

41
2el.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES "ACATLAN"

"SEMINARIO - TALLER EXTRACURRICULAR"
CONDUCCIONES A PRESION II

DISEÑO DE LA OBRA DE CAPTACION, MANANTIAL OJO DE
AGUA PARA ABASTECIMIENTO A LA LOCALIDAD DE LA
SEGUNDA MANZANA, MUNICIPIO DE ALMOLOYA DE
ALQUISIRAS, ESTADO DE MEXICO.

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A:

BERNARDO FRANCISCO PEREZ RODRIGUEZ



ACATLAN. EDO. DE MEXICO

1997

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ACATLAN"
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

SRL. BERNARDO FRANCISCO PEREZ RODRIGUEZ .
ALUMNO DE LA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
P R E S E N T E

De acuerdo a su solicitud presentada con fecha de 8 de Agosto de 1966, me complace notificarle que esta Jefatura de Programa tuvo a bien asignarle el siguiente tema de trabajo profesional titulado "DISEÑO DE LA OBRA DE CAPTACION MANANTIAL OJO DE AGUA PARA ABASTECIMIENTO A LA LOCALIDAD DE LA SEGUNDA MANZANA. MUNICIPIO DE ALMOLOYA DE ALOUISIRAS. EDO. DE MEXICO", el cual se desarrollará como sigue:

- INTRODUCCION
- I ANTECEDENTES
- II CAPTACION
- III DISEÑO DE LA CAPTACION
- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Así mismo fue designado como asesor de tesis el ING. JORGE ATHALA MOLANO Ruedo a usted, tomar nota en cumplimiento de lo especificado en la Ley de profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses, como requisito básico para sustentar examen profesional, así como de la deposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares del trabajo profesional, el título del trabajo realizado. Esta comunicación deberá publicarse en el interior del trabajo profesional.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Acatlan Edo. de México a 12 de Mayo de 1967

Ing. Enrique del Castillo Fragoso
Jefe del Programa de Ingeniería Civil

AGRADECIMIENTOS

A mis padres:

Margarita Rodríguez Romero y
Jesús Pérez Rodarte

Por fomentar mi desarrollo como persona,
dándome la confianza y enseñanza para
hacer de mí un ser productivo

A mi esposa:

Gaby

Con todo cariño, por su gran apoyo durante
todo el curso extracurricular y para la
realización de esta obra, que sin su ayuda no
hubiera sido posible.

A todas mis hermanas:

Por estar conmigo cuando las he necesitado

A mis amigos

Por haber influido en mi formación espiritual y
académica y por tener el gusto de vivir grandes
momentos a su lado.

A mi asesor:

Jorge Athala Molano

Por su apoyo incondicional en la realización
de este trabajo

A mis simpatizantes:

Por sus enseñanzas y apoyo en la realización de
este documento

I N D I C E

INTRODUCCION	
CAPITULO I - ANTECEDENTES	1
1- CARACTERISTICAS DE LA POBLACION	1
A) Situación geografica	1
B) Clima	1
C) Hidrologia	2
D) Topografia	2
E) Comunicaciones y transportes	3
F) Aspectos socioeconómicos	3
2- DESCRIPCION DEL PROYECTO	3
A) Determinación de demandas	3
B) Población del proyecto	4
C) Dotación	5
D) Gastos de diseño	6
a) Gasto medio	
b) Gasto máximo diario	
c) Gasto máximo horario	
E) Fuentes de abastecimiento del lugar	7
a) Aguas Superficiales	
b) Aguas Subterráneas	

- 1° Pozos
- 2° Manantiales

F) Criterio de diseño	8
a) Obra de captación	
b) Obra de conducción	
c) Potabilización	
1°- Físico-químico	
2°- Biológicos	
d) Regulación	
e) Distribución	
G) Obras de captación para manantiales	10
a) Diseño hidráulico	
H) Conducciones a gravedad	11
a) Capacidad	
b) Factores por considerar en el diseño	
1°- Gasto por conducir	
2°- Calidad del agua	
3°- Topografía	
4°- Geotecnia	
5°- Cruzamientos	
6°- Afectaciones	
c) Cálculo hidráulico	
d) Procedimiento de cálculo	
e) Cálculo del diámetro económico	
I) Diseño hidráulico de tanques superficiales	15
a) Capacidad	
b) Accesorios de los tanques	
1°- Entrada	
2°- Salida	
3°- Cajas rompedoras de presión	
4°- Desague de fondo	
5°- Tubería de demasias	
J) Diseño hidráulico de tanques elevados	18
a) Capacidad	
b) Entrada y salida	
c) Tubería de demasias	
K) Capacidades de reserva	19

a) Capacidades de reserva para incendio

CAPITULO II - OBRAS DE CAPTACION	21
1.- FUENTES DE ABASTECIMIENTO	21
A) Aguas superficiales	22
B) Aguas subterráneas	22
2 - DEFINICION	23
3 - CLASIFICACION DE LAS OBRAS DE CAPTACION	24
A) Captación de aguas superficiales	24
B) Captacion de aguas subterráneas	25
a) Aguas freáticas	
b) Aguas confinadas	
c) Manantiales	
4 - OBRAS DE CAPTACION PARA AGUAS SUBTERRÁNEAS	27
A) Pozos superficiales	27
B) Pozos profundos	27
C) Estructuras para la captacion de Agua de Manantiales	28
a) Manantiales en estratos de roca	
b) Manantiales en roca meteorizada	
c) Manantiales en terrenos aluviales	
D) Galerías filtrantes	30

5. ESTUDIOS PREVIOS A LA CAPTACION	31
A) Hidrológico	31
B) Suelos	31
C) Geohidrológico	31
D) Topográfico	32
F) Calidad del agua	32
CAPITULO III - DISEÑO DE LA OBRA DE CAPTACION	33
1 - DESCRIPCIÓN	33
2.- CARACTERÍSTICAS HIDROMÉTRICAS E HIDRÁULICAS	34
3 - DESAGUE DE EXCEDENCIAS	34
4 - ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA OBRA DE CAPTACIÓN	34
A) Estructuras de entrada	34
B) Rejillas	35
C) Conductos	35
D) Piezas especiales	35
a) Válvulas	
b) Juntas	
E) Dispositivos de protección	36
5 - ANALISIS ECONOMICO BENEFICIO/COSTO	37

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

39

BIBLIOGRAFÍA

41

ANEXO FOTOGRAFICO

43

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se elaboró dentro del Seminario Extracurricular con opción a Titulación denominado "Conduccionismo a Presión II", que está orientado a pasantes de la carrera de Ingeniería Civil de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales, Campus Acatlán

Uno de los principales objetivos de este Seminario fue el realizar proyectos que respondieran a condiciones reales y que permitieran la aplicación de los conceptos teóricos impartidos en las aulas, así como que propiciaran la investigación y el conocimiento de las acciones reales a las que se enfrenta el Ingeniero en el ámbito laboral

México cuenta con recursos naturales de gran importancia, sin embargo, el recurso fundamental para su desarrollo es el agua

Aproximadamente el 83% del agua que se consume en México es para riego, el 12% para el abastecimiento de agua de las poblaciones, el 3% para las industrias que tienen su propio sistema de abastecimiento y el 2% restante para otros usos

Abastecer de agua potable a México, sus estados y municipios es un gran reto de ingeniería. Se requieren obras que conduzcan mayores caudales desde distancias cada vez mayores

La cobertura de los servicios de agua potable representa uno de los mejores indicadores a nivel de bienestar y desarrollo de los pueblos. La carencia de este servicio está directamente asociada al entorno social y económico de sus habitantes. Atender esta demanda social significa emprender un ambicioso programa de inversiones para abatir los rezagos existentes y enfrentar las nuevas necesidades de una población que crece en forma importante

Las comunidades rurales, por su ubicación geográfica con respecto a los grandes centros de población, representan una serie de carencias de los servicios municipales más indispensables, uno de ellos, es sin duda, el abastecimiento de agua potable. El crecimiento de su población y los asentamientos humanos en forma dispersa y en terrenos accidentados incrementan en gran medida su problema de abastecimiento. Sin embargo, el mejoramiento y saneamiento de las comunidades se basa en la salud pública, por lo que toda la comunidad debe contar con un sistema de abastecimiento de agua potable capaz de satisfacer sus necesidades básicas

El sistema de agua potable es bastante complejo ya que se requiere realizar un estudio integral que permita conjuntar todos los elementos necesarios y sobre todo, contar con una fuente de abastecimiento que reúna las características adecuadas de calidad para reducir en lo posible su depuración o tratamiento. Este sistema origina un estudio y proyecto que define la capacidad demandada, no solo para las necesidades actuales sino también para las futuras, es decir de acuerdo a su correlación de crecimiento en un periodo determinado.

Por lo tanto, la elaboración de un proyecto de abastecimiento de agua potable implica reunir una serie de elementos básicos y datos que posibiliten un perfecto diagnóstico de la localidad que va a ser abastecida, tales como: información general, planos topográficos, datos económico-sociales, aspectos físicos de la localidad (clima, vegetación, recursos hidráulicos, etc.), determinación de la fuente de abastecimiento, datos demográficos y evaluación de demandas.

En este marco se seleccionaron diferentes comunidades del Estado de México, con la finalidad de proveerlas de agua potable, considerando el aprovechamiento de las fuentes de abastecimiento existentes en la región.

En base a lo mencionado anteriormente, se llevará a cabo el Proyecto para el sistema de abastecimiento de agua potable para la localidad de la Segunda Manzana del Municipio de Ahmoloya de Alquisiras, Estado de México.

El contenido de este trabajo trata sobre el diseño de la obra de captación más conveniente para el Manantial "Ojo de Agua", a partir de la cual iniciará la línea de conducción a gravedad que conducirá el agua a la población de la Segunda Manzana.

También se mencionan las principales características de la población y sus necesidades, así como la descripción del proyecto, de la captación, de los elementos que la conforman y de su diseño a partir de la fuente. Por último se hace un análisis económico Beneficio-Costo del sistema de abastecimiento para esta población.

CAPITULO I

ANTECEDENTES

1.- CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACION

A) Situación geográfica

El poblado de la Segunda Manzana, se encuentra ubicado en el Municipio de Almoloya de Alquisiras, en la parte sur del Estado de México, aproximadamente a los 18° 52' latitud norte y 99° 54' longitud oeste, con una altitud de 1.960 m (figs. I 1 a y I 1 b)

Los límites del Municipio son, al norte con el Municipio de Coatepec Harinas y Texcaltilán; al sur con Sultepec y Zacualpán; al oeste con Texcaltilán y Sultepec; al este con Zacualpán y Coatepec Harinas.

La extensión territorial del Municipio es aproximadamente de 152 km² teniendo en sus características topográficas primordiales la presencia de zonas planas, semiplanas y accidentadas que ocupan el 10, 20 y 70%, respectivamente, de la superficie total Municipal.

La comunidad en estudio se desarrolla a orillas de la cabecera municipal de Almoloya de Alquisiras. La población se extiende sobre el parteaguas de un cerro alargado que se ubica en la ladera de una formación mayor. Actualmente cuenta con todos los servicios: agua potable (en forma parcial), electricidad, drenaje y teléfono.

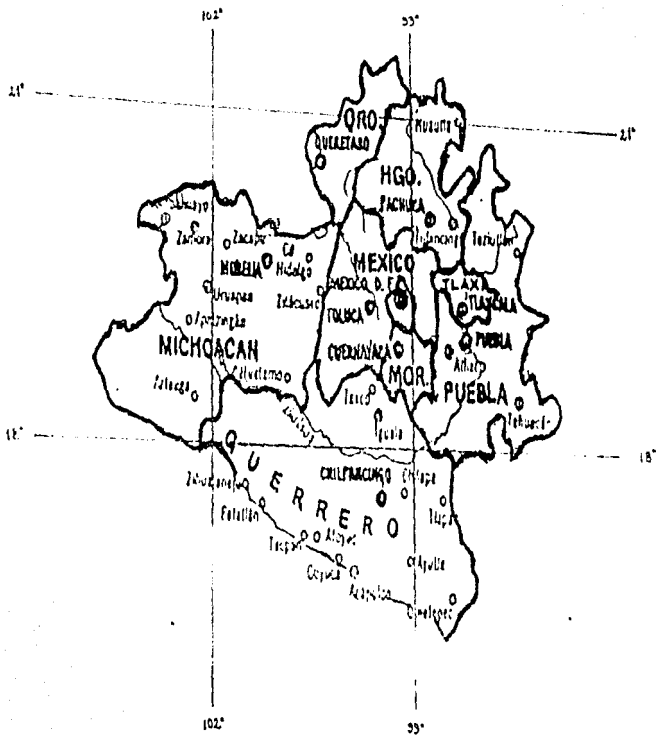
B) Clima

Esta región presenta clima semicálido subhúmedo y con lluvias en verano, el régimen de lluvias se presenta de junio a septiembre y los meses más calurosos son mayo y junio, la dirección de los vientos es generalmente de sur a norte y los aspectos climatológicos presentan temperatura media de 18°C y precipitación pluvial de 620 mm.

ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

MEXICO 27





C) Hidrología

El Municipio forma parte de la Cuenca Hidrológica Río Balsas Zirandaro, colindando con la Cuenca del Río Cutzamala y la del Río Amacuzac (figs. 1.2 a y 1.2.b)

Los recursos hidrológicos del Municipio se componen básicamente de los siguientes elementos:

- a) Cinco ríos de caudal permanente: La Soledad, El Almoloya, Los Capulines, Escobedo y Tameves.
- b) Tres arroyos de caudal solamente durante época de lluvia: Cuauhtemoc, Las Mesas y Hierbabuena.
- c) Dos manantiales de agua subterránea.

Según la Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento (CEAS), el municipio de Almoloya de Alquisiras, está en una zona de altos volúmenes de agua freática motivados por las grandes precipitaciones que se presentan en el lugar, así como una buena filtración que recarga los mantos freáticos.

D) Topografía

Orográficamente el Municipio de Almoloya de Alquisiras, presenta tres formas características de relieve:

- a) Zonas accidentadas, que abarcan aproximadamente el 70% de la superficie y están localizadas en los extremos suroeste y noroeste del Municipio, formadas por el cerro.
- b) Zonas semiplanas, que abarcan aproximadamente el 20% de la superficie y están localizadas en la porción noroeste y sureste del Municipio, formadas por los centros de población: Las Mesas, Buenos Aires, Pachuquilla y Tirantes.
- c) Zonas planas, que abarcan aproximadamente el 10% de la superficie y están localizadas en la región noreste del Municipio y a su vez forman la región agrícola de San Andrés Tepetitlan, Quinta Manzana, Los Ranchos y Agua Fria.

