medio anual)}$$

$$Q_{md} = 1.2 \times 34.28 = 41.14 \text{ l.p.s.}$$

$$Q_{mh} = 1.5 \times 41.14 = 61.71 \text{ l.p.s.}$$

Cálculo de la capacidad de regularización:

$$\text{Tiempo de suministro al Tanque "El Tejocote"} = 24 \text{ horas}$$

$$Q_{md} \text{ para zona media} = 41.14 \text{ l.p.s}$$

$$CR = 14.58 \times 41.14 = 599.82 \text{ m}^3 \text{ (Tabla No. 2)}$$

$$CR \approx 600.00 \text{ m}^3$$



*Tanque "El Tejocote".*

### 14.1.3. ZONA BAJA.

Comprende un área de 386.6 Ha, teniendo cargas de los puntos más bajos hasta 50 M.C.A., la densidad para esta zona es de 250 y 311 Hab./Ha., requiriéndose un gasto de 259.92 l.p.s. para abastecer una población de 93,570 Hab., que proporcionarán los pozos de la zona baja.

La capacidad de regulación es de 3,800 m<sup>3</sup>, se propone un tanque de proyecto de esa capacidad desplantado sobre la elevación 2,295 M.S.N.M., como los puntos mas bajos sobrepasan los 50 M.C.A. de carga, se plantea una estructura rompedora de presión.

Cálculo del gasto máximo diario y el gasto máximo horario:

$$\text{DOTACION} = 200 \text{ L/Hab./Día}$$

$$S = 386.6 \text{ Ha.}$$

$$\text{Población total de proyecto} = 112,841 \text{ Hab. (etapa de saturación)}$$

$$\text{Población zona alta} = 4,463 \text{ Hab.}$$

$$\text{Población zona media} = 14,808 \text{ Hab.}$$

$$\text{Población zona baja} = 112,841 - (4,463 + 14,808)$$

$$\text{Población zona baja} = 93,570 \text{ Hab.}$$

$$Q_{ma} = \frac{93,570 \times 200}{86,400} = 216.60 \text{ l.p.s.}$$

$$Q_{md} = 1.2 \times 216.60 = 259.92 \text{ l.p.s.}$$

$$Q_{mh} = 1.5 \times 259.92 = 389.88 \text{ l.p.s.}$$

Cálculo de la capacidad de regularización:

$$Q_{ma} = \frac{112,841 \times 200}{86,400} = 261.21 \text{ l.p.s.}$$

$$Q_{md} = 1.2 \times 261.21 = 313.45 \text{ l.p.s.}$$

$$Q_{mh} = 1.5 \times 313.45 = 470.17 \text{ l.p.s.}$$

Tiempo de bombeo al Tanque "La Joya II" = 24 horas

$$Q_{md} \text{ para zona baja} = 259.92 \text{ l.p.s}$$

$$CR = 14.58 \times 259.92 = 3,789.63 \text{ m}^3$$

$$CR \approx 3,790.00 \text{ m}^3$$

Checando la capacidad de regularización tomando en cuenta la capacidad de los tanques ya construidos ("La Joya I" y "El Tejocote"):

$$CR = 14.58 \times 313.45 = 4,570.01 \text{ m}^3$$
$$CR \approx 4,570.00 \text{ m}^3$$

Capacidad aprovechable:

$$\text{Tanque "La Joya I"} = 181.00 \text{ m}^3$$
$$\text{Tanque "El Tejocote"} = 600.00 \text{ m}^3$$

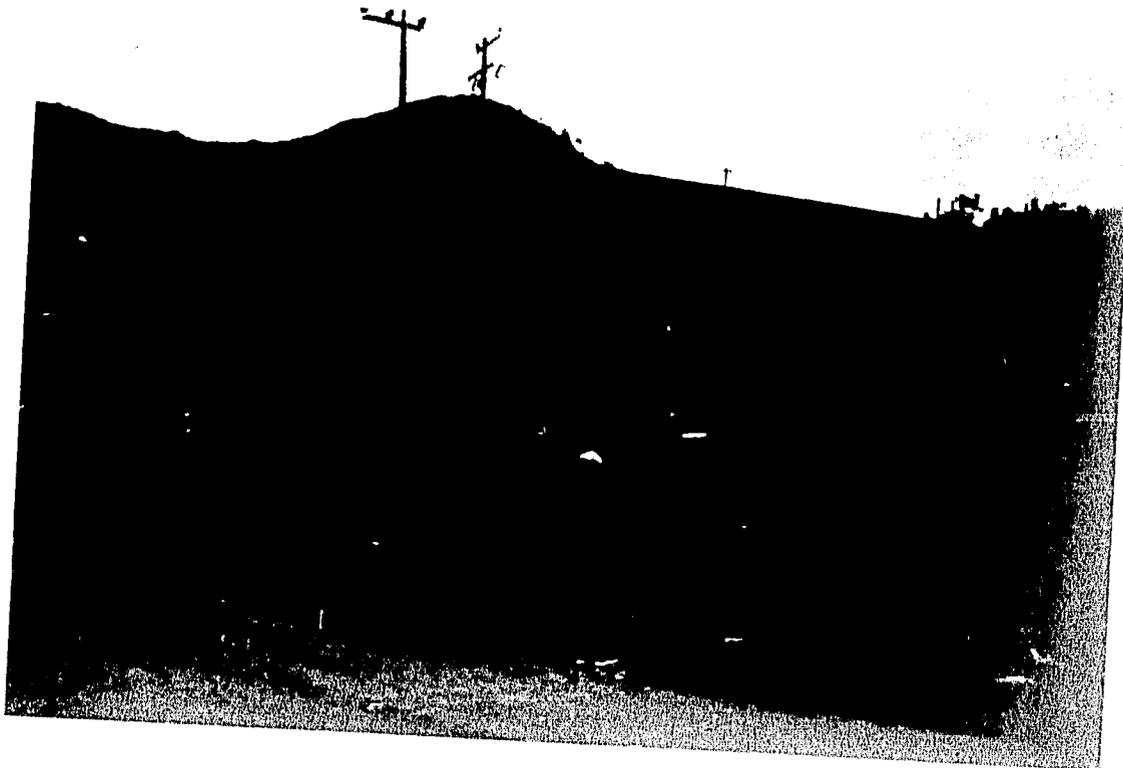
$$\text{Déficit} = 4,570 - (181 + 600) = 3,789.00 \text{ m}^3$$

Nuestro déficit y capacidad de regularización son casi iguales: 3,789 m<sup>3</sup> y 3,790 m<sup>3</sup> respectivamente, esto mismo nos indica que el tanque "La Joya II" que se proyecta con capacidad de 3,800 m<sup>3</sup>, cumple las necesidades de la población actuales y etapa de saturación.

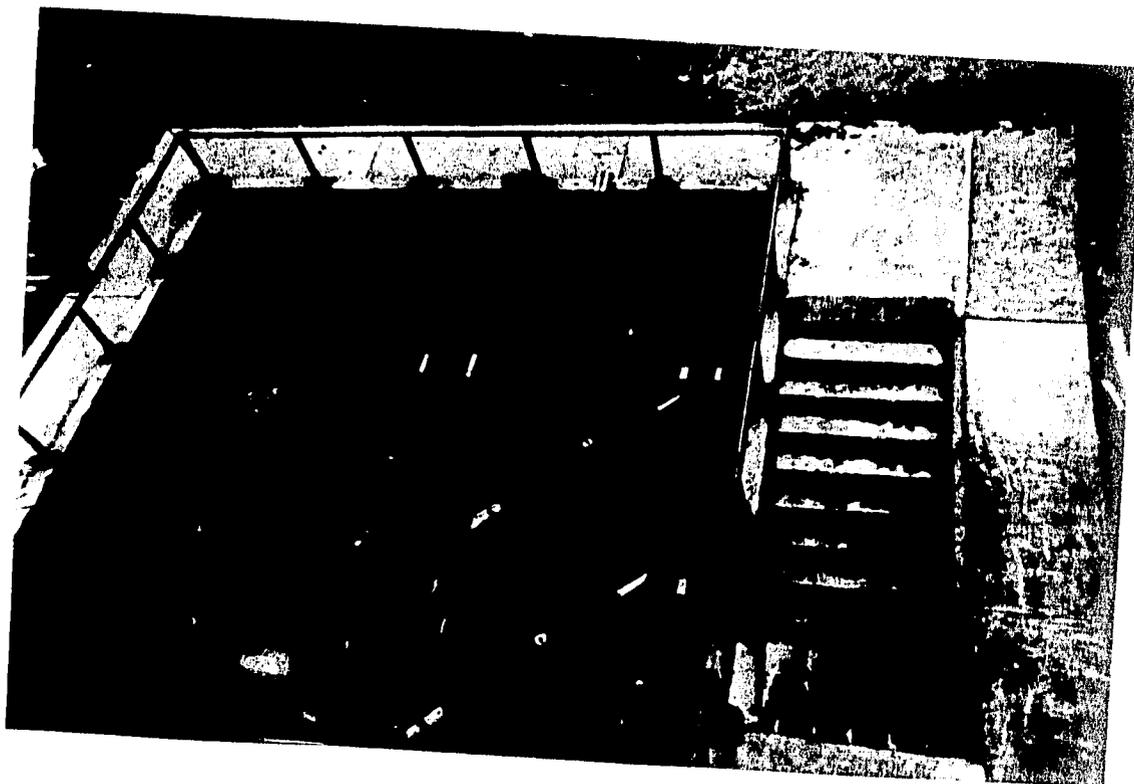
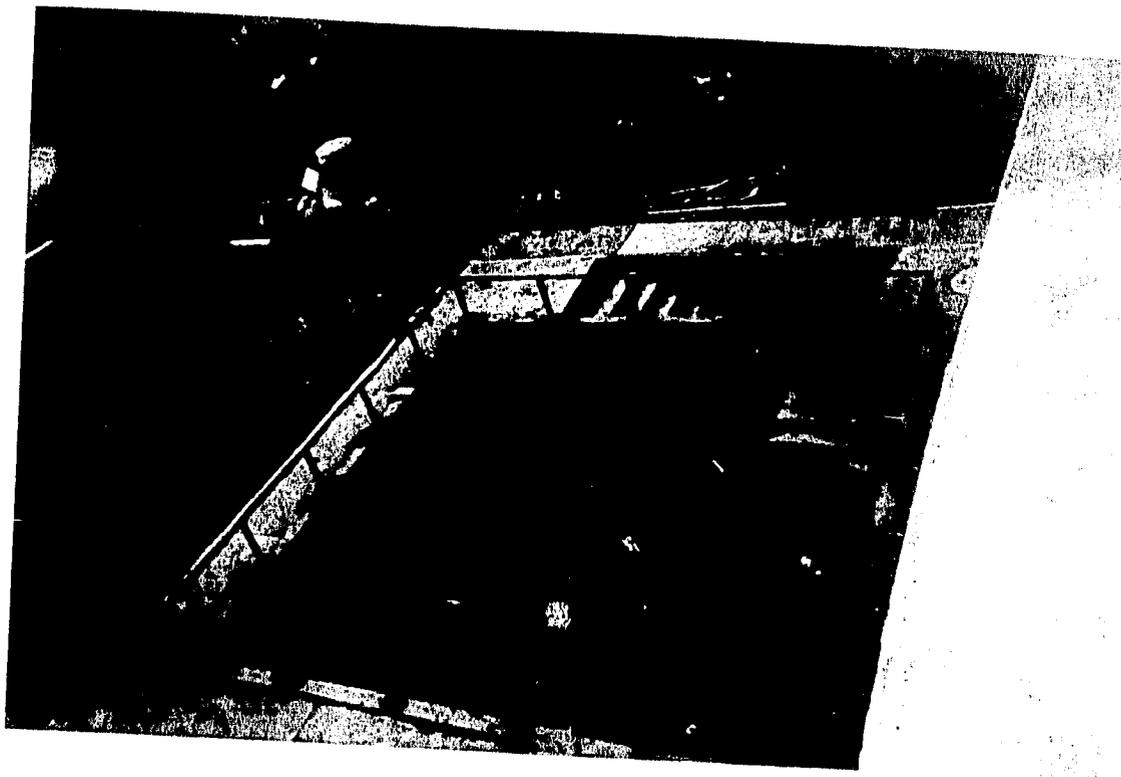
**Observación:**

Según las **Normas de Proyecto para Obras de Aprovechamiento de Agua Potable en Localidades Urbanas de la República Mexicana** y de acuerdo a la población de mas de 200 mil habitantes con que se contará en el período económico de la obra (a 15 años), debería incluirse en la Red de Distribución 2 hidrantes de incendio en uso simultáneo de 31.5 l.p.s. cada uno; uno en la zona comercial y otro en el sitio mas alejado al punto de la alimentación. Este gasto no se consideró en el cálculo general por razones de incremento en el costo de la Obra al aumentar los diámetros de la línea de conducción y de la línea de alimentación, de la capacidad de los tanques de regularización, de la capacidad de las bombas y de la potencia de sus motores. De tal modo pues, que si se presentase algún siniestro de este tipo en algún lugar dentro de la red, se puede resolver cerrando válvulas de seccionamiento cercanas a el, con el fin de concentrar el flujo hacia ese punto, dando así la presión necesaria que se requiera.

*Capitulo 4*



*Construcción del Tanque "La Joya II".*



Entrada y salidas del Tanque "La Joya II".

## **14.2. INTERCONEXION DE TANQUES.**

En el tanque de proyecto de 3,800 m<sup>3</sup> de capacidad para abastecer la zona baja, se propone un rebombeo hacia el tanque "La Joya I" de la zona alta, en este tanque las siguientes líneas son por gravedad hacia el tanque "El Tejocote" zona media, de este tanque a una caja rompedora de presión y de esta estructura también por gravedad al tanque FOVISSSTE cuando se requiera.

Como medida preventiva cuando no se estén operando los pozos de la zona baja, se propone una línea por gravedad del tanque FOVISSSTE al tanque de proyecto de 3,800 m<sup>3</sup> de capacidad.

## **14.3. OPERACION HIDRAULICA.**

En la operación normal actual, se capta un gasto de 165 l.p.s. que producen en conjunto los dos pozos de la zona baja, conduciendo este caudal por una línea a presión al tanque de proyecto de la zona baja; en esta estructura se quedan 111.46 l.p.s., los cuales, cubren la demanda actual y futura de 53.54 l.p.s., del tanque "La Joya I" de la zona alta, de este caudal, 12.40 l.p.s. son para el área de influencia de este tanque y los 41.14 l.p.s. restantes son enviados por una línea de conducción por gravedad al tanque "El Tejocote" (de la zona media) para su área de influencia.

En la interconexión de tanques "El Tejocote" -FOVISSSTE a través de la caja rompedora de presión, el segundo no se utiliza en condiciones normales de operación ya que a este lo abastece el pozo No. 324; solo en caso de que no opere este pozo o baje su rendimiento, se utilizará la interconexión mencionada conduciendo el gasto complementario a él. Puede también presentarse el caso de que no operen los pozos de la zona baja y opere únicamente el pozo No. 324; en tal situación, parte de su caudal se envía al tanque de la zona baja cubriendo de esta forma parte de su sistema.

## 14.4. DIMENSIONAMIENTO DE TANQUES SUPERFICIALES.

### 14.4.1. TANQUE "LA JOYA I"

Donde;

$$V = A \times h$$

$V$  = Volumen necesario de la capacidad del tanque (CR = Capacidad de regularización), mas un espacio o colchón libre entre el tirante y la losa de techo ( $V_c$ ) para aeración del agua, colocación interior de tubo de demasías y colocación de By-pass para mantenimiento.

$A$  = Area de la base ( $L \times L$ )  
 $h$  = Altura o tirante.

a) Capacidad requerida:

$$\begin{aligned} CR &= 181 \text{ m}^3 \\ h &= 2.50 \text{ m.} \\ CR &= L \times L \times h \\ CR &= L^2 \times h \end{aligned}$$

$$L = \sqrt{\frac{CR}{h}} = \sqrt{\frac{181 \text{ m}^3}{2.50 \text{ m}}} = 8.50 \text{ m.}$$

b) Volumen de colchón disponible:

$$\begin{aligned} V_T &= 250 \text{ m}^3 \quad (\text{volumen total del tanque construido}) \\ V_C &= 250 - 181 = 69 \text{ m}^3 \quad (\text{volumen de colchón}) \\ h_C &= \frac{V_C}{L^2} = \frac{69 \text{ m}^3}{(8.50 \text{ m})^2} = 0.96 \text{ m.} \end{aligned}$$

Entonces;  $h_T = 2.50 + 0.96 = 3.46 \text{ m.}$

∴ las dimensiones interiores del tanque "La Joya I" son:

$$\begin{aligned} \text{Ancho} &= 8.50 \text{ m.} \\ \text{Largo} &= 8.50 \text{ m.} \\ h_T &= 3.46 \text{ m.} \\ V_T &= 8.50 \times 8.50 \times 3.46 \approx 250 \text{ m}^3. \end{aligned}$$

Por lo que el tanque existente cumple con las necesidades de proyecto.

14.4.2. TANQUE "EL TEJOCOTE".

a) Capacidad requerida:

$$\begin{aligned} CR &= 600 \text{ m}^3 \\ h &= 2.50 \text{ m.} \end{aligned}$$

$$L = \sqrt{\frac{CR}{h}} = \sqrt{\frac{600 \text{ m}^3}{2.50 \text{ m}}} = 15.50 \text{ m.}$$

b) Volumen de colchón disponible:

Proponiendo un tirante de colchón de  $h_c = 0.50 \text{ m}$ .

$$V_C = L \times L \times h_c = 15.50 \times 15.50 \times 0.50$$

$$V_C = 120.13 \text{ m}^3$$

$$V_T = CR + V_C = 600 + 120.13 = 720.13 \text{ m}^3$$

Entonces;  $h_T = 2.50 + 0.50 = 3.00 \text{ m}$ .

∴ las dimensiones interiores del tanque "El Tejocote" son:

$$\text{Ancho} = 15.50 \text{ m.}$$

$$\text{Largo} = 15.50 \text{ m.}$$

$$h_T = 3.00 \text{ m.}$$

$$V_T = 15.50 \times 15.50 \times 3.00 \approx 721 \text{ m}^3.$$

Por lo que el tanque existente cumple con las necesidades de proyecto.

### 14.4.3. TANQUE "LA JOYA II".

En este tanque deberá observarse que además de las dimensiones de proyecto que se obtengan en la losa de base, irá un pequeño cárcamo o caja que servirá como área de succión de la bomba vertical que para tal efecto ahí se ubicará.

El volumen que ocupa dicho cárcamo no es significativo para considerarse en el volumen total del tanque.

a) Capacidad requerida:

$$\begin{aligned} CR &= 3,790 \text{ m}^3 \\ h &= 6.00 \text{ m.} \end{aligned}$$

$$L = \sqrt{\frac{CR}{h}} = \sqrt{\frac{3,790 \text{ m}^3}{6.00 \text{ m}}} = 25.13 \text{ m.}$$

b) Volumen de colchón disponible:

Proponiendo un tirante de colchón de  $h_c = 0.60 \text{ m}$ :

$$V_c = L \times L \times h_c = 25.13 \times 25.13 \times 0.60$$

$$V_c = 378.91 \text{ m}^3$$

$$V_T = CR + V_c = 3,790 + 378.91 = 4,168.91 \text{ m}^3$$

Entonces;  $h_T = 6.00 + 0.60 = 6.60 \text{ m.}$

∴ las dimensiones interiores del tanque "La Joya II" son:

$$\text{Ancho} = 25.13 \text{ m.}$$

$$\text{Largo} = 25.13 \text{ m.}$$

$$h_T = 6.60 \text{ m.}$$

$$V_T = 25.13 \times 25.13 \times 6.60 \approx 4,168 \text{ m}^3.$$

## **15. RED DE DISTRIBUCION.**

( Se consideró Tubería de Asbesto-Cemento y P.V.C. )

### 15.1. METODO DE HARDY-CROSS.

Balanceo de cargas por corrección de gastos acumulados,  
(procedimiento manual).

#### 15.1.1. PROYECCION DE REDES DE DISTRIBUCION.

Se proyectaron redes de distribución por gravedad de los tanques de regularización y de las cajas rompedoras de presión a sus redes respectivas o zonas de influencia, se proyectaron circuitos cerrados, empleándose para su cálculo el método de Hardy-Cross (balanceo de cargas para corrección de gastos acumulados); Así como, el sistema biplanar en el cruce de tuberías de relleno.

#### 15.1.2. CIRCUITOS.

Se trazaron de manera que no fuesen muy largos, ya que los diámetros de las tuberías de circuito resultarían muy grandes al conducir mayores gastos. (de 400 a 600 m. de distancia entre circuitos).

#### 15.1.3 ESCURRIMIENTO.

Se considero el escurrimiento positivo en el sentido de las manecillas del reloj y negativo en el sentido opuesto.

Tomando en cuenta estas consideraciones se procede al cálculo de cada red con la secuela siguiente:

a) Habiéndose elegido el tipo de sistema, disposición de la red y sentido de escurrimiento:

Procedemos a enumerar los circuitos y los cruceros tanto de circuito como de relleno, así como, también las longitudes de cada tramo para poder determinar la longitud total de la tubería.

b) Cálculo del gasto específico.

El gasto específico o gasto unitario se calcula, dividiendo el gasto máximo horario entre la longitud total de la red.

$$Q \text{ esp.} = \frac{Q_{mh}}{LT} ; (L/S-m)$$

c) Gasto propio de cada tramo.

$$Q \text{ prop.} = \text{Long. del tramo} \times Q \text{ esp.}$$

d) Se fija el punto de equilibrio en cada circuito principal.

e) A partir de los puntos de equilibrio se determinan los gastos acumulados para cada tramo.

f) Con este gasto procedemos a calcular los diámetros para cada tramo con la fórmula de Dupuit.

$$D = 1.13 \sqrt{Q}$$

Donde:

D = Diámetro en m.

Q = Gasto acumulado en cada tramo en m<sup>3</sup>/seg.

g) Teniendo definidos los diámetros y gastos para cada tramo, procedemos al cálculo hidráulico de la red, siguiendo la secuela de las tablas para cálculo de circuitos.

Para el cálculo de las pérdidas de carga ( $h_f$ ), utilizamos fórmulas o nomogramas de Manning.

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

Donde:

- $n$  = Coeficiente de rugosidad de Manning.
- $n = 0.010$  (para tubería de asbesto-cemento).
- $n = 0.009$  (para tubería de P.V.C.).
- $n = 0.009$  (para tubería de polietileno de alta densidad, extru-pak).

$D$  = Diámetro del tubo en m.

$L$  = Longitud del tubo en m.

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

$H_f$  = Pérdidas de carga en m.

Como:

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

Entonces:

$$H_f = K L Q^2$$

h) Como ya se ha definido el sentido del escurrimiento para cada circuito, se antepone el signo (+) o (-) en su caso a cada una de las  $H_f$ ; La suma en valor absoluto para cada circuito de las pérdidas de carga deben ser igual; si esto no sucede se procede hacer correcciones en base a la siguiente expresión:

$$\Delta p = \frac{\sum H_f}{N \left( \frac{\sum H_f}{Q} \right)}$$

Donde:

- $\Delta p$  = Factor de corrección para circuito propio.
- $\sum H_f$  = Suma algebraica de las  $H_f$  para c/circuito.
- $N$  = Coeficiente de Manning = 2
- $\sum H_f$  = Suma de valores absolutos.
- $Q$

La corrección para los tramos comunes será:

$$\Delta = \Delta p - \Delta c$$

Por ejemplo:

Para el circuito I :  $\Delta = \Delta p_I - \Delta p_{II}$

Para el circuito II :  $\Delta = \Delta p_{II} - \Delta p_I$

Donde:

- $\Delta$  = Corrección en tramos comunes.
- $\Delta p_I$  = Corrección propia del circuito I.
- $\Delta p_{II}$  = Corrección propia del circuito II.

i) Teniendo corregidos nuestros circuitos, calculamos las cotas piezométricas, restando la pérdida de carga en cada tramo a la cota piezométrica anterior.

j) La carga disponible es la que tendremos de restar la cota de terreno a la cota piezométrica.

Basándonos en los puntos anteriores para el desarrollo del cálculo de la Red de Distribución, se elaboraron las tablas que a partir de la hoja siguiente se exponen:

**ZONA ALTA**

CIRCUITO	TRAMO	LONG. (m)	GASTO (l.p.s.)	DIAM. (pulg.)	Hf (m)	Hf/Q	CORRECCION 1	Q 1 (l.p.s.)	Hf1 (m)	Hf1/Q 1	CORREC
	TANQUE										
	TANQUE-1	26	18.60	8	0.0456						
	1-1'	41	18.27	8	0.0694						
	1-22	170	(+) 6.83	4	(+) 1.5830	0.2318	(+) 0.4500	(+) 7.2800	(+) 1.7984	0.2470	
	22-54	87	5.57	4	0.5388	0.0967	0.4500	6.0200	0.6293	0.1045	
	54-23	52	5.18	4	0.2785	0.0538	0.4500	5.6300	0.3290	0.0584	
	23				(+) 2.4003	0.3823			(+) 2.7567	0.4099	
	1-3	4	(-) 11.25	6	(-) 0.0120	0.0011	(+) 0.4500	(-) 10.8000	(-) 0.0111	0.0010	
	3-5	28	11.02	6	0.0809	0.0073	0.4500	10.5700	0.0744	0.0070	
	5-7	11	10.59	6	0.0293	0.0028	0.4500	10.1400	0.0269	0.0027	
	7-8	37	10.05	6	0.0689	0.0088	0.4500	9.6000	0.0811	0.0084	
	8-10	11	9.69	6	0.0246	0.0025	0.4500	9.2400	0.0223	0.0024	
	10-23	345	6.52	4	2.9275	0.4490	0.4500	6.0700	2.5373	0.0885	
	23				(-) 3.1632	0.4715			(-) 2.7531	0.1100	
	23-28	177	9.91	6	0.4135						
	28-29	55	(+) 4.64	4	(+) 0.2364	0.0509	(-) 0.1300	(+) 4.5100	(+) 0.2233	0.0495	
	29-30	57	3.79	3	0.6382	0.1684	0.1300	3.6600	0.5951	0.1626	
	30-32	33	3.35	3	0.2887	0.0862	0.1300	3.2200	0.2667	0.0828	
	32-34'	21	2.98	3	0.1454	0.0488	0.1300	2.8500	0.1330	0.0467	
	34-38	34	2.62	3	0.1819	0.0694	0.1300	2.4900	0.1643	0.0660	
	38-39	65	2.21	3	0.2474	0.1119	0.1300	2.0800	0.2192	0.1054	
	39-40	54	1.65	3	0.1146	0.0695	0.1300	1.5200	0.0972	0.0639	
	40				(+) 2.2661	0.6051			(+) 1.6988	0.5769	
	28-52	144	(-) 3.42	3	(-) 1.3128	0.3839	(-) 0.1300	(-) 3.5500	(-) 1.4145	0.3985	
	52-41	64	2.76	3	0.3800	0.1377	0.1300	2.8900	0.4166	0.1442	
	41-40	93	1.83	3	0.2428	0.1327	0.1300	1.9600	0.2785	0.1421	
	40				(-) 1.9356	0.6543			(-) 2.1096	0.6848	

Q esp = Q<sub>mh</sub> = 18.60 I.P.S.  
LT 4,143.00 m

Q esp. = 0.004895 I<sub>s</sub>/S-m

Δ I I = - -0.7629 = + 0.45

2 x 0.8538

Δ I I = - 0.3305 = - 0.13

2 x 1.3011

A = -  $\frac{\Sigma Hf}{N (\Sigma \frac{Hf}{Q})}$

CION 2	Q 2 (l.p.s.)	Hf 2 (m)	Hf 2 / Q 2	CORRECCION 3	Q 3 (l.p.s.)	Hf 3 (m)	Hf COMP.	COTAS		CARGA DISPON.
								PIEZOM.	TERRENO	
								2360.50	2358.00	2.50
							0.0456	2360.45	2352.79	7.66
							0.0694	2360.38	2344.61	15.77
								2360.38		
(-)0.0035	(+)7.2765	(+)1.7967	0.2469	(+)0.0015	(+)7.2780	(+)1.7974	1.7974	2358.58	2343.73	14.85
0.0035	6.0165	0.6286	0.1045	0.0015	6.0180	0.6289	0.6289	2357.95	2343.39	14.56
0.0035	5.6265	0.3286	0.0584	0.0015	5.6280	0.3288	0.3288	2357.62	2331.37	26.25
		(+)2.7539	0.4098			(+)2.7551	2.7551			
								2360.38		
(-)0.0035	(-)10.8035	(-)0.0111	0.0010	(+)0.0015	(-)10.8020	(-)0.0111	0.0111	2360.37	2343.68	16.69
0.0035	10.5735	0.0745	0.0070	0.0015	10.5720	0.0745	0.0745	2360.30	2337.18	23.12
0.0035	10.1435	0.0269	0.0027	0.0015	10.1420	0.0269	0.0269	2360.27	2335.17	25.10
0.0035	9.6035	0.0812	0.0085	0.0015	9.6020	0.0812	0.0812	2360.19	2330.32	29.87
0.0035	9.2435	0.0224	0.0024	0.0015	9.2420	0.0224	0.0224	2360.16	2,328.88	31.28
0.0035	6.0735	2.5403	0.4183	0.0015	6.0720	2.5390	2.5390	2357.62	2331.37	26.25
		(-)2.7564	0.4399			(-)2.7551	2.7551			
							0.4135	2357.23	2312.60	44.63
(+)0.1628	(+)4.6728	(+)0.2397					0.2398	2356.99	2319.22	37.77
0.1628	3.8228	0.6493					0.6494	2356.34	2325.88	30.46
0.1628	3.3828	0.2943					0.2943	2356.05	2329.05	27.00
0.1628	3.0128	0.1486					0.1486	2355.90	2331.07	24.83
0.1628	2.6528	0.1865					0.1865	2355.75	2345.20	10.55
0.1628	2.2428	0.2548					0.2548	2355.49	2348.37	7.12
0.1628	1.6828	0.1192					0.1192	2355.37	2351.00	4.37
		(+)1.8924					1.8926			
								2357.23		
(+)0.1628	(-)3.3872	(-)1.2877					1.2876	2355.94	2314.60	41.34
0.1628	2.7272	0.3710					0.3710	2355.57	2329.96	25.61
0.1628	1.7972	0.2341					0.2340	2355.37	2351.00	4.37
		(-)1.8928					1.8926			

$$\Delta I 2 = \frac{0.0036}{2 \times 0.5199} = -0.0035$$

$$\Delta I 3 = \frac{-0.0025}{2 \times 0.8497} = +0.0015$$

$$\Delta II 2 = \frac{-0.4108}{2 \times 1.2617} = +0.1628$$

**ZONA MEDIA TANQUE**

CIRCUITO		TRAMO	LONG.	GASTO	DIAM.	Hf	Hf/Q	CORRECCION 1	Q 1	Hf1	Hf
PROPIO	COMUN		(m)	(l.p.s.)	(pulg.)	(m)			(l.p.s.)	(m)	COMP.
		TANQUE									
		TANQUE-194	272	61.71	12	0.6044					0.6044
		194-195	11	(+)37.01	10	(+)0.0232	0.0006	(-)0.2416	(+)36.7684	(+)0.0229	0.0229
		195-197	33	36.62	10	0.0682	0.0019	0.2416	36.3784	0.0673	0.0673
		197-198	12	36.51	10	0.0246	0.0007	0.2416	36.2684	0.0243	0.0243
		198-209	92	21.57	8	0.2170	0.0100	0.2416	21.3284	0.2122	0.2122
		209-210	76	21.26	8	0.1742	0.0082	0.2416	21.0184	0.1702	0.1702
		210-211	66	21.00	8	0.1476	0.0070	0.2416	20.7584	0.1442	0.1442
		211-89	51	20.77	8	0.1115	0.0054	0.2416	20.5284	0.1090	0.1090
		89-105	103	20.60	8	0.2216	0.0108	0.2416	20.3584	0.2164	0.2164
		105-104	136	20.00	8	0.2758	0.0138	0.2416	19.7584	0.2692	0.2691
		104				(-)1.2637	0.0584			(+)1.2357	1.2356
		194-85	98	(-)23.78	8	(-)0.2810	0.0118	(-)0.2416	(-)24.0216	(-)0.2867	0.2867
		85-86	47	23.33	8	0.1297	0.0056	0.2416	23.5716	0.1324	0.1324
		86-88	10	23.01	8	0.0268	0.0012	0.2416	23.2516	0.0274	0.0274
		88-90	42	22.71	8	0.1098	0.0048	0.2416	22.9516	0.1122	0.1122
		90-92	52	22.44	8	0.1328	0.0059	0.2416	22.6816	0.1356	0.1356
		92-94	53	22.20	8	0.1324	0.0060	0.2416	22.4416	0.1353	0.1353
		94-96	69	21.96	8	0.1687	0.0077	0.2416	22.2016	0.1724	0.1724
		96-101	11	20.19	8	0.0227	0.0011	0.2416	20.4316	0.0233	0.0233
		101-102	51	20.15	8	0.1050	0.0052	0.2416	20.3916	0.1075	0.1075
		102-104	51	19.70	8	0.1003	0.0051	0.2416	19.9416	0.1028	0.1028
		104				(-)1.2092	0.0544			(-)1.2356	1.2356
		104-CAJA	358	39.06	10	0.8411					0.8411
		CAJA									
		CAJA-110	73	39.68	10	0.1770					0.1770

L = 6,874 m (ZONA MEDIA TANQUE)

L = 11,192 m (ZONA MEDIA CAJA)

Lt = 18,066 m

$$\Delta H = \frac{0.0545}{2 \times 0.1128} = -0.2416$$

$$2 \times 0.1128$$

$$Q_{esp} = Q_{mh} = 61.71 \text{ L.P.S.} = 3.4158087 \times 10^{-3} \text{ L/S - m}$$

$$L_t = 18,066 \text{ m}$$

COTAS		CARGA
PIEZOM.	TERRENO	DISPON.
2,236.50	2,234.00	2.50
2,335.90	2,297.03	38.87
2,335.90		
2,335.88	2,298.54	37.34
2,335.81	2,295.24	40.57
2,335.79	2,296.60	39.19
2,335.58	2,289.69	45.89
2,335.41	2,291.44	43.97
2,335.27	2,286.66	48.61
2,335.16	2,291.82	43.34
2,334.94	2,298.03	36.91
2,334.67	2,287.15	47.52
2,335.90		
2,335.61	2,294.02	41.59
2,335.48	2,297.04	38.44
2,335.45	2,297.70	37.75
2,335.34	2,299.35	35.99
2,335.20	2,301.20	34.00
2,335.06	2,303.23	31.83
2,334.89	2,301.37	33.52
2,334.87	2,292.72	42.15
2,334.76	2,293.89	40.87
2,334.67	2,287.15	47.52
2,333.52	2,315.00	18.52
2,316.40	2,315.00	1.40
2,316.22	2,304.71	11.51

**ZONA MEDIA TANQUE**

CIRCUITO		TRAMO	LONG. (m)	GASTO (l.p.s.)	DIAM. (pulg.)	H f (m)	Hf/Q	CORRECCION 1	Q 1 (l.p.s.)	Hf 1 (m)	Hf1/Q 1
PROPIO	COMUN										
		198-200	232	14.90	6	1.2253					
		200-201	41	(+) 8.95	6	(+) 0.0781	0.0087	(-) 0.4241	(+) 8.5259	(+) 0.0709	0.0083
		201-202	17	6.85	4	0.1592	0.0232	0.4241	6.4259	0.1401	0.0218
		202-203	57	6.19	4	0.4360	0.0704	0.4241	5.7659	0.3783	0.0656
		203-204	23	5.48	4	0.1379	0.0252	0.4241	5.0559	0.1174	0.0232
		204-205	33	5.17	4	0.1761	0.0341	0.4241	4.7459	0.1484	0.0313
		205-62	50	4.68	4	0.2186	0.0467	0.4241	4.2559	0.1808	0.0425
		62-63	7	4.19	3	0.0958	0.0229	0.4241	3.7659	0.0774	0.0206
		63-64	43	3.81	3	0.4865	0.1277	0.4241	3.3859	0.3842	0.1135
		64-65	51	3.41	3	0.4622	0.1355	0.4241	2.9859	0.3544	0.1187
		65-68	117	2.50	3	0.5700	0.2280	0.4241	2.0759	0.3930	0.1893
		68-69	43	1.92	3	0.1236	0.0644	0.4241	1.4959	0.0750	0.0501
		69-70	44	1.52	3	0.0792	0.0521	0.4241	1.0959	0.0412	0.0376
		70-71	43	1.15	3	0.0443	0.0385	0.4241	0.7259	0.0177	0.0244
		71-72	49	0.72	3	0.0198	0.0275	0.4241	0.2959	0.0033	0.0112
		72				(+) 3.0873	0.9049			(+) 2.3821	0.7581
		200-76	48	(-) 5.16	4	(-) 0.2551	0.0494	(-) 0.4241	(-) 5.5841	(-) 0.2988	0.0535
		76-629'	75	3.96	4	0.2348	0.0593	0.4241	4.3841	0.2877	0.0656
		629'-137	370	3.70	4	1.0111	0.2733	0.4241	4.1241	1.2562	0.3046
		137-75	48	2.44	3	0.2227	0.0913	0.4241	2.8641	0.3069	0.1072
		75-74	44	1.62	3	0.0900	0.0556	0.4241	2.0441	0.1433	0.0701
		74-73	43	0.88	3	0.0260	0.0295	0.4241	1.3041	0.0570	0.0437
		73-72	48	0.16	3	0.0010	0.0063	0.4241	0.5841	0.0128	0.0219
		72				(-) 1.8407	0.5647			(-) 2.3627	0.6666

$$\Delta H 1 = - \frac{1.2466}{2 \times 1.4696} = -0.4241$$

CORRECCION 2	Q 2 (l.p.s.)	Hf2 (m)	Hf COMP.	COTAS		CARGA DISPON.
				PIEZOM.	TERRENO	
			1.2253	2,334.56	2,294.80	39.76
				2,334.56		
(-)0.0068	(+)8.5191	(+) 0.0708	0.0708	2,334.49	2,298.89	35.60
0.0068	6.4191	0.1398	0.1398	2,334.35	2,298.75	35.60
0.0068	5.7591	0.3774	0.3774	2,333.97	2,301.61	32.36
0.0068	5.0491	0.1170	0.1170	2,333.85	2,303.72	30.13
0.0068	4.7391	0.1479	0.1479	2,333.70	2,303.23	30.47
0.0068	4.2491	0.1802	0.1802	2,333.52	2,304.16	29.36
0.0068	3.7591	0.0771	0.0771	2,333.44	2,304.30	29.14
0.0068	3.3791	0.3827	0.3827	2,333.06	2,305.17	27.89
0.0068	2.9791	0.3528	0.3528	2,332.71	2,308.83	23.88
0.0068	2.0691	0.3904	0.3904	2,332.32	2,314.02	18.30
0.0068	1.4891	0.0743	0.0743	2,332.25	2,309.58	22.67
0.0068	1.0891	0.0407	0.0407	2,332.21	2,307.16	25.05
0.0068	0.7191	0.0173	0.0173	2,332.19	2,305.18	27.01
0.0068	0.2891	0.0032	0.0032	2,332.19	2,303.14	29.05
		(+) 2.3716	2.3716			
				2,334.56		
(-)0.0068	(-)5.5909	(-) 0.2995	0.2995	2,334.26	2,291.03	43.23
0.0068	4.3909	0.2886	0.2886	2,333.97	2,285.18	48.79
0.0068	4.1309	1.2603	1.2603	2,332.71	2,292.49	40.22
0.0068	2.8709	0.3083	0.3083	2,332.40	2,295.35	37.05
0.0068	2.0509	0.1442	0.1442	2,332.26	2,298.06	34.20
0.0068	1.3109	0.0576	0.0576	2,332.20	2,300.60	31.60
0.0068	0.5909	0.0131	0.0131	2,332.19	2,303.14	29.05
		(-) 2.3716	2.3716			

$$\Delta H 2 = \frac{0.0194}{2 \times 1.4247} = -0.0068$$

**ZONA MEDIA CAJA**

CIRCUITO		TRAMO	LONG.	GASTO	DIAM.	Hf	Hf/Q	CORRECCION 1	Q 1	Hf1	Hf1/Q 1
PROPIO	COMUN		(m)	(l.p.s.)	(pulg.)	(m)			(l.p.s.)	(m)	
	II	131-148	30	(+) 5.12	4	(+) 0.1570	0.0307	(-) 1.5389	(+) 3.5811	(+) 0.0768	0.0214
	II	148-147	43	4.73	4	0.1920	0.0406	1.5389	3.1911	0.0874	0.0274
	II	147-146	44	4.29	4	0.1616	0.0377	1.5389	2.7511	0.0665	0.0242
		146-144	120	4.14	3	1.6031	0.3872	(-) 0.2511	3.8889	1.4145	0.3637
		144-138	89	3.57	3	0.8841	0.2476	0.2511	3.3189	0.7641	0.2302
		138-136	113	1.16	3	0.1185	0.1022	0.2511	0.9089	0.0728	0.0801
		136-219	173	0.59	3	0.0469	0.0795	0.2511	0.3389	0.0155	0.0457
		219				(+) 3.1632	0.9255			(+) 2.4976	0.7927
		131-131'	12	(-) 2.81	4	(-) 0.0189	0.0067	(-) 0.2511	(-) 3.0611	(-) 0.0224	0.0073
		131'-132	165	2.77	3	0.9868	0.3562	0.2511	3.0211	1.1738	0.3885
		132-133	73	2.13	3	0.2581	0.1212	0.2511	2.3811	0.3226	0.1355
		133-134	179	1.80	3	0.4520	0.2511	0.2511	2.0511	0.5870	0.2862
		134-135	98	0.90	3	0.0619	0.0688	0.2511	1.1511	0.1012	0.0879
		135-219	54	0.18	3	0.1364	0.7578	0.2511	0.4311	0.0078	0.0181
		219				(-) 1.9141	1.5618			(-) 2.2148	0.9235
		118-123	247	13.22	6	1.0270					
		123-129	56	(+) 1.99	3	(+) 0.1729	0.0869	(+) 1.2878	(+) 3.2778	(+) 0.4690	0.1431
		129-127	34	1.02	3	0.0276	0.0271	1.2878	2.3078	0.1411	0.0611
		127-126	68	0.45	3	0.0107	0.0238	1.2878	1.7378	0.1601	0.0921
		126-146	65	0.22	3	0.0025	0.0113	1.2878	1.5098	0.1155	0.0765
	146				(+) 0.2137	0.1491			(+) 0.8857	0.3728	
	123-214	64	(-) 9.04	6	(-) 0.1244	0.0138	(+) 1.2811	(-) 7.7522	(-) 0.0915	0.0118	
	214-125	85	8.82	6	0.1573	0.0178	1.2811	7.5322	0.1147	0.0152	
	125-131	143	8.42	6	0.2412	0.0286	1.2811	7.1322	0.1731	0.0243	
III	131-148	30	5.12	4	0.1570	0.0307	(+) 1.5389	3.5811	0.0768	0.0214	
III	148-147	43	4.73	4	0.1920	0.0406	1.5389	3.1911	0.0874	0.0274	
III	147-146	44	4.29	4	0.1616	0.0377	1.5389	2.7511	0.0665	0.0242	
	146				(-) 1.0335	0.1692			(-) 0.6100	0.1243	

$$\Delta II = \Delta II_1 - \Delta III$$

$$\Delta III_1 = \frac{-0.0198}{2 \times 0.3183} = + 1.2878$$

$$\Delta III_2 = \frac{0.2757}{2 \times 0.4971} =$$

$$\Delta III = \Delta III_1 - \Delta III_2$$

$$\Delta III_1 = \frac{1.2491}{2 \times 2.4873} = - 0.2511$$

$$\Delta III_2 = \frac{0.2828}{2 \times 1.7162} =$$

$$\Delta II = + 1.5389$$

$$\Delta III = - 1.5389$$

$$\Delta 'II = - 0.1949$$

$$\Delta 'III = + 0.1949$$

CORRECCION 2	Q 2 (l.p.s.)	Hf2 (m)	Hf2/Q 2	CORRECCION 3	Q 3 (l.p.s.)	Hf3 (m)	Hf3/Q 3	CORRECCION 4
(+) 0.1949	(+) 3.7760	(+) 0.0854	0.0226	(+) 0.0147	(+) 3.7907	(+) 0.0860	0.0227	(+) 0.0007
0.1949	3.3860	0.0984	0.0291	0.0147	3.4007	0.0993	0.0292	0.0007
0.1949	2.9460	0.0762	0.0259	0.0147	2.9607	0.0770	0.0260	0.0007
(-) 0.0824	3.8065	1.3552	0.3560	(-) 0.0118	3.7947	1.3468	0.3549	(-) 0.0013
0.0824	3.2365	0.7266	0.2245	0.0118	3.2247	0.7214	0.2237	0.0013
0.0824	0.8265	0.0602	0.0728	0.0118	0.8147	0.0585	0.0718	0.0013
0.0824	0.2565	0.0089	0.0347	0.0118	0.2447	0.0081	0.0331	0.0013
		(+) 2.4109	0.7656			(+) 2.3971	0.7614	
(-) 0.0824	(-) 3.1435	(-) 0.0237	0.0075	(-) 0.0118	(-) 3.1553	(-) 0.0238	0.0075	(-) 0.0013
0.0824	3.1035	1.2387	0.3991	0.0118	3.1153	1.2481	0.4006	0.0013
0.0824	2.4635	0.3453	0.1402	0.0118	2.4753	0.3486	0.1408	0.0013
0.0824	2.1335	0.6351	0.2977	0.0118	2.1453	0.6421	0.2993	0.0013
0.0824	1.2335	0.1162	0.0942	0.0118	1.2453	0.1185	0.0952	0.0013
0.0824	0.5135	0.0111	0.0216	0.0118	0.5253	0.0116	0.0221	0.0013
		(-) 2.3701	0.9603			(-) 2.3927	0.9655	
(-) 0.2773	(+) 3.0005	(+) 0.3930	0.1310	(-) 0.0265	(+) 2.9740	(+) 0.3861	0.1298	(-) 0.0020
0.2773	2.0305	0.1093	0.0538	0.0265	2.0040	0.1064	0.0531	0.0020
0.2773	1.4605	0.1131	0.0774	0.0265	1.4340	0.1090	0.0760	0.0020
0.2773	1.2325	0.0770	0.0625	0.0265	1.2060	0.0737	0.0611	0.0020
		(+) 0.6924	0.3247			(+) 0.6752	0.3200	
(-) 0.2773	(-) 8.0295	(-) 0.0982	0.0122	(-) 0.0265	(-) 8.0560	(-) 0.0988	0.0123	(-) 0.0020
0.2773	7.8095	0.1233	0.0158	0.0265	7.8360	0.1242	0.0158	0.0020
0.2773	7.4095	0.1868	0.0252	0.0265	7.4360	0.1881	0.0253	0.0020
(-) 0.1949	3.7760	0.0854	0.0226	(-) 0.0147	3.7907	0.0860	0.0227	(-) 0.0007
0.1949	3.3860	0.0984	0.0291	0.0147	3.4007	0.0993	0.0292	0.0007
0.1949	2.9460	0.0762	0.0259	0.0147	2.9607	0.0770	0.0260	0.0007
		(-) 0.6683	0.1308			(-) 0.6734	0.1313	

= - 0.2773

$$\Delta \text{ II3} = \frac{0.0241}{2 \times 0.4555} = - 0.0265$$

$$\Delta \text{ II4} = \frac{0.0018}{2 \times 0.4513} =$$

= - 0.0824

$$\Delta \text{ III3} = \frac{0.0408}{2 \times 1.7259} = - 0.0118$$

$$\Delta \text{ III4} = \frac{0.0044}{2 \times 1.7269} =$$

$$\Delta \text{ " II} = - 0.0147$$

$$\Delta \text{ " II} = - 0.0007$$

$$\Delta \text{ " III} = + 0.0147$$

$$\Delta \text{ " III} = + 0.0007$$

Q 4 (l.p.s.)	Hf4 (m)	Hf COMP.	COTAS		CARGA DISPON.
			PIEZOM.	TERRENO	
			2,330.22		
(+) 3.7914	(+) 0.0861	0.0861	2,330.13	2,281.76	48.37
3.4014	0.0993	0.0993	2,330.03	2,281.98	48.05
2.9614	0.0770	0.0770	2,329.95	2,280.10	49.85
3.7934	1.3459	1.3459	2,328.60	2,278.67	49.93
3.2234	0.7208	0.7208	2,327.88	2,283.70	44.18
0.8134	0.0583	0.0583	2,327.82	2,290.49	37.33
0.2434	0.0080	0.0080	2,327.81	2,286.97	40.84
	(+) 2.3954	2.3954			
			2,330.22		
(-) 3.1566	(-) 0.0239	0.0239	2,330.20	2,280.28	49.92
3.1166	1.2492	1.2492	2,328.95	2,281.82	47.13
2.4766	0.3490	0.3490	2,328.60	2,281.22	47.38
2.1466	0.6429	0.6429	2,327.95	2,280.32	47.63
1.2466	0.1187	0.1187	2,327.83	2,284.83	43.00
0.5266	0.0117	0.0117	2,327.81	2,286.97	40.84
	(-) 2.3954	2.3954			
		1.0270	2,313.51	2,283.96	29.55
			2,313.51		
(+) 2.9720	(+) 0.3855	0.3855	2,313.12	2,282.83	30.29
2.0020	0.1062	0.1062	2,313.01	2,282.20	30.81
1.4320	0.1087	0.1087	2,312.90	2,282.94	29.96
1.2040	0.0734	0.0734	2,312.82	2,279.73	33.09
	(+) 0.6737	0.6737			
			2,313.51		
(-) 8.0580	(-) 0.0989	0.0989	2,313.41	2,281.81	31.60
7.8380	0.1242	0.1242	2,313.28	2,281.40	31.88
7.4380	0.1882	0.1882	2,313.09	2,280.64	32.45
3.7914	0.0861	0.0861	2,313.00	2,281.76	31.24
3.4014	0.0993	0.0993	2,312.90	2,281.98	30.92
2.9614	0.0770	0.0770	2,312.82	2,279.73	33.09
	(-) 0.6737	0.6737			

= - 0.002

= - 0.0013

ZONA MEDIA CAJA

CIRCUITO		TRAMO	LONG.	GASTO	DIAM.	Hf	Hf/Q	CORRECCION 1	Q 1	Hf1	Hf1/Q 1
PROPIO	COMUN		(m)	(l.p.s.)	(pulg.)	(m)			(l.p.s.)	(m)	
		110-111	180	16.43	6	1.1560					
		111-625	73	(+) 8.62	6	(-) 0.1290	0.0150	(+) 2.3895	(+) 11.0095	(+) 0.2105	0.0191
		625-112	38	8.03	6	0.0583	0.0073	2.3895	10.4195	0.0981	0.0094
		112-114	45	7.76	6	0.0645	0.0083	2.3895	10.1495	0.1103	0.0109
		114-116	7	6.80	6	0.0077	0.0011	2.3895	9.1895	0.0141	0.0015
		116-118	20	6.67	6	0.0212	0.0032	2.3895	9.0595	0.0391	0.0043
		118				(+) 0.2807	0.0349			(+) 0.4721	0.0452
		111-117	66	(-) 7.20	4	(-) 0.6830	0.0949	(+) 2.3895	(-) 4.8105	(-) 0.3049	0.0634
		117-118	76	6.87	4	0.716	0.1042	2.3895	4.4805	0.3045	0.0680
		118				(-) 1.3990	0.1991			(-) 0.6094	0.1314
		110-149	136	20.86	8	0.3000					
		149-228	94	(+) 2.71	3	(+) 0.5381	0.1986	(+) 1.2314	(+) 3.9414	(+) 1.1382	0.2888
		228-191	58	2.39	3	0.2582	0.1080	1.2314	3.6214	0.5929	0.1637
		191-190	53	1.91	3	0.1507	0.0789	1.2314	3.1414	0.4077	0.1298
		190-188	69	1.45	3	0.1131	0.0780	1.2314	2.6814	0.3867	0.1442
		188-186	38	0.87	3	0.0224	0.0257	1.2314	2.1014	0.1308	0.0622
		186-234	16	0.55	3	0.0038	0.0069	1.2314	1.7814	0.0396	0.0222
		234-235	144	0.49	3	0.0269	0.0549	1.2314	1.7214	0.3326	0.1932
		235				(+) 1.1132	0.5510			(+) 3.0285	1.0041
		149-150	282	(-) 17.68	6	(-) 2.0970	0.1186	(+) 1.2314	(-) 16.4486	(-) 1.8151	0.1103
		150-177	101	7.90	4	1.2582	0.1593	1.3264	6.5736	0.8712	0.1325
		177-184	69	1.33	3	0.0951	0.0715	(+) 1.2314	0.0986	0.0052	0.0527
		184-185	45	0.82	3	0.0236	0.0288	(+) 1.2314	0.4114	0.0059	0.0143
		185-235	115	0.39	3	0.0136	0.0349	1.2314	0.8414	0.0635	0.0755
		235				(-) 3.4875	0.4131			(-) 2.7609	0.3853

$$\Delta I 1 = \underline{\quad} \quad -1.1183 \quad = + 2.3895$$

$$2 \times 0.234$$

$$\Delta IV 1 = \underline{\quad} \quad -2.3743 \quad = + 1.2314$$

$$2 \times 0.9641$$

$$\Delta V 1 = \underline{\quad} \quad -0.095$$

$$\Delta IV 1 - V 1 = + 1.3264$$

$$\Delta I 2 = \underline{\quad}$$

$$\Delta IV 2 = \underline{\quad}$$

$$\Delta V 2 = \underline{\quad}$$

$$\Delta IV 2 - V 2 = \underline{\quad}$$

CORRECCION 2	Q 2	Hf2	Hf2/Q 2	CORRECCION 3	Q 3	Hf3	Hf3/Q 3	CORRECCION 4
	(l.p.s.)	(m)			(l.p.s.)	(m)		
(+) 0.3887	(+) 11.3982	(+) 0.2256	0.0198	(+) 0.0111	(+) 11.4093	(+) 0.2261		
0.3887	10.8082	0.1056	0.0098	0.0111	10.8193	0.1058		
0.3887	10.5382	0.1189	0.0113	0.0111	10.5493	0.1191		
0.3887	9.5782	0.0153	0.0016	0.0111	9.5893	0.0153		
0.3887	9.4482	0.0425	0.0045	0.0111	9.4593	0.0426		
		(+) 0.5079	0.0470			(+) 0.5089		
(+) 0.3887	(-) 4.4218	(-) 0.2576	0.0583	(+) 0.0111	(-) 4.4107	(-) 0.2563		
0.3887	4.0918	0.254	0.0621	0.0111	4.0807	0.2526		
		(-) 0.5116	0.1204			(-) 0.5089		
(+) 0.0963	(+) 4.0377	(+) 1.1945	0.2958	(-) 0.1904	(+) 3.8473	(+) 1.0845	0.2819	(+) 0.0012
0.0963	3.7177	0.6248	0.1681	0.1904	3.5273	0.5625	0.1595	0.0012
0.0963	3.2377	0.4330	0.1337	0.1904	3.0473	0.3836	0.1259	0.0012
0.0963	2.7777	0.4150	0.1494	0.1904	2.5873	0.3600	0.1391	0.0012
0.0963	2.1977	0.1431	0.0651	0.1904	2.0073	0.1193	0.0594	0.0012
0.0963	1.8777	0.0440	0.0234	0.1904	1.6873	0.0355	0.0210	0.0012
0.0963	1.8177	0.3708	0.2040	0.1904	1.6273	0.2972	0.1826	0.0012
		(+) 3.2252	1.0395			(+) 2.8426	0.9694	
(+) 0.0963	(-) 16.3523	(-) 1.7939	0.1097	(-) 0.1904	(-) 16.5427	(-) 1.8359	0.1110	(+) 0.0012
(+) 0.0398	6.5338	0.8607	0.1317	(-) 0.2232	6.7570	0.9205	0.1362	(+) 0.0091
(+) 0.0963	0.0023	0.0000	0.0000	(-) 0.1904	0.1927	0.0020	0.0104	(+) 0.0012
0.0963	0.3151	0.0035	0.0111	0.1904	0.5055	0.0090	0.0178	0.0012
0.0963	0.7451	0.0498	0.0668	0.1904	0.9355	0.0784	0.0838	0.0012
		(-) 2.7079	0.3193			(-) 2.8458	0.3592	

$$\frac{-0.1373}{2 \times 0.1766} = + 0.3887$$

$$\frac{0.2676}{2 \times 1.3894} = + 0.0963$$

$$+ 0.0565$$

$$= + 0.0398$$

$$\Delta I3 = \frac{-0.0037}{2 \times 0.1674} = + 0.0111$$

$$\Delta IV3 = \frac{0.5173}{2 \times 1.3588} = - 0.1904$$

$$\Delta V3 = + 0.0328$$

$$\Delta IV3 - V3 = - 0.2232$$

Q 4 (l.p.s.)	Hf4 (m)	Hf4/Q 4	CORRECCION 5	Q 5 (l.p.s.)	Hf5 (m)	Hf COMP.	COTAS		CARGA DISPON.
							PIEZOM.	TERRENO	
						1.1560	2,315.06	2,286.22	28.84
							2,315.06		
						0.2261	2,314.83	2,285.70	29.13
						0.1058	2,314.72	2,285.52	29.20
						0.1191	2,314.60	2,285.41	29.19
						0.0153	2,314.58	2,284.94	29.64
						0.0426	2,314.54	2,284.60	29.94
						0.5089			
							2,315.06		
						0.2563	2,314.80	2,284.20	30.60
						0.2526	2,314.54	2,284.60	29.94
						0.5089			
						0.3000	2,333.04	2,299.81	33.23
							2,333.04		
(+) 3.8485	(+) 1.0852	0.2820	(-) 0.0009	(+) 3.8476	(+) 1.0847	1.0842	2,331.96	2,310.93	21.03
3.5285	0.5628	0.1595	0.0009	3.5276	0.5626	0.5621	2,331.40	2,312.60	18.80
3.0485	0.3839	0.1259	0.0009	3.0476	0.3837	0.3832	2,331.02	2,307.90	23.12
2.5885	0.3604	0.1392	0.0009	2.5876	0.3601	0.3596	2,330.66	2,301.78	28.88
2.0085	0.1195	0.0595	0.0009	2.0076	0.1194	0.1189	2,330.54	2,298.41	32.13
1.6885	0.0356	0.0211	0.0009	1.6876	0.0355	0.0350	2,330.51	2,296.98	33.53
1.6285	0.2977	0.1828	0.0009	1.6276	0.2973	0.2965	2,330.21	2,324.12	6.09
	(+) 2.8451	0.9700			(+) 2.8433	2.8395			
							2,333.04		
(-) 16.5415	(-) 1.8357	0.1110	(-) 0.0009	(-) 16.5424	(-) 1.8359	1.8377	2,331.20	2,300.19	31.01
6.7479	0.9180	0.1360	(+) 0.0279	6.7200	0.9104	0.9114	2,330.29	2,299.90	30.39
0.1915	0.0020	0.0104	(-) 0.0009	0.1924	0.0020	0.0030	2,330.29	2,299.19	31.10
0.5043	0.0089	0.0176	0.0009	0.5052	0.0090	0.0090	2,330.28	2,306.20	24.08
0.9343	0.0782	0.0837	0.0009	0.9352	0.0784	0.0784	2,330.21	2,324.12	6.09
	(-) 2.8428	0.3587			(-) 2.8357	2.8395			

$$\Delta IV 4 = \frac{-0.0032}{2 \times 1.3286} = + 0.0012$$

$$\Delta V 4 = -0.0079$$

$$\Delta IV 4 - V 4 = + 0.0091$$

$$\Delta IV 5 = \frac{0.0023}{2 \times 1.3287} = - 0.0009$$

$$\Delta V 5 = -0.0288$$

$$\Delta IV 5 - V 5 = + 0.0279$$

**ZONA MEDIA CAJA**

CIRCUITO		TRAMO	LONG.	GASTO	DIAM.	Hf	Hf/Q	CORRECCION 1		Q 1	Hf 1	Hf 1/Q 1	
PROPIO	COMUN		(m)	(l.p.s.)	(pulg.)	(m)				(l.p.s.)	(m)		
	IV	150-177	101	(+) 7.90	4	(+) 1.2582	0.1593		(-) 1.3264	(+) 6.5736	(+) 0.8712	0.1325	
		177-175	271	6.22	4	2.0928	0.3365		0.0950	6.1250	2.0294	0.3313	
		175-236	53	5.16	4	0.2817	0.0546		0.0950	5.0650	0.2714	0.0536	
		236-174	61	4.98	4	0.3018	0.0606		0.0950	4.8850	0.2906	0.0595	
		174-173	27	4.27	3	0.3837	0.0899		0.0950	4.1750	0.3668	0.0879	
		173-172	59	3.90	3	0.6995	0.1794		0.0950	3.8050	0.6658	0.1750	
		172-238	41	3.11	3	0.3091	0.0994		0.0950	3.0150	0.2905	0.0964	
		238-207	288	2.97	3	1.9801	0.6667		0.0950	2.8750	1.8555	0.6454	
		207-169	41	1.99	3	0.1266	0.0636		0.0950	1.8950	0.1148	0.0606	
		169-167	47	1.12	3	0.0460	0.0411		0.0950	1.0250	0.0385	0.0376	
		167					(+) 7.4795	1.7511				(+) 6.7945	1.6798
		150-151	40	(-) 8.82	6	(-) 0.0740	0.0084		(-) 0.0950	(-) 8.9150	(-) 0.0756	0.0085	
		151-155	50	8.30	6	0.0819	0.0099		0.0950	8.3950	0.0838	0.0100	
		155-237	170	7.97	4	2.1555	0.2705		0.0950	8.0650	2.2072	0.2737	
		237-157	31	7.39	4	0.3379	0.0457		0.0950	7.4850	0.3467	0.0463	
		157-158	16	6.78	4	0.1468	0.0217		0.0950	6.8750	0.1510	0.0220	
		158-160	40	6.42	4	0.3291	0.0513		0.0950	6.5150	0.3389	0.0520	
		160-162	59	5.97	4	0.4197	0.0703		0.0950	6.0650	0.4332	0.0714	
		162-163	279	3.77	3	3.0908	0.8198		0.0950	3.8650	3.2485	0.8405	
		163-164	34	2.36	3	0.1476	0.0625		0.0950	2.4550	0.1597	0.0651	
		164-165	21	1.67	3	0.0456	0.0273		0.0950	1.7650	0.0510	0.0289	
		165-166	34	1.14	3	0.0344	0.0302		0.0950	1.2350	0.0404	0.0327	
		166-167	46	0.55	3	0.0108	0.0196		0.0950	0.6450	0.0149	0.0231	
		167					(-) 6.8741	1.4372				(-) 7.1509	1.4742

NOTAS:

$$\Delta v_1 = \frac{0.6054}{2 \times 3.1883} = -0.095$$

$$\Delta v_2 = \frac{-0.3564}{2 \times 3.154} =$$

$$\Delta_{IV1} = +1.2314$$

$$\Delta_{IV2} = +0.0963$$

$$\Delta_{v1-IV1} = -1.3264$$

$$\Delta_{v2-IV2} = -0.0398$$

CORRECCION 2		Q 2	Hf2	Hf2/Q 2	CORRECCION 3		Q 3	Hf3	Hf3/Q 3	CORRECCION 4									
		(l.p.s.)	(m)				(l.p.s.)	(m)											
(-)	0.0398	(+)	6.5338	(+)	0.8607		0.1317		(+)	0.2232	(+)	6.7570	(+)	0.9205		0.1362		(-)	0.0091
(+)	0.0565		6.1815		2.0670		0.3344		(+)	0.0328		6.2143		2.0890		0.3362		(-)	0.0079
	0.0565		5.1215		0.2775		0.0542			0.0328		5.1543		0.2811		0.0545			0.0079
	0.0565		4.9415		0.2973		0.0602			0.0328		4.9743		0.3013		0.0606			0.0079
	0.0565		4.2315		0.3768		0.0890			0.0328		4.2643		0.3827		0.0897			0.0079
	0.0565		3.8615		0.6857		0.1776			0.0328		3.8943		0.6974		0.1791			0.0079
	0.0565		3.0715		0.3015		0.0982			0.0328		3.1043		0.3080		0.0992			0.0079
	0.0565		2.9315		1.9291		0.6581			0.0328		2.9643		1.9725		0.6654			0.0079
	0.0565		1.9515		0.1217		0.0624			0.0328		1.9843		0.1258		0.0634			0.0079
	0.0565		1.0815		0.0428		0.0396			0.0328		1.1143		0.0455		0.0408			0.0079
				(+)	6.9601		1.7054				(+)	7.1238		1.7251					
(+)	0.0565	(-)	8.8585	(-)	0.0747		0.0084		(+)	0.0328	(-)	8.8257	(-)	0.0741		0.0107		(-)	0.0079
	0.0565		8.3385		0.0827		0.0099			0.0328		8.3057		0.0821		0.0099			0.0079
	0.0565		8.0085		2.3594		0.2946			0.0328		7.9757		2.3409		0.2935			0.0079
	0.0565		7.4285		0.3415		0.0460			0.0328		7.3957		0.3385		0.0458			0.0079
	0.0565		6.8185		0.1485		0.0218			0.0328		6.7857		0.1471		0.0217			0.0079
	0.0565		6.4585		0.3330		0.0516			0.0328		6.4257		0.3297		0.0513			0.0079
	0.0565		6.0085		0.4252		0.0708			0.0328		5.9757		0.4205		0.0704			0.0079
	0.0565		3.8085		3.1542		0.8282			0.0328		3.7757		3.1001		0.8211			0.0079
	0.0565		2.3985		0.1525		0.0636			0.0328		2.3657		0.1483		0.0627			0.0079
	0.0565		1.7085		0.0478		0.0280			0.0328		1.6757		0.0460		0.0275			0.0079
	0.0565		1.1785		0.0368		0.0312			0.0328		1.1457		0.0348		0.0304			0.0079
	0.0565		0.5885		0.0124		0.0211			0.0328		0.5557		0.0111		0.0200			0.0079
				(-)	7.1687		1.4752				(-)	7.0732		1.4650					

$$= + 0.0565$$

$$\Delta v_3 = \frac{-0.2086}{2 \times 3.1806} = +0.0328$$

$$\Delta v_4 = \frac{0.0506}{2 \times 3.1901} =$$

$$\Delta iv_3 = -0.1904$$

$$\Delta iv_4 = +0.0012$$

$$\Delta v_3 - iv_3 = +0.2232$$

$$\Delta v_4 - iv_4 = -0.0091$$

Q 4 (l.p.s.)	Hf4 (m)	Hf4/Q 4	CORRECCION 5		Q 5 (l.p.s.)	Hf5 (m)	Hf COMP.	COTAS		CARGA DISPON.
								PIEZOM.	TERRENO	
								2,331.20		
(+) 6.7479	(+) 0.9180	0.1360	(-) 0.0279	(+) 6.7200	(+) 0.9104	0.9103		2,330.29	2,299.90	30.39
6.2064	2.0837	0.3357	(-) 0.0288	6.1776	2.0644	2.0643		2,328.23	2,298.75	29.48
5.1464	0.2802	0.0544	0.0288	5.1176	0.2771	0.2771		2,327.95	2,298.03	29.92
4.9664	0.3003	0.0605	0.0288	4.9376	0.2969	0.2969		2,327.65	2,295.40	32.25
4.2564	0.3813	0.0896	0.0288	4.2276	0.3761	0.3761		2,327.27	2,294.80	32.47
3.8864	0.6946	0.1787	0.0288	3.8576	0.6843	0.6843		2,326.59	2,291.82	34.77
3.0964	0.3064	0.0990	0.0288	3.0676	0.3007	0.3007		2,326.29	2,291.40	34.89
2.9564	1.9620	0.6636	0.0288	2.9276	1.9240	1.9239		2,324.37	2,291.30	33.07
1.9764	0.1248	0.0631	0.0288	1.9476	0.1212	0.1212		2,324.25	2,289.41	34.84
1.1064	0.0448	0.0405	0.0288	1.0776	0.0425	0.0425		2,324.21	2,288.94	35.27
	(+) 7.0961	1.7211			(+) 6.9976	6.9973				
								2,331.20		
(-) 8.8336	(-) 0.0743	0.0084	(-) 0.0288	(-) 8.8624	(-) 0.0747	0.0747		2,331.13	2,303.73	27.40
8.3136	0.0822	0.0099	0.0288	8.3424	0.0828	0.0829		2,331.05	2,299.35	31.70
7.9836	2.1629	0.2709	0.0288	8.0124	2.1785	2.1786		2,328.87	2,300.46	28.41
7.4036	0.3392	0.0458	0.0288	7.4324	0.3418	0.3418		2,328.53	2,301.20	27.33
6.7936	0.1474	0.0217	0.0288	6.8224	0.1487	0.1487		2,328.38	2,301.20	27.18
6.4336	0.3305	0.0514	0.0288	6.4624	0.3334	0.3334		2,328.05	2,301.18	26.87
5.9836	0.4217	0.0705	0.0288	6.0124	0.4257	0.4257		2,327.62	2,301.20	26.42
3.7836	3.1131	0.8228	0.0288	3.8124	3.1607	3.1608		2,324.46	2,288.35	36.11
2.3736	0.1493	0.0629	0.0288	2.4024	0.1530	0.1530		2,324.31	2,287.15	37.16
1.6836	0.0464	0.0276	0.0288	1.7124	0.0480	0.0480		2,324.26	2,287.81	36.45
1.1536	0.0353	0.0306	0.0288	1.1824	0.0371	0.0371		2,324.22	2,288.23	35.99
0.5636	0.0114	0.0202	0.0288	0.5924	0.0126	0.0126		2,324.21	2,288.94	35.27
	(-) 6.9137	1.4427			(-) 6.9970	6.9973				

$$= -0.0079$$

$$\Delta v_5 = \frac{-0.1824}{2 \times 3.1638} = -0.0288$$

$$\Delta v_5 = -0.0009$$

$$\Delta v_5 - v_5 = -0.0279$$

**ZONA BAJA CAJA**

CIRCUITO		TRAMO	LONG.	GASTO	DIAM.	Hf	Hf/Q	CORRECCION 1		Q 1	Hf1	Hf1/Q 1
PROPIO	COMUN		(m)	(l.p.s.)	(pulg.)	(m)				(l.p.s.)	(m)	
	XVIII	572-571	67	(+) 7.06	4	(+) 0.6666	0.0944	(-) 1.7994	(+) 5.2606	(+) 0.3701	0.0704	
		571-570	161	5.61	4	1.0114	0.1803	1.7994	3.8106	0.4667	0.1225	
	XVIII	570-576	33	8.97	4	0.5300	0.0591	(-) 1.1359	7.8341	0.4043	0.0516	
		576-577	29	8.10	4	0.3798	0.0469	1.1359	6.9641	0.2807	0.0403	
	577-581	19	7.21	4	0.1972	0.0274	1.1359	6.0741	0.1399	0.0230		
	581-582	24	6.35	4	0.1932	0.0304	1.1359	5.2141	0.1302	0.0250		
	582-591	40	5.41	4	0.2337	0.0432	1.1359	4.2741	0.1459	0.0341		
	591-593	14	4.28	4	0.0512	0.0120	1.1359	3.1441	0.0276	0.0088		
	593-594	50	8.36	4	0.6975	0.0834	1.1359	7.2241	0.5209	0.0721		
	594-595	21	8.01	4	0.2689	0.0336	1.1359	6.8741	0.1981	0.0288		
	595-596	43	7.03	4	0.4242	0.0603	1.1359	5.8941	0.2982	0.0506		
	596-597	26	5.90	4	0.1807	0.0306	1.1359	4.7641	0.1178	0.0247		
	597-598	23	5.00	4	0.1148	0.0230	1.1359	3.8641	0.0685	0.0177		
	598-599	20	4.16	4	0.0691	0.0166	1.1359	3.0241	0.0365	0.0121		
	599-609	26	3.35	4	0.0582	0.0174	1.1359	2.2141	0.0254	0.0115		
	609-610	40	2.51	4	0.0503	0.0200	1.1359	1.3741	0.0151	0.0110		
	610-611	51	1.57	4	0.0251	0.0160	1.1359	0.4341	0.0019	0.0044		
	611-612	60	0.42	4	0.0021	0.0050	1.1359	0.7159	0.0061	0.0085		
	612					(+) 5.1540	0.7996			(+) 3.2539	0.6171	
	572-573	20	(-) 18.37	6	(-) 0.1606	0.0087	(-) 1.1359	(-) 19.5059	(-) 0.1810	0.0093		
	573-585	67	17.75	6	0.5022	0.0283	1.1359	18.8859	0.5685	0.0301		
	585-603	104	13.06	6	0.4220	0.0323	1.1359	14.1959	0.4986	0.0351		
	603-602	77	12.33	6	0.2785	0.0226	1.1359	13.4659	0.3322	0.0247		
	602-618	151	5.69	4	0.9759	0.1715	1.1359	6.8259	1.4044	0.2057		
	618-617	38	4.63	4	0.1626	0.0351	1.1359	5.7659	0.2522	0.0437		
	617-616	113	1.59	4	0.0570	0.0358	1.1359	2.7259	0.1676	0.0615		
	616-613	42	0.67	4	0.0038	0.0057	1.1359	1.8059	0.0273	0.0151		
	613-612	28	0.20	4	0.0002	0.0010	1.1359	1.3359	0.0100	0.0075		
	612					(-) 2.5628	0.3410			(-) 3.4418	0.4327	

$$\Delta \text{ XIX1} = \frac{2.5912}{2 \times 1.1406} = - 1.1359$$

$$\Delta \text{ XIX2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\Delta \text{ XVIII1} = + 0.6635$$

$$\Delta \text{ XIX1 - XVIII1} = - 1.7994$$

$$\Delta \text{ XIX2 - XVIII2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