Ver fig. 1.3

REGIONES Y CUENCAS HIDROLOGICAS

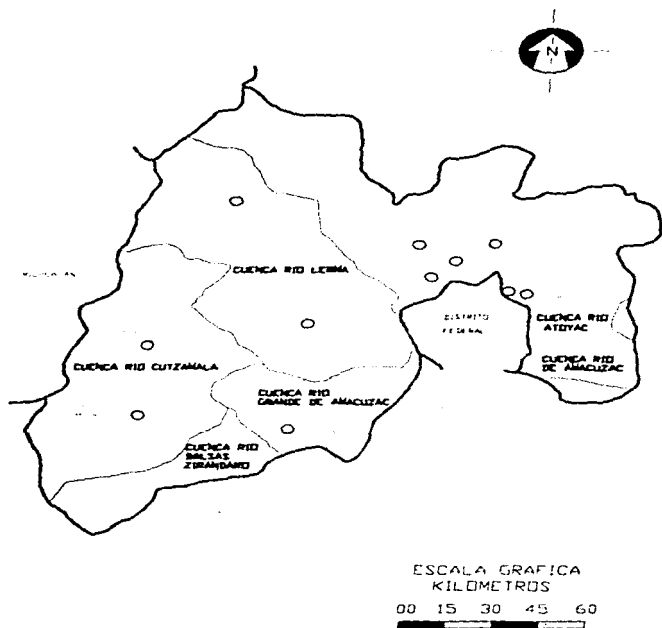


Fig. 1.2.a

AREA DE APORTACION DE LA CUENCA

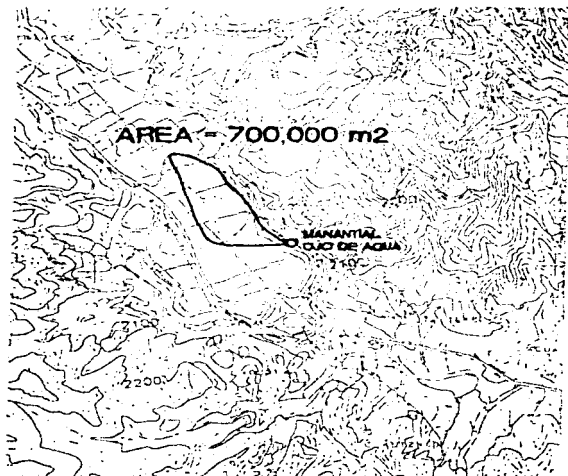
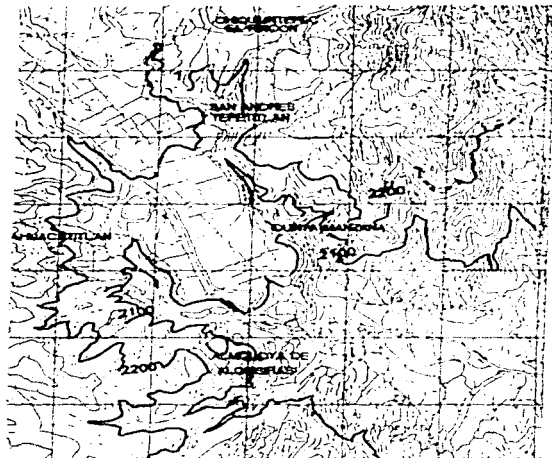


Fig. I.2-b

TOPOGRAFIA DEL MUNICIPIO DE ALQUISIRAS



E) Comunicaciones y transportes

Las carreteras Pavimentadas autorizadas por el Municipio son:

Entronque de Almoloya de Alquisiras - Ahuacatitlan

Sultepec - Las Mesas

Jaltepec - Capulmanca

Almolya de Alquisiras - Plan de viga - hierbabuena

La Ladera - La sexta

Entronque de Almolya de Alquisiras - Totoltepec

La Tolba - Aquiapan

Entronque de Almolya de Alquisiras - Pachuquilla

Tepehuan - Mesa del Rio los Panchos

Entronque Llano Grande - Llano de las Casas

Los transportes autorizados por el municipio son

Linea de Autobuses Zinacantepec y Ramales

Taxis y colectivos de la C. N. C

F) Aspectos socioeconómicos

La economía del municipio radica en las siguientes actividades de explotación del suelo

Agricola	22.64%
Pecuario	10.82%
Forestal	62.98%
Urbano	0.56%
Otros Usos	3.00%

2.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

A) Determinación de demandas

Los elementos que integran el sistema de abastecimiento de agua potable, se proyectan con capacidad prevista para dar servicio durante un lapso futuro, después de su instalación, este lapso se denomina periodo de diseño. No siempre se proyectan sistemas para poblaciones estáticas, sino que existen incrementos de población

Asimismo, el periodo de diseño es el lapso de tiempo en el que se estima que las obras por construir serán eficientes, es decir, el tiempo que razonablemente se espera que la obra sirva a los propósitos sin tener gastos de operación y mantenimiento elevados. Rebasando el periodo de diseño la obra continuará funcionando hasta cumplir su vida útil en términos de una eficiencia cada vez menor.

Para el diseño del sistema de agua potable de la comunidad de la Segunda Manzana de Almoloya de Alquisiras, se le calcula una población futura de la comunidad, a la que se denomina población de diseño. Para este proyecto se considera un periodo de diseño de 13 años.

B) Población de proyecto

La mejor base para estimar la tendencia de la población futura de una comunidad es su pasado y desarrollo. La fuente de información más importante en México, son los censos poblacionales realizados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) cada 10 años. Los datos de los censos de población pueden adaptarse a un modelo matemático como lo es el aritmético, geométrico, mínimos cuadrados, fórmula de interés compuesto, similitud, etc. Para este proyecto se analizan numéricamente los métodos para determinar la población y se considera que el más adecuado es el de "interés compuesto" (el cual se describe más adelante). En el caso particular de la localidad de la Segunda Manzana de Almoloya de Alquisiras, no existen censos de población, y en el año de 1984 no existía la localidad en estudio.

Según datos del proyecto proporcionados por el Municipio, la población en 1995 era de 6 011 habitantes, sus tasas de crecimiento de 1980 a 1990 y de 1990 a 1996 eran de 6.01 y 2.93% anual respectivamente, es decir, la población se incrementó en un 60.14 y 17.90% en dichos periodos. Con estos datos y por medio del método seleccionado para el cálculo de población, se calcula el número de habitantes para el año 2010, que será el valor de proyecto. El método consiste en lo siguiente:

Cuando se supone un crecimiento en progresión geométrica, los valores que se obtienen para la población futura son mayores que los que se obtendrían si se supone un crecimiento en progresión aritmética.

La expresión

$$\ln P = \ln P_0 + K \cdot (T - t_0) \quad (1)$$

Puede escribirse

$$\ln P = \ln P_0 + K \cdot T \quad (2)$$

Donde:

P_0 = Población cuando $t = 0$

Sacando antilogaritmos a (2) se obtiene:

$$P = P_0 e^{rt} \quad (3)$$

La ecuación (3) es conocida como de capitalización con interés compuesto, es decir, el interés periódico se capitaliza aumentando el capital anterior y usualmente e^{rt} se representa como $(1 + i)^t$, donde i es la tasa de interés y la expresión de P queda

$$P = P_0 (1 + i)^t \quad (4)$$

Ambas expresiones la (1) y la (4) corresponden al modelo geométrico de crecimiento, aunque comúnmente se ha aceptado el referirse a la expresión (4) como método de interés compuesto. Para este caso se calcula como sigue

AÑO	POBLACIÓN (hab.)
1995	1250

PERÍODO	TASA DE CRECIMIENTO DEL PERÍODO (%)	TASA DE CRECIMIENTO ANUAL (%)
1980 - 1990	60.14	6.01
1990 - 1996	17.95	2.98

Para este proyecto se toma la tasa de crecimiento anual correspondiente al último período de 1990 a 1996 cuyo valor se redondea a 3.0% ($i_{anual} = 0.03$), y se obtiene la población para el año 2010

$$\text{Tasa Anual } P_{2010} = 1250 (1 + 0.03)^{15} = 1947 \text{ habitantes}$$

$$P_{2010} = 1947 \text{ hab.}$$

C) Dotación

Para determinar los gastos que se requieren para las condiciones inmediatas del proyecto de la localidad en estudio, se utilizan los valores de dotación que se indican en las "Normas de Proyecto para Obras de Aprovechamiento de Agua

Potable en el Estado de México". A este poblado con clima templado le corresponde el valor de 150 l/hab /día

D) Gastos de diseño

Para el dimensionamiento y establecimiento de especificaciones de tuberías, estructuras, equipos y accesorios, en las obras que integran el sistema de abastecimiento de agua potable (fig 1.4) se utilizan los siguientes gastos

a) Gasto medio (Q_m)

Este gasto es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de una población en un día de consumo promedio. Asimismo, sirve para calcular el gasto máximo diario (Q_{MD})

$$Q_m = D \cdot P / 86400$$

Donde

Q_m = Gasto medio diario, l p s

D = Dotación, 150 l/hab /día

P = Población, 1947 habitantes

86400 = Cantidad de segundos en un día (tiempo)

Con lo anterior, se obtiene el Q_m siguiente:

$$Q_m = (150) (1947) / 86400 = 292050 / 86400 = 3.38$$

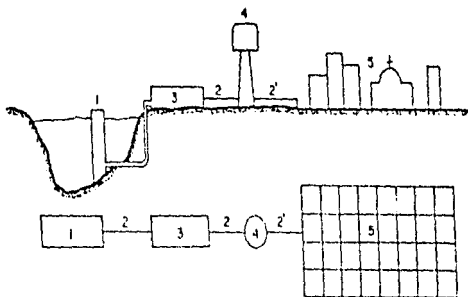
$$Q_m = 3.38 \text{ l p s}$$

b) Gasto máximo diario (Q_{MD})

Con el Q_m obtenido se podrá calcular el Q_{MD} , considerándose un coeficiente de variación diaria de 1.2.

El Q_{MD} se utiliza para calcular el volumen de extracción diaria de la fuente de abastecimiento, así como el diseño de la obra de captación, equipo de bombeo, línea de conducción, tanque de regularización y de almacenamiento. También sirve para calcular el gasto máximo horario

$$Q_{MD} = CV_d \cdot Q_m$$



COMPONENTE	GASTOS DE DISEÑO
1. FUENTE Y OBRAS DE CAPTACIÓN	Q_d
2. EXHAUSTIÓN	Q_d
3. EXHAUSTIÓN ALIMENTADA A BOMBEO	Q_d
3. REFINANCIAMIENTO	-
4. TORRE DE PRESURIZACIÓN	Q_d
5. RED DE DISTRIBUCIÓN	Q_d
TOTAL	
Q_d = GASTOS DE DISEÑO	
Q_d = GASTOS DE DISEÑO	Q_d = INVENTARIO
Q_d = GASTOS DE DISEÑO	Q_d = INVENTARIO
Q_d = GASTOS DE DISEÑO	

FIG. 1.4 COMPONENTES DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y SUS GASTOS DE DISEÑO

Donde:

Q_{MD} = Gasto máximo diario, (l p s)

CV_3 = Coeficiente de variación diaria, 1.2 (adimensional)

Q_{\dots} = Gasto medio diario, 3.38 l p s

Sustituyendo

$$Q_{MD} = 3.38 \times 1.2 = 4.056$$

$$Q_{MD} = 4.06 \text{ l p s}$$

c) Gasto máximo horario (Q_{MH})

Este gasto es el requerido para satisfacer las necesidades de la población en el día de máximo consumo, asimismo, se utiliza para calcular las redes de distribución

$$Q_{MH} = Q_{MD} \cdot CV,$$

Donde

Q_{MH} = Gasto máximo horario, l p s

Q_{MD} = Gasto máximo diario, 4.056 l p s

CV_1 = Coeficiente de variación horario, 1.5 (adimensional)

Sustituyendo

$$Q_{MH} = 4.056 (1.5) = 6.084 \text{ l p s.}$$

$$Q_{MH} = 6.08 \text{ l p s}$$

E) Fuentes de abastecimiento del lugar

a) Aguas superficiales

El municipio de Almoloya de Alquisiras cuenta como ya se mencionó anteriormente con ocho abastecimientos superficiales: cinco ríos y tres pequeños arroyos perennes formados por el escurrimiento de los manantiales existentes en la zona

El río más importante cercano a la población es el conocido como Río Almoloya, el cual aguas arriba abastece de agua potable a la Cabecera Municipal de Texcaltilán, dicha Cabecera contamina el río con sus desechos, por lo que el municipio de Almoloya de Alquisiras no puede aprovechar sus aguas

b) Aguas subterráneas

Existen dos tipos de aguas subterráneas

1° Pozos - La localidad no cuenta con ningún tipo de pozo ya que los manantiales existentes abastecen del agua requerida a la población

2° Manantiales - El Manantial "Ojo de Agua" es de suma importancia en esta localidad, ya que con él se abastece actualmente a la Cabecera Municipal y a sus zonas de riego, estas últimas por medio de un canal de mampostería construido desde el nacimiento del manantial

Existe otro manantial que se encuentra en la Segunda Manzana de Almoloya de Aiquisiras con gasto de 0.5 l.p.s. El agua que mana de él es utilizada por la población de la parte alta de dicha Manzana para uso doméstico

F) Criterio de diseño

a) Obra de captación

La obra de captación se diseña con el gasto máximo diario, siendo éste de 4.06 l.p.s. De acuerdo a los afloros realizados en la época de estiaje éste se justifica, cuando no sea así, se diseñará con el gasto que se obtenga más o menos en forma constante durante los años de operación, deduciendo éste de afloros realizados cuando menos en un año. El gasto faltante se deberá tomar de la obra de captación de otra fuente de abastecimiento por utilizar, que puede ser igual o distinta, según sean las características topográficas, hidráulicas, de calidad del agua, usos, etc.

Es conveniente que la fuente de abastecimiento por utilizar garantice cuando menos la obtención del gasto máximo diario para la etapa inmediata de proyecto, lo cual se cumple para el caso del manantial "Ojo de Agua", que será la fuente de abastecimiento para la Segunda Manzana de Almoloya de Aiquisiras.

b) Obra de conducción

La línea de conducción generalmente tiene por objeto efectuar el transporte del agua de la captación al depósito de regulación. También puede quedar conectada en un primer tramo a una planta potabilizadora y en un segundo tramo al tanque regulador o directamente a la red. La línea de conducción también se diseñó con el gasto máximo diario de proyecto.

c) Potabilización

Los resultados del estudio de calidad del agua consisten en los análisis físico - químicos y bacteriológicos realizados en la fuente de abastecimiento Ojo de Agua, fueron los siguientes.

1°- Físico - Químico.- Favorables con respecto a los minerales, calcio, hierro y manganeso, de acuerdo con las normas establecidas

2°- Biológicos.- Estos resultados no fueron tan favorables ya que se obtuvieron 86 coliformes totales y 10 coliformes fecales siendo la norma de cero para ambos casos, por lo que es necesaria una desinfección con cloro

d) Regulación

La capacidad del tanque regulador está en función del gasto máximo diario de proyecto y de la ley de demandas de la localidad, calculándose ya sea por métodos analíticos o gráficos. Las normas de proyecto para obras de aprovisionamiento de agua potable del Estado de México, indican que cuando no se conozca la ley de demandas, se deberá calcular la capacidad en función del Q_{MD} y del coeficiente de regulación para 4 horas de bombeo continuo ó gravedad, que es igual a 14.58. (figs. I 5 a, I 5 b, I 5 c)

e) Distribución

El cálculo hidráulico de la red de distribución a gravedad se realizó con el Q_{MH} , ya que se tiene una sola línea de alimentación. En caso que se tuvieran dos o más, la suma de los gastos de ellos será igual al Q_{MH} de proyecto.

Tuberías principales.- Para las redes abiertas o de circuitos, se diseñarán las tuberías principales con los gastos acumulados que les correspondan, de acuerdo con la distribución del agua previamente establecida y la situación de los puntos de alimentación y equilibrio de presiones.

Tuberías secundarias.- Su diámetro se da generalmente por especificación, para lo cual se consultarán las normas de proyecto para el abastecimiento de agua potable del Estado de México.

LEY DE DEMANDAS HORARIAS

METODO GRAFICO

Gasto Máximo Diario = 4.06 l p s = 14.616 m³/hr

HORAS	APORTACIONES (m ³)	DEMANDA (%)	DEMANDA (l)	DEMANDA (m ³)	DEMANDAS ACUMULADAS (m ³)
0 1	14 616	45	1 827	6 577	6 577
1 2	29 232	45	1 827	6 577	13 154
2 3	43 848	45	1 827	6 577	19 732
3 4	58 464	45	1 827	6 577	26 309
4 5	73 080	45	1 827	6 577	32 886
5 6	87 696	60	2 436	8 770	41 656
6 7	102 312	90	3 654	13 154	54 810
7 8	116 928	135	5 481	19 732	74 542
8 9	131 544	150	6 090	21 924	96 466
9 10	146 160	150	6 090	21 924	118 390
10 11	160 776	150	6 090	21 924	140 314
11 12	175 392	140	5 684	20 462	160 776
12 13	190 008	120	4 872	17 539	178 315
13 14	204 624	140	5 684	20 462	198 778
14 15	219 240	140	5 684	20 462	219 240
15 16	233 856	130	5 278	19 001	238 241
16 17	248 472	130	5 278	19 001	257 242
17 18	263 088	120	4 872	17 539	274 781
18 19	277 704	100	4 060	14 616	289 397
19 20	292 320	100	4 060	14 616	304 013
20 21	306 936	90	3 654	13 154	317 167
21 22	321 552	90	3 654	13 154	330 322
22 23	336 168	80	3 248	11 693	342 014
23 24	350 784	60	2 436	8 770	350 784

VOLUMEN DEL TANQUE DE REGULARIZACION

METODO ANALITICO

Se considera el coeficiente para 24 horas de aportación diaria (C= 14.56) y se multiplica por el gasto máximo diario (Q= 4.06 lps)

$$\text{Vol} = C \cdot Q$$

$$\text{Vol} = 14.56 \cdot 4.06$$

$$\text{Vol} = 59.2 \text{ m}^3$$

Fig. 1.5.a

HIDROGRAMA DE CONSUMO

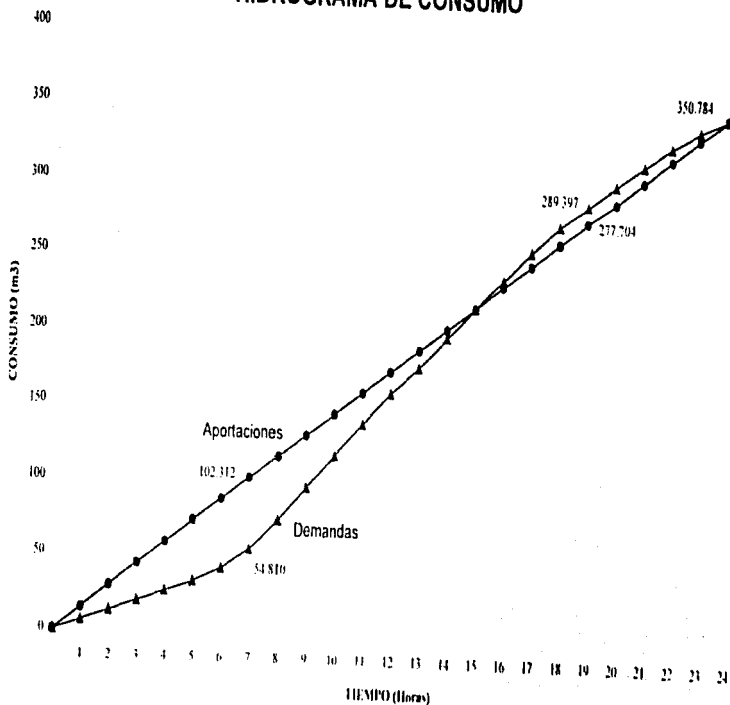


Fig. 1.5.b

CURVA DE DEMANDA

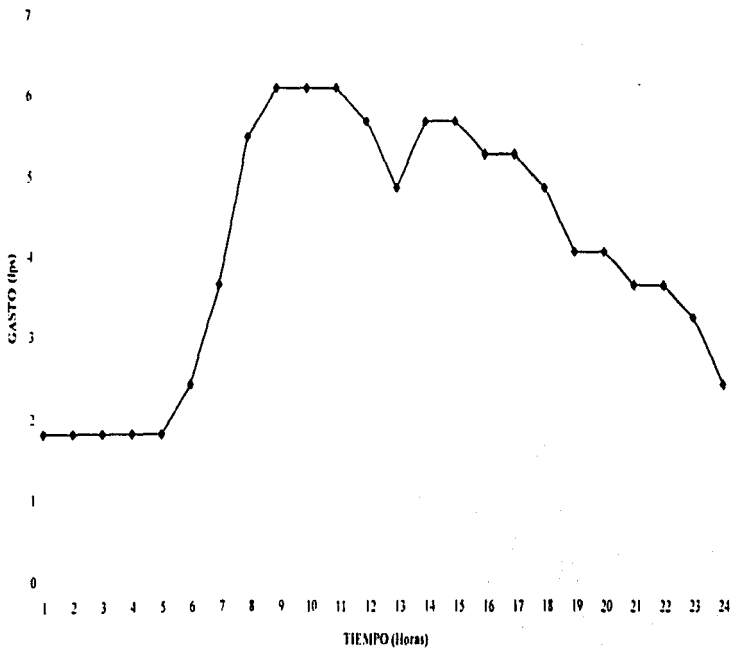


Fig. I.5.c

G) Obras de captación para manantiales

La captación de manantiales puede ser directa (en el lugar de afloramiento del manantial) en caso de que el afloramiento este confinado a una zona reducida, invariablemente de que sea vertical u horizontal (figs. 16 y 17)

En ocasiones existen impedimentos para hacer una captación directa, por ejemplo en los afloramientos que ocurren en una zona más extensa (fig. 18), en la saturación del terreno adyacente al nacimiento, o la calidad del subsuelo que no permite construir una estructura estable, en condiciones topográficas adversas del terreno, en el caso de que las aguas captadas contengan gases tales como CO_2 y H_2S y cuando las aguas tienen temperaturas elevadas. Las obras en estos casos, son similares a las construidas para los cursos superficiales a estas se les denomina indirectas, ya que no se realizan en el afloramiento y para las cuales existen estructuras exclusivas de captación para manantiales.

Uno de los aspectos principales del proyecto es la protección de la captación del manantial, para que no se contamine y evitar así que los afloramientos se obturen, logrando ambos objetivos con la construcción de una caja en la que quede aislada el área de salida del agua, además, para evitar que estos afloramientos trabajen contra carga en la época de lluvias, o sea cuando el gasto que aporta el manantial sea superior al de conducción en la plantilla del tubo de demasias, la cresta del vertedor rectangular se situará un poco abajo del afloramiento más alto.

a) Diseño Hidráulico

Para el diseño hidráulico de la caja de captación, y en general de toda la línea de conducción, es indispensable estudiar con todo cuidado su localización topográfica (en planta y perfil) y ver en el área de los afloramientos de agua si se forma de inmediato una corriente en su salida, tal y como sucede en los manantiales tipo ladera. Esta información y los aspectos por considerar en el proyecto, se toman como base para el dimensionamiento de la caja y la ubicación del tubo de desagüe, la toma y el vertedor de demasias.

Además de la caja mencionada se considera necesaria otra adosada para la protección de las dos válvulas de seccionamiento (para desagüe y conducción).

El diámetro de la tubería de toma está dado por el cálculo de la línea de conducción. Su situación en la caja se dará de manera que su plantilla quede situada arriba del tubo de desagüe, procurando se obtenga la carga hidráulica requerida, cuyo valor mínimo estará dado por la siguiente expresión:

$$H = (V / 2g) + (KV / 2g)$$

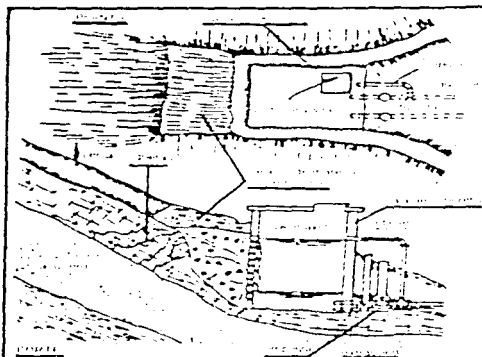
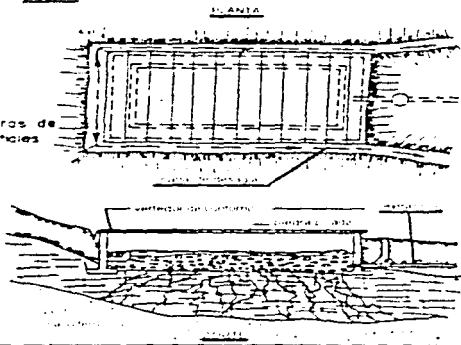
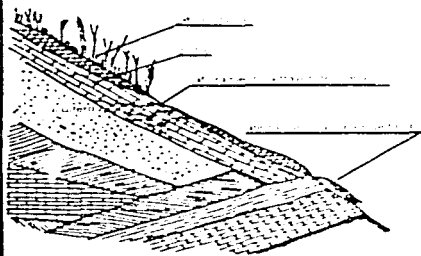


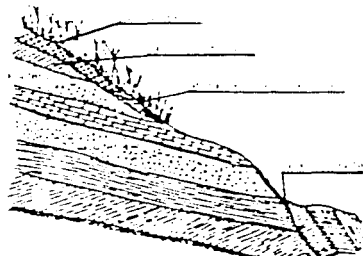
Fig. 1.5 a Dibujo esquemático de obras de captación de manantiales con ahorramiento horizontal.

Fig. 1.6 b Dibujo esquemático de obras de captación directa de manantiales con ahorramiento vertical.

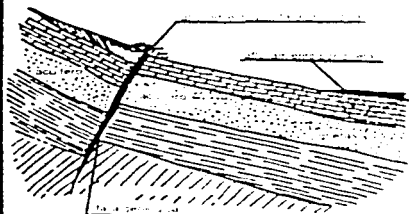




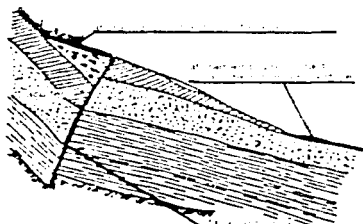
a) Afloramientos horizontales de manantiales en uno o en varios puntos definidos.



b) Afloramientos horizontales o semi-inclinados de manantiales en una zona extensa.

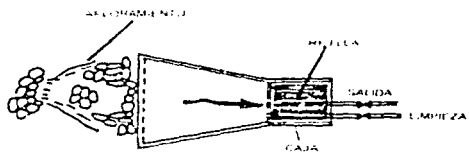


c) Afloramientos verticales de manantiales en puntos definidos.

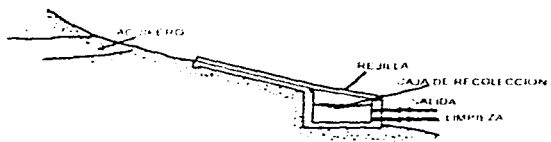


d) Afloramientos verticales de manantiales en una zona extensa.

Fig. 1.7 Dibujos esquemáticos de los diferentes tipos de afloramientos.



PLANTA



CORTE

Fig. 1.8 Estructuras para captación de aguas provenientes de manantiales en una zona extensa.

Donde:

H = Carga hidráulica mínima, m

V = Velocidad de escurrimiento del agua en la conducción, m/seg

$V^2 / 2g$ = Carga de velocidad, m

g = Aceleración de la gravedad, 9.81 m/seg

K = Constante de pérdida por entrada = 0.5

La carga hidráulica estará medida desde el eje del conducto de toma a la plantilla del vertedor de demasías (fig. I.9)

El diseño de la obra de captación del manantial "Ojo de Agua" es tipo indirecta, con afloramientos de agua freática

Como el manantial "Ojo de Agua" tiene caudal suficiente, el diseño se hace para captar el gasto máximo diario durante todos los meses del año inclusive en época de estiaje. Es muy importante prever que el $Q_{máx}$ sea suficiente en esta época, principalmente para los manantiales de afloramiento de agua freática, dado que su gasto aumenta en la época de lluvias y disminuye o se agota en la de estiaje. En los manantiales de tipo confinado (artesiano) no existe este problema ya que tienen un régimen hidráulico más constante.

H) Conducciones a gravedad

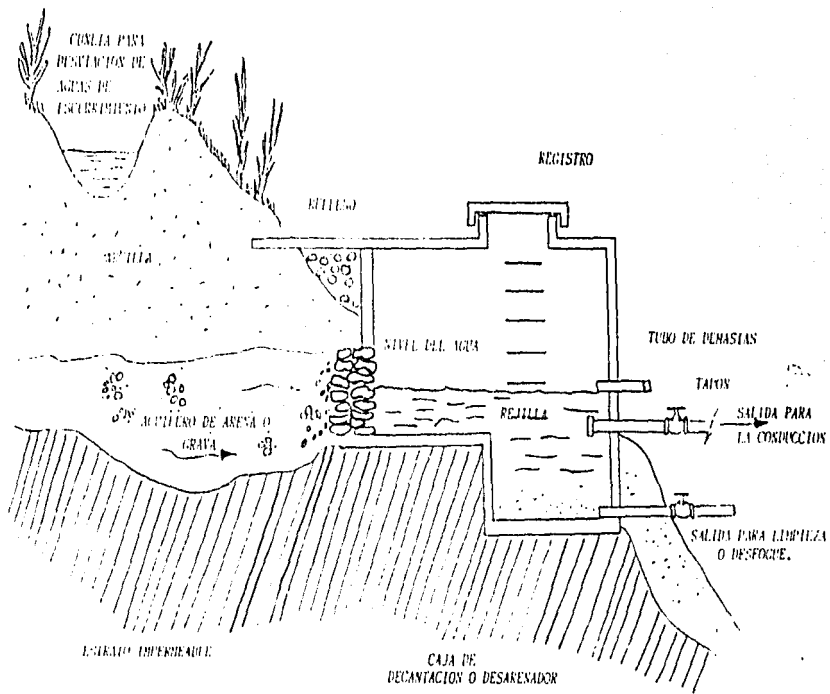
Una línea de conducción a gravedad puede quedar unida al tanque regulador o a la planta potabilizadora. En este caso se tienen dos tramos de conducción, el primero de la captación a la planta y el segundo de esta al tanque regulador (figs. I.10.a y I.10.b). Dependiendo de la localización de la planta (generalmente de cloración), el segundo tramo puede ser bombeo.