CORRECCION 2	Q 2	Hf2	Hf2/Q 2	CORRECCION 3	Q 3	Hf3	Hf3/Q 3	CORRECCION 4
	(l.p.s.)	(m)			(l.p.s.)	(m)		
(+) 0.6038	(+) 5.8644	(+) 0.4599	0.0784	(-) 0.1380	(+) 5.7264	(+) 0.4386	0.0766	(+) 0.0530
0.6038	4.4144	0.6263	0.1419	0.1380	4.2764	0.5877	0.1374	0.0530
(+) 0.0895	7.9236	0.4136	0.0522	(-) 0.0997	7.8239	0.4032	0.0515	(+) 0.0073
0.0895	7.0536	0.2880	0.0408	0.0997	6.9539	0.2799	0.0403	0.0073
0.0895	6.1636	0.1441	0.0234	0.0997	6.0639	0.1395	0.0230	0.0073
0.0895	5.3036	0.1348	0.0254	0.0997	5.2039	0.1297	0.0249	0.0073
0.0895	4.3636	0.1520	0.0348	0.0997	4.2639	0.1452	0.0341	0.0073
0.0895	3.2336	0.0292	0.0090	0.0997	3.1339	0.0274	0.0087	0.0073
0.0895	7.3136	0.5338	0.0730	0.0997	7.2139	0.5194	0.0720	0.0073
0.0895	6.9636	0.2033	0.0292	0.0997	6.8639	0.1975	0.0288	0.0073
0.0895	5.9836	0.3073	0.0514	0.0997	5.8839	0.2972	0.0505	0.0073
0.0895	4.8536	0.1223	0.0252	0.0997	4.7539	0.1173	0.0247	0.0073
0.0895	3.9536	0.0718	0.0182	0.0997	3.8539	0.0682	0.0177	0.0073
0.0895	3.1136	0.0387	0.0124	0.0997	3.0139	0.0363	0.0120	0.0073
0.0895	2.3036	0.0275	0.0119	0.0997	2.2039	0.0252	0.0114	0.0073
0.0895	1.4636	0.0171	0.0117	0.0997	1.3639	0.0149	0.0109	0.0073
0.0895	0.5236	0.0028	0.0053	0.0997	0.4239	0.0018	0.0042	0.0073
0.0895	0.8054	0.0078	0.0097	0.0997	0.7057	0.0060	0.0085	0.0073
		(+) 3.5803	0.6539			(+) 3.4350	0.6372	
(+) 0.0895	(-) 19.4164	(-) 0.1794	0.0092	(-) 0.0997	(-) 19.5161	(-) 0.1812	0.0093	(+) 0.0073
0.0895	18.7964	0.5631	0.0300	0.0997	18.8961	0.5691	0.0301	0.0073
0.0895	14.1064	0.4923	0.0349	0.0997	14.2061	0.4993	0.0351	0.0073
0.0895	13.3764	0.3278	0.0245	0.0997	13.4761	0.3327	0.0247	0.0073
0.0895	6.7364	1.3678	0.2030	0.0997	6.8361	1.4086	0.2061	0.0073
0.0895	5.6764	0.2444	0.0431	0.0997	5.7761	0.2531	0.0438	0.0073
0.0895	2.6364	0.1568	0.0595	0.0997	2.7361	0.1689	0.0617	0.0073
0.0895	1.7164	0.0247	0.0144	0.0997	1.8161	0.0277	0.0153	0.0073
0.0895	1.2464	0.0087	0.0070	0.0997	1.3461	0.0101	0.0075	0.0073
		(-) 3.3650	0.4256			(-) 3.4507	0.4336	

$$\frac{-0.1879}{2 \times 1.0498} = + 0.0895$$

$$\Delta \text{XIX3} = \frac{0.2153}{2 \times 1.0795} = - 0.0997$$

$$= + 0.6038$$

$$\Delta \text{XIX3} - \text{XVIII3} = - 0.138$$

Q 4 (l.p.s.)	Hf4 (m)	Hf4/Q 4	CORRECCION 5	Q 5 (l.p.s.)	Hf5 (m)	Hf COMP.	COTAS		CARGA DISPON.
							PIEZOM.	TERRENO	
							2,263.15		
(+) 5.7794	(+) 0.4467	0.0773	(-) 0.0123	(+) 5.7671	(+) 0.4448	0.4449	2,262.71	2,230.44	32.27
4.3294	0.6024	0.1391	0.0123	4.3171	0.5990	0.5991	2,262.11	2,228.84	33.27
7.8312	0.4040	0.0516	(-) 0.0091	7.8221	0.4030	0.4031	2,261.71	2,228.85	32.86
6.9612	0.2805	0.0403	0.0091	6.9521	0.2798	0.2799	2,261.43	2,228.86	32.57
6.0712	0.1398	0.0230	0.0091	6.0621	0.1394	0.1394	2,261.29	2,228.86	32.43
5.2112	0.1301	0.0250	0.0091	5.2021	0.1296	0.1296	2,261.16	2,228.86	32.30
4.2712	0.1457	0.0341	0.0091	4.2621	0.1450	0.1450	2,261.02	2,228.87	32.15
3.1412	0.0276	0.0088	0.0091	3.1321	0.0274	0.0274	2,260.99	2,228.87	32.12
7.2212	0.5204	0.0721	0.0091	7.2121	0.5191	0.5192	2,260.47	2,228.88	31.59
6.8712	0.1979	0.0288	0.0091	6.8621	0.1974	0.1975	2,260.27	2,228.88	31.39
5.8912	0.2979	0.0506	0.0091	5.8821	0.2970	0.2971	2,259.97	2,228.88	31.09
4.7612	0.1176	0.0245	0.0091	4.7521	0.1172	0.1172	2,259.85	2,228.88	30.97
3.8612	0.0684	0.0177	0.0091	3.8521	0.0681	0.0681	2,259.78	2,228.88	30.90
3.0212	0.0364	0.0120	0.0091	3.0121	0.0362	0.0362	2,259.74	2,228.88	30.86
2.2112	0.0254	0.0115	0.0091	2.2021	0.0252	0.0252	2,259.71	2,228.88	30.83
1.3712	0.0150	0.0109	0.0091	1.3621	0.0148	0.0148	2,259.70	2,228.88	30.82
0.4312	0.0019	0.0044	0.0091	0.4221	0.0018	0.0018	2,259.70	2,228.89	30.81
0.7130	0.0061	0.0086	0.0091	0.7039	0.0059	0.0059	2,259.69	2,228.90	30.79
	(+) 3.4638	0.6403			(+) 3.4507	3.4514			
							2,263.15		
(-) 19.5088	(-) 0.1811	0.0093	(-) 0.0091	(-) 19.5179	(-) 0.1812	0.1811	2,262.97	2,231.10	31.87
18.8888	0.5687	0.0301	0.0091	18.8979	0.5692	0.5691	2,262.40	2,231.12	31.28
14.1988	0.4988	0.0351	0.0091	14.2079	0.4994	0.4993	2,261.90	2,231.14	30.76
13.4688	0.3323	0.0247	0.0091	13.4779	0.3328	0.3327	2,261.57	2,231.16	30.41
6.8288	1.4056	0.2058	0.0091	6.8379	1.4093	1.4092	2,260.16	2,231.20	28.96
5.7688	0.2524	0.0438	0.0091	5.7779	0.2532	0.2531	2,259.91	2,230.80	29.11
2.7288	0.1680	0.0616	0.0091	2.7379	0.1691	0.1691	2,259.74	2,229.63	30.11
1.8088	0.0274	0.0151	0.0091	1.8179	0.0277	0.0277	2,259.71	2,229.19	30.52
1.3388	0.0100	0.0075	0.0091	1.3479	0.0101	0.0101	2,259.69	2,228.90	30.79
	(-) 3.4443	0.4330			(-) 3.4520	3.4514			

$$\Delta \text{XIX4} = \frac{-0.0157}{2 \times 1.0708} = +0.0073$$

$$\Delta \text{XIX4} - \text{XVIII4} = -0.053$$

**ZONA BAJA CAJA**

CIRCUITO		TRAMO	LONG. (m)	GASTO (l.p.s.)	DIAM. (pulg.)	Hf (m)	Hf/Q	CORRECCION 1	Q 1 (l.p.s.)	Hf1 (m)	Hf1/Q 1
PROPIO	COMUN										
		484-494	94	17.49	6	(+) 0.6841	0.0391	(+) 0.6635	(+) 18.1535	(+) 0.7370	0.0406
		494-497	38	16.71	6	0.2524	0.0151	0.6635	17.3735	0.2728	0.0157
		497-506	40	16.27	6	0.2519	0.0155	0.6635	16.9335	0.2729	0.0161
		506-509	25	15.76	6	0.1477	0.0094	0.6635	16.4235	0.1604	0.0098
		509-512	66	15.33	6	0.3690	0.0241	0.6635	15.9935	0.4016	0.0251
		512-524	25	14.52	6	0.1254	0.0086	0.6635	15.1835	0.1371	0.0090
		524-522	37	13.97	6	0.1718	0.0123	0.6635	14.6335	0.1885	0.0129
		522-521	24	13.28	6	0.1007	0.0076	0.6635	13.9435	0.111	0.0080
		521-532	56	12.65	6	0.2132	0.0169	0.6635	13.3135	0.2361	0.0177
		532-552	115	11.73	6	0.3764	0.0321	0.6635	12.3935	0.4202	0.0339
		552-570	90	7.58	6	0.1230	0.0162	0.6635	8.2435	0.1455	0.0177
		570				(+) 2.8156	0.1969			(+) 3.0831	0.2065
		484-495	90	35.75	10	(-) 0.1771	0.0050	(+) 0.6635	(-) 35.0865	(-) 0.1706	0.0049
		495-496	37	35.00	10	0.0698	0.0020	0.6635	34.3365	0.0672	0.0020
		496-507	39	34.57	10	0.0718	0.0021	0.6635	33.9065	0.0690	0.0020
		507-508	24	34.07	10	0.0429	0.0013	0.6635	33.4065	0.0412	0.0012
		508-512'	63	33.64	10	0.1092	0.0033	0.6635	32.9765	0.1055	0.0032
		512'-525	23	32.85	10	0.0388	0.0012	0.6635	32.1865	0.0367	0.0011
		525-526	35	32.31	8	0.1852	0.0057	0.6635	31.6465	0.1777	0.0056
		526-527	21	31.64	8	0.1066	0.0034	0.6635	30.9765	0.1022	0.0033
		527-531	52	31.03	8	0.2538	0.0082	0.6635	30.3665	0.2431	0.0080
		531-546	110	30.13	8	0.5063	0.0168	0.6635	29.4665	0.4842	0.0164
		546-572	82	26.01	8	0.2813	0.0108	(+) 1.7994	25.3465	0.2671	0.0105
	XIX	572-571	67	7.06	4	0.6666	0.0944	1.7994	5.2606	0.3701	0.0704
	XIX	571-570	161	5.61	4	1.0114	0.1803		3.8106	0.4667	0.1225
		570				(-) 3.5208	0.3345			(-) 2.6013	0.2619

NOTAS:

$$\Delta \text{XVIII } 1 = \frac{-0.7052}{2 \times 0.5314} = + 0.6635$$

$$\Delta \text{XVIII } 2 = \_$$

$$\Delta \text{XIX } 1 = -1.1359$$

$$\Delta \text{XVIII } 2\text{-XIX } 2 =$$

$$\Delta \text{XVIII } 1\text{-XIX } 1 = + 1.7994$$

CORRECCION 2		Q 2	Hf2	Hf2/Q 2	CORRECCION 3		Q 3	Hf3	Hf3/Q 3	CORRECCION 4		Q 4									
		(l.p.s.)	(m)				(l.p.s.)	(m)				(l.p.s.)									
(-)	0.5143	(+)	17.6392	(+)	0.6958		0.0394		(+)	0.0383	(+)	17.6775	(+)	0.6988		0.0395		(-)	0.0457	(+)	17.6318
	0.5143		16.8592		0.2570		0.0152			0.0383		16.8975		0.2581		0.0153			0.0457		16.8518
	0.5143		16.4192		0.2565		0.0156			0.0383		16.4575		0.2577		0.0157			0.0457		16.4118
	0.5143		15.9092		0.1505		0.0095			0.0383		15.9475		0.1513		0.0095			0.0457		15.9018
	0.5143		15.4792		0.3762		0.0243			0.0383		15.5175		0.3781		0.0244			0.0457		15.4718
	0.5143		14.6692		0.1280		0.0087			0.0383		14.7075		0.1287		0.0088			0.0457		14.6618
	0.5143		14.1192		0.1755		0.0124			0.0383		14.1575		0.1764		0.0125			0.0457		14.1118
	0.5143		13.4292		0.103		0.0077			0.0383		13.4675		0.1036		0.0077			0.0457		13.4218
	0.5143		12.7992		0.2182		0.0170			0.0383		12.8375		0.2196		0.0171			0.0457		12.7918
	0.5143		11.8792		0.3861		0.0325			0.0383		11.9175		0.3886		0.0326			0.0457		11.8718
	0.5143		7.7292		0.1279		0.0165			0.0383		7.7675		0.1292		0.0166			0.0457		7.7218
				(+)	2.8747		0.1988						(+)	2.8901		0.1997					
(-)	0.514	(-)	35.6008	(-)	0.1757		0.0049		(+)	0.038	(-)	35.5625	(-)	0.1753		0.0049		(-)	0.045	(-)	35.6082
	0.5143		34.8508		0.0692		0.0020			0.0383		34.8125		0.0691		0.0020			0.0457		34.8582
	0.5143		34.4208		0.0712		0.0021			0.0383		34.3825		0.0710		0.0021			0.0457		34.4282
	0.5143		33.9208		0.0425		0.0013			0.0383		33.8825		0.0424		0.0013			0.0457		33.9282
	0.5143		33.4908		0.1088		0.0032			0.0383		33.4525		0.1086		0.0032			0.0457		33.4982
	0.5143		32.7008		0.0379		0.0012			0.0383		32.6625		0.0378		0.0012			0.0457		32.7082
	0.5143		32.1608		0.1835		0.0057			0.0383		32.1225		0.1831		0.0057			0.0457		32.1682
	0.5143		31.4908		0.1056		0.0034			0.0383		31.4525		0.1053		0.0033			0.0457		31.4982
	0.5143		30.8808		0.2514		0.0081			0.0383		30.8425		0.2508		0.0081			0.0457		30.8882
	0.5143		29.9808		0.5013		0.0167			0.0383		29.9425		0.5000		0.0167			0.0457		29.9882
	0.5143		25.8608		0.2780		0.0107			0.0383		25.8225		0.2772		0.0107			0.0457		25.8682
(-)	0.6038		5.8644		0.4599		0.0784		(+)	0.138		5.7264		0.4386		0.0766		(-)	0.0530		5.7794
	0.6038		4.4144		0.6263		0.1419			0.1380		4.2764		0.5877		0.1374			0.0530		4.3294
				(-)	2.9113		0.2796						(-)	2.8469		0.2732					

$$\frac{0.4818}{2 \times 0.4684} = -0.5143$$

$$= -0.6038$$

$$\Delta \text{XVIII } 3 = \frac{-0.0366}{2 \times 0.4784} = +0.0383$$

$$\Delta \text{XVIII } 3 - \text{XIX}3 = 0 + 0.138$$

$$\Delta \text{XVIII } 4 = \frac{0.0432}{2 \times 0.4729} = -0.0457$$

$$\Delta \text{XVIII } 4 - \text{XIX}4 = -0.053$$

Hf4 (m)	Hf4/Q4	CORRECCION 5		Q5 (l.p.s.)	Hf5 (m)	Hf COMP.	COTAS		CARGA DISPON.
							PIEZOM.	TERRENO	
							2,265.01		
(+) 0.6952	0.0394	(+) 0.0032	(+) 17.6350	(+) 0.6955	0.6953	0.6953	2,264.31	2,228.84	35.47
0.2567	0.0152	0.0032	16.8550	0.2568	0.2566	0.2566	2,264.05	2,228.84	35.21
0.2563	0.0156	0.0032	16.4150	0.2564	0.2562	0.2562	2,263.79	2,228.84	34.95
0.1504	0.0095	0.0032	15.9050	0.1505	0.1503	0.1503	2,263.64	2,228.84	34.80
0.3759	0.0243	0.0032	15.4750	0.3760	0.3758	0.3758	2,263.26	2,228.84	34.42
0.1279	0.0087	0.0032	14.6650	0.1279	0.1278	0.1278	2,263.13	2,228.84	34.29
0.1753	0.0012	0.0032	14.1150	0.1754	0.1752	0.1752	2,262.95	2,228.84	34.11
0.1029	0.0077	0.0032	13.4250	0.1029	0.1028	0.1028	2,262.85	2,228.84	34.01
0.2180	0.0170	0.0032	12.7950	0.2181	0.2179	0.2179	2,262.63	2,228.84	33.79
0.3856	0.0325	0.0032	11.8750	0.3858	0.3856	0.3856	2,262.24	2,228.84	33.40
0.1277	1.1277	0.0032	7.7250	0.1278	1.1278	1.1278	2,262.11	2,228.84	33.27
(+) 2.8719	0.1876			(+) 2.8731	2.8712	2.8712			
							2,265.01		
(-) 0.1757	0.0049	(+) 0.003	(-) 35.6050	(-) 0.1757	0.1758	0.1758	2,264.83	2,229.19	35.64
0.0692	0.0020	0.0032	34.8550	0.0692	0.0693	0.0693	2,264.76	2,229.34	35.42
0.0712	0.0021	0.0032	34.4250	0.0712	0.0713	0.0713	2,264.68	2,229.49	35.19
0.0425	0.0013	0.0032	33.9250	0.0425	0.0426	0.0426	2,264.63	2,229.58	35.05
0.1089	0.0033	0.0032	33.4950	0.1088	0.1089	0.1089	2,264.52	2,229.83	34.69
0.0379	0.0012	0.0032	32.7050	0.0379	0.0380	0.0380	2,264.48	2,229.92	34.56
0.1836	0.0057	0.0032	32.1650	0.1836	0.1838	0.1838	2,264.29	2,230.06	34.23
0.1056	0.0034	0.0032	31.4950	0.1056	0.1057	0.1057	2,264.18	2,230.14	34.04
0.2515	0.0081	0.0032	30.8850	0.2515	0.2517	0.2517	2,264.93	2,230.34	33.59
0.5015	0.0167	0.0032	29.9850	0.5014	0.5016	0.5016	2,263.43	2,230.77	32.66
0.2782	0.0108	0.0032	25.8650	0.2781	0.2783	0.2783	2,263.15	2,231.10	32.05
0.4467	0.0773	(+) 0.0123	5.7671	0.4448	0.4450	0.4450	2,262.71	2,230.44	32.27
0.6024	0.1391	0.0123	4.3171	0.5990	0.5992	0.5992	2,262.11	2,228.84	33.27
(-) 2.8749	0.2759			(-) 2.8693	2.8712	2.8712			

$$\Delta \text{XVIII } 5 = \frac{-0.003}{2 \times 0.4635} = +0.0032$$

$$\Delta \text{XVIII } 5 - \text{XIX } 5 = +0.0123$$

**ZONA BAJA CAJA**

CIRCUITO		TRAMO	LONG.	GASTO	DIAM.	Hf	Hf/Q	CORRECCION 1		Q 1	Hf1	Hf1/Q 1	
PROPIO	COMUN		(m)	(l.p.s.)	(pulg.)	(m)				(l.p.s.)	(m)		
	XV1	519-516	410	(+) 7.24	4	(+) 4.2899	0.5925		(-) 2.9811	(+) 4.2589	(+) 1.4844	0.3485	
		516-541	88	8.72	4	1.3357	0.1532		(-) 1.7379	6.9821	0.8563	0.1226	
		541-561	140	6.87	4	1.3189	0.1920		1.7379	5.1321	0.7360	0.1434	
		561-566	110	1.86	4	0.0760	0.0409		1.7379	0.1221	0.0003	0.0025	
		566-567	39	0.62	4	0.0030	0.0048		1.7379	1.1179	0.0097	0.0087	
		567					(+) 7.0235	0.9834				(+) 3.0867	0.6257
		519-520	24	(-) 14.46	6	(-) 0.1194	0.0083		(-) 1.7379	(-) 16.1979	(-) 0.1498	0.0092	
		520-520'	55	13.39	6	0.2346	0.0175		1.7379	15.1279	0.2994	0.0198	
		520'-554	115	11.77	6	0.3790	0.0322		1.7379	13.5079	0.4992	0.0370	
		554-568	80	6.93	4	0.7669	0.1107		1.7379	8.6679	1.1998	0.1384	
		568-578	33	5.90	4	0.2293	0.0389		1.7379	7.6379	0.3843	0.0503	
		578-580	29	5.32	4	0.1638	0.0308		1.7379	7.0579	0.2883	0.0408	
		580-592	89	4.87	4	0.4213	0.0865		1.7379	6.6079	0.7757	0.1174	
		592-579	95	1.52	4	0.0438	0.0288		1.7379	3.2579	0.2013	0.0618	
		579-567	37	0.61	4	0.0027	0.0044		1.7379	2.3479	0.0407	0.0173	
		567					(-) 2.3608	0.3581				(-) 3.8385	0.4920

$$\Delta \text{XVII1} = \frac{4.6627}{2 \times 1.3415} = - 1.7379$$

$$\Delta \text{XVII2} = \_$$

$$\Delta \text{XVII1-XVI1} = -2.9811$$

$$\Delta \text{XVII2-XVI2} = \_$$

CORRECCION 2		Q 2	Hf2	Hf2/Q 2	CORRECCION 3		Q 3	Hf3	Hf3/Q 3	CORRECCION 4		Q 4
		(l.p.s.)	(m)				(l.p.s.)	(m)				(l.p.s.)
	(-) 1.1212	(+) 3.1377	(+) 0.8057	0.2568		(+) 3.3337	(+) 6.4714	(+) 3.4274	0.5296		(-) 1.6444	(+) 4.8270
	(+) 0.3363	7.3184	0.9408	0.1286		(+) 0.4449	7.7633	1.0587	0.1364		(-) 0.9218	6.8415
	0.3363	5.4684	0.8357	0.1528		0.4449	5.9133	0.9772	0.1653		0.9218	4.9915
	0.3363	0.4584	0.0046	0.0100		0.4449	0.9033	0.0179	0.0198		0.9218	0.0185
	0.3363	1.4542	0.0165	0.0113		0.4449	1.8991	0.0281	0.0148		0.9218	0.9773
			(+) 2.6036	0.5595				(+) 5.5093	0.8659			
	(+) 0.3363	(-) 15.8616	(-) 0.1436	0.0091		(+) 0.4449	(-) 15.4167	(-) 0.1357	0.0088		(-) 0.9218	(-) 16.3385
	0.3363	14.7916	0.2863	0.0194		0.4449	14.3467	0.2693	0.0188		0.9218	15.2685
	0.3363	13.1716	0.4746	0.0360		0.4449	12.7267	0.4431	0.0348		0.9218	13.6485
	0.3363	8.3316	1.1085	0.1330		0.4449	7.8867	0.9933	0.1259		0.9218	8.8085
	0.3363	7.3016	0.3512	0.0481		0.4449	6.8567	0.3097	0.0452		0.9218	7.7785
	0.3363	6.7216	0.2615	0.0389		0.4449	6.2767	0.2281	0.0363		0.9218	7.1985
	0.3363	6.2716	0.6988	0.1114		0.4449	5.8267	0.6031	0.1035		0.9218	6.7485
	0.3363	2.9216	0.1619	0.0554		0.4449	2.4767	0.1163	0.0470		0.9218	3.3985
	0.3363	2.0116	0.0299	0.0149		0.4449	1.5667	0.0181	0.0116		0.9218	2.4885
			(-) 3.5163	0.4662				(-) 3.1167	0.4319			

$$\frac{-0.7518}{2 \times 1.1177} = + 0.3363$$

$$= -1.1212$$

$$\Delta_{XVII3} = \frac{-0.9127}{2 \times 1.0257} = + 0.4449$$

$$\Delta_{XVII3-XVI3} = + 3.3337$$

$$\Delta_{XVII4} = \frac{2.3926}{2 \times 1.2978} = - 0.9218$$

$$\Delta_{XVII4-XVI4} = - 1.1644$$

Hf4 (m)	Hf4/Q4	CORRECCION 5		Q5 (l.p.s.)	Hf5 (m)	Hf5/Q5	CORRECCION 6		Q6 (l.p.s.)	Hf6 (m)	Hf6/Q6	CORREC
(+) 1.9069	0.3950	(+) 0.4671	(+) 5.2941	(+) 2.2938	0.4333	(-) 0.3012	(+) 4.9929	(+) 2.0402	0.4086			
0.8221	0.1202	(+) 0.2341	7.0756	0.8794	0.1243	(-) 0.0806	6.9950	0.8595	0.1229			
0.6963	0.1395	0.2341	5.2256	0.7631	0.1460	0.0806	5.1450	0.7397	0.1438			
0.0000	0.0004	0.2341	0.2526	0.0014	0.0554	0.0806	0.1720	0.0006	0.0035			
0.0074	0.0076	0.2341	1.2114	0.0114	0.0094	0.0806	1.1308	0.0100	0.0088			
(+) 3.4327	0.6627			(+) 3.9491	0.7684			(+) 3.6500	0.6876			
(-) 0.1524	0.0093	(+) 0.2341	(-) 16.1044	(-) 0.1481	0.0092	(-) 0.0806	(-) 16.1850	(-) 0.1496	0.0092			
0.3050	0.0200	0.2341	15.0344	0.2958	0.0197	0.0806	15.1150	0.2989	0.0198			
0.5096	0.0373	0.2341	13.4144	0.4923	0.0367	0.0806	13.4950	0.4982	0.0369			
1.2390	0.1407	0.2341	8.5744	1.1740	0.1369	0.0806	8.6550	1.1962	0.1382			
0.3986	0.0512	0.2341	7.5444	0.3749	0.0497	0.0806	7.6250	0.3830	0.0500			
0.3000	0.0417	0.2341	6.9644	0.2808	0.0403	0.0806	7.0450	0.2873	0.0408			
0.8091	0.1199	0.2341	6.5144	0.7539	0.1157	0.0806	6.5950	0.7727	0.1172			
0.2190	0.0644	0.2341	3.1644	0.1899	0.0600	0.0806	3.2450	0.1997	0.0615			
0.0457	0.0184	0.2341	2.2544	0.0375	0.0166	0.0806	2.3350	0.0403	0.0173			
(-) 3.9784	0.5029			(-) 3.7472	0.4848			(-) 3.8259	0.4909			

$$\Delta \text{XVII5} = \frac{-0.5457}{2 \times 1.1656} = +0.2341$$

$$\Delta \text{XVII5-XVI5} = +0.4671$$

$$\Delta \text{XVII6} = \frac{0.2019}{2 \times 1.2532} = -0.0806$$

$$\Delta \text{XVII6-XVI6} = -0.3012$$

$$\Delta \text{XVII7} = \underline{\hspace{1cm}}$$

$$\Delta \text{XVII7-XVI7} = \underline{\hspace{1cm}}$$

CION 7	Q 7 (l.p.s.)	Hf7 (m)	Hf7/Q7	CORRECCION 8	Q 8 (l.p.s.)	Hf8 (m)	Hf COMP.	COTAS		CARGA DISPON.	
								PIEZOM.	TERRENO		
								2,264.03			
(+) 0.1579	(+) 5.1508	(+) 2.1713	0.4215		(-) 0.0564	(+) 5.0944	(+) 2.1240	2.1273	2,261.90	2,228.23	33.67
(+) 0.0746	7.0696	0.8779	0.1242		(-) 0.0295	7.0401	0.8706	0.8726	2,261.03	2,228.34	32.69
0.0746	5.2196	0.7614	0.1459		0.0295	5.1901	0.7528	0.7548	2,260.28	2,228.52	31.76
0.0746	0.2466	0.0013	0.0053		0.0295	0.2171	0.0010	0.0030	2,260.28	2,228.66	31.62
0.0746	1.2054	0.0113	0.0094		0.0295	1.1759	0.0108	0.0128	2,260.26	2,228.71	31.55
		(+) 3.8232	0.7063				(+) 3.7592	3.7705			
									2,264.03		
(+) 0.0746	(-) 16.1104	(-) 0.1482	0.0092		(-) 0.0295	(-) 16.1399	(-) 0.1487	0.1477	2,263.88	2,228.81	35.07
0.0746	15.0404	0.2960	0.0197		0.0295	15.0699	0.2972	0.2962	2,263.58	2,228.82	34.76
0.0746	13.4204	0.4927	0.0367		0.0295	13.4499	0.4949	0.4939	2,263.09	2,228.84	34.25
0.0746	8.5804	1.1757	0.1370		0.0295	8.6099	1.1838	1.1808	2,261.91	2,228.85	33.06
0.0746	7.5504	0.3755	0.0497		0.0295	7.5799	0.3785	0.3775	2,261.53	2,228.86	32.67
0.0746	6.9704	0.2813	0.0404		0.0295	6.9999	0.2836	0.2826	2,261.25	2,228.86	32.39
0.0746	6.5204	0.7553	0.1158		0.0295	6.5499	0.7622	0.7602	2,260.49	2,228.87	31.62
0.0746	3.1704	0.1906	0.0601		0.0295	3.1999	0.1942	0.1932	2,260.30	2,228.75	31.55
0.0746	2.2604	0.0377	0.0167		0.0295	2.2899	0.0387	0.0384	2,260.26	2,228.71	31.55
		(-) 3.7530	0.4853				(-) 3.7818	3.7705			

$$\frac{-0.1759}{2 \times 1.1785} = +0.0746$$

$$= +0.1579$$

$$\Delta_{XVIIIB} = \frac{0.0702}{2 \times 1.1916} = -0.0295$$

$$\Delta_{XVIIIB-XVIIA} = -0.0564$$

**ZONA BAJA CAJA**

CIRCUITO		TRAMO	LONG.	GASTO	DIAM.	Hf	Hf/Q	CORRECCION 1		Q 1	Hf1	Hf1/Q 1
PROPIO	COMUN		(m)	(l.p.s.)	(pulg.)	(m)				(l.p.s.)	(m)	
	XV	483-489	500	(+) 12.63	6	(+) 1.8975	0.1502	(+)	2.9362	(+) 15.5662	(+) 2.8822	0.1852
		489-490	53	18.25	6	0.4199	0.0230	(+)	1.2432	19.4932	0.4791	0.0246
		490-491	48	16.18	6	0.2989	0.0185		1.2432	17.4232	0.3467	0.0199
		491-501	36	14.19	6	0.1724	0.0121		1.2432	15.4332	0.2040	0.0132
		501-502	39	12.05	6	0.1347	0.0112		1.2432	13.2932	0.1640	0.0123
		502-510	24	9.93	6	0.0563	0.0057		1.2432	10.4732	0.0626	0.0060
		510-514	64	8.20	6	0.1024	0.0125		1.2432	9.4432	0.1358	0.0144
		514-515	23	6.26	6	0.0214	0.0034		1.2432	7.5032	0.0308	0.0041
		515-516	38	4.63	6	0.0194	0.0042		1.2432	5.8732	0.0312	0.0053
		516					(+) 3.1229	0.2408				(+) 4.3364
	XVII	483-492	55	(-) 35.60	10	(-) 0.1073	0.0030	(+)	1.2432	(-) 34.3568	(-) 0.1000	0.0029
		492-493	51	33.51	10	0.0882	0.0026		1.2432	32.2668	0.0818	0.0025
		493-498	30	31.50	8	0.1509	0.0048		1.2432	30.2568	0.1392	0.0046
		498-505	40	29.41	8	0.1754	0.0060		1.2432	28.1668	0.1609	0.0057
		505-511	25	27.29	8	0.0944	0.0035		1.2432	26.0468	0.0860	0.0033
		511-513	66	25.56	8	0.2186	0.0086		1.2432	24.3168	0.1979	0.0081
		513-523	24	23.60	8	0.0678	0.0029		1.2432	22.3568	0.0608	0.0027
		523-519	37	21.96	8	0.0905	0.0041		1.2432	20.7168	0.0805	0.0039
		519-516	410	7.24	4	4.2899	0.5925	(+)	2.9811	4.2589	1.4844	0.3485
		516					(-) 5.2830	0.6280				(-) 2.3915

$$\Delta XV11 = \frac{-2.1601}{2 \times 0.8688} = + 1.2432$$

$$\Delta XVI2 = \_$$

$$\Delta XVI1 - XV1 = + 2.9362$$

$$\Delta XVI2 - XV2 =$$

$$\Delta XVI1 - XVII1 = + 2.9811$$

$$\Delta XVI2 - XVII2 =$$

CORRECCION 2	Q 2	Hf2	Hf2/Q 2	CORRECCION 3	Q 3	Hf3	Hf3/Q 3	CORRECCION 4	Q 4
	(l.p.s.)	(m)			(l.p.s.)	(m)			(l.p.s.)
(+) 1.1212	(+) 16.6874	(+) 3.3124	0.1985	(-) 3.4721	(+) 13.2153	(+) 2.0774	0.1572	(+) 1.8696	(+) 15.0849
(+) 1.4575	20.9507	0.5534	0.0264	(-) 2.8888	18.0619	0.4113	0.0228	(+) 0.7226	18.7845
1.4575	18.8807	0.4071	0.0216	2.8888	15.9919	0.2920	0.0183	0.7226	16.7145
1.4575	16.8907	0.2443	0.0145	2.8888	14.0019	0.1679	0.0120	0.7226	14.7245
1.4575	14.7507	0.2019	0.0137	2.8888	11.8619	0.1305	0.0110	0.7226	12.5845
1.4575	11.9307	0.0813	0.0068	2.8888	9.0419	0.0467	0.0052	0.7226	9.7645
1.4575	10.9007	0.1809	0.0166	2.8888	8.0119	0.0977	0.0122	0.7226	8.7345
1.4575	8.9607	0.0439	0.0049	2.8888	6.0719	0.0202	0.0033	0.7226	6.7945
1.4575	7.3307	0.0486	0.0066	2.8888	4.4419	0.0178	0.0040	0.7226	5.1645
		(+) 5.0738	0.3096			(+) 3.2615	0.2460		
(+) 1.4575	(-) 32.8993	(-) 0.0917	0.0028	(-) 2.8888	(-) 35.7881	(-) 0.1085	0.0030	(+) 0.7226	(-) 35.0655
1.4575	30.8093	0.0746	0.0024	2.8888	33.6981	0.0892	0.0026	0.7226	32.9755
1.4575	28.7993	0.1262	0.0044	2.8888	31.6881	0.1527	0.0048	0.7226	30.9655
1.4575	26.7093	0.1447	0.0054	2.8888	29.5981	0.1777	0.0060	0.7226	28.8755
1.4575	24.5893	0.0766	0.0031	2.8888	27.4781	0.0957	0.0035	0.7226	26.7555
1.4575	22.8593	0.1749	0.0077	2.8888	25.7481	0.2218	0.0086	0.7226	25.0255
1.4575	20.8993	0.0531	0.0025	2.8888	23.7881	0.0689	0.0029	0.7226	23.0655
1.4575	19.2593	0.0696	0.0036	2.8888	22.1481	0.0920	0.0042	0.7226	21.4255
(+) 1.1212	3.1377	0.8057	0.2568	(-) 3.3337	6.4714	3.4274	0.5296	(+) 1.6444	5.7488
		(-) 1.6171	0.2887			(-) 4.4339	0.5652		

$$\frac{1.9449}{2 \times 0.6672} = + 1.4575$$

$$= + 1.5283$$

$$= + 1.1212$$

$$\Delta XVI3 = \frac{3.4567}{2 \times 0.5983} = -2.8888$$

$$\Delta XVI3 - XV3 = -3.4721$$

$$\Delta XVI3 - XVII3 = -3.3337$$

$$\Delta XVI4 = \frac{-1.1724}{2 \times 0.8112} = + 0.7226$$

$$\Delta XVI4 - XV4 = + 1.8696$$

$$\Delta XVI4 - XVII4 = + 1.6444$$

Hf4 (m)	Hf4/Q4	CORRECCION 5		Q 5 (l.p.s.)	Hf5 (m)	Hf5/Q 5	CORRECCION 6		Q 6 (l.p.s.)	Hf6 (m)	Hf6/Q 6	CORREC
(+) 2.7068	0.1794	(-) 0.5754	(+) 14.5095	(+) 2.5042	0.1726	(+) 0.3805	(+) 14.8900	(+) 2.6373	0.1771			
0.4449	0.0237	(-) 0.2330	18.5515	0.4339	0.0234	(+) 0.2206	18.7721	0.4443	0.0237			
0.3190	0.0191	0.2330	16.4815	0.3102	0.0188	0.2206	16.7021	0.3186	0.0191			
0.1857	0.0126	0.2330	14.4915	0.1799	0.0124	0.2206	14.7121	0.1854	0.0126			
0.1469	0.0117	0.2330	12.3515	0.1415	0.0115	0.2206	12.5721	0.1466	0.0117			
0.0544	0.0056	0.2330	9.5315	0.0519	0.0054	0.2206	9.7521	0.0543	0.0056			
0.1162	0.0133	0.2330	8.4915	0.1098	0.0129	0.2206	8.7121	0.1156	0.0133			
0.0253	0.0037	0.2330	6.5615	0.0236	0.0036	0.2206	6.7821	0.0252	0.0037			
0.0241	0.0047	0.2330	4.9315	0.0220	0.0045	0.2206	5.1521	0.0240	0.0047			
(+) 4.0233	0.2738			(+) 3.7770	0.2651			(+) 3.9513	0.2715			
(-) 0.1041	0.0030	(-) 0.2330	(-) 35.2985	(-) 0.1055	0.0030	(+) 0.2206	(-) 35.0779	(-) 0.1042	0.0030			
0.0854	0.0026	0.2330	33.2085	0.0866	0.0026	0.2206	32.9879	0.0855	0.0026			
0.1458	0.0047	0.2330	31.1985	0.1480	0.0047	0.2206	30.9779	0.1460	0.0047			
0.1691	0.0059	0.2330	29.1085	0.1718	0.0059	0.2206	28.8879	0.1692	0.0059			
0.0907	0.0034	0.2330	26.9885	0.0923	0.0034	0.2206	26.7679	0.0908	0.0034			
0.2096	0.0084	0.2330	25.2585	0.2135	0.0085	0.2206	25.0379	0.2098	0.0084			
0.0647	0.0028	0.2330	23.2985	0.0661	0.0028	0.2206	23.0779	0.0648	0.0028			
0.0861	0.0040	0.2330	21.6585	0.0880	0.0041	0.2206	21.4379	0.0862	0.0040			
2.7047	0.4705	(-) 0.4671	6.2159	3.1621	0.5087	(+) 0.3012	5.9147	2.8631	0.4841			
(-) 3.6602	0.5053			(-) 4.1339	0.5437			(-) 3.8196	0.5189			

$$\Delta XV15 = \frac{0.3631}{2 \times 0.7791} = -0.2330$$

$$\Delta XV16 = \frac{-0.3569}{2 \times 0.8088} = +0.2206$$

$$\Delta XV17 = \_$$

$$\Delta XV15 - XV5 = -0.5754$$

$$\Delta XV16 - XV6 = +0.3805$$

$$\Delta XV17 - XV7 =$$

$$\Delta XV15 - XV15 = -0.4671$$

$$\Delta XV16 - XV16 = +0.3012$$

$$\Delta XV17 - XV17 =$$

CION 7	Q 7 (l.p.s.)	Hf7 (m)	Hf7/Q7	CORRECCION 8	Q 8 (l.p.s.)	Hf8 (m)	Hf COMP.	COTAS		CARGA DISPON.	
								PIEZOM.	TERRENO		
								2,265.01			
(+) 0.0046	(+) 14.8946	(+) 2.6389	0.1772		(+) 0.0870	(+) 14.9816	(+) 2.6698	2.6665	2,262.34	2,228.28	34.06
(-) 0.0833	18.6888	0.4404	0.0236		(+) 0.0269	18.7157	0.4417	0.4387	2,261.90	2,228.27	33.63
0.0833	16.6188	0.3154	0.0190		0.0269	16.6457	0.3164	0.3134	2,261.59	2,228.26	33.33
0.0833	14.6288	0.1833	0.0125		0.0269	14.6557	0.1840	0.1810	2,261.41	2,228.26	33.15
0.0833	12.4888	0.1447	0.0116		0.0269	12.5157	0.1453	0.1423	2,261.27	2,228.25	33.02
0.0833	9.6688	0.0534	0.0055		0.0269	9.6957	0.0537	0.0512	2,261.22	2,228.25	32.97
0.0833	8.6288	0.1134	0.0131		0.0269	8.6557	0.1141	0.1116	2,261.11	2,228.24	32.87
0.0833	6.6988	0.0246	0.0037		0.0269	6.7257	0.0248	0.0223	2,261.09	2,228.24	32.85
0.0833	5.0688	0.0232	0.0046		0.0269	5.0957	0.0235	0.0210	2,261.06	2,228.23	32.83
		(+) 3.9373	0.2708			(+) 3.9733	3.9480				
									2,265.01		
(-) 0.0833	(-) 35.1612	(-) 0.1047	0.0030		(+) 0.0269	(-) 35.1343	(-) 0.1046	0.1076	2,264.90	2,228.83	36.07
0.0833	33.0712	0.0859	0.0026		0.0269	33.0443	0.0858	0.0883	2,264.81	2,228.82	35.99
0.0833	31.0612	0.1467	0.0047		0.0269	31.0343	0.1465	0.1495	2,264.66	2,228.82	35.84
0.0833	28.9712	0.1702	0.0059		0.0269	28.9443	0.1699	0.1729	2,264.49	2,228.82	35.67
0.0833	26.8512	0.0914	0.0034		0.0269	26.8243	0.0912	0.0937	2,264.40	2,228.82	35.58
0.0833	25.1212	0.2112	0.0041		0.0269	25.0943	0.2107	0.2137	2,264.19	2,228.81	35.38
0.0833	23.1612	0.0653	0.0028		0.0269	23.1343	0.0651	0.0676	2,264.12	2,228.81	35.31
0.0833	21.5212	0.0869	0.0040		0.0269	21.4943	0.0867	0.0892	2,264.03	2,228.81	35.22
(-) 0.1579	6.0726	3.0180	0.4970		(+) 0.0564	6.0162	2.9622	2.9655	2,261.06	2,228.23	32.83
		(-) 3.9803	0.5275			(-) 3.9227	3.9480				

$$\frac{0.1317}{2 \times 0.7904} = -0.0833$$

$$= +0.0046$$

$$= -0.1579$$

$$\Delta XV18 = \frac{-0.043}{2 \times 0.7983} = +0.0269$$

$$\Delta XV18 - XV8 = +0.087$$

$$\Delta XV18 - XVII8 = +0.0564$$

**ZONA BAJA CAJA**

CIRCUITO		TRAMO	LONG.	GASTO	DIAM.	Hf	Hf/Q	CORRECCION 1	Q 1	Hf1	Hf1/Q 1
PROPIO	COMUN		(m)	(l.p.s.)	(pulg.)	(m)			(l.p.s.)	(m)	
	XIV	475-478	463	(+)11.91	6	(+) 1.5624	0.1312	(+) 0.2584	(+) 12.1684	(+) 1.6310	0.1340
		478-479	221	17.33	6	1.5790	0.0911	(-) 1.6930	15.6370	1.2856	0.0822
		479-487	157	14.09	6	0.7415	0.0526	1.6930	12.3970	0.5740	0.0463
		487-488	18	11.27	6	0.0544	0.0048	1.6930	9.5770	0.0393	0.0041
		488-489	39	9.40	6	0.0820	0.0087	1.6930	7.7070	0.0551	0.0071
		489				(+) 4.0193	0.2884			(+) 3.5850	0.2737
	XVI	475-480	212	(-)109.55	16	(-) 0.3208	0.0029	(-) 1.6930	(-) 111.2430	(-) 0.3308	0.0030
		480-481	134	106.38	16	0.1912	0.0018	1.6930	108.0730	0.1974	0.0018
		481-482	40	103.81	16	0.0544	0.0005	1.6930	105.5030	0.0561	0.0005
		482-483	39	101.79	16	0.0510	0.0005	1.6930	103.4830	0.0527	0.0005
		483-489	500	12.63	6	1.8975	0.1502	(-) 2.9362	15.5662	2.8822	0.1852
		489				(-) 2.5149	0.1559			(-) 3.5192	0.1910

NOTAS:

$$\Delta XV1 = \frac{1.5044}{2 \times 0.4443} = -1.693$$

$$\Delta XV2 = \_$$

$$\Delta XV1 - XIV1 = +0.2584$$

$$\Delta XV2 - XIV2 =$$

$$\Delta XV1 - XVI1 = -2.9362$$

$$\Delta XV2 - XVI2 =$$

CORRECCION 2	Q 2	Hf 2	Hf 2 / Q 2	CORRECCION 3	Q 3	Hf 3	Hf 3 / Q 3	CORRECCION 4	Q 4
	(l.p.s.)	(m)			(l.p.s.)	(m)			(l.p.s.)
(-) 0.0495	(+) 12.1189	(+) 1.6177	0.1335	(+) 0.5823	(+) 12.7012	(+) 1.7769	0.1399	(-) 1.3807	(+) 11.3205
(-) 0.0708	15.5662	1.2739	0.0818	(+) 0.5833	16.1495	1.3712	0.0849	(-) 1.1470	15.0025
0.0708	12.3262	0.5675	0.0460	0.5833	12.9095	0.6225	0.0482	1.1470	11.7625
0.0708	9.5062	0.0387	0.0041	0.5833	10.0895	0.0436	0.0043	1.1470	8.9425
0.0708	7.6362	0.0541	0.0071	0.5833	8.2195	0.0627	0.0076	1.1470	7.0725
		(+) 3.5519	0.2725			(+) 3.8769	0.2849		
(-) 0.0708	(-) 111.3138	(-) 0.3312	0.0030	(+) 0.5833	(-) 110.7305	(-) 0.3278	0.0030	(-) 1.1470	(-) 111.8775
0.0708	108.1438	0.1976	0.0018	0.5833	107.5605	0.1955	0.0018	1.1470	108.7075
0.0708	105.5738	0.0562	0.0005	0.5833	104.9905	0.0556	0.0005	1.1470	106.1375
0.0708	103.5538	0.0527	0.0005	0.5833	102.9705	0.0521	0.0005	1.1470	104.1175
(-) 1.5283	17.0945	3.4760	0.2033	(+) 3.4721	13.6224	2.2074	0.1620	(-) 1.8696	15.4920
		(-) 4.1137	0.2091			(-) 2.8384	0.1678		

$$\frac{0.0658}{2 \times 0.4647} = -0.0708$$

$$= -0.0495$$

$$= -1.5283$$

$$\Delta XV 3 = \frac{-0.5618}{2 \times 0.4816} = +0.5833$$

$$\Delta XV 3 - XIV 3 = +0.5823$$

$$\Delta XV 3 - XVI 3 = +3.4721$$

$$\Delta XV 4 = \frac{1.0385}{2 \times 0.4527} = -1.1470$$

$$\Delta XV 4 - XIV 4 = -1.3807$$

$$\Delta XV 4 - XVI 4 = -1.8696$$

Hf4 (m)	Hf4/Q4	CORRECCION 5		Q5 (l.p.s.)	Hf5 (m)	Hf5/Q5	CORRECCION 6		Q6 (l.p.s.)	Hf6 (m)	Hf6/Q6	CORREC
(+) 1.4116	0.1247	(+) 0.7446	(+) 12.0651	(+) 1.6034	0.1329	(-) 0.3320	(+) 11.7331	(+) 1.5164	0.1292			
1.1834	0.0789	(+) 0.3424	15.3449	1.2380	0.0807	(-) 0.1599	15.1850	1.2123	0.0798			
0.5168	0.0439	0.3424	12.1049	0.5473	0.0452	0.1599	11.9450	0.5329	0.0446			
0.0342	0.0038	0.3424	9.2849	0.0369	0.0040	0.1599	9.1250	0.0357	0.0039			
0.0464	0.0066	0.3424	7.4149	0.0510	0.0069	0.1599	7.2550	0.0488	0.0067			
(+) 3.1924	0.2579			(+) 3.4766	0.2697			(+) 3.3461	0.2642			
(-) 0.3346	0.0030	(+) 0.3424	(-) 111.5351	(-) 0.3326	0.0030	(-) 0.1599	(-) 111.6950	(-) 0.3335	0.0030			
0.1997	0.0018	0.3424	108.3651	0.2428	0.0022	0.1599	108.5250	0.1990	0.0018			
0.0568	0.0005	0.3424	105.7951	0.0565	0.0005	0.1599	105.9550	0.0566	0.0005			
0.0533	0.0005	0.3424	103.7751	0.0530	0.0005	0.1599	103.9350	0.0531	0.0005			
2.8548	0.1843	(+) 0.5754	14.9166	2.6467	0.1774	(-) 0.3805	15.2971	2.7834	0.1820			
(-) 3.4992	0.1901			(-) 3.3316	0.1836			(-) 3.4256	0.1878			

$$\Delta XV5 = - \frac{0.3068}{2 \times 0.448} = +0.3424$$

$$\Delta XV5 - XIV5 = +0.7446$$

$$\Delta XV5 - XVI5 = +0.5754$$

$$\Delta XV6 = - \frac{0.145}{2 \times 0.4533} = -0.1599$$

$$\Delta XV6 - XIV6 = -0.332$$

$$\Delta XV6 - XVI6 = -0.3805$$

$$\Delta XV7 = -$$

$$\Delta XV7 - XIV7 =$$

$$\Delta XV7 - XVI7 =$$



**ZONA BAJA CAJA**

CIRCUITO		TRAMO	LONG.	GASTO	DIAM.	Hf	Hf/Q	CORRECCION 1		Q 1	Hf1	Hf1/Q 1	
PROPIO	COMUN		(m)	(l.p.s.)	(pulg.)	(m)				(l.p.s.)	(m)		
	XIII	461-459	447	(+) 14.94	6	(+) 2.3736	0.1589		(-) 1.9644	(+) 12.9756	(+) 1.7904	0.1380	
		459-460	37	23.61	8	0.1046	0.0044		(-) 1.9514	21.6586	0.0880	0.0041	
		460-463	25	21.78	8	0.0601	0.0028		1.9514	19.8286	0.0498	0.0025	
		463-466	39	20.03	8	0.0793	0.0040		1.9514	18.0786	0.0646	0.0036	
		466-469	24	18.17	6	0.1885	0.0104		1.9514	16.2186	0.1502	0.0093	
		469-470	24	16.41	6	0.1538	0.0094		1.9514	14.4586	0.1194	0.0083	
		470-471	42	14.65	6	0.2144	0.0146		1.9514	12.6986	0.1611	0.0127	
		471-476	40	12.75	6	0.1547	0.0121		1.9514	10.7986	0.1110	0.0103	
		476-477	32	10.86	6	0.0898	0.0083		1.9514	8.9086	0.0604	0.0068	
		477-478	50	9.02	6	0.0968	0.0107		1.9514	7.0686	0.0594	0.0084	
	478					(+) 3.5156	0.2356				(+) 2.6543	0.2040	
	XV	461-462	37	(-) 136.31	18	(-) 0.0460	0.0003		(-) 1.9514	(-) 138.2614	(-) 0.0473	0.0003	
		462-464	22	134.51	18	0.0266	0.0002		1.9514	136.4614	0.0274	0.0002	
		464-465	39	132.79	18	0.0460	0.0003		1.9514	134.7414	0.0474	0.0004	
		465-467	22	130.92	18	0.0252	0.0002		1.9514	132.8714	0.0260	0.0002	
		467-468	24	129.17	16	0.0505	0.0004		1.9514	131.1214	0.0520	0.0004	
		468-472	37	127.41	16	0.0757	0.0006		1.9514	129.3614	0.0781	0.0006	
		472-473	40	125.55	16	0.0795	0.0006		1.9514	127.5014	0.0820	0.0006	
		473-474	35	123.66	16	0.0675	0.0005		1.9514	125.6114	0.0696	0.0006	
		474-475	48	121.80	16	0.0898	0.0007		1.9514	123.7514	0.0927	0.0007	
		475-478	463	11.91	6	1.5624	0.1312		(-) 0.2584	13.8614	2.1164	0.1527	
		478					(-) 2.0692	0.1350				(-) 2.6389	0.1567

$$\Delta XIV1 = \frac{1.4464}{2 \times 0.3706} = -1.9514$$

$$\Delta XIV2 =$$

$$\Delta XIV1 - XIII1 = -1.9644$$

$$\Delta XIV2 - XIII2 =$$

$$\Delta XIV1 - XV1 = -0.2584$$

$$\Delta XIV2 - XV2 =$$

CORRECCION 2		Q 2	Hf2	Hf2/Q 2	CORRECCION 3		Q 3	Hf3	Hf3/Q 3	CORRECCION 4		Q 4
		(l.p.s.)	(m)				(l.p.s.)	(m)				(l.p.s.)
	(-) 0.1034	(+) 12.8722	(+) 1.7620	0.1369		(+) 0.0477	(+) 12.9199	(+) 1.7751	0.1374		(+) 0.0065	(+) 12.9264
	(-) 0.0213	21.6373	0.0878	0.0041		(+) 0.0010	21.6383	0.0878	0.0041		(+) 0.2337	21.8720
	0.0213	19.8073	0.0497	0.0025		0.0010	19.8083	0.0497	0.0025		0.2337	20.0420
	0.0213	18.0573	0.0645	0.0036		0.0010	18.0583	0.0645	0.0036		0.2337	18.2920
	0.0213	16.1973	0.1498	0.0092		0.0010	16.1983	0.1498	0.0092		0.2337	16.4320
	0.0213	14.4373	0.1190	0.0082		0.0010	14.4383	0.1190	0.0082		0.2337	14.6720
	0.0213	12.6773	0.1606	0.0127		0.0010	12.6783	0.1606	0.0127		0.2337	12.9120
	0.0213	10.7773	0.1105	0.0103		0.0010	10.7783	0.1105	0.0103		0.2337	11.0120
	0.0213	8.8873	0.0601	0.0068		0.0010	8.8883	0.0601	0.0068		0.2337	9.1220
	0.0213	7.0473	0.0591	0.0084		0.0010	7.0483	0.0591	0.0084		0.2337	7.2820
			(+) 2.6231	0.2027				(+) 2.6362	0.2032			
	(-) 0.0213	(-) 138.2827	(-) 0.0473	0.0003		(+) 0.0010	(-) 138.2817	(-) 0.0473	0.0003		(+) 0.2337	(-) 138.0480
	0.0213	136.4827	0.0274	0.0002		0.0010	136.4817	0.0274	0.0002		0.2337	136.2480
	0.0213	134.7627	0.0474	0.0004		0.0010	134.7617	0.0474	0.0004		0.2337	134.5280
	0.0213	132.8927	0.0259	0.0002		0.0010	132.8917	0.0260	0.0002		0.2337	132.6580
	0.0213	131.1427	0.0520	0.0004		0.0010	131.1417	0.0520	0.0004		0.2337	130.9080
	0.0213	129.3827	0.0781	0.0006		0.0010	129.3817	0.0781	0.0006		0.2337	129.1480
	0.0213	127.5227	0.0820	0.0006		0.0010	127.5217	0.0820	0.0006		0.2337	127.2880
	0.0213	125.6327	0.0697	0.0006		0.0010	125.6317	0.0697	0.0006		0.2337	125.3980
	0.0213	123.7727	0.0927	0.0007		0.0010	123.7717	0.0951	0.0008		0.2337	123.5380
	(+) 0.0495	13.8119	2.1013	0.1521		(-) 0.5823	14.3942	2.2822	0.1585		(+) 1.3807	13.0135
			(-) 2.6238	0.1561				(-) 2.8072	0.1626			

$$\frac{0.0154}{2 \times 0.3607} = -0.0213$$

$$= -0.1034$$

$$= +0.0495$$

$$\Delta XIV3 = \frac{-0.0007}{2 \times 0.3588} = +0.0010$$

$$\Delta XIV3 - XIII3 = +0.0477$$

$$\Delta XIV3 - XV3 = -0.5823$$

$$\Delta XIV4 = \frac{-0.171}{2 \times 0.3658} = +0.2337$$

$$\Delta XIV4 - XIII4 = +0.0065$$

$$\Delta XIV4 - XV4 = +1.3807$$

Hf4 (m)	Hf4/Q4	CORRECCION 5	Q5 (l.p.s.)	Hf5 (m)	Hf5/Q5	CORRECCION 6	Q6 (l.p.s.)	Hf6 (m)	Hf6/Q6	CORREC
(+) 1.7769	0.1375	(-) 0.4773	(+) 12.4491	(+) 1.6481	0.1324	(+) 0.2397	(+) 12.6888	(+) 1.7122	0.1349	
0.0897	0.0041	(-) 0.4022	21.4698	0.0865	0.0040	(+) 0.1721	21.6419	0.0879	0.0041	
0.0509	0.0025	0.4022	19.6398	0.0489	0.0025	0.1721	19.8119	0.0498	0.0025	
0.0662	0.0036	0.4022	17.8898	0.0633	0.0035	0.1721	18.0619	0.0645	0.0036	
0.1542	0.0094	0.4022	16.0298	0.1467	0.0092	0.1721	16.2019	0.1499	0.0093	
0.1229	0.0084	0.4022	14.2698	0.1163	0.0082	0.1721	14.4419	0.1191	0.0082	
0.1666	0.0129	0.4022	12.5098	0.1564	0.0125	0.1721	12.6819	0.1607	0.0127	
0.1154	0.0105	0.4022	10.6098	0.1071	0.0101	0.1721	10.7819	0.1106	0.0103	
0.0633	0.0069	0.4022	8.7198	0.0579	0.0066	0.1721	8.8919	0.0602	0.0068	
0.0631	0.0087	0.4022	6.8798	0.0563	0.0082	0.1721	7.0519	0.0592	0.0084	
(+) 2.6692	0.2045			(+) 2.4875	0.1972			(+) 2.5741	0.2008	
(-) 0.0472	0.0003	(-) 0.4022	(-) 138.4502	(-) 0.0474	0.0003	(+) 0.1721	(-) 138.2781	(-) 0.0473	0.0003	
0.0273	0.0002	0.4022	136.6502	0.0275	0.0002	0.1721	136.4781	0.0274	0.0002	
0.0472	0.0004	0.4022	134.9302	0.0475	0.0004	0.1721	134.7581	0.0474	0.0004	
0.0259	0.0002	0.4022	133.0602	0.0261	0.0002	0.1721	132.8881	0.0260	0.0002	
0.0519	0.0004	0.4022	131.3102	0.0522	0.0004	0.1721	131.1381	0.0520	0.0004	
0.0778	0.0006	0.4022	129.5502	0.0783	0.0006	0.1721	129.3781	0.0781	0.0006	
0.0817	0.0006	0.4022	127.6902	0.0822	0.0006	0.1721	127.5181	0.0820	0.0006	
0.0694	0.0006	0.4022	125.8002	0.0698	0.0006	0.1721	125.6281	0.0697	0.0006	
0.0924	0.0007	0.4022	123.9402	0.0930	0.0008	0.1721	123.7681	0.0927	0.0007	
1.8654	0.1433	(-) 0.7446	13.7581	2.0849	0.1515	(+) 0.3320	13.4261	1.9855	0.1479	
(-) 2.3862	0.1473			(-) 2.6089	0.1556			(-) 2.5081	0.1519	

$$\Delta \text{XIV5} = \frac{-0.283}{2 \times 0.3518} = -0.4022$$

$$\Delta \text{XIV6} = \frac{-0.1214}{2 \times 0.3528} = +0.1721$$

$$\Delta \text{XIV7} = \_$$

$$\Delta \text{XIV5} - \text{XIII5} = -0.4773$$

$$\Delta \text{XIV6} - \text{XIII6} = +0.2397$$

$$\Delta \text{XIV7} - \text{XIII7} =$$

$$\Delta \text{XIV5} - \text{XV5} = -0.7446$$

$$\Delta \text{XIV6} - \text{XV6} = +0.332$$

$$\Delta \text{XIV7} - \text{XV7} =$$

ACION 7	Q 7 (l.p.s.)	Hf 7 (m)	Hf7/Q 7	CORRECCION 8	Q 8 (l.p.s.)	Hf 8 (m)	Hf COMP.	COTAS		CARGA DISPON.
								PIEZOM.	TERRENO	
								2,266.18		
(-) 0.1739	(+) 12.5149	(+) 1.6655	0.1331	(+) 0.1093	(+) 12.6242	(+) 1.6948	1.6928	2,264.49	2,229.48	35.01
(-) 0.0936	21.5483	0.0871	0.0040	(+) 0.0681	21.6164	0.0877	0.0867	2,264.40	2,229.38	35.02
0.0936	19.7183	0.0493	0.0025	0.0681	19.7864	0.0496	0.0486	2,264.35	2,229.31	35.04
0.0936	17.9683	0.0638	0.0036	0.0681	18.0364	0.0643	0.0633	2,264.29	2,229.20	35.09
0.0936	16.1083	0.1482	0.0092	0.0681	16.1764	0.1494	0.1474	2,264.14	2,229.13	35.01
0.0936	14.3483	0.1175	0.0082	0.0681	14.4164	0.1187	0.1167	2,264.02	2,229.06	34.96
0.0936	12.5883	0.1583	0.0126	0.0681	12.6564	0.1601	0.1581	2,263.86	2,228.94	34.92
0.0936	10.6883	0.1087	0.0102	0.0681	10.7564	0.1101	0.1086	2,263.75	2,228.83	34.92
0.0936	8.7983	0.0589	0.0067	0.0681	8.8664	0.0598	0.0588	2,263.69	2,228.74	34.95
0.0936	6.9583	0.0576	0.0083	0.0681	7.0264	0.0587	0.0577	2,263.63	2,228.57	35.06
		(+) 2.5149	0.1984			(+) 2.5532	2.5387			
								2,266.18		
(-) 0.0936	(-) 138.3717	(-) 0.0474	0.0003	(+) 0.0681	(-) 138.3036	(-) 0.0473	0.0483	2,266.13	2,230.11	36.02
0.0936	136.5717	0.0274	0.0002	0.0681	136.5036	0.0274	0.0284	2,266.10	2,230.08	36.02
0.0936	134.8517	0.0474	0.0004	0.0681	134.7836	0.0474	0.0484	2,266.05	2,230.02	36.03
0.0936	132.9817	0.0260	0.0002	0.0681	132.9136	0.0260	0.0270	2,266.02	2,229.99	36.03
0.0936	131.2317	0.0521	0.0004	0.0681	131.1636	0.0521	0.0531	2,265.97	2,229.95	36.02
0.0936	129.4717	0.0782	0.0006	0.0681	129.4036	0.0781	0.0791	2,265.89	2,229.90	35.99
0.0936	127.6117	0.0821	0.0006	0.0681	127.5436	0.0821	0.0831	2,265.81	2,229.84	35.97
0.0936	125.7217	0.0698	0.0006	0.0681	125.6536	0.0697	0.0707	2,265.74	2,229.79	35.95
0.0936	123.8617	0.0929	0.0008	0.0681	123.7936	0.0928	0.0938	2,265.64	2,229.71	35.93
(-) 0.1815	13.6076	2.0396	0.1499	(+) 0.1282	13.4794	2.0013	2.0068	2,263.63	2,228.57	35.06
		(-) 2.5629	0.1540			(-) 2.5242	2.5387			