En la gran mayoría de las obras de los sistemas de abastecimiento de agua potable, se utilizan tuberías para la conducción del agua, por lo que en este trabajo no se tratara lo relativo a canales.

El escurrimiento del agua de las conducciones a gravedad se puede efectuar de dos maneras, trabajando los conductos como canal (sin ejercer presión) y funcionando a presión, siendo este último, el caso en estudio.

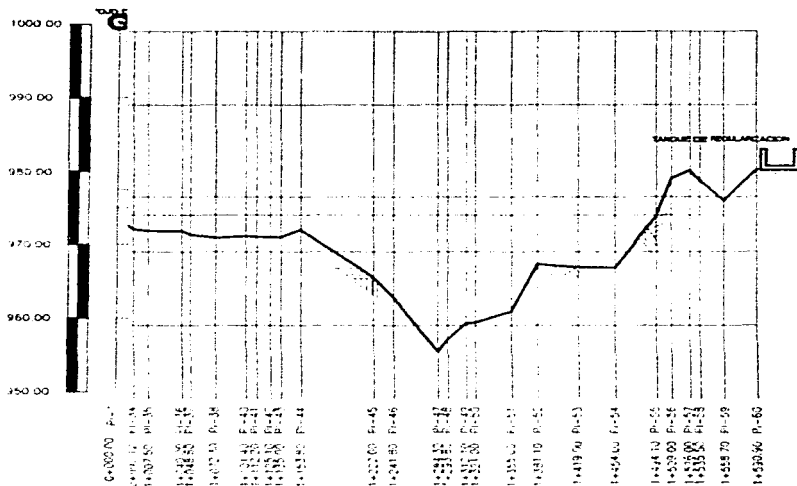
a) Capacidad

El diámetro de la línea de conducción se determina con el gasto máximo diario de proyecto, procurando que cuando menos se pueda obtener el mismo gasto inmediato.



OBRA DE CAPTACION "MANANTIAL".

Fig. L 10. a



1000 00
990 00
980 00
970 00
960 00
950 00

0.00000 0.00000

0-000/00 P=1
0-010/15 P=2
0-051/15 P=3
0-071/20 P=4
0-085/60 P=5
0-103/45 P=6
0-123/60 P=7
0-152/61 P=8
0-197/21 P=9
0-228/35 P=10
0-245/35 P=11
0-293/10 P=12
0-328/20 P=13
0-342/58 P=14
0-366/63 P=15

0-442/40 P=17
0-469/22 P=18

0-444/70 P=19
0-533/60 P=23
0-609/18 P=25
0-650/2 P=27
0-660/78 P=28
0-653/80 P=29
0-663/55 P=25
0-710/15 P=26
0-751/70 P=27

0-820/60 P=28
0-845/20 P=29
0-881/30 P=30
0-896/65 P=31
0-921/75 P=32
0-955/70 P=33
0-993/12 P=34
1-000/50 P=35
1-048/80 P=36
1-072/30 P=38
1-101/40 P=40
1-112/20 P=41
1-122/30 P=42
1-128/55 P=44

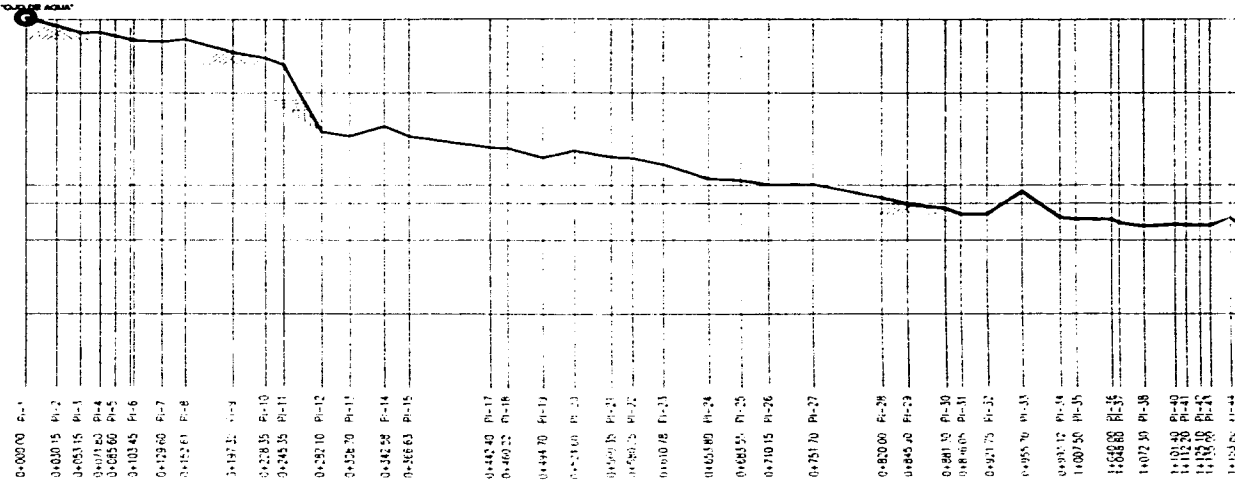


Fig. 1. 10. a

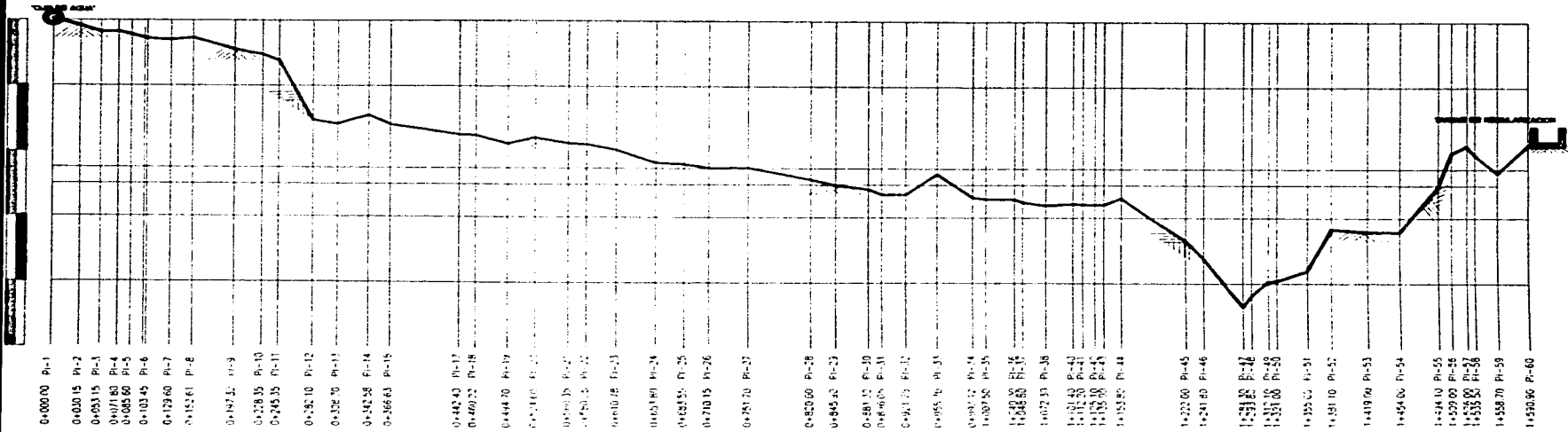
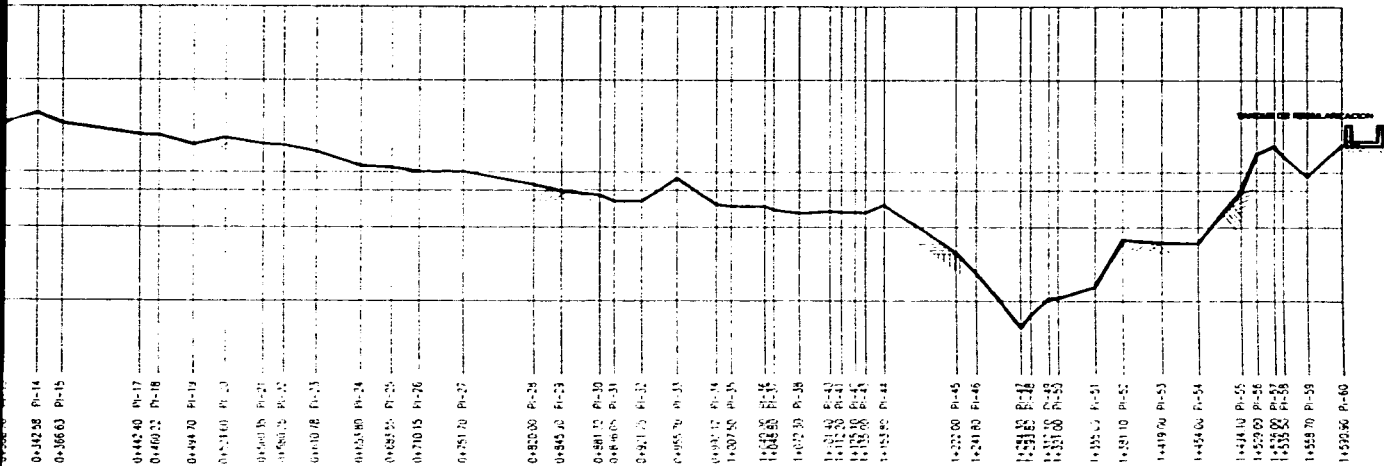
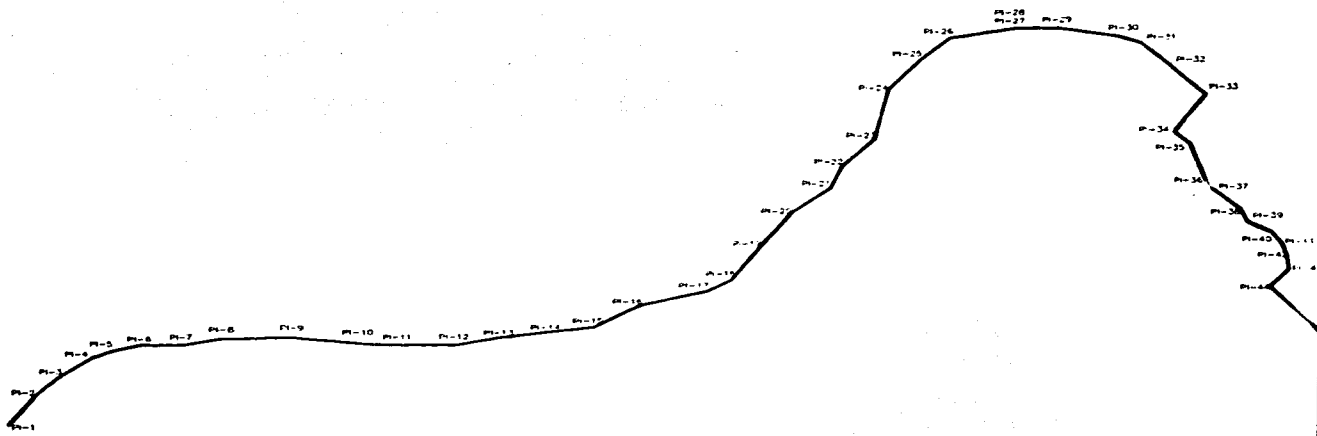


Fig. 1. 10. a





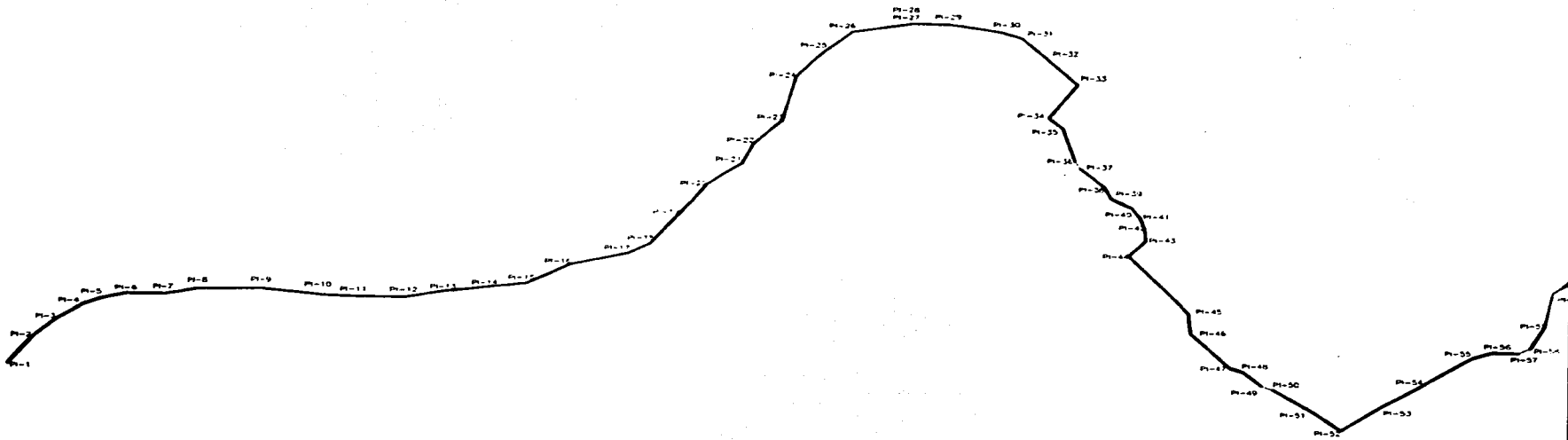
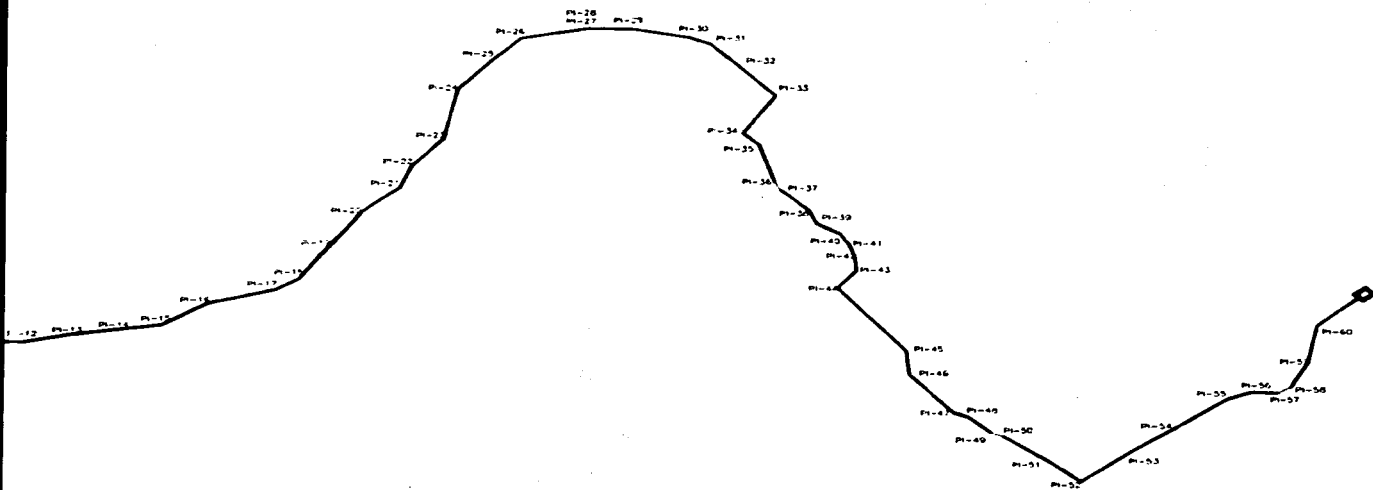


Fig. L 10. b



$$Q_{M0} = (\text{Población de proyecto} \times \text{dotación} \times 1.2) / 86400$$

Donde:

Q_{M0} = Gasto máximo diario de proyecto, l p s.