$$\frac{0.066}{2 \times 0.3527} = -0.0936$$

$$\Delta \text{XIV 8} = \frac{-0.048}{2 \times 0.3524} = +0.0681$$

$$= -0.1739$$

$$\Delta \text{XIV 8} - \text{XIII 8} = +0.1093$$

$$= -0.1815$$

$$\Delta \text{XIV 8} - \text{XV 8} = +0.1282$$

**ZONA BAJA CAJA**

CIRCUITO		TRAMO	LONG.	GASTO	DIAM.	Hf	Hf/Q	CORRECCION 1		Q 1	Hf1	Hf1/Q 1
PROPIO	COMUN		(m)	(l.p.s.)	(pulg.)	(m)				(l.p.s.)	(m)	
	XII	434-444	459	(+) 15.87	6	(+) 2.7502	0.1733		(-) 2.3550	(+) 13.5150	(+) 1.9945	0.1476
		444-443	56	25.30	8	0.1817	0.0072		(+) 0.0130	25.3130	0.1819	0.0072
		443-453	62	23.30	8	0.1707	0.0074		0.0130	23.3130	0.1708	0.0073
		453-454	37	21.27	8	0.0849	0.0040		0.0130	21.2830	0.0850	0.0040
		454-455	42	19.42	8	0.0803	0.0041		0.0130	19.4330	0.0804	0.0041
		455-456	25	17.54	8	0.0390	0.0022		0.0130	17.5530	0.0391	0.0022
		456-457	37	15.79	8	0.0468	0.0030		0.0130	15.8030	0.0468	0.0030
		457-458	58	13.96	8	0.0573	0.0041		0.0130	13.9730	0.0574	0.0041
		458-459	27	11.99	8	0.0197	0.0016		0.0130	12.0030	0.0197	0.0016
		459					(+) 3.4306	0.2069			(+) 2.6756	0.1811
	X	434-442	40	(-) 17.92	6	(-) 0.3056	0.0171		(+) 0.7767	(-) 17.1433	(-) 0.2797	0.0163
		442-441	80	14.81	6	0.4174	0.0282		0.7767	14.0333	0.3748	0.0267
		441-440	38	12.66	6	0.1449	0.0114		0.7767	11.8833	0.1277	0.0107
		440-439	40	10.81	6	0.1112	0.0103		0.7767	10.0333	0.0958	0.0095
		439-438	25	7.80	6	0.0362	0.0046		0.7767	7.0233	0.0293	0.0042
		438-450	36	4.90	6	0.0206	0.0042		0.7767	4.1233	0.0146	0.0035
		450-435	30	3.07	6	0.0067	0.0022		0.7767	2.2933	0.0038	0.0017
		435-379	38	1.83	6	0.0030	0.0016		0.7767	1.0533	0.0010	0.0009
	XIV	379-461	15	151.36	18	0.0230	0.0002		(+) 0.0130	151.3470	0.0230	0.0002
461-459		447	14.94	6	2.3736	0.1589		(+) 1.9644	12.9756	1.7904	0.1380	
459						(-) 3.4422	0.2387		(-) 2.7401	0.2117		

$$\Delta X_{III1} = \frac{-0.0116}{2 \times 0.4456} = + 0.013$$

$$\Delta X_{III2} = \underline{\quad}$$

$$\Delta X_{III1-XII1} = -2.355$$

$$\Delta X_{III2-XII2} =$$

$$\Delta X_{III1-X1} = + 0.7767$$

$$\Delta X_{III2-X2} =$$

$$\Delta X_{III1-XIV1} = + 1.9644$$

$$\Delta X_{III2-XIV2} =$$

CORRECCION 2	Q 2	Hf 2	Hf2/Q 2	CORRECCION 3	Q 3	Hf 3	Hf3/Q 3	CORRECCION 4	Q 4
	(l.p.s.)	(m)			(l.p.s.)	(m)			(l.p.s.)
(+) 0.1715	(+) 13.6865	(+) 2.0455	0.1495	(-) 0.5191	(+) 13.1674	(+) 1.8932	0.1438	(+) 0.2444	(+) 13.4118
(+) 0.0821	25.3951	0.1831	0.0072	(-) 0.0467	25.3484	0.1824	0.0072	(+) 0.2272	25.5756
0.0821	23.2121	0.1694	0.0073	0.0467	23.1654	0.1687	0.0073	0.2272	23.3926
0.0821	21.3651	0.0856	0.0040	0.0467	21.3184	0.0853	0.0040	0.2272	21.5456
0.0821	19.5151	0.0811	0.0042	0.0467	19.4684	0.0807	0.0041	0.2272	19.6956
0.0821	17.6351	0.0394	0.0022	0.0467	17.5884	0.0392	0.0022	0.2272	17.8156
0.0821	15.8851	0.0473	0.0030	0.0467	15.8384	0.0471	0.0030	0.2272	16.0656
0.0821	14.0551	0.0581	0.0041	0.0467	14.0084	0.0577	0.0041	0.2272	14.2356
0.0821	12.0851	0.0200	0.0017	0.0467	12.0384	0.0198	0.0016	0.2272	12.2656
		(+) 2.7295	0.1832			(+) 2.5741	0.1773		
(+) 0.1288	(-) 17.0145	(-) 0.2755	0.0162	(-) 0.3081	(-) 17.3226	(-) 0.2855	0.0165	(+) 0.2295	(-) 17.0954
0.1288	13.9045	0.3680	0.0265	0.3081	14.2126	0.3844	0.0270	0.2295	13.9854
0.1288	11.7545	0.1249	0.0106	0.3081	12.0626	0.1315	0.0109	0.2295	11.8354
0.1288	9.9045	0.0934	0.0094	0.3081	10.2126	0.0992	0.0097	0.2295	9.9854
0.1288	6.8945	0.0283	0.0041	0.3081	7.2026	0.0309	0.0043	0.2295	6.9754
0.1288	3.9945	0.0137	0.0034	0.3081	4.3026	0.0159	0.0037	0.2295	4.0754
0.1288	2.1645	0.0033	0.0015	0.3081	2.4726	0.0044	0.0018	0.2295	2.2454
0.1288	0.9245	0.0008	0.0009	0.3081	1.2326	0.0014	0.0011	0.2295	1.0054
(+) 0.0821	151.2649	0.0229	0.0002	(-) 0.0467	151.3116	0.0230	0.0002	(+) 0.2272	151.0844
(+) 0.1034	12.8722	1.7620	0.1369	(-) 0.0477	12.9199	1.7751	0.1374	(-) 0.0065	12.9264
		(-) 2.6928	0.2097			(-) 2.7513	0.2126		

$$\frac{-0.0645}{2 \times 0.3928} = +0.0821$$

$$= +0.1715$$

$$= +0.1288$$

$$= +0.1034$$

$$\Delta X_{III3} = \frac{0.0367}{2 \times 0.3929} = -0.0467$$

$$\Delta X_{III3-XII3} = -0.5191$$

$$\Delta X_{III3-X3} = -0.3081$$

$$\Delta X_{III3-XIV3} = -0.0477$$

$$\Delta X_{III4} = \frac{-0.1772}{2 \times 0.3899} = +0.2272$$

$$\Delta X_{III4-XII4} = +0.2444$$

$$\Delta X_{III4-X4} = +0.2295$$

$$\Delta X_{III4-XIV4} = -0.0065$$

Hf4 (m)	Hf4/Q4	CORRECCION 5		Q5 (l.p.s.)	Hf5 (m)	Hf5/Q5	CORRECCION 6		Q6 (l.p.s.)	Hf6 (m)	Hf6/Q6	CORR
(+) 1.9642	0.1464		(-) 0.0909	(+) 13.3209	(+) 1.9376	0.1455		(-) 0.1015	(+) 13.2194	(+) 1.9082	0.1443	
0.1857	0.0073		(+) 0.0751	25.6507	0.1868	0.0073		(-) 0.0676	25.5831	0.1858	0.0073	
0.1720	0.0074		0.0751	23.4677	0.1731	0.0074		0.0676	23.4001	0.1721	0.0074	
0.0871	0.0040		0.0751	21.6207	0.0877	0.0041		0.0676	21.5531	0.0871	0.0040	
0.0826	0.0042		0.0751	19.7707	0.0832	0.0042		0.0676	19.7031	0.0827	0.0042	
0.0402	0.0023		0.0751	17.8907	0.0406	0.0023		0.0676	17.8231	0.0403	0.0023	
0.0484	0.0030		0.0751	16.1407	0.0489	0.0030		0.0676	16.0731	0.0485	0.0030	
0.0596	0.0042		0.0751	14.3107	0.0602	0.0042		0.0676	14.2431	0.0597	0.0042	
0.0206	0.0017		0.0751	12.3407	0.0208	0.0017		0.0676	12.2731	0.0206	0.0017	
(+) 2.6604	0.1805				(+) 2.6389	0.1797				(+) 2.6050	0.1784	
(-) 0.2781	0.0163		(-) 0.0022	(-) 17.0954	(-) 0.2781	0.0163		(-) 0.0833	(-) 17.1787	(-) 0.2808	0.0163	
0.3722	0.0266		0.0022	13.9876	0.3724	0.0266		0.0833	14.0709	0.3768	0.0268	
0.1266	0.0107		0.0022	11.8376	0.1267	0.0107		0.0833	11.9209	0.1285	0.0108	
0.0949	0.0095		0.0022	9.9876	0.0949	0.0095		0.0833	10.0709	0.0965	0.0096	
0.0289	0.0041		0.0022	6.9776	0.0290	0.0042		0.0833	7.0609	0.0297	0.0042	
0.0142	0.0035		0.0022	4.0776	0.0142	0.0035		0.0833	4.1609	0.0148	0.0036	
0.0036	0.0016		0.0022	2.2476	0.0036	0.0016		0.0833	2.3309	0.0039	0.0017	
0.0009	0.0009		0.0022	1.0076	0.0009	0.0009		0.0833	1.0909	0.0011	0.0010	
0.0229	0.0002		(+) 0.0751	151.0093	0.0229	0.0002		(-) 0.0676	151.0769	0.0229	0.0002	
1.7769	0.1375		(+) 0.4773	12.4491	1.6481	0.1324		(-) 0.2397	12.6888	1.7122	0.1349	
(-) 2.7192	0.2109				(-) 2.5868	0.2059				(-) 2.6672	0.2091	

$$\Delta X_{III5} = \frac{-0.0588}{2 \times 0.3914} = +0.0751$$

$$\Delta X_{III5-XII5} = -0.0909$$

$$\Delta X_{III5-X5} = -0.0022$$

$$\Delta X_{III5-XIV5} = +0.4773$$

$$\Delta X_{III6} = \frac{0.0521}{2 \times 0.3856} = -0.0676$$

$$\Delta X_{III6-XII6} = -0.1015$$

$$\Delta X_{III6-X6} = -0.0833$$

$$\Delta X_{III6-XIV6} = -0.2397$$

$$\Delta X_{III7} = -$$

$$\Delta X_{III7-XII7} =$$

$$\Delta X_{III7-X7} =$$

$$\Delta X_{III7-XIV7} =$$

ECCION 7	Q 7 (l.p.s.)	Hf7 (m)	Hf7/Q 7	CORRECCION 8	Q 8 (l.p.s.)	Hf8 (m)	Hf COMP.	COTAS		CARGA DISPON.
								PIEZOM.	TERRENO	
								2,267.11		
(+) 0.0999	(+) 13.3193	(+) 1.9372	0.1454	(-) 0.0801	(+) 13.2392	(+) 1.9140	1.9165	2,265.19	2,228.32	36.87
(+) 0.0803	25.6634	0.1870	0.0073	(-) 0.0412	25.6222	0.1864	0.1889	2,265.00	2,229.18	35.82
0.0803	23.4804	0.1733	0.0074	0.0412	23.4392	0.1727	0.1752	2,264.82	2,230.31	34.51
0.0803	21.6334	0.0878	0.0041	0.0412	21.5922	0.0875	0.0890	2,264.73	2,230.08	34.65
0.0803	19.7834	0.0833	0.0042	0.0412	19.7422	0.0830	0.0845	2,264.65	2,229.14	35.51
0.0803	17.9034	0.0406	0.0023	0.0412	17.8622	0.0404	0.0419	2,264.61	2,229.25	35.36
0.0803	16.1534	0.0489	0.0030	0.0412	16.1122	0.0487	0.0502	2,264.56	2,229.84	34.72
0.0803	14.3234	0.0603	0.0040	0.0412	14.2822	0.0600	0.0612	2,264.50	2,229.08	35.42
0.0803	12.3534	0.0209	0.0017	0.0412	12.3122	0.0208	0.0220	2,264.48	2,229.48	35.00
		(+) 2.6393	0.1794			(+) 2.6135	2.6294			
								2,267.11		
(+) 0.0881	(-) 17.0906	(-) 0.2780	0.0163	(-) 0.0584	(-) 17.1490	(-) 0.2799	0.2769	2,266.83	2,230.29	36.54
0.0881	13.9828	0.3721	0.0266	0.0584	14.0412	0.3752	0.3722	2,266.46	2,230.25	36.21
0.0881	11.8328	0.1266	0.0107	0.0584	11.8912	0.1278	0.1248	2,266.34	2,230.20	36.14
0.0881	9.9828	0.0948	0.0095	0.0584	10.0412	0.0959	0.0954	2,266.24	2,230.27	35.97
0.0881	6.9728	0.0289	0.0041	0.0584	7.0312	0.0294	0.0289	2,266.21	2,230.32	35.89
0.0881	4.0728	0.0142	0.0035	0.0584	4.1312	0.0146	0.0141	2,266.20	2,230.40	35.80
0.0881	2.2428	0.0036	0.0016	0.0584	2.3012	0.0038	0.0033	2,266.20	2,230.38	35.82
0.0881	1.0028	0.0009	0.0009	0.0584	1.0612	0.0010	0.0005	2,266.20	2,230.26	35.94
(+) 0.0803	150.9966	0.0229	0.0002	(-) 0.0412	151.0378	0.0229	0.0224	2,266.18	2,230.16	36.02
(+) 0.1739	12.5149	1.6655	0.1331	(-) 0.1093	12.6242	1.6948	1.6909	2,264.48	2,229.48	35.00
		(-) 2.6075	0.2065			(-) 2.6453	2.6294			

$$\frac{-0.0622}{2 \times 0.3875} = +0.0803$$

$$= +0.0999$$

$$= +0.0881$$

$$= +0.1739$$

$$\Delta X_{III 8} = \frac{0.0318}{2 \times 0.3859} = -0.0412$$

$$\Delta X_{III 8 - XII 8} = -0.0801$$

$$\Delta X_{III 8 - X 8} = -0.0584$$

$$\Delta X_{III 8 - XIV 8} = -0.1093$$

**ZONA BAJA CAJA**

CIRCUITO		TRAMO	LONG.	GASTO	DIAM.	Hf	Hf/Q	CORRECCION 1	Q 1	Hf1	Hf1/Q 1	
PROPIO	COMUN		(m)	(l.p.s.)	(pulg.)	(m)			(l.p.s.)	(m)		
		428-449	471	(+) 25.66	8	(+) 1.5723	0.0613	(+) 2.3680	(+) 28.0280	(+) 1.8759	0.0669	
		449-448	240	22.36	8	0.6084	0.0272	2.3680	24.7280	0.7440	0.0301	
		448-447	37	19.05	8	0.0681	0.0036	2.3680	21.4180	0.0861	0.0040	
		447-445	115	17.16	8	0.1717	0.0100	2.3680	19.5280	0.2223	0.0114	
		445-446	28	14.74	8	0.0308	0.0021	2.3680	17.1080	0.0415	0.0024	
		446-444	40	12.93	8	0.0339	0.0026	2.3680	15.2980	0.0475	0.0031	
		444				(+) 2.4852	0.1068			(+) 3.0173	0.1179	
		XI	428-429	89	(-) 27.87	8	(-) 0.3505	0.0126	(+) 3.5120	(-) 24.3580	(-) 0.2677	0.0110
		XI	429-430	146	25.84	8	0.4942	0.0191	3.5120	22.3280	0.3690	0.0165
		XI	430-431	37	23.19	8	0.1009	0.0044	3.5120	19.6780	0.0726	0.0037
		XI	431-432	112	21.30	8	0.2576	0.0121	3.5120	17.7880	0.1797	0.0101
		XI	432-635	26	18.90	8	0.0471	0.0025	3.5120	15.3880	0.0312	0.0020
		XI	635-433	19	17.10	8	0.0282	0.0016	3.5120	13.5880	0.0178	0.0013
		X	433-434	20	33.93	10	0.0355	0.0010	(+) 3.1317	30.7983	0.0292	0.0009
		XIII	434-444	459	15.87	6	2.7502	0.1733	(+) 2.3550	13.5150	1.9945	0.1476
		444				(-) 4.0642	0.2266			(-) 2.9617	0.1931	

$$\Delta_{XII\ 1} = \frac{-1.579}{2 \times 0.3334} = +2.368$$

$$\Delta_{XII\ 2} = \_$$

$$\Delta_{X\ II1-XI1} = +3.512$$

$$\Delta_{X\ II2-XI2} = \_$$

$$\Delta_{XII1-XIII1} = +2.355$$

$$\Delta_{XII2-XIII2} = \_$$

$$\Delta_{XII\ 1-X1} = +3.1317$$

$$\Delta_{XII\ 2-X2} = \_$$

CORRECCION 2		Q 2 (l.p.s.)	Hf2 (m)	Hf2/Q 2	CORRECCION 3		Q 3 (l.p.s.)	Hf3 (m)	Hf3/Q 3	CORRECCION 4		Q 4 (l.p.s.)
	(-) 0.0894	(+) 27.9386	(+) 1.8639	0.0667		(+) 0.4724	(+) 28.4110	(+) 1.9275	0.0678		(-) 0.0172	(+) 28.3938
	0.0894	24.6386	0.7387	0.0300		0.4724	25.1110	0.7673	0.0306		0.0172	25.0938
	0.0894	21.3286	0.0853	0.0040		0.4724	21.8010	0.0892	0.0041		0.0172	21.7838
	0.0894	19.4386	0.2203	0.0113		0.4724	19.9110	0.2311	0.0116		0.0172	19.8938
	0.0894	17.0186	0.0411	0.0024		0.4724	17.4910	0.0434	0.0025		0.0172	17.4738
	0.0894	15.2086	0.0469	0.0031		0.4724	15.6810	0.0499	0.0032		0.0172	15.6638
			(+) 2.9962	0.1175				(+) 3.1084	0.1198			
	(-) 2.9750	(-) 27.3330	(-) 0.3371	0.0123		(+) 0.4720	(-) 26.8610	(-) 0.3256	0.0121		(-) 0.4108	(-) 27.2718
	2.9750	25.3030	0.4739	0.0187		0.4720	24.8310	0.4564	0.0184		0.4108	25.2418
	2.9750	22.6530	0.0963	0.0043		0.4720	22.1810	0.0923	0.0042		0.4108	22.5918
	2.9750	20.7630	0.2448	0.0118		0.4720	20.2910	0.2338	0.0115		0.4108	20.7018
	2.9750	18.3630	0.0444	0.0024		0.4720	17.8910	0.0422	0.0024		0.4108	18.3018
	2.9750	16.5630	0.0264	0.0016		0.4720	16.0910	0.0249	0.0015		0.4108	16.5018
	(-) 0.0427	30.8410	0.0293	0.0010		(+) 0.2110	30.6300	0.0289	0.0094		(-) 0.0149	30.6449
	(-) 0.1715	13.6865	0.0455	0.1495		(+) 0.5191	13.1674	0.1893	0.1438		(-) 0.2444	13.4118
			(-) 3.2977	0.2016				(-) 3.0973	0.2033			

$$\frac{0.556}{2 \times 0.311} = -0.0894$$

$$= -2.975$$

$$= -0.1715$$

$$= -0.0427$$

$$\Delta X_{II3} = \frac{-0.3015}{2 \times 0.3191} = +0.4724$$

$$\Delta X_{II3-XI3} = +0.472$$

$$\Delta X_{II3-XIII3} = +0.5191$$

$$\Delta X_{II3-X3} = +0.211$$

$$\Delta X_{II4} = \frac{-0.0111}{2 \times 0.3231} = -0.0172$$

$$\Delta X_{II4-XI4} = -0.4108$$

$$\Delta X_{II4-XIII4} = -0.2444$$

$$\Delta X_{II4-X4} = -0.0149$$

Hf4 (m)	Hf4/Q4	CORRECCION 5		Q 5 (l.p.s.)	Hf5 (m)	Hf5/Q 5	CORRECCION 6		Q 6 (l.p.s.)	Hf6 (m)	Hf6/Q 6	CORRECC
(+) 1 9252	0.0678	(+) 0.1660	(+) 28.5598	(+) 1.9478	0.0682	(+) 0.0339	(+) 28.5937	(+) 1.9524	0.0683			
0.7662	0.0305	0.1660	25.2598	0.7764	0.0307	0.0339	25.2937	0.7785	0.0308			
0.0890	0.0041	0.1660	21.9498	0.0904	0.0041	0.0339	21.9837	0.0907	0.0041			
0.2307	0.0116	0.1660	20.0598	0.2346	0.0117	0.0339	20.0937	0.2354	0.0117			
0.0433	0.0025	0.1660	17.6398	0.0442	0.0025	0.0339	17.6737	0.0443	0.0025			
0.0498	0.0032	0.1660	15.8298	0.0508	0.0032	0.0339	15.8637	0.0510	0.0032			
(+) 3.1042	0.1197			(+) 3.1442	0.1204			(+) 3.1523	0.1206			
(-) 0.3356	0.0123	(+) 0.1712	(-) 27.1006	(-) 0.3314	0.0122	(-) 0.0355	(-) 27.1361	(-) 0.3323	0.0122			
0.4716	0.0187	0.1712	25.0706	0.4653	0.0186	0.0355	25.1061	0.4666	0.0186			
0.0957	0.0042	0.1712	22.4206	0.0943	0.0042	0.0355	22.4561	0.0946	0.0042			
0.2434	0.0118	0.1712	20.5306	0.2393	0.0117	0.0355	20.5661	0.2402	0.0117			
0.0442	0.0024	0.1712	18.1306	0.0433	0.0024	0.0355	18.1661	0.0435	0.0024			
0.0262	0.0016	0.1712	16.3306	0.0257	0.0016	0.0355	16.3661	0.0258	0.0016			
0.0289	0.0009	(+) 0.0887	30.5562	0.0288	0.0009	(+) 0.0182	30.5380	0.0287	0.0009			
1 9642	0.1465	(+) 0.0909	13.3209	1.9376	0.1455	(+) 0.1015	13.2194	1.9082	0.1443			
(-) 3.2098	0.1984			(-) 3.1657	0.1971			(-) 3.1399	0.1959			

$$\Delta X_{II} 5 = \frac{-0.1056}{2 \times 0.3181} = +0.1660$$

$$\Delta X_{II} 6 = \frac{-0.0215}{2 \times 0.3175} = +0.0339$$

$$\Delta X_{II} 7 = -$$

$$\Delta X_{II} 5 - X_{I} 5 = +0.1712$$

$$\Delta X_{II} 6 - X_{I} 6 = -0.0355$$

$$\Delta X_{II} 7 - X_{I} 7 =$$

$$\Delta X_{II} 5 - X_{III} 5 = +0.0909$$

$$\Delta X_{II} 6 - X_{III} 6 = +0.1015$$

$$\Delta X_{II} 7 - X_{III} 7 =$$

$$\Delta X_{II} 5 - X_5 = +0.0887$$

$$\Delta X_{II} 6 - X_6 = +0.0182$$

$$\Delta X_{II} 7 - X_7 =$$

ION 7	Q 7 (l.p.s.)	Hf 7 (m)	Hf 7/Q 7	CORRECCION 8	Q 8 (l.p.s.)	Hf 8 (m)	Hf COMP.	COTAS		CARGA DISPON.	
								PIEZOM.	TERRENO		
								2,268.35			
(-) 0.0196	(+) 28.5741	(+) 1.9497	0.0682		(+) 0.0389	(+) 28.6130	(+) 1.9550	1.9536	2,266.40	2,229.85	36.55
0.0196	25.2741	0.7773	0.0308		0.0389	25.3130	0.7797	0.7787	2,265.62	2,228.51	37.11
0.0196	21.9641	0.0905	0.0041		0.0389	22.0030	0.0908	0.0898	2,265.53	2,228.62	36.91
0.0196	20.0741	0.2350	0.0117		0.0389	20.1130	0.2359	0.2349	2,265.30	2,228.39	36.91
0.0196	17.6541	0.0442	0.0025		0.0389	17.6930	0.0444	0.0434	2,265.26	2,228.35	36.91
0.0196	15.8441	0.0509	0.0032		0.0389	15.8830	0.0512	0.0502	2,265.20	2,228.32	36.88
		(+) 3.1476	0.1205				(+) 3.1570	3.1506			
									2,268.35		
(-) 0.0335	(-) 27.1696	(-) 0.3331	0.0123		(+) 0.0467	(-) 27.1229	(-) 0.3319	0.3329	2,268.02	2,230.42	37.60
0.0335	25.1396	0.4678	0.0186		0.0467	25.0929	0.4661	0.4671	2,267.55	2,229.71	37.84
0.0335	22.4896	0.0949	0.0042		0.0467	22.4429	0.0945	0.0955	2,267.45	2,229.61	37.84
0.0335	20.5996	0.2410	0.0117		0.0467	20.5529	0.2399	0.2409	2,267.21	2,230.20	37.01
0.0335	18.1996	0.0437	0.0024		0.0467	18.1529	0.0434	0.0444	2,267.17	2,230.37	36.80
0.0335	16.3996	0.0259	0.0016		0.0467	16.3529	0.0258	0.0260	2,267.14	2,230.80	36.34
(-) 0.0118	30.5498	0.0287	0.0009		(+) 0.0217	30.5281	0.0287	0.0288	2,267.11	2,230.67	36.44
(-) 0.0999	13.3193	1.9372	0.1454		(+) 0.0801	13.2392	1.9140	1.9150	2,265.20	2,228.32	36.88
		(-) 3.1723	0.1971				(-) 3.1443	3.1506			

$$\frac{0.0124}{2 \times 0.3165} = -0.0196$$

$$= -0.0335$$

$$= -0.0999$$

$$= -0.0118$$

$$\Delta_{XII 8} = \frac{-0.0247}{2 \times 0.3176} = +0.0389$$

$$\Delta_{XII 8 - XI 8} = +0.0467$$

$$\Delta_{XII 8 - XIII 8} = +0.0801$$

$$\Delta_{XII 8 - X 8} = +0.0217$$

**ZONA BAJA CAJA**

CIRCUITO		TRAMO	LONG. (m)	GASTO (l.p.s.)	DIAM. (pulg.)	Hf (m)	Hf/Q	CORRECCION 1		Q 1 (l.p.s.)	Hf1 (m)	Hf1/Q 1
PROPIO	COMUN											
	XI	422-433	358	(+) 19.48	8	(+) 0.6888	0.0354	(+) 0.3803	(+) 19.8603	(+) 0.7159	0.0360	
	XII	433-434	20	33.93	10	0.0355	0.0010	(-) 3.1317	30.7983	0.0292	0.0009	
	XIII	434-442	40	17.92	6	0.3056	0.0171	(-) 0.7767	17.1433	0.2797	0.0163	
	XIII	442-441	80	14.81	6	0.4174	0.0282	0.7767	14.0333	0.3748	0.0267	
	XIII	441-440	38	12.66	6	0.1449	0.0114	0.7767	11.8833	0.1277	0.0107	
	XIII	440-439	40	10.81	6	0.1112	0.0103	0.7767	10.0333	0.0958	0.0095	
	XIII	439-438	25	7.80	6	0.0362	0.0046	0.7767	7.0233	0.0293	0.0042	
	XIII	438-450	36	4.9	6	0.0206	0.0042	0.7767	4.1233	0.0146	0.0035	
	XIII	450-435	30	3.07	6	0.0067	0.0022	0.7767	2.2933	0.0038	0.0017	
	XIII	435-379	38	1.73	6	0.0027	0.0016	0.7767	0.9533	0.0008	0.0008	
		379					(+) 1.7696	0.1160			(+) 1.6716	0.1103
			422-421	55	(-) 4.80	4	(-) 0.2529	0.0527	(-) 0.7637	(-) 5.5637	(-) 0.3398	0.0611
			421-427	267	3.19	4	0.5423	0.1700	0.7637	3.9537	0.8331	0.2107
			427-420	41	0.29	4	0.0007	0.0024	0.7637	1.0537	0.0091	0.0086
			420-379	285	153.36	18	0.4483	0.0029	0.7637	154.1237	0.4528	0.0029
			379				(-) 1.2442	0.2280			(-) 1.6348	0.2833

$$\Delta X1 = \frac{0.5254}{2 \times 0.344} = -0.7637 \qquad \Delta X2 = \_$$

$$\Delta X1 - XI1 = +0.3803 \qquad \Delta X2 - XI2 = \_$$

$$\Delta X1 - XII1 = -3.1317 \qquad \Delta X2 - XII2 = \_$$

$$\Delta X1 - XIII1 = -0.7767 \qquad \Delta X2 - XIII2 = \_$$

CORRECCION 2		Q 2	Hf2	Hf2/Q 2	CORRECCION 3		Q 3	Hf3	Hf3/Q 3	CORRECCION 4		Q 4
		(l.p.s.)	(m)				(l.p.s.)	(m)				(l.p.s.)
	(-) 2.9323	(+) 16.9280	(+) 0.5201	0.0307		(+) 0.2610	(+) 17.1890	(+) 0.5363	0.0312		(-) 0.3959	(+) 16.7931
	(+) 0.0427	30.8410	0.0293	0.0010		(-) 0.2110	30.6300	0.0289	0.0009		(+) 0.0149	30.6449
	(-) 0.1288	17.0145	0.2755	0.0162		(+) 0.3081	17.3226	0.2855	0.0165		(-) 0.2295	17.0931
	0.1288	13.9045	0.3680	0.0265		0.3081	14.2126	0.3844	0.0270		0.2295	13.9831
	0.1288	11.7545	0.1249	0.0106		0.3081	12.0626	0.1315	0.0109		0.2295	11.8331
	0.1288	9.9045	0.0934	0.0094		0.3081	10.2126	0.0992	0.0097		0.2295	9.9831
	0.1288	6.8945	0.0283	0.0041		0.3081	7.2026	0.0309	0.0043		0.2295	6.9731
	0.1288	3.9945	0.0137	0.0034		0.3081	4.3026	0.0159	0.0037		0.2295	4.0731
	0.1288	2.1645	0.0033	0.0015		0.3081	2.4726	0.0044	0.0018		0.2295	2.2431
	0.1288	0.8245	0.0006	0.0007		0.3081	1.1326	0.0012	0.0011		0.2295	1.0931
			(+) 1.4571	0.1041				(+) 1.5182	0.1071			
	(-) 0.0467	(-) 5.6104	(-) 0.3456	0.0616		(+) 0.2614	(-) 5.3490	(-) 0.3141	0.0587		(-) 0.0023	(-) 5.3513
	0.0467	4.0004	0.8529	0.2132		0.2614	3.7390	0.7451	0.1993		0.0023	3.7413
	0.0467	1.1004	0.0099	0.0090		0.2614	0.8390	0.0058	0.0069		0.0023	0.8413
	0.0467	154.1704	0.4530	0.0029		0.2614	153.9090	0.4515	0.0029		0.0023	153.9113
			(-) 1.6614	0.2867				(-) 1.5165	0.2678			

$$\frac{0.0368}{2 \times 0.3936} = -0.0467$$

$$= -2.9323$$

$$= +0.0427$$

$$= -0.1288$$

$$\Delta X 3 = \frac{-0.2043}{2 \times 0.3908} = +0.2614$$

$$\Delta X 3 - XI 3 = +0.261$$

$$\Delta X 3 - XII 3 = -0.211$$

$$\Delta X 3 - XIII 3 = +0.3081$$

$$\Delta X 4 = \frac{0.0017}{2 \times 0.3749} = -0.0023$$

$$\Delta X 4 - XI 4 = -0.3959$$

$$\Delta X 4 - XII 4 = +0.0149$$

$$\Delta X 4 - XIII 4 = -0.2295$$

Hf4 (m)	Hf4/Q4	CORRECCION 5	Q5 (l.p.s.)	Hf5 (m)	Hf5/Q5	CORRECCION 6	Q6 (l.p.s.)	Hf6 (m)	Hf6/Q6	CORRE
(+) 0.5119	0.0305	(+)0.0825	(+) 16.8756	(+) 0.5169	0.0306	(-) 0.0537	(+) 16.8219	(+) 0.5136	0.0305	
0.0289	0.0009	(-)0.0887	30.5562	0.0288	0.0009	(-) 0.0182	30.5380	0.0287	0.0009	
0.2780	0.0163	(+)0.0022	17.0953	0.2781	0.0163	(+) 0.0833	17.1786	0.2808	0.0163	
0.3721	0.0266	0.0022	13.9853	0.3722	0.0266	0.0833	14.0686	0.3767	0.0268	
0.1266	0.0107	0.0022	11.8353	0.1266	0.0107	0.0833	11.9186	0.1284	0.0108	
0.0948	0.0095	0.0022	9.9853	0.0949	0.0095	0.0833	10.0686	0.0965	0.0096	
0.0289	0.0041	0.0022	6.9753	0.0289	0.0041	0.0833	7.0586	0.0296	0.0042	
0.0142	0.0035	0.0022	4.0753	0.0142	0.0035	0.0833	4.1586	0.0148	0.0036	
0.0036	0.0016	0.0022	2.2453	0.0036	0.0016	0.0833	2.3286	0.0039	0.0017	
0.0011	0.0010	0.0022	1.0953	0.0011	0.0010	0.0833	1.1786	0.0013	0.0011	
(+) 1.4601	0.1047			(+) 1.4653	0.1048			(+) 1.4743	0.1055	
(-) 0.3144	0.0588	(+)0.0773	(-) 5.2740	(-) 0.3054	0.0579	(+) 0.0157	(-) 5.2583	(-) 0.3036	0.0577	
0.7460	0.1994	0.0773	3.6640	0.7155	0.1953	0.0157	3.6483	0.7094	0.1944	
0.0058	0.0069	0.0773	0.7640	0.0048	0.0063	0.0157	0.7483	0.0046	0.0061	
0.4515	0.0029	0.0773	153.8340	0.4511	0.0029	0.0157	153.8183	0.4510	0.0029	
(-) 1.5177	0.2680			(-) 1.4768	0.2624			(-) 1.4686	0.2611	

$$\Delta X 5 = \frac{-0.0576}{2 \times 0.3727} = +0.0773$$

$$\Delta X 6 = \frac{-0.0115}{2 \times 0.3672} = +0.0157$$

$$\Delta X 7 = \frac{-0.0011}{2 \times 0.3672} = +0.0015$$

$$\Delta X 5 - XI 5 = +0.0825$$

$$\Delta X 6 - XI 6 = -0.0537$$

$$\Delta X 7 - XI 7 =$$

$$\Delta X 5 - XII 5 = -0.0887$$

$$\Delta X 6 - XII 6 = -0.0182$$

$$\Delta X 7 - XII 7 =$$

$$\Delta X 5 - XIII 5 = +0.0022$$

$$\Delta X 6 - XIII 6 = +0.0883$$

$$\Delta X 7 - XIII 7 =$$

CCION 7	Q 7 (l.p.s.)	Hf7 (m)	Hf7/Q 7	CORRECCION 8	Q 8 (l.p.s.)	Hf8 (m)	Hf COMP.	COTAS		CARGA DISPON.	
								PIEZOM.	TERRENO		
								2,267.65			
(-) 0.0217	(+) 16.8002	(+) 0.5123	0.0305		(+) 0.0250	(+) 16.8252	(+) 0.5138	0.5134	2,267.14	2,230.32	36.82
(+) 0.0118	30.5498	0.0287	0.0009		(-) 0.0217	30.5281	0.0287	0.0283	2,267.11	2,230.67	36.44
(-) 0.0881	17.0905	0.2779	0.0163		(+) 0.0584	17.1489	0.2799	0.2795	2,266.83	2,230.29	36.54
0.0881	13.9805	0.3720	0.0266		0.0584	14.0389	0.3751	0.3748	2,266.46	2,230.25	36.21
0.0881	11.8305	0.1265	0.0107		0.0584	11.8889	0.1278	0.1275	2,266.33	2,230.20	36.13
0.0881	9.9805	0.0948	0.0095		0.0584	10.0389	0.0959	0.0956	2,266.23	2,230.27	35.96
0.0881	6.9705	0.0289	0.0041		0.0584	7.0289	0.0294	0.0291	2,266.20	2,230.22	35.98
0.0881	4.0705	0.0142	0.0035		0.0584	4.1289	0.0146	0.0143	2,266.19	2,230.40	35.79
0.0881	2.2405	0.0036	0.0016		0.0584	2.2989	0.0038	0.0035	2,266.19	2,230.38	35.81
0.0881	1.0905	0.0011	0.0010		0.0584	1.1489	0.0012	0.0009	2,266.19	2,230.26	35.93
		(+) 1.4600	0.1047				(+) 1.4702	1.4669			
									2,267.65		
(-) 0.0078	(-) 5.2661	(-) 0.3045	0.0578		(+) 0.0172	(-) 5.2489	(-) 0.3025	0.3035	2,267.35	2,232.80	34.55
0.0078	3.6561	0.7124	0.1949		0.0172	3.6389	0.7057	0.7067	2,266.64	2,231.72	34.92
0.0078	0.7561	0.0047	0.0062		0.0172	0.7389	0.0045	0.0048	2,266.64	2,231.64	35.00
0.0078	153.8261	0.4510	0.0029		0.0172	153.8089	0.4509	0.4519	2,266.19	2,230.26	35.93
		(-) 1.4726	0.2618				(-) 1.4636	1.4669			

$$\frac{0.0057}{2 \times 0.3666} = -0.0078$$

$$= -0.0217$$

$$= +0.0118$$

$$= -0.0881$$

$$\Delta X 8 = \frac{-0.0126}{2 \times 0.3665} = +0.0172$$

$$\Delta X 8 - XI 8 = +0.025$$

$$\Delta X 8 - XII 8 = -0.0217$$

$$\Delta X 8 - XIII 8 = +0.0584$$



CORRECCION 2	Q 2 (l.p.s.)	Hf 2 (m)	Hf 2 / Q 2	CORRECCION 3	Q 3 (l.p.s.)	Hf 3 (m)	Hf 3 / Q 3	CORRECCION 4	Q 4 (l.p.s.)
(+) 2.8856	(+) 58.1516	(+) 0.8090	0.0139	(+) 0.0004	(+) 58.1520	(+) 0.8090	0.0139	(+) 0.3936	(+) 58.5456
(+) 2.9750	27.3330	0.3371	0.0123	(-) 0.4720	26.8610	0.3256	0.0121	(+) 0.4108	27.2718
2.9750	25.3030	0.4739	0.0187	0.4720	24.8310	0.4564	0.0184	0.4108	25.2418
2.9750	22.6530	0.0963	0.0043	0.4720	22.1810	0.0923	0.0042	0.4108	22.5918
2.9750	20.7630	0.2448	0.0118	0.4720	20.2910	0.2338	0.0115	0.4108	20.7018
2.9750	18.3630	0.0444	0.0024	0.4720	17.8910	0.0422	0.0024	0.4108	18.3018
2.9750	16.5630	0.0264	0.0016	0.4720	16.0910	0.0249	0.0015	0.4108	16.5018
		(+) 2.0319	0.0650			(+) 1.9842	0.0640		
(+) 2.8856	(-) 27.1584	(-) 0.3478	0.0128	(-) 0.4720	(-) 27.6304	(-) 0.3600	0.0130	(+) 0.3936	(-) 27.2368
2.8856	25.0684	1.1661	0.0465	0.4720	25.5404	1.2104	0.0474	0.3936	25.1468
(+) 2.9323	16.9280	0.5201	0.0307	(-) 0.2610	17.1890	0.5363	0.0312	(+) 0.3959	16.7931
		(-) 2.0340	0.0900			(-) 2.1067	0.0916		

$$- 0.9228 = + 2.8856$$

$$2 \times 0.1599$$

$$= + 2.975$$

$$= + 2.9323$$

$$\Delta XI 3 = -0.0002 = + 0.0004$$

$$2 \times 0.155$$

$$\Delta XI 3 - XII 3 = - 0.472$$

$$\Delta XI 3 - X 3 = - 0.261$$

$$\Delta XI 4 = - 0.1225 = + 0.3936$$

$$2 \times 0.1556$$

$$\Delta XI 4 - XII 4 = + 0.4108$$

$$\Delta XI 4 - X 4 = + 0.3959$$

Hf 4	Hf 4/Q 4	CORRECCION 5	Q 5	Hf 5	Hf 5/Q 5	CORRECCION 6	Q 6	Hf 6	Hf 6/Q 6	CORRE
(m)			(l.p.s.)	(m)			(l.p.s.)	(m)		
(+) 0.8200	0.0140	(-) 0.0052	(+) 58.5404	(+) 0.8199	0.0140	(+) 0.0694	(+) 58.6098	(+) 0.8218	0.0140	
0.3356	0.0123	(-) 0.1712	27.1006	0.3314	0.0122	(+) 0.0355	27.1361	0.3323	0.0122	
0.4716	0.0187	0.1712	25.0706	0.4653	0.0186	0.0355	25.1061	0.4666	0.0186	
0.0957	0.0042	0.1712	22.4206	0.0943	0.0042	0.0355	22.4561	0.0946	0.0042	
0.2434	0.0118	0.1712	20.5306	0.2393	0.0117	0.0355	20.5661	0.2402	0.0117	
0.0442	0.0024	0.1712	18.1306	0.0433	0.0024	0.0355	18.1661	0.0435	0.0024	
0.0262	0.0016	0.1712	16.3306	0.0257	0.0016	0.0355	16.3661	0.0258	0.0016	
(+) 2.0367	0.0650			(+) 2.0192	0.0647			(+) 2.0248	0.0647	
(-) 0.3498	0.0128	(-) 0.0052	(-) 27.2420	(-) 0.3499	0.0128	(+) 0.0694	(-) 27.1726	(-) 0.3481	0.0128	
1.1734	0.0467	0.0052	25.1520	1.1739	0.0467	0.0694	25.0826	1.1674	0.0465	
0.5119	0.0305	(-) 0.0825	16.8756	0.5169	0.0306	(+) 0.0537	16.8219	0.5136	0.0305	
(-) 2.0351	0.0900			(-) 2.0407	0.0901			(-) 2.0291	0.0898	

$$\Delta X_{15} = \frac{0.0016}{2 \times 0.155} = -0.0052$$

$$\Delta X_{15} - X_{115} = -0.1712$$

$$\Delta X_{15} - X_5 = -0.0825$$

$$\Delta X_{16} = \frac{-0.0215}{2 \times 0.1548} = +0.0694$$

$$\Delta X_{16} - X_{116} = +0.0355$$

$$\Delta X_{16} - X_6 = +0.0537$$

$$\Delta X_{17} = -$$

$$\Delta X_{17} - X_{117} =$$

$$\Delta X_{17} - X_7 =$$

CCION 7	Q 7 (l.p.s.)	Hf 7 (m)	Hf7/Q 7	CORRECCION 8		Q 8 (l.p.s.)	Hf 8 (m)	Hf COMP.	COTAS		CARGA DISPON.
									PIEZOM.	TERRENO	
									2,269.17		
(+) 0.0139	(+) 58.6237	(+) 0.8222	0.0140	(-) 0.0078	(+) 58.6159	(+) 0.8220	0.8224	0.8224	2,268.35	2,231.54	36.81
(+) 0.0335	27.1696	0.3331	0.0123	(-) 0.0467	27.1229	0.3319	0.3323	0.3323	2,268.02	2,230.42	37.60
0.0335	25.1396	0.4678	0.0186	0.0467	25.0929	0.4661	0.4665	0.4665	2,267.55	2,229.71	37.84
0.0335	22.4896	0.0949	0.0042	0.0467	22.4429	0.0945	0.0949	0.0949	2,267.46	2,229.61	37.85
0.0335	20.5996	0.2410	0.0117	0.0467	20.5529	0.2399	0.2403	0.2403	2,267.22	2,230.20	37.02
0.0335	18.1996	0.0437	0.0024	0.0467	18.1529	0.0434	0.0437	0.0437	2,267.17	2,230.37	36.80
0.0335	16.3996	0.0259	0.0016	0.0467	16.3529	0.0257	0.0260	0.0260	2,267.14	2,230.80	36.34
		(+) 2.0286	0.0648			(+) 2.0235	2.0261				
									2,269.17		
(+) 0.0139	(-) 27.1587	(-) 0.3478	0.0128	(-) 0.0078	(-) 27.1665	(-) 0.3480	0.3474	0.3474	2,268.82	2,232.70	36.12
0.0139	25.0687	1.1661	0.0465	0.0078	25.0765	1.1659	1.1659	1.1659	2,267.65	2,232.92	34.73
(+) 0.0217	16.8002	0.5123	0.0305	(-) 0.025	16.8252	0.5138	0.5128	0.5128	2,267.14	2,230.80	36.34
		(-) 2.0262	0.0898			(-) 2.0287	2.0261				

$$\frac{-0.0043}{2 \times 0.1545} = +0.0139$$

$$= +0.0335$$

$$= +0.0217$$

$$\Delta X_{18} = \frac{-0.0024}{2 \times 0.1546} = -0.0078$$

$$\Delta X_{18} - X_{118} = -0.0467$$

$$\Delta X_{18} - X_8 = -0.025$$

**ZONA BAJA CAJA**

CIRCUITO		TRAMO	LONG.	GASTO	DIAM.	Hf	Hf/Q	CORRECCION 1	Q 1	Hf1	Hf1/Q 1
PROPIO	COMUN		(m)	(l.p.s.)	(pulg.)	(m)			(l.p.s.)	(m)	
X	VIII	376-377	510	(+) 93.58	14	(+) 1.1358	0.0121	(+) 2.6587	(+) 96.2387	(+) 1.2013	0.0125
		377-378	89	88.63	14	0.1778	0.0020	2.6587	91.2887	0.1886	0.0021
		378-423	385	88.01	14	0.7584	0.0086	2.6584	90.6684	0.8049	0.0089
		423				(+) 2.0720	0.0227			(+) 2.1948	0.0235
	376-424	546	(-) 16.50	6	(-) 3.5363	0.2143	(+) 4.2553	(-) 12.2447	(-) 1.9475	0.1590	
	424-426	419	4.96	4	2.0576	0.4148	(+) 2.6587	2.3013	0.4429	0.1925	
	426-423	93	0.65	4	0.0078	0.0120	2.6587	2.0387	0.0772	0.0379	
	423				(-) 5.6017	0.6411			(-) 2.4676	0.3894	
	W	IX	369-374	237	280.96	24	0.2692				
374-376			132	(+) 111.01	16	(+) 0.2051	0.0018	(-) 1.5966	(+) 109.4134	(+) 0.1993	0.0018
376-424		546	16.50	6	3.5363	0.2143	(-) 4.2553	12.2447	1.9475	0.1590	
424					(+) 3.7414	0.2161			(+) 2.1468	0.1608	
374-381		45	(-) 168.30	20	(-) 0.0486	0.0003	(-) 1.5966	(-) 169.8966	(-) 0.0496	0.0003	
381-417		169	165.97	20	0.1776	0.0011	1.5966	167.5666	0.1810	0.0011	
417-419		494	163.14	20	0.5016	0.0031	1.5966	164.7366	0.5114	0.0031	
419-418		44	6.32	4	0.3508	0.0555	1.5966	7.9166	0.5504	0.0695	
418-424		270	4.37	4	1.0292	0.2355	1.5966	5.9666	1.9187	0.3216	
424					(-) 2.1078	0.2955			(-) 3.2111	0.3956	

$$\Delta IX1 = \frac{3.5297}{2 \times 0.6638} = + 2.6587$$

$$\Delta IX2 = \underline{\hspace{1cm}}$$

$$\Delta VIII 1 = \frac{1.6336}{2 \times 0.5116} = - 1.5966$$

$$\Delta VIII 2 = \underline{\hspace{1cm}}$$

$$\Delta IX1 - VIII1 = + 4.2553$$

$$\Delta IX2 - VIII2 = \underline{\hspace{1cm}}$$

$$\Delta VIII1 - IX1 = - 4.2553$$

$$\Delta VIII2 - IX2 = \underline{\hspace{1cm}}$$

CORRECCION 2	Q 2 (l.p.s.)	Hf2 (m)	Hf2/Q 2	CORRECCION 3	Q 3 (l.p.s.)	Hf3 (m)	Hf3/Q 3	CORRECCION 4
(+)0.3303	(+)96.5690	(+) 1.2096	0.0125	(+)0.4139	(+)96.9829	(+)1.2199	0.0126	(+)0.1032
0.3303	91.6190	0.1900	0.0021	0.4139	92.0329	0.1917	0.0021	0.1032
0.3303	90.9990	0.8108	0.0089	0.4139	91.4132	0.8182	0.0090	0.1032
		(+) 2.2104	0.0235			(+)2.2298	0.0237	
(-)0.6261	(-)12.8708	(-) 2.1518	0.1672	(+) 0.2580	(-)12.6128	(-)2.0664	0.1638	(-)0.0382
(+)0.3303	1.9710	0.3249	0.1648	(+)0.4139	1.5571	0.2028	0.1302	(+)0.1032
0.3303	1.7084	0.0542	0.0317	0.4139	1.2945	0.0311	0.0240	0.1032
		(-) 2.5309	0.3637			(-)2.3003	0.3180	
(+)0.9564	(+)110.3698	(+) 0.2028	0.0018	(+)0.1559	(+)110.5257	(+)0.2033	0.0018	(+)0.1414
(+)0.6261	12.8708	2.1518	0.1672	(-)0.2580	12.6128	2.0664	0.1638	(+)0.0382
		(-) 2.3546	0.1690			(+)2.2697	0.1656	
(+)0.9564	(-)168.9402	(-) 0.0490	0.0003	(+)0.1559	(-)168.7843	(-)0.0489	0.0003	(+)0.1414
0.9564	166.6102	0.1790	0.0011	0.1559	166.4543	0.1786	0.0011	0.1414
0.9564	163.7802	0.5055	0.0031	0.1559	163.6243	0.5046	0.0031	0.1414
0.9564	6.9602	0.4255	0.0611	0.1559	6.8043	0.4066	0.0598	0.1414
0.9564	5.0102	1.3529	0.2700	0.1559	4.8543	1.2700	0.2616	0.1414
		(-) 2.5119	0.3356			(-)2.4087	0.3259	

$$\frac{-0.2728}{2 \times 0.4129} = +0.3303$$

$$\frac{-1.0643}{2 \times 0.5564} = +0.9564$$

$$= -0.6261$$

$$= +0.6261$$

$$\Delta IX3 = \frac{-0.3205}{2 \times 0.3872} = +0.4139$$

$$\Delta VIII3 = \frac{-0.1573}{2 \times 0.5046} = +0.1559$$

$$\Delta IX3 - VIII3 = +0.258$$

$$\Delta VIII3 - IX3 = -0.258$$



**ZONA BAJA CAJA**

CIRCUITO		TRAMO	LONG.	GASTO	DIAM.	Hf	Hf/Q	CORRECCION 1		Q 1	Hf1	Hf1/Q 1
PROPIO	COMUN		(m)	(l.p.s.)	(pulg.)	(m)				(l.p.s.)	(m)	
		255 - CAJA CAJA	58	304.37	24	0.0773						
		CAJA - 321	247	303.96	24	0.3284						
		321-321"	136	(+)289.25	24	(+)0.1637	0.0006	(+) 3.2140	(+)292.4640	(+) 0.1674	0.0006	
		321"-356	340	288.27	24	0.4066	0.0014	3.2140	291.4840	0.4157	0.0014	
		356-369	286	282.97	24	0.3295	0.0012	3.2140	286.1840	0.3371	0.0012	
		369				(+)0.8998	0.0032			(+) 0.9202	0.0032	
		321-311	611	(-) 12.98	6	(-)2.4490	0.1887	(+) 3.2140	(-) 9.7660	(-) 1.3863	0.1420	
		311-361	79	8.02	4	1.0143	0.1265	3.2140	4.8060	0.3642	0.0758	
		361-360	58	6.92	4	0.5544	0.0801	3.2140	3.7060	0.1590	0.0429	
		360-359	98	5.21	4	0.5310	0.1019	3.2140	1.9960	0.0779	0.0390	
		359-358	51	3.72	4	0.1409	0.0379	3.2140	0.5060	0.0026	0.0051	
		358-357	74	2.55	4	0.0960	0.0376	3.2140	0.6640	0.0065	0.0098	
		357-369	157	1.10	4	0.0379	0.0345	3.2140	2.1140	0.1401	0.0663	
		369				(-)4.8235	0.6072			(-) 2.1366	0.3809	

$$\Delta VII1 = \frac{-3.9237}{2 \times 0.6104} = +3.2140$$

$$\Delta VII2 = \frac{-1.2164}{2 \times 0.3841} =$$

CORRECCION 2	Q 2 (l.p.s.)	Hf2 (m)	Hf2/Q 2	CORRECCION 3	Q 3 (l.p.s.)	Hf3 (m)	Hf3/Q 3	CORRECCION 4
(+) 1.5834	(+) 294.0474	(+) 0.1692	0.0006	(+) 0.5987	(+) 294.6461	(+) 0.1699	0.0006	(+) 0.1124
1.5834	293.0674	0.4202	0.0014	0.5987	293.6661	0.4219	0.0014	0.1124
1.5834	287.7674	0.3408	0.0012	0.5987	288.3661	0.3422	0.0012	0.1124
		(+) 0.9302	0.0032			(+) 0.9340	0.0032	
(+) 1.5834	(-) 8.1826	(-) 0.9732	0.1189	(+) 0.5987	(-) 7.5839	(-) 0.8360	0.1102	(+) 0.1124
1.5834	3.2226	0.1638	0.0508	0.5987	2.6239	0.1086	0.0414	0.1124
1.5834	2.1226	0.0522	0.0246	0.5987	1.5239	0.0269	0.0177	0.1124
1.5834	0.4126	0.0033	0.0080	0.5987	0.1861	0.0007	0.0038	0.1124
1.5834	1.0774	0.0118	0.0110	0.5987	0.4787	0.0023	0.0048	0.1124
1.5834	0.9194	0.0125	0.0136	0.5987	0.3207	0.0015	0.0047	0.1124
1.5834	0.5306	0.0088	0.0166	0.5987	0.0681	0.0001	0.0015	0.1124
		(-) 1.2256	0.2435			(-) 0.9761	0.1841	

= + 1.5834

$$\Delta \text{VII3} = - \frac{-0.2954}{2 \times 0.2467} = + 0.5987$$

$$\Delta \text{VII4} = - \frac{-0.0421}{2 \times 0.1873} =$$



**ZONA BAJA TANQUE**

CIRCUITO		TRAMO	LONG.	GASTO	DIAM.	Hf	Hf/Q	CORRECCION 1		Q 1	Hf1	Hf1/Q 1	
PROPIO	COMUN		(m)	(l.p.s.)	(pulg.)	(m)				(l.p.s.)	(m)		
	V	283-284	75	(+)7.83	4	(+)0.9178	0.1172	(-)0.5121	(+)7.3179	(+)0.8017	0.1096		
	V	284-286	112	6.47	4	0.9359	0.1447	0.5121	5.9579	0.7936	0.1332		
	V	286-287	68	2.88	4	0.1126	0.0391	0.5121	2.3679	0.0761	0.0321		
		287-309	121	4.81	4	0.5588	0.1162	(-)0.7355	4.0745	0.4010	0.0984		
		309-308	39	3.96	3	0.4767	0.1204	0.7355	3.2245	0.3161	0.0980		
		308-304	87	2.35	3	0.3745	0.1594	0.7355	1.6145	0.1768	0.1095		
		304-303	125	0.88	3	0.0754	0.0857	0.7355	0.1445	0.0020	0.0138		
		303					(+)3.4517	0.7827		(+)2.5673	0.5946		
		283-300	316	(-)9.35	6	(-)10.6572	0.0703	(-)0.7355	(-)10.0855	(-)0.7647	0.0758		
		300-302	106	3.16	3	0.8250	0.2611	0.7355	3.8955	1.2538	0.3219		
		302-303	154	1.08	3	0.1400	0.1296	0.7355	1.8155	0.3956	0.2179		
		303					(-)1.6222	0.4610		(-)2.4141	0.6156		
		IV	262-263	73	(+)5.86	4	(+)0.5004	0.0854	(+)0.2855	(+)6.1455	(+)0.5503	0.0895	
		IV	263-265	36	4.99	4	0.1789	0.0359	0.2855	5.2755	0.2000	0.0379	
IV		265-280	161	3.39	3	1.4421	0.4254	0.2855	3.6755	1.6953	0.4612		
		280-279	133	4.53	3	2.1273	0.4696	(-)0.2234	4.3066	1.9227	0.4465		
		279-287	114	3.20	3	0.9099	0.2843	0.2234	2.9766	0.7873	0.2645		
		287					(+)5.1586	1.3006		(+)5.1556	1.2996		
		262-281	163	(-)19.21	6	(-)1.4310	0.0745	(-)0.2234	(-)19.4334	(-)1.4645	0.0754		
		281-283	127	18.07	6	0.9865	0.0578	0.2234	18.2934	1.0111	0.0553		
VI		283-284	75	7.83	4	0.9178	0.1172	(+)0.5121	7.3179	0.8017	0.1096		
VI		284-286	112	6.47	4	0.9359	0.1447	0.5121	5.9579	0.7936	0.1332		
VI		286-287	68	2.88	4	0.1126	0.0391	0.5121	2.3679	0.0761	0.0321		
		287					(-)4.3838	0.4333		(-)4.1470	0.4056		

$$\Delta VI1 = \frac{1.8295}{2 \times 1.2437} = -0.7355$$

$$\Delta VI1-V1 = -0.5121$$

$$\Delta V1 = \frac{0.7748}{2 \times 1.7339} = -0.2234$$

$$\Delta V1 - IV1 = +0.2855$$

$$\Delta V1 - VI1 = +0.5121$$

$$\Delta VI2 = \frac{0.1532}{2 \times 1.2102} =$$

$$\Delta VI2-V2 = +0.2324$$

$$\Delta V2 = \frac{1.0086}{2 \times 1.7052} =$$

$$\Delta V2 - IV2 = +0.1958$$

$$\Delta V2 - VI2 = -0.2324$$

CORRECCION 2	Q 2 (l.p.s.)	Hf 2 (m)	Hf2/Q 2	CORRECCION 3	Q 3 (l.p.s.)	Hf 3 (m)	Hf3/Q 3	CORRECCION 4
(+)0.2324	(+)7.5503	(+)0.8534	0.1130	(-)0.0154	(+)7.5349	(+)0.8500	0.1128	(-)0.0120
0.2324	6.1903	0.8567	0.1384	0.0154	6.1749	0.8524	0.1380	0.0120
0.2324	2.6003	0.0918	0.0353	0.0154	2.5849	0.0907	0.0351	0.0120
(-)0.0633	4.0112	0.3886	0.0969	(-)0.0677	3.9435	0.3756	0.0952	(-)0.0122
0.0633	3.1612	0.3038	0.0961	0.0677	3.0935	0.2909	0.0940	0.0122
0.0633	1.5512	0.1632	0.1052	0.0677	1.4835	0.1492	0.1006	0.0122
0.0633	0.0812	0.0006	0.0074	0.0677	0.0135	0.0000	0.0015	0.0122
		(+)2.6581	0.5923			(+)2.6088	0.5772	
(-)0.0633	(-)10.1488	(-)0.7743	0.0763	(-)0.0677	(-)10.2165	(-)0.7847	0.0768	(-)0.0122
0.0633	3.9588	1.2948	0.3271	0.0677	4.0265	1.3395	0.3327	0.0122
0.0633	1.8788	0.4237	0.2255	0.0677	1.9465	0.4548	0.2337	0.0122
		(-)2.4928	0.6289			(-)2.5790	0.6432	
(-)0.1958	(+)5.9497	(+)0.5158	0.0938	(-)0.0919	(+)5.8578	(+)0.5034	0.0859	(+)0.0216
0.1958	5.0797	0.1854	0.0365	0.0919	4.9878	0.1788	0.0358	0.0216
0.1958	3.4797	1.5195	0.4367	0.0919	3.3878	1.4403	0.4251	0.0216
(-)0.2957	4.0109	1.6677	0.4158	(-)0.0523	3.9586	1.6245	0.4104	(-)0.0002
0.2957	2.6809	0.6386	0.2382	0.0523	2.6286	0.6140	0.2336	0.0002
		(+)4.5270	1.2210			(+)4.3610	1.1908	
(-)0.2957	(-)19.7291	(-)1.5094	0.0765	(-)0.0523	(-)19.7814	(-)1.5174	0.0767	(-)0.0002
0.2957	18.5891	1.0440	0.0562	0.0523	18.6414	1.0499	0.0563	0.0002
(-)0.2324	7.5503	0.8534	0.1130	(+)0.0154	7.5657	0.8500	0.1128	(+)0.0120
0.2324	6.1903	0.8567	0.1384	0.0154	6.1749	0.8524	0.1380	0.0120
0.2324	2.6003	0.0918	0.0353	0.0154	2.5849	0.0907	0.0351	0.0120
		(-)4.3553	0.4194			(-)4.3604	0.4189	

= - 0.0633

$$\Delta V_{I3} = \frac{0.1653}{2 \times 1.2212} = - 0.0677$$

$$\Delta V_{I3-V3} = - 0.0154$$

$$\Delta V_{I4} = \frac{0.0298}{2 \times 1.2204} =$$

$$\Delta V_{I4-V4} = - 0.012$$

= - 0.2957

$$\Delta V_3 = \frac{0.1717}{2 \times 1.6404} = - 0.0523$$

$$\Delta V_3 - IV_3 = - 0.0919$$

$$\Delta V_3 - VI_3 = + 0.0154$$

$$\Delta V_4 = \frac{0.0006}{2 \times 1.6097} =$$

$$\Delta V_4 - IV_4 = + 0.0216$$

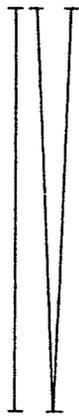
$$\Delta V_4 - VI_4 = + 0.012$$

Q 4 (l.p.s.)	Hf4 (m)	Hf COMP.	COTAS		CARGA DISPON.
			PIEZOM.	TERRENO	
			2,296.50		
(+)7.5229	(+)0.8472	0.8472	2,295.65	2,260.06	35.59
6.1629	0.8491	0.8491	2,294.80	2,257.09	37.71
2.5729	0.0898	0.0898	2,294.71	2,256.17	38.54
3.9313	0.3732	0.3732	2,294.34	2,254.76	39.58
3.0813	0.2886	0.2886	2,294.05	2,254.00	40.05
1.4713	0.1467	0.1467	2,293.90	2,252.28	41.62
0.0013	0.0000	0.0000	2,293.90	2,251.07	42.83
	(+)2.5946	2.5946			
			2,296.50		
(-)10.2287	(-)0.7865	0.7865	2,295.71	2,259.35	36.36
4.0387	1.3476	1.3476	2,294.36	2,253.60	40.76
1.9587	0.4605	0.4605	2,293.90	2,251.07	42.83
	(-)2.5946	2.5946			
			2,299.07		
(+)5.8994	(+)0.5071	0.5041	2,298.57	2,265.85	32.72
5.0094	0.1803	0.1773	2,298.39	2,264.62	33.77
3.4094	1.4587	1.4556	2,296.93	2,259.12	37.81
3.9584	1.6243	1.6212	2,295.30	2,251.80	43.50
2.6284	0.6139	0.6108	2,294.69	2,256.17	38.52
	(+)4.3843	4.3690			
			2,299.07		
(-)19.7816	(-)1.5174	1.5205	2,297.55	2,267.87	29.68
18.6416	1.0499	1.0530	2,296.50	2,262.74	33.76
7.5229	0.8473	0.8504	2,295.65	2,260.06	35.59
6.1629	0.8491	0.8522	2,294.79	2,257.09	37.70
2.5729	0.0899	0.0929	2,294.69	2,256.17	38.52
	(-)4.3536	4.3690			