1.2 = Coeficiente de variación diaria

En localidades rurales menores a 2,500 habitantes, se puede utilizar para el coeficiente de variación diaria un valor igual a 1.5 (no se utilizó para este proyecto)

b) Factores por considerar en el diseño

Para el proyecto de la línea de conducción a gravedad de la localidad Segunda Manzana de Almoloya de Alquisiras, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos

- 1'- Gasto por conducir - El gasto que se requiere para localidades medianas y pequeñas es menos de 35 l p s y para las rurales menos de 10 l p s., se pueden utilizar tuberías de asbesto cemento o de PVC. Para gastos mayores y presiones de operación menores de 14 Kg/cm², es práctico el uso de tuberías de asbesto - cemento. Cuando se requieren diámetros de 600 mm y mayores para presiones superiores de 10 Kg/cm², se debe hacer un estudio económico comparativo respecto al uso de tuberías de asbesto - cemento y acero - concreto preesforzado
- 2'- Calidad del agua - Si el agua por conducir es incrustante, (generalmente en los casos de aguas duras) y si tiene fierro y manganeso se deberá someter a procesos de ablandamiento o estabilización, para evitar que se reduzca la capacidad de las tuberías
- 3'- Topografía - El trazo en campo se deberá realizar en forma muy cuidadosa, procurando no tener cambios bruscos de elevación y evitar tener grandes sifones, lo cual puede permitir en el diseño hidráulico tener cargas de operación bajas.
- 4'- Geotecnia - Como en la totalidad de las obras de conducción, las tuberías se instalan en zanja. Se procura al hacer el trazo topográfico de la línea, disminuir al máximo posible las excavaciones en roca
- 5'- Cruzamientos - Durante el trazo topográfico de la línea, se procura localizar los cruces más adecuados con vías de ferrocarril, caminos, corrientes superficiales, etc

6°- Afectaciones - Durante el trazo de la línea en campo se deberán evitar al máximo posible las afectaciones de terrenos particulares y ejidales. Al hacer el trazo topográfico se utilizarán los derechos de vía del ferrocarril, caminos, ríos, líneas de transmisión de energía eléctrica y linderos de terrenos.

c) Cálculo hidráulico

El escurrimiento del agua en líneas de conducción a gravedad esta definido por medio de la siguiente expresión

$$H = V^2 / 2g = hf + hs$$

Donde

H = carga hidráulica disponible, m

$V^2 / 2g$ = Carga de velocidad, m

hf = Pérdida de carga por fricción en la tubería, m

hs = Suma de pérdidas secundarias (de entrada, cambios de dirección y diámetro), m

En el cálculo hidráulico de una conducción, el caso más frecuente que se presenta es el de diseño, es decir, conocida la carga disponible que es igual a la diferencia de nivel entre las superficies del agua en la obra de toma y el tanque regulador y la longitud de la línea, valores que se obtienen del plano topográfico, así como del gasto por conducir, y de acuerdo con el análisis de los factores indicados anteriormente se determina el tipo de tubería (asbesto cemento, PVC, acero, etc), diámetro y clases por usar(en función de las presiones de operación). En los cálculos hidráulicos se deberán usar los diámetros internos reales de las tuberías por utilizar.

Para el cálculo hidráulico de líneas de conducción de acuerdo con las "Normas de Proyecto para Obras de Aprovechamiento de Agua Potable en el Estado de México" se utilizara la formula de Manning.

Las especificaciones dicen que

‘Cuando la tubería trabaje a presión, el cálculo hidráulico de la línea consistirá en utilizar la carga disponible para vencer las pérdidas por fricción únicamente, ya que en este tipo de obras las pérdidas secundarias no se toman en cuenta por ser muy pequeñas’

La fórmula a emplear será

$$hf = K L Q^2$$

Donde.

HF = Pérdida por fricción en la tubería, m

K = Constante para pérdida por fricción = $10.3 n^2 / D^{5.31}$

L = Longitud de la conducción, m

Q = Gasto por conducir, m³/seg

n = Coeficiente de rugosidad

D = Diámetro de la tubería, m

Existen valores de "K" para diámetros que varían de 13 a 1372 mm, así como coeficientes de rugosidad "n" con ámbito de variación de 0.009 a 0.16. Su utilización es aceptable para tuberías de asbesto cemento (n = 0.010) de concreto preesforzado (n = 0.012) y tuberías de acero galvanizado (n = 0.014)

Los valores de la constante K para tuberías de asbesto - cemento y de policloruro de vinilo (PVC), se obtienen de la Norma NOM-E-20-1968 (Sistema Inglés, tubos de color gris)

Los valores de "K" para tuberías de PVC sistema métrico se obtienen de la Norma NOM-E-22-1977 (tubos de color azul)

d) Procedimiento de cálculo

De acuerdo con lo establecido por las Normas de Proyecto de la Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento (CEAS), es recomendable el uso de nomogramas para la determinación del diámetro o diámetros requeridos considerando que la carga disponible "H" se utiliza prácticamente para vencer las pérdidas por fricción, dado que los valores de la carga de velocidad y las pérdidas secundarias son generalmente pequeñas (normalmente menos de 1 m), sin embargo es necesario verificar la ecuación

$$H = (V^2 / 2g) + KLQ$$

y asegurar que es factible la utilización de los diámetros obtenidos de acuerdo con el perfil topográfico de la línea

e) Cálculo del diámetro económico

A partir del diámetro por utilizar se determinan las características hidráulicas para el gasto de diseño y la longitud de la línea: área hidráulica, velocidad, pérdidas por fricción y secundarias, así como la potencia requerida de bombeo en función de la pérdida total de energía. Se concederá el desnivel geométrico a vencer. Para obtener las pérdidas menores o secundarias se considera del 3 al 5% de la

pérdida por fricción de acuerdo con la longitud de la línea y cambio de dirección que se tengan

Conocida la carga normal de operación que es igual a la suma del desnivel geométrico y la pérdida de carga total para el diámetro se establece la presión de trabajo de la tubería y en función del espesor de la pared del tubo y velocidad, se obtiene la sobrepresión del golpe de ariete, la que aliviara a la válvula (80% del total), aquella que se le carga a la tubería (20%) y finalmente la presión total en la descarga del equipo que es igual a la suma de la carga normal de operación y el 20% de la sobrepresión del golpe de ariete. Se comprobará que la presión total sea aproximadamente igual a la presión de trabajo en la tubería (primera columna), de preferencia menor.

Se obtiene el presupuesto de la conducción para el diámetro y su presión de trabajo, debidamente determinada, utilizando precios unitarios vigentes

1) Diseño hidráulico de tanques superficiales

a) Capacidad

La capacidad de un depósito regulador se obtiene generalmente en función del $Q_{máx}$ y de la ley de demanda de la localidad. Las normas de proyecto para obras de aprovisionamiento de agua potable en el Estado de México indican que cuando se conoce la ley de demanda (en los casos de sistema de distribución en operación con medición completa y eficiente) la capacidad del regulador se calculará en la siguiente forma:

$$Cr = 14.58 \times Q_{máx} \text{ en m}^3$$

Donde

Cr = Capacidad de regulación, m³

14.58 = Coeficiente de regulación para 24 hrs

$Q_{máx}$ = Gasto máximo diario de proyecto, l p s

Sin embargo, para los tanques superficiales es conveniente tener la capacidad de regulación como se indica a continuación

$$Cr = (14.58 \times Q_{máx}) + 1$$

Es conveniente destacar que en la casi totalidad de las obras de abastecimiento de agua potable el suministro de agua al tanque es continuo durante las 24 hrs

En conducciones a gravedad y a bombeo es difícil justificar económicamente el diseño de una conducción de menos de 24 hrs.

b) Accesorios de los tanques

Para el diseño hidráulico de los accesorios de los tanques tales como la entrada, salida a la red, desagüe y vertedor de demasías, se tomarán en cuenta las siguientes recomendaciones

1°- Entrada - El diámetro de la tubería de entrada corresponderá al de la conducción. La descarga podrá ser por encima del espejo de agua (para tirantes pequeños), por un lado del tanque o por el fondo (para tirantes grandes y tanques preesforzados). En cualquier caso el proyectista pondrá especial cuidado al revisar y tomar las providencias necesarias para protección de la losa de fondo por efecto del impacto de la caída o velocidades altas del flujo de entrada para niveles mínimos en el tanque

Es conveniente dotar a la tubería de entrada y antes del tanque, de una válvula de control de niveles máximos, la cual puede ser de tipo flotador.

De igual manera y en particular para tanques importantes dentro del sistema al que dan servicio, se recomienda proyectar la fontanería de entrada haciendo que la tubería se bifurque, colocando una válvula de flotador en cada rama de salida y luego unir dos ramas para entrar al tanque con una sola tubería.

Este arreglo contará además con sus correspondientes válvulas de seccionamiento, de tal forma que pueda repararse o dar mantenimiento a una de las válvulas de flotador, mientras la otra rama está proporcionando el servicio de control de niveles.

Normalmente estarán operando las dos válvulas de flotador y sus diámetros serán diseñados para esta condición de servicio.

El gasto de diseño para la fontanería de entrada será el Q_{MD} , el máximo que proporcione la fuente de abastecimiento, o el que indique la planeación general de las obras.

2°- Salida - La tubería de salida puede quedar alojada en una de las paredes del tanque o en la losa de fondo. En tanques que tienen una superficie proporcionalmente grande o tubería de salida de gran diámetro, resulta más conveniente que la salida quede ubicada en el fondo del tanque, y el gasto de extracción puede manejarse en forma más eficiente que en una sala lateral. En

especial para tanques de concreto preesforzado es conveniente que la salida quede ubicada en el fondo del tanque

Por otra parte, para dar mantenimiento o hacer alguna reparación a los tanques de regularización, es indispensable dotar a esta estructura de un by - pass, entre las tuberías de entrada y salida con sus correspondientes válvulas de seccionamiento

Los medidores de gasto se instalarán preferentemente en la línea de salida o entrada, si resulta conveniente. En este punto, deberá ponerse especial cuidado en las recomendaciones de los fabricantes, respecto a las distancias aguas arriba y aguas abajo de los medidores, para que no haya interferencias o cambios de dirección del flujo

El gasto de diseño de las tuberías de salida será el $Q_{diseño}$ o el que se indique en la planeación general de las obras

3'- Cajas rompedoras de presión - Dentro de las instalaciones del by - pass y cuando la alimentación al tanque sea por gravedad se instalará una caja rompedora de presión con el objeto de mantener la presión estática en las líneas de salida a la misma cota que la generada con los niveles dentro del tanque

Esta caja puede eliminarse si al revisar las condiciones de las tuberías de salida y las redes de distribución abastecidas por el tanque, se determina que estas pueden absorber el incremento de presión estática

La caja rompedora estará dotada a su vez de una obra de excedencias y de válvulas para controlar el flujo de entrada en función de las demandas. Se recomienda instalar por lo menos una válvula de mariposa en la línea de entrada a la caja

4 - Desague de fondo - Generalmente en caso de una fuga o reparación, los tanques se vaciarán a través de las líneas de salida, que son las tuberías de mayor diámetro. El volumen último remanente se extraerá en función del tiempo requiriendo para la reparación del tanque. Generalmente se puede adoptar un tiempo de dos a cuatro horas para el vaciado de este remanente, aunque se puede variar este lapso en función de las condiciones particulares de cada caso.

5- Tubería de demasias - Con el propósito de impedir la entrada de roedores y animales en general la tubería de demasias se instalará verticalmente en el interior del depósito y adosada a las paredes del mismo. El tubo vertedor estará dotado en su parte inferior de una trampa hidráulica, que además proporciona un colchón amortiguador para efectos del impacto de caída del flujo de excedencias.

Es conveniente unir la línea de descarga de excedencias, desagüe de fondo y aguas pluviales, a fin de proyectar una sola descarga general.

Para la determinación del diámetro de la sección vertedora con descarga al tubo de excedencias se empleará la siguiente fórmula:

$$Q = C A \sqrt{2 g h}$$

$$h = Q^2 / 2g CA^2$$

Donde:

Q = Gasto de la sección vertedora, m³/seg

C = Coeficiente de descarga = 0.6

L = Longitud de la sección vertedora, m

h = Carga hidráulica sobre la cresta, m. Su valor podrá variar de 8 a 12 cm., de acuerdo con la situación de las ventilas y el valor del bordo libre

g = Aceleración de la gravedad: 9.81 m/seg

A = Area

J) Diseño hidráulico de tanques elevados

a) Capacidad

La determinación de la capacidad de un tanque elevado se efectúa como ya se indicó (en función del Q_{de} de proyecto, es decir: C = 14.58 x Q_{de}). Sin embargo, en algunos casos se puede justificar económicamente construirlos para la mitad de la capacidad de proyecto y complementar esta con el período económico de diseño. Este criterio deberá estar complementado con el bombeo en la etapa inmediata de construcción del Q_{de} requerido, para satisfacer las necesidades inmediatas de la localidad.

La localización del segundo depósito se puede hacer en otro sitio de acuerdo con la situación de otro pozo o pozos perforados que se requieran, para complementar el gasto máximo diario de proyecto y también para mejorar las presiones disponibles en zonas críticas o en zonas de ampliación nuevas o no previstas en el proyecto original.

Para el diseño de la entrada, salida, desagüe y demasías, se tomarán en cuenta las siguientes recomendaciones:

b) Entrada y salida

En la gran mayoría de los casos, en los tanques elevados (de concreto y metálicos) se utiliza el mismo conducto para las funciones de llenado y vaciado. Su diámetro debe coincidir de preferencia con el de la alimentación a la red. Dicho conducto se aprovecha también para efectuar la limpieza del depósito, utilizando las piezas especiales: válvulas de depósito y válvulas de seccionamiento adecuadas.

c) Tubería de demasías

Deberá asegurarse que en los tanques elevados no se tengan demasías, dado que representaría un desperdicio inadmisibles de agua, cuyo bombeo representa un costo de operación con cargo a la administración del sistema, se evita por medio de válvulas de flotador, electroniveles o de preferencia con válvulas de altitud. Sin embargo como un requisito de máxima seguridad, es conveniente instalar el vertedor de demasías, constituido por una tubería situada en el interior del depósito y que continúa en la torre unida a una de las columnas. Su diámetro se determina con la fórmula indicada para los depósitos superficiales.

K) Capacidades de reserva

Como se indicó anteriormente, se puede llegar a justificar alguna de las siguientes capacidades de reserva como adicional a la de regulación para grandes ciudades:

a) Capacidad de reserva para incendio

De acuerdo con lo indicado, el tiempo mínimo recomendable es de dos horas. Por lo tanto, el volumen mínimo será el siguiente:

$$\text{Volumen mínimo} = (Q \times 2 \times 3600) / 100 = 72 Q, \text{ m}^3$$

La protección contra incendio se da únicamente para las zonas que deben contar con una mayor seguridad, como son los sectores comerciales. El tiempo máximo recomendable debe ser de cuatro horas.

El número de hidrantes por instalar y los que se pueden usar en forma simultánea, están en función del área por proteger, de las condiciones estructurales de los edificios, de los métodos para dar presión al agua contra incendio, y principalmente de la capacidad del cuerpo y equipo de bombeo por disponer.

El método más recomendable para dar presión al agua contra incendio es por medio de bombas móviles en carros tanque que tomen el agua de hidrantes contra incendio o de cajas de inundación

Para el caso de la Segunda Manzana de Aimoloya de Alquisiras no se propone que exista capacidad de reserva

CAPITULO II

OBRAS DE CAPTACION

1.- FUENTES DE ABASTECIMIENTO

Fuente de abastecimiento, es el cuerpo de agua con el que se provee el gasto máximo diario para satisfacer las necesidades de consumo de cualquier población, principalmente para uso doméstico. Desde el punto de vista teórico, se puede considerar a cualquier etapa del ciclo hidrológico, desde la evaporación hasta el depósito en lagos o en océanos, pasando por la precipitación y los escurrimientos subterráneos y superficiales.

Las cualidades o características esenciales que debe satisfacer una fuente de abastecimiento son:

- Cantidad - Gasto suficiente para satisfacer las necesidades de la población por abastecer
- Calidad adecuada - El agua debe estar en las mejores condiciones de calidad, puesto que en cuanto sean mayores sus impurezas mayor será el costo de la potabilización. Siendo en el caso opuesto un costo adicional insignificante por obtener su potabilidad.
- Presión - Dependiendo de la ubicación geográfica de la fuente respecto a la población por abastecer, se puede eliminar o necesitar bombear el agua, factor que economiza o aumenta considerablemente el costo total de la obra de captación.

Es necesario y de gran importancia, realizar un estudio metódico de todas las fuentes existentes en la zona y contenidas dentro de un radio que justifique su selección, tomando en cuenta que la exploración de algunos medios resulta ser muy onerosa por la magnitud de la obra que se requiere o por el tratamiento posterior que se le debe dar para ponerla en condiciones de ser potable. Otros casos no son viables, porque la cantidad de agua obtenida de ellos sólo favorece su uso en pequeña escala. En estos casos se encuentran la captación directa de lluvias, evaporaciones, de mares y de aguas altamente contaminadas.

Es por ello que para fines prácticos y, en base a las características de nuestro país, en primera instancia se contemplan como fuentes de abastecimiento las

aguas continentales superficiales, así como las subterráneas, dejando en segunda instancia y sólo para casos especiales el uso de otro tipo de captaciones

A) Aguas Superficiales

Comprenden todos los escurrimientos, depósitos naturales y almacenamientos artificiales de agua que se encuentran sobre la superficie de la tierra. Poseen alto contenido de oxígeno y por su condición de estar expuestas a la atmósfera son susceptibles de contaminarse, se presentan a la vista, ya sea en reposo como lagos, represas y depósitos menores, o bien en movimiento como ríos o arroyos.

Debido a que estos se encuentran sin ninguna protección, sus características físico - químicas y bacteriológicas, son dudosas, ya que están expuestas a excretas humanas y animales, teniendo también que son utilizadas como grandes drenajes, con descargas de tipo industrial y municipal.

Sin embargo este tipo de aguas están sujetas a los procesos de auto - depuración, mediante la acción de la luz solar actuando sobre ellas como fotosíntesis de absorción y expulsión de gases.

En toda agua superficial, existe la posibilidad de contaminación y solamente se debe recurrir a ella, cuando no se disponga de otra fuente en cantidad y calidad requerida, y en caso de utilizarse para consumo humano deberá ser potabilizada.

Para la captación de estas aguas, si son en reposo y su ubicación está a nivel superior de la zona por servir, su conducción es por gravedad, de no ser así esta es por bombeo, y en el caso de un río la obra de toma no siempre es directa sino que previamente se practica una obra de desviación mediante el acondicionamiento de una represa, de la que se realiza la toma directa.

B) Aguas Subterráneas

Como aguas subterráneas, entendemos todas aquellas que se encuentran bajo la superficie de la tierra, es decir, que ocupan todos los vacíos dentro de un estrato geológico y comprenden toda el agua que se encuentra por debajo del nivel freático, incluyendo a los ríos subterráneos, aguas freáticas, aguas confinadas y manantiales. Por su mayor aislamiento de la atmósfera, muestran menor contaminación, pero contienen elementos como sulfuro de hidrógeno, sílice, hierro y manganeso que no son favorables para el consumo humano.

El agua subterránea se mueve por efecto de la gravedad a través de las formaciones permeables, el proceso por medio del cual se incrementa su volumen se conoce como recarga, la cual ocurre principalmente en época de lluvias

A las formaciones geológicas permeables que contienen agua subterránea se les conoce con el nombre de acuíferos. Estas formaciones deben estar estructuradas de tal manera que permitan un movimiento del agua apreciable a través de ellas

2.- DEFINICIÓN

Las captaciones son aquellas obras civiles y electromecánicas que permiten utilizar el agua superficial o subterránea de la fuente de abastecimiento

Se debe tomar en cuenta que la fuente de abastecimiento seleccionada, debe proporcionar el gasto máximo diario, requerido para las necesidades futuras, esto de acuerdo a los periodos de diseño establecidos, o a la satisfacción de las necesidades actuales, mientras se considera la posibilidad de reforzar el abastecimiento mediante otras fuentes

Las captaciones se realizan mediante la obra de toma y esta se sujeta a una determinada ley, misma que se define según la aplicación o uso que se da al agua captada

En caso de requerir la obra de toma para fines de abastecimiento en riego, es importante conocer el tipo de cultivo por desarrollar, superficie por irrigar y de acuerdo a esto valorar el uso consuntivo necesario y garantizar con ello el completo desarrollo de las especies agrícolas que se cultivan

La obra de toma en un manantial, es aquella por medio de la que se aprovecha el afloramiento del agua subterránea que brota a la superficie

Las captaciones se efectúan en los aprovechamientos hidráulicos como corrientes superficiales, estructuras o vasos de almacenamiento y escurrimientos subterráneos, los que con frecuencia garantizan la calidad y cantidad necesarias

Antes de efectuar la obra de captación, se realiza un estudio metódico de las fuentes de abastecimiento de que se disponen, las cuales deben estar contenidas en un radio que racionalmente justifique su elección

Para definir la posible fuente de captación a utilizar, es necesario conocer el uso que se le va a dar al agua, así como la cantidad necesaria del fluido, con el

propósito de garantizar el abastecimiento durante un periodo de diseño o vida útil de proyecto

Para lograr lo anterior, es necesario llevar a cabo estudios básicos y complementarios que permiten definir los parámetros que son la base para realizar el proyecto de las obras de toma: la línea de conducción y el tanque de almacenamiento o regulación, o bien, el aprovechamiento del fluido para un determinado fin. Dentro de los estudios complementarios más importantes están los hidrológicos, que permiten conocer en función del ciclo hidrológico, las características físicas y meteorológicas que imperan en la zona de estudio, tales como precipitación total, evaporación y escurrimiento superficial y en base a ellos definir los escurrimientos subterráneos, es necesario también apoyarse en estudios de suelos y usos del mismo, así como en la topografía del terreno.

De acuerdo a las características del manantial motivo del proyecto, éste se puede clasificar como horizontal tipo ladera (fig 19), ya que presenta una topografía que permite realizar una cámara colectora con un mínimo trabajo de excavación para utilizarlo como aprovechamiento del proyecto de abastecimiento de agua para la Segunda Manzana de Almoloya de Alquisiras, dado que cuenta con un gasto suficiente para sus requerimientos.

3.- CLASIFICACIÓN DE LAS OBRAS DE CAPTACIÓN

Indistintamente del tipo de fuente de que se trate la estructura de captación está generalmente constituida por una caja en donde se concentra por gravedad el volumen de agua por utilizar. Esta estructura en su conjunto se conoce en forma general como obra de toma; algunos autores clasifican a las obras de toma según el tipo de fuente que se pretenda aprovechar, de acuerdo con este criterio se tienen las siguientes:

Las obras de captación (fig 1) se pueden agrupar de la siguiente manera:

A) Captación de aguas superficiales

Son aquellas realizadas en fuentes de origen superficial, entre las más comúnmente empleadas para un determinado fin o aprovechamiento hidráulico están Presas de almacenamiento, presas derivadoras, tomas directas en ríos o arroyos y tomas en galerías filtrantes.

Los elementos principales que integran la obra de captación son:

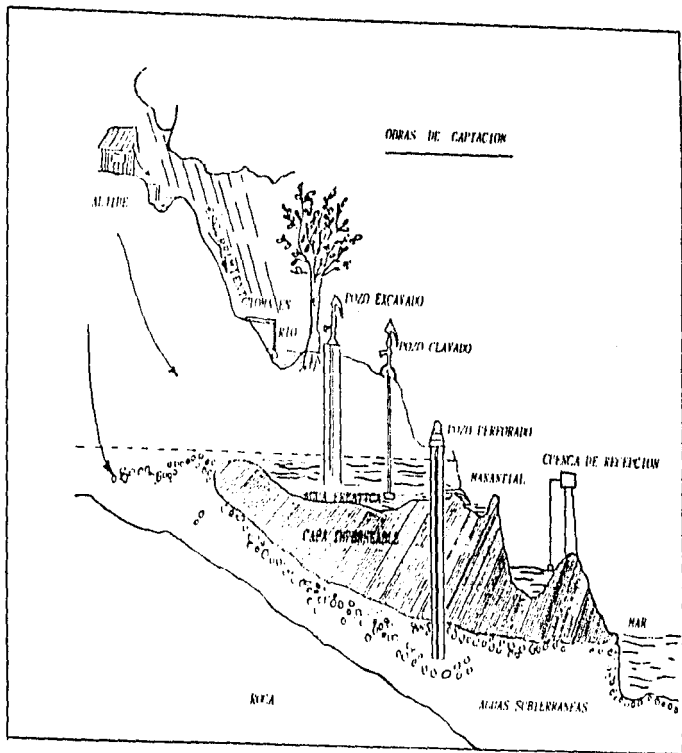


Fig. II.1

- La toma o entrada del agua, que puede ser un conducto, orificio o ambos.
- Dispositivo de control de excedencias
- Dispositivos que evitan la entrada a la toma y conducción de cuerpos gruesos flotantes para lo cual se instala una reja gruesa que puede ser fija y una rejilla fina removible de alambre de cobre galvanizado, dejando espacios de 3 a 5 mm para paso del agua y, válvulas de seccionamiento para el control de la entrada del agua de conducción

B) Captación de aguas subterráneas

Podemos decir que el agua subterránea es aquella que se origina por la precipitación, que al llegar a la superficie del terreno se filtra a través de él hasta llegar a profundidades donde por condiciones del propio subsuelo, permite el escurrimiento libre del líquido. El agua subterránea se va acumulando a través de los años, aumentando ligeramente su volumen cada año por efecto de las precipitaciones.

La captación de aguas subterráneas se realiza generalmente por medio de pozos, estos se clasifican de acuerdo al método empleado en su construcción como cavados, hincados, barrenados y perforados.

Las aguas subterráneas se clasifican generalmente en aguas freáticas y aguas confinadas.

a) Aguas freáticas

Son aquellas que están a presión atmosférica y circulan a través de materiales granulares no confinados como arena, grava, aluviones, etc. El manto superior del acuífero se llama capa freática y su perfil en materiales granulares es semejante al perfil del terreno, mientras que en las rocas fracturadas el nivel freático es una superficie horizontal.

b) Aguas confinadas

Son aquellas que están situadas entre dos capas de materiales relativamente impermeables bajo una presión mayor que la atmosférica, también se les conoce como aguas de tipo artesiano.

Las aberturas y los poros de una formación acuífera se pueden definir como una red de conductos comunicantes a través de los cuales escurre el agua a velocidades muy bajas (unos cuantos centímetros por día), desde la zona de

recarga hasta la zona de descarga. Dicha red sirve para proporcionar almacenamiento y funciones de conducción en un manto acuífero.

Con relación a la función de almacenamiento, se tienen dos propiedades importantes conocidas como porosidad y rendimiento específico. La porosidad es un índice de la cantidad de agua del subsuelo que se puede almacenar en una formación saturada. La cantidad de agua que puede tomarse de una formación acuífera se denomina rendimiento específico, definiéndose como el volumen de agua liberado de un volumen unitario de material del acuífero cuando permite que escurra libremente por gravedad.

La propiedad de un manto acuífero relacionado con su capacidad de conducción se conoce como permeabilidad (conductividad hidráulica), siendo proporcional a la diferencia de presión y velocidad del flujo entre dos puntos que están en condiciones de escurrimiento laminar y se expresa mediante la Ley de Darcy.

La relación conocida como Ley de Darcy se escribe como sigue:

$$V = K S$$

$$S = \frac{h_1 - h_2}{L}$$

Donde:

V = Velocidad del flujo de agua, m/día

K = Coeficiente de permeabilidad, m/día

S = Gradiente hidráulico, adimensional

h_1 = Presión en la sección de entrada del conducto, m c a

h_2 = Presión en la sección de salida del conducto, m c a

L = Longitud total de recorrido, m

c) Manantiales

Comúnmente los manantiales tienden a aflorar de distinta manera según su origen y procedencia, los afloramientos más frecuentes suelen darse de manera horizontal cuando las aguas provienen de mantos freáticos, pudiendo brotar en un sólo punto o en una franja y, de manera vertical cuando las aguas provienen de acuíferos confinados (artesianos). En ambos casos y con base en los estudios de campo en donde previamente se ha determinado la extensión de la cuenca, la calidad del agua y sobre todo el caudal máximo que se puede obtener, se procederá a la construcción de la estructura de captación la cual consistirá de una caja de concreto armado en donde el acceso del agua puede darse mediante un ducto, un orificio o una sección perforada.