= - 0.0122

= - 0.0002

**ZONA BAJA TANQUE**

CIRCUITO		TRAMO	LONG. (m)	GASTO (l.p.s.)	DIAM. (pulg.)	Hf (m)	Hf/Q	CORRECCION 1	Q 1 (l.p.s.)	Hf1 (m)	Hf1/Q 1	
PROPIO	COMUN											
		254-255	57	342.77	30	0.0294						
		255-258	467	38.00	10	1.0385						
		258-269	102	(+) 6.53	4	(+)0.8682	0.1330	(-) 0.5089	(+) 6.0211	(+) 0.7381	0.1226	
		269-270	45	5.83	4	0.3053	0.0524	0.5089	5.3211	0.2543	0.0478	
		270-268	53	5.00	4	0.2645	0.0529	0.5089	4.4911	0.2134	0.0475	
		268-272	104	4.47	3	1.6197	0.3623	0.5089	3.9611	1.2719	0.3211	
		272-274	83	3.74	3	0.9049	0.2420	0.5089	3.2311	0.6754	0.2090	
		274-280	61	2.69	3	0.3440	0.1279	0.5089	2.1811	0.2262	0.1037	
		280				(+)4.3066	0.9705			(+) 3.3793	0.8517	
		258-259	51	(-)28.12	8	(-)0.2045	0.0073	(-) 0.5089	(-)28.6289	(-) 0.2119	0.0074	
		259-260	36	26.96	8	0.1327	0.0049	0.5089	27.4689	0.1377	0.0050	
		260-262	84	25.66	8	0.2804	0.0109	0.5089	26.1689	0.2916	0.0111	
	V		262-263	73	5.86	4	0.5004	0.0854	(-) 0.2855	6.1455	0.5503	0.0895
	V		263-265	36	4.99	4	0.1789	0.0359	0.2855	5.2755	0.2000	0.0379
	V		265-280	161	3.39	3	1.4421	0.4254	0.2855	3.6755	1.6953	0.4612
			280				(-) 2.7390	0.5698		(-) 3.0868	0.6121	

$$\Delta IV1 = - \frac{1.5676}{2 \times 1.5403} = - 0.5089$$

$$\Delta IV2 = - \frac{0.2925}{2 \times 1.4638} =$$

$$\Delta IV1 - V1 = - 0.2855$$

$$\Delta IV2 - V2 = + 0.1958$$





**ZONA BAJA TANQUE**

CIRCUITO		TRAMO	LONG.	GASTO	DIAM.	Hf	Hf/Q	CORRECCION 1	Q 1	Hf1	Hf1/Q 1	
PROPIO	COMUN		(m)	(l.p.s.)	(pulg.)	(m)			(l.p.s.)	(m)		
III	II	349-348	293	(+) 3.83	3	(+)3.3500	0.8747	(+)0.2377	(+)4.0677	(+)3.7787	0.9290	
		348-373	506	3.55	3	4.9704	1.4001	(-)0.4629	3.0871	3.7587	1.2176	
		373					(+)8.3204	2.2748			(+)7.5374	2.1466
		349-372	508	(-) 5.94	4	(-)3.5778	0.6023	(-)0.4629	(-)6.4029	(-)4.1572	0.6493	
		372-373	339	2.38	3	1.4967	0.6289	0.4629	2.8429	2.1355	0.7512	
		373					(-)5.0745	1.2312			(-)6.2927	1.4005
			252-338	625	35.33	10	1.2014					
		II	338-339	31	(+) 17.90	6	(+)0.2363	0.0132	(-)0.7006	(+)17.1994	(+)0.2182	0.0127
			339-340	88	15.68	6	0.5147	0.0328	0.7006	14.9794	0.4697	0.0314
			340-342	49	10.16	6	0.1203	0.0118	0.7006	9.4594	0.1043	0.0110
			342-343	89	9.41	6	0.1875	0.0199	0.7006	8.7094	0.1606	0.0184
			343-346	330	8.01	6	0.5037	0.0629	0.7006	7.3094	0.4194	0.0574
	346-347		229	5.70	4	1.4851	0.2605	0.7006	4.9994	1.1425	0.2285	
	347-348		330	4.09	3	4.3027	1.0520	0.7006	3.3894	2.9549	0.8718	
	348						(+)7.3503	1.4531		(+)5.4696	1.2312	
	338-350		190	(+) 11.33	6	(-)0.5802	0.0512	(-)0.7006	(-)12.0306	(-)0.6542	0.0544	
	350-349		32	10.00	6	0.0761	0.0076	0.7006	10.7006	0.0872	0.0081	
	III	349-348	293	3.83	3	3.3500	0.8747	(-)0.2377	4.0677	3.7787	0.9290	
		348					(-)4.0063	0.9335		(-)4.5201	0.9915	

$$\Delta \text{ III1} = \frac{3.2459}{2 \times 3.506} = - 0.4629$$

$$\Delta \text{ III1} - \text{III1} = + 0.2377$$

$$\Delta \text{ II1} = \frac{3.344}{2 \times 2.3866} = - 0.7006$$

$$\Delta \text{ II1} - \text{III1} = - 0.2377$$

CORRECCION 2	Q 2 (l.p.s.)	Hf2 (m)	Hf2/Q 2	CORRECCION 3	Q 3 (l.p.s.)	Hf3 (m)	Hf3/Q 3	CORRECCION 4
(+)0.0381	(+)4.1058	(+)3.8499	0.9377	(+)0.0225	(+)4.1283	(+)3.8922	0.9428	(+)0.0032
(-)0.1755	2.9116	3.3435	1.1483	(-)0.0560	2.8556	3.2228	1.1286	(-)0.0217
		(+)7.1934	2.0860			(+)7.1150	2.0714	
(-)0.1755	(-)6.5784	(-)4.3882	0.6671	(-)0.0560	(-)6.6344	(-)4.4632	0.6727	(-)0.0217
0.1755	3.0184	2.4073	0.7975	0.0560	3.0744	2.4975	0.8124	0.0217
		(-)6.7955	1.4646			(-)6.9607	1.4851	
(-)0.2136	(+)16.9858	(+)0.2128	0.0125	(-)0.0785	(+)16.9073	(+)0.2108	0.0125	(-)0.0249
0.2136	14.7658	0.4564	0.0309	0.0785	14.6873	0.4516	0.0307	0.0249
0.2136	9.2458	0.0997	0.0108	0.0785	9.1673	0.0980	0.0107	0.0249
0.2136	8.4958	0.1528	0.0180	0.0785	8.4173	0.1500	0.0178	0.0249
0.2136	7.0958	0.3953	0.0557	0.0785	7.0173	0.3866	0.0551	0.0249
0.2136	4.7858	1.0470	0.2188	0.0785	4.7073	1.0129	0.2152	0.0249
0.2136	3.1758	2.5942	0.8169	0.0785	3.0973	2.4675	0.7967	0.0249
		(+)4.9582	1.1636			(+)4.7774	1.1387	
(-)0.2136	(-)12.2442	(-)0.6777	0.0553	(-)0.0785	(-)12.3227	(-)0.6864	0.0557	(-)0.0249
0.2136	10.9142	0.0907	0.0083	0.0785	10.9927	0.0920	0.0084	0.0249
(-)0.0381	4.1058	3.8499	0.9377	(-)0.0225	4.1283	3.8922	0.9428	(-)0.0032
		(-)4.6183	1.0013			(-)4.6706	1.0069	

$$\Delta III2 = \frac{1.2447}{2 \times 3.5471} = -0.1755$$

$$\Delta III2 - II2 = +0.0381$$

$$\Delta II2 = \frac{0.9594}{2 \times 2.2227} = -0.2136$$

$$\Delta II2 - III2 = -0.0381$$

$$\Delta III3 = \frac{0.3979}{2 \times 3.5506} = -0.056$$

$$\Delta III3 - III3 = +0.0225$$

$$\Delta II3 = \frac{0.3399}{2 \times 2.1649} = -0.0785$$

$$\Delta III3 - III3 = -0.0225$$

Q 4 (l.p.s.)	Hf 4 (m)	Hf 4 / Q 4	CORRECCION 5	Q 5 (l.p.s.)	Hf 5 (m)	Hf COMP.	COTAS		CARGA DISPON.
							PIEZOM.	TERRENO	
(+) 4.1315	(+) 3.8982	0.9435	(+) 0.0039	(+) 4.1354	(+) 3.9056	3.9012	2,298.36		
2.8339	3.1674	1.1177	(-) 0.0057	2.8282	3.1547	3.1502	2,294.46	2,257.97	36.49
	(+) 7.0656	2.0612			(+) 7.0603	7.0514	2,291.31	2,241.77	49.54
							2,298.36		
(-) 6.6561	(-) 4.4925	0.6749	(-) 0.0057	(-) 6.6618	(-) 4.5002	4.5052	2,293.86	2,243.89	49.97
3.0961	2.5329	0.8181	0.0057	3.1018	2.5422	2.5462	2,291.31	2,241.77	49.54
	(-) 7.0254	1.4930			(-) 7.0424	7.0514			
						1.2014	2,299.15	2,260.90	38.25
							2,299.15		
(+) 16.8824	(+) 0.2102	0.0125	(-) 0.0096	(+) 16.8728	(+) 0.2100	0.2100	2,298.94	2,261.50	37.44
14.6624	0.4501	0.0307	0.0096	14.6528	0.4495	0.4490	2,298.49	2,261.87	36.62
9.1424	0.0974	0.0107	0.0096	9.1328	0.0972	0.0962	2,298.39	2,263.08	35.31
8.3924	0.1491	0.0178	0.0096	8.3828	0.1488	0.1478	2,298.24	2,266.93	31.31
6.9924	0.3838	0.0549	0.0096	6.9828	0.3828	0.3818	2,297.86	2,284.97	12.89
4.6824	1.0022	0.2140	0.0096	4.6728	0.9981	0.9971	2,296.86	2,269.20	27.66
3.0724	2.4280	0.7903	0.0096	3.0628	2.4129	2.4119	2,294.45	2,257.97	36.48
	(+) 4.7208	1.1309			(+) 4.6993	4.6938			
							2,299.15		
(-) 12.3476	(-) 0.6891	0.0558	(-) 0.0096	(-) 12.3572	(-) 0.6902	0.6922	2,298.46	2,252.95	45.51
11.0176	0.0924	0.0084	0.0096	11.0272	0.0926	0.0940	2,298.36	2,253.44	44.92
4.1315	3.8982	0.9435	(-) 0.0039	4.1354	3.9056	3.9076	2,294.45	2,257.97	36.48
	(-) 4.6797	1.0077			(-) 4.6884	4.6938			

$$\Delta III 4 = \frac{0.1543}{2 \times 3.5565} = -0.0217$$

$$\Delta III 4 - II 4 = +0.0032$$

$$\Delta II 4 = \frac{0.1068}{2 \times 2.1456} = -0.0249$$

$$\Delta II 4 - III 4 = -0.0032$$

$$\Delta III 5 = \frac{0.0402}{2 \times 3.5542} = -0.0057$$

$$\Delta III 5 - II 5 = +0.0039$$

$$\Delta II 5 = \frac{0.0411}{2 \times 2.1386} = -0.0096$$

$$\Delta II 5 - III 5 = -0.0039$$

**ZONA BAJA TANQUE**

CIRCUITO		TRAMO	LONG. (m)	GASTO (l.p.s.)	DIAM. (pulg.)	Hf (m)	Hf/Q	CORRECCION 1		Q 1 (l.p.s.)	Hf1 (m)	Hf1/Q 1
PROPIO	COMUN											
		TANQUE										
		TANQUE-248	15	389.88	30	0.0100						
		248-249	101	(+) 22.86	8	(+) 0.2676	0.0117	(-) 5.0508	(+) 17.8092	(+) 0.1624	0.0091	
		249-252	349	21.95	8	0.8525	0.0388	5.0508	16.8992	0.5053	0.0299	
		252				(+) 1.1201	0.0505			(+) 0.6677	0.0390	
		248-254	353	(-) 366.91	30	(-) 0.2086	0.0006	(-) 5.0508	(-) 371.9608	(-) 0.2144	0.0006	
		254-253	57	21.17	8	0.1295	0.0061	5.0508	26.2208	0.1987	0.0076	
		253-252	67	19.97	8	0.1355	0.0068	5.0508	25.0208	0.2127	0.0085	
		252				(-) 0.4736	0.0135			(-) 0.6258	0.0167	

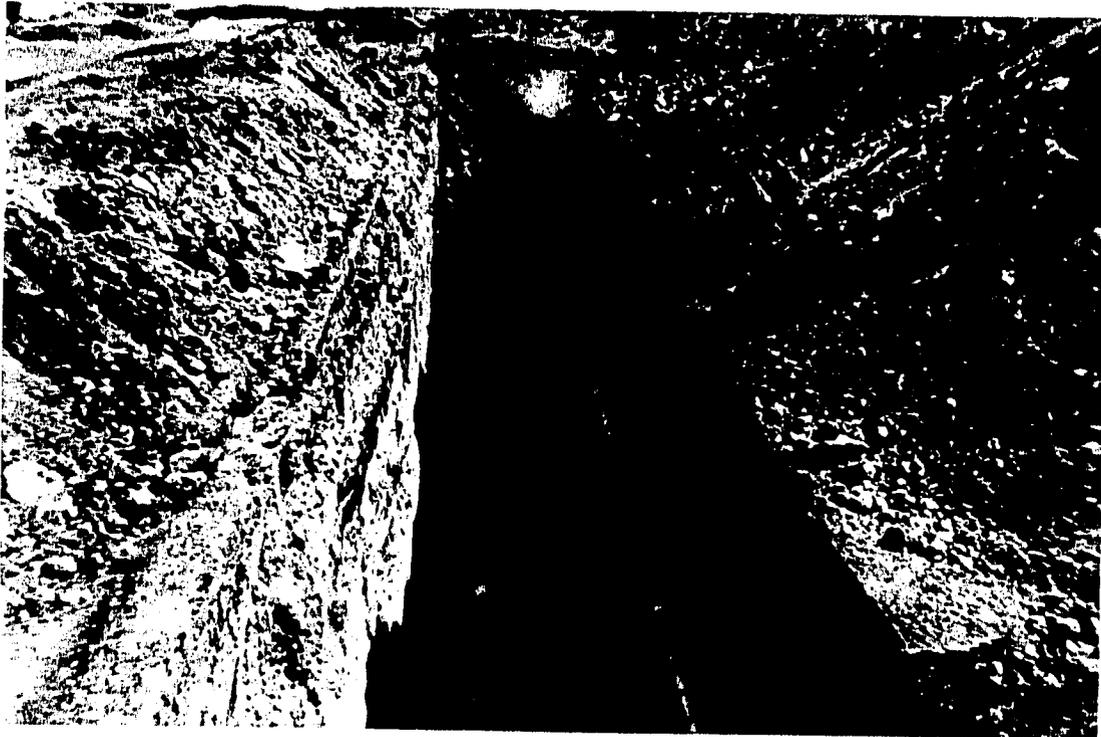
Lt = 55,599 m (ZONA BAJA TANQUE  
Y ZONA BAJA CAJA)

$$\Delta H = \frac{0.6465}{2 \times 0.064} = -5.0508$$

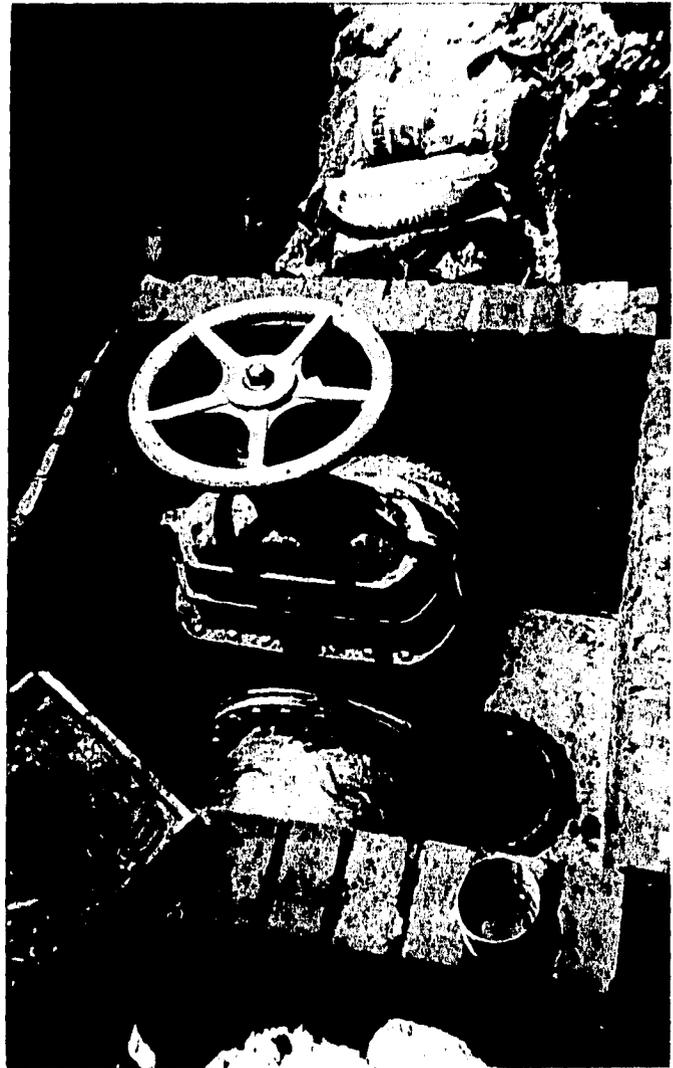
Qmh = 389.88 L.P.S

$$Q_{esp} = \frac{Q_{mh}}{L_t} = \frac{389.88 \text{ L.P.S}}{55,599 \text{ m}} = 7.0123563 \times 10^{-3} \text{ L/M - S}$$





*Colocación de tubería de la red de distribución.*



*Excavación de zanjas e instalación de válvulas de seccionamiento en la red de distribución.*

---



*Prueba de presión hidrostática en tubería de red de distribución.*

V. PRESUPUESTO

## V. PRESUPUESTO

<b>RESUMEN:</b>	
1 - CAPTACION	<b>N\$ 1'519,747.04</b>
2 - LINEA DE CONDUCCION	<b>N\$ 1'881,754.70</b>
3 - POTABILIZACION (CLORACION)	<b>N\$ 93,580.00</b>
4 - REGULARIZACION	<b>N\$ 2'032,979.37</b>
5 - RED DE DISTRIBUCION	<b>N\$ 10'394,200.40</b>
<b>TOTAL:</b>	<b>N\$ 15'922,261.51</b>

EL PRESENTE PRESUPUESTO IMPORTA LA CANTIDAD DE:

**N\$ 15'922,261.51**

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
1.1-1	1.- CAPTACION. 1.1.- Equipamiento electromecánico, Pozo profundo: "G.A.V.M." existente.  Equipo de bombeo para pozo profundo, marca "ocelco", tipo turbina, gasto de 100 l.p.s., C.D.T., de 160.62 m., a 1,800 R.P.M., eficiencia de 81%, cabezal de descarga de 16 1/2" x 10" x 10", 260 pies de columna de 10" lubricada por agua, flecha de 1 11/16", con chumaceras y coples, cuerpo de tazones tipo "12 ES", de 10 pasos, con colador conico galvanizado de 10", flecha superior 1 11/16", impulsores de 7 13/16".	LOTE	1.00	308,207.72	308,207.72
1.1-2	Motor vertical abierto a prueba de goteo marca "IEM", de 300 HP, de 1,800 R.P.M., trifásico de 4 polos, de inducción, jaula de ardilla, 60 Hertz, 220/440 volts, diseño NEMA "B" alto empuje axial, modelo 166-222, flecha hueca, cabezal de descarga de 16 1/2" x 10" x 10" y armazón 449 T.P.	PZA.	1.00	74,856.45	74,856.45
1.1-3	Construcción de una subestación eléctrica de 150 KVA, tipo II, incluye: Poste de concreto C-11-7, poste de concreto C-9-450, crucetas, abrazaderas, arandelas, alfileres 2 A. aisladores 22 A., corta circuitos XS, 23 KV, varilla de tierra 3 ml. con conector, conectores 51 mm., cable de cobre desnudo No. 2, mufa 51 mm., tubo conduit 51 mm., cable THW 4/0, cable THW No. 2, registro B.T., zapatas terminal 4/0, zapatas terminal No.2, tubo flexible 51 mm., codos conduit 51 mm., parrilla H., tubo flexible 51 mm. y todo lo necesario para su instalación.	LOTE	1.00	35,487.00	35,487.00
1.1-4	Transformador de distribución 150 KV. 23 KV. 1,440 V.	PZA.	1.00	32,045.78	32,045.78
1.1-5	Gabinete equipo medición tipo pedestal.	PZA.	1.00	2,567.25	2,567.25
1.1-6	Arrancador a tensión reducida 300 HP. c/int. ter. 3 x 300 A.	PZA.	1.00	36,247.19	36,247.19
1.1-7	Responsiba técnica de la S.E.	LOTE	1.00	8,007.41	8,007.41
					<b>497,418.80</b>

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
1.2-1	1.2.- Tren de piezas especiales Pozo "G.A.V.M.": Instalación, junteo y prueba hidrostática de tubería lisa de acero soldada de 6.00 m. de longitud promedio tipo "API" grado "B" x -42, incluye: Suministro de tubería de acero CED-40, soldable para bayoneta de 350 mm. (14") de diámetro y todo lo necesario para su correcta instalación.	ML.	8.00	428.34	3,426.72
1.2-2	Suministro e instalación de VALVULA DE SECCIONAMIENTO tipo compuerta , incluye: Limpieza de piezas y prueba hidrostática de 350 mm. (14") de diámetro.	PZA.	1.00	12,318.09	12,318.09
1.2-3	Suministro e instalación de VALVULA DE SECCIONAMIENTO tipo compuerta , incluye: Limpieza de piezas y prueba hidrostática de 100 mm. (4") de diámetro.	PZA.	1.00	1,094.19	1,094.19
1.2-4	Suministro e instalación de VALVULA CHECK de no retroceso, incluye: Limpieza y prueba hidrostática de 350 mm. (14") de diámetro.	PZA.	1.00	12,176.10	12,176.10
1.2-5	Suministro de TEE de Fo. Fo. con bridas A-14 de 350 mm. x 100 mm. (14" x 4") de diámetro.	PZA.	1.00	1,450.32	1,450.32
1.2-6	Suministro de CARRETE de Fo.Fo. con bridas A-14 de 350 mm. (14") de diámetro.	PZA.	2.00	1,166.56	2,333.12
1.2-7	Suministro de EXTREMIDAD de Fo. Fo. con bridas A-14 de 350 mm. (14") de diámetro.	PZA.	4.00	868.95	3,475.80
1.2-8	Suministro de junta JIBAULT completa clase A-14 de 350 mm. (14") de diámetro.	PZA.	3.00	302.24	906.72
1.2-9	Suministro de BRIDA soldable A-14 de 350 mm. (14") de diámetro.	PZA.	2.00	772.46	1,544.92

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
1.2-10	Suministro de EMPAQUE de plomo para brida de: 350 mm. (14") de diámetro. 100 mm. ( 4") de diámetro.	PZA. PZA.	9.00 1.00	57.42 9.06	516.78 9.06
1.2-11	Suministro de TORNILLOS de acero con cabeza y tuerca hexagonal de: 25.4 mm. x 114 mm. (1" x 4 1/2"). 15.9 mm. x 76 mm. (5/8" x 3").	PZA. PZA.	108.00 8.00	18.79 4.86	2,029.32 38.88
1.2-12	Instalación de piezas ESPECIALES de Fo. Fo. incluye maniobras locales hasta 350 mm. (14") de diámetro.	KG.	1,605.80	1.01	1,621.86
1.2-13	Fabricación de CONCRETO armado para la elaboración de apoyos y atraques del tren de piezas con un F'c= 250 kg./cm <sup>2</sup> .	M <sup>3</sup> .	1.83	560.33	1,025.40
1.2-14	Suministro e instalación de VALVULA DE ADMISION y expulsión de aire, incluye: Limpieza de piezas y prueba hidrostática de 50.8 mm. (2") de diámetro.	PZA.	1.00	1,182.93	1,182.93
1.2-15	Suministro e instalación de MEDIDOR DE GASTO CON CARATULA TIPO PROPELA, incluye: Limpieza de piezas y prueba hidrostática de 350 mm. (14") de diámetro.	PZA.	1.00	9,623.25	9,623.25
1.2-16	Suministro e instalación de MANOMETRO con caja y bourdon de acero inoxidable, con glicerina y rango de 0 - 21 kg/cm <sup>2</sup> , 2 1/2" de diámetro, carátula x 1/4" diámetro inferior.	PZA.	2.00	420.00	840.00
1.2-17	Suministro e instalación de VALVULA DE ALIVIO CONTRA GOLPE DE ARIETE de 100 mm. (4") de diámetro, bridada clase 125 Marca Ross103-2.	PZA	1.00	9,764.54	9,764.54
1.2-18	Suministro de CODO de Fo.Fo. con bridas de 90° x 100 mm. (90° x 4") de diámetro.	PZA	1.00	329.02	<u>329.02</u>
					<b>65,707.02</b>

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
1.3-1	1.3.- Caseta de Control Pozo G.A.V.M. Limpieza, trazo y nivelación de TERRENO.	M <sup>2</sup> .	83.42	1.44	120.12
1.3-2	EXCAVACIÓN a mano en material tipo "A" en agua, hasta 2.00 m. de profundidad.	M <sup>3</sup> .	9.83	19.68	193.45
1.3-3	PLANTILLA de mortero de 0.10 m. de espesor proporción 1:5 .	M <sup>3</sup> .	1.31	273.17	357.85
1.3-4	Construcción de ZAPATA perimetral e interior de F'c = 150 Kg/cm <sup>2</sup> .	M <sup>3</sup> .	2.46	349.46	859.67
1.3-5	RELLENO a mano en la cimentación.	ML.	3.56	16.18	57.60
1.3-6	IMPERMEABILIZACION a base de emulsión asfáltica en cimentación dos capas.	ML.	14.90	9.20	137.08
1.3-7	FIRME de concreto de 0.10 m. de F'c = 150 kg/cm <sup>2</sup> .	M <sup>3</sup> .	1.52	349.46	531.18
1.3-8	MURO de tabicón en P:B: de 14 cm de espesor, mortero 1:3 .	M <sup>2</sup> .	25.45	73.64	1,874.14
1.3-9	CASTILLO de 15 cm. x 15 cm. con varilla de 3/8" de diámetro y estribos a cada 20 cm, F'c = 150 Kg/cm <sup>2</sup> .	ML.	16.45	81.37	1,338.54
1.3-10	DALA de cerramiento de 25 x 25 cm. con varilla de 3/8" de diámetro y estribos a cada 20 cm. F'c = 150 kg/cm <sup>2</sup> .	ML.	14.90	94.59	1,409.39
1.3-11	LOSA de tapa de 0.10 m. de espesor de F'c = 150 kg/cm <sup>2</sup> .	M <sup>2</sup> .	16.00	139.59	2,233.44
1.3-12	CIMBRA de contacto no aparente de 0 - 3.00 m. en: Cimentación, castillos y dalas de cerramiento.	M <sup>2</sup> .	29.77	33.75	1,004.74
1.3-13	TRABES.	M <sup>2</sup> .	1.42	52.92	75.15

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
1.3-14	LOSA DE TAPA.	M <sup>2</sup> .	32.00	55.13	1,764.16
1.3-15	ACERO de refuerzo de miembros estructurales de $F_y = 2000 \text{ kg./cm}^2$ , En: Zapatas, castillos, dalas de cerramiento, trabes y losa de tapa.	KG.	466.29	3.92	1,827.86
1.3-16	APLANADO con acabado fino de 1.5 cm de espesor en muros.	M <sup>2</sup> .	50.54	16.31	824.31
1.3-17	PINTURA en muros a dos manos.	M <sup>2</sup> .	50.54	14.32	723.73
1.3-18	Suministro y colocación de PUERTAS Y VENTANAS estructural de ángulo de 1/2". Puerta de 2.10 x 0.95 m.	PZA.	1.00	470.94	470.94
1.3-19	PUERTA DE 2.10 X 1.80 m.	PZA.	1.00	470.94	470.94
1.3-20	VENTANA DE 1.00 X 1.15 m.	PZA.	1.00	219.27	219.27
1.3-21	VENTANA DE 1.00 X 1.20 m.	PZA.	1.00	219.27	219.27
1.3-22	VENTANA DE 1.00 X 1.85 m.	PZA.	1.00	219.27	219.27
1.3-23	Suministro e instalación de VIDRIO de 3.5 mm.	M <sup>2</sup> .	3.50	63.57	222.50
1.3-24	ACARREO de materiales en carretilla con estaciones de 20 m.	M <sup>3</sup> .	12.00	7.51	90.12
1.3-25	Suministro, colocación e instalación de MUEBLES SANITARIOS: WC. (completo, económico blanco).	PZA.	1.00	395.44	395.44
1.3-26	LAVABO. (completo, económico blanco).	PZA.	1.00	141.98	141.98
1.3-27	Colocación e instalación de ACCESORIOS PARA BAÑO económicos, color blanco.	JGO.	1.00	127.40	127.40
1.3-28	Instalación de RAMALEO SANITARIO.	LOTE.	1.00	419.62	419.62
1.3-29	Instalación de RAMALEO HIDRAULICO.	LOTE	1.00	419.62	419.62
1.3-30	Instalación ELECTRICA.	SAL.	10.00	438.10	4,381.00
1.3-31	Suministro de MATERIALES: CALHIDRA	TON.	0.50	336.79	168.39
1.3-32	CEMENTO	TON.	4.00	492.22	1,968.88
1.3-33	ARENA	M <sup>3</sup> .	8.00	46.25	370.00
1.3-34	GRAVA	M <sup>3</sup> .	7.00	46.25	323.75
1.3-35	AGUA	M <sup>3</sup> .	10.00	6.48	64.80
1.3-36	VARILLA DE 3/8" DE DIAM. X 12 m.	TON.	0.40	2,060.73	824.29
1.3-37	ALAMBRE RECOCIDO	KG.	125.00	3.63	453.75
1.3-38	ALAMBRO DE 1/4" DE DIAM.	KG.	110.00	2.59	284.90
1.3-39	CLAVO DE 1 1/2" DE DIAM.	KG.	20.00	6.48	129.60
1.3-40	CLAVO DE 4" DE DIAM.	KG.	15.00	6.48	97.20

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
1.3-41	PINTURA vinilica de color, cubeta de 19 lts.	CUBETA	1.00	306.52	306.52
1.3-42	IMPERMEABILIZANTE festergral.	KG.	40.00	2.50	100.00
1.3-43	TABICON en muros.	MILLAR	1.50	453.35	680.03
1.3-44	Suministro de MATERIAL ELECTRICO: CAJA CUADRADA	PZA.	4.00	2.40	9.60
1.3-45	CHALUPA	PZA.	2.00	2.40	4.80
1.3-46	APAGADOR SENCILLO	PZA.	3.00	5.06	15.18
1.3-47	CONTACTO SENCILLO.	PZA.	2.00	5.06	10.12
1.3-48	TAPA COMPLETA de tres salidas	PZA.	1.00	4.53	4.53
1.3-49	PLACA COMPLETA de una salida	PZA.	2.00	3.82	7.64
1.3-50	PLACA DE CAJA cuadrada	PZA.	4.00	3.11	12.44
1.3-51	INTERRUPTOR de seguridad (cartucho)	PZA.	1.00	64.76	64.76
1.3-52	SOQUETE	PZA.	4.00	3.23	12.92
1.3-53	FOCO de 100 watts.	PZA.	5.00	1.56	7.80
1.3-54	POLIDUCTO de 13 mm. (1/2") de diámetro.	ML.	30.00	1.03	30.90
1.3-55	CODO de 13mm. (1/2") de diámetro.	PZA.	4.00	1.43	5.72
1.3-56	ALAMBRE DEL No. 14	ML.	90.00	0.61	54.90
1.3-57	COPE para poliducto de 13 mm. (1/2") de diámetro.	PZA.	11.00	2.13	23.43
1.3-58	Suministro MATERIAL PVC.SANITARIO:Céspol sencillo de 50 mm(2")Ø	PZA.	2.00	16.84	33.68
1.3-59	CODO de 90° x 50 mm. (2") de diámetro.	PZA.	2.00	36.28	72.56
1.3-60	CODO de 45° x 50 mm. (2") de diámetro.	PZA.	1.00	27.85	27.85
1.3-61	TEE de 100 x 100 mm. (4" x 4") de diámetro.	PZA.	1.00	168.39	168.39
1.3-62	TEE de 100 x 50 mm. (4" x 2") de diámetro.	PZA.	1.00	187.83	187.83
1.3-64	REDUCCION EXCENTRICA de 100 x 50 mm.(4" x 2") de diámetro.	PZA.	1.00	80.31	80.31
1.3-65	RÉMATE VENTILA de 50 mm. (2") de diámetro.	PZA.	1.00	14.89	14.89
1.3-66	TUBERIA CON CAMPANA de 100 mm. (4") de diámetro.	ML.	12.00	53.04	636.48
1.3-67	TUBERIA CON CAMPANA de 50 mm. (2") de diámetro.	ML.	12.00	16.32	195.84
1.3-68	ANILLO DE HULE de 100 mm. (4") de diámetro.	PZA.	10.00	7.13	71.30
1.3-69	ANILLO DE HULE DE 50 mm. (2") de diámetro.	PZA.	17.00	2.59	44.03
1.3-70	COPE SANITARIO DE 100 mm. (4") de diámetro.	PZA.	2.00	80.31	160.62
1.3-71	LUBRICANTE para tubería P.V.C.	KG.	1.00	26.55	26.55
1.3-72	Suministro de MATERIAL DE COBRE:CODO de 90°x13 mm.(1/2")Ø.	PZA.	16.00	0.78	12.48
1.3-73	TEE de 13 x 13 mm. (1/2" x 1/2") de diámetro.	PZA.	12.00	4.86	58.32

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
1.3-74	TAPON de 13 mm. (1/2") de diámetro.	PZA.	4.00	7.96	31.84
1.3-75	TUERCA unión roscada de 13 mm. (1/2") de diámetro.	PZA.	2.00	6.86	13.72
1.3-76	VALVULA de compuerta roscada de 13 mm. (1/2") de diámetro.	PZA.	1.00	45.99	45.99
1.3-77	CONECTOR con rosca interior de 13 mm. (1/2") de diámetro.	PZA.	8.00	4.86	38.88
1.3-78	TUBERIA DE COBRE tipo "M" rígida de 13 mm. (1/2") de diámetro.	ML.	40.00	11.56	462.40
1.3-79	GRASA para soldadura.	GRS.	200.00	0.01	2.00
1.3-80	SOLDADURA de estaño.	ROLLO	2.00	9.06	18.12
1.3-81	COPELE de 13 mm. (1/2") de diámetro.	PZA.	2.00	1.05	2.10
					<b>31,572.81</b>

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
1.4-1	1.4.- Barda Perimetral, Pozo : "G.A.V.M." Limpieza, trazo y nivelación de TERRENO.	M <sup>2</sup> .	39.00	1.44	56.16
1.4-2	EXCAVACIÓN en material tipo "A" en agua, hasta una profundidad de (2.00 m).	M <sup>3</sup> .	24.00	19.68	472.32
1.4-3	PLANTILLA DE MORTERO de 0.10 m. de espesor, proporción 1:5.	M <sup>3</sup> .	2.54	273.17	693.85
1.4-4	Construcción de ZAPATA perimetral de F'c = 150 kg/cm <sup>2</sup> .	M <sup>3</sup> .	5.00	349.46	1,747.30
1.4-5	RELLENO en cimentación con material producto de excavación.	M <sup>3</sup> .	11.00	16.18	177.98
1.4-6	IMPERMEABILIZACIÓN a base de emulsión asfáltica en cimentación, dos capas.	ML.	5.00	9.20	46.00
1.4-7	MURO de 14 cm. de espesor hasta una altura de 2.50 m. junteado con mortero de 1:3.	M <sup>2</sup> .	61.00	73.64	4,492.04
1.4-8	CASTILLO, de 15 x 15 cm. con varilla de 3/8" de diámetro, estribos a cada 20 cm. F'c = 150 kg/cm <sup>2</sup> .	ML.	23.50	81.37	1,912.19
1.4-9	CASTILLOS DE 20 X 30 CM.	ML.	4.70	105.91	497.78
1.4-10	DALA de cerramiento de 15 x 25 cm, con varilla de 3/8" de diámetro, estribos a cada 20 cm. con un F'c= 150 kg/cm <sup>2</sup>	ML.	29.00	94.59	2,743.11
1.4-11	CIMBRA de contacto no aparente en cimentación , castillos y dalas de cerramiento.	M <sup>2</sup> .	71.57	33.75	2,415.49
1.4-12	CIMBRA de contacto aparente en trabes.	M <sup>2</sup> .	2.81	52.92	148.71

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
1.4-13	ACERO de refuerzo en miembros estructurales de zapatas, castillos, dalas de cerramiento y trabes. F'y = 2000 kg/cm <sup>2</sup> .	KG.	631.10	3.92	2,473.91
1.4-14	APLANADO, REPELLADO con acabado fino de 1.5 cm. de espesor en muros.	M <sup>2</sup> .	122.00	18.61	2,270.42
1.4-15	PINTURA en muros a dos manos.	M <sup>2</sup> .	122.00	14.32	1,747.04
1.4-16	Colocación e instalación de ZAGUAN ESTRUCTURAL ( 2.96 x 2.25 m)	PZA.	1.00	197.09	197.09
1.4-17	ACARREO de material en carretilla a estaciones de 20 m.	M <sup>3</sup> .	40.00	7.51	300.40
1.4-18	ANDAMIO de caballete y tablonés con una altura de 1.50 z 2.00 m.	PZA.	3.00	695.27	2,085.81
1.4-19	Suministro de MATERIALES: CALHIDRA.	TON.	0.50	336.79	168.39
1.4-20	CEMENTO.	TON.	4.50	492.22	2,214.99
1.4-21	ARENA.	M <sup>3</sup> .	12.00	46.25	555.00
1.4-22	GRAVA.	M <sup>3</sup> .	12.00	46.25	555.00
1.4-23	AGUA.	M <sup>3</sup> .	10.00	6.48	64.80
1.4-24	VARILLA de 3/8" de diámetro x 12 m,	TON.	0.50	2,060.73	1,030.37
1.4-25	ALAMBRO de 1/4" de diámetro.	KG.	150.00	2.59	388.50
1.4-26	ALAMBRE recocido.	KG.	98.00	3.63	355.74
1.4-27	CLAVO de 2 1/2".	KG.	15.00	6.48	97.20

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
1.4-28	CLAVO de 4".	KG.	10.00	6.48	64.80
1.4-29	PINTURA vinílica de color (cubeta de 19 lts).	CUBETA	3.00	306.52	919.56
1.4-30	IMPERMEABILIZANTE Festergral.	KG.	80.00	2.50	200.00
1.4-31	ZAGUAN estructural de tablero y ángulo 1/2" a dos hojas y puerta para personal.	PZA.	1.00	2,266.79	<u>2,266.79</u>
					<b>33,358.74</b>

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
1.5-1	1.5.- Equipamiento electromecánico, Pozo profundo "MATZI" existente. Equipo de bombeo para pozo profundo, marca "ocelco", tipo turbina, gasto de 65 l.p.s., C.D.T., de 195.11 m., a 1,800 R.P.M., eficiencia de 83%, cabezal de descarga de 16 1/2" x 8" x 8", 420 pies de columna de 8" lubricada por agua, flecha de 1 11/16", con chumaceras y coples, cuerpo de tazones tipo "12 CC", de 12 pasos, con colador cónico galvanizado de 8", flecha superior 1 11/16", impulsores de 9".	LOTE	1.00	298,984.38	298,984.38
1.5-2	Motor vertical abierto a prueba de goteo marca "IEM", de 250 HP, de 1,800 R.P.M., trifásico de 4 polos, de inducción, jaula de ardilla, 60 Hertz, 220/440 volts, diseño NEMA "B" alto empuje axial, modelo 166-212, flecha hueca, cabezal de descarga de 16 1/2" x 8" x 8" y armazón 445 T.P.	PZA.	1.00	62,380.38	62,380.38
1.5-3	Construcción de una subestación eléctrica de 150 KVA, tipo II, incluye: Poste de concreto C-11-7, poste de concreto C-9-450, crucetas, abrazaderas, arandelas, alfileres 2 A. aisladores 22 A., cortacircuitos XS, 23 KV, varilla de tierra 3 ml. con conector, conectores 51 mm., cable THW No. 2, registro B.T., zapatas terminal 4/0, zapatas terminal No.2, tubo flexible 51 mm., codos conduit 51 mm., parrilla H., tubo flexible 51 mm. y todo lo necesario para su instalación.	LOTE	1.00	35,487.00	35,487.00
1.5-4	Transformador de distribución 150 KV. 23 KV. 1,440 V.	PZA.	1.00	32,045.78	32,045.78
1.5-5	Gabinete equipo medición tipo pedestal.	PZA.	1.00	2,567.25	2,567.25
1.5-6	Arrancador a tensión reducida 250 HP. c/int. ter. 3 x 250 A.	PZA.	1.00	30,205.99	30,205.99
1.5-7	Responsiba técnica de la S.E.	LOTE	1.00	8,007.41	8,007.41
					<b>469,678.19</b>

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
1.6-1	1.6.- Tren de piezas especiales Pozo " MATZI ": Instalación, junteo y prueba hidrostática de tubería lisa de acero soldada de 6.00 m. de longitud promedio tipo "API" grado "B" x -42, incluye: Suministro de tubería de acero CED-40, soldable para bayoneta de 200 mm. (8") de diámetro y todo lo necesario para su correcta instalación.	ML.	8.00	231.40	1,851.20
1.6-2	Suministro e instalación de válvula de seccionamiento tipo compuerta , incluye: Limpieza y prueba hidrostática, de 200 mm. (8") de diámetro.	PZA.	1.00	3,345.17	3,345.17
1.6-3	Suministro e instalación de válvula de seccionamiento tipo compuerta , incluye: Limpieza y prueba hidrostática, de 100 mm. (4") de diámetro.	PZA.	1.00	1,094.19	1,094.19
1.6-4	Suministro e instalación de válvula check de no retroceso, incluye: Limpieza y prueba hidrostática de 200 mm. ( 8" ) de diámetro.	PZA.	1.00	3,909.31	3,909.31
1.6-5	Suministro de TEE de Fo. Fo. con bridas A-14 de 200 mm. x 100 mm. (8" x 4") de diámetro.	PZA.	1.00	554.00	554.00
1.6-6	Suministro de EXTREMIDAD de Fo. Fo. con bridas de 200 mm. (8") de diámetro.	PZA.	6.00	324.30	1,945.80
1.6-7	Suministro de junta JIBAULT completa clase A-14 de 200 mm. (8") de diámetro.	PZA.	3.00	129.54	388.62
1.6-8	Suministro de BRIDA soldable A-14 de 200 mm. (8") de diámetro.	PZA.	2.00	336.79	673.58
1.6-9	Suministro de EMPAQUE de plomo para brida de: 200 mm. (8") de diámetro.	PZA.	11.00	20.26	222.86

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
1.6-10	Suministro de EMPAQUE de plomo para brida de: 100 mm. ( 4") de diámetro.	PZA.	1.00	9.06	9.06
1.6-11	Suministro de CODO de Fo. Fo. con bridas de: 90° x 200 mm. (90° x 8") de diámetro.	PZA.	1.00	418.39	418.39
1.6.12	Suministro de TORNILLOS de acero con cabeza y tuerca hexagonal de: 3/4" x 3 1/2" (19.1 x 89 mm).	PZA.	88.00	8.43	741.84
1.6-13	5/8" X 3" (15.9 X 76 mm).	PZA.	8.00	4.86	38.88
1.6-14	Suministro de CARRETE de Fo. Fo. con bridas A-14 de 200 mm. (8") de diámetro.	PZA.	2.00	492.22	984.44
1.6.15	Instalación de PIEZAS ESPECIALES de Fo. Fo. incluye maniobras locales hasta 200 mm. (8") de diámetro.	KG.	817	0.95	776.15
1.6-16	FABRICACION de concreto armado para la elaboración de apoyos y atraques del tren de piezas con un F'c = 250 Kg/cm <sup>2</sup> .	M <sup>3</sup>	1.89	560.33	1.059.02
1.6.17	Suministro e instalación de VALVULA de admisión y expulsión de aire, incluye: Limpieza de piezas y prueba hidrostática de 50.8 mm. (2") de diámetro.	PZA.	1.00	1,182.93	1,182.93
1.6.18	Suministro e instalación de MEDIDOR de gasto con carátula tipo propela, incluye: limpieza de piezas y prueba hidrostática de 200 mm. (8") de diámetro.	PZA.	1.00	5,499.00	5,499.00
1.6.19	Suministro e instalación de MANOMETRO con caja y Bourdon de acero inoxidable, con glicerina y rango de 0-16 Kg/cm <sup>2</sup> , 2 1/2" de diámetro carátula x 1/4" de diámetro inferior.	PZA.	2.00	320.00	640.00
1.6.-20	Suministro e instalación de válvula de alivio contra golpe de ariete de 100 mm. (4") de diámetro, bridada clase 125 Marca Ross 103-2.	PZA.	1.00	9,764.54	9,764.54
1.6-21	Suministro de CODO DE Fo. Fo. con bridas de 90° x 100 mm. (90° x 4") de diámetro.	PZA.	1.00	329.02	<u>329.02</u>
					<b>35,428.00</b>

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
-------	----------	--------	----------	---------------------	-------------

1.7-1	1.7.- Caseta de Control Pozo MATZI. IDEM.- Que la caseta de control de pozo G.A.V.M., por lo que, en cuanto a cantidades de obra, precios unitarios e importe, serán los mismos.	M <sup>2</sup> .	83.42	378.48	31,572.80
-------	---	------------------	-------	--------	-----------

1.8-1	1.8.- Barda perimetral Pozo MATZI. IDEM.- Que la barda perimetral del pozo G.A.V.M., por lo que, en cuanto a cantidades de obra, precios unitarios e importe, serán los mismos.	ML	29.00	1,150.30	33,358.70
-------	--	----	-------	----------	-----------

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
1.9-1	1.9.- Equipamiento electromecánico. (REBOMBEO TANQUE "LA JOYA II" - TANQUE "LA JOYA I")  Equipo de bombeo para pozo profundo, marca "ocelco", tipo turbina, gasto de 54 l.p.s., C.D.T., de 70.15 m., a 1,800 R.P.M., eficiencia de 81%, cabezal de descarga de 16 1/2" x 8" x 8", 25.08 pies de columna de 8" lubricada por agua, flecha de 1 11/16", con chumaceras y coples, cuerpo de tazones tipo "12 BC", de 6 pasos, con colador cónico galvanizado de 8", flecha superior 1 11/16", impulsores de 9".	LOTE	1.00	177,827.12	177,827.12
1.9-2	Motor vertical abierto a prueba de goteo marca "IEM", de 150 HP, de 1,800 R.P.M., trifásico de 4 polos, de inducción, jaula de ardilla, 60 Hertz, 220/440 volts, diseño NEMA "B" alto empuje axial, modelo 166-192, flecha hueca, cabezal de descarga de 16 1/2" x 8" x 8" y armazón 444 T.P.	PZA.	1.00	37,428.23	37,428.23
1.9-3	Construcción de una subestación eléctrica de 100 KVA, tipo II, incluye: Todo lo necesario para su instalación.	LOTE	1.00	23,658.00	23,658.00
1.9-4	Transformador de distribución 100 KV.	PZA.	1.00	21,363.85	21,363.85
1.9-5	Gabinete equipo medición tipo pedestal.	PZA.	1.00	1,540.35	1,540.35
1.9-6	Arrancador a tensión reducida 150 HP. c/int. ter. 3 x 150 A.	PZA.	1.00	18,123.59	18,123.59
1.9-7	Responsiva técnica de la S.E.	LOTE	1.00	4,804.45	4,804.45
					<b>284,745.59</b>

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
1.10-1	1.10.- Tren de piezas especiales. (REBOMBEO TANQUE "LA JOYA II" - TANQUE "LA JOYA I"). Instalación, junteo y prueba hidrostática de tubería lisa de acero soldada de 6.00 m. de longitud promedio tipo "API" grado "B" x -42, incluye: Suministro de tubería de acero CED-40, soldable para bayoneta de 200 mm. (8") de diámetro y todo lo necesario para su correcta instalación.	ML.	16.00	231.40	3,702.40
1.10-2	Suministro e instalación de VALVULA DE SECCIONAMIENTO tipo compuerta , incluye: Limpieza de piezas y prueba hidrostática de 200 mm. (8") de diámetro.	PZA.	1.00	3,345.17	3,345.17
1.10-3	Suministro e instalación de VALVULA DE SECCIONAMIENTO tipo compuerta , incluye: Limpieza de piezas y prueba hidrostática de 100 mm. (4") de diámetro.	PZA.	1.00	1,094.19	1,094.19
1.10-4	Suministro e instalación de VALVULA CHECK de no retroceso, incluye: Limpieza y prueba hidrostática de 200 mm. (8") de diámetro.	PZA.	1.00	3,909.31	3,909.31
1.10-5	Suministro de TEE de Fo. Fo. con bridas A-14 de 200 mm. x 100 mm. (8" x 4") de diámetro.	PZA.	1.00	554.00	554.00
1.10-6	Suministro de EXTREMIDAD de Fo.Fo. con bridas de 200 mm. (8") de diámetro.	PZA.	6.00	324.30	1,945.80
1.10-7	Suministro de junta JIBAULT completa clase A-14 de 200 mm. (8") de diámetro.	PZA.	3.00	129.54	388.62
1.10-8	Suministro de BRIDA soldable A-14 de 200 mm. (8") de diámetro.	PZA.	2.00	336.79	673.58
1.10-9	Suministro de EMPAQUE de plomo para brida de 200 mm. (8") de diámetro.	PZA.	9.00	20.26	182.34
1.10-10	Suministro de EMPAQUE de plomo para brida de 100 mm. (4") de diámetro.	PZA.	1.00	9.06	9.06

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
1.10-11	Suministro de CARRETE de Fo. Fo. con bridas A-14 de 200 (8") de diámetro.	PZA.	2.00	492.22	984.44
1.10-12	Suministro de TORNILLOS de acero con cabeza y tuerca hexagonal de: 19.1 mm. x 89 mm. (3/4" x 3 1/2"). 15.9 mm. x 76 mm. (5/8" x 3").	PZA. PZA.	72.00 8.00	8.43 4.86	606.96 38.88
1.10-13	Instalación de piezas ESPECIALES de Fo. Fo. incluye maniobras locales hasta 200 mm. (8") de diámetro.	KG.	1,085.00	0.95	1,030.75
1.10-14	Fabricación de CONCRETO armado para la elaboración de apoyos y atraques del tren de piezas con un F'c= 250 kg./cm <sup>2</sup> .	M <sup>3</sup> .	1.83	560.33	1,025.40
1.10-15	Suministro e instalación de VALVULA DE ADMISION y expulsión de aire, incluye: Limpieza de piezas y prueba hidrostática de 50.8 mm. (2") de diámetro.	PZA.	1.00	1,182.93	1,182.93
1.10-16	Suministro e instalación de MEDIDOR DE GASTO CON CARATULA TIPO PROPELA, incluye: Limpieza de piezas y prueba hidrostática de 200 mm. (8") de diámetro.	PZA.	1.00	5,499.00	5,499.00
1.10-17	Suministro e instalación de MANOMETRO con caja y bourdon de acero inoxidable, con glicerina y rango de 0 - 16 kg/cm <sup>2</sup> , 2 1/2" de diámetro, carátula x 1/4" diámetro inferior.	PZA.	2.00	320.00	640.00
1.10-18	Suministro e instalación de VALVULA DE ALIVIO CONTRA GOLPE DE ARIETE de 100 mm. (4") de diámetro, bridada clase 125 Marca Ross103-2.	PZA	1.00	9,764.54	9,764.54
1.10-19	Suministro e instalación de CODO de Fo.Fo. con bridas de 90° x 100 mm. (90° x 4") de diámetro.	PZA	1.00	329.02	<u>329.02</u>
					<b>36,906.39</b>

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
2.1-1	<p>2.- LINEA DE CONDUCCION.</p> <p>2.1.- Pozo G.A.V.M. y Pozo MATZI a Tanque "La Joya II", Tanque "La Joya II" a Tanque "La Joya I" y Tanque "La Joya I" a Tanque "El Tejocote".</p> <p>EXCAVACIÓN con máquina para zanja en material clase "A" en seco con afloje y extracción del material, amacice o limpieza de plantilla como también en talúdes y remoción, carga a camión o a un lado de la zanja, incluyendo: acarreo a 10 m. del eje de la misma y conservación de la excavación hasta la instalación satisfactoria de la tubería. Excavación con máquina en material "A" de 0.00 a 8.00 m. de profundidad en seco.</p>	M <sup>3</sup> .	3,112.74	6.29	19,579.13
2.1-2	<p>EXCAVACIÓN con maquinaria para zanjas en material clase "B" en seco con afloje y extracción del material, amacice o limpieza de plantilla como también en talúdes y remoción, carga a camión o a un lado de la zanja, incluyendo: acarreo a 10 m. del eje de la misma y conservación de la excavación hasta la instalación satisfactoria de la tubería. Excavación con máquina en material "B" de 0.00 a 8.00 m. de profundidad en seco.</p>	M <sup>3</sup> .	1,867.64	36.76	68,654.45
2.1-3	<p>EXCAVACIÓN con uso de rompedora hidroneumática para zanjas, en material clase "C" en seco y extracción de rezaga a mano, incluye: afloje, amacice o limpieza de plantilla y talúdes, remoción traspaleos verticales para su extracción, carga directa a camión o a un lado de la zanja hasta 10 m. del eje de la misma y conservación de la excavación hasta la instalación satisfactoria de la tubería. Excavación en material "C" de 0.00 a 2.00 m. de profundidad en seco.</p>	M <sup>3</sup> .	1,245.08	87.71	109,205.97
2.1-4	<p>PLANTILLA APIZONADA con pizón de mano, en zanjas con material de banco (tezontle), incluye: colocación de la plantilla, construcción del apoyo completo de la tubería, suministros y acarrees.</p>	M <sup>3</sup> .	439.42	47.20	20,740.62

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
2.1-5	RELLENO a volteo con equipo con material producto de excavación.	M <sup>3</sup> .	1,789.75	4.48	8,018.08
2.1-6	RELLENO compactado con pizón de mano con material producto de excavación.	M <sup>3</sup> .	2,181.04	9.25	20,174.62
2.1-7	RELLENO apizonado y compactado con agua en capas de 0.20 m. de espesor, empleando tepetate, incluye: suministros y acarreos.	M <sup>3</sup> .	992.69	53.74	53,347.16
2.1-8	Suministro, instalación, junteo y prueba hidrostática de TUBERÍA de asbesto-cemento clase A-7, incluye: bajado de materiales, equipo para prueba, coples, gomas, acarreo a un kilómetro y maniobras locales. TUBERÍA asbesto-cemento, clase A-7 de 150 mm. (6") de diámetro.	ML.	93.15	60.53	5,638.37
2.1-9	TUBERÍA asbesto-cemento, clase A-7 de 250 mm. (10") de diámetro.	ML.	1,057.84	107.13	113,326.40
2.1-10	TUBERÍA asbesto-cemento clase A-7 de 610 mm. (24") de diámetro.	ML	737.84	230.78	170,278.72
2.1-9	TUBERÍA asbesto-cemento clase A-10 de 250 mm. (10") de diámetro.	ML.	360.00	252.64	90,950.40
2.1-10	TUBERÍA asbesto-cemento clase A-10 de 350 mm. (14") de diámetro.	ML.	1,060.00	353.71	374,492.60
2.1-11	TUBERÍA asbesto-cemento clase A-10 de 610 mm. (24") de diámetro.	ML.	680.00	606.36	412,324.80
2.1-12	TUBERÍA asbesto-cemento clase A-14 de 300 mm. (12") de diámetro.	ML.	50.00	303.18	15,159.00
2.1-13	TUBERÍA asbesto-cemento clase A-14 de 350 mm. (14") de diámetro.	ML.	400.00	324.56	129,824.00
2.1-14	Suministro de CODO de Fo. Fo. con bridas de 90° x 250 mm. (90° x 10") de diámetro.	PZA.	1.00	822.54	822.54
2.1-15	Suministro de CODO Fo. Fo. con bridas de 90° x 610 mm. (90° x 24") de diámetro.	PZA.	1.00	1,974.09	1,974.09

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
2.1-16	Suministro de CODO de Fo. Fo. con bridas de 45° x 250 mm. (45° x 10") de diámetro.	PZA.	10.00	781.41	7,814.13
2.1-17	Suministro de CODO de Fo. Fo. con bridas de 45° x 355 mm.(45° x 14") de diámetro.	PZA.	2.00	1,093.98	2,187.96
2.1-18	Suministro de CODO de Fo. Fo. con bridas de 45° x 610 mm. (45° x 24") de diámetro.	PZA.	7.00	1,875.39	13,127.73
2.1-19	Suministro de CODO de Fo. Fo. con bridas de 22°30' x 150 mm. (22°30' x 6") de diámetro.	PZA.	1.00	326.09	326.09
2.1-20	Suministro de CODO de Fo. Fo. con bridas de 22°30' x 250 mm. (22°30' x 10") de diámetro.	PZA.	4.00	781.41	3,125.64
2.1-21	Suministro de CODO de Fo. Fo. con bridas de 22°30' x 355 mm. (22°30' x 14") de diámetro.	PZA.	3.00	1,093.98	3,281.94
2.1-22	Suministro de CODO de Fo. Fo. con bridas de 22°30' x 610 mm. (22°30' x 24") de diámetro.	PZA.	4.00	1,875.39	7,501.56
2.1-23	Suministro de TEE de fo. fo. con bridas de 250 mm x 63 mm. (10" x 2 1/2") de diámetro.	PZA.	2.00	2,056.32	4,112.64
2.1-24	Suministro de TEE de Fo. Fo. con bridas de 250 mm. x 100 mm. (10" x 4") de diámetro.	PZA.	1.00	2,350.90	2,350.90
2.1-25	Suministro de TEE de Fo. Fo. con bridas de 250 mm. x 250 mm. (10" x 10") de diámetro.	PZA.	1.00	971.48	971.48
2.1-26	Suministro de TEE de Fo. Fo. con bridas de 355 mm. x 100 mm. (14" x 3") de diámetro.	PZA.	1.00	2,025.40	2,025.40

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
2.1-27	Suministro de TEE de Fo. Fo. con bridas de 355 mm. x 200 mm. (14" x 8") de diámetro.	PZA.	1.00	2,460.70	2,460.70
2.1-28	Suministro de TEE de Fo. Fo. con bridas de 355 mm. x 355 mm. (14" x 14") de diámetro.	PZA.	1.00	2,851.20	2,851.20
2.1-29	Suministro de REDUCCIÓN de Fo. Fo. con bridas de 63 mm. x 50 mm. (2 1/2" x 2") de diámetro.	PZA.	2.00	90.67	181.34
2.1-30	Suministro de REDUCCIÓN de Fo. Fo. con bridas de 76 mm. x 50 mm. (3" x 2") de diámetro.	PZA.	1.00	108.80	108.80
2.1-31	Suministro de REDUCCIÓN de Fo. Fo. con bridas de 250 mm. x 100 mm. (10"x4") de diámetro.	PZA.	1.00	362.68	362.68
2.1-32	Suministro de REDUCCIÓN de Fo. Fo. con bridas de 250 mm. x 150 mm. (10" x 6") de diámetro.	PZA.	1.00	432.45	432.45
2.1-32'	Suministro de REDUCCION de Fo.Fo. con bridas de 300 mm. x 200 mm. (12" x 8") de diámetro.	PZA.	1.00	576.60	576.60
2.1-33	Suministro de REDUCCIÓN de Fo. Fo. con bridas de 610 mm. x 355 mm. (24" x 14") de diámetro.	PZA.	1.00	2,245.21	2,245.21
2.1-34	Suministro de EXTREMIDAD de Fo. Fo. con bridas de 100 mm. (4") de diámetro.	PZA.	2.00	240.93	481.86
2.1-35	Suministro de EXTREMIDAD de Fo. Fo. con bridas de 150 mm. (6") de diámetro.	PZA.	3.00	361.39	1,084.17
2.1-36	Suministro de EXTREMIDAD de Fo. Fo. con bridas de 250 mm. (10") de diámetro.	PZA.	35.00	602.32	21,081.20

**Capítulo 5**

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
2.1-37	Suministro de EXTREMIDAD de Fo. Fo. con bridas de 355 mm. (14") de diámetro.	PZA.	13.00	1,217.59	15,828.67
2.1-38	Suministro de EXTREMIDAD de Fo. Fo. con bridas de 610 mm. (24") de diámetro.	PZA.	25.00	3,264.20	81,605.00
2.1-39	Suministro de JUNTA JIBAULT completa clase A-14 de 100 mm. (4") de diámetro.	PZA.	2.00	106.22	212.44
2.1-40	Suministro de JUNTA JIBAULT completa clase A-14 de 150 mm. (6") de diámetro.	PZA.	3.00	159.32	477.97
2.1-41	Suministro de JUNTA JIBAULT completa clase A-14 de 250 mm. (10") de diámetro.	PZA.	35.00	265.54	9,293.90
2.1-42	Suministro de JUNTA JIBAULT completa clase A-14 de 355 mm. (14") de diámetro.	PZA.	13.00	544.04	7,072.52
2.1-43	Suministro de JUNTA JIBAULT completa clase A-14 de 610 mm. (24") de diámetro.	PZA.	25.00	1,165.78	29,144.50
2.1-44	Suministro e instalación de VÁLVULA de admisión y expulsión de aire bridada de 50 mm. (2") de diámetro.	PZA.	3.00	1,182.93	3,548.79
2.1-45	Suministro e Instalación de VÁLVULA de compuerta de 100 mm. (14") de diámetro.	PZA.	2.00	1,672.59	3,345.18
2.1-46	Instalación de piezas especiales de Fo. Fo., incluye: maniobras locales hasta 600 mm. (24") de diámetro.	KG.	18,227.00	0.95	17,315.65
2.1-47	Suministro de EMPAQUE de plomo para brida: de 50 mm. (2") de diámetro.	PZA.	3.00	4.52	13.56

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
2.1-48	De 63.5 mm ( 2 1/2") de diámetro.	PZA.	2.00	5.65	11.13
2.1-49	De 76 mm. (3") de diámetro.	PZA.	1.00	6.78	6.78
2.1-50	De 100 mm. (4") de diámetro.	PZA.	4.00	9.04	36.16
2.1-51	De 150 mm. (6") de diámetro.	PZA.	3.00	10.36	31.08
2.1-52	De 200 mm. (8") de diámetro.	PZA.	1.00	22.80	22.80
2.1-53	De 250 mm. (10") de diámetro.	PZA.	28.00	28.50	798.00
2.1-54	De 355 mm. (14") de diámetro.	PZA.	15.00	77.73	1,165.95
2.1-55	De 610 mm. (24") de diámetro.	PZA.	13.00	138.16	1,796.08
2.1-56	Suministro de TORNILLOS de acero con cabeza y tuerca hexagonal: De 5/8" x 2 1/2" (15.9 x 63 mm).	PZA.	20.00	4.86	97.20
2.1-57	De 5/8" x 3" (15.9 x 76 mm).	PZA.	36.00	4.86	174.96
2.1-58	De 3/4" x 3 1/2" (19.1 x 89 mm).	PZA.	32.00	8.03	256.96
2.1-59	De 7/8" x 4" (22.2 x 102 mm).	PZA.	224.00	12.14	2,719.36
2.1-60	De 1" x 4 1/2" (25.4 x 114 mm).	PZA.	180.00	18.79	3,382.20
2.1-61	De 1 1/4" x 5 1/2" (31.8 x 140 mm).	PZA.	260.00	25.98	6,754.80
2.1-62	Fabricación de CONCRETO armado para la elaboración de apoyos y atraques con un F'c=150 kg/cm <sup>2</sup> .	M <sup>3</sup> .	6.14	560.33	<u>3,440.43</u>
					<b>1'881,754.70</b>

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
	3.- POTABILIZACION (CLORACION).				
	3.1.-SISTEMA DE CLORACION POZO MATZI.				
3.1-1	Dosificador de Gas Cloro, para instalarse en pared de trabajo a vacío, operación manual, con capacidad hasta de 45 kg/día y rango de dosificación 20:1, Mca. Wallace y Tiernan Modelo V-75, incluye válvula de presión de alivio y línea de venteo, válvula reguladora de diferencial V-NOTCH de orificio variable en V, con ajustador de capacidad, rotámetro de 25.5 kg/día y 10" de longitud., Vacunómetro, inyector de 3/4" de diámetro con garganta Modelo 193-S, juego de empaques, juego de llaves, de propósito GLE, conexiones y tubería flexible para la línea principal y la línea de venteo.	PZA.	1.00	8,750.00	8,750.00
3.1-2	Válvula reguladora de vacío para capacidad máxima de 90 kg/día, Mca. Wallace y Tiernan Modelo 200 B, incluyendo adaptador yugo.	PZA.	2.00	2,590.00	5,180.00
3.1-3	Cilindros para Gas cloro de 68 kg. de capacidad, incluye válvula superior, capuchon, protector y su primera carga hecha en la Compañía Pennwalt.	PZA.	10.00	1,760.00	17,600.00
3.1-4	Bomba de ayuda turbina horizontal a 1,800 R.P.M. para proporcionar el caudal de agua y la presión requerida para el funcionamiento del equipo de cloración Mca. Wallace y Tiernan 1/4" x 1 3/4" de 1 1/2" H.P. con sello de estopero y transmisión universal acoplada a motor eléctrico T.C.V., trifásico, 220-440 volts, 60 hertz.	PZA.	1.00	3,500.00	3,500.00

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
3.1-5	Accesorios para la instalación hidráulica, incluye 15.00 m. de manguera tramada para la descarga del Gas Cloro en solución para 150 P.S.I. de presión, válvula de P.V.C. tipo bola, válvula de bronce tipo globo, filtro zarco Fo.Fo., manómetro tipo Bourdon de glicerina para una presión de 0-20 kg/cm <sup>2</sup> , válvula de alivio, válvula de corte tipo compuerta, tubería de Fo. Fo., codos, reducciones, tees, niples, coples, así como el material misceláneo para la instalación hidráulica de acuerdo al plano de instalación tipo.	LOTE	1.00	2,200.00	2,200.00
3.1-6	Accesorios para la instalación eléctrica, incluye: interruptor de cuchillas, trifásico con fusibles para 220/440 V.C.A. arrancador magnético de botones para 220/440 V.C.A., tubería conduite, cableado eléctrico y material misceláneo para la instalación eléctrica de acuerdo al plano tipo.	LOTE	1.00	1,100.00	1,100.00
3.1-7	Kit de seguridad para cilindro de cloro de 68 kg. incluye: Capuchon con cadenas, válvulas, empaques, estrellas, puentes, rampa, fabricado por Pennwalt, S.A. de C.V.	PZA.	1.00	2,180.00	2,180.00
3.1-8	Máscara antigas Modelo Industrial, montada al frente con canister GMI para cloro Mca. MSA. No. 457083 con estuche.	PZA.	1.00	1,680.00	1,680.00
3.1-9	Carretilla para dos cilindros de 68 kg. Mca. Wallace y Tiernan V102023 o similar.	PZA.	1.00	550.00	550.00
3.1-10	Báscula Wallace y Tiernan para dos tanques de cloro de 68 kg. de capacidad Modelo 50-345.	PZA.	1.00	5,450.00	5,450.00
3.1-11	Por instalación y puesta en marcha del equipo cotizado.	LOTE	1.00	3,000.00	<u>3,000.00</u>
					<b>51,190.00</b>

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
3.2-1	<p>3.2.-Sistema de Cloración Pozo G.A.V.M.</p> <p>Este sistema se ajusta a las mismas necesidades de cloración en cuanto a accesorios se refiere que el Pozo "Matzi", variando únicamente en la cantidad de cilindros para gas cloro de 68 kg. de capacidad que se requieren en este pozo (5 cilindros).</p>	LOTE	1.00	42,390.00	42,390.00

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
4.1-1	<p><b>4.-REGULARIZACION.</b> 4.1.-Tanque "La Joya II"</p> <p>CONSTRUCCION del depósito de tanque, incluye: trazo y nivelación, excavación con uso de rompedorra hidroneumática en material tipo "C", fabricación y colado de concreto simple F'c = 100 kg/cm<sup>2</sup>, firme de concreto F'c = 150 kg/cm<sup>2</sup>, con impermeabilizante integral, cimbra de madera para acabado no aparente en trabes, columnas, losas y muros, fierro de refuerzo F'y = 2000 kg/cm<sup>2</sup>, relleno con tepetate, maniobras locales y todo lo necesario para su construcción.</p>	M <sup>2</sup> .	2,373.60	208.53	494,966.81
4.1-2	<p>FONNTANERIA, incluye: Suministro, instalación y prueba hidrostática de todas las piezas especiales de Fo. Fo. como son: válvula de alivio contra golpe de ariete, válvulas de flotador automáticas con válvula piloto, válvulas mariposa tipo obleea, reducciones, tubería, extremidades, juntas jibault, codos, tee, empaques de plomo, tornillos, herrería, etc., en tubería de llegada y de salida al tanque para 8" a 24" de diámetro.</p>	LOTE	1.00	176,454.08	176,454.08
4.1-3	<p>CONSTRUCCION, de trinchera y casa de vigilancia, incluye: trazo y nivelación, excavación con uso de rompedora hidroneumática en material tipo "C", fabricación de colado de concreto simple F'c = 250 kg/cm<sup>2</sup>, cimbra de madera para acabados no aparentes en trabes, columnas, losas y muros, fierro de refuerzo F'y = 2000 kg/cm<sup>2</sup>, acarreos, rellenos con tepetate, firme de concreto F'c = 150 kg/cm<sup>2</sup>, instalación hidráulica, sanitaria, eléctrica y de gas, herrería, muros de tabique rojo recocido, accesorios hidráulicos, sanitarios eléctricos y de gas, vidrios, acabados en general y todo lo necesario para su construcción.</p>	M <sup>2</sup> .	126.40	1,306.38	165,126.43
4.1-4	<p>DIAGRAMA unifilar y subestación eléctrica, red de tierras e instalación eléctrica de fuerza y detalles, incluye: Suministro e instalaación de materiales y equipo, así como también, accesorios y maniobras locales para su instalación.</p>	LOTE	1.00	260,045.30	<u>260,045.30</u>
					<b>1,096,592.62</b>

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
-------	----------	--------	----------	---------------------	-------------

4.2-1	4.2.- Tanque "La Joya I" (construido). CONSTRUCCION del depósito de tanque, fontanería y trinchera, incluye: Suministro de materiales, instalaciones en general, pruebas hidrostáticas en piezas especiales y todo lo necesario para su correcto funcionamiento y construcción, conforme al proyecto, normas y especificaciones.	M <sup>2</sup> .	400.00	492.54	197,016.00
-------	---	------------------	--------	--------	------------

4.2-3	4.3.- Tanque "El Tejocote" (construido). CONSTRUCCION del depósito de tanque, fontanería y trinchera, incluye: Suministro de materiales, instalaciones en general, pruebas hidrostáticas en piezas especiales y todo lo necesario para su correcto funcionamiento y construcción, conforme al proyecto, normas y especificaciones.	M <sup>2</sup> .	625.00	315.23	197,018.75
-------	---	------------------	--------	--------	------------

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
-------	----------	--------	----------	---------------------	-------------

4.A-1	<p>4. A.- Caja Rompedora de Presión (Zona Media).</p> <p>CONSTRUCCION del depósito de la caja, fontanería y trinchera, incluye: Suministro de materiales, instalaciones en general, pruebas hidrostáticas en piezas especiales y todo lo necesario para su correcto funcionamiento y construcción, conforme al proyecto, normas y especificaciones.</p>	M <sup>2</sup> .	400.00	677.94	271,176.00
-------	---	------------------	--------	--------	------------

4.B-1	<p>4. B.- Caja Rompedora de Presión (Zona Baja).</p> <p>CONSTRUCCION del depósito de la caja, fontanería y trinchera, incluye: Suministro de materiales, instalaciones en general, pruebas hidrostáticas en piezas especiales y todo lo necesario para su correcto funcionamiento y construcción, conforme al proyecto, normas y especificaciones.</p>	M <sup>2</sup> .	400.00	677.94	271,176.00
-------	--	------------------	--------	--------	------------