En todos los casos las estructuras deberán estar provistas de los elementos necesarios para el control del flujo como válvulas de entrada y salida, desagües y excedencias, así como ducto de acceso, escalerilla y tubo de ventilación. También es importante en el diseño verificar que los niveles de operación sean tales que permitan su correcto funcionamiento, además se construirán los elementos necesarios para la protección de las instalaciones como pueden ser cajas de válvulas, cercas de malla y un cañal periférico que permita interceptar el agua de lluvia.

4.- OBRAS DE CAPTACION PARA AGUAS SUBTERRÁNEAS

Toda obra de captación requiere de una obra de toma, y en el caso de las aguas subterráneas se pueden clasificar en:

A) Pozos superficiales

Reciben su alimentación de depósitos situados hasta unos treinta metros bajo la superficie, éstos deben emplazarse en terrenos hondos, no lejos de los ríos, pueden ser de mucho mayor diámetro que los pozos profundos, si son de menos de quince metros de profundidad pueden ser cavados o hincados (fig II 2)

B) Pozos profundos

Reciben su alimentación de depósitos situados a más de treinta metros bajo la superficie, y pueden ser barrenados o perforados.

Los pozos profundos alcanzan las capas acuíferas a profundidades en que el agua por regla general está exenta de contaminación orgánica, este tipo de agua es dura, debido a los gases y minerales disueltos.

Los pozos perforados cuestan menos por unidad de producción que los pozos cavados, pero son más costosos en su explotación, a menos que exista algún factor local en contra, un pozo superficial representa usualmente la mejor inversión. (fig II 3)

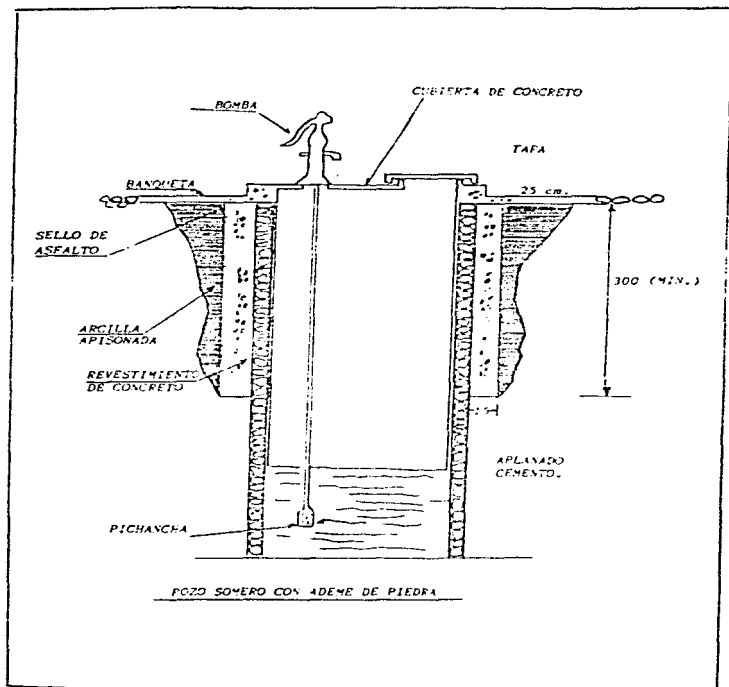


Fig. II.2

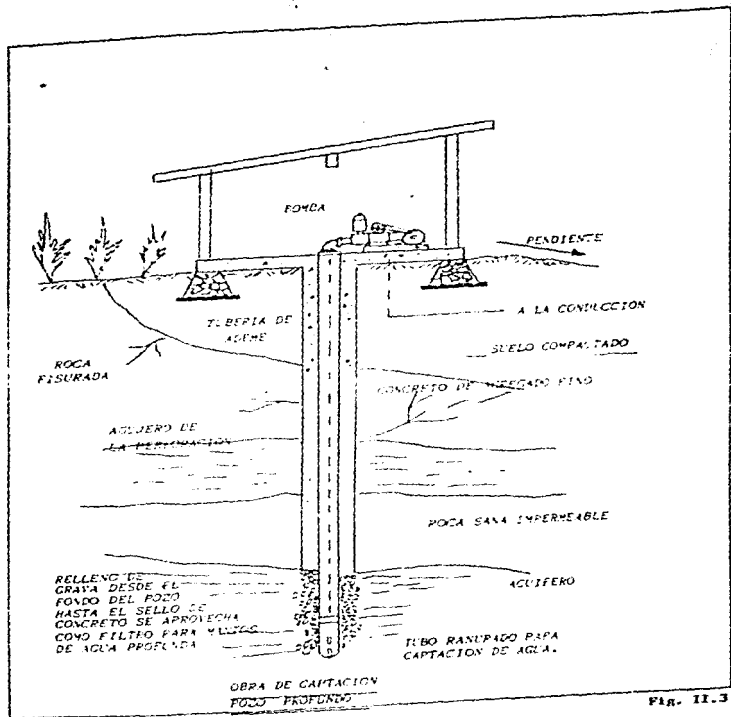


Fig. 11.3

C) Estructuras para la Captacion de Agua de Manantiales

Lo primero que hay que tomar en cuenta es que el agua proveniente de los manantiales es subterránea; pero una vez que aflora a la superficie tendrá que ser captada como tal. Los dispositivos mediante los cuales se logra este fin, se clasifican de acuerdo con su funcionamiento y finalidad. Podemos distinguir dos categorías generales:

- Dispositivos de captación directa - Son aquellas que recogen las aguas de manantiales en el mismo punto de nacimiento

- Obras de captación indirecta - Son aquellas que permiten el libre escurrimiento de las aguas por la superficie, y las captan a cierta distancia de la zona de afloramiento

Las características de las obras de captación varían evidentemente, de acuerdo con la forma de afloramiento del manantial. Los dispositivos de captación directa son los ideales, dado que con ellos se evita más fácilmente la contaminación. Sin embargo, hay ciertas circunstancias que impiden en algunas ocasiones la captación de las aguas con estos dispositivos.

La captación se lleva a cabo en cámaras colectoras, cerradas e impermeables, generalmente de concreto reforzado, mampostería de tabique o piedra cementada directamente en un suelo impermeable. Bajo circunstancias favorables su rendimiento puede aumentarse mediante la introducción de tubos colectores o galerías, situadas más o menos horizontalmente, dentro de las formaciones freáticas que los alimentan.

Se tienen que llevar a cabo excavaciones, para propiciar con esto que se retire del lugar el cieno, las rocas interperizadas y otros fragmentos de material mineral, por lo regular carbonato de calcio, que el agua deposita al escurrir.

Esta operación se realiza cuidadosamente, sobre todo en terrenos fisurados, para evitar que el manantial se desvie o desaparezca por una fisura; se debe evitar el uso de explosivos, ya que esto puede originar que la corriente subterránea y el propio manantial cambien su escurrimiento.

Previo a la selección de este tipo de obra de captación se hace un reconocimiento con el fin de obtener información sobre las características y cualidades del acuífero, la calidad del agua, el rendimiento en las distintas épocas del año, la topografía de la zona circundante, así como el detectar las posibles fuentes de contaminación que puedan afectar nuestro aprovechamiento.

Este tipo de captación se realiza aprovechando la fuerza de gravedad para recolectar en las cámaras colectoras el agua que mana del subsuelo y posteriormente su conducción hasta el sitio donde se le dará uso a esta agua recolectada

Los diseños de obras de captación de manantiales se realizan para los dos tipos más comunes que existen

- Manantiales de tipo ladera, con afloramiento de agua freática
- Manantiales con afloramiento vertical, tipo artesiano

El diseño de la obra se hace para captar el gasto máximo diario de proyecto, siempre y cuando se obtenga en el mayor número de meses del año, principalmente en el estiaje. Esta precaución es muy importante para los manantiales con afloramiento de agua freática, dado que su gasto aumenta en época de lluvias y disminuye o a veces se agota en el estiaje. Los manantiales artesianos tienen un régimen hidráulico menos irregular.

Para el diseño hidráulico y en general para el proyecto de la caja de captación, es indispensable estudiar con todo cuidado su localización topográfica (en planta y perfil) el área de los afloramientos, si se forma de inmediato una corriente en su salida como sucede en los manantiales tipo ladera, o una pequeña laguna, antes de formar el escurrimiento, se mide el tirante en la zona de afloramiento en los meses de máxima aportación. Esta información y los aspectos del proyecto, se toman como base para el dimensionamiento de la caja, la localización del tubo de desagüe, la toma y el vertedor de demasías.

Es conveniente tomar en cuenta, que la elevación de la plantilla de la toma, se ubicará por arriba del tubo de desagüe, asegurando la carga hidráulica requerida, cuyo valor mínimo está dado por la siguiente expresión:

$$h = (V^2 / 2g) + (K V^2 / 2g)$$

Donde

h = Carga hidráulica mínima, m

V = Velocidad de escurrimiento del agua, m/seg

g = Aceleración de la gravedad, 9.81 m/seg²

K = constante de la pérdida por entrada, 0.5

La carga hidráulica se mide desde el eje del conducto de toma hasta la plantilla del vertedor de demasías.

Los manantiales pueden tener su afloramiento en fisuras de la roca o de los parámetros expuestos de estratos porosos o en cualquier parte donde el agua del subsuelo tiene salida a la superficie (fig II 4)

Este tipo de afloramiento se puede clasificar en

Manantiales en estratos de roca
Manantiales en roca meteorizada
Manantiales en terrenos aluviales

a) Manantiales en estratos de roca

Se procede a quitar toda la tierra y roca meteorizada por encima y alrededor del punto donde emerge el agua, de manera que quede desnudo el lecho de la roca. El agua que brota de la roca se recoge en un pequeño depósito que se construye y a partir del cual se conduce mediante tuberías al sitio de consumo

b) Manantiales en roca meteorizada

En este caso el agua brota de las capas de rocas parcialmente sueltas, arrastrando mucha arena. Las fuentes son depósitos pequeños o poco profundos en los cuales entra el agua de lluvia, por lo que frecuentemente son turbias en razón del contenido de materia en suspensión, por lo que se debe construir un desarenador o cámara de sedimentación antes de entrar en el tanque o depósito de agua clara, es necesaria también una conducción auxiliar por la que pueda pasar el agua cuando se va a limpiar o dar mantenimiento al desarenador

c) Manantiales en terrenos aluviales

Los manantiales en regiones inferiores de terreno aluvial, se presentan principalmente en depresiones de tipo de canal, como los valles de los grandes ríos

D) Galerías filtrantes

Una galería filtrante (fig II 5), intercepta el agua en forma más completa que un pozo, consiste en construir canalizaciones por debajo del nivel freático, en los estratos acuíferos próximos a los cursos de agua, de modo que recojan las infiltraciones de la corriente.



FILICIDION



TURPION



FINSA

MANASTIALES

Fig. 11.A

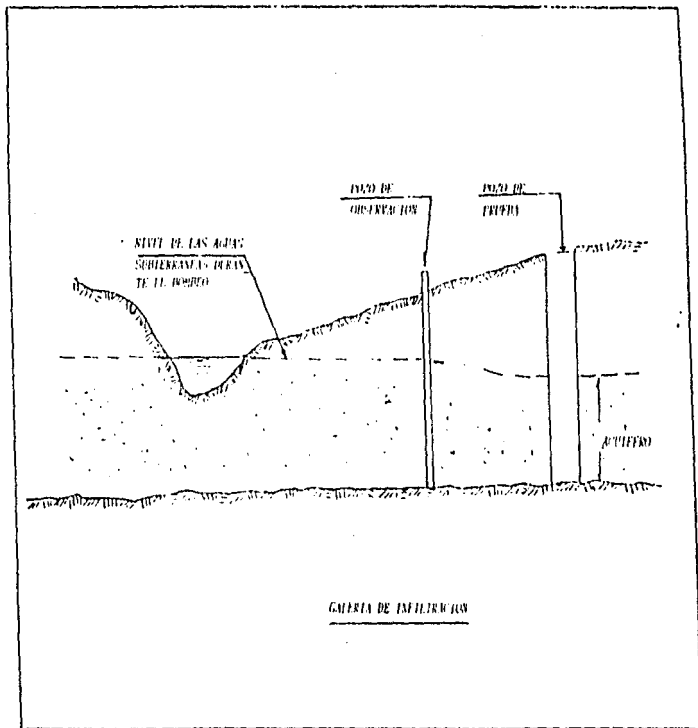


Fig. 11.5

Las principales fuentes de abastecimiento son las aguas subterráneas con los manantiales. Desde el punto de vista bacteriológico son buenos estos tipos de aguas, pero presentan inconveniente en sus propiedades físicas y químicas.

5.- ESTUDIOS PREVIOS A LA CAPTACIÓN

Generalmente los estudios que se realizan para un proyecto de Abastecimiento de Agua Potable, incluyendo la obra de captación, son los siguientes: Hidrológico, de suelos, geohidrológico, topográfico y de calidad del agua.

A) Hidrológico

Es el que en función del ciclo hidrológico, nos permite conocer las características físicas y meteorológicas que impuran en la zona de estudio como precipitación total, evaporización y escurrimiento superficial, y en base a ellos definir los escurrimientos subterráneos, con el respaldo de los estudios del suelo que forma nuestra cuenca, así como la cubierta vegetal y el uso del terreno, y por supuesto lo referente a la calidad del agua.

De acuerdo a diversos aforos, el gasto que proporciona el manantial se estima en 50 l p s., de los cuales actualmente se aprovechan 40 l p s. para la Cabecera Municipal y para riego a través de un canal, sin embargo, actualmente existe un volumen sobrante de 10 l p s., mismos que serán divididos en partes iguales para abastecer a la Segunda (5 l p s.) y Cuarta Manzanas (5 l p s.) del Municipio de Almoloya de Aquisiras, Estado de México.

B) Suelos

Las observaciones edafológicas se realizan con miras a determinar principalmente las características de permeabilidad del suelo, no las propiedades para su uso potencial.

C) Geohidrológico

Uno de los aspectos importantes dentro de los estudios es el denominado geohidrológico que se realiza mediante varios procesos que están en función de las condiciones geológicas e hidrológicas de la región que se estudia.

Este estudio es necesario principalmente para determinar el o los puntos claves donde realizar las obras de captación

D) Topográfico

Es de los más importantes, además de ser indispensable, ya que determina la localización y ubicación adecuada de las partes que conforman el sistema de abastecimiento.

E) Calidad del Agua

Si el agua por conducir es incrustante (generalmente en los casos de aguas duras) y si tiene fierro y manganeso, se deberá someter a procesos de ablandamiento o estabilización para evitar que se reduzca la capacidad de las tuberías.