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
	<b>5.- RED DE DISTRIBUCION.</b>				
5-1	EXCAVACION con máquina para zanja en material clase "A" en seco con afloje y extracción de material, amacice o limpieza de plantilla y talúdes, remoción carga a camión o a un lado de la zanja, incluyendo acarreo a 10 m. del eje de la misma y conservación de la excavación hasta la instalación satisfactoria de la tubería. Excavación con máquina en material clase "A" de 0.00 a 8.00 m. de profundidad en seco.	M <sup>3</sup>	22,143.63	6.29	139,283.43
5-2	EXCAVACION con máquina en material clase "B" de 0.00 a 8.00 m. de profundidad en seco.	M <sup>3</sup>	22,143.63	36.76	813,999.84
5-3	EXCAVACION con uso de rompedora hidroneumática para zanjas en material clase "C" en seco y extracción de rezaga a mano, incluye: afloje, amacice o limpieza de plantilla y talúdes, remoción, traspaleos verticales para su extracción, carga directa a camión o a un lado de la zanja hasta 10 m. del eje de la misma y conservación de la excavación hasta la instalación satisfactoria de la tubería. Excavación en material clase "C" de 0.00 a 2.00 m. de profundidad en seco.	M <sup>3</sup>	11,071.82	87.71	971,109.33
5-4	PLANTILLA apizonada con pizón de mano en zanjas con material de banco (tezontle), incluye: colocación de plantilla, construcción del apoyo completo de la tubería, suministros y acarreos.	M <sup>3</sup>	5,087.64	47.20	240,136.61
5-5	RELLENO a volteo con equipo con material producto de excavación.	M <sup>3</sup>	21,370.30	4.48	95,738.94
5-6	RELLENO compactado con pizón de mano con material producto de excavación.	M <sup>3</sup>	12,839.41	9.25	118,764.54

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
5-7	RELLENO apizonado y compactado con agua en capas de 0.20 m. de espesor empleando material de baco (tepetate), incluye: Suministros y acarreos.	M <sup>3</sup>	8,552.43	53.74	459,607.59
5-8	Suministro, instalación, junteo y prueba hidrostática de tubería de asbesto-cemento clase A-5, incluye: Bajado de materiales, equipo para prueba, coples, gomas, acarreo a un kilómetro y maniobras locales. TUBERIA de asbesto-cemento, clase A-5 de 100 mm. (4") de diámetro.	ML.	7,852.00	46.81	367,552.12
5-9	TUBERIA de asbesto-cemento, clase A-5 de 150 mm. (6") de diámetro.	ML.	8,636.00	70.21	606,333.56
5-10	TUBERIA de asbesto-cemento, clase A-5 de 200 mm. (8") de diámetro.	ML.	5,100.00	77.17	393,567.00
5-11	TUBERIA de asbesto-cemento, clase A-5 de 250 mm. (10") de diámetro.	ML.	1,981.00	103.87	205,766.47
5-12	TUBERIA de asbesto-cemento, clase A-5 de 300 mm. (12") de diámetro.	ML.	682.00	135.75	92,581.50
5-13	TUBERIA de asbesto-cemento, clase A-5 de 350 mm. (14") de diámetro.	ML.	984.00	213.86	210,438.24
5-14	TUBERIA de asbesto-cemento, clase A-5 de 400 mm. (16") de diámetro.	ML.	741.00	264.50	195,994.50
5-15	TUBERIA de asbesto-cemento, clase A-5 de 450 mm. (18") de diámetro.	ML.	420.00	321.52	135,038.40
5-16	TUBERIA de asbesto-cemento, clase A-5 de 500 mm. (20") de diámetro.	ML.	708.00	434.64	307,725.12
5-17	TUBERIA de asbesto-cemento, clase A-5 de 610 mm. (24") de diámetro.	ML.	1,034.00	254.04	262,677.36
5-18	TUBERIA de asbesto-cemento, clase A-5 de 762 mm. (30") de diámetro.	ML.	425.00	655.05	278,396.25

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
5-19	Suministro, instalación, junteo y prueba hidrostática de tubería de P.V.C. rígido con cople integral "ANGER", incluye: bajada, material y equipo para prueba, flete a un kilómetro y maniobras locales. TUBERIA DE P.V.C. clase RD-32.5 de 63.5 mm. (2 1/2") de diámetro.	ML.	41,391.00	21.41	886,181.31
5-20	TUBERIA de P.V.C., clase RD-32.5 de 75 mm. (3") de diámetro.	ML.	6,685.00	16.72	111,773.20
5-21	Suministro de REDUCCION de Fo. Fo. con bridas de: 76 x 63.5 mm. (3" x 2 1/2") de diámetro.	PZA.	4.00	95.04	380.16
5-22	100 x 63.5 mm. (4" x 2 1/2") de diámetro.	PZA.	18.00	128.30	2,309.40
5-23	100 x 76 mm. (4" x 3") de diámetro.	PZA.	11.00	131.47	1,446.17
5-24	150 x 63.5 mm. (6" x 2 1/2") de diámetro.	PZA.	7.00	142.56	997.92
5-25	150 x 76 mm. (6" x 3") de diámetro.	PZA.	3.00	190.08	570.24
5-26	150 x 100 mm.(6" x 4") de diámetro.	PZA.	16.00	237.60	3,801.60
5-27	200 x 63.5 mm. (8" x 2 1/2") de diámetro.	PZA.	7.00	207.90	1,455.30
5-28	200 x 76 mm. (8" x 3") de diámetro.	PZA.	1.00	249.48	249.48
5-29	200 x 100 mm. (8" x 4") de diámetro.	PZA.	3.00	332.64	997.92
5-30	200 x 150 mm. (8" x 6") de diámetro.	PZA.	5.00	364.32	1,821.60
5-31	250 x 76 mm. (10" x 3") de diámetro.	PZA.	2.00	411.84	823.68
5-32	250 x 100 mm. (10" x 4") de diámetro.	PZA.	2.00	451.44	902.88

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
5-33	250 x 150 mm. (10" x 6") de diámetro.	PZA.	5.00	491.04	2,455.20
5-34	250 x 200 mm. (10" x 8") de diámetro.	PZA.	6.00	570.24	3,421.44
5-35	305 x 76 mm. (12" x 3") de diámetro.	PZA.	1.00	633.60	633.60
5-36	305 x 200 mm. (12" x 8") de diámetro.	PZA.	2.00	744.48	1,488.96
5-37	305 x 250 mm. (12" x 10") de diámetro.	PZA.	1.00	839.52	839.52
5-38	355 x 305 mm. (14" x 12") de diámetro.	PZA.	1.00	1,330.56	1,330.56
5-39	406 x 250 mm. (16" x 10") de diámetro.	PZA.	1.00	1,900.80	1,900.80
5-40	406 x 355 mm. (16" x 14") de diámetro.	PZA.	1.00	2,080.40	2,080.40
5-41	457 x 150 mm. (18" x 6") de diámetro.	PZA.	2.00	2,140.20	4,280.40
5-42	500 x 457 mm. (20" x 18") de diámetro.	PZA.	1.00	2,200.60	2,200.60
5-43	610 x 200 mm. (24" x 8") de diámetro.	PZA.	3.00	2,351.20	7,053.60
5-44	610 x 500 mm. (24" x 20") de diámetro.	PZA.	1.00	3,801.60	3,801.60
5-45	750 x 305 mm. (30" x 12") de diámetro.	PZA.	2.00	3,925.45	7,850.90
5-46	750 x 610 mm. (30" x 24") de diámetro.	PZA.	1.00	5,125.45	5,125.45
5.47	Suministro de CODO de Fo. Fo. con bridas de 22°30' de: 100 mm. (4") de diámetro.	PZA.	15.00	586.08	8,791.20
5-48	150 mm (6") de diámetro.	PZA.	7.00	617.76	4,324.32

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
5-49	200 mm. (8") de diámetro.	PZA.	3.00	649.44	1,948.32
5-50	250 mm. (10") de diámetro.	PZA.	1.00	681.12	681.12
5-51	305 mm. (12") de diámetro.	PZA.	1.00	997.92	997.92
5-52	355 mm. (14") de diámetro.	PZA.	1.00	1,449.36	1,449.36
5-53	406 mm. (16") de diámetro.	PZA.	2.00	1,900.80	3,801.60
5-54	457 mm. (18") de diámetro.	PZA.	1.00	2,352.24	2,352.24
5-55	610 mm. (24") de diámetro.	PZA.	1.00	3,255.12	3,255.12
5-56	Suministro de CODO de Fo. Fo. con bridas de 45° de: 100 mm. (4") de diámetro.	PZA.	8.00	256.70	2,053.60
5-57	150 mm. (6") de diámetro.	PZA.	14.00	269.26	3,769.64
5-58	200 mm. (8") de diámetro.	PZA.	7.00	443.52	3,104.64
5-59	250 mm. (10") de diámetro.	PZA.	2.00	681.12	1,362.24
5-60	500 mm. (20") de diámetro.	PZA.	1.00	2,851.20	2,851.20
5-61	610 mm. (24") de diámetro.	PZA.	2.00	3,801.20	7,602.40
5-62	Suministro de CODO de Fo. Fo. con bridas de 90° de: 100 mm. (4") de diámetro.	PZA.	11.00	297.40	3,271.40
5-63	150 mm. (6") de diámetro.	PZA.	6.00	316.80	1,900.80

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
5-64	200 mm. (8") de diámetro.	PZA.	5.00	491.04	2,455.20
5-65	250 mm. (10") de diámetro.	PZA.	11.00	807.84	8,886.24
5-66	355 mm. (14") de diámetro.	PZA.	1.00	1,197.90	1,197.90
5-67	750 mm. (30") de diámetro.	PZA.	1.00	3,997.66	3,997.66
5-68	Suministro de EXTREMIDAD de Fo. Fo. con bridas de: 100 mm. (4") de diámetro.	PZA.	167.00	205.20	34,268.40
5-69	150 mm. (6") de diámetro.	PZA.	187.00	237.60	44,431.20
5-70	200 mm. (8") de diámetro.	PZA.	119.00	380.16	45,239.04
5-71	250 mm. (10") de diámetro.	PZA.	40.00	554.40	22,176.00
5-72	305 mm. (12") de diámetro.	PZA.	3.00	696.96	2,090.88
5-73	355 mm. (14") de diámetro.	PZA.	8.00	1,108.80	8,870.40
5-74	406 mm. (16") de diámetro.	PZA.	22.00	1,821.60	40,075.20
5-75	457 mm. (18") de diámetro.	PZA.	14.00	2,059.20	28,828.80
5-76	500 mm. (20") de diámetro.	PZA.	10.00	2,376.00	23,760.00
5-77	610 mm. (24") de diámetro.	PZA.	14.00	3,168.00	44,352.00
5-78	750 mm. (30") de diámetro.	PZA.	5.00	4,760.00	23,800.00

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
5-79	Suministro de JUNTA JIBAULT completa, clase A-14 de: 100 mm. (4") de diámetro.	PZA.	167.00	56.30	9,402.10
5-80	150 mm. (6") de diámetro.	PZA.	187.00	62.20	11,631.40
5-81	200 mm. (8") de diámetro.	PZA.	119.00	153.65	18,284.35
5-82	250 mm. (10") de diámetro.	PZA.	40.00	237.60	9,504.00
5-83	305 mm. (12") de diámetro.	PZA.	3.00	316.80	950.40
5-84	355 mm. (14") de diámetro.	PZA.	8.00	491.04	3,928.32
5-85	406 mm. (16") de diámetro.	PZA.	22.00	760.32	16,727.04
5-86	457 mm. (18") de diámetro.	PZA.	14.00	997.92	13,970.88
5-87	500 mm. (20") de diámetro.	PZA.	10.00	1,203.84	12,038.40
5-88	610 mm. (24") de diámetro.	PZA.	14.00	1,584.00	22,176.00
5-89	750 mm. (30") de diámetro.	PZA.	5.00	2,184.25	10,921.25
5-90	Suministro de CRUZ de Fo. Fo. con bridas de: 100 x 63.5 mm (4" x 2 1/2") de diámetro.	PZA.	1.00	352.65	352.65
5-91	100 x 76 mm. (4" x 3") de diámetro.	PZA.	1.00	388.70	388.70
5-92	150 x 63.5 mm. (6" x 2 1/2") de diámetro.	PZA.	4.00	451.9	1,807.80
5-93	150 x 100 mm.(6" x 4") de diámetro.	PZA.	1.00	506.84	506.84

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
5-94	150 x 150 mm. (6" x 6") de diámetro.	PZA.	2.00	586.08	1,172.16
5-95	200 x 200 mm. (8" x 8") de diámetro.	PZA.	2.00	1,153.15	2,306.30
5-96	750 x 750 mm. (30" x 30") de diámetro.	PZA.	1.00	12,993.75	12,993.75
5-97	Suministro de TEE de Fo. Fo. con bridas de: 63.5 x 63.5 mm. (2 1/2" x 2 1/2") de diámetro.	PZA.	1.00	225.90	225.90
5-98	76 x 76 mm. (3" x 3") de diámetro.	PZA.	1.00	328.40	328.40
5-99	100 x 63.5 mm. (4" x 2 1/2") de diámetro.	PZA.	56.00	348.72	19,528.32
5-100	100 x 76 mm. (4" x 3") de diámetro.	PZA.	2.00	366.26	732.52
5-101	100 x 100 mm (4" x 4") de diámetro.	PZA.	8.00	378.30	3,026.40
5-102	150 x 63.5 mm. (6" x 2 1/2") de diámetro.	PZA.	65.00	380.16	24,710.40
5-103	150 x 76 mm (6" x 3") de diámetro.	PZA.	1.00	396.00	396.00
5-104	150 x 100 mm. (6" x 4") de diámetro.	PZA.	5.00	443.52	2,217.60
5-105	150 x 150 mm (6" x 6") de diámetro.	PZA.	12.00	459.36	5,512.32
5-106	200 x 63.5 mm. (8" x 2 1/2") de diámetro.	PZA.	41.00	601.92	24,678.72
5-107	200 x 100 mm. (8" x 4") de diámetro.	PZA.	2.00	649.44	1,298.88
5-108	200 x 150 mm. (8" x 6") de diámetro.	PZA.	4.00	681.12	2,724.48
5-109	200 x 200 mm. (8" x 8") de diámetro.	PZA.	5.00	744.48	3,722.40

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
5-110	250 x 63.5 mm. (10" x 2 1/2") de diámetro.	PZA.	7.00	828.23	5,798.31
5-111	250 x 150 mm. (10" x 6") de diámetro.	PZA.	1.00	1,061.28	1,061.28
5-112	250 x 200 mm. (10" x 8") de diámetro.	PZA.	3.00	1,135.72	3,407.16
5-113	250 x 250 mm. (10" x 10") de diámetro.	PZA.	3.00	1,188.00	3,564.00
5-114	305 x 200 mm. (12" x 8") de diámetro.	PZA.	2.00	990.00	1,980.00
5-115	355 x 76 mm. (14" x 3") de diámetro.	PZA.	1.00	2,025.40	2,025.40
5-116	355 x 100 mm. (14" x 4") de diámetro.	PZA.	1.00	2,217.60	2,217.60
5-117	355 x 150 mm. (14" x 6") de diámetro.	PZA.	1.00	2,777.30	2,777.30
5-118	406 x 100 mm. (16" x 4") de diámetro.	PZA.	8.00	2,851.20	22,809.60
5-119	406 x 150 mm. (16" x 6") de diámetro.	PZA.	2.00	3,168.00	6,336.00
5-120	457 x 100 mm. (18" x 4") de diámetro.	PZA.	4.00	2,534.40	10,137.60
5-121	457 X 150 mm. (18" X 6") de diámetro.	PZA.	1.00	3,801.60	3,801.60
5-122	457 x 457 mm. (18" x 18") de diámetro.	PZA.	1.00	4,989.60	4,989.60
5-123	500 x 100 mm. (20" x 4") de diámetro.	PZA.	3.00	1,636.66	4,909.98
5-124	610 x 100 mm. (24" x 4") de diámetro.	PZA.	3.00	3,041.28	9,123.84
5-125	610 x 406 mm. (24" x 16") de diámetro.	PZA.	1.00	6,445.35	6,445.35

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
5-126	610 x 610 mm. (24" x 24") de diámetro.	PZA.	1.00	8,553.60	8,553.60
5-127	750 x 200 mm. (30" x 8") de diámetro.	PZA.	1.00	8,356.95	8,356.95
5-128	750 x 250 mm. (30" x 10") de diámetro.	PZA.	1.00	10,440.60	10,440.60
5-129	Suministro e instalación de VALVULA DE SECCIONAMIENTO con bridas de: 63.5 mm. (2 1/2") de diámetro.	PZA.	4.00	740.28	2,961.12
5-130	76 mm. (3") de diámetro.	PZA.	4.00	980.52	3,922.08
5-131	100 mm. (4") de diámetro.	PZA.	7.00	1,426.68	9,986.76
5-132	150 mm. (6") de diámetro.	PZA.	19.00	2,425.88	46,091.72
5-133	200 mm. (8") de diámetro.	PZA.	8.00	4,402.21	35,217.68
5-134	250 mm. (10") de diámetro.	PZA.	2.00	6,378.54	12,757.08
5-135	305 mm. (12") de diámetro.	PZA.	1.00	9,643.14	9,643.14
5-136	355 mm. (14") de diámetro.	PZA.	1.00	12,907.74	12,907.74
5-137	457 mm. (18") de diámetro.	PZA.	1.00	26,401.42	26,401.42
5-138	500 mm. (20") de diámetro.	PZA.	1.00	39,895.10	39,895.10
5-139	610 mm. (24") de diámetro.	PZA.	1.00	53,388.78	53,388.78

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
5-140	Construcción de CAJAS tipo para operación de válvulas, con tapa de Fo. Fo., según plano No. Incluye todos los materiales, mano de obra y acarreos que sean requeridos.				
5-140-1	Tipo 1, para válvulas de 60 mm. (2 1/2") de diámetro. (0.70 x 0.70 m).	PZA.	4.00	1,515.54	6,062.16
5-140-2	Tipo 2, para válvulas de 75 mm. a 150 mm. (3" a 6") de diámetro, (1.00 x 0.90 m).	PZA.	25.00	1,724.98	43,124.50
5-140-3	Tipo 3, para válvulas de 200 mm. a 350 mm. (8" a 14") de diámetro, (1.40 x 1.20 m).	PZA.	11.00	1,969.87	21,668.57
5-140-4	Tipo 4, para válvulas de 400 mm. a 500 mm. (16" a 18") de diámetro, (1.70 x 1.60 m).	PZA.	3.00	2,181.74	6,545.22
5-140-5	Tipo 6, para válvulas de 200 mm. (8") (1.40 x 1.20 m).	PZA.	1.00	2,016.67	2,016.67
5-140-6	Tipo 9, para válvulas de 50 mm. a 150 mm, (2" a 6") de diámetro.	PZA.	2.00	1,686.46	3,372.92
5-140-7	Tipo 13, para válvulas de 200 mm. a 450 mm. (8" a 18") de diámetro.	PZA.	1.00	2,230.70	2,230.70
5-141	Instalación de piezas especiales de Fo. Fo. , incluye maniobras locales hasta 305 mm. (12") de diámetro.	KG.	31,671.00	4.67	147,903.57
5-141	De 305 mm (12"), hasta 750 mm. (30") de diámetro.	KG.	33,913.00	5.46	185,164.98
5-142	Suministro de EMPAQUE DE PLOMO para brida de: 63.5 mm. (2 1/2") de diámetro.	PZA.	222.00	5.65	1,254.30
5-143	76 mm. (3") de diámetro.	PZA.	29.00	6.78	196.62
5-144	100 mm. (4") de diámetro.	PZA.	237.00	9.06	2,147.22

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
5-145	150 mm. (6") de diámetro.	PZA.	287.00	10.36	2,973.32
5-146	200 mm. (8") de diámetro.	PZA.	164.00	20.26	3,322.64
5-147	250 mm. (10") de diámetro.	PZA.	67.00	28.50	1,909.50
5-148	305 mm. (12") de diámetro.	PZA.	10.00	49.22	492.20
5-149	355 mm. (14") de diámetro.	PZA.	11.00	57.42	631.62
5-150	406 mm. (16") de diámetro.	PZA.	25.00	80.52	2,013.00
5-151	457 mm. (18") de diámetro.	PZA.	17.00	103.62	1,761.54
5-152	500 mm. (20") de diámetro.	PZA.	11.00	120.87	1,329.57
5-153	610 mm. (24") de diámetro.	PZA.	22.00	138.16	3,039.52
5-154	750 mm. (30") de diámetro.	PZA.	10.00	161.26	1,612.60
5-155	Suministro de TORNILLOS de acero con cabeza y tuerca hexagonal de: 5/8" x 2 1/2" (15.9 x 63.5 mm).	PZA.	888.00	4.86	4,315.68
5-156	5/8" x 3" (15.9 x 76 mm).	PZA.	2,012.00	4.86	9,778.32
5-157	3/4" x 3 1/2" (19.1 x 89 mm).	PZA.	3,608.00	8.43	30,415.44
5-158	7/8" x 4" (22.2 x 102 mm).	PZA.	656.00	9.33	6,120.48
5-159	1" x 4 1/2" (25.4 x 114 mm).	PZA.	532.00	12.14	6,458.48
5-160	1 1/8" x 5" (28.6 x 127 mm).	PZA.	492.00	18.79	9,244.68

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
5-161	1 1/4" x 5 1/2" (31.8 x 140 mm).	PZA.	640.00	22.81	14,598.40
5-162	Suministro e instalación de CRUZ de P.V.C., de 63.5 x 63.5 mm. (2 1/2" x 2 1/2") de diámetro.	PZA	9.00	101.65	914.85
5-163	Suministro e instalación de CRUZ de 76 x 2 1/2" mm. (3" x 2 1/2") de diámetro.	PZA.	1.00	196.77	196.77
5-164	Suministro e instalación de TE de P.V.C. de 63.5 x 63.5 mm. (2 1/2" x 2 1/2") de diámetro.	PZA.	88.00	57.63	5,071.44
5-165	Suministro e instalación de TE de P.V.C. 76 x 63.5 mm. (3" x 2 1/2") de diámetro.	PZA.	40.00	109.44	4,377.60
5-166	Suministro e instalación de TE de P.V.C. 76 x 76 mm. (3" x 3") de diámetro.	PZA.	10.00	129.37	1,293.70
5-167	Suministro e instalación de REDUCCION campana de P.V.C., de 76 x 63.5 mm. (3" x 2 1/2") de diámetro.	PZA.	10.00	49.54	495.40
5-168	Suministro e instalación de EXTREMIDAD espiga de P.V.C. de 63.5 mm. (2 1/2") de diámetro.	PZA.	216.00	52.55	11,350.80
5-169	Suministro e instalación de EXTREMIDAD espiga de P.V.C. de 76 mm. (3") de diámetro.	PZA.	24.00	69.97	1,679.28
5-170	Suministro e instalación de TAPON campana de P.V.C., de 63.5 mm. (2 1/2") de diámetro..	PZA.	95.00	31.40	2,983.00
5-171	Suministro e instalación de CODO de P.V.C., de 22°30' de: 63.5 mm. (2 1/2") de diámetro.	PZA.	114.00	52.93	6,034.02
5-172	76 mm. (3") de diámetro.	PZA.	12.00	61.56	738.72

Capítulo 5

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO N\$	IMPORTE N\$
5-173	Suministro e instalación de CODO de P.V.C. de 45° de: 63.5 mm (2 1/2") de diámetro.	PZA.	63.00	57.93	3,649.59
5-174	76 mm. (3") de diámetro.	PZA.	5.00	67.56	337.80
5-175	Suministro e instalación de CODO de P.V.C. de 90° de: 63.5 mm (2 1/2") de diámetro.	PZA.	40.00	57.93	2,317.20
5-176	76 mm. (3") de diámetro.	PZA.	13.00	67.56	878.28
5-177	Fabricación y colado de CONCRETO simple vibrado y curado con membrana de F'c= 100 Kg./cm <sup>2</sup> . para atraques.	M <sup>3</sup> .	32.25	298.10	9,613.73
5-178	Suministro e instalación de TOMA domiciliaria de 13 mm. (1/2") de diámetro tipo 4-C de plástico flexible y fierro galvanizado V.C. 1975.	TOMA	18,000	103.87	<u>1,869,660.00</u>
					<b>10'394,200.40</b>

**GRAN TOTAL = N\$ 15'922,261.51**

VI. ESPECIFICACIONES DE  
CONSTRUCCION

El objeto de estas especificaciones es complementar las estipulaciones contenidas en los contratos, con la idea de establecer en los aspectos previsibles dentro de los lineamientos que se marcan en las declaraciones y cláusulas contractuales los preceptos que deberán normar la actuación de sus partes contratantes.

Asimismo tiene la finalidad de definir las metas cuya realización se pretende lograr en cada uno de los conceptos de trabajo que formen parte de los contratos, establecer las normas de ejecución de esos conceptos de trabajo y las que permitan calificar la idoneidad de los resultados obtenidos.

Se entenderá por Normas Generales y Técnicas de Construcción de la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento, el conjunto de disposiciones, requisitos, condiciones e instrucciones que dicha dependencia tiene estipuladas para la ejecución de sus obras y que se encuentran consignadas en el presente volumen.

Por el carácter que revisten estas especificaciones, se han agrupado en generales y técnicas; en el primer caso como su nombre lo indica, es un conjunto de estipulaciones de aplicación general a todos los contratos que celebre la Comisión y constituyen parte del texto.

Las especificaciones técnicas, contienen todas las indicaciones relativas a los diversos conceptos de trabajo que intervienen en la ejecución de las obras, o sea la definición de la obra que se requiere en cada caso, las normas técnicas a que deberá sujetarse su ejecución; la forma en que se medirá el trabajo desarrollado y la base sobre la cual se pagará al contratista las compensaciones a que tengan derecho.

La identificación y la localización de una especificación determinada, se hará mediante el número clave de la misma, que se agrupará en forma decimal y en el orden que se señala, los números del capítulo, cláusula, inciso y fracción que le corresponde en el texto de este volumen.

Las Normas y Especificaciones contenidas están basadas en las Especificaciones Generales y Técnicas de Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado, de la que fué la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP), en las Normas Generales de Construcción del Departamento del Distrito Federal (D.D.F.) y en las Especificaciones Generales y Técnicas de Construcción de la Dirección General de Obras Públicas del Gobierno del Estado de México, complementándolas entre ellas o adecuándolas cuando fué necesario.

Para lograr una buena construcción y funcionamiento del sistema de agua potable, se ha elaborado una serie de especificaciones a las cuales se sujetarán las obras de este tipo. Mencionaremos algunas considerando las mas importantes e indispensables.

Al referirnos a la "Comisión", estaremos hablando de la Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento del Estado de México.

1. **TRAZO Y NIVELES.**- La localización y niveles de trabajo, se fijarán en el campo de acuerdo al proyecto, fijando con estacas o señales los diferentes elementos del sistema. El contratista no podrá iniciar los trabajos mientras el Ingeniero Residente de la Obra no haya aprobado dicho trazo.

## 2. EXCAVACION.

**A010-02.1** Las excavaciones se ejecutarán en los materiales que de acuerdo a su dureza, al grado de dificultad que presentan y a la profundidad que indique el proyecto se clasifican en:

**Material "A"** - Es aquel que se puede atacar con pala si la excavación es hecha a mano.

**Material "B"** - Es aquel que requiere el uso de pico y pala si la excavación es hecha a mano.

**Material "C"** - Si la excavación es hecha a mano, es el material que sólo puede removerse con cuña y marro o con el uso de explosivos.

Quando en una excavación se encuentren materiales A, B, y C como es nuestro caso, estos se clasificarán en función de la proporción en la que intervengan.

**A010-02.2** El proyecto o la Comisión ordenará si las excavaciones deberán ejecutarse a mano o con máquina.

**A010-02.3** De acuerdo con el procedimiento de ataque las excavaciones se dividen en:

1. Excavación a mano.
  2. Excavación con máquina.
  3. Excavación mixta.
-

**A10-02.4** En la ejecución de las excavaciones se consideran los siguientes casos:

1. En seco.
2. Eliminando el agua mediante drenes o por bombeo autorizados por la Comisión en cuyo caso la excavación se considera en seco.
3. En agua, cuando no sea posible eliminarla por bombeo o por drenes.
4. En material saturado lodoso, es aquel que por su elevado contenido de agua se adhiere o se escurre de la herramienta o equipo utilizado para su extracción. Para la ejecución de las excavaciones, se deberán tomar en cuenta los estudios de mecánica de suelos.

**A010-02.5** El producto de la excavación se depositará a uno o a ambos lados de la zanja, dejando libre en el lado que fije la Comisión, un pasillo de 60 (sesenta) cm. entre el límite de la zanja y el pie del talud del bordo formado por dicho material. El contratista deberá conservar este pasillo libre de obstáculos.

**A010-02.6** Las excavaciones deberán ser afinadas en tal forma que cualquier punto de las paredes de las mismas no diste en ningún caso más de 5 cms. de la sección de proyecto, cuidándose que esta desviación no se repita en forma sistemática. El fondo de la excavación deberá ser afinado minuciosamente a fin de que la tubería que posteriormente se instale en la misma quede a la profundidad señalada y con la pendiente de proyecto.

**A010-02.7** Las dimensiones de las excavaciones que formarán las zanjas variarán en función del diámetro de la tubería que será alojada en ellas.

**A010-02.8** La Comisión deberá vigilar que desde el momento en que se inicie la excavación hasta aquel en que se termine el relleno de la misma, incluyendo el tiempo necesario para la colocación y prueba de la tubería, no transcurra un lapso mayor a 7 días de calendario.

**A010-02.9** Cuando la excavación de zanjas se realice en material "C", se permitirá el uso de explosivos, siempre que no altere el terreno adyacente y previa autorización por escrito de la Comisión. El uso de explosivos estará sujeto a las disposiciones de la Secretaría de la Defensa Nacional.

**A010-03 MEDICION.**

**A010-03.1** La medición de la excavación será en metros cúbicos y en ningún caso se considerara abundamiento, los volúmenes se medirán en la misma excavación.

**A010-03.2** El suministro, colocación y remoción de ademes de madera se medirá en metros cuadrados con aproximación de una decimal. Al efecto se determinará en la obra el área de madera colocada para ademes según el proyecto y/o las ordenes de la Comisión.

**A010-04 BASE DE PAGO.**

**A010-04.1** La excavación de zanjas, le será pagada al contratista a los precios estipulados en el contrato, para los conceptos de trabajo correspondientes.

**A010-04.2** No se considerarán para fines de pago las excavaciones hechas por el contratista fuera de las líneas de proyecto y/o de las indicaciones de la Comisión ni la remoción de derrumbes originados por causas imputables al contratista, al igual que las excavaciones que efectúe fuera del proyecto y/o de las ordenes de la comisión, tales como sobreexcavaciones.

**3. PLANTILLA APISONADA.-** Cuando el fondo de las excavaciones no pueda ser conformado directamente con pala de mano, o que por la profundidad de la zanja sea necesario dar a la tubería un apoyo mas firme, se procederá a colocar una plantilla para lo cual se utilizarán materiales "A" y "B", seleccionados del producto de las excavaciones, exentos de piedras. La plantilla se apisonará con pisón de mano metálico o equipo manual, hasta lograr el grado de compactación estipulado. También se puede construir o cuando lo ordene la Comisión, con pedacería de tabique, tezontle, grava cementada, concreto simple o concreto armado.

En la parte central de la plantilla se construirá un apoyo en forma de canal semi-circular para permitir que el cuadrante inferior de la tubería descansa en toda su longitud. Deberá procurarse que transcurra el menor tiempo posible entre la construcción de la plantilla y el tendido de la tubería.

- 4. RELLENO DE ZANJAS A VOLTEO.-** Con el fin de evitar daños a las tuberías instaladas, ocasionados por descuido, movimientos de tierras y caída de materiales duros sobre las mismas, se recomienda proceder al relleno inmediato después de su instalación y alineamiento, dejando al descubierto en su totalidad los cruceros y coples de tuberías, hasta verificar las pruebas hidrostáticas que se hagan necesarias y posteriormente a estas se complementará dicho relleno.

El relleno a volteo se efectuará en la zanja a partir de 30 cm. arriba del lomo de las tuberías, utilizando los materiales "A" y/o "B", producto de las excavaciones hasta formar arriba del nivel del terreno un borde del espesor que ordene el Ingeniero, suficiente para que con la compactación natural del terreno se pueda garantizar el nivel original.

- 5. RELLENO DE ZANJAS, APISONADO Y COMPACTADO.-** Se tomarán en cuenta las recomendaciones hechas en el procedimiento de relleno de zanjas a volteo.

El relleno apisonado y compactado se efectuará en toda la zanja, en capas de 20 cm. de espesor; cada una de ellas deberá alcanzar el grado de compactación requerido, referido a la prueba Proctor, utilizando para ello pisón de mano o equipo manual mecánico. Se utilizarán materiales clase "A" y/o "B", seleccionados del producto de las excavaciones. Así como también tepetate en las zonas rocosas y donde lo indique la Comisión (en terrenos de mala calidad).

Durante la ejecución de los rellenos se agregará agua a los materiales para su mayor compactación dosificándola en forma adecuada para obtener los grados de compactación requeridos a juicio de la Comisión.

## **6. INSTALACIÓN, JUNTEO Y PRUEBAS DE TUBERÍA DE ASBESTO-CEMENTO.**

- 6.1-Instalación, junteo y pruebas de tubería.-** En la instalación de tuberías se deberá tener especial cuidado en su manejo, para evitar golpes que puedan dañarla, por lo que por ningún motivo se permitirá el tendido cuando la zanja este inundada, debiéndose tomar las precauciones necesarias para evitar que las tuberías floten.

El contratista deberá usar para el manejo de tuberías, grúas, malacates, bandas o cualquier otro dispositivo que impida que las tuberías se golpeen, se dejen caer o se sometan a esfuerzos de flexión.

**B000-02.8** En redes de distribución, no se procederá al tendido de ningún tramo de tubería hasta en tanto no se encuentren los cruceros que limiten el tramo correspondiente. Dichos cruceros se instalarán armando las diversas válvulas y piezas especiales que los formen, las que se instalarán de acuerdo con los señalado en estas Especificaciones.

**B000-02.9** En la colocación preparatoria para el junteo de las tuberías se observarán las normas siguientes:

- a) Una vez bajadas al fondo de las zanjas deberán ser alineadas y colocadas de acuerdo con los datos del proyecto, procediéndose a continuación al junteo correspondiente.
- b) Se tendrá la tubería de manera que apoyen en toda su longitud en el fondo de la zanja previamente afinada.
- c) Las piezas de los dispositivos mecánicos o de cualquier otra índole usados para mover las tuberías, que se pongan en contacto con éstas, deberán ser de madera, hule, cuero, yute o lona, para evitar que las dañe.
- d) La tubería se manejará e instalará de tal manera que no resientan esfuerzos causados por flexión.
- e) Al proceder a su instalación se evitará que penetre en su interior agua o cualquier otra sustancia y que se ensucien las partes interiores de las juntas.
- f) La Comisión comprobará mediante el tendido de hilos o por cualquier otro procedimiento que juzgue conveniente, que tanto en planta como en perfil la tubería quede instalada con el alineamiento debido, señalado por el proyecto.
- g) Deberá evitarse, al tender un tramo de tubería en líneas de conducción o entre dos cruceros de redes, que se formen curvas verticales convexas hacia arriba.
- h) Cuando se presenten interrupciones en los trabajos al final de cada jornada de labores, deberán taparse los extremos abiertos de las tuberías cuya instalación no esté terminada, de manera que no puedan penetrar en su interior materias extrañas, tierra, basura, etc.

**B000-02.10** Una vez terminado el junteo de la tubería en conducciones y redes, previamente a su prueba por medio de presión hidrostática, será anclada provisionalmente mediante un relleno apisonado de tierra en el centro de cada tubo, dejándose al descubierto las juntas para que puedan hacerse las observaciones necesarias en el momento de la prueba.

**B000-02.11** Una vez instalada la tubería con el alineamiento y la pendiente de proyecto y/o ordenado por la Comisión, deberá ser anclada en forma definitiva con atraques de concreto de la forma, dimensiones y calidad que señale la Comisión. Los atraques se construirán en los codos (cambios de dirección o de pendiente) para evitar en forma efectiva movimientos de la tubería producidos por la presión hidrostática normal en su interior o por los golpes de ariete cuando los hubiere y durante la prueba de presión hidrostática. Es indispensable llenar y purgar las tuberías con 24 horas de anticipación a esta prueba.

**B000-02.12** La Comisión vigilará en todo momento que no se instalen tuberías cuando exista agua en el interior de las zanjas, debiéndose tomar las precauciones que sean necesarias para evitar que floten las ya colocadas. Cuando se presenten interrupciones en los trabajos o al final de cada jornada de labores, deberán taparse los extremos de las tuberías, de manera que no puedan penetrar en su interior materias extrañas.

Para asegurar que el trabajo de instalación estuvo bien hecho, se someterá la tubería y conexiones a una prueba hidrostática por medio de presión de agua, y otra en la que se cuantificarán las fugas en el tramo instalado.

**B000-02.13** Prueba de Presión Hidrostática (prueba de estanquidad de juntas). Terminado el junteo de la tubería y anclada esta provisionalmente, se procederá a efectuar la prueba de estanquidad de las juntas mediante la aplicación de presión hidrostática de acuerdo con el tipo y la clase de tubería que se trate.

Esta prueba se hará después de transcurridos 5 días de haberse construido el último atraque de concreto y dentro de los primeros tres días hábiles de concluida la instalación en caso de que no haya atraques. La tubería se llenará lentamente de agua y se purgará el aire entrampado en ella mediante la inserción de válvulas de purga de aire en la parte mas alta de la tubería.

Una vez que se haya escapado todo el aire contenido en la tubería se procederá a cerrar las válvulas de purga de aire y se aplicará la presión de prueba mediante una bomba adecuada para pruebas de este tipo, que se conectara a la tubería.

Alcanzada la presión de prueba que será igual a 1.5 veces la presión de trabajo, se sostendrá ésta continuamente durante una hora cuando menos o durante el tiempo necesario para revisar cada tubo, las juntas, las válvulas y piezas especiales, a fin de localizar las posibles fugas que en general no deben existir, o cualquier material defectuoso o dañado que se descubra al efectuar la prueba, el que será removido o reemplazado, repitiéndose la prueba tantas veces como sea necesario. Es indispensable llenar de agua las tuberías con 24 horas de anticipación a la realización de esta prueba.

**B000-02.14** La prueba de tubería en redes de distribución deberá efectuarse primero por tramos entre crucero y crucero y posteriormente por circuitos. No deberán probarse tramos menores de los existentes entre crucero y crucero.

**B000-02.15** En líneas de conducción se deberán probar por tramos construídos con una misma clase de tubería y que no excedan de 1 000 m. como máximo. Las pruebas se harán con las válvulas de purga de aire abiertas, usando tapas ciegas para cerrar los extremos de la tubería, las que deberán anclarse provisionalmente en forma efectiva a juicio de la Comisión.  
Posteriormente deberá repetirse la prueba con las válvulas cerradas, para comprobar que quedaron correctamente instaladas las tuberías y accesorios.

**B000-02.19** Acoplamiento. El tipo de juntas para unir tubos de extremos lisos de asbesto-cemento deberá ser de los denominados coples o de otro tipo previamente aprobados por la Comisión. Los coples deberán tener 2 ó 3 anillos de hule.  
La colocación de los coples se harán por medio de "gatos" de palanca, de fricción, de escalera e hidráulicos adecuados para este objeto.

La unión de tubos de asbesto-cemento con extremos lisos, con los extremos lisos de piezas especiales de los cruceros, se efectuará por medio de juntas Gibault o de otro tipo previamente aprobado por la Comisión.

Previamente a la conexión se deberán limpiar todos los elementos que constituyen la junta.

---

**B000-02.20** La colocación de las juntas Gibault, se hará guardando los requisitos siguientes:

- a) Previamente a la colocación se deberá comprobar que los diámetros exteriores de los extremos de tubo de asbesto-cemento y/o pieza especial, a unir (extremidades de fierro fundido) sean aproximadamente iguales, o que queden dentro de la tolerancia que permita un ajuste correcto de la junta Gibault. Cuando se presente un tubo o extremo de pieza especial cuya tolerancia impida un correcto ajuste, se buscará otro tubo u otra extremidad cuyo diámetro exterior no presente dificultades para su correcto ajuste en relación con el que ya esté instalado.
- b) Se comprobará el buen estado de los anillos de sello, de las bridas, del barrilete y de los tornillos y tuercas de la junta.
- c) Se colocará una de las bridas, uno de los anillos de sello y el barrilete de la junta Gibault en el extremo del tubo o extremidad de la pieza ya instalada, la otra brida y el segundo anillo de sello se colocará en extremo del tubo por juntear.
- d) Una vez colocados los anillos, brida y barrilete en la forma antes descrita, se comprobará que los extremos por juntear estén alineados con una tolerancia máxima de 3 mm. en cualquier sentido.
- e) Ya alineados los tubos o tubo y extremidad de fierro fundido y con una distancia libre de 2 cm. entre los extremos de los dos, manteniendo fijos los extremos se centrarán el barrilete y las bridas con sus correspondientes anillos de sello, acercando las bridas de modo que los anillos puedan hacer una presión ligera sobre el barrilete; en esta posición se colocarán los tornillo y se apretarán las tuercas de los mismos procurándose que la presión sea uniforme en todos los tornillos a fin de evitar la rotura de las bridas y de los propios tornillos.
- f) Para tomar movimientos de expansión y contracción del tubo, la junta se provee de un espacio entre los dos tubos: para ellos se levanta el extremo libre del último tubo colocado y se vuelve a bajar; este movimiento separa, en la junta, los extremos de los tubos.
- g) Finalmente, deberá verificarse que los anillos de hule de las juntas queden en su posición correcta uniformemente aprisionados por las bridas y sin rebordes o mordeduras.

**B000-02.21** Cuando sea procedente alinear las tuberías con un pequeño grado de curvatura indicado en los planos, el proyecto y/o las ordenes de la Comisión, la deflexión máxima permisible entre dos tubos consecutivos será la indicada en la tabla siguiente:

**Deflexión Máxima en Grados para Tubos de Asbesto Cemento con Cople.**

Diámetro Nominal del Tubo (mm)	Presión de Trabajo en kg/cm <sup>2</sup> .		
	0.0 a 3.5	3.5 a 7.0	7.0 a 10.5
76	20	15	10
102	17	15	10
152	12	12	10
203	9	9	9
254	7	7	7
305	6	6	6
356	7	7	7
406	6	6	6
457	5	5	5
508	5	5	5
610	4	4	4
762	3	3	3
914	3	3	3

**B000-02.22** Prueba de presión hidrostática para tubería de asbesto-cemento (prueba de estanquidad). Terminado el acoplamiento de los tubos y verificadas las operaciones, se procederá al llenado lento de la tubería. Es aconsejable dejar transcurrir 24 horas una vez que se ha llenado de agua la tubería, con el objeto de permitir que ésta sature su capacidad de absorción; una vez transcurridas las 24 horas se procederá a la purga del aire y a elevar la presión hasta 1.5 veces la presión de trabajo.

Para mantener la presión de prueba, normalmente se requerirá añadir agua, el volumen de agua requerido no deberá exceder al consignado.

La presión de prueba, 1.5 veces la presión normal de trabajo de la tubería, deberá mantenerse durante dos horas.

No se aprobará ningún tramo de tubería hasta que los volúmenes adicionales de agua requeridos para mantener la presión sean menores a los indicados en la tabla siguiente. No deberá existir ninguna fuga de agua en el tramo probado; si se detectara alguna, el contratista deberá hacer las reparaciones necesarias en los acoplamientos o tubos defectuosos.

**Prueba de Presión Hidrostática en tuberías de Asbesto Cemento.**

DIAMETRO		Fuga permisible para 100 juntas (clase A-5).
mm.	pulg.	lts./hr.
50	2	1.90
76	3	4.05

**Prueba de Presión Hidrostática de tuberías de Asbesto Cemento.**

Diámetro del tubo		Volúmenes máximos en litros/hora por cada 100 tramos del tubo.		
(mm)	(pulg)	Clase A-5	Clase A-7	Clase A-10
100	4	7.08	8.18	10.03
150	6	10.64	12.26	15.03
200	8	14.19	16.35	20.06
250	10	17.71	20.48	25.06
300	12	21.27	24.56	30.05
350	14	24.79	28.65	35.09
400	16	28.35	32.74	40.08
450	18	31.91	36.83	45.12
500	20	35.43	40.92	50.11
600	24	42.54	49.09	60.14
750	30	53.14	61.39	75.17
900	36	63.78	73.66	90.20

## 6.2) INSTALACION, JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA DE P.V.C.

**B040-02.6** Cuando no sea posible que los tubos sean colocados a lo largo de la zanja o instalada la tubería conforme va siendo recibida por el contratista, éste deberá almacenarla en los sitios que autorice la Comisión, en pilas de dos metros de altura, como máximo, evitando que las campanas se apoyen unas contra otras para lo cual se "cuatrapearán" tales campanas con los extremos lisos de los tubos, separando cada capa de tubería de las siguientes con tabloncillos de 19 a 25 mm. de espesor, que quedarán espaciados a lo largo de la tubería de 120 cm. de eje a eje como máximo.

Para el almacenaje de tubos de P.V.C. deberá utilizarse de preferencia un sitio plano, libre de hierbas y piedras; la primera hilada de tubos se apoyará sobre tiras de madera, evitándose que queden expuestos a los rayos solares.

Si estos tubos quedan provisionalmente a la intemperie, no es recomendable cubrirlos con lonas o polietileno dado que provocan aumento de temperatura que puede causar deformaciones a los tubos.

**B040-02.7** Previamente a su instalación la tubería deberá estar limpia de tierra, exceso de pintura, aceite, polvo o cualquier otro material que se encuentre en su interior o en las caras exteriores de los extremos del tubo que se insertarán en las juntas.

**B040-02.8** En redes de distribución, no se procederá al tendido de ningún tramo de tubería hasta en tanto no se encuentren instalados los cruceros que limiten el tramo correspondiente. Dichos cruceros se instalarán armando las diversas válvulas y piezas especiales que los formen, las que se instalarán de acuerdo con lo señalado en estas Especificaciones.

**B040-02.9** En la colocación preparatoria para el junteo de las tuberías se observarán las normas siguientes:

- a) Una vez bajadas al fondo de las zanjas deberán ser alineadas y colocadas de acuerdo con los datos del Proyecto, procediéndose a continuación al junteo correspondiente.
- b) Se tenderá la tubería de manera que apoye en toda su longitud en el fondo de la zanja previamente afinada o sobre la plantilla construída.
- c) Las piezas de los dispositivos mecánicos o de cualquier otra índole usados para mover las tuberías, que se pongan en contacto con éstas, deberán ser de madera, hule, cuero, yute o lona, para evitar que las dañe.
- d) La tubería se manejará e instalará de tal modo que no resienta esfuerzos causados por flexión.
- e) Al proceder a su instalación se evitará que penetre en su interior agua o cualquier otra sustancia y que se ensucien las partes interiores de las juntas.
- f) La Comisión comprobará mediante el tendido de hilos o por cualquier otro procedimiento que juzgue conveniente, que tanto en planta como en perfil la tubería quede instalada con el alineamiento debido, señalado por el proyecto.
- g) Deberá evitarse, al tender un tramo de tubería en líneas de conducción o entre dos cruceros en redes, que se formen curvas verticales convexas hacia arriba.
- h) Cuando se presenten interrupciones en los trabajos al final de cada jornada de labores, deberán taparse los extremos abiertos de las tuberías cuya instalación no esté terminada, de manera que puedan penetrar en su interior materias extrañas, tierra, basura, etc.

**B040-02.10** Una vez terminado el junteo de la tubería en conducciones y redes, previamente a su prueba por medio de presión hidrostática, será anclada provisionalmente mediante un relleno apisonado de tierra en el centro de cada tubo, dejándose al descubierto las juntas para que puedan hacerse las observaciones necesarias en el momento de la prueba.

**B040-02.11** Una vez instalada la tubería con el alineamiento y la pendiente de proyecto y/o ordenado por la Comisión, deberá ser anclada en forma definitiva con atraques de concreto de la forma, dimensiones y calidad que señale el proyecto y/o Comisión. Los atraques se construirán en los codos ( cambios de dirección o pendiente ) para evitar en forma efectiva movimientos de la tubería producidos por la presión hidrostática normal en su interior o por los golpes de ariete cuando los hubiere, y durante la prueba de presión hidrostática. Es indispensable llenar y purgar las tuberías con 24 horas de anticipación a esta prueba.

**B040-02.12** La Comisión vigilará en todo momento que no se instalen tuberías cuando exista agua en el interior de las zanjas, debiéndose tomar las precauciones que sean necesarias para evitar que floten las ya colocadas.

**B040-02.13** Prueba de presión hidrostática ( prueba de estanquidad de juntas ). Terminado el junteo de la tubería y anclada ésta provisionalmente se procederá a efectuar la prueba de estanquidad en las juntas mediante la aplicación de presión hidrostática.

Esta prueba se hará después de transcurridos 5 (cinco) días de haberse construido el último atraque de concreto y dentro de los primeros 3 días hábiles de concluida la instalación en caso de que no haya atraques. La tubería se llenará lentamente de agua y se purgará el aire entrampado en ella mediante la inserción de válvulas de purga de aire en la parte mas alta de la tubería, se procederá a cerrar las válvulas de purga de aire y se aplicará la presión de prueba mediante una bomba adecuada para pruebas de ese tipo, que se conectará a la tubería.

Una vez alcanzada la presión de prueba que será igual a 1.5 veces la presión de trabajo, se sostendrá ésta continuamente durante una hora cuando menos o durante el tiempo necesario para revisar cada tubo, las juntas, válvulas y piezas especiales, a fin de localizar las posibles fugas que en general no deben existir, o cualquier material defectuoso o dañado que se descubra al efectuar la prueba, el que será removido o reemplazado, repitiéndose la prueba tantas veces como sea necesario. Es indispensable llenar de agua las tuberías con 24 horas de anticipación a la realización de ésta prueba.

**B040-02.14** La prueba de tubería en redes de distribución deberá efectuarse primero por tramos entre crucero y crucero y posteriormente por circuitos. No deberán probarse tramos menores de los existentes entre crucero y crucero.

**B040-02.15** En líneas de conducción se deberán probar por tramos contruídos con una misma clase de tubería y que no excedan de 1 000 m, como máximo. Las pruebas se harán con las válvulas de purga de aire abiertas, usando tapas ciegas para cerrar los extremos de la tubería, las que deberán anclarse provisionalmente en forma efectiva a juicio de la Comisión. Posteriormente deberá repetirse la prueba con las válvulas cerradas, para comprobar que quedaron correctamente instaladas las tuberías y accesorios.

**B040-02.16** La prueba de presión hidrostática de las tuberías será hecha por el contratista como parte de las operaciones correspondientes a la instalación de la tubería. El manómetro previamente calibrado por la Comisión, y la bomba para las pruebas, serán suministradas por el proyectista, pero permanecerán en poder de la Comisión durante el tiempo de construcción de la obras. Además, el contratista suministrará el agua, mano de obra y todo lo que sea necesario para efectuar la prueba.

**B040-02.17** Comisión dará constancia por escrito al contratista de su aceptación a entera satisfacción de cada tramo de tubería que haya sido probado. En esta constancia deberán detallarse en forma pormenorizada el proceso y resultados de las pruebas efectuadas.

**B040-02.18** Los tubos, válvulas y piezas especiales, empaques, etc., que resulten defectuosos de acuerdo con las pruebas efectuadas, serán instalados nuevamente en forma correcta por el contratista sin compensación adicional. La sustitución de estos materiales, cuando así sea necesario, también será hecha por el contratista cuando hayan sido suministrados por el. En caso de que los haya suministrado la Comisión, ésta deberá proporcionarlos nuevamente, pero la instalación será igualmente por cuenta del contratista.

**B040-02.19** Acoplamiento. Los tubos de policloruro de vinilo, conocidos generalmente como tubos de P.V.C., deben tener campana integral de preferencia, para su acoplamiento. No es recomendable la utilización de tubos de extremos lisos para cementar en campo. La instalación de tubería de P.V.C., para conducciones y redes de distribución ; se hacen en la forma siguiente:

---

- a) El extremo liso del tubo debe estar achaflanado en fábrica. En el caso de que fuera necesario utilizar un tramo de tubo, deberá estar cortado a escuadra y se le quitarán las rebabas de la cara interior con un cuchillo o con lija fina. Utilizando un tubo achaflanado en fábrica que se utilizará como guía, se formará el chaflán al tramo de tubo utilizando una lima plana con dientes curvos de cordoncillo.
- b) Con lápiz o crayón se indicará la marca de inserción en el extremo liso de cada tubo, de acuerdo con los datos del fabricante.
- c) La ranura de la campana del tubo deberá estar perfectamente limpia para que el anillo de sello, que también estará limpio, pueda embonar bien en ella. Se introducirá la espiga en la campana, sin anillo, para comprobar que entra y sale sin ningún esfuerzo.
- d) Se coloca el anillo en la ranura procurando que la marca del fabricante quede hacia afuera. No es recomendable utilizar lubricante con el propósito de facilitar la inserción del anillo.
- e) Se aplica lubricante del fabricante al extremo liso del tubo, incluyendo el chaflán, hasta una distancia de 50 mm, de la punta.
- f) Se procede finalmente al acoplamiento introduciendo el extremo liso directamente en la campana hasta llegar a la marca de inserción con lo que quedará el espacio necesario dentro la campana, para la expansión y contracción del tubo. Si durante el acoplamiento se presenta cualquier resistencia para lograr la unión adecuada, el anillo puede estar torcido y por tanto, se deberá desmontar la junta para colocar el anillo de sello en forma correcta.

**B040-02.20** Se recomienda que la instalación de tubería de P.V.C. con campana en líneas de conducción se realice colocando las campanas en el sentido contrario del flujo, aún cuando el sentido contrario al escurrimiento del agua no perjudica a la tubería como es el caso de las redes de distribución.

**B040-02.21** Si se aceptó por parte de la Comisión el acoplamiento de tubos fuera de zanja, una vez efectuada la unión de varios tubos, se procederá a bajar la lingada a la zanja con cuidado, sin dejarla caer, con cables y varias personas, cuidando que no se desacople lo cual se comprueba revisando la marca de entrada en la espiga de cada tubo.

Este tipo de acoplamiento es recomendable para líneas de conducción.

**B040-02.22** Cuando se realicen instalaciones de tubería de P.V.C., en época de calor o en regiones con variaciones notables de temperatura durante el día, se recomienda hacer la instalación en las primeras horas de la mañana. Se puede aceptar cierto "serpenteo" de la línea como precaución para absorber movimientos longitudinales.

Prueba de Presión Hidrostática para tuberías de P.V.C. (Prueba de Estanquidad). Terminado el acoplamiento de los tubos y verificadas las operaciones indicadas en la especificación B040-02.13, se procederá al llenado lento de la prueba; la segunda etapa consiste en elevar la presión hasta 1.5 veces la presión de trabajo de la tubería instalada. Si durante los siguientes 20 minutos de haber alcanzado la presión de prueba disminuye ésta, lo que se puede deber a la elasticidad de los tubos, la cual aumenta con el aumento de la temperatura ambiente, se deberán dejar transcurrir como mínimo 15 minutos después del descenso de la presión del manómetro, para volver al valor deseado, el cual debe mantenerse durante 2 horas, para la revisión de los tubos y uniones. Si las variaciones de la temperatura ambiente, manómetro en mal estado o fallas en la bomba, la inestabilidad del manómetro nos indicará la existencia de fugas en la línea. Se procede entonces a recorrer el tramo examinado todas las uniones y tubos hasta descubrir la humedad.

Si se descubre algún acoplamiento defectuoso se procederá a su inspección cuidadosa para saber la causa de la fuga, que se puede deber a que el anillo haya quedado mal colocado, rotura en el tubo (sus extremos), desacoplamiento de la unión por falta de atraque, etc., se procede a la reparación por parte del contratista, tomando en cuenta lo especificado en B0040-02.18 .

## **7) INSTALACION DE PIEZAS ESPECIALES Y VALVULAS.**

Antes de su instalación, las piezas especiales y válvulas, deberán estar limpias de tierra, exceso de pintura, aceite, polvo o cualquier otro material que se encuentre en su interior o en las juntas.

---

**B130-02.5** Previamente al tendido de un tramo de tubería se instalarán los cruceros de dicho tramo, colocándose tapas ciegas provisionales en los extremos de esos cruceros que no se conecten de inmediato. Si se trata de piezas especiales con brida, se instalará en ésta una extremidad a la que se conectará una junta o una campana de tubo, según se trate respectivamente del extremo liso de una tubería o de la campana de una tubería de macho y campana.

**B130--02.6** Previamente a su instalación y a la prueba a que se sujetarán junto con las tuberías ya instaladas, todas las piezas especiales de fierro fundido que no tengan piezas móviles se sujetarán a prueba hidrostática individual con una presión de 10 kg/cm<sup>2</sup>. Las piezas especiales que tengan piezas móviles se sujetarán a pruebas de presión hidrostática individuales, del doble de la presión de trabajo de la tubería a que se conectarán, la cual en todo caso no deberá ser menor de 10 (diez) kg/cm<sup>2</sup>.

**B130-02.7** Durante la instalación de piezas especiales dotadas de bridas, se comprobará que el empaque de plomo o neopreno que obrará como sello en las uniones de las bridas, sea del diámetro adecuado sin que sobresalgan invadiendo el espacio del diámetro interior de las piezas.

**B130-02.8** La unión de las bridas de piezas especiales deberá efectuarse cuidadosamente apretando los tornillos y tuercas en forma de aplicar una presión uniforme que impida fugas de agua. Si durante la prueba de presión hidrostática a que serán sometidas las piezas especiales conjuntamente con la tubería a que se encuentren conectadas, se observarán fugas, deberá desarmarse la junta para unirla de nuevo, empleando un sello de repuesto que no se encuentre previamente deformado por haber sido utilizado con anterioridad.

La prueba hidrostática de las piezas especiales y válvulas, se efectuará conjuntamente con las tuberías.

**B160-02.5** Los cruceros se colocarán en posición horizontal, con los vástagos de las válvulas perfectamente verticales y estarán formados por las cruces, codos, válvulas y demás piezas especiales que señale el proyecto y/u ordene la Comisión.

**B160-02.6** Todas las válvulas con excepción de las denominadas G.P.B, deberán anclarse con concreto.

**B160-02.7** Previamente a su instalación y a la prueba a que se sujetarán junto con las tuberías ya instaladas, todas las válvulas se sujetarán a pruebas de presión hidrostáticas individuales del doble de la presión de trabajo de la tubería a que se conectarán, la cual en todo caso no deberá ser menor de 10 (diez)  $\text{kg/cm}^2$ .

**B160-02.8** Durante la instalación de válvulas, se comprobará que el empaque de plomo que obrará como sello en las uniones de las bridas, sea del diámetro adecuado a las mismas, sin que sobresalga invadiendo el espacio del diámetro interior de las piezas.

**B160-02.9** La unión de las bridas de las válvulas deberá efectuarse cuidadosamente apretando los tornillos y tuercas en forma de aplicar una presión uniforme que impida fugas de agua. Si durante la prueba de presión hidrostática a que serán sometidas las válvulas conjuntamente con la tubería a la que se encuentren conectadas, se observarán fugas, deberá desarmarse la junta para volver a unir, empleando un sello de plomo de repuesto que no se encuentre previamente deformado con anterioridad.

## **8) CAJAS PARA OPERACION DE VALVULAS.**

Las cajas para operación de válvulas tienen como fin la protección de estas y que puedan ser operadas libremente, localizándose principalmente en los cruceros donde se requiere la instalación de una o más válvulas de seccionamiento.

Su proceso de construcción será a medida que vayan siendo instaladas las válvulas y piezas especiales que constituyen el cruceo correspondiente; deberá quedar centrado el registro o registros de las cajas según el caso, con relación a los vástagos de las válvulas, para que estas sean operadas eficientemente.

El diseño, detalles constructivos y accesorios se apegarán a lo especificado en el plano de cajas para operación de válvulas correspondiente.

La losa superior de las cajas, así como los marcos, contramarcos y tapas, deberán coincidir con el nivel de los pavimentos existentes o en su defecto con el terreno natural, considerándose como tal una caja totalmente terminada.

**B240-01.1** Por cajas de operación de válvulas se entenderá las estructuras de mampostería y/o concreto prefabricadas y destinadas a alojar las válvulas y piezas especiales en cruceros de redes de distribución de agua potable, facilitando la operación de dichas válvulas.

**B240-02.1** Las cajas de operación de válvulas serán construídas en los lugares señalados por el proyecto y/u ordenadas por la Comisión a medida que vayan siendo instaladas las válvulas y piezas especiales que formarán los cruceros correspondientes.

**B240-02.2** La construcción de las cajas de operación de válvulas se hará siguiendo los lineamientos señalados en los planos, líneas y niveles del proyecto y/o las órdenes de la Comisión.

**B240-02.3** La construcción de la cimentación de las cajas de operación de válvulas deberá hacerse previamente a la colocación de las válvulas, piezas especiales y extremidades que formarán el cruceo correspondiente; la parte superior de dicha cimentación deberá quedar al nivel correspondiente para que queden correctamente asentadas y a sus niveles de proyecto las diversas piezas.

**B240-02.4** Las cajas de operación de válvulas se construirán según el plano aprobado por la Comisión y salvo estipulación u órdenes en contrario, serán de mampostería común de tabique junteado con mortero de cemento y arena en proporción de 1:3 Los tabiques deberán mojarse antes de su colocación y disponerse en hiladas horizontales con juntas de espesor no mayor de 1.5 cm. Cada hilada horizontal deberá quedar con sus tabiques desplazados con respecto a los de la anterior, en tal forma que no exista coincidencia entre las juntas verticales de las juntas que las forman (cuatrapeado).

**B240-02.5** Cuando así lo señale el proyecto y/o lo ordene la Comisión, bien sea por razón de la poca resistencia del terreno u otra causa cualquiera, la cimentación de las cajas de operación de válvulas quedará formada por una losa de concreto simple o armado, de las dimensiones y característica que se señalen y sobre la cual apoyarán los cuatro muros perimetrales de la caja, debiendo existir una correcta liga entre la losa y los citados muros.

**B240-02.6** El parámetro interior de los muros perimetrales de las cajas se recubrirá con un aplanado de mortero de cemento y arena en proporción 1:3 y con un aspersor mínimo de 1.0 (uno) centímetro, el que será terminado con llana o regla y pulido fino de cemento. Los aplanados deberán ser curados durante 10 (diez) días con agua.

Cuando así sea necesario se usarán cerchas para la construcción de las cajas y posteriormente para comprobar su sección. Si el proyecto o la Comisión así lo ordenan, las inserciones de tuberías o extremidades de piezas especiales en las paredes de las cajas se emboquillarán en la forma indicada en los planos u ordenada por la Comisión.

**B240-2.7** Cuando así lo señale el proyecto se construirán cajas de operación de válvulas de diseño especial, de acuerdo con los planos y especificaciones que oportunamente suministrará la Comisión al Contratista.

**B240-02.8** Cuando así lo señale el proyecto y/o lo ordene la Comisión, las tapas de las cajas de operación de válvulas serán construídas de concreto reforzado, siguiendo los lineamientos señalados por los planos del proyecto.

**B240-02.9** Cuando el proyecto lo señale y/o lo ordene la Comisión, la tapa de las cajas de operación de válvulas será prefabricada de fierro fundido y de las características señaladas o aprobadas por la Comisión. Tales tapas serán proporcionadas por la Comisión, salvo en el contrato estipule que las suministre el Contratista.

**B240-02.10** Las cajas que vayan a quedar terminadas con una tapa de fierro fundido, serán rematadas en sus muros perimetrales con un marco de diseño adecuado señalado por el proyecto para que ajuste con la correspondiente tapa o conjunto integral de la tapa.

## 9) INSTALACION DE TOMAS DOMICILIARIAS.

**B250-01** Se entenderá por instalación de tomas domiciliarias el conjunto de operaciones que deberá ejecutar el Contratista para conectar mediante tubería y piezas especiales que señale el proyecto y/u ordene la Comisión, la red de distribución de agua potable, hasta el punto donde cada usuario hará la conexión de su instalación de servicio doméstico.

**B250-02.1** Las instalaciones de tomas domiciliarias se harán de acuerdo con lo señalado en los planos tipo aprobados por la Comisión, en forma simultánea, hasta donde sea posible, en cuyo caso, deberán aprobarse juntamente con ésta, a juicio de la Comisión. (ver anexo No.9).

**B250-02.2** La tubería de conexión de las tomas domiciliarias será de 13 mm. (1/2 pulgada) de diámetro nominal. La instalación de tomas domiciliarias de mayor diámetro deberá ser autorizada por la Comisión.

**B250-02.3** Todos los materiales que se utilicen en la instalación de tomas domiciliarias deberán llenar los requisitos que se especifican en el proyecto y/u ordenados por la Comisión.

**B250-02.4** Al instalar las tomas domiciliarias se deberán adoptar las medidas siguientes:

A) La llave de inserción se conectará directamente a la tubería de la red de distribución, en la perforación roscada que para el efecto se hará previamente en aquélla por medio de herramienta adecuada y probada por la Comisión. En tuberías de P.V.C., de cualquier diámetro igual o menor que 101.6 mm. (4 pulgadas), la pieza de inserción además de quedar atornillada a la tubería, quedará sujeta al cuerpo de ésta mediante una abrazadera de inserción.

**Capítulo 6**

---

B) La tubería conectada a continuación de la llave de inserción, deberá doblarse cuidadosamente para formar el cuello de ganso, procurando evitar en la misma roturas, deformaciones y estrangulamientos.

C) Las roscas que se hagan en las tuberías de acero galvanizado que formen parte de las tomas serán de cuerdas normales estandar hechas con tarrajas que aseguren cuerdas limpias y bien formadas. Al hacer las juntas, previamente se dará a las cuerdas de las tuberías y conexiones una mano de pintura de plomo, de aceite u otro compuesto semejante aprobado por la Comisión. Todas las roscas serán limpiadas de rebabas y cuerpos extraños.

Las juntas se apretarán precisamente con llaves "stillson" o "caimanes" sin dañar las tuberías y piezas de conexión, dejándolas completamente impermeables y sin fugas. Cuando una junta no pueda ser dejada impermeable apretando entre si las partes que la formen, se demontará y se repararán o sustituirán las partes defectuosas hasta conseguir una junta impermeable.

**B250-02.5** La inserción de las tomas domiciliarias en tuberías de asbesto cemento y de P.V.C., será reforzada por medio de abrazaderas de inserción, con las limitaciones siguientes:

A) En tuberías de P.V.C., el diámetro de la llave de inserción será como máximo de 13 mm. (1/2").

B) En tuberías de asbesto-cemento de diámetro comprendido entre 76 y 152 mm. (3" y 6"), la llave de inserción será de un diámetro máximo igual a 19 mm. (3/4").

C) En tuberías de asbesto-cemento con diámetro igual o mayor que 203 mm. (8") el diámetro máximo de la llave de inserción será de 25 mm. (1").

**B250-02.6** Cada toma domiciliaria deberá estar formada por todas y cada una de las piezas señaladas por el proyecto y/o por las órdenes de la Comisión y precisamente de las dimensiones y demás características que éstas ordenen.

**B250-02.7** Todas las tomas domiciliarias serán probadas conjuntamente con los tramos de red correspondientes.

**VII. OPERACION Y  
MANTENIMIENTO**

## 1. OPERACION.

Al ejecutar una obra de aprovisionamiento de agua potable lo más importante es que funcione adecuadamente, es decir que preste un servicio óptimo para lo que fue creada.

Para lograr que el funcionamiento sea constante y no se tengan problemas en la operación, mantenimiento, conservación y administración de la obra, se determina un organismo en el cual recaerá la responsabilidad de los conceptos marcados.

Estos organismos en nuestro país, se determinan: Juntas estatales, juntas federales de agua potable, comités administrativos, comités municipales, juntas de mejoras materiales, etc.

Este organismo tendrá un control continuo sobre todo el sistema, con el objeto de conocer ampliamente sus necesidades y de acuerdo a una buena administración, crear recursos para satisfacer a esas necesidades planteadas.

## 2. MANTENIMIENTO.

Se entiende por mantenimiento el conjunto de acciones que se ejecutan en las instalaciones o equipo para prevenir daños o para repararlos cuando ya se hubieren producido a fin de lograr su buen funcionamiento.

Determinamos dos clases de mantenimiento: correctivo y preventivo.

**Mantenimiento Correctivo:** Consiste en la reparación lo mas inmediata posible de cualquier daño que sufran los equipos. Como es difícil o casi imposible saber cuando se va a producir un desperfecto y la naturaleza de este, es un error atenerse exclusivamente a este tipo de mantenimiento, pero es razonable disponer de herramientas, refacciones y personal capacitado para solucionar a la brevedad posible los problemas que se pueden suscitar cuando ocurre un desperfecto en algún equipo.

**Mantenimiento Preventivo:** Consiste este tipo de mantenimiento en la ejecución periódica de ciertos trabajos en los equipos, con el fin de prevenir daños o desperfectos hasta donde sea factible, ya que no es posible eliminarlos por completo.

La práctica organizada de este tipo de mantenimiento reditúa las siguientes ventajas:

- 1.- Una sensible economía.
- 2.- Pocas y relativamente breves interrupciones del suministro.
- 3.- Solución anticipada de un cierto número de problemas técnico-operacionales y simplificación de los administrativos.

Para organizar eficientemente el mantenimiento preventivo y llevarlo a la práctica con un máximo de ventajas, conviene planear de antemano las actividades que se han de desarrollar en los equipos a los que se les ha de aplicar el mantenimiento.

Para el desarrollo de la planeación, programación y organización del mantenimiento preventivo nos apoyaremos en un plan de 6 etapas a registrarse en formas especiales los cuales tienen un número, objetivo y normas para su llenado; tales números y objetivos se enumeran a continuación:

- a.1 Inventario e identificación de instalaciones y equipos.
- a.2 Dosificación y cantidad de equipos.
- a.3 Número de identificación de los equipos.
- a.4 Normas de mantenimiento preventivo.
- a.5 Calendario de mantenimiento preventivo.
- a.6 Control de mantenimiento preventivo y de reparación de daños.

VIII. CONCLUSIONES

### CONCLUSIONES

- El Proyecto se realizó, teniendo en cuenta el marco económico costeable, la calidad y seguridad de la obra y el buen funcionamiento de la misma.

Todo esto, basado en las Normas y Especificaciones de Construcción que el Municipio exige.

- Tocante a la desinfección del agua, en el presente año (1995), por disposición presidencial, la Comisión Nacional del Agua, elaboró el "Plan Nacional de Agua Limpia" en toda la República Mexicana dado que se han presentado brotes de infección tipo cólera, por lo cual, los porcentajes de cloración en el agua se aumentaron de 1.00 P.P.M. a 3.00 P.P.M. Debido a que nuestro sistema se proyectó a 2.00 P.P.M. para cumplir con la nueva disposición, se recomienda hacer rechloraciones adicionales en los tanques de regularización al 0.5 P.P.M. y de 0.2 P.P.M., en los puntos mas alejados de la Red de Distribución.
- Por otro lado es conveniente aclarar que cuando el suministro de agua sea ya insuficiente para la población, será necesario realizar los estudios geohidrológicos para la ubicación del pozo que está contemplado a Etapa de Saturación, así como el diseño completo de su bomba, motor, equipamiento y todo lo requerido para que entre en operación.
- Referente al cálculo de la Red de Distribución; existen diferentes métodos dentro de los cuales se optó por el de "Hardy Cross", que consiste en el "Balanceo de Cargas por Corrección de Gastos". Por tratarse de un método iterativo en las correcciones, dándole el grado de aproximación deseado, garantiza resultados confiables tanto por medios electrónicos (programas de computadora) como por medios manuales.

- Conforme al aspecto social, este tipo de proyectos satisface parte de las inquietudes y aspiraciones que dentro de las demandas plurales, las comunidades requieren; por ello, constituyen parte sustancial de los planes de gobierno y conformación de estrategias a seguir en el rubro. Por consiguiente; las acciones que se tomen para cumplirlos a nivel Municipal, encontrarán congruencia y contribuirán al logro de objetivos estatales y nacionales.
- El síndrome de escasez del agua, también lo padece el Municipio de Ecatepec al igual que otras partes de la República, agudizándose conforme la dimensión poblacional sigue aumentando, adicionándose además, el hecho de que los pozos acuíferos y mantos subterráneos, abastecen en grandes cantidades al Distrito Federal.
- Otro de los factores que en gran medida repercute la escasez de agua en el Municipio, se debe a la falta de redes hidráulicas para el abastecimiento domiciliario y a no poder contar con mas fuentes de captación; ya que, la perforación de pozos para extracción de agua potable en la zona, está ya saturado.
- La realización de éste Proyecto dará solución a una de las necesidades prioritarias de la población, suministrándola de agua potable en un 8.07% a nivel Municipal, en un 1.15% a nivel Estatal y en un 0.15% Nacional.
- El Municipio de Ecatepec, antes de la ejecución del presente Proyecto, contaba con un déficit de agua potable de 1.050 litros por segundo; por lo que la puesta en operación de la obra se reducirá a 885 litros por segundo (a Etapa Inicial). El déficit aún por cubrir se prevee atacarlo con el sistema "Macro Circuito Cutzamala", obra que a futuro, también beneficiará la zona en estudio.

IX. BIBLIOGRAFIA

---

**1. " ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE "**  
**VOLUMEN I.**

Enrique César Valdéz  
U.N.A.M., Facultad de Ingeniería  
División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica.  
Departamento de Ingeniería Sanitaria  
Octubre de 1992.

**2. " ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DISPOSICION Y ELIMINACION DE EXCRETAS ".**

Pedro López Alegría  
Instituto Politécnico Nacional  
México, 1990.

**3. " HIDRAULICA GENERAL "**

Volumen I, Fundamentos.  
Gilberto Sotelo Avila  
México, 1979.

**4. " MANUAL DE NORMAS DE PROYECTO PARA OBRAS DE APROVISIONAMIENTO DE AGUA POTABLE EN LOCALIDADES URBANAS DE LA REPUBLICA MEXICANA".**

U.N.A.M., Facultad de Ingeniería  
División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodesica.  
México, D.F., octubre de 1979.

**5. " NORMAS GENERALES DE CONSTRUCCION ".**

Departamento del Distrito Federal  
México, 1983.

**6. " BASES PARA EL DISEÑO HIDRAULICO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO ".**

Gobierno del Estado de México.  
Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas.  
Comisión Estatal de Agua y Saneamiento.  
México, mayo 1991.

---

Capítulo 9

**7. " NORMAS, ESPECIFICACIONES GENERALES Y TECNICAS PARA LA CONSTRUCCION DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO".**

Gobierno del Estado de México.  
Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas  
Comisión Estatal de Agua y Saneamiento  
México, mayo 1991.

**8. " PROYECTO DE PLANTAS DE BOMBEO".**

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.  
Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica  
Dirección General de Obras Hidráulicas y de Ingeniería Agrícola para el Desarrollo Rural.  
México, D.F., octubre 1980.

**9. " MANUAL PARA LA INSTALACION DE TUBERIAS DE POLICLORURO DE VINILO (PVC), EN OBRAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA E INSTALACIONES INDUSTRIALES".**

Asociación Mexicana de Industrias de Tuberías Plásticas, A.C., (AMITUP, A.C.)  
México, D.F.

**10. " MANUAL DE TUBERIAS Y CONEXIONES" (P.V.C., DURALON ANGER).**

Tubos Flexibles, S.A.  
México, D.F.

**11. " MANUAL PARA INSTALACION DE TUBERIA DE PRESION, DE ASBESTO-CEMENTO ".**

Asociación Mexicana de Fabricantes de Fibro-Cemento A.C.  
Paseo de la Reforma No. 30  
México, D.F., 1995.

**12. " MANUAL PARA CLORACION WALLACE Y TIERNAN "**

Modelo: V-75  
Instructivo: WEB - 910.175

**13. " BASES Y TABLAS PARA DISEÑO DE BOMBAS VERTICALES TIPO TURBINA "**  
**( OCELCO ).**

Sistemas de Bombeo S. A. de C. V.  
Negra Modelo No. 20  
Naucalpan de Juárez, C.P. 53370, Edo. de Méx.

X. REPORTES, ANEXOS,  
TABLAS, GRAFICAS Y  
PLANOS



Gobierno del Estado de México  
 Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas  
 Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica  
 Comisión Estatal de Agua y Saneamiento



DIRECCION DE OPERACION  
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA  
 INFORME DE ANALISIS FISICO - QUIMICO No. 95-00107

MUESTRA REMITIDA POR: GERENCIA CUAUTITLAN ORIENTE

ESTACION DE MUESTREO: T.D. AVENIDA NACIONAL S/N

LOCALIDAD: PUEBLO GUADALUPE VICTORIA

MUNICIPIO: 3034 ECATEPEC

ESTADO: DE MEXICO

FECHAS DE MUESTREO: 10/01/95

DE RECEPCION : 10/01/95

DE ANALISIS: 11/01/95

ASPECTO : LIQUIDO (LIQUIDO)\* OLOR : CARACTERISTICO (CARACTERISTICO)\* SABOR : CARACTERISTICO (CARACTERISTICO)\*

COLOR : 1.3 (MAX. 20 U COLOR PT/CO)\* TURBIDAO : 0.0 (MAX. 10 U. SILICE)\* TEMPERATURA : 20 °C \*

pH : 7.4 ( 6.9 - 8.5 UpH ) CONDUCTIVIDAD ELECTRICA : 1023 (MICROMHOS/CM.)\*

SOLIDOS TOTALES : 1063 SOLIDOS DISUELTOS : 850

DETERMINACIONES	ANALISIS	NORMAS	DETERMINACIONES COMO CaCO3	ANALISIS	NORMAS	DETERMINACIONES	ANALISIS	NORMAS			
SILICE			ALCALINIDAD TOTAL :	376	400	NITRITOS, EN N :		0.05			
CO2 LIBRE											
CALCIO (Ca)	54										
MAGNESIO (Mg)	42	125									
HIERRO (Fe)	0.34	0.3	DUREZA TOTAL :	308							
MANGANESO (Mn)	0.00	0.15									
SODIO (Na)	131		DUREZA DE CALCIO :	136	300	NITRATOS, EN N :	1.65	5.00			
CARBONATO (CO3)*	0		COMBINACIONES HIPOTETICAS								
BICARBONATO (HCO3)	459		Ca{HCO3}2	221							
SULFATO (SO4)*	30	250	Mg{HCO3}2	252							
CLORURO (Cl)-	132	250	NaHCO3	114							
FLUORURO (F)-	0.50	1.5	Na2SO4	45							
			NaCl	218							
			ESTABILIDAD DE AGUA (INDICE LANGELIER)								
			A	20	°C	PHa	7.4	PHs	6.9	Is	0.5

OBSERVACIONES :

*Leonel Salas Cortes*  
 BIOL. LEONEL SALAS CORTES  
 ANALISTA

RESULTADOS EXPRESADOS EN mg/l, EXCEPTO(\*)

*Antonio B*  
 QBP. ANTONIO B. ORTIZ V.  
 RESPONSABLE

*[Signature]*  
 I.O. CUARTENOC CARRE # R.  
 JEFE DE LABORATORIO



**FORMULA UTILIZADA : MANNING**

DIAMETRO		n=0.009	n=0.010	n=0.011	n=0.012	n=0.013	n=0.014	n=0.015	n=0.016
Pulg.	m.	K		K	K	K	K	K	K
1/2	.013	9 553264.60	11798396.33	14318442.35	16953035.50	19931217.48	23138602.52	26575028.64	30240549.81
3/4	.019	1 261724.66	1558245.08	1891074.13	2239031.77	2632375.19	3055975.79	3509831.50	3993948.56
1	.025	292631.58	361403.51	438596.49	519298.25	610529.82	708771.93	817543.86	926315.79
1 1/4	.032	77943.93	96261.68	116822.43	138317.76	162616.82	188785.09	216822.13	246728.97
1 1/2	.033	31353.38	38721.80	46992.48	55639.10	65413.53	75939.88	87218.05	99248.12
2	.05	6515.63	8046.88	9765.60	11562.50	13593.75	15781.25	18125.78	20625.00
2 1/2	.064	1944.06	2400.93	2913.75	3449.88	4055.94	4708.62	5407.93	6153.85
3	.073	779.44	962.52	1168.22	1383.18	1626.17	1887.85	2168.12	2467.29
4	.102	161.63	199.61	242.25	286.82	337.21	391.47	449.61	511.63
5	.127	50.24	62.05	75.30	89.16	104.82	121.69	139.76	159.04
6	.152	19.26	23.79	28.87	34.18	40.18	46.65	53.58	60.97
8	.203	4.11	5.07	6.16	7.29	8.57	9.95	11.43	13.00
10	.254	1.24	1.54	1.87	2.21	2.60	3.01	3.46	3.94
12	.305	.46854	.58350	.70225	.83146	.97753	1.15	1.30	1.48
14	.356	.20593	.25432	.30864	.36543	.42963	.49877	.57284	.65185
16	.406	.10208	.12610	.15300	.18115	.21297	.24725	.28397	.32313
18	.457	.05416	.06688	.08121	.09610	.11299	.13117	.15065	.17143
20	.508	.03088	.03815	.04630	.05481	.06444	.07481	.08593	.09778
24	.610	.01165	.01439	.01746	.02067	.02430	.02821	.03240	.03687
30	.762	.00355	.00439	.00533	.00631	.00742	.00861	.00989	.01125
36	.914	.00135	.00166	.00202	.00239	.00281	.00326	.00375	.00426
42	1.067	.00059	.00073	.00088	.00105	.00123	.00143	.00164	.00187
48	1.219	.00029	.00036	.00043	.00051	.00061	.00070	.00081	.00092
54	1.372	.00015	.00019	.00023	.00027	.00032	.00037	.00043	.00049

**FORMULAS**

$$Q = \frac{A}{n} R^{2/3} S^{1/2}; S = 10.293 n^2 \left(\frac{Q}{D^{5/3}}\right)^2; S = K O^2; K = \frac{10.293 n^2}{D^{16/3}}; h_f = K L O^2$$

Pérdida por fricción en metros \_\_\_\_\_  $h_f$   
 Constante \_\_\_\_\_  $K$   
 Longitud en metros \_\_\_\_\_  $L$   
 Gasto en  $m^3/seg$  \_\_\_\_\_  $Q$

NOTA.- Los valores de K corresponden a los diámetros indicados en la tabla en el sistema métrico decimal.

T E S I S   P R O F E S I O N A L

A G U A   P O T A B L E

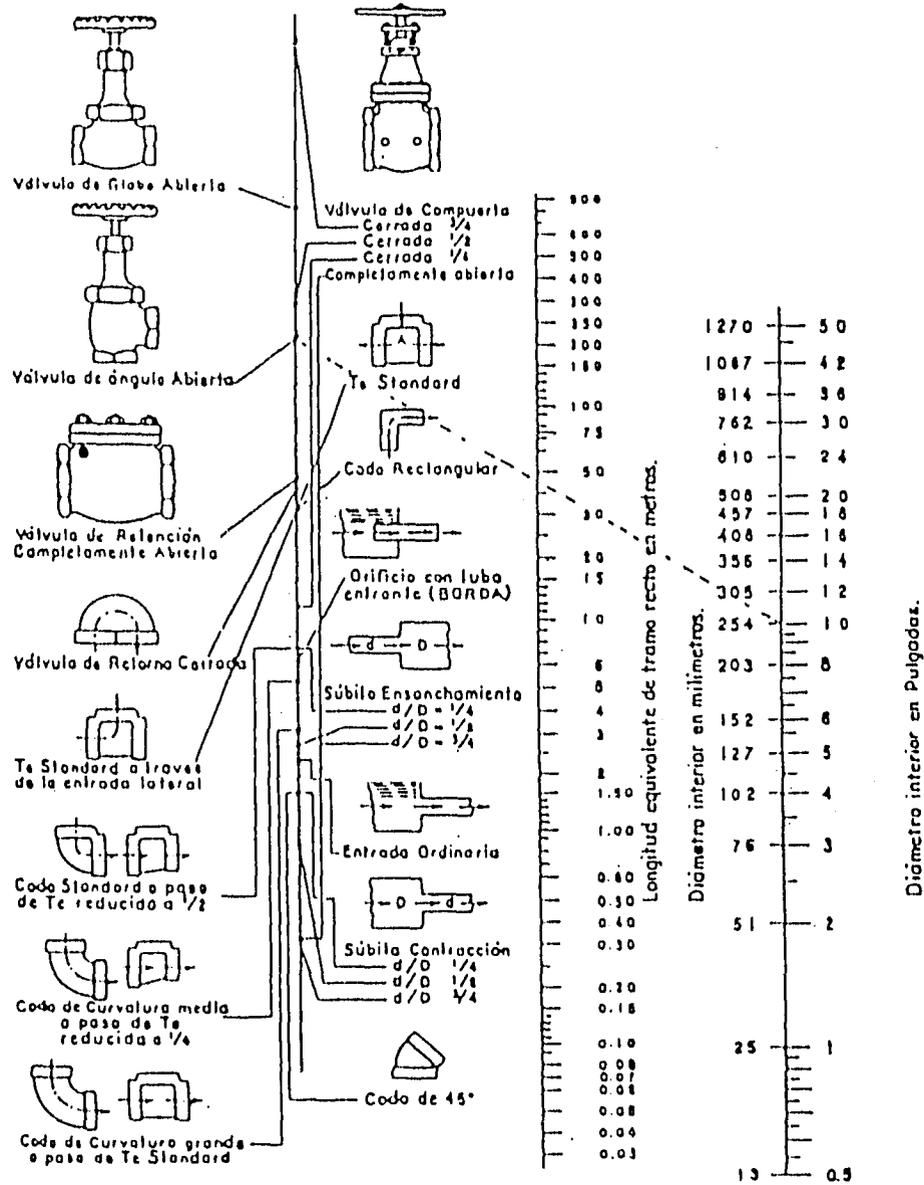
CONSTANTES PARA PERDIDAS POR FRICCIÓN

VICENTE   MARTINEZ   LOPEZ

JUNIO / 1995

ANEXO No. 1

FIG. 6.23a PERDIDA DE CARGA EN CONEXIONES



EJEMPLO: La línea punteada indica que la pérdida de carga en una Válvula de ángulo Abierta de 250 mm. (10") es equivalente a la que se verifica en un tramo recto de tubería del mismo diámetro y de 47 mts. de longitud.  
 NOTA: Para contracciones y ensanchamientos bruscos utilícese el diámetro menor d en la escala de tubos.  
 Para encontrar la pérdida de carga en accesorios, expresada en metros de tubería del mismo diámetro, únase el punto correspondiente a la pieza de que se trata, al diámetro en la tercera escala. La intersección con la escala central determina el equivalente en metros.

**FIG. 6.23.b. PERDIDA DE CARGA EN VALVULAS Y CONEXIONES**

El cambio brusco de dirección del fl. en una tubería por medio de codos, T'ses, válvulas y curvas causa pérdidas de presión. Es práctica común expresar esta pérdida en términos de un equivalente de longitud de tramo recto de tubería del mismo diámetro. Por ejemplo: la pérdida de carga en un codo de 2" equivale a la que se origina en un tramo recto de tubo de igual diámetro y de 1.66 m. de longitud.

La tabla siguiente contiene pérdidas de carga para las piezas más usuales, expresadas en metros de tramo recto de tubería del diámetro correspondiente.

**RESISTENCIA EN VALVULAS Y CONEXIONES**

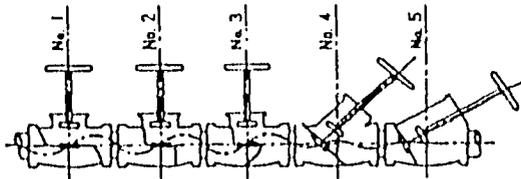
DIÁMETRO DEL TUBO	COOD. STANDARD	COOD. DE HAZO MEDIO	COOD. DE HAZO GRANDE	COOD. DE 45°	T. R.	EVAS. DE RAYONADO	VALV. DE CONVERTE. A LA IZQ.	VALV. DE OBR. A LA IZQ.	VALV. DE OBR. A LA DCHA.

**LONGITUD DE TRAMO RECTO EQUIVALENTE A LA RESISTENCIA AL ESCURRIMIENTO**

1 1/2"	0.457	0.427	0.335	0.235	1.036	1.158	0.106	4.877	2.560
1 3/4"	0.671	0.548	0.427	0.305	1.372	1.524	0.143	6.705	3.656
2"	0.823	0.701	0.518	0.386	1.768	1.859	0.183	8.230	4.572
2 1/2"	1.128	0.914	0.732	0.488	2.377	2.591	0.244	11.278	5.486
3"	1.311	1.097	0.853	0.610	2.743	3.048	0.290	13.411	6.706
3 1/2"	1.676	1.402	1.067	0.762	3.353	3.982	0.368	17.374	8.534
4"	1.981	1.648	1.280	0.914	4.267	4.572	0.427	20.117	10.058
4 1/2"	2.469	2.073	1.554	1.158	5.182	5.486	0.518	25.908	12.802
5"	2.896	2.438	1.829	1.341	5.791	6.401	0.610	30.175	15.240
5 1/2"	3.353	2.774	2.134	1.524	6.706	7.315	0.701	33.528	17.678
6"	3.658	3.048	2.408	1.707	7.315	8.230	0.792	38.824	18.593
6 1/2"	4.267	3.658	2.713	1.859	8.230	9.449	0.884	42.672	21.336
7"	4.877	4.267	3.353	2.347	10.058	11.278	1.067	48.768	25.298
7 1/2"	6.401	5.486	4.267	3.048	13.106	14.935	1.372	67.056	33.528
8"	7.925	6.706	5.182	3.962	17.089	18.593	1.737	88.392	42.672
9"	9.754	7.925	6.096	4.572	20.117	22.250	2.042	103.632	51.816
10"	10.973	9.449	7.010	5.182	23.165	25.908	2.438	118.872	57.912
11"	12.802	10.668	8.230	5.791	26.518	30.480	2.743	131.064	67.056
12"	14.021	12.192	9.144	6.401	30.480	33.528	3.109	152.400	76.200
13"	15.850	13.106	10.363	7.010	33.528	38.576	3.658	170.688	85.344
14"	17.678	15.240	11.278	7.620	39.624	42.672	3.962	185.928	94.488
15"	19.202	16.154	12.192	8.534	42.672	45.720	4.267	207.264	103.632
16"	24.079	20.726	15.240	10.668	50.292	57.912	5.182	262.128	128.016
17"	28.651	24.079	18.288	13.106	60.960	67.056	6.096	304.000	152.400
18"	36.576	28.956	21.946	15.240	73.152	79.248	7.010	365.760	182.880
19"	41.148	33.528	24.994	17.678	83.820	91.440	7.925	426.720	207.264

Además de las válvulas indicadas en la tabla hay muchos otros tipos, algunos de los cuales se muestran a continuación.

Una fórmula para determinar la pérdida de carga a través de las válvulas es la siguiente.

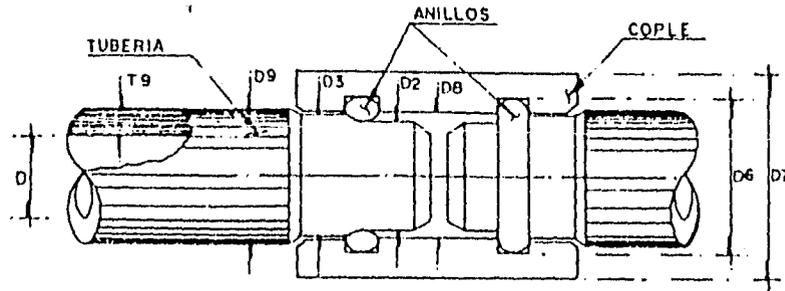


$$h = f \frac{v^2}{2g}$$

h - pérdida de carga en mts.  
 v - velocidad en mts./seg.  
 f - coeficiente de fricción.

VALV.	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
f	3.9	3.4	2.7	2.5	.60

TUBERIA DE ASBESTO CEMENTO  
DIMENSIONES GENERALES Y PESOS



D	mm pulg.	75	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	750	900
		3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	30	36
A-5	D2	92	116	167	219	276	326	384	438	493	538	646	809	971
	D8	96	120	171	223	280	330	388	442	497	542	650	813	975
	D6	111	135	186	238	285	345	408	462	517	567	670	833	995
	D7	131	155	206	267	325	375	438	496	555	609	726	903	1078
	D9	97	122	173	225	282	332	390	444	499	546	655	818	980
	T9	11.0	11.0	12.0	13.0	16.0	16.0	17.0	19.0	21.0	23.0	27.5	34.0	40.0
	PESO Kg/m	6.0	7.7	12.1	17.3	24.7	31.8	39.8	50.7	63.1	75.6	108.4	164.5	236.2
PESO COPLE	2.2	2.7	3.9	5.3	6.6	10.0	14.9	18.2	24.3	30.8	41.7	66.7	91.3	
A-7	D2	95	118	170	224	281	332	395	450	506	549	660	825	991
	D8	99	122	174	228	285	336	399	454	510	553	664	829	995
	D6	114	137	189	243	300	351	419	474	530	573	684	849	1015
	D7	137	160	214	272	335	387	460	519	581	634	757	938	1122
	D9	101	124	176	230	287	338	401	456	512	557	669	834	1000
	T9	12.5	12.0	13.5	15.5	18.5	19.0	22.5	25.0	27.5	28.5	34.5	42.0	50.0
	PESO Kg/m	7.0	8.4	13.8	20.9	30.2	38.1	53.5	67.7	83.7	94.6	137.5	209.0	298.5
PESO COPLE	2.5	3.0	4.3	6.2	9.7	11.6	18.8	22.8	30.9	38.4	52.7	81.3	113.4	
A-10	D2	98	122	176	231	286	344	412	469	527	573	689	862	1035
	D8	102	126	180	235	290	348	416	473	531	572	693	866	1039
	D6	117	141	195	250	305	363	436	493	551	597	713	886	1059
	D7	142	168	226	287	345	411	497	560	624	689	824	1023	1223
	D9	104	128	182	237	292	350	418	475	533	581	698	871	1044
	T9	14.0	14.0	16.5	19.0	21.0	25.0	31.0	34.5	38.0	40.5	49.0	60.5	72.0
	PESO Kg/m	7.9	10.0	17.2	26.0	35.8	51.0	75.4	95.5	118.2	137.5	199.8	308.1	439.7
PESO COPLE	2.7	3.5	5.2	7.6	11.0	15.0	26.6	32.3	42.9	56.6	79.3	128.1	179.8	
A-14	D2	104	128	185	243	301	362	430	490	551	600	730	913	1096
	D8	108	132	189	247	305	366	434	494	555	612	734	917	1100
	D6	123	147	204	262	320	381	454	514	575	612	754	937	1120
	D7	150	176	241	307	375	447	525	595	666	724	922	1146	1369
	D9	110	134	191	249	307	368	436	496	557	616	739	922	1105
	T9	17.0	17.0	21.0	25.0	28.5	34.0	40.0	45.0	50.0	58.0	69.5	86.0	102.5
	PESO Kg/m	9.9	12.5	22.4	35.2	49.8	71.3	99.5	127.5	159.3	203.3	329.9	513.3	645.6
PESO COPLE	3.0	3.8	6.3	9.3	15.0	20.7	31.4	39.6	54.1	89.6	124.2	204.1	286.9	

DESCRIPCION

D Diámetro interior nominal

T9 Espesor de pared

D9 Diámetro exterior

D6 Diámetro de ranura de cople

D3 Diámetro intermedio

D2 Diámetro de la sección de enchufe

D8 Diámetro interior del cople

D7 Diámetro exterior del cople

## ZANJAS PARA TUBERIA DE ASBESTO-CEMENTO Y P.V.C.

### ANCHO. — (FIG. 1)

El ancho de la zanja deberá ser de 50 cm más el diámetro exterior del tubo para tuberías con diámetro exterior igual o menor de 50 cm. Cuando este sea mayor de 50 cm, el ancho de la zanja será de 60 cm más dicho diámetro. En la tabla mostrada abajo, se indica el ancho mínimo de zanjas en función de la profundidad, debiéndose usar este en caso de que el ancho calculado en función de diámetro exterior, sea menor.

### PROFUNDIDAD. — (FIG. 1)

La profundidad de la excavación será la fijada en el proyecto. Si no se hace así, la profundidad mínima será de 90 cm más el diámetro exterior de la tubería por instalar, cuando se trate de tuberías con diámetro exterior igual o menor de 90 cm y, será del doble de dicho diámetro, para tuberías de diámetro exterior mayor de 90 cm. Para tuberías menores de 5 cm, la profundidad mínima será de 70 cm.

### FONDO. —

Deberán excavarse cuidadosamente a mano las cavidades o conchas (Fig. 2, 3 y 4) para alojar la campana o caple de las juntas de los tubos a fin de permitir que la tubería apoye en toda su longitud sobre el fondo de la zanja o la plantilla apisonada. El espesor de esta será de 10 cm.

### RELLENO. —

Se utilizará el material extraído de las excavaciones, pero hasta 30 cm. arriba del lomo del tubo se usará tierra exenta de piedras. Este relleno será apisonado y el resto a volteo. En zonas urbanas con pavimento, todo el relleno será apisonado.

DIAMETRO NOMINAL		Ancho	Profundidad	Volumen
milímetros	pulgadas	en cm.	en cm.	por metro lineal
25.4	1	50	70	0.35 m <sup>3</sup>
50.8	2	55	70	0.39 "
65.8	2.5	60	100	0.60 "
76.2	3	60	100	0.60 "
101.6	4	60	100	0.60 "
152.4	6	70	110	0.77 "
203.2	8	75	115	0.86 "
254.0	10	80	120	0.96 "
304.8	12	85	125	1.06 "
355.6	14	90	130	1.17 "
406.4	16	100	140	1.40 "
457.2	18	115	145	1.67 "
508.0	20	120	150	1.80 "
609.6	24	130	165	2.15 "
762.0	30	150	185	2.78 "
914.4	36	170	220	3.74 "

Este plano anula y sustituye al V.C II28

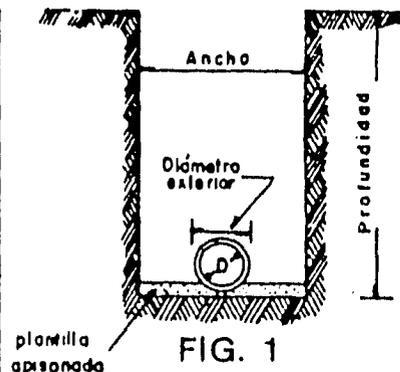


FIG. 1



FIG. 2



FIG. 4

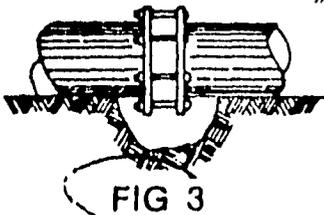


FIG. 3

T E S I S   P R O F E S I O N A L

A G U A   P O T A B L E  
ZANJAS PARA TUBERIA DE  
ASBESTO - CEMENTO Y P.V.C.

VICENTE MARTINEZ LOPEZ

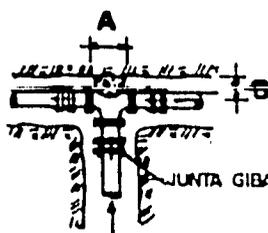
JUNIO / 1995.

ANEXO No. 5

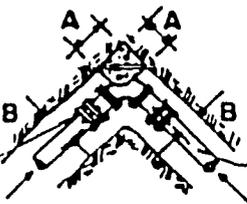
**DIMENSIONES DE LOS ATRAQUES DE CONCRETO  
PARA LAS PIEZAS ESPECIALES DE F. F.**

DIAM. NOMINAL DE LA PZA.		ALTURA	LADO A	LADO B	VOL. POR ATRAQUE
MM.	PULG.	EN CM.	EN CM	EN CM.	EN M. <sup>3</sup>
76	3"	30	30	30	0.027
102	4"	35	30	30	0.032
152	6"	40	30	30	0.036
203	8"	45	35	35	0.055
254	10"	50	40	35	0.070
305	12"	55	45	35	0.087
356	14"	60	50	35	0.105
406	16"	65	55	40	0.143
457	18"	70	60	40	0.168
508	20"	75	65	45	0.219
610	24"	85	75	50	0.319
762	30"	100	90	55	0.495
914	36"	115	105	60	0.725
1067	42"	130	120	65	1.014
1219	48"	145	130	70	1.320

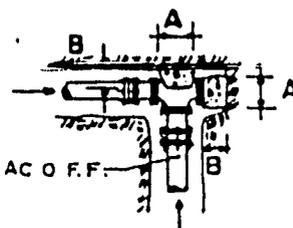
**DIRECCION DE LOS EMPUJES Y FORMA DE COLOCAR LOS ATRAQUES**



TE DE F.F.



CODO DE F.F.



TE Y TAPA CIEGA DE F.F.

**NOTAS:**

- 1).- LAS PIEZAS ESPECIALES DEBERAN ESTAR ALINEADAS Y NIVELADAS ANTES DE COLOCAR LOS ATRAQUES, LOS CUALES QUEDARAN PERFECTAMENTE APOYADOS AL FONDO Y PARED DE LA ZANJA.
- 2).- EL ATRAQUE DEBERA COLOCARSE EN TODOS LOS CASOS, ANTES DE HACER LA PRUEBA HIDROSTATICA.
- 3).- ESTOS ATRAQUES SE USARAN EXCLUSIVAMENTE PARA TUBERIAS ALOJADAS EN ZANJA.

TESIS PROFESIONAL

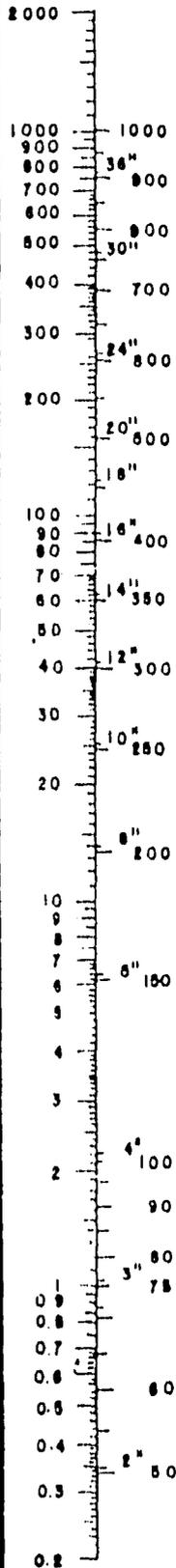
**A T R A Q U E S**

VICENTE MARTÍNEZ LOPEZ

JUNIO/ 1995 | ANEXO No.6

# Q D SAHOP

DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO  
SUBDIRECCION DE PROYECTOS

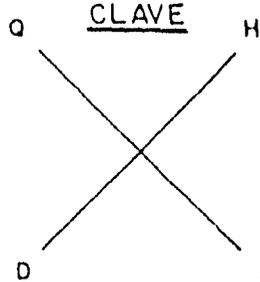


$$S = \frac{1}{n} r^{2/3} S^{1/2}$$

$$S = \frac{H}{L}$$

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

CONDICION:  $n = 0.010$   
ASBESTO CEMENTO

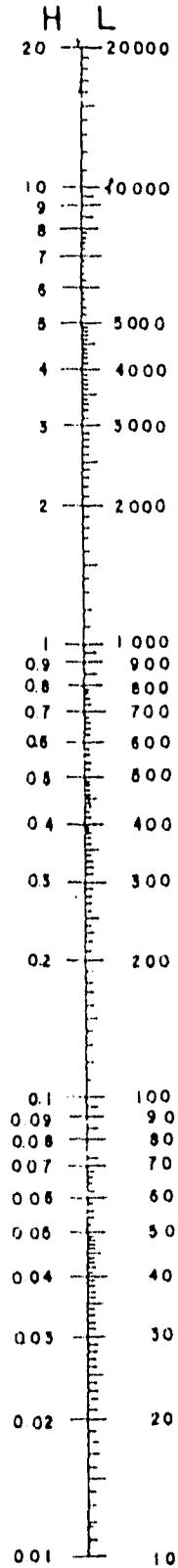


Q = Gasto en lts. / seg.

D = Diámetro en m.m.

H = Pérdida de carga en m.

L = Longitud en m.



NOMOGRAMA DE LA  
FORMULA DE MANNING

# NOMOGRAMA DE LA FORMULA DE MANNING

$$v = \frac{1}{n} r^{2/3} s^{1/2} \quad s = \frac{H}{L}$$

$$H = KLQ^2 \quad K = \frac{10.293 n^2}{D^{16/3}}$$

CONDICION:  $n = 0.009$   
(Tubería de P.V.C.)

CLAVE:



Q: Gasto en l.p.s.

D: Diámetro Nominal y

(Diám. Interior Efectivo)

H: Pérdida de carga en m.

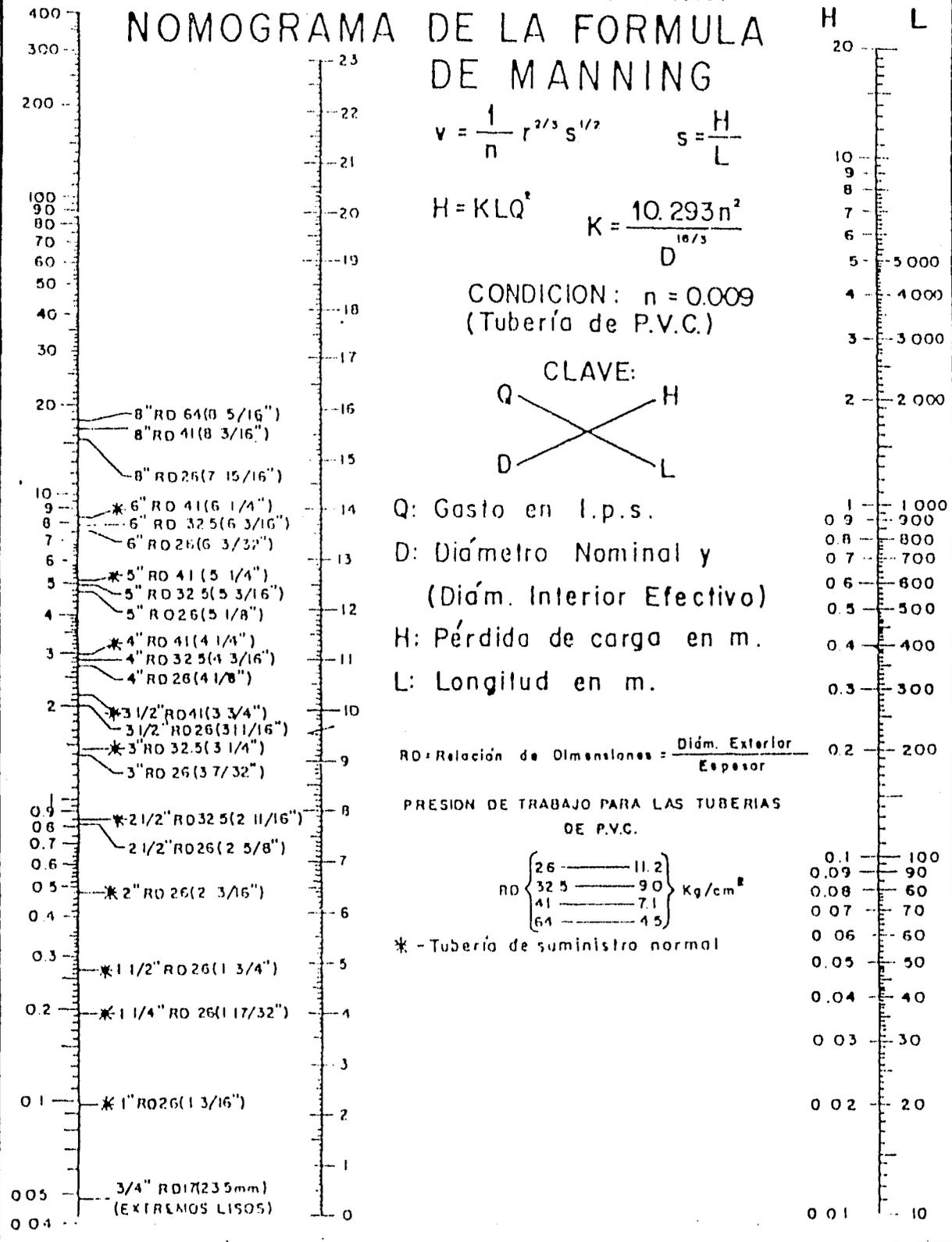
L: Longitud en m.

RD = Relación de Dimensiones =  $\frac{\text{Diám. Exterior}}{\text{Espesor}}$

PRESION DE TRABAJO PARA LAS TUBERIAS DE P.V.C.

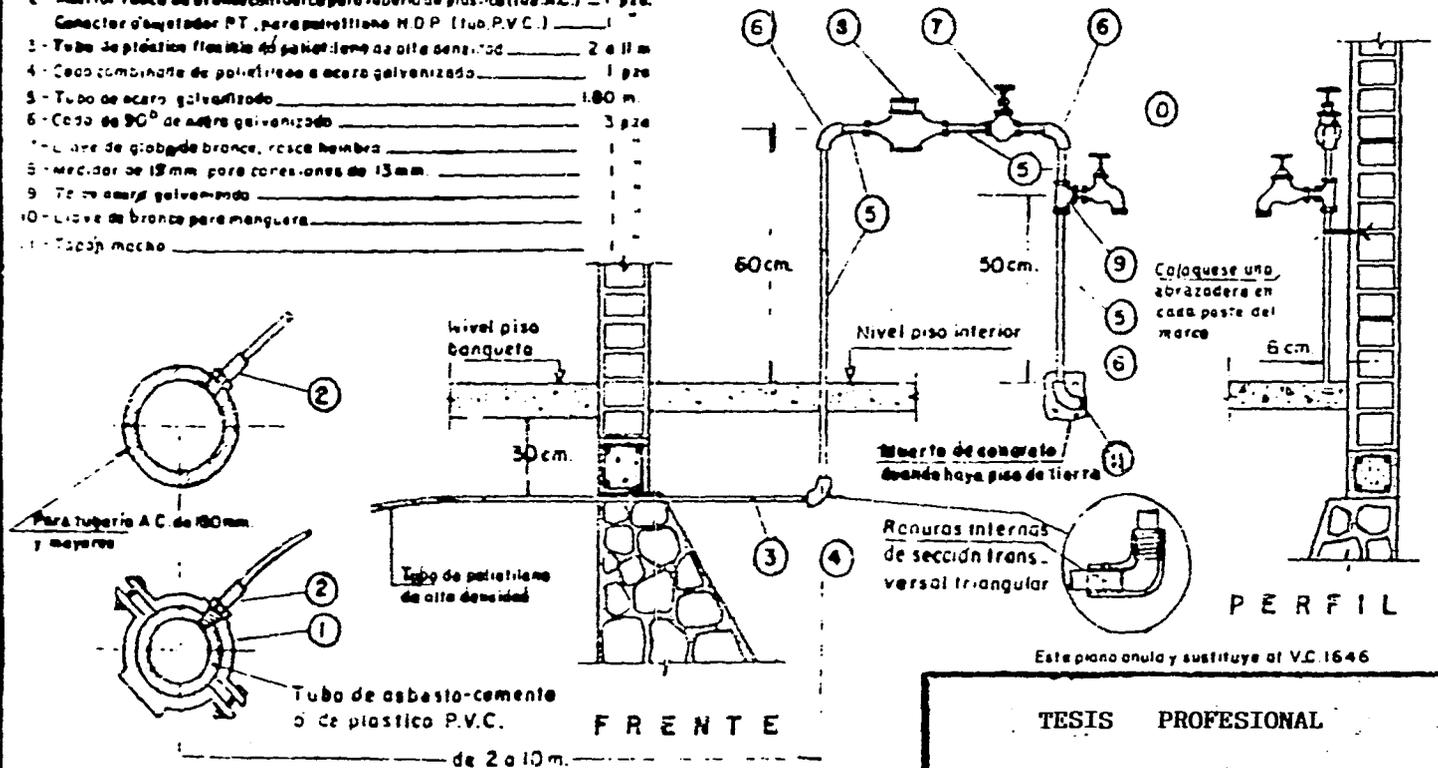
RD	26	11.2	Kg/cm <sup>2</sup>
	32.5	9.0	
	41	7.1	
	64	4.5	

\* - Tubería de suministro normal



### MATERIALES PARA TOMA DE 3 mm.

- 1- Abrazadera de inserción de lazo para tubo de A.C. \_\_\_\_\_ 1 pza.
- Abrazadera de P.V.C. para tubo de P.V.C. \_\_\_\_\_ 1 pza.
- 2- Inyector resaca de bronce contuerca para tubería de plástico (tubo A.C.) \_\_\_\_\_ 1 pza.
- Conector o inyector P.T. para patriliteño H.O.P. (tubo P.V.C.) \_\_\_\_\_ 1 pza.
- 3- Tubo de plástico flexible de patriliteño de alta densidad \_\_\_\_\_ 2 a 10 m.
- 4- Codo combinado de patriliteño e acero galvanizado \_\_\_\_\_ 1 pza.
- 5- Tubo de acero galvanizado \_\_\_\_\_ 1.80 m.
- 6- Codo de 90° de acero galvanizado \_\_\_\_\_ 3 pza.
- 7- Llave de globo de bronce, rosca hembra \_\_\_\_\_ 1 pza.
- 8- Medidor de 13 mm para conexiones de 13 mm \_\_\_\_\_ 1 pza.
- 9- Tapa de acero galvanizado \_\_\_\_\_ 1 pza.
- 10- Llave de bronce para manguera \_\_\_\_\_ 1 pza.
- 11- Tapa macho \_\_\_\_\_ 1 pza.



### NOTAS.-

- 1- Las abrazaderas de inserción se utilizarán únicamente en las tuberías de A.C. con diámetros de 50, 60, 75 y 100 mm, clase A-5 y en las de 50, 60 y 75 mm., A-7.
- En tuberías de plástico P.V.C. se utilizarán abrazaderas de P.V.C.
- 2- Si no se pone de inmediato el medidor se colocará un m. de acero galvanizado.
- 3- El medidor que se suministra, es de transmisión mecánica magnética.

TESIS PROFESIONAL

TOMA DOMICILIARIA TIPO 4-C  
PLASTICO FLEXIBLE Y ACERO GALV.

VICENTE MARTINEZ LOPEZ

JUNIO/1995

ANEXO No. 9

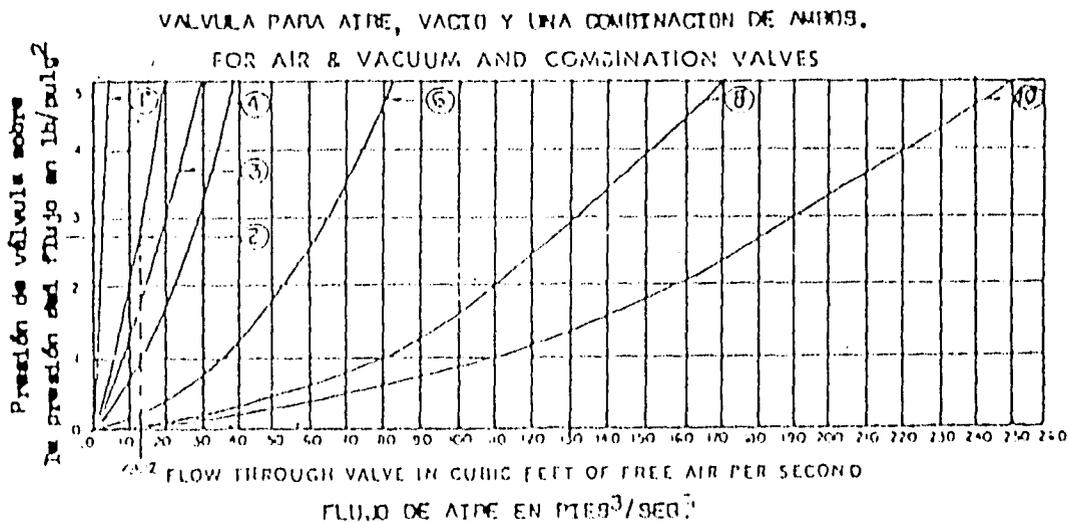
Con este valor se entra a la gráfica en la escala de los C.F.S. y se levanta una vertical que va cortando las curvas representativas de los diámetros de las válvulas de aire. Se toma el diámetro de la válvula cuya intersección con la vertical esté más cercana al diferencial previamente escogido. En este caso la válvula indicada es la de 2" que está a 2.7 lb/pulg<sup>2</sup> = 0.19 kg/cm<sup>2</sup>. Con este diámetro se escoge el modelo en el catálogo correspondiente (de la APCO)

Otro ejemplo:

Determinar el diámetro de la válvula de aire que conduce 1.000 l.p.s. por un tubo de 36".

$$\text{C.F.S.} = \frac{1\,000 \times 15.85}{7 \times 60} = 37.73$$

entrando a la gráfica se encuentra una válvula de 4" con una presión diferencial de 4.9 lb/pulg<sup>2</sup> (0.345 kg/cm<sup>2</sup>).



Consideremos ahora los mismos ejemplos pero empleando la gráfica de STOCKHAM DE MEXICO que se muestra en la hoja siguiente.

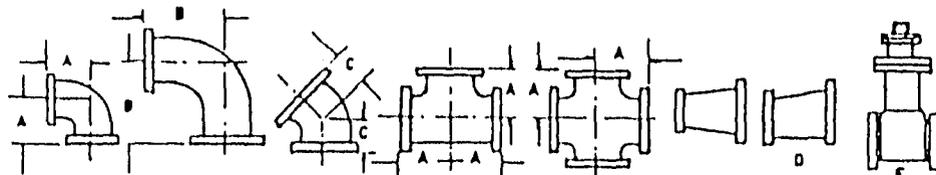
En el primer caso nos da también una válvula de 2" con una presión diferencial de 2.7 lb/pulg<sup>2</sup> (0.19 kg/cm<sup>2</sup>).

En el segundo caso, 37.73 C.F.S. es un valor que se sale de la gráfica, por lo tanto consideraremos dos válvulas con 500 l.p.s. para cada una. De esta manera:

$$\text{C.F.S.} = \frac{500 \times 15.85}{7 \times 60} = 18.86$$

entrando a la gráfica nos da una válvula de 2" con una presión diferencial de 4.4 lb/pulg<sup>2</sup> (0.31 kg/cm<sup>2</sup>). Se toman 2 válvulas.

Cuando no se dispone de gráficas se puede tomar como modelo la figura 44.



		2	2 1/2	3	4	6	8	10	12
A	CODOS, TEES, CRUCES	4 1/2	5	5 1/2	6 1/2	8	9	11	12
B	CODOS DE GRAN RADIO	6 1/2	7	7 3/4	9	11 1/2	14	16 1/2	19
C	CODOS DE 15° CENTRO A BRIDA	2 1/2	3	3	4	5	5 1/2	6 1/2	7 1/2
D	BRIDA A BRIDA EN REDUCCIONES	5	5 1/2	6	7	9	11	12	14
E	VALVULAS DE COMPUERTA D a B	7	7 1/2	8	9	10 1/2	11 1/2	13	14

		14	16	18	20	24	30	36
A	CODOS, TEES, CRUCES	14	15	16 1/2	18	22	25	28
B	CODOS DE GRAN RADIO	21 1/2	24	26 1/2	29	34	41 1/2	49
C	CODOS DE 15° CENTRO A BRIDA	7 1/2	8	8 1/2	9 1/2	12	15	18
D	BRIDA A BRIDA EN REDUCCIONES	16	18	19	20	24	30	36
E	VALVULAS DE COMPUERTA B a B	11 1/2	12	12 1/2	13	13 1/2	15	16

NUMERO Y DIMENSIONES DE TALADROS Y DE TORNILLOS PARA  
PIEZAS ESPECIALES SEGUN PLANTILLA A. S. A.

DIAMETRO INTERIOR		No DE AGUJEROS Y DE TORNILLOS	DIAMETRO DEL AGUJERO	TORNILLOS		DIMENSIONES DE LA BRIDA		
PG	MM			DIAMETRO	LARGO	ESPESOR	DIAMETRO	EN AGUJEROS
2 1/2	64	4	3/4	5/8	2 1/2	7/8	7	5 1/2
3	76	4	3/4	5/8	3	15/16	7 1/2	6
4	102	8	3/4	5/8	3	15/16	9	7 1/2
6	152	8	7/8	3/4	3 1/2	1	11	9 1/2
8	203	8	7/8	3/4	3 1/2	1 1/8	13 1/2	11 3/4
10	203	8	1	7/8	4	13/16	13	14 1/4
12	305	12	1	7/8	4	1 1/4	19	17
14	356	12	1 1/8	1	4 1/2	1 3/8	21	18 3/4
16	406	16	1 1/8	1	4 1/2	17/16	23 1/2	21 1/4
18	457	16	1 1/4	1 1/8	5	19/16	25	22 3/4
20	508	20	1 1/4	1 1/8	5	1 11/16	27	25
24	610	20	1 3/8	1 1/4	5 1/2	17/8	32	29 1/2

DIMENSIONES DE PIEZAS ESPECIALES CON  
BRIDA DE FIERRO FUNDIDO

## TARIFA No. 6

---



### SERVICIO PARA BOMBEO DE AGUAS POTABLES O NEGRAS, DE SERVICIO PUBLICO.

#### 1) APLICACION.

Esta tarifa se aplicará al suministro de energía eléctrica en baja y media tensión, para servicio público de bombeo de aguas potables o negras.

#### 2) CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE.

##### 2.1) Cargo fijo, independientemente de la energía consumida.

N\$ 42.15657 (Cuarenta y dos nuevos pesos quince centavos seiscientos cincuenta y siete milésimos de centavo).

##### 2.2) Cargo adicional por la energía consumida.

N\$ 0.23338 (Veintres centavos trescientos treinta y ocho milésimos de centavo por cada kilowatt-hora).

#### 3) MINIMO MENSUAL.

Cuando el usuario no haga uso del servicio, cubrirá como mínimo el cargo a que se refiere el inciso 2.1 (dos punto uno).

#### 4) DEMANDA POR CONTRATAR.

La demanda por contratar la fijará inicialmente el usuario: su valor no será menor de 60 % (sesenta por ciento) de la carga total conectada, ni menor de la capacidad del mayor motor o aparato instalado. Cualquier fracción de kilowatt se tomará como kilowatt completo.

#### DEPOSITO DE GARANTIA.

4 (CUATRO) Veces el mínimo mensual aplicable.

---

TABLA No. 1 (hoja1)



---

## **SERVICIO EN ALTA Y MEDIA TENSION.**

Los usuarios podrán solicitar su incorporación a las tarifas de uso general que corresponda a las condiciones de suministro.

### **5) FACTURACION Y PAGOS.**

Las cuentas se formularán aplicando el cargo por demanda y los cargos por energía, a la demanda y consumo estimados por el suministrador.

Los pagos se harán por adelantado y conforme a dichas cuentas. En caso de que el suministrador mida los consumos y la demanda, podrá hacer una liquidación final a la terminación del contrato respectivo. En éste último caso no se hará pago por adelantado y el usuario depositará como garantía una cantidad igual al doble de la que resulte de aplicar los cargos por demanda y energía a la demanda y consumo estimados.

### **6) DEMANDA POR CONTRATAR.**

La demanda por contratar corresponderá al 100 % (cien por ciento) de la carga conectada. Cualquier fracción de Kilowatt se tomará como kilowatt completo.

### **7) REPOSICION DE LAMPARAS.**

El prestador del servicio, deberá reponer las lámparas, los aparatos y materiales accesorios que requiera la operación de las mismas. Tratándose de alumbrado público, cuando el suministrador esté de acuerdo en tomar a su cargo la reposición de las lámparas y dispositivos necesarios, se fijará en los contratos la forma para el cobro de los gastos que origine este servicio adicional al del suministro de energía.

### **8) DEPOSITO DE GARANTIA.**

4(CUATRO) Veces el mínimo mensual aplicable.

## CAPACIDAD DE REGULARIZACION

La capacidad del tanque está en función del Gasto Máximo Diario y la Ley de Demandas de la Localidad, calculándose ya sea por métodos analíticos o gráficos.

Cuando no se conoce la Ley de Demandas, se calcula la capacidad de regularización, tomando los valores de la Tabla siguiente:

TIEMPO DE BOMBEO	SUMINISTRO AL TANQUE Horas	GASTO DE BOMBEO	CAPACIDAD DEL TANQUE m <sup>3</sup> .
De 0 a 24	24	Q.M.D.	$C = 14.58 \times \text{Q.M.D.}$
De 4 a 24	20	Q.M.D. $\frac{24}{20}$	$C = 7.20 \times \text{Q.M.D.}$
De 6 a 22	16	Q.M.D. $\frac{24}{16}$	$C = 15.30 \times \text{Q.M.D.}$
De 6 a 14	8	Q.M.D. $\frac{24}{8}$	$C = 47.70 \times \text{Q.M.D.}$

NOTA: Q.M.D. Gasto Máximo Diario, en L.P.S.

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

TABLA - 3 - Coeficientes de  $\mu$  y  $K$  para un diafragma en un tubo de diámetro constante

$A_0/A_1$	$\mu$	$K$
0.05	—	1 070
0.1	0.624	226
0.2	0.632	47.8
0.3	0.643	17.5
0.4	0.659	7.8
0.5	0.681	3.76
0.6	0.712	1.79
0.7	0.755	0.80
0.8	0.813	0.29
0.9	0.892	0.09
1.0	1.0	0

Si  $A_1$  es muy grande,  $\mu \approx 0.60$ ; según Weisbach (Ref. 9) los valores de  $K$  se presentan en la tabla: 4 y siguen la ecuación

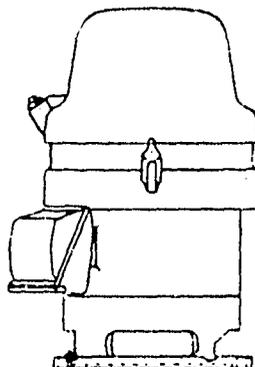
$$K = \left( \frac{A_2}{\mu A_0} - 1 \right)^2$$

TABLA- 4 - Coeficiente de pérdida para un diafragma a la entrada de un tubo

$A_2/A_0$	$K$
1	0.44
1.25	1.17
1.5	2.25
2	5.44
3	16
5	53.7
10	245.5

## CARACTERISTICAS DE OPERACION

MOTORES VERTICALES ABIERTOS A PRUEBA DE GOTEO, NORMAS: NOM, NEMA.  
LINEA "TP" ARMAZONES: 444 TP, 445 TP Y 449 TP.



MODELO	C.P.	POLOS	ARMAZON	PESO APROX. KGS.	DATOS DE OPERACION A 100% DE CARGA NOMINAL Y 60 Hz.		
					AMPERES		R.P.M.
					220 V	440 V	
166-907	60	6	444 TP	650.00	152.00	76.00	1180
166-908	60	8	414 TP	670.00	168.00	84.00	890
166-906	75	6	444 TP	650.00	192.00	96.00	1190
166-164	75	8	444 TP	670.00	216.00	108.00	880
166-173	100	6	444 TP	670.00	254.00	127.00	1180
166-174 *	100	8	445 TP	830.00	266.00	133.00	885
166-908	125	2	444 TP	630.00		144.00	3530
Δ166-183	125	6	445 TP	800.00		150.00	1175
Δ166-184	125	8	445 TP	857.00		166.00	889
Δ166-900 *	150	2	444 TP	650.00		174.00	3565
Δ166-192-	150	4	444 TP	670.00		182.00	1760
Δ166-193 *	150	6	445 TP	815.00		198.00	1180
Δ166-194 *	150	8	449 TP	1057.00		240.00	885
Δ166-201 *	200	2	444 TP	690.00		242.00	3550
Δ166-202 *	200	4	445 TP	800.00		237.00	1772
Δ166-203 *	200	6	449 TP	1000.00		265.00	1175
Δ166-211 *	250	2	445 TP	830.00		288.00	3550
Δ166-212 *	250	4	445 TP	830.00		300.00	1780
Δ166-222 *	300	4	449 TP	1057.00		357.00	1773
Δ166-232 *	350	4	449 TP	1200.00		380.00	1740

( \* ) AISLAMIENTO CLASE "F" QUE PERMITE UNA TEMPERATURA TOTAL MAXIMA DE OPERACION DE 155°C EN EL COBRE, A 60 HERTZ.  
PARA MOTORES MODIFICADOS SE ENTREGAN DIBUJOS POR SEPARADO, (SE TENDRIA QUE CONSULTAR CON LA FABRICA).  
DE 125 C.P. EN ADELANTE SOLO SE FABRICAN MOTORES EN 440 VOLTS ( Δ ).

TABLA "A"

---

**TABLA: PRESION ATMOSFERICA A DIFERENTES A.S.N.M. ( Metros y metros de columna de agua, respectivamente ).**

<b>A.S.N.M.</b>	<b>PRESION</b>	<b>A.S.N.M.</b>	<b>PRESION</b>	<b>A.S.N.M.</b>	<b>PRESION</b>
0	10.33	914.4	9.26	1828.8	8.29
152.4	10.15	1066.8	9.08	1981.2	8.14
304.8	10.00	1219.2	8.90	2133.6	7.99
457.2	9.78	1371.6	8.78	2286.0	7.83
609.6	9.60	1524.0	8.59	2438.4	7.68
762.0	9.45	1676.4	8.41	2590.8	7.53

---

**TABLA "B"**

---

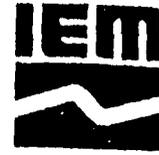
**TABLA: PRESIONES DE VAPOR PARA EL AGUA A DIFERENTES TEMPERATURAS.**

<b>°C</b>	<b>m</b>	<b>°C</b>	<b>m</b>	<b>°C</b>	<b>m</b>
4.4	0.085	26.7	0.356	60.0	2.031
10.0	0.125	32.2	0.491	71.0	3.333
15.6	0.180	37.8	0.667	83.0	5.279
21.1	0.255	49.0	1.189	93.0	8.103

---

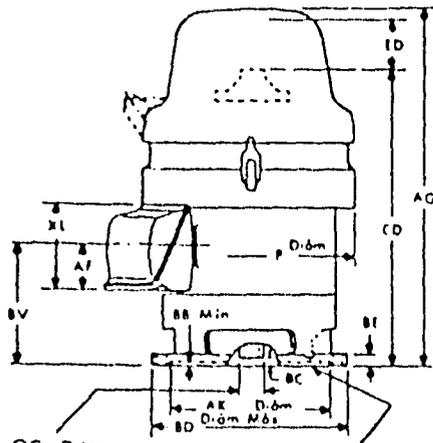
**TABLA " C "**

DIMENSIONES GENERALES



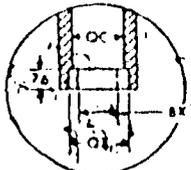
MOTORES VERTICALES ABIERTOS A PRUEBA DE GOTEÓ. TRIFÁSICOS, DE INDUCCIÓN, JAULA DE ARDILLA, 60 Hz., 220/440 VOLTS, DISEÑO NEMA "B" ALTO EMPUJE AXIAL. FLECHA HUECA Y SOLIDA. ARMAZONES: 444 TP, 445 TP, y 448 TP.

MOTOR VERTICAL FLECHA HUECA (VFH)



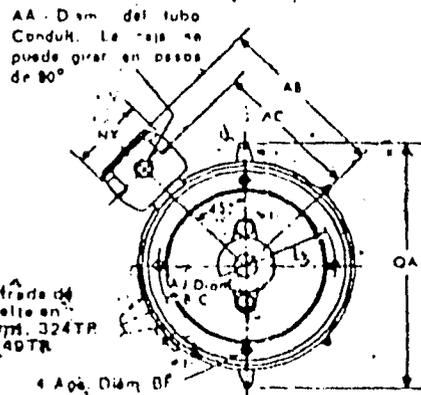
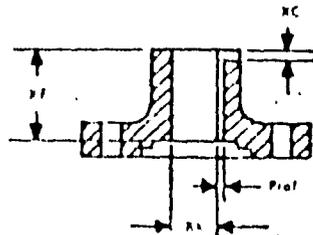
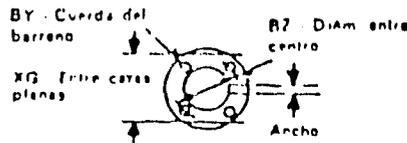
OC - Diám interno de la flecha hueca  
QN - Diám máximo de la flecha de la bomba

La cara de la base debe tener una perpendicularidad con la flecha dentro de .004" LTI para Arms. 213TP a 2E6TP Inclusive y .007" LTI para Arms. 324TP a 449TP Inclusive.



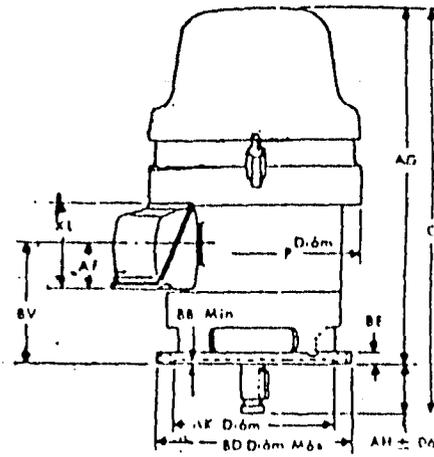
Detalle de flecha

DIMENSIONES DEL COPLE (Solo para Motores VFH)

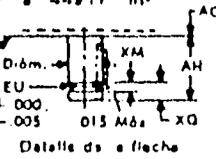


Vista inferior del motor

MOTOR VERTICAL FLECHA SOLIDA (VFS)



La cara de la base debe tener una perpendicularidad con la flecha dentro de .004" LTI para Arms. 213TP a 2E6TP Inclusive y .007" LTI para Arms. 324TP a 449TP Inclusive.



Detalle de flecha

ARMAZÓN PES	UNIDADES	DIMENSIONES GENERALES DEL MOTOR										CAJA DE CONEXIONES						EMPUJE AXIAL		PESO PROMEDIO				
		P	AG	AJ	AK	BB	BD	BE	BC	BV	CD	ED	QA	AA	AB	AC	AF	XL	XN	RPM	kg	lb	kg	lb
444 TP	mm	210.66	1173.18	174.65	252.96	174	419.10	28.58	678	107.27	1022.17	140.45	254.66	63.50	558.20	463.55	186.78	254.19	196.85	3650	4989	11000	773.4	1705
445 TP	plg	8.29	46.188	6.87	9.92	6.85	16.500	1.125	26.7	4.22	40.54	5.51	10.00	2.500	22.000	18.750	7.325	10.031	7.750	1150	5575	12300	773.4	1705
449 TP	mm	210.66	1173.18	174.65	252.96	174	419.10	28.58	678	107.27	1022.17	140.45	254.66	63.50	558.20	463.55	186.78	254.19	196.85	3650	4989	11000	773.4	1705
	plg	8.29	46.188	6.87	9.92	6.85	16.500	1.125	26.7	4.22	40.54	5.51	10.00	2.500	22.000	18.750	7.325	10.031	7.750	1150	5575	12300	773.4	1705

ARMAZÓN PES	UNIDADES	FLECHA HUECA					DIMENSIONES DEL COPLE					FLECHA SOLIDA									
		BC	OC	QN	OX	BX	XC	XF	BY	BZ	XG	AH	C	U	EU	DIMENSIONES DE CUNAS		XQ	XM		
444 TP	mm	6.35	50.80	49.23	66.45	47.88	9.53	5.16	15.88	63.50	63.50	59.80	114.30	1287.42	53.98	44.45	12.70 x 12.70 x 16.20	19.05	9.53		
445 TP	plg	250	2.000	1.938	2.614	1.882	375	203	625	2.500	2.500	2.350	4.500	50.688	2.125	1.750	1/2 x 1/2 x 3/4	250	375		
449 TP	mm	6.35	61.5	60	77.2	57.11	9.53	5.16	15.88	63.50	63.50	59.80	114.30	1501.76	53.98	44.45	12.70 x 12.70 x 16.20	19.05	9.53		
	plg	250	2.42	2.36	3.04	2.25	375	203	625	2.500	2.500	2.350	4.500	59.703	2.125	1.750	1/2 x 1/2 x 3/4	250	375		

TABLA " D "

**TABLA DE SELECCION DE FLECHAS DE LINEA Y PERDIDAS DE POTENCIA POR FRICCION MECANICA, 60 CICLOS**

DIAM. DE FLECHA	PESO DE FLECHA LBS/PIE	CARGA AXIAL TOTAL LBS.	VALORES DE HP MAXIMOS A VARIAS R P M.													
			3560	1780	1180	880	705	590	505	440	395	355	322	295		
3/4"	1.54	2240	39.2 0.62	19.6 0.31	13.0 0.21											
1"	2.77	3800	115 1.1	57.5 0.55	38.1 0.36	28.4 0.27										
1 3/16"	3.92	5600	182 1.42	91.0 0.71	60.3 0.47	45.0 0.35	36.1 0.28									
1 1/4"	4.35	6100	230 1.64	115 0.82	76.2 0.54	56.8 0.40	45.5 0.32									
1 1/2"	6.21	8800	376 2.36	188 1.18	125 0.78	93.2 0.58	74.7 0.46	62.5 0.38								
1 11/16"	7.90	11 500	566 2.88	283 1.44	188 0.95	140 0.71	112 0.57	93.7 0.48	80.2 0.41							
1 15/16"	10.5	15 500	890 3.70	445 1.85	295 1.23	220 0.92	176 0.74	147 0.62	126 0.53	110 0.46						
2 3/16"	13.5	20 000	1314 4.66	657 2.33	436 1.54	325 1.15	260 0.92	218 0.77	187 0.66	163 0.58	146 0.52					
2 7/16"	16.9	25 000		801 2.92	531 1.94	396 1.45	317 1.16	265 0.97	227 0.83	198 0.72	178 0.65	160 0.58				
2 11/16"	20.5	30 000		1047 3.28	694 2.17	518 1.62	415 1.30	347 1.09	297 0.93	259 0.81	233 0.73	209 0.66	190 0.60			
2 15/16"	27.2	40 000		1424 4.00	944 2.65	704 1.98	564 1.59	472 1.33	404 1.14	352 0.99	316 0.89	284 0.80	258 0.73	236 0.67		
3 3/16"	31.9	40 000		1833 4.86	1215 3.22	906 2.40	726 1.93	608 1.62	520 1.39	453 1.21	407 1.09	366 0.98	332 0.89	304 0.82		
3 7/16"	38.0	54 000		2278 5.66	1510 3.75	1126 2.80	902 2.24	755 1.87	646 1.60	563 1.39	505 1.25	454 1.12	412 1.02	377 0.93		
3 11/16"	43.6	54 000		2848 6.49	1888 4.30	1408 3.21	1128 2.57	944 2.15	808 1.84	704 1.60	632 1.44	568 1.29	515 1.17	472 1.07		
4"	52.7	70 000		3613 7.36	2395 4.88	1786 3.64	1431 2.92	1198 2.44	1025 2.09	893 1.82	802 1.63	721 1.46	654 1.32	599 1.21		
4 1/2"	66.1	70 000			3446 6.07	2570 4.53	2059 3.63	1723 3.04	1475 2.60	1285 2.27	1154 2.04	1037 1.83	941 1.66	862 1.52		
5"	84.2	80 000			4732 7.42	3529 5.53	2827 4.43	2366 3.71	2025 3.18	1764 2.77	1584 2.49	1424 2.24	1292 2.03	1184 1.86		

**MULTIPLICADORES DE HP.**

DIAMETRO DE FLECHA	304 AI	316 AI	HT 416 AI	17-4 PH AI	MONEL	MONEL - K	
3/4" - 2 3/16"	0.75	0.75	1.30	1.70	1.05	1.70	
2 7/16" y Mayores	0.90	0.90	1.50	2.00	1.25	2.00	

**TABLA " E "**



### TURBINE BOWL DATA

Bowl Size	Thrust Constant		Shaft Diameter		Pressure Limit (2)		Average (3) Clearance		End Play (4)	Max. Sphere Size (5)	Eye Area In <sup>2</sup>	Wall Thickness	WR <sup>2</sup> Lb In <sup>2</sup> (6)	Wt. of Imp. & Shaft per Stg.
	Std.	Bnl.	Std.	Max. (1)	Feet (2)	PSI	Wig. Ring	Brz. Brg.						
4XS	1.2		3/4	3/4	1430	620		.006	7/32	3/16	1.5	3/16	.006	1.0
4AS	1.2		3/4	3/4	1430	620		.006	7/32	3/16	1.5	3/16	.004	1.0
4BS	1.2		3/4	3/4	1430	620		.006	7/32	3/16	1.5	3/16	.010	1.0
6AXS	2.0		3/4	3/4	1315	570		.006	7/32	3/16	2.1	3/16	.022	1.5
6AS	2.0		3/4	3/4	1315	570		.006	7/32	3/16	2.1	3/16	.020	1.5
6AXC	2.4		3/4	1	1190	515	.011	.006	7/32	3/16	2.5	3/16	.052	3.0
6AC	2.4		3/4	1	1190	515	.011	.006	7/32	3/16	2.5	3/16	.046	3.0
6BS	3.2		1	1	1260	545		.007	3/16	3/8	4.2	3/16	.036	2.5
6CS	3.2		1	1	1260	545		.007	3/16	3/8	4.2	3/16	.030	2.5
6DS	3.2		1	1	1260	545		.007	3/16	3/8	4.2	3/16	.064	2.5
6EC	4.0	1.9	1	1	1260	545	.014	.007	1/32	1/2	6.4	3/16	.054	3.0
7AWC	2.9	1.4	1 1/16	1 1/16	1180	510	.012	.008	1/2	3/4	4.0	3/16	.19	5.5
7AXC	3.5	1.4	1 1/16	1 1/16	1180	510	.012	.008	1/2	3/4	4.0	3/16	.14	6.5
7AC	3.0	1.4	1 1/16	1 1/16	1180	510	.012	.008	1/2	3/4	4.0	3/16	.14	6.5
7APC	3.5	1.4	1 1/16	1 1/16	1180	510	.012	.008	1/2	3/4	4.0	3/16	.14	6.5
7BC	3.5	2.5	1 1/16	1 1/16	1040	450	.013	.008	1 1/32	3/16	5.4	3/16	.068	5.0
7CC	3.5	2.5	1 1/16	1 1/16	1040	450	.013	.008	1 1/32	3/16	5.4	3/16	.090	5.0
7BS	3.8		1 1/16	1 1/16	1040	450		.008	1 1/32	3/16	5.4	3/16	.072	5.0
7CS	3.8		1 1/16	1 1/16	1040	450		.008	1 1/32	3/16	5.4	3/16	.068	5.0
8AC	3.5	1.5	1 1/16	1 1/4	1155	500	.013	.008	3/16	3/4	5.4	3/16	.180	7.0
8CC	5.4	2.5	1 1/16	1 1/16	1040	450	.013	.008	3/16	3/16	9.2	3/32	.282	10.0
8EC	6.8	3.4	1 1/16	1 1/16	1040	450	.013	.008	3/16	3/16	12.8	3/32	.317	11.0
8BS	6.3		1 1/16	1 1/16	1040	450		.008	1 1/16	1/2	9.2	3/32	.152	7.5
8CS	6.3		1 1/16	1 1/16	1040	450		.008	3/16	3/16	9.2	3/32	.124	7.5
8ES	7.8		1 1/16	1 1/16	1040	450		.008	1 1/32	1 1/16	12.8	3/32	.130	7.0
10AC	8.9	3.2	1 1/2	1 1/2	800	345	.013	.008	1 1/32	1/2	10.6	3/32	.556	14.0
10BC	8.0	3.6	1 1/2	1 1/2	800	345	.013	.008	1 1/32	3/4	13.9	3/32	.526	14.0
10CC	8.0	3.8	1 1/2	1 1/2	800	345	.013	.008	3/4	3/4	13.9	3/32	.500	14.0
10DC	8.5	4.7	1 1/2	1 1/2	800	345	.015	.008	1 1/32	3/4	10.1	3/32	.550	14.0
10EC	9.0	4.7	1 1/2	1 1/2	800	345	.015	.008	1 1/32	1	18.1	3/32	.456	14.0
10CS	9.6		1 1/2	1 1/2	800	345		.008	3/4	3/4	13.9	3/32	.250	10.0
10DS	11.2		1 1/2	1 1/2	800	345		.008	1/2	1	18.1	3/32	.228	11.0
10ES	11.2		1 1/2	1 1/2	800	345		.008	1/2	1 1/4	18.1	3/32	.293	11.0
10EMC	5.3		1 1/2	1 1/2	760	330	.013	.008	1 1/32	3/4	8.3	3/32	.684	17.0
10GMC	7.0	3.6	1 1/2	1 1/2	760	330	.013	.008	1 1/32	1 1/2	12.3	3/32	.740	20.0
10GHC	6.2	3.6	1 1/2	1 1/2	760	330	.013	.006	3/16	3/4	12.3	3/32	.880	20.0
11EHC	6.3	2.5	1 1/16	1 1/16	810	350	.013	.008	3/4	3/4	11.9	3/16	1.12	25.0
12AC	9.0	4.0	1 1/16	1 1/16	925	403	.013	.009	3/4	3/4	12.6	3/16	.914	20.0
12BC	11.0	5.3	1 1/16	1 1/16	760	330	.015	.009	3/4	3/4	21.5	3/16	1.00	20.0
12CC	11.2	5.3	1 1/16	1 1/16	760	330	.015	.009	3/4	3/4	21.5	3/16	.914	20.0
12DC	11.6	5.9	1 1/16	1 1/16	760	330	.015	.009	3/16	1	25.2	3/16	.854	19.0
12EC	11.5	5.9	1 1/16	1 1/16	760	330	.015	.009	3/16	1 1/4	25.2	3/16	.834	19.0
12CS	14.0		1 1/16	1 1/16	760	330		.009	3/4	3/4	21.5	3/16	.650	16.0
12ES	15.4		1 1/16	1 1/16	760	330		.009	7/16	1 1/4	25.6	3/16	.472	13.0
12EMC	9.0	2.3	1 1/16	1 1/16	700	305	.015	.009	1 1/32	1 1/16	12.6	3/16	1.82	29.0
12EHC	7.0	4.0	1 1/16	1 1/16	700	305	.015	.009	3/16	1 1/16	12.6	3/16	1.82	29.0
12GMC	10.7		1 1/16	1 1/16	700	305	.015	.009	3/4	1 1/16	19.2	3/16	1.85	30.0
12GHC	10.0		1 1/16	1 1/16	700	305	.015	.009	3/16	1	19.2	3/16	2.08	30.0
12RMC	14.0		1 1/16	1 1/16	700	305	.015	.010	1 1/16	3/4	27.9	3/16	2.04	36.0
12RHC	14.0		1 1/16	1 1/16	700	305	.015	.010	1 1/16	3/4	27.9	3/16	2.12	37.0
13CLC	16.0	6.6	1 1/16	1 1/16	740	320	.015	.009	3/16	1	29.5	3/16	2.42	33.0
13CMC	15.0	6.6	1 1/16	1 1/16	740	320	.015	.009	1 1/16	1	29.5	3/16	2.28	33.0
13CHC	15.0	6.6	1 1/16	1 1/16	740	320	.015	.009	1 1/16	1	29.5	3/16	2.28	33.0
14AC	11.5	5.6	1 1/16	2 1/16	730	315	.015	.010	3/4	3/4	19.8	3/16	2.92	34.0
14BC	11.0	5.6	1 1/16	2 1/16	730	315	.015	.010	3/4	3/4	19.8	3/16	2.54	31.0
14CC	17.0	8.2	1 1/16	2 1/16	610	265	.015	.010	3/4	1	29.0	3/16	2.12	36.0
14DC	17.5	9.0	1 1/16	2 1/16	610	265	.015	.010	1 1/32	1 1/4	35.4	3/16	3.04	37.0
14EC	14.0	9.0	1 1/16	2 1/16	610	265	.015	.010	1 1/32	1 1/4	35.4	3/16	2.59	31.0
14DS	18.0		1 1/16	1 1/16	610	265		.010	1 1/32	1 3/4	36.7	3/16	1.77	30.0

TABLE " F "

**EMPUJE AXIAL Y ALARGAMIENTO DE LA FLECHA**

El empuje axial total al nivel del cabezal de descarga de una bomba turbina, es la suma del empuje hidráulico y el empuje estático (carga muerta) de la flecha e impulsores. Sin embargo el peso de los impulsores y la flecha de los tazones es generalmente un pequeño porcentaje del empuje estático y puede despreciarse.

• **EMPUJE TOTAL**

Fórmula: Empuje total = ( K x CDT ) + ( W x S )

Donde:

K = Factor de empuje de la bomba                      W = Peso de la flecha en libras por pie  
 CDT = Carga dinámica total en pies                      S = Longitud total de columna en pies

Ejemplo:

El empuje total de una bomba B12A-Z con flecha de 1 3/16" y 5 pasos con una carga total de 250 pies y longitud de columna de 200 pies, se calcula de la siguiente manera :

Empuje total = ( K x CDT ) + ( W x S )  
 K = 12.5 lbs/pie  
 W = 3.77  
 CDT = 250 pies  
 S = 200 pies  
 Empuje total = ( 12.5 x 250 ) + ( 3.77 x 200 ) = 3125 + 754 + 3879 Lbs.

Diámetro de la Flecha.	pulg.	3/4	1	1 3/16	1 1/2	1 11/16	1 3/4	1 15/16	2	2 1/4	2 7/16	2 11/16
	mm.	19	25	30	38	43	44	49	51	58	62	68
Peso de la Flecha.	lbs/pie	1.50	2.67	3.77	6.01	7.61	8.18	10.03	10.68	13.52	15.87	19.30
	kg/m.	2.23	3.97	5.60	8.94	11.32	12.17	14.92	15.89	20.11	23.61	28.80
Area de la Flecha	pulg. <sup>2</sup>	0.44	0.78	1.10	1.77	2.24	2.41	2.95	3.14	3.97	4.67	5.67
	cm. <sup>2</sup>	2.84	5.03	7.10	11.42	14.45	15.55	19.00	20.26	25.60	30.13	36.60

• **ALARGAMIENTO DE LA FLECHA**

Las flechas de bombas para pozo profundo se alargan cuando la bomba está trabajando, debido al empuje hidráulico generado por los impulsores.

Al ajustar la bomba, es necesario elevar los impulsores suficientemente para compensar el alargamiento de la flecha de columna.

Puede usarse la fórmula siguiente para calcular el alargamiento de la flecha de columna y el juego axial requerido en el cuerpo de tazones. Nótese que el "peso muerto" no afecta el juego axial requerido, puesto que, una vez que los impulsores son elevados de su asiento, el peso muerto no tendrá efectos posteriores.

Todos los ajustes de la flecha de columna para el alargamiento, deberán ser hechos después de que los impulsores se separen del asiento del tazón.

$$e = \frac{CDT \times S \times K \times 12}{A \times 29,000,000}$$

Donde:

e = Alargamiento debido al empuje hidráulico, en pulgadas  
 CDT = Carga dinámica total en pies.  
 S = Longitud de la flecha de columna en pies.  
 K = Factor de empuje.  
 A = Area de la flecha en pulgadas cuadradas.

Ejemplo:

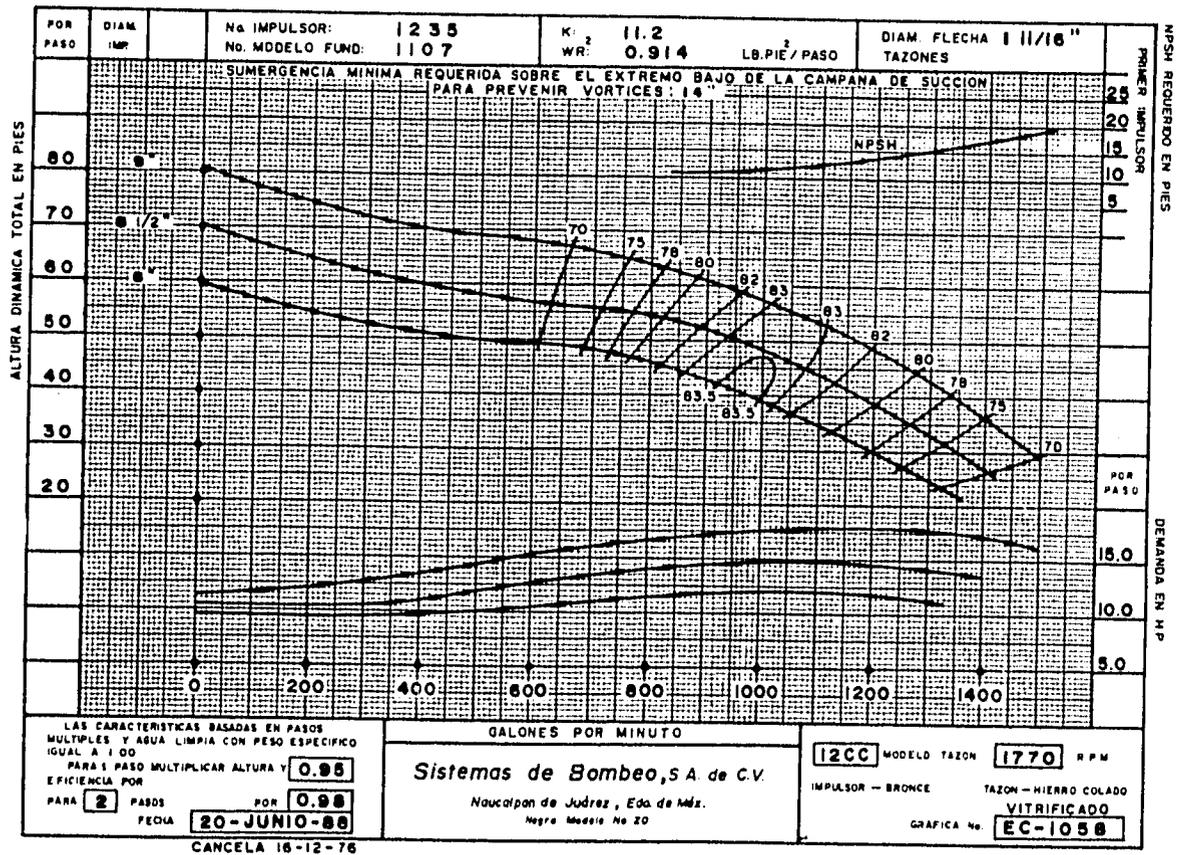
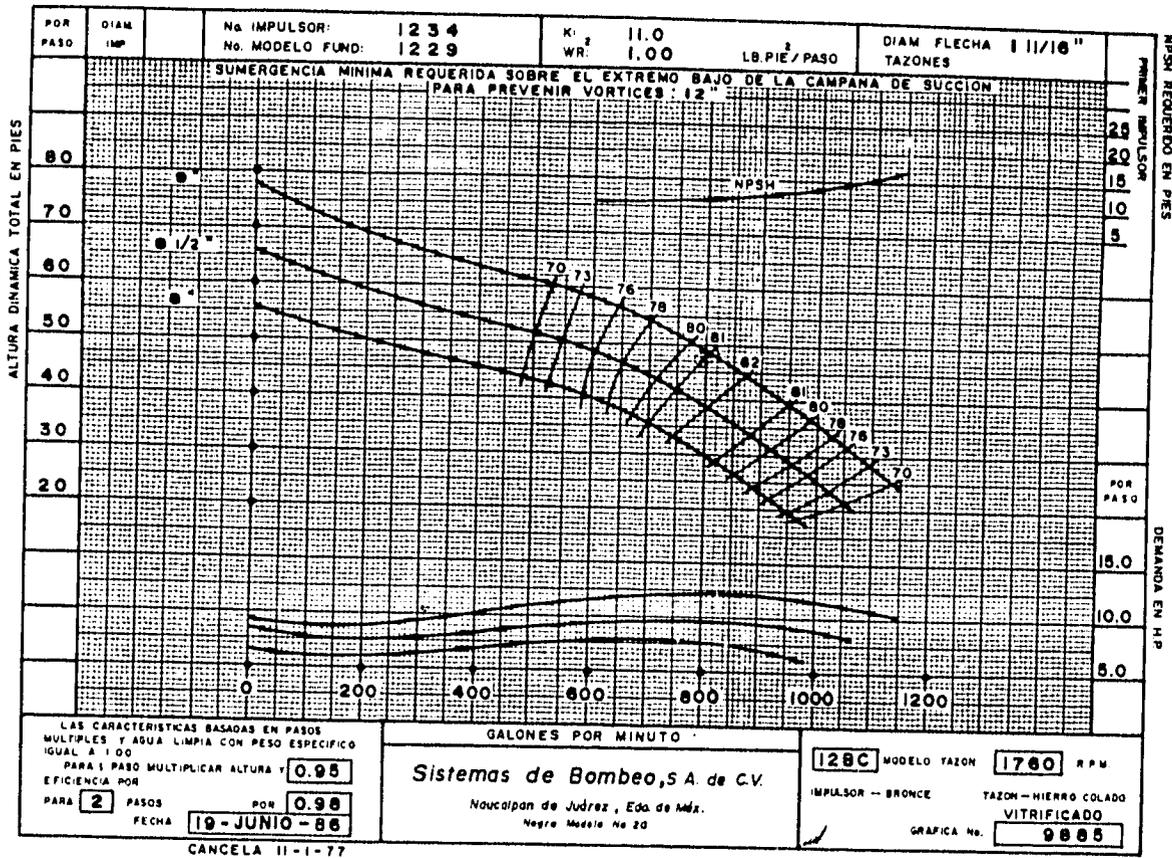
El alargamiento de la flecha para la bomba B12A-Z con flecha de 1 3/16" y 5 pasos, con columna de 200 pies de longitud y carga total de 250 pies, será:

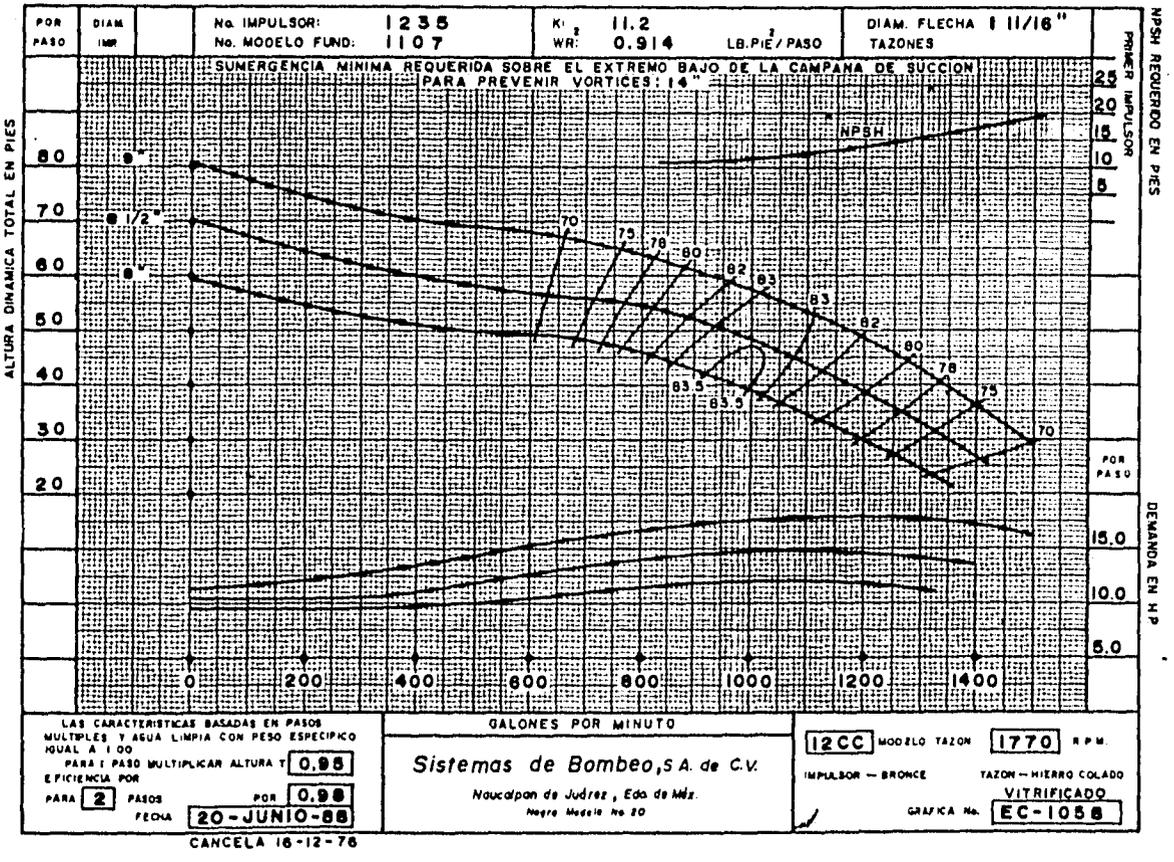
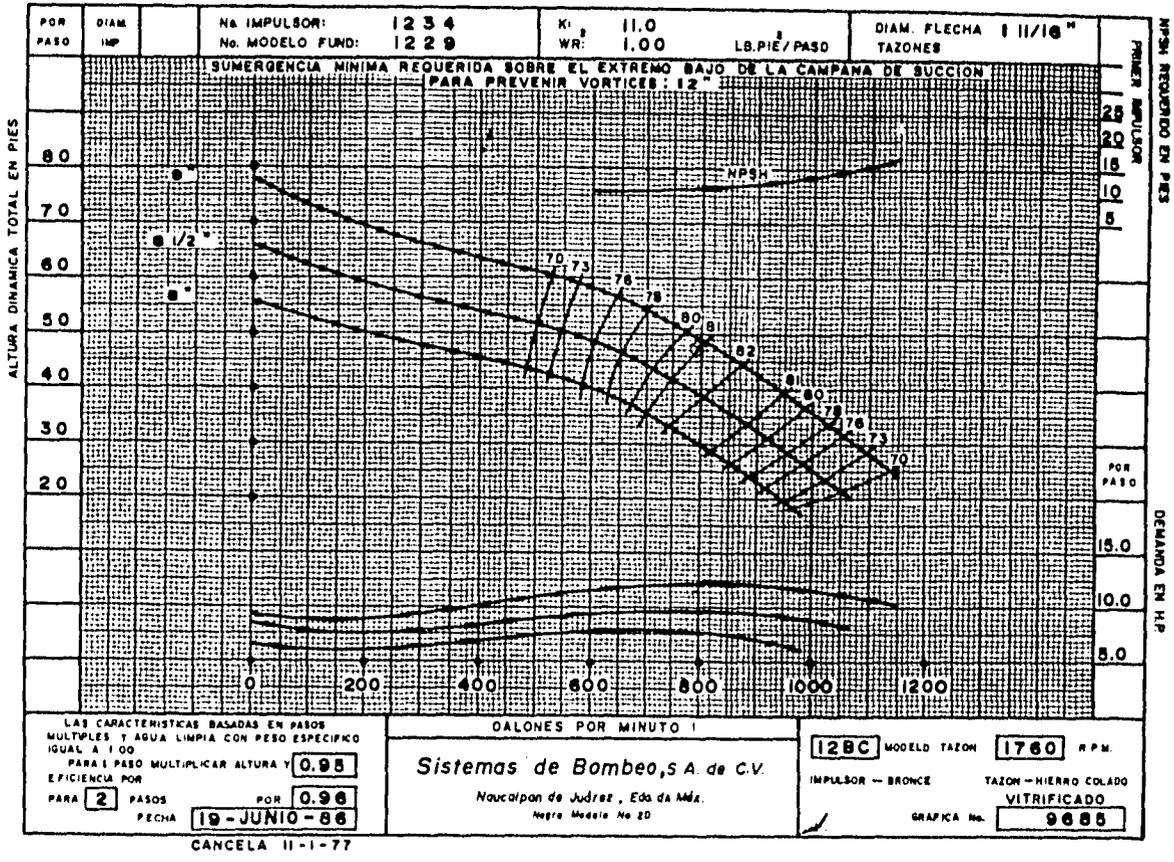
$$e = \frac{CDT \times S \times K \times 12}{A \times 29,000,000} \qquad CDT = 250 \text{ PIES} \qquad k = 12.5 \text{ lbs/pie}$$

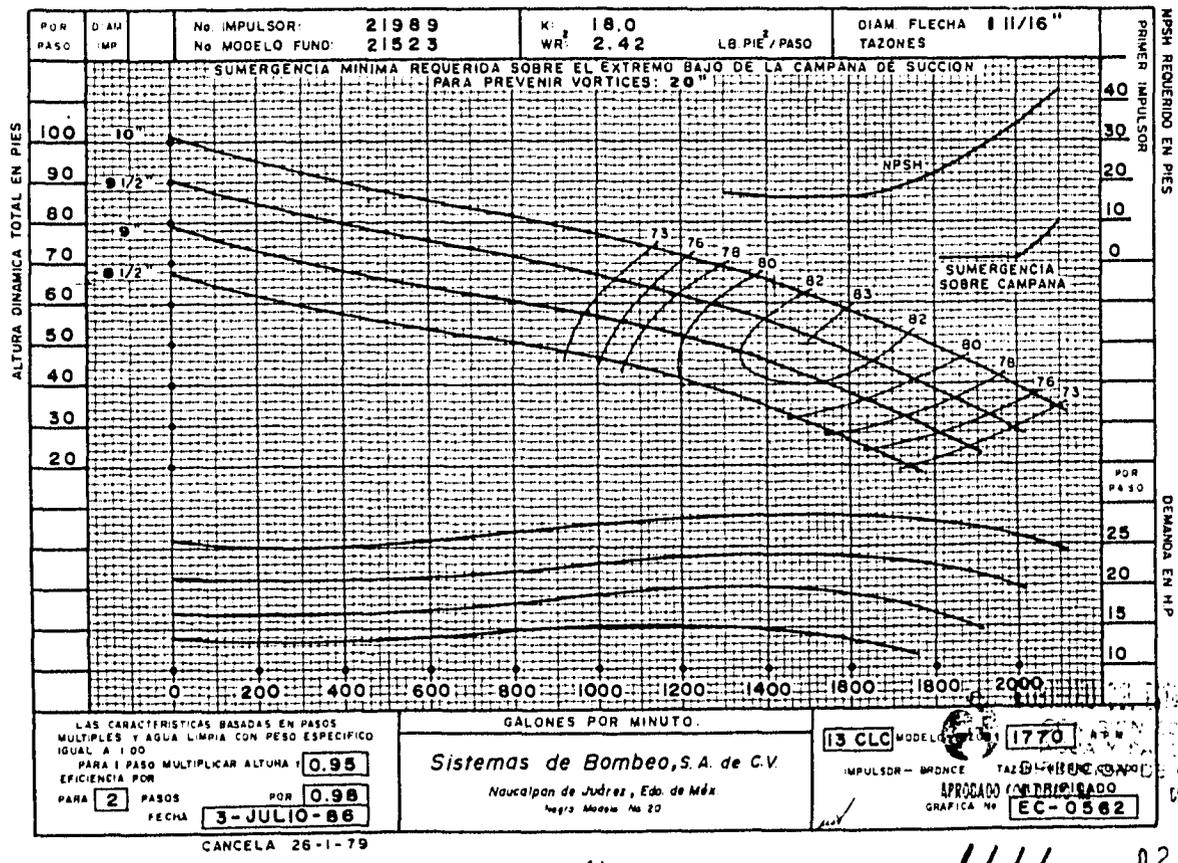
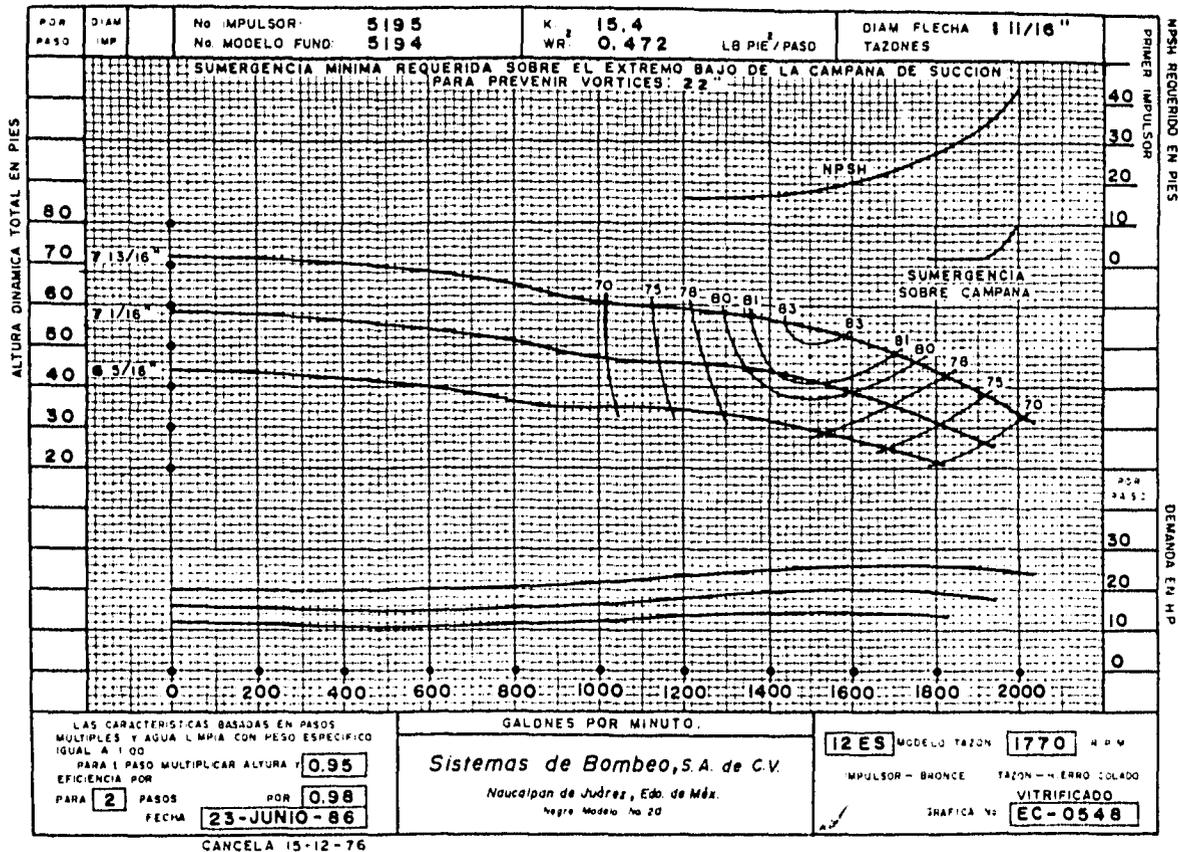
$$\qquad \qquad \qquad S = 200 \text{ pies} \qquad A = 1.10 \text{ pulg.}^2$$

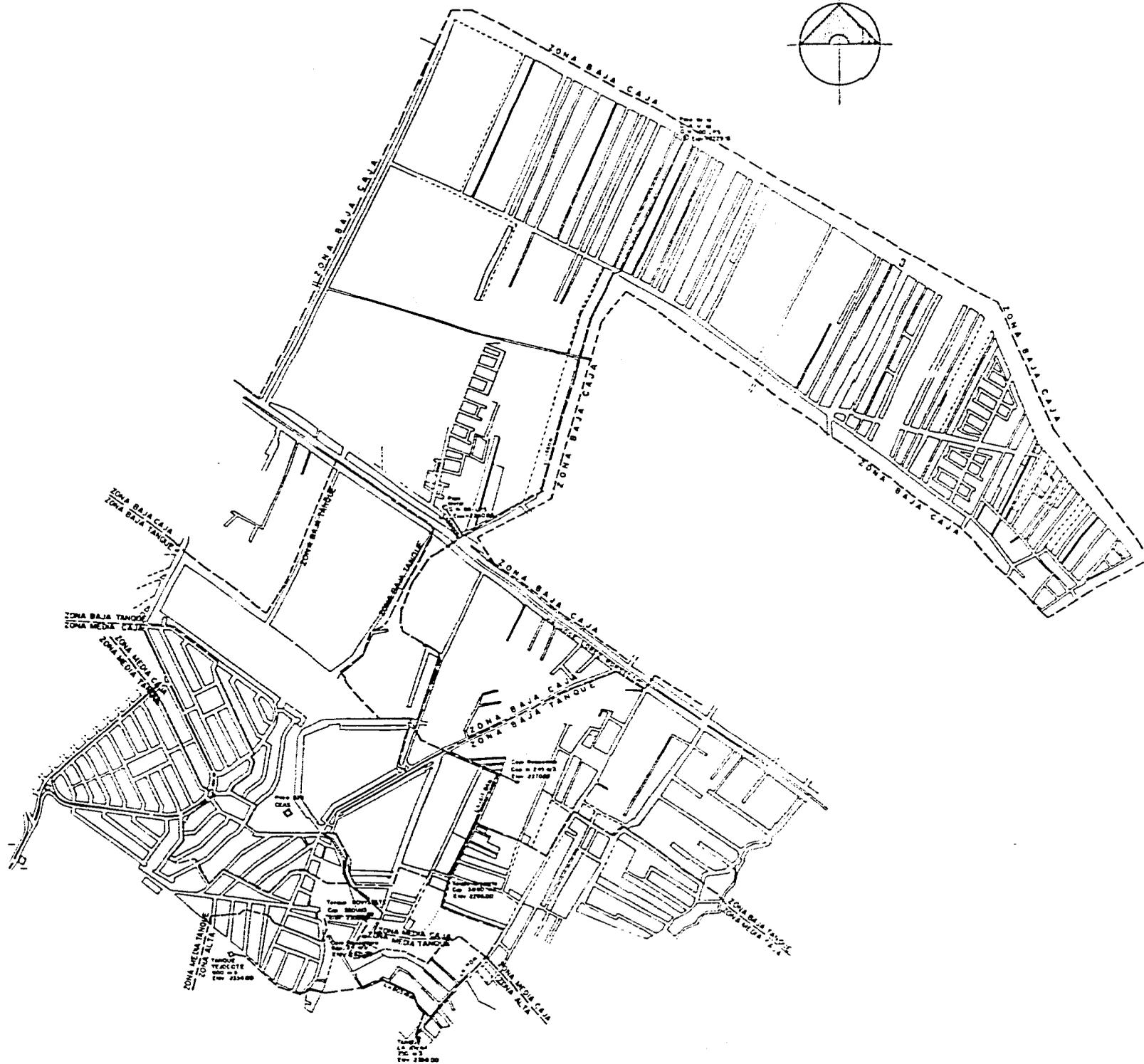
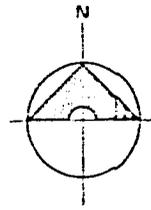
$$e = \frac{250 \times 200 \times 12.5 \times 12}{1.10 \times 29,000,000} = 0.235 \text{ Pulg.} = 5.97 \text{ mm.}$$

**TABLA " G "**

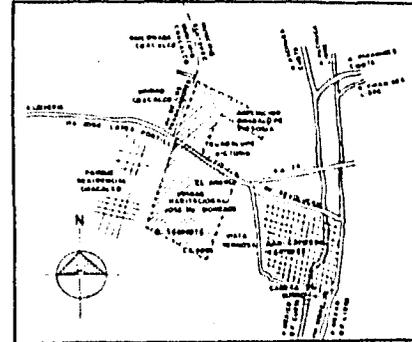
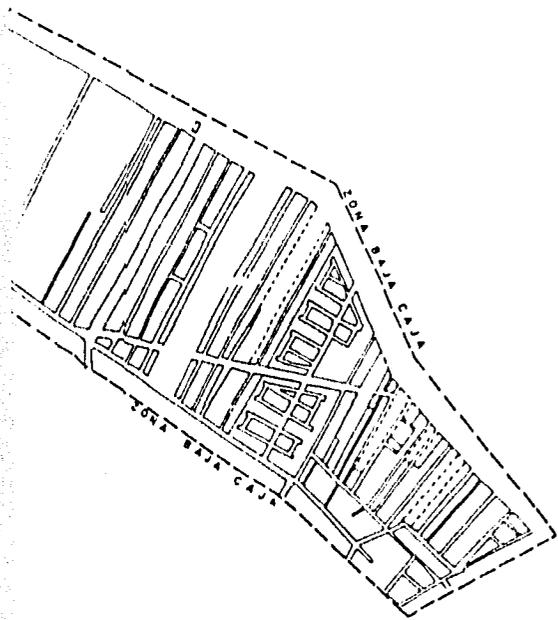
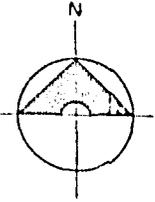








CANTIDADES	
EXCAVACION	_____
PLANTILLA	_____
RELLENO	_____
TUBERIAS	_____
AC CLASE No 3	_____
100 mm Ø (4")	_____
150 mm Ø (6")	_____
200 mm Ø (8")	_____
250 mm Ø (10")	_____
300 mm Ø (12")	_____
350 mm Ø (14")	_____
400 mm Ø (16")	_____
450 mm Ø (18")	_____
500 mm Ø (20")	_____
610 mm Ø (24")	_____
762 mm Ø (30")	_____
P. V. C.	_____
635 mm Ø (24 1/2")	_____
76 mm Ø (3")	_____



CROQUIS DE LOCALIZACION

CANTIDADES DE OBRA

EXCAVACION	50,359.08 M3
PLANTELA	3,087.64 M3
RELLENO	42,762.14 M3
TUBERIAS	
AC CLASE No 3	
100 mm Ø 14"	7,852 ML
150 mm Ø 16"	8,626 ML
200 mm Ø 18"	5,100 ML
250 mm Ø 10"	1,981 ML
300 mm Ø 12"	692 ML
350 mm Ø 14"	984 ML
400 mm Ø 16"	781 ML
450 mm Ø 18"	420 ML
500 mm Ø 20"	708 ML
610 mm Ø 24"	1,304 ML
762 mm Ø 30"	425 ML
P. V. C.	
635 mm Ø (24 1/2")	41,391 ML
76 mm Ø (3")	6,685 ML

DATOS DE PROYECTO

POBLACION ACTUAL	34,550 HAB
POBLACION DE PROYECTO (A SATURACION I)	112,841 HAB
AREA DE PROYECTO	404.43 HA
DOTACION	200 L/H/D
COEFICIENTE DE VARIACION DIARIA	1.2
COEFICIENTE DE VARIACION HORARIA	1.5
GASTO MEDIO	261.21 LPS
GASTO MAXIMO DIARIO	313.45 LPS
GASTO MAXIMO HORARIO	470.17 LPS
SISTEMA DE REGULACION	
TANQUE "LA JOYA I"	250 M3
TANQUE "EL TEJOCOTE"	600 M3
TANQUE "FOYSSISTE"	350 M3
TANQUE DE PROYECTO "LA JOYA II"	3,800 M3
CAJAS ROMPEDORAS DE P.	
CAJA ZONA MEDIA-BAJA	34 M3
CAJA ZONA BAJA	243 M3
FUENTE DE ABASTECIMIENTO	
POZO 324 DE CEAS	18.00 LPS
POZO MATZ	65.00 LPS
POZO DE LA GERENCIA	
DE AGUAS DEL VALLE DE MEXICO	100.00 LPS
POZO FUTURO	148.45 LPS
SISTEMA BOMBEO A TANQUES, DISTRIBUCION POR GRAVEDAD	

NOTAS

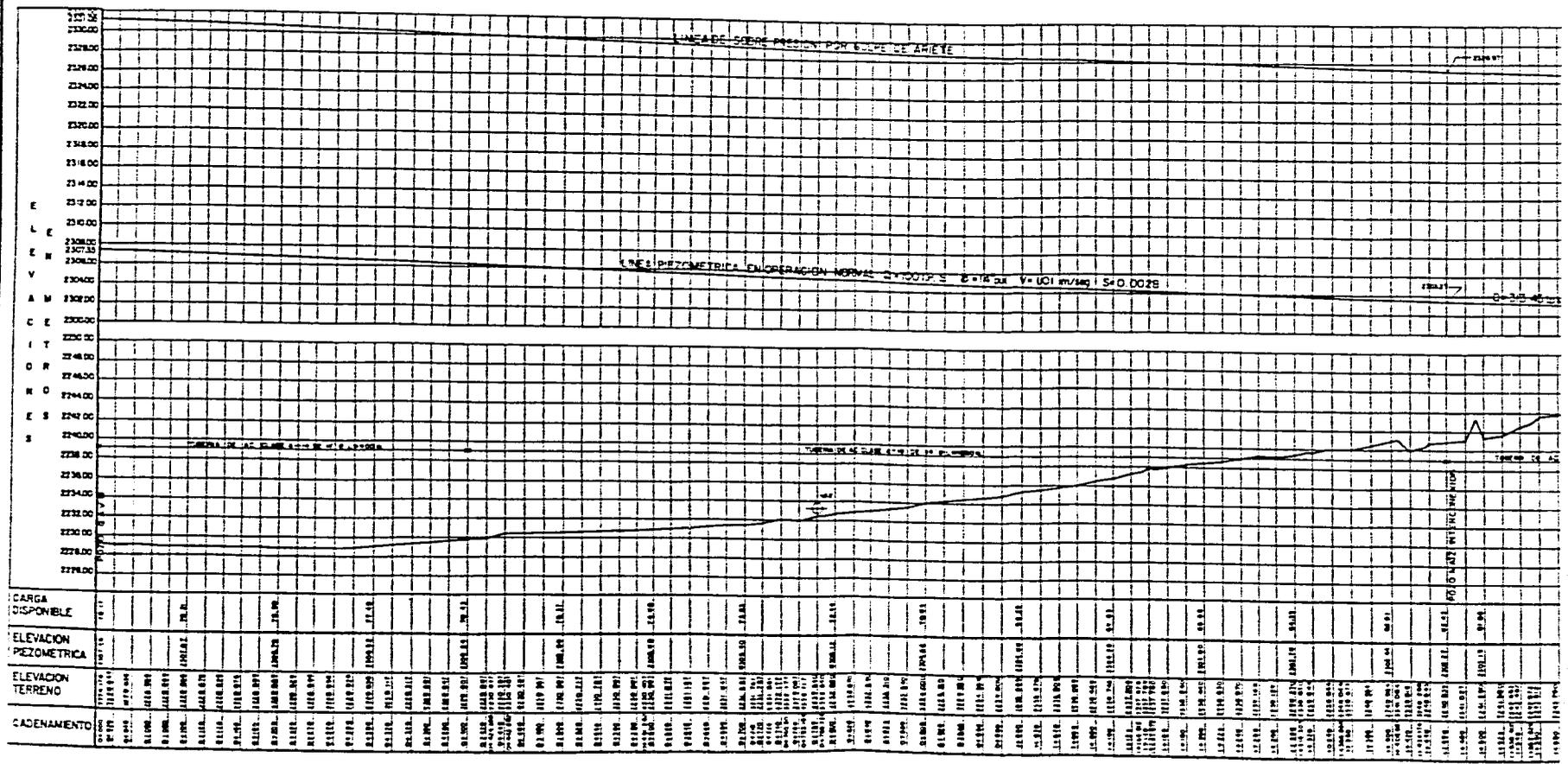
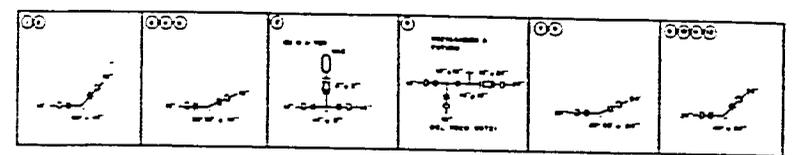
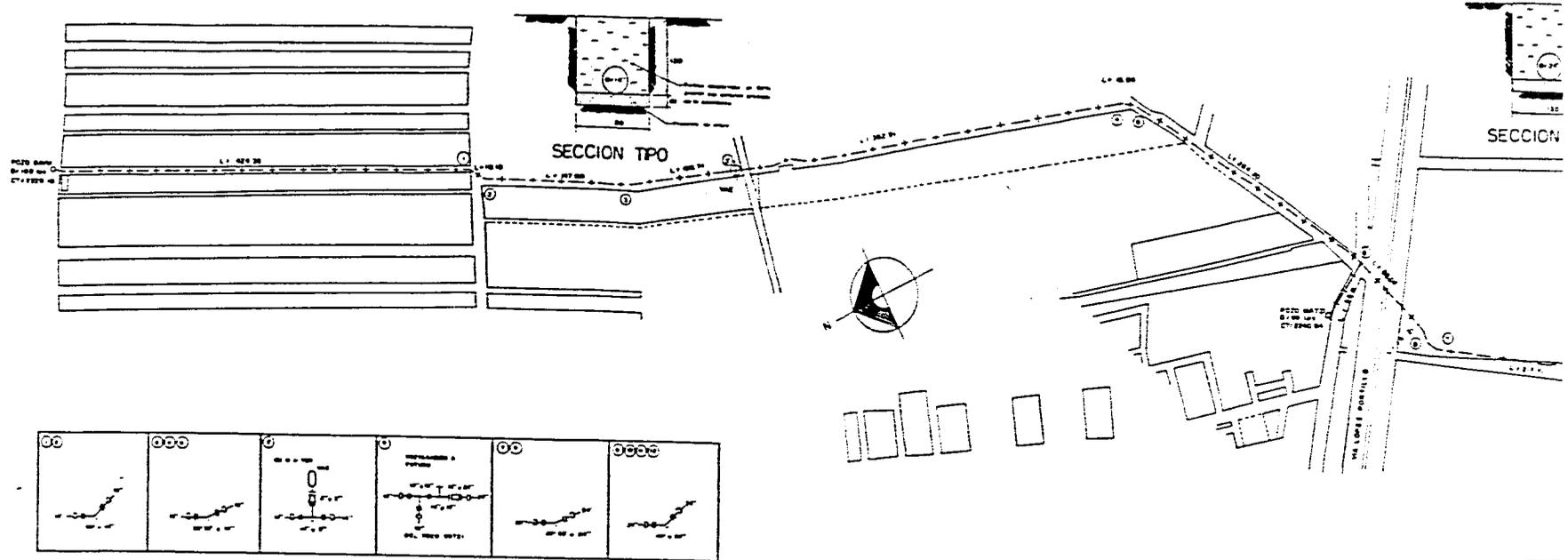
- 1- Aclaraciones en centímetros, secciones y elevaciones en metros para referir estas últimas al 0 m. s. n. m. sobre 2,700 a las cotas actuales.
- 2- La planimetría corresponde a levantamientos topográficos con equipo métrico y procesados por computadora.
- 3- Las cajas para operación de válvulas son como se indica en el plano de CAJA PARA OPERACION DE VALVULAS.
- 4- En todos los terminales se utilizará una toma domiciliar para evitar estacionamientos de tipo.
- 5- Los válvulas de accionamiento se estarán operando por la manualidad o motor.
- 6- La ubicación de escape para el exceso de tubería, quedará a juicio del ingeniero responsable de obra.

U. N. A. M.  
ESC. NAL. DE EST. PROF. "ARAGON"

TESIS PROFESIONAL

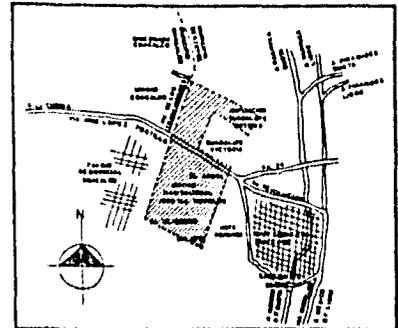
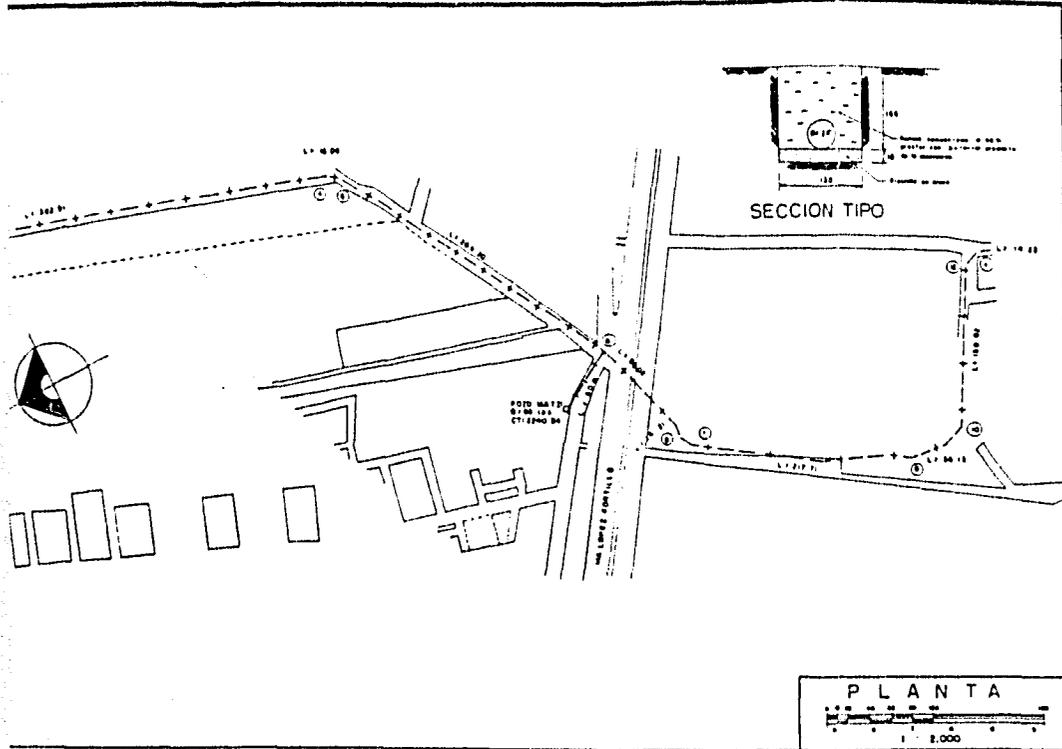
PROYECTO EJECUTIVO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA ZONA BAJA DE ECATEPEC DE MORELOS EDO DE MEX.  
RED DE DISTRIBUCION  
PLANO GENERAL

NOMBRE: VICENTE MARTINEZ LOPEZ  
ESTADO: MEXICO  
FECHA: MAYO DE 1988  
PLANO No. 01 DE 01



PERFIL  
 ESCALAS: HORIZ: 1:2,000  
 VERT: 1:200

SIMBO  
 Tubería 6" ———  
 Tubería 8" ———  
 Tubería 10" ———  
 Tubería 12" ———  
 Tubería 15" ———  
 Tubería 20" ———  
 Tubería 24" ———  
 Tubería 30" ———  
 Tubería 36" ———  
 Tubería 42" ———  
 Tubería 48" ———  
 Tubería 54" ———  
 Tubería 60" ———  
 Tubería 72" ———  
 Tubería 84" ———  
 Tubería 96" ———  
 Tubería 108" ———  
 Tubería 120" ———  
 Tubería 132" ———  
 Tubería 144" ———  
 Tubería 156" ———  
 Tubería 168" ———  
 Tubería 180" ———  
 Tubería 192" ———  
 Tubería 204" ———  
 Tubería 216" ———  
 Tubería 228" ———  
 Tubería 240" ———  
 Tubería 252" ———  
 Tubería 264" ———  
 Tubería 276" ———  
 Tubería 288" ———  
 Tubería 300" ———



CROQUIS DE LOCALIZACION

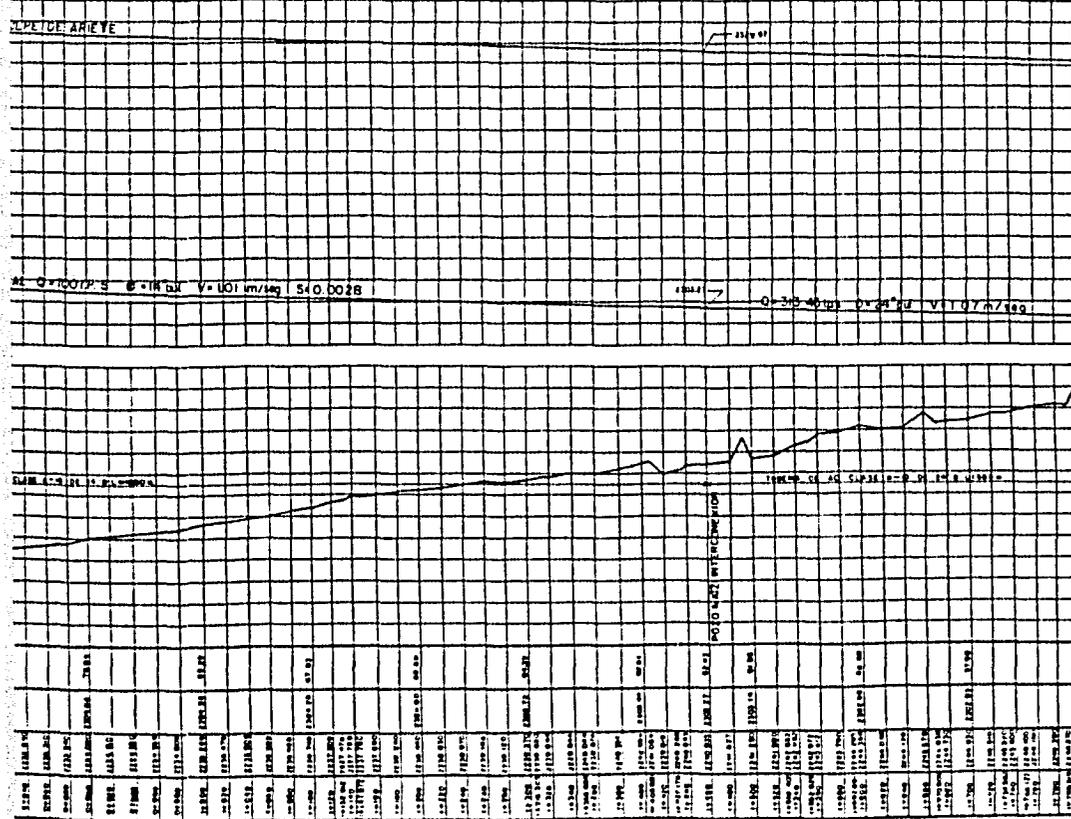
**DATOS DE PROYECTO**

FUENTE DE ABASTECIMIENTO POZOS PROFUNDOS

- Superficie de terreno	100 000 m <sup>2</sup>
- Poblacion de la zona	200 000 hab.
- Consumo de agua	100 000 m <sup>3</sup> /día
- Consumo de agua	100 000 m <sup>3</sup> /día
- Consumo de agua	100 000 m <sup>3</sup> /día
- Consumo de agua	100 000 m <sup>3</sup> /día
- Consumo de agua	100 000 m <sup>3</sup> /día

**CANTIDADES DE OBRA**

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD
Excavaciones	2478.13	m <sup>3</sup>
Plomeria	176.40	m <sup>2</sup>
Electricidad	2221.07	m <sup>2</sup>
Trabajos de S.C.:		
100 mm Ø x 7 m	147.00	m
150 mm Ø x 7 m	715.00	m
200 mm Ø x 7 m	100.00	m
300 mm Ø x 7 m	100.00	m
400 mm Ø x 7 m	100.00	m
500 mm Ø x 7 m	100.00	m
600 mm Ø x 7 m	100.00	m
700 mm Ø x 7 m	100.00	m
800 mm Ø x 7 m	100.00	m
900 mm Ø x 7 m	100.00	m
1000 mm Ø x 7 m	100.00	m



LISTA DE PIEZAS ESPECIALES DE F.F.

SIMBOLO	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
CODO DE 90° CON BRIDA DE:	200 mm Ø x 7 m	PIEA	1
	300 mm Ø x 7 m	PIEA	1
	400 mm Ø x 7 m	PIEA	1
CODO DE 45° DE:	200 mm Ø x 7 m	PIEA	0
	300 mm Ø x 7 m	PIEA	0
	400 mm Ø x 7 m	PIEA	7
CODO DE 22° 30' DE:	200 mm Ø x 7 m	PIEA	1
	300 mm Ø x 7 m	PIEA	3
	400 mm Ø x 7 m	PIEA	0
TE DE F.F. CON BRIDA DE:	100 mm Ø x 7 m	PIEA	1
	150 mm Ø x 7 m	PIEA	1
	200 mm Ø x 7 m	PIEA	1
REDUCCION DE F.F. CON BRIDA DE:	200 mm Ø x 7 m	PIEA	1
	300 mm Ø x 7 m	PIEA	1
EXTREMIDAD DE F.F. DE:	100 mm Ø x 7 m	PIEA	0
	150 mm Ø x 7 m	PIEA	0
	200 mm Ø x 7 m	PIEA	0
JUNTA BRAYLIT COMPLETA:	100 mm Ø x 7 m	PIEA	0
	150 mm Ø x 7 m	PIEA	0
	200 mm Ø x 7 m	PIEA	0
VALVULA DE ADMISION Y CERRAMIENTO DE APNE BRIDA:	200 mm Ø x 7 m	PIEA	1

**NOTAS:**

- 1.- ESTADOS DE OPERACION:
- 2.- Para el caso de abastecimiento de agua se considerará la capacidad de los pozos de 100 l/s.
- 3.- La capacidad de los pozos de 100 l/s, se considerará en el momento de la ejecución de los trabajos.
- 4.- La capacidad de los pozos de 100 l/s, se considerará en el momento de la ejecución de los trabajos.
- 5.- La capacidad de los pozos de 100 l/s, se considerará en el momento de la ejecución de los trabajos.
- 6.- La capacidad de los pozos de 100 l/s, se considerará en el momento de la ejecución de los trabajos.
- 7.- La capacidad de los pozos de 100 l/s, se considerará en el momento de la ejecución de los trabajos.
- 8.- La capacidad de los pozos de 100 l/s, se considerará en el momento de la ejecución de los trabajos.

**SIMBOLOGIA**

100 mm Ø x 7 m	—
150 mm Ø x 7 m	—
200 mm Ø x 7 m	—
300 mm Ø x 7 m	—
400 mm Ø x 7 m	—
500 mm Ø x 7 m	—
600 mm Ø x 7 m	—
700 mm Ø x 7 m	—
800 mm Ø x 7 m	—
900 mm Ø x 7 m	—
1000 mm Ø x 7 m	—

**U. N. A. M.**  
**ESC. NAL. DE EST. PROF. 'ARAGON'**

**TESIS PROFESIONAL**

PROYECTO EJECUTIVO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA NOROCCIDENTAL DE MEXICO

**LINEA DE CONDUCCION — PLANTA Y PERFIL DEL KM. 0+00000 AL KM. 1+800.000**

PROYECTO: VICENTE MARTINEZ LOPEZ

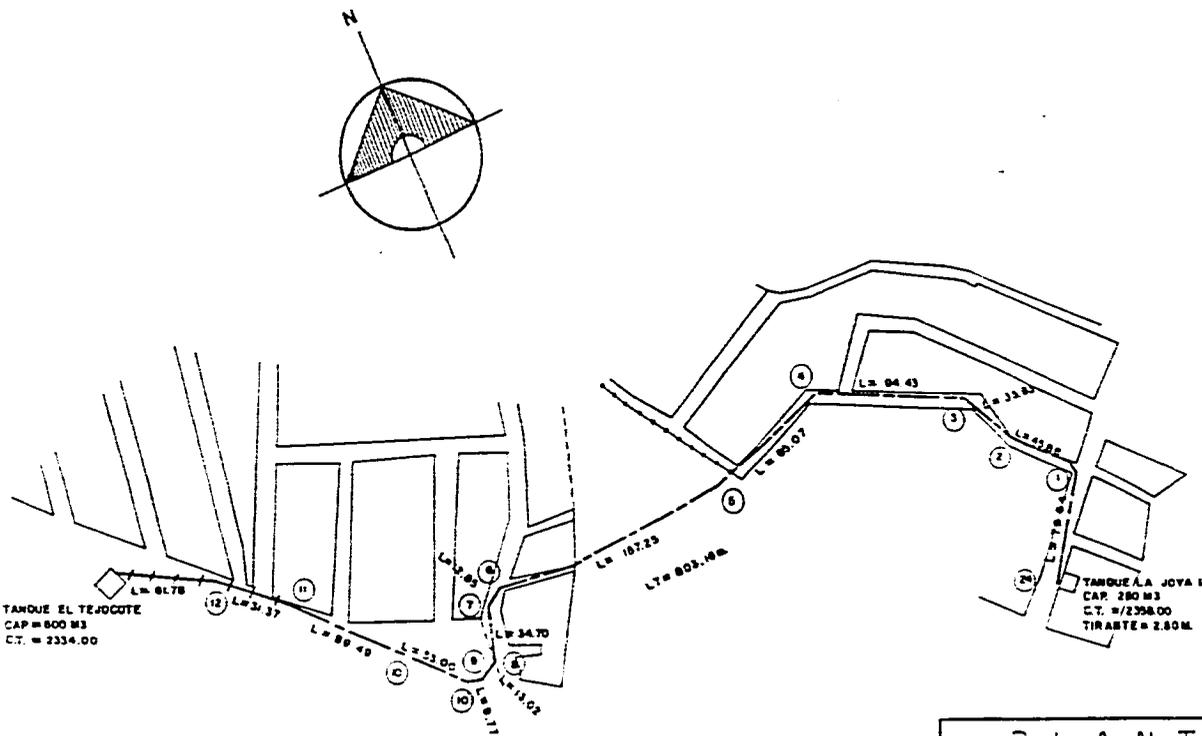
ESCALA: 1/500      FECHA: MAYO DE 1968      PLANO No. LC-00127



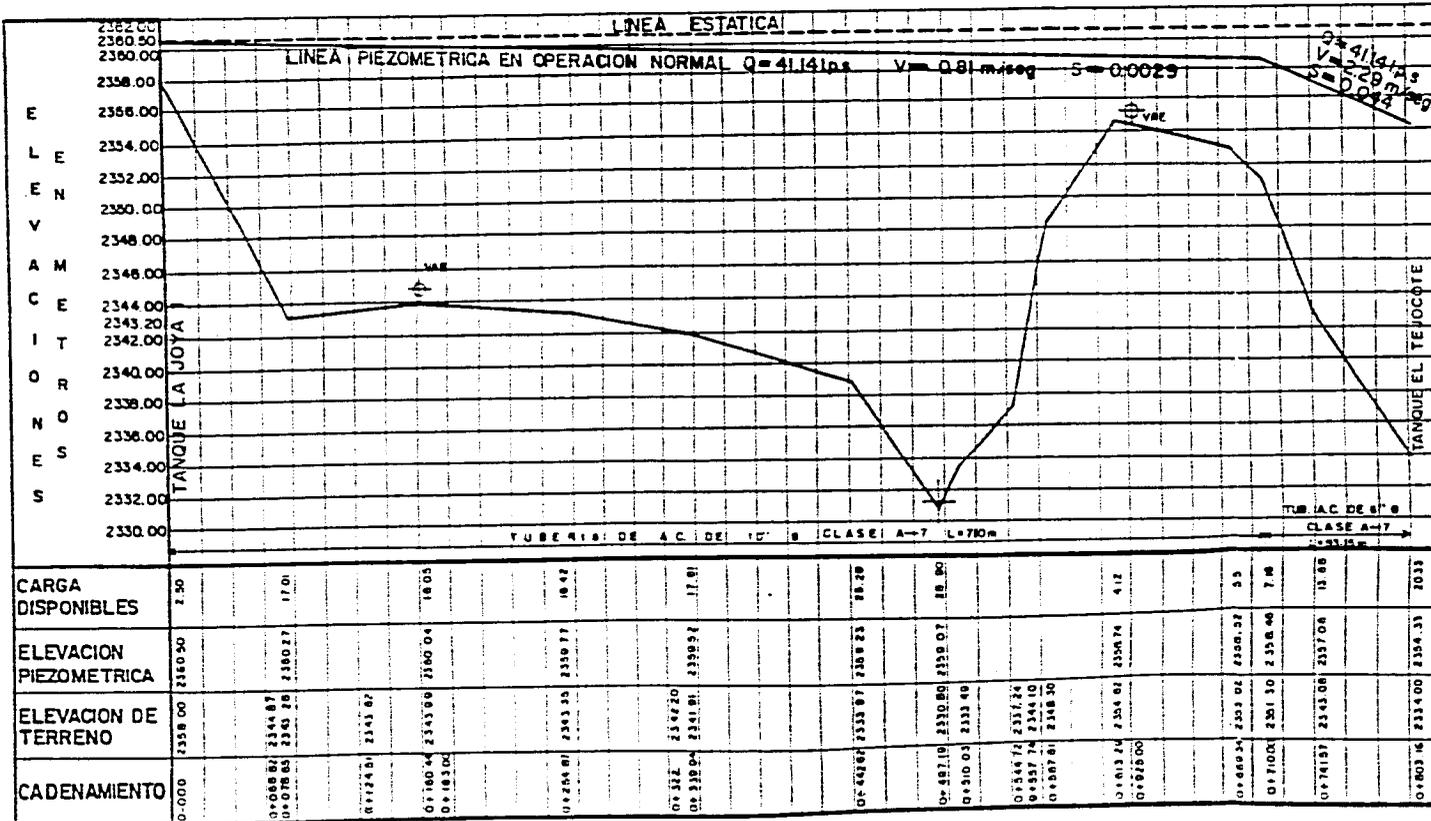
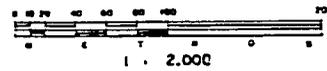


LISTA DE PIEZAS ESPECIALES DE Fo. Fo.

SIMBOLO	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD
CODO DE fo fo CON BRIDAS DE:			
	45° 10" (45° 250 mm) DE 8	8	PZAS.
	22° 30' (22° 30' 100 mm) DE 8	3	PZAS.
	22° 30' (22° 30' 100 mm) DE 8	1	PZAS.
TE DE fo fo CON BRIDAS DE:			
	10" x 10" x 10" (250 mm) DE 8	1	PZAS.
	10" x 10" x 10" (250 mm) DE 8	2	PZAS.
	10" x 10" x 10" (250 mm) DE 8	1	PZAS.
REDUCCION DE fo fo CON BRIDAS DE:			
	10" x 6" (250 x 150 mm) DE 8	1	PZAS.
	10" x 6" (250 x 150 mm) DE 8	1	PZAS.
	2 1/2" x 2" (63 x 50 mm) DE 8	2	PZAS.
VALVULAS DE COMPUERTA DE:			
	4" (100 mm) DE 8	2	PZAS.
VALVULA DE ADMISION Y EXPULSION DE AIRE BRIDADA DE:			
	2" (50 mm) DE 8	2	PZAS.
EXTREMIDA DE:			
	10" (250 mm) DE 8	23	PZAS.
	6" (150 mm) DE 8	3	PZAS.
	4" (100 mm) DE 8	2	PZAS.
JUNTA GIBAULT COMPLETA			
	10" (250 mm) DE 8	23	PZAS.
	6" (150 mm) DE 8	3	PZAS.
	4" (100 mm) DE 8	2	PZAS.

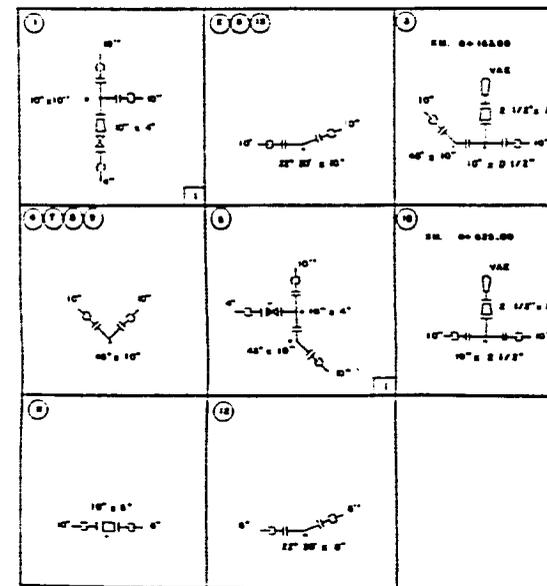


PLANTA

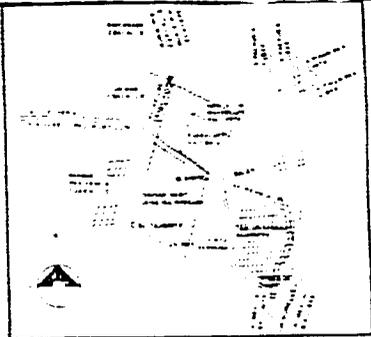
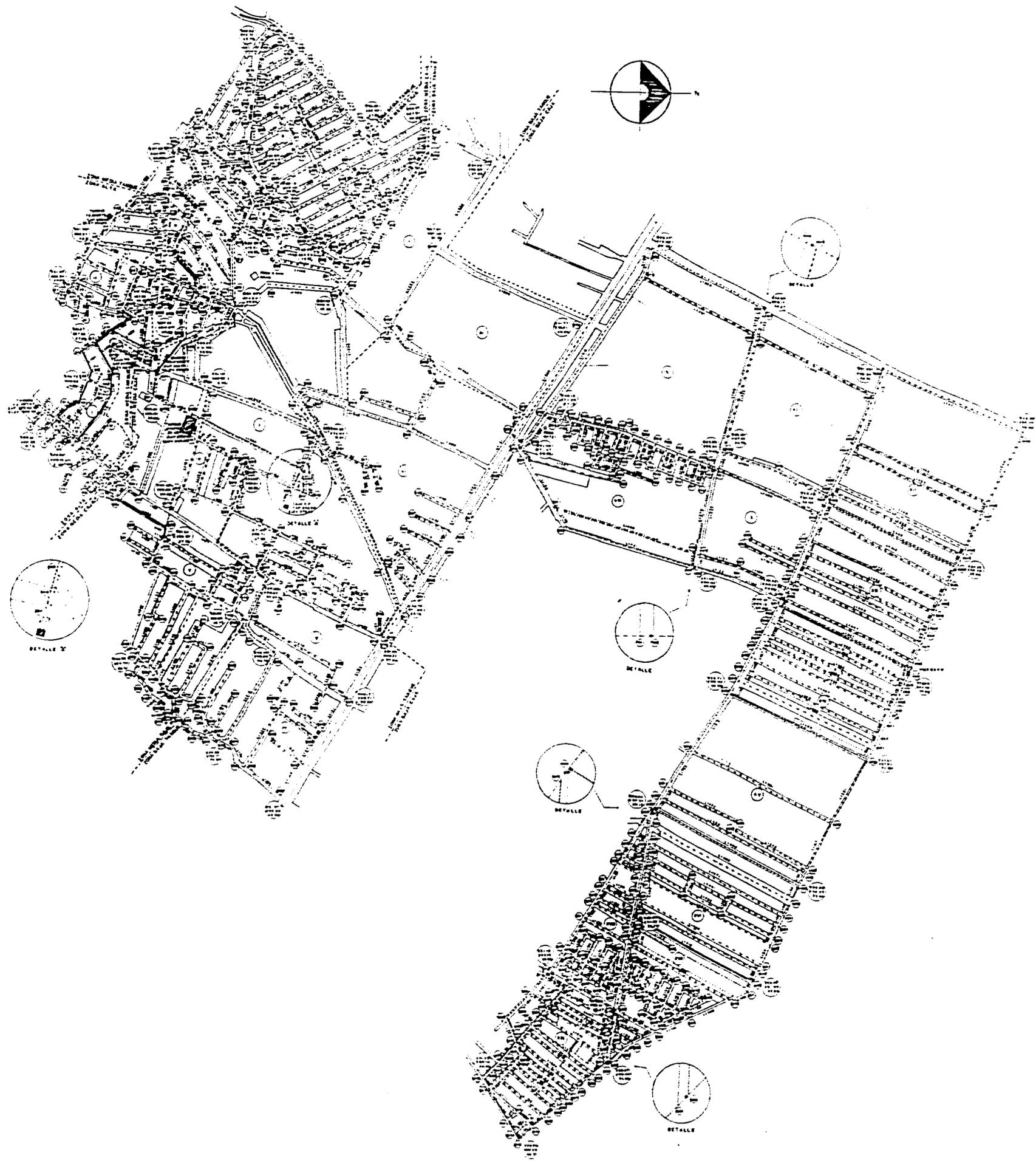


PERFIL

HORZ. 1: 2,000  
 ESCALAS: VERTI: 200







CIRCUITO DE LOCALIZACION

SIMBOLOGIA

LEGENDA DE PROYECTO	
[Symbol]	LINEA DE 100 MM
[Symbol]	LINEA DE 150 MM
[Symbol]	LINEA DE 200 MM
[Symbol]	LINEA DE 250 MM
[Symbol]	LINEA DE 300 MM
[Symbol]	LINEA DE 350 MM
[Symbol]	LINEA DE 400 MM
[Symbol]	LINEA DE 450 MM
[Symbol]	LINEA DE 500 MM
[Symbol]	LINEA DE 550 MM
[Symbol]	LINEA DE 600 MM
[Symbol]	LINEA DE 650 MM
[Symbol]	LINEA DE 700 MM
[Symbol]	LINEA DE 750 MM
[Symbol]	LINEA DE 800 MM
[Symbol]	LINEA DE 850 MM
[Symbol]	LINEA DE 900 MM
[Symbol]	LINEA DE 950 MM
[Symbol]	LINEA DE 1000 MM
[Symbol]	LINEA DE 1050 MM
[Symbol]	LINEA DE 1100 MM
[Symbol]	LINEA DE 1150 MM
[Symbol]	LINEA DE 1200 MM
[Symbol]	LINEA DE 1250 MM
[Symbol]	LINEA DE 1300 MM
[Symbol]	LINEA DE 1350 MM
[Symbol]	LINEA DE 1400 MM
[Symbol]	LINEA DE 1450 MM
[Symbol]	LINEA DE 1500 MM
[Symbol]	LINEA DE 1550 MM
[Symbol]	LINEA DE 1600 MM
[Symbol]	LINEA DE 1650 MM
[Symbol]	LINEA DE 1700 MM
[Symbol]	LINEA DE 1750 MM
[Symbol]	LINEA DE 1800 MM
[Symbol]	LINEA DE 1850 MM
[Symbol]	LINEA DE 1900 MM
[Symbol]	LINEA DE 1950 MM
[Symbol]	LINEA DE 2000 MM
[Symbol]	LINEA DE 2050 MM
[Symbol]	LINEA DE 2100 MM
[Symbol]	LINEA DE 2150 MM
[Symbol]	LINEA DE 2200 MM
[Symbol]	LINEA DE 2250 MM
[Symbol]	LINEA DE 2300 MM
[Symbol]	LINEA DE 2350 MM
[Symbol]	LINEA DE 2400 MM
[Symbol]	LINEA DE 2450 MM
[Symbol]	LINEA DE 2500 MM
[Symbol]	LINEA DE 2550 MM
[Symbol]	LINEA DE 2600 MM
[Symbol]	LINEA DE 2650 MM
[Symbol]	LINEA DE 2700 MM
[Symbol]	LINEA DE 2750 MM
[Symbol]	LINEA DE 2800 MM
[Symbol]	LINEA DE 2850 MM
[Symbol]	LINEA DE 2900 MM
[Symbol]	LINEA DE 2950 MM
[Symbol]	LINEA DE 3000 MM
[Symbol]	LINEA DE 3050 MM
[Symbol]	LINEA DE 3100 MM
[Symbol]	LINEA DE 3150 MM
[Symbol]	LINEA DE 3200 MM
[Symbol]	LINEA DE 3250 MM
[Symbol]	LINEA DE 3300 MM
[Symbol]	LINEA DE 3350 MM
[Symbol]	LINEA DE 3400 MM
[Symbol]	LINEA DE 3450 MM
[Symbol]	LINEA DE 3500 MM
[Symbol]	LINEA DE 3550 MM
[Symbol]	LINEA DE 3600 MM
[Symbol]	LINEA DE 3650 MM
[Symbol]	LINEA DE 3700 MM
[Symbol]	LINEA DE 3750 MM
[Symbol]	LINEA DE 3800 MM
[Symbol]	LINEA DE 3850 MM
[Symbol]	LINEA DE 3900 MM
[Symbol]	LINEA DE 3950 MM
[Symbol]	LINEA DE 4000 MM
[Symbol]	LINEA DE 4050 MM
[Symbol]	LINEA DE 4100 MM
[Symbol]	LINEA DE 4150 MM
[Symbol]	LINEA DE 4200 MM
[Symbol]	LINEA DE 4250 MM
[Symbol]	LINEA DE 4300 MM
[Symbol]	LINEA DE 4350 MM
[Symbol]	LINEA DE 4400 MM
[Symbol]	LINEA DE 4450 MM
[Symbol]	LINEA DE 4500 MM
[Symbol]	LINEA DE 4550 MM
[Symbol]	LINEA DE 4600 MM
[Symbol]	LINEA DE 4650 MM
[Symbol]	LINEA DE 4700 MM
[Symbol]	LINEA DE 4750 MM
[Symbol]	LINEA DE 4800 MM
[Symbol]	LINEA DE 4850 MM
[Symbol]	LINEA DE 4900 MM
[Symbol]	LINEA DE 4950 MM
[Symbol]	LINEA DE 5000 MM
[Symbol]	LINEA DE 5050 MM
[Symbol]	LINEA DE 5100 MM
[Symbol]	LINEA DE 5150 MM
[Symbol]	LINEA DE 5200 MM
[Symbol]	LINEA DE 5250 MM
[Symbol]	LINEA DE 5300 MM
[Symbol]	LINEA DE 5350 MM
[Symbol]	LINEA DE 5400 MM
[Symbol]	LINEA DE 5450 MM
[Symbol]	LINEA DE 5500 MM
[Symbol]	LINEA DE 5550 MM
[Symbol]	LINEA DE 5600 MM
[Symbol]	LINEA DE 5650 MM
[Symbol]	LINEA DE 5700 MM
[Symbol]	LINEA DE 5750 MM
[Symbol]	LINEA DE 5800 MM
[Symbol]	LINEA DE 5850 MM
[Symbol]	LINEA DE 5900 MM
[Symbol]	LINEA DE 5950 MM
[Symbol]	LINEA DE 6000 MM
[Symbol]	LINEA DE 6050 MM
[Symbol]	LINEA DE 6100 MM
[Symbol]	LINEA DE 6150 MM
[Symbol]	LINEA DE 6200 MM
[Symbol]	LINEA DE 6250 MM
[Symbol]	LINEA DE 6300 MM
[Symbol]	LINEA DE 6350 MM
[Symbol]	LINEA DE 6400 MM
[Symbol]	LINEA DE 6450 MM
[Symbol]	LINEA DE 6500 MM
[Symbol]	LINEA DE 6550 MM
[Symbol]	LINEA DE 6600 MM
[Symbol]	LINEA DE 6650 MM
[Symbol]	LINEA DE 6700 MM
[Symbol]	LINEA DE 6750 MM
[Symbol]	LINEA DE 6800 MM
[Symbol]	LINEA DE 6850 MM
[Symbol]	LINEA DE 6900 MM
[Symbol]	LINEA DE 6950 MM
[Symbol]	LINEA DE 7000 MM
[Symbol]	LINEA DE 7050 MM
[Symbol]	LINEA DE 7100 MM
[Symbol]	LINEA DE 7150 MM
[Symbol]	LINEA DE 7200 MM
[Symbol]	LINEA DE 7250 MM
[Symbol]	LINEA DE 7300 MM
[Symbol]	LINEA DE 7350 MM
[Symbol]	LINEA DE 7400 MM
[Symbol]	LINEA DE 7450 MM
[Symbol]	LINEA DE 7500 MM
[Symbol]	LINEA DE 7550 MM
[Symbol]	LINEA DE 7600 MM
[Symbol]	LINEA DE 7650 MM
[Symbol]	LINEA DE 7700 MM
[Symbol]	LINEA DE 7750 MM
[Symbol]	LINEA DE 7800 MM
[Symbol]	LINEA DE 7850 MM
[Symbol]	LINEA DE 7900 MM
[Symbol]	LINEA DE 7950 MM
[Symbol]	LINEA DE 8000 MM
[Symbol]	LINEA DE 8050 MM
[Symbol]	LINEA DE 8100 MM
[Symbol]	LINEA DE 8150 MM
[Symbol]	LINEA DE 8200 MM
[Symbol]	LINEA DE 8250 MM
[Symbol]	LINEA DE 8300 MM
[Symbol]	LINEA DE 8350 MM
[Symbol]	LINEA DE 8400 MM
[Symbol]	LINEA DE 8450 MM
[Symbol]	LINEA DE 8500 MM
[Symbol]	LINEA DE 8550 MM
[Symbol]	LINEA DE 8600 MM
[Symbol]	LINEA DE 8650 MM
[Symbol]	LINEA DE 8700 MM
[Symbol]	LINEA DE 8750 MM
[Symbol]	LINEA DE 8800 MM
[Symbol]	LINEA DE 8850 MM
[Symbol]	LINEA DE 8900 MM
[Symbol]	LINEA DE 8950 MM
[Symbol]	LINEA DE 9000 MM
[Symbol]	LINEA DE 9050 MM
[Symbol]	LINEA DE 9100 MM
[Symbol]	LINEA DE 9150 MM
[Symbol]	LINEA DE 9200 MM
[Symbol]	LINEA DE 9250 MM
[Symbol]	LINEA DE 9300 MM
[Symbol]	LINEA DE 9350 MM
[Symbol]	LINEA DE 9400 MM
[Symbol]	LINEA DE 9450 MM
[Symbol]	LINEA DE 9500 MM
[Symbol]	LINEA DE 9550 MM
[Symbol]	LINEA DE 9600 MM
[Symbol]	LINEA DE 9650 MM
[Symbol]	LINEA DE 9700 MM
[Symbol]	LINEA DE 9750 MM
[Symbol]	LINEA DE 9800 MM
[Symbol]	LINEA DE 9850 MM
[Symbol]	LINEA DE 9900 MM
[Symbol]	LINEA DE 9950 MM
[Symbol]	LINEA DE 10000 MM

NOTAS

1. Este proyecto es parte de un estudio más amplio que comprende el sistema de abastecimiento de agua potable en la zona de estudio de Escuelas de Maestros EDO de MEX.

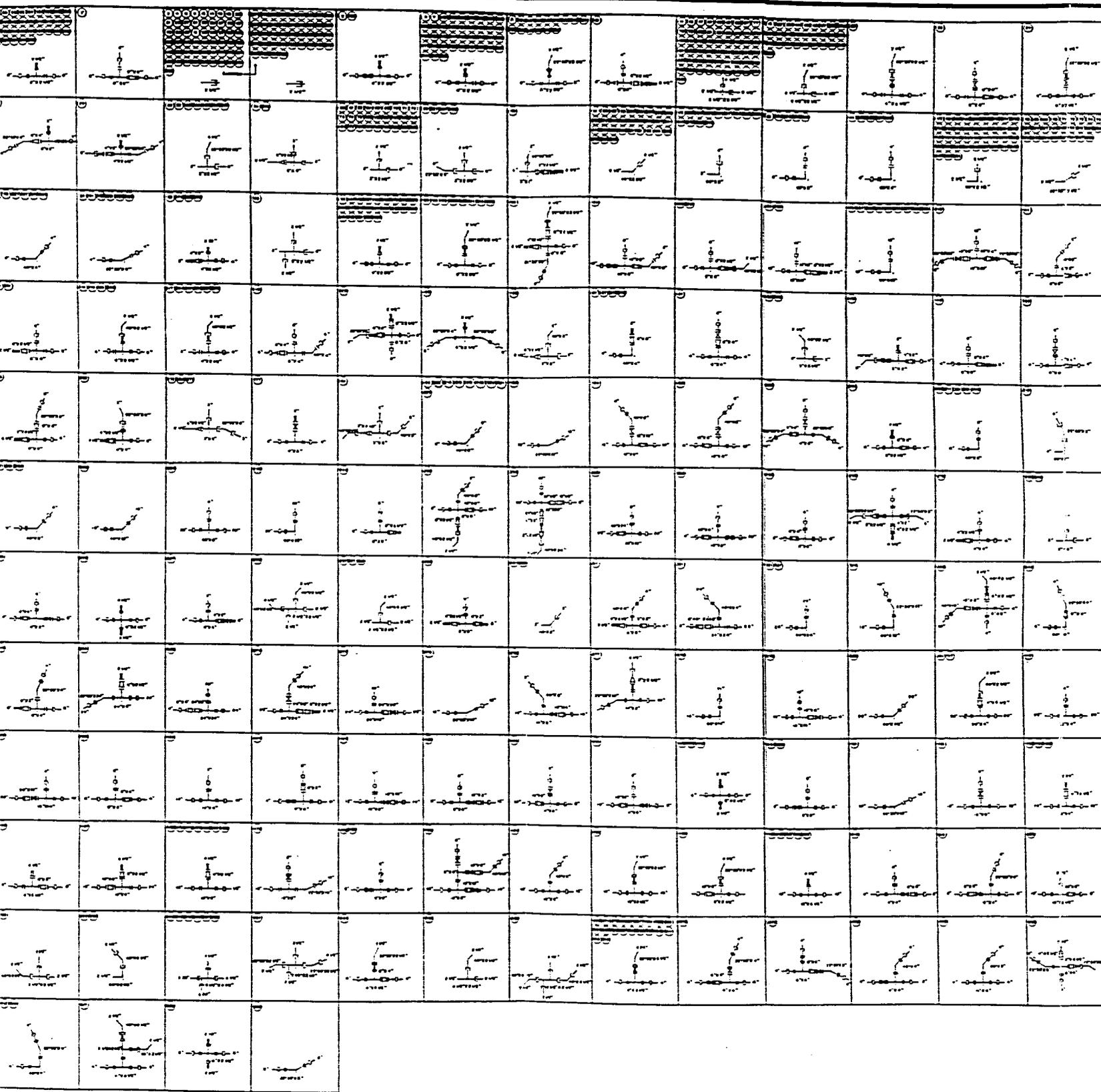
2. El sistema de abastecimiento de agua potable en esta zona se abastece desde la Estación de Bombeo de Escuelas de Maestros EDO de MEX.

3. El sistema de abastecimiento de agua potable en esta zona se abastece desde la Estación de Bombeo de Escuelas de Maestros EDO de MEX.

4. El sistema de abastecimiento de agua potable en esta zona se abastece desde la Estación de Bombeo de Escuelas de Maestros EDO de MEX.

5. El sistema de abastecimiento de agua potable en esta zona se abastece desde la Estación de Bombeo de Escuelas de Maestros EDO de MEX.

U N A M			
ESC. NAL. DE EST. PROF. "ARAGON"			
TESIS PROFESIONAL			
PROYECTO EDUCATIVO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA DE ESCUELAS DE MAESTROS EDO DE MEX.			
RED DE DISTRIBUCION			
ALUMNO	ALBERTO MARTINEZ LOPES		
FECHA	15 DE MARZO DE 1988	FECHA	15 DE MARZO DE 1988



**PIEZAS ESPECIALES DE F<sub>o</sub>. F<sub>o</sub>.**

MODELO	CONCEPTO	UNIDAD ENTREGADA
<b>REDUCCION DE:</b>		
75 x 82.5 mm (2 1/2 x 3)	PZA 1	4
100 x 125 mm (4 x 5)	PZA 10	10
150 x 175 mm (6 x 7)	PZA 11	11
200 x 225 mm (8 x 9)	PZA 12	12
250 x 275 mm (10 x 11)	PZA 13	13
300 x 325 mm (12 x 13)	PZA 14	14
350 x 375 mm (14 x 15)	PZA 15	15
400 x 425 mm (16 x 17)	PZA 16	16
450 x 475 mm (18 x 19)	PZA 17	17
500 x 525 mm (20 x 21)	PZA 18	18
550 x 575 mm (22 x 23)	PZA 19	19
600 x 625 mm (24 x 25)	PZA 20	20
650 x 675 mm (26 x 27)	PZA 21	21
700 x 725 mm (28 x 29)	PZA 22	22
750 x 775 mm (30 x 31)	PZA 23	23
800 x 825 mm (32 x 33)	PZA 24	24
850 x 875 mm (34 x 35)	PZA 25	25
900 x 925 mm (36 x 37)	PZA 26	26
950 x 975 mm (38 x 39)	PZA 27	27
1000 x 1025 mm (40 x 41)	PZA 28	28
1050 x 1075 mm (42 x 43)	PZA 29	29
1100 x 1125 mm (44 x 45)	PZA 30	30
1150 x 1175 mm (46 x 47)	PZA 31	31
1200 x 1225 mm (48 x 49)	PZA 32	32
1250 x 1275 mm (50 x 51)	PZA 33	33
1300 x 1325 mm (52 x 53)	PZA 34	34
1350 x 1375 mm (54 x 55)	PZA 35	35
1400 x 1425 mm (56 x 57)	PZA 36	36
1450 x 1475 mm (58 x 59)	PZA 37	37
1500 x 1525 mm (60 x 61)	PZA 38	38
1550 x 1575 mm (62 x 63)	PZA 39	39
1600 x 1625 mm (64 x 65)	PZA 40	40
1650 x 1675 mm (66 x 67)	PZA 41	41
1700 x 1725 mm (68 x 69)	PZA 42	42
1750 x 1775 mm (70 x 71)	PZA 43	43
1800 x 1825 mm (72 x 73)	PZA 44	44
1850 x 1875 mm (74 x 75)	PZA 45	45
1900 x 1925 mm (76 x 77)	PZA 46	46
1950 x 1975 mm (78 x 79)	PZA 47	47
2000 x 2025 mm (80 x 81)	PZA 48	48
2050 x 2075 mm (82 x 83)	PZA 49	49
2100 x 2125 mm (84 x 85)	PZA 50	50
2150 x 2175 mm (86 x 87)	PZA 51	51
2200 x 2225 mm (88 x 89)	PZA 52	52
2250 x 2275 mm (90 x 91)	PZA 53	53
2300 x 2325 mm (92 x 93)	PZA 54	54
2350 x 2375 mm (94 x 95)	PZA 55	55
2400 x 2425 mm (96 x 97)	PZA 56	56
2450 x 2475 mm (98 x 99)	PZA 57	57
2500 x 2525 mm (100 x 101)	PZA 58	58
2550 x 2575 mm (102 x 103)	PZA 59	59
2600 x 2625 mm (104 x 105)	PZA 60	60
2650 x 2675 mm (106 x 107)	PZA 61	61
2700 x 2725 mm (108 x 109)	PZA 62	62
2750 x 2775 mm (110 x 111)	PZA 63	63
2800 x 2825 mm (112 x 113)	PZA 64	64
2850 x 2875 mm (114 x 115)	PZA 65	65
2900 x 2925 mm (116 x 117)	PZA 66	66
2950 x 2975 mm (118 x 119)	PZA 67	67
3000 x 3025 mm (120 x 121)	PZA 68	68
3050 x 3075 mm (122 x 123)	PZA 69	69
3100 x 3125 mm (124 x 125)	PZA 70	70
3150 x 3175 mm (126 x 127)	PZA 71	71
3200 x 3225 mm (128 x 129)	PZA 72	72
3250 x 3275 mm (130 x 131)	PZA 73	73
3300 x 3325 mm (132 x 133)	PZA 74	74
3350 x 3375 mm (134 x 135)	PZA 75	75
3400 x 3425 mm (136 x 137)	PZA 76	76
3450 x 3475 mm (138 x 139)	PZA 77	77
3500 x 3525 mm (140 x 141)	PZA 78	78
3550 x 3575 mm (142 x 143)	PZA 79	79
3600 x 3625 mm (144 x 145)	PZA 80	80
3650 x 3675 mm (146 x 147)	PZA 81	81
3700 x 3725 mm (148 x 149)	PZA 82	82
3750 x 3775 mm (150 x 151)	PZA 83	83
3800 x 3825 mm (152 x 153)	PZA 84	84
3850 x 3875 mm (154 x 155)	PZA 85	85
3900 x 3925 mm (156 x 157)	PZA 86	86
3950 x 3975 mm (158 x 159)	PZA 87	87
4000 x 4025 mm (160 x 161)	PZA 88	88
4050 x 4075 mm (162 x 163)	PZA 89	89
4100 x 4125 mm (164 x 165)	PZA 90	90
4150 x 4175 mm (166 x 167)	PZA 91	91
4200 x 4225 mm (168 x 169)	PZA 92	92
4250 x 4275 mm (170 x 171)	PZA 93	93
4300 x 4325 mm (172 x 173)	PZA 94	94
4350 x 4375 mm (174 x 175)	PZA 95	95
4400 x 4425 mm (176 x 177)	PZA 96	96
4450 x 4475 mm (178 x 179)	PZA 97	97
4500 x 4525 mm (180 x 181)	PZA 98	98
4550 x 4575 mm (182 x 183)	PZA 99	99
4600 x 4625 mm (184 x 185)	PZA 100	100

**PIEZAS ESPECIALES DE F<sub>o</sub>. F<sub>o</sub>.**

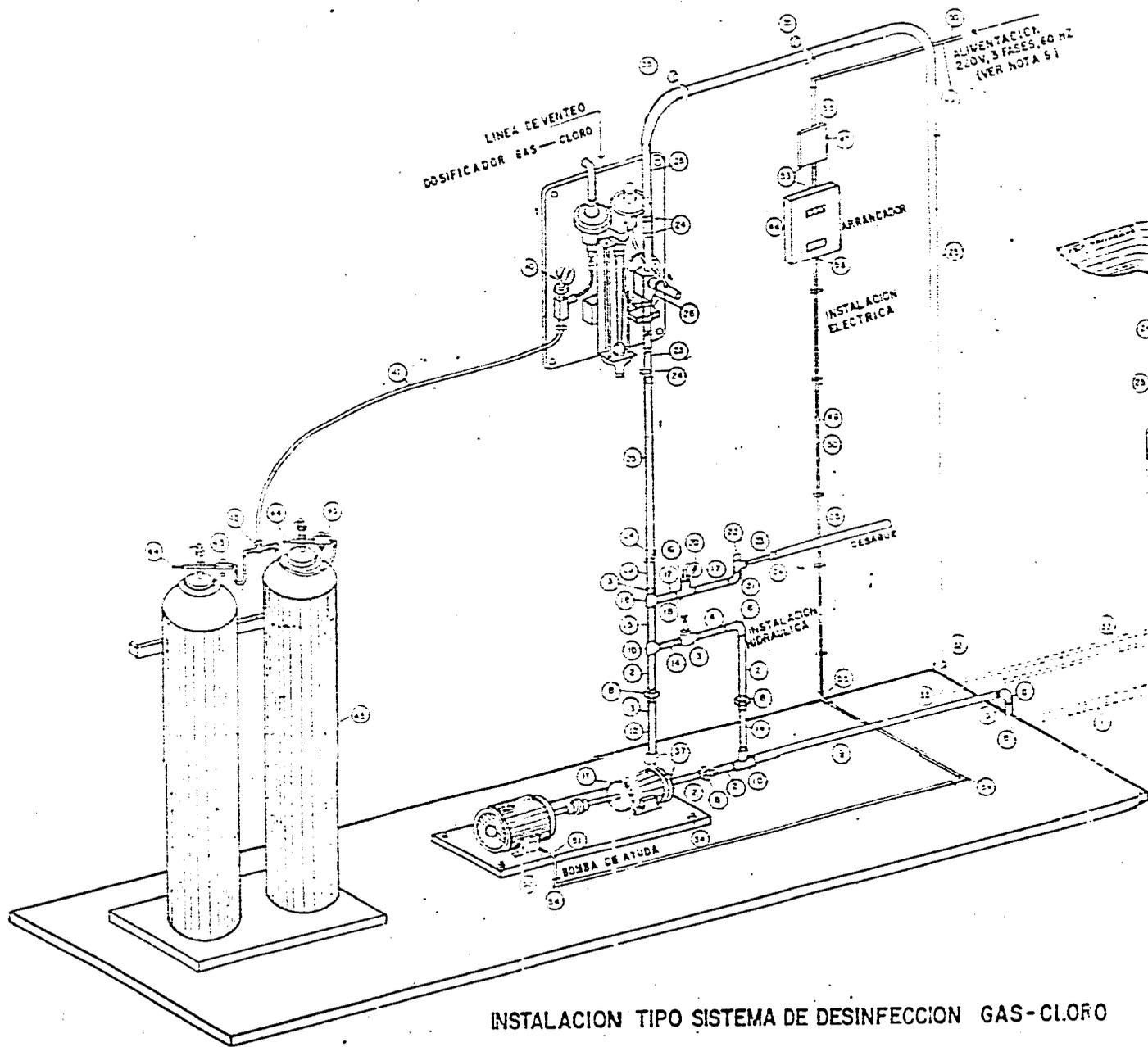
MODELO	CONCEPTO	UNIDAD ENTREGADA
225 x 250 mm (9 x 10)	PZA 1	1
250 x 275 mm (10 x 11)	PZA 2	2
275 x 300 mm (11 x 12)	PZA 3	3
300 x 325 mm (12 x 13)	PZA 4	4
325 x 350 mm (13 x 14)	PZA 5	5
350 x 375 mm (14 x 15)	PZA 6	6
375 x 400 mm (15 x 16)	PZA 7	7
400 x 425 mm (16 x 17)	PZA 8	8
425 x 450 mm (17 x 18)	PZA 9	9
450 x 475 mm (18 x 19)	PZA 10	10
475 x 500 mm (19 x 20)	PZA 11	11
500 x 525 mm (20 x 21)	PZA 12	12
525 x 550 mm (21 x 22)	PZA 13	13
550 x 575 mm (22 x 23)	PZA 14	14
575 x 600 mm (23 x 24)	PZA 15	15
600 x 625 mm (24 x 25)	PZA 16	16
625 x 650 mm (25 x 26)	PZA 17	17
650 x 675 mm (26 x 27)	PZA 18	18
675 x 700 mm (27 x 28)	PZA 19	19
700 x 725 mm (28 x 29)	PZA 20	20
725 x 750 mm (29 x 30)	PZA 21	21
750 x 775 mm (30 x 31)	PZA 22	22
775 x 800 mm (31 x 32)	PZA 23	23
800 x 825 mm (32 x 33)	PZA 24	24
825 x 850 mm (33 x 34)	PZA 25	25
850 x 875 mm (34 x 35)	PZA 26	26
875 x 900 mm (35 x 36)	PZA 27	27
900 x 925 mm (36 x 37)	PZA 28	28
925 x 950 mm (37 x 38)	PZA 29	29
950 x 975 mm (38 x 39)	PZA 30	30
975 x 1000 mm (39 x 40)	PZA 31	31
1000 x 1025 mm (40 x 41)	PZA 32	32
1025 x 1050 mm (41 x 42)	PZA 33	33
1050 x 1075 mm (42 x 43)	PZA 34	34
1075 x 1100 mm (43 x 44)	PZA 35	35
1100 x 1125 mm (44 x 45)	PZA 36	36
1125 x 1150 mm (45 x 46)	PZA 37	37
1150 x 1175 mm (46 x 47)	PZA 38	38
1175 x 1200 mm (47 x 48)	PZA 39	39
1200 x 1225 mm (48 x 49)	PZA 40	40
1225 x 1250 mm (49 x 50)	PZA 41	41
1250 x 1275 mm (50 x 51)	PZA 42	42
1275 x 1300 mm (51 x 52)	PZA 43	43
1300 x 1325 mm (52 x 53)	PZA 44	44
1325 x 1350 mm (53 x 54)	PZA 45	45
1350 x 1375 mm (54 x 55)	PZA 46	46
1375 x 1400 mm (55 x 56)	PZA 47	47
1400 x 1425 mm (56 x 57)	PZA 48	48
1425 x 1450 mm (57 x 58)	PZA 49	49
1450 x 1475 mm (58 x 59)	PZA 50	50
1475 x 1500 mm (59 x 60)	PZA 51	51
1500 x 1525 mm (60 x 61)	PZA 52	52
1525 x 1550 mm (61 x 62)	PZA 53	53
1550 x 1575 mm (62 x 63)	PZA 54	54
1575 x 1600 mm (63 x 64)	PZA 55	55
1600 x 1625 mm (64 x 65)	PZA 56	56
1625 x 1650 mm (65 x 66)	PZA 57	57
1650 x 1675 mm (66 x 67)	PZA 58	58
1675 x 1700 mm (67 x 68)	PZA 59	59
1700 x 1725 mm (68 x 69)	PZA 60	60
1725 x 1750 mm (69 x 70)	PZA 61	61
1750 x 1775 mm (70 x 71)	PZA 62	62
1775 x 1800 mm (71 x 72)	PZA 63	63
1800 x 1825 mm (72 x 73)	PZA 64	64
1825 x 1850 mm (73 x 74)	PZA 65	65
1850 x 1875 mm (74 x 75)	PZA 66	66
1875 x 1900 mm (75 x 76)	PZA 67	67
1900 x 1925 mm (76 x 77)	PZA 68	68
1925 x 1950 mm (77 x 78)	PZA 69	69
1950 x 1975 mm (78 x 79)	PZA 70	70
1975 x 2000 mm (79 x 80)	PZA 71	71
2000 x 2025 mm (80 x 81)	PZA 72	72
2025 x 2050 mm (81 x 82)	PZA 73	73
2050 x 2075 mm (82 x 83)	PZA 74	74
2075 x 2100 mm (83 x 84)	PZA 75	75
2100 x 2125 mm (84 x 85)	PZA 76	76
2125 x 2150 mm (85 x 86)	PZA 77	77
2150 x 2175 mm (86 x 87)	PZA 78	78
2175 x 2200 mm (87 x 88)	PZA 79	79
2200 x 2225 mm (88 x 89)	PZA 80	80
2225 x 2250 mm (89 x 90)	PZA 81	81
2250 x 2275 mm (90 x 91)	PZA 82	82
2275 x 2300 mm (91 x 92)	PZA 83	83
2300 x 2325 mm (92 x 93)	PZA 84	84
2325 x 2350 mm (93 x 94)	PZA 85	85
2350 x 2375 mm (94 x 95)	PZA 86	86
2375 x 2400 mm (95 x 96)	PZA 87	87
2400 x 2425 mm (96 x 97)	PZA 88	88
2425 x 2450 mm (97 x 98)	PZA 89	89
2450 x 2475 mm (98 x 99)	PZA 90	90
2475 x 2500 mm (99 x 100)	PZA 91	91
2500 x 2525 mm (100 x 101)	PZA 92	92

**PIEZAS ESPECIALES DE P.V.C.**

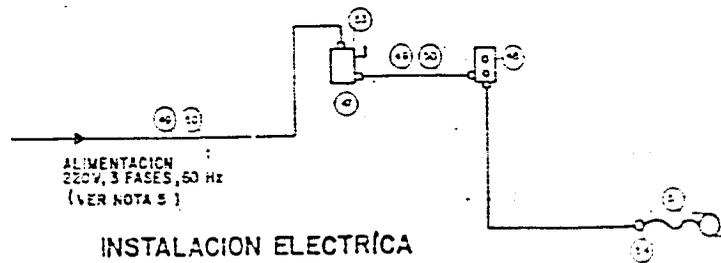
MODELO	CONCEPTO	UNIDAD ENTREGADA
<b>CRUZ DE:</b>		
100 x 100 mm (4 x 4)	PZA 1	1
150 x 150 mm (6 x 6)	PZA 2	2
200 x 200 mm (8 x 8)	PZA 3	3
250 x 250 mm (10 x 10)	PZA 4	4
300 x 300 mm (12 x 12)	PZA 5	5
350 x 350 mm (14 x 14)	PZA 6	6
400 x 400 mm (16 x 16)	PZA 7	7
450 x 450 mm (18 x 18)	PZA 8	8
500 x 500 mm (20 x 20)	PZA 9	9
550 x 550 mm (22 x 22)	PZA 10	10
600 x 600 mm (24 x 24)	PZA 11	11
650 x 650 mm (26 x 26)	PZA 12	12
700 x 700 mm (28 x 28)	PZA 13	13
750 x 750 mm (30 x 30)	PZA 14	14
800 x 800 mm (32 x 32)	PZA 15	15
850 x 850 mm (34 x 34)	PZA 16	16
900 x 900 mm (36 x 36)	PZA 17	17
950 x 950 mm (38 x 38)	PZA 18	18
1000 x 1000 mm (40 x 40)	PZA 19	19
1050 x 1050 mm (42 x 42)	PZA 20	20
1100 x 1100 mm (44 x 44)	PZA 21	21
1150 x 1150 mm (46 x 46)	PZA 22	22
1200 x 1200 mm (48 x 48)	PZA 23	23
1250 x 1250 mm (50 x 50)	PZA 24	24
1300 x 1300 mm (52 x 52)	PZA 25	25
1350 x 1350 mm (54 x 54)	PZA 26	26
1400 x 1400 mm (56 x 56)	PZA 27	27
1450 x 1450 mm (58 x 58)	PZA 28	28
1500 x 1500 mm (60 x 60)	PZA 29	29
1550 x 1550 mm (62 x 62)	PZA 30	30
1600 x 1600 mm (64 x 64)	PZA 31	31
1650 x 1650 mm (66 x 66)	PZA 32	32
1700 x 1700 mm (68 x 68)	PZA 33	33
1750 x 1750 mm (70 x 70)	PZA 34	34
1800 x 1800 mm (72 x 72)	PZA 35	35
1850 x 1850 mm (74 x 74)	PZA 36	36
1900 x 1900 mm (76 x 76)	PZA 37	37
1950 x 1950 mm (78 x 78)	PZA 38	38
2000 x 2000 mm (80 x 80)	PZA 39	39
2050 x 2050 mm (82 x 82)	PZA 40	40
2100 x 2100 mm (84 x 84)	PZA 41	41
2150 x 2150 mm (86 x 86)	PZA 42	42
2200 x 2200 mm (88 x 88)	PZA 43	43
2250 x 2250 mm (90 x 90)	PZA 44	44
2300 x 2300 mm (92 x 92)	PZA 45	45
2350 x 2350 mm (94 x 94)	PZA 46	46
2400 x 2400 mm (96 x 96)	PZA 47	47
2450 x 2450 mm (98 x 98)	PZA 48	48
2500 x 2500 mm (100 x 100)	PZA 49	49
2550 x 2550 mm (102 x 102)	PZA 50	50
2600 x 2600 mm (104 x 104)	PZA 51	51
2650 x 2650 mm (106 x 106)	PZA 52	52
2700 x 2700 mm (108 x 108)	PZA 53	53
2750 x 2750 mm (110 x 110)	PZA 54	54
2800 x 2800 mm (112 x 112)	PZA 55	55
2850 x 2850 mm (114 x 114)	PZA 56	56
2900 x 2900 mm (116 x 116)	PZA 57	57
2950 x 2950 mm (118 x 118)	PZA 58	58
3000 x 3000 mm (		



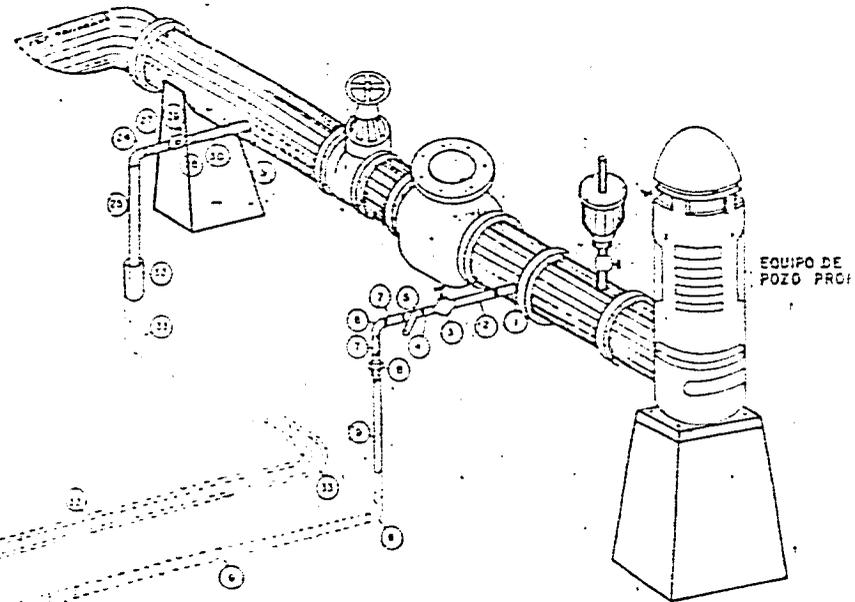




INSTALACION TIPO SISTEMA DE DESINFECCION GAS-CLORO



INSTALACION ELECTRICA

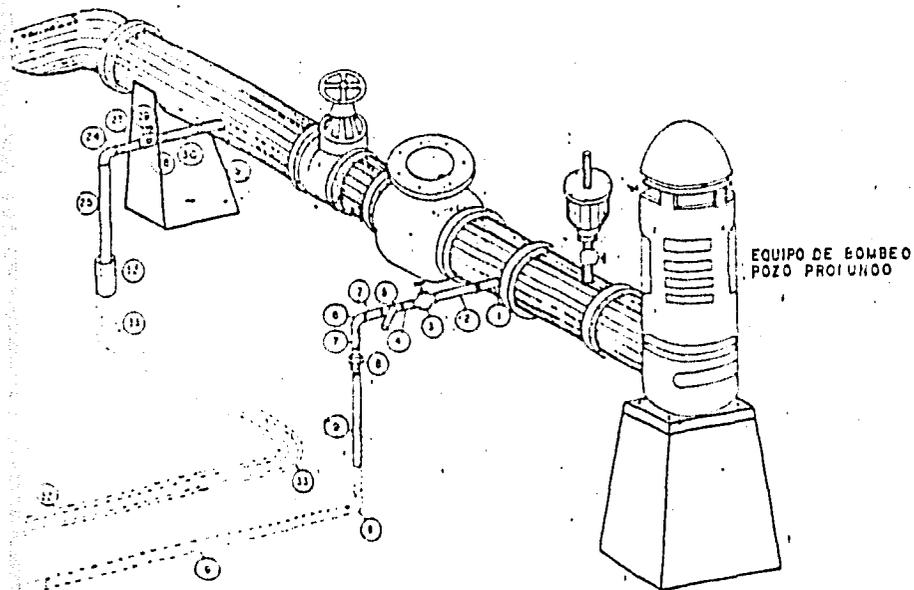


INSTALACION DE GAS

- 1 Dosificador de gases manual con indicación máxima de 50 kg/24 hrs marca White & Carter modelo serie 775 incluye unidad de control de presión y curso de acción manual regulador de apertura y hasta de acción variable de 0 a 100 cc sistema de escape, rotámetro industrial motor de 1/4 H. Clavos de arranca para montaje en pared, bombas eléctricas para gas de 1/4 H. y 1/2 H. y sus accesorios
- 2 Conexiones y tubería para gas de 1/2" de diámetro de 1/2" a la tubería de dosificador
- 3 Válvula para desahucio de 50 kg
- 4 Válvula reguladora de gases para capacidad máxima de 50 kg/24 hrs marca White & Carter modelo 200 B
- 5 Regulador tipo gas para capacidad de 50 kg
- 6 Conexos para gas para 50 kg de capacidad

INSTALACION ELECTRICA

- 1 Transformador tipo seco, 5 KVA, 3 fases 220V, 220/127 voltios
- 2 Interruptor de seguridad tipo manual, tipo 2000-40, con protección 3 polos 240 volts, 10 amp clase 100, catálogo No. 98331, marca Square D
- 3 Arrancador magnético a gas para motor de 1/4 H. 220 volts, 60 Hz, Tipo 3 Tm, marca Square (en capacidad estándar)
- 4 Tubería conduct de hierro galvanizado pared gruesa, de 1 1/2" Ø
- 5 Caja de corte con interruptor Tipo 75 C 600 volts 240 vts No. 2 No. 2, marca para, para
- 6 Tubería flexible de 1 1/2" Ø
- 7 Conector recto para tubería flexible tipo 3, No. 2
- 8 Muelle y contra para tubo conduct de fuego pared gruesa de 1 1/2" Ø
- 9 Casquillo serie estándar 100 "1.5" para tubo conduct de 1 1/2" Ø
- 10 Caja de 60" para tubo conduct de fuego pared gruesa de 1 1/2" Ø
- 11 Materiales necesarios para montaje de cuadros eléctricos, cuadros, cuadros de control



EQUIPO DE BOMBEO  
POZO PROFUNDO

**II. INSTALACION DE GAS**

1	Desarmador de tipo manual con especificaciones de 80 kg/24 hrs marca Wallace B. Interax modelo 2010 1/2" modelo número de dibujo en primer y segundo planos respectivamente de aluminio y hoja de metal variable en su capacidad de operación. Fabricado en acero inoxidable de 3/16". Largo de metal con un peso de 1.5 kg. Marca Wallace B. Interax modelo 2008	1	1.50
2	Conector y tubería tipo 3/4" de 1/2" de longitud de 1.50 m. Marca Wallace B. Interax modelo 2008	1	1.50
12	Múltiple para gas tipo 3/4" de 1/2" de longitud	1	1.50
13	Válvula reguladora de gas para capacidad máxima de 80 kg/24 hrs marca Wallace B. Interax modelo 2008	2	1.50
14	Adaptador tipo gas para capacidad de 80 kg/24 hrs	2	1.50
15	Codos para gas tipo 3/4" de 1/2" de longitud	2	1.50

**III. INSTALACION ELECTRICA**

40	Transformador tipo seco, 3 KVA, 3 fases 60 Hz, 240/277 voltios	1	1.50
41	Interruptor de capacidad 100 amperios, tipo controlado, con perfiles tipo 1/2", 240 voltios, 30 amp. marca 320, fabricante No. 10131, Marca Wallace B. Interax	1	1.50
42	Atenuador negativo a gas tipo 3/4" de 1/2" de longitud para motor de 200 watts, 80 Hz, Tipo 3, marca Wallace B. Interax modelo 2008	1	1.50
43	Tubería conductora tierra galvanizada para gruesos, de 1/2" de 15 m	15	1.50
44	Cable de cobre con aislamiento Tm, 75°C, 600 voltios (18 AWG, 2 AWG, marca Wallace B. Interax)	10	1.50
45	Tubo flexible de 1/2" de 15 m	1	1.50
46	Capacitor para tubo flexible de 1/2" de 15 m	2	1.50
47	Módulo y tubería para tubo conducto de 1/2" de 15 m	3	1.50
48	Conector de tipo Wallace B. Interax para tubo conducto de 1/2" de 15 m	2	1.50
49	Cable 600 voltios tipo conducto de 1/2" de 15 m	2	1.50
50	Módulo para tubería para tubería de 1/2" de 15 m	1	1.50

**IV. INSTALACION DE TUBERIA**

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1	Conector de tipo Wallace B. Interax para tubería de 1/2"	1	Pie
2	Codo de tipo Wallace B. Interax para tubería de 1/2"	1	Pie
3	Tubería de tipo Wallace B. Interax para tubería de 1/2"	2	Pie
4	Tubería de tipo Wallace B. Interax para tubería de 1/2"	2	Pie
5	Tubería de tipo Wallace B. Interax para tubería de 1/2"	1	Pie
6	Codo de tipo Wallace B. Interax para tubería de 1/2"	1	Pie
7	Codo de tipo Wallace B. Interax para tubería de 1/2"	1	Pie
8	Tubería de tipo Wallace B. Interax para tubería de 1/2"	1	Pie
9	Codo de tipo Wallace B. Interax para tubería de 1/2"	1	Pie
10	Tubería de tipo Wallace B. Interax para tubería de 1/2"	1	Pie
11	Tubería de tipo Wallace B. Interax para tubería de 1/2"	2	Pie
12	Pump de tipo Wallace B. Interax para tubería de 1/2"	1	Pie
13	Pump de tipo Wallace B. Interax para tubería de 1/2"	1	Pie
14	Tubería de tipo Wallace B. Interax para tubería de 1/2"	2	Pie
15	Tubería de tipo Wallace B. Interax para tubería de 1/2"	1	Pie
16	Tubería de tipo Wallace B. Interax para tubería de 1/2"	1	Pie
17	Tubería de tipo Wallace B. Interax para tubería de 1/2"	1	Pie
18	Tubería de tipo Wallace B. Interax para tubería de 1/2"	1	Pie
19	Tubería de tipo Wallace B. Interax para tubería de 1/2"	1	Pie
20	Tubería de tipo Wallace B. Interax para tubería de 1/2"	1	Pie
21	Tubería de tipo Wallace B. Interax para tubería de 1/2"	1	Pie
22	Tubería de tipo Wallace B. Interax para tubería de 1/2"	1	Pie
23	Tubería de tipo Wallace B. Interax para tubería de 1/2"	1	Pie
24	Tubería de tipo Wallace B. Interax para tubería de 1/2"	1	Pie
25	Tubería de tipo Wallace B. Interax para tubería de 1/2"	1	Pie
26	Tubería de tipo Wallace B. Interax para tubería de 1/2"	1	Pie
27	Tubería de tipo Wallace B. Interax para tubería de 1/2"	1	Pie
28	Tubería de tipo Wallace B. Interax para tubería de 1/2"	1	Pie
29	Tubería de tipo Wallace B. Interax para tubería de 1/2"	1	Pie
30	Tubería de tipo Wallace B. Interax para tubería de 1/2"	1	Pie
31	Tubería de tipo Wallace B. Interax para tubería de 1/2"	1	Pie
32	Tubería de tipo Wallace B. Interax para tubería de 1/2"	1	Pie

**NOTAS:**

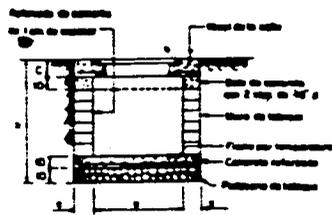
- Las cantidades indicadas para los períodos 6, 9, 12, 33, 33, 49, 50, 54, 55 son cantidades estimadas, para la instalación de tubería de gas.
- Las especificaciones de tubería de gas deben ser de tipo acero o hierro.
- Las tuberías de gas que se instalen deben ser de tipo acero o hierro.
- Las tuberías de gas que se instalen deben ser de tipo acero o hierro.
- La instalación eléctrica para el motor de la bomba de agua debe ser de tipo 240 voltios, 3 fases, 60 Hz, con un transformador de 3 KVA.

U. N. A. M.  
ESC. NAL. DE EST. PROF. "ARAGON"

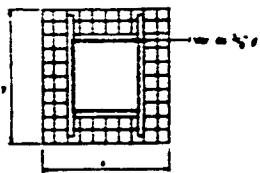
INSTALACION TIPO  
SISTEMA DE DESINFECTACION  
GAS - CLORO

NOMBRE VICENTE MARTINEZ LOPEZ

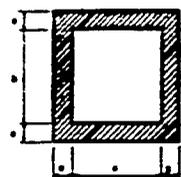
PLANO No. DI DE DI



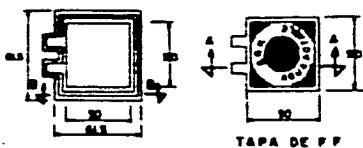
ELEVACION



LOSA Y CONTRAMARCO



PLANTA



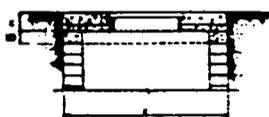
MARCO DE P.V.

TAPA DE P.V.

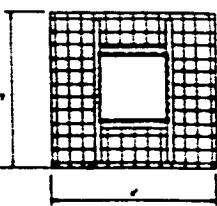


PARA DETALLES DEL MARCO Y TAPA VER PLANO KC.476

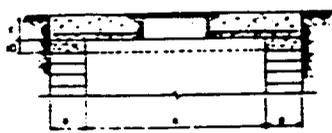
CORTE A-A



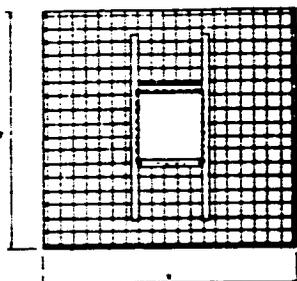
2



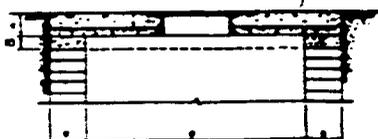
2



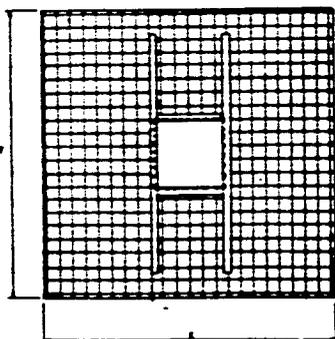
5



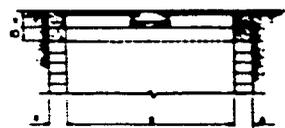
5



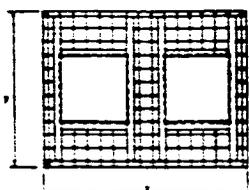
5



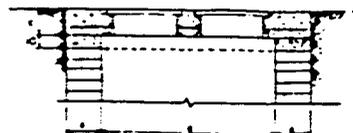
5



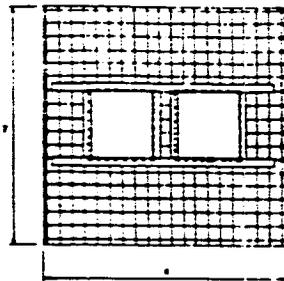
5



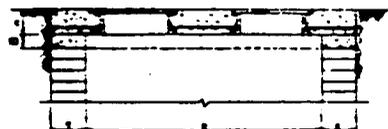
5



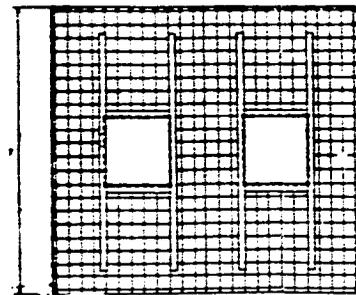
6



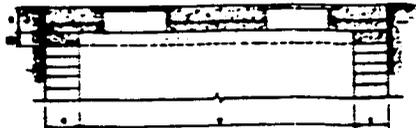
6



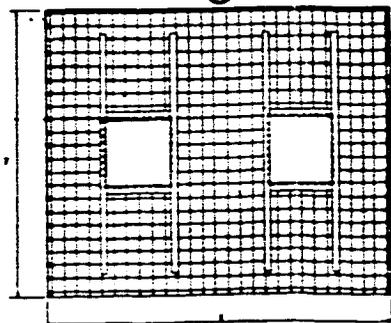
6



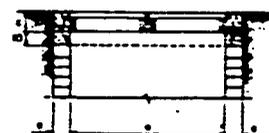
6



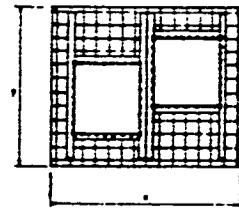
6



6



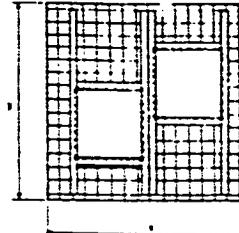
9



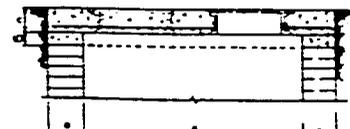
9



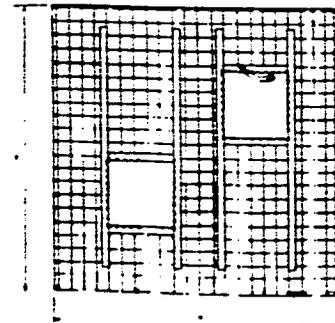
9



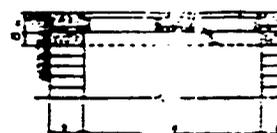
9



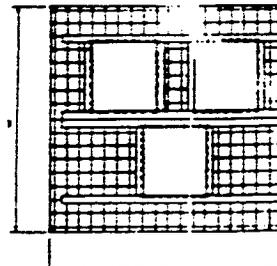
9



9



2

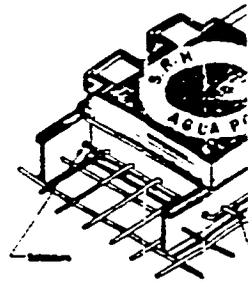


2

DATOS F		C		B		A	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
7	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
11	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
14	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
15	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

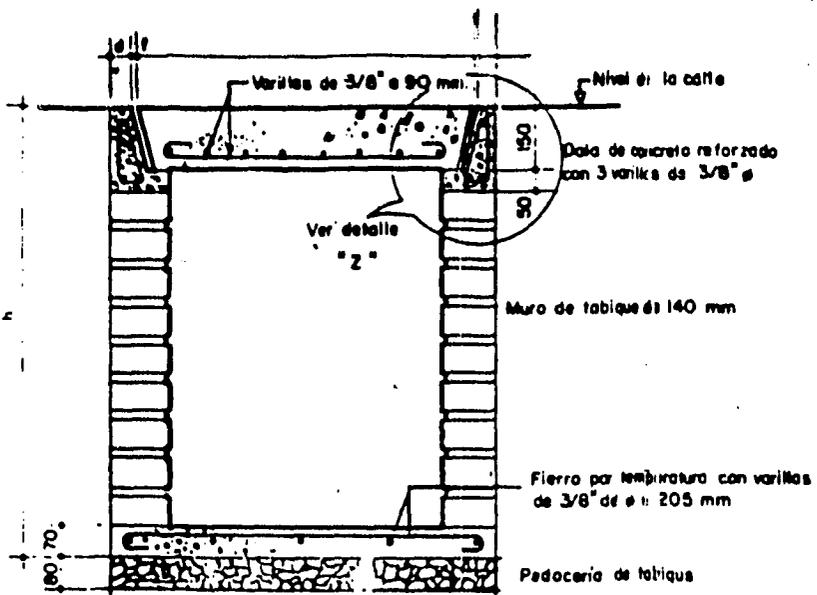
NOTAS:

- 1- Todas las dimensiones se dan en milímetros.
- 2- Las partes con chavetas de 50mm.
- 3- El espesor de la tapa con el vidrio es de 10mm.
- 4- A los contramarcos se les sujeta con tornillos de aluminio al cerramiento del marco.
- 5- La tapa del todo tiene el espesor de 10mm.
- 6- La tapa del todo tiene el espesor de 10mm.
- 7- Cuando se pinta se le Resquebraja en las partes con chavetas para que quede bien sellada.
- 8- El vidrio debe ser de 4mm.
- 9- La tapa debe ser de 400mm x 400mm.
- 10- Cuando se pinta se le Resquebraja en las partes con chavetas.

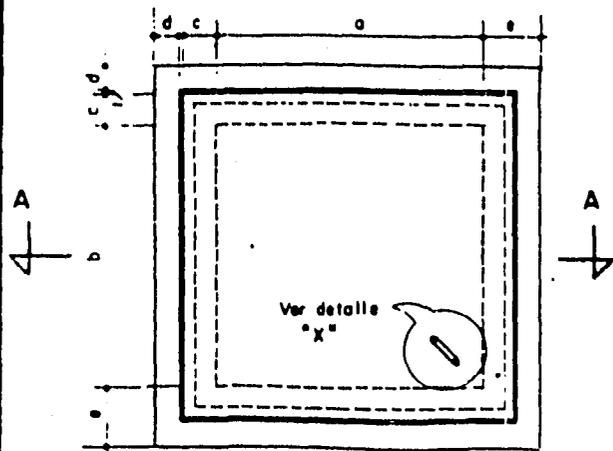


Isométrico que indica la forma del contramarco con los vidrios de medio de un vidrio de 9.5mm. (1) sellado perimetral hacia el exterior.

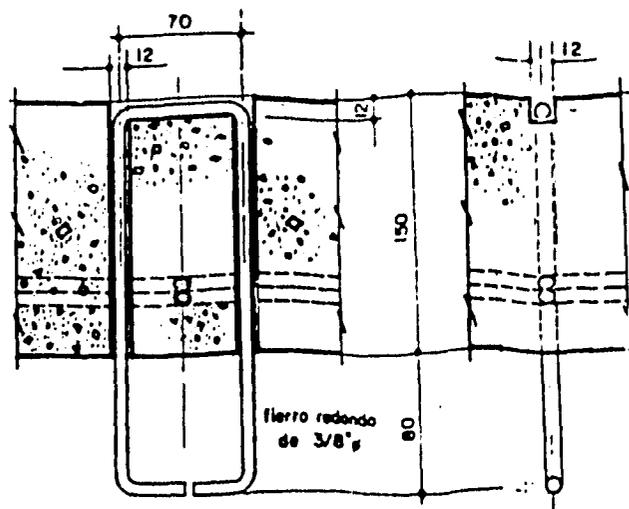
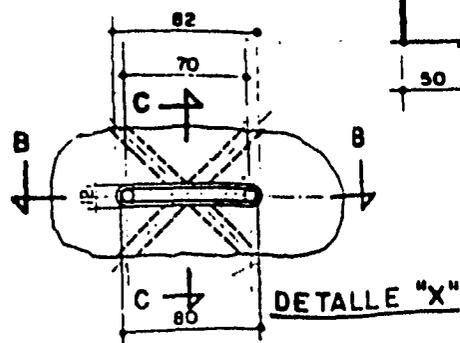
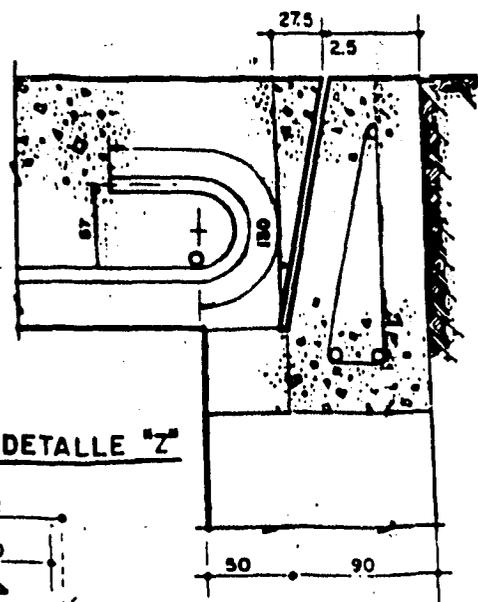




CORTE A-A



PLANTA

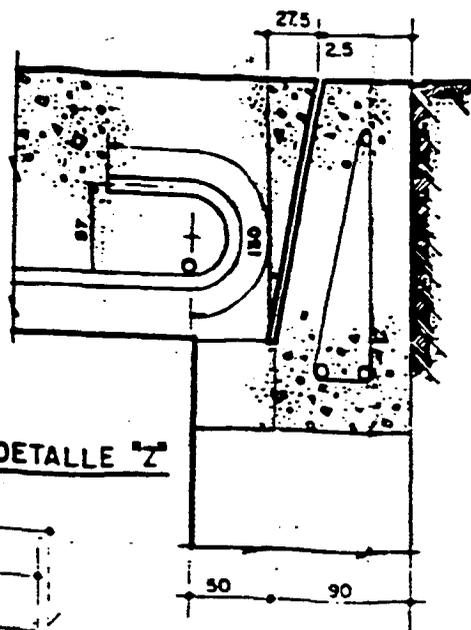


calte

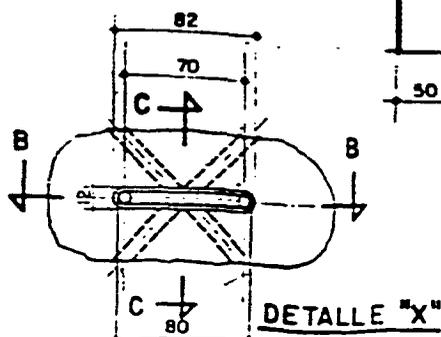
lo reforzado  
de 3/8"

10 mm

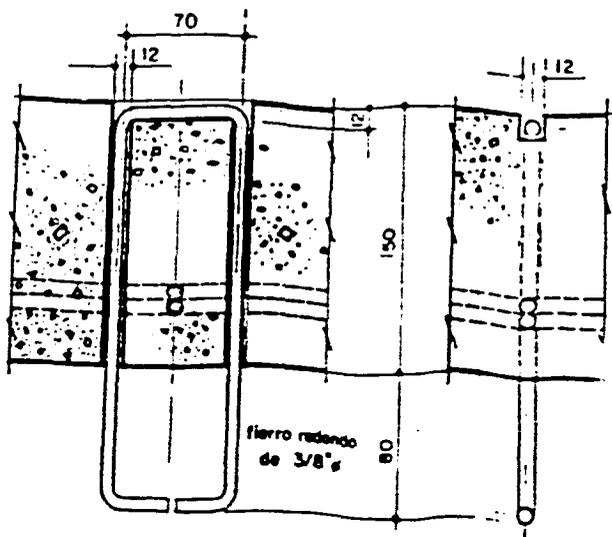
uro con varillas  
5 mm



DETALLE "Z"



DETALLE "X"



CORTE B-B

CORTE C-C

DATOS GENERALES DE LAS CAJAS

CANTIDAD	DIMENSIONES en mm									MATERIALES PRINCIPALES							
	DIAMETRO DE VALVULA	NUMERO DE VALVULAS	a	b	c	d	e	f	g	h	EXCAVACION m <sup>3</sup>	TABIQUE en m <sup>2</sup>	CONCRETO m <sup>3</sup>	ACEPODE REFLEZO kg	EMBRA DE MADERA m <sup>2</sup>	PEXERA DE TABLUE en m <sup>3</sup>	
1	25 e 30	1	400	400	77.5	60	140	2.5	555	740	0.18	1.05	0.072	0.045	13.35	1.70	0.037
2	60 e 75	1	500	500	77.5	60	140	2.5	655	1000	0.26	2.05	0.090	0.060	16.00	2.05	0.049
3	100 e 150	1	600	600	77.5	60	140	2.5	755	1000	0.38	2.35	0.110	0.080	20.05	2.45	0.062
4	200	1	600	600	77.5	60	140	2.5	755	1200	0.30	2.80	0.110	0.080	20.05	2.45	0.062

NOTAS.-

- Todas las cotaciones están expresadas en milímetros, excepto las indicadas en otra unidad.
- El dado de operación de la válvula deberá quedar centrado con la tapa de la caja.
- El piso que se detalla en este plano se construirá siempre que se despiante sobre tierra u otro material semejante; si el terreno de cimentación es tipo patate ordinario, roca alterada o roca firme fisurada, se construirá la losa del piso sin la plantilla y, si es roca firme sana, se eliminará la losa del piso, desplantándose los muros directamente sobre el terreno.
- En los volúmenes anotados de excavación, se descontó el correspondiente a la zanja previamente hecha para la tubería.
- El uso de estas cajas es recomendable para localidades urbanas pequeñas. Se deja a juicio de la Residencia de Construcción, su empleo en localidades urbanas grandes.
- En calles en que se tenga mucho tránsito de vehículos, es conveniente utilizar las cajas que se especifican en el plano con clasificación V C 1957

ESTE PLANO ANULA Y SUSTITUYE AL V.C. 1859

TESIS PROFESIONAL

CAJAS TIPO  
PARA OPERACION DE  
VALVULAS CON TAPA DE CONCRETO

VICENTE MARTINEZ LOPEZ

JUNIO / 1995

PLANO: 1 DE 1