CAPITULO III

DISEÑO DE LA OBRA DE CAPTACION

1.- DESCRIPCIÓN

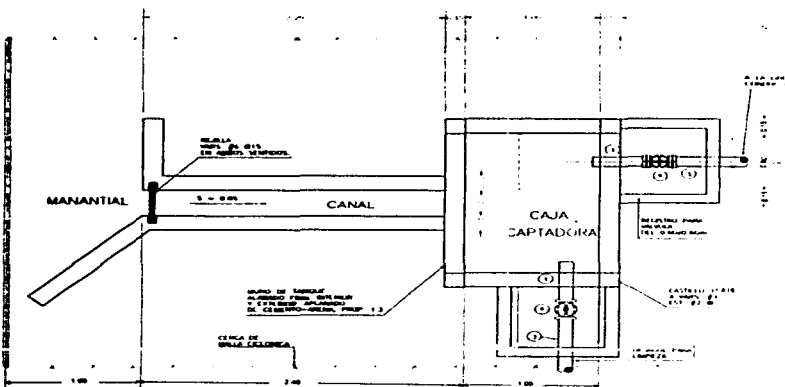
De acuerdo a la información proporcionada por el Municipio de Almoloya de Alquisiras, la obra de captacion es Tipo es decir, que las autoridades del Municipio ya tienen disenado un tipo específico de esta clase de obras, segun el gasto que proporcionen los aprovechamientos hidraulicos para las localidades del mismo (ver plano anexo)

Como el manantial Ojo de Agua para abastecimiento a la localidad de la Segunda Manzana de Almoloya de Alquisiras tiene afloramiento de agua freatica con un régimen hidraulico casi constante y con caudal suficiente el diseño se hace para captar el Q_{10} de 4.06 l p s. durante todos los meses del año

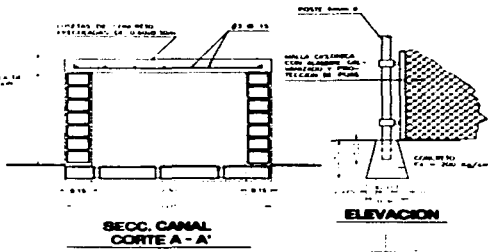
La obra de captacion consiste basicamente en una caja comunicada a un pequeno canal que a su vez esta conectado directamente al manantial justo donde se ubica una rejilla. Asimismo cuenta con dos cajas adosadas a la caja de captacion en las que se encuentran por un lado el desagüe con valvula y en el otro la caja para valvula ambas tipo compuerta

Este tipo de captacion posee la virtud de completa libertad para el afloramiento ya que las presiones hidrostaticas de la captacion quedan bajo el nivel mínimo del acuífero

Uno de los aspectos principales del proyecto es la proteccion de la captacion del manantial, para que no se contamine y se evite así que los afloramientos se obturen, logrando ambos objetivos con la construcción de una caja en la que quede aislada el área de salida del agua además para evitar que los afloramientos trabajen contra carga en la época de lluvias es decir cuando el gasto que aporta el manantial sea superior al de conduccion en la plantilla del tubo de demasias, la cresta del vertedor se situara un poco abajo del afloramiento más alto

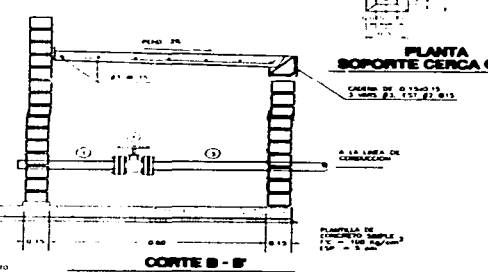


OBRAS DE CAPTACION PLANTA

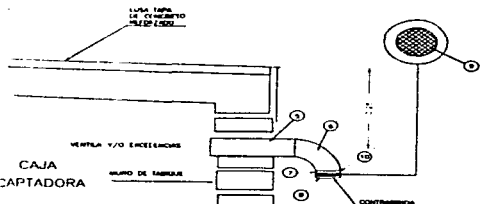


SECC. CANAL CORTE A-A'

ELEVACION



PLANTA SOPORTE CERCA CICLONICA



DETALLE *X*

LISTA DE MATERIALES

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
1	PLANTA DE FIERRO GALVANIZADO 1.00 M DE LARGO Y 0.15 M DE ANCHO	PZA	2
2	MOLLA DE FIERRO GALVANIZADO 1.00 M DE LARGO Y 0.15 M DE ANCHO	PZA	6
3	PLANTA DE FIERRO GALVANIZADO 1.00 M DE LARGO Y 0.15 M DE ANCHO	PZA	2
4	MOLLA DE BOMBA TIPO COMPLETA DE Ø = 100 mm (1")	PZA	2
5	PLANTA DE FIERRO GALVANIZADO 1.00 M DE LARGO Y 0.15 M DE ANCHO	PZA	2
6	CAJON DE FIERRO GALVANIZADO 1.00 M DE LARGO Y 0.15 M DE ANCHO	PZA	1
7	MOLLA CALIBRADA DE Ø = 30 mm (1 1/4")	PZA	1
8	MOLLA CALIBRADA DE Ø = 50 mm (2")	PZA	1
9	MOLLA UNICUPO DE Ø = 10 mm	PZA	1
10	MOLLA DE FIERRO GALVANIZADO 1.00 M DE LARGO Y 0.15 M DE ANCHO	PZA	1
11	TORNILLO DE 10 x 80 mm (3/8" x 2 1/2")	PZA	6

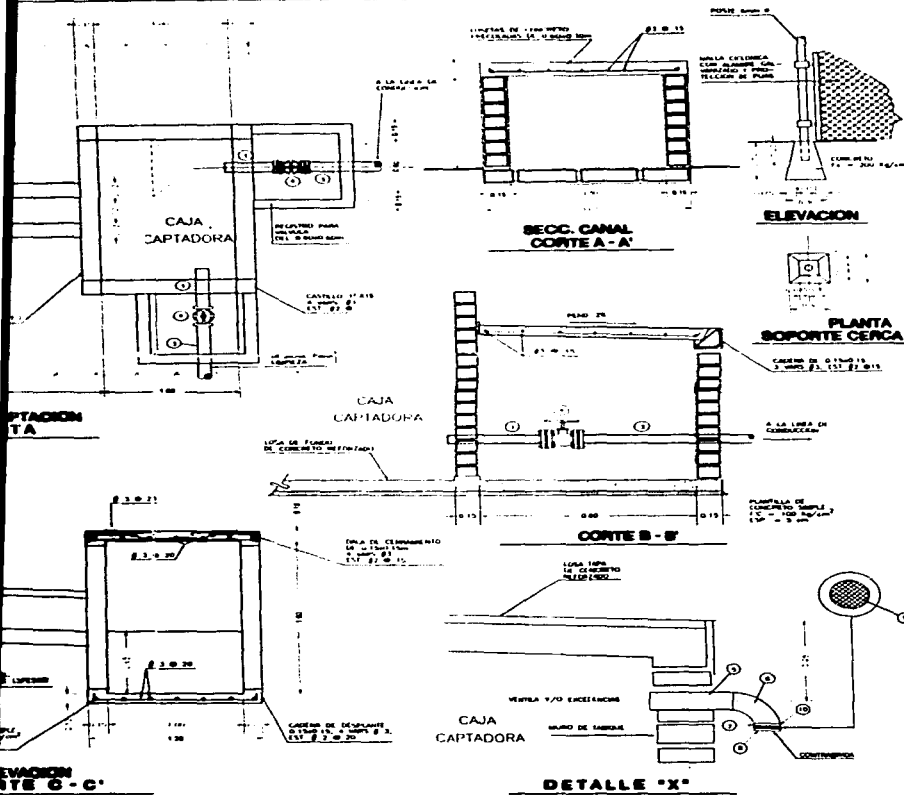
CANTIDADES DE OBRA

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
EXCAVACION EN MATERIAL COMUN A 30 CM DE FONDO	m ³	8
SELLADO COMPLETO A 30 CM DE FONDO PROTECTOR CON MORTERO PROTECTOR DE 1:2	m ³	1
MURO DE TABIQUE BLOQUE ARMADO CON MORTERO CEMENTO - ARENA 1:2	m ³	14
CONCRETO VIBRADO Y FLAMEADO DE 1:2:4 (MORTERO 1:2 = 100 kg/m ³) (PLANTILLA 15 x 100 kg/m ²)	m ³	2.7
ALAMBRE GALVANIZADO 14 x 2.00 mm	kg	75
CERRAJE DE BOMBA DE Ø = 100 mm	m ³	3.5
MORTERO DE CEMENTO - ARENA 1:2	m ³	30
MOLLA CICLONICA Ø = 120 mm	m ³	65.5

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ENEMEP ACATLAN

PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE A LA LOCALIDAD DE ALMOLOYA DEL MUNICIPIO DE ALMOLOYA DE ALQUISIRAPAN
OBRAS DE CAPTACION
MANANTIAL "OJO DE AGUA"
CABECERA MUNICIPAL MUNICIPIO DE ALMOLOYA DE ALQUISIRAPAN

FECHA	PLANO	ESCALA	ACORDON
	1 DE 1	1:20	



LISTA DE MATERIALES			
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
1	TUBERIA DE FIBRO CALUMBRADA 120 MM CON EXTREMOS BOMBEO DE 25 MM DE LONG. DE 100 MM (1")	PEA	2
2	WALLA DE FIBRO CALUMBRADA 120 MM CON ANILLO DE 100 MM DE LONG. DE 100 MM (1")	PEA	6
3	PLACAS DE FIBRO CALUMBRADO 120 MM CON ANILLO EXTERIOR DIAMETRO 120 MM DE 100 MM (1")	PEA	2
4	WALLA DE BOMBEO TIPO CALUMBRADA DE 100 MM (1")	PEA	2
5	TUBO DE FIBRO CALUMBRADO 120 MM CON ANILLO EXTERIOR BOMBEO DE 25 MM DE LONG. DE 100 MM (1")	PEA	2
6	WALLA DE FIBRO CALUMBRADO 120 MM (1")	PEA	1
7	WALLA DE BOMBEO TIPO CALUMBRADA DE 100 MM (1")	PEA	1
8	CONCRETO	PEA	1
9	WALLA DE FIBRO CALUMBRADO 120 MM CON ANILLO DE 100 MM (1")	PEA	1
10	WALLA DE FIBRO CALUMBRADO 120 MM CON ANILLO DE 100 MM (1")	PEA	1
11	WALLA DE FIBRO CALUMBRADO 120 MM CON ANILLO DE 100 MM (1")	PEA	1
12	WALLA DE FIBRO CALUMBRADO 120 MM CON ANILLO DE 100 MM (1")	PEA	1

CANTIDADES DE OBRA		
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
EXCAVACION EN ZONA CONCRETA	m ³	4
RELLENO COMPACTADO AL 90% DE DENSIDAD PROYECTADA CON MATERIAL PRESELECCIONADO DE ESCALERA	m ³	1
WALLA DE BOMBEO TIPO CALUMBRADO CON ANILLO EXTERIOR BOMBEO DE 25 MM (1")	m ²	14
CONCRETO ARMADO Y CURADO DE 100 kg/m ³ (1")	m ³	23
ALBAÑILERIA DE 100 kg/m ³ (1")	m ²	75
CERRA DE CEMENTO DE 30	m ²	25
APLICACION DE CEMENTO - ARENA PROP. 1:3	m ²	20
WALLA CICLONICA H = 2.20 m	m ²	45.9

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ENEP ACATLÁN

PROYECTO EJECUTIVO PARA EL "SUMINISTRO DE AGUA POTABLE A LA LOCALIDAD DE ALMOLOYA DE ALQUISIRAS DEL MUNICIPIO DE ALMOLOYA DE ALQUISIRAS DEL ESTADO DE OAXACA"

O B R A D E C A S T I C A C I O N
MANANTIAL "OJO DE AGUA"

CABECERA MUNICIPAL MUNICIPIO DE ALMOLOYA DE ALQUISIRAS

FECHA	PLANO	ESCALA	ACRÓNICOS
	1 DE 1	1:20	

2.- CARACTERÍSTICAS HIDROMÉTRICAS E HIDRÁULICAS

La línea de conducción se diseñó para el $Q_{máx}$ de 4 06 l p s , requiriendo tubería con diámetro de 0 10 m (4") debido a condiciones topográficas e hidráulicas y situación de área servida, asimismo esta línea es de régimen hidráulico supercrítico

3.- DESAGÜE DE EXCEDENCIAS

Este se encuentra constituido por un tubo de fierro galvanizado cédula 40, con ambos extremos roscados para recibir codo, con una longitud de 20 cm y diámetro de 50 mm (2"), un codo de fierro galvanizado reforzado cédula 40 de 50 mm de diámetro, una brida roscada de 50 mm de diámetro, una contrabrida de 50 mm de diámetro, una malla tipo mosquetero de 50 mm de diámetro y un niple de fierro galvanizado cédula 40 con cuerda de 4 cm en sus extremos, de 10 cm de longitud y de 50 mm de diámetro

Se ubica 25 cm por debajo de la parte superior de la losa que cubre a la caja captadora, empotrada en el muro de tabique

4.- ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA OBRA DE CAPTACIÓN

Los elementos que conforman la obra de captación son estructura de entrada, rejillas, conductos, piezas especiales y dispositivos de protección, estos deben tomarse muy en cuenta, ya que con ellos se puede obtener un sistema óptimo en su operación.

A) Estructura de Entrada

Está conformada por un canal de 30 cm de ancho con paredes verticales de 15 cm. de espesor y altura de 35 cm y, una pendiente $S = 0.05$. Este canal sirve únicamente para conducir hacia el tanque de captación el agua que brota del manantial, ya que alrededor de dicho manantial se encuentran otros dos tanques que captan el agua para el abastecimiento de la cabecera municipal.

B) Rejillas

Con el propósito de impedir la entrada de cuerpos sólidos en la línea de conducción, se utiliza una rejilla, la cual se coloca directamente en la parte inicial del canal, esta se construye con varillas del No 6 y con una separación de 15 mm en ambos sentidos.

C) Conductos

Estas estructuras se les conoce más comúnmente con el nombre de tuberías y son las que nos permiten conducir el agua de un sitio a otro. Dentro de la obra de captación tenemos el conducto de la Línea de Conducción y la tubería de desagüe.

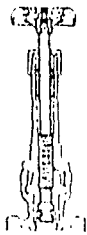
D) Piezas especiales

Estas piezas son conocidas como mecanismos de regulación y emergencia, para este caso se consideran dos válvulas de bronce tipo compuerta de 100 mm de diámetro (4"), una para desagüe y limpieza y la otra para la línea de conducción, las cuales se diseñan para la carga máxima. Este mecanismo de emergencia para la línea de conducción se instala aguas arriba de los de regulación y se conserva abierto, excepto cuando se requieran maniobras de inspección, reparación o mantenimiento.

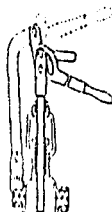
Los mecanismos de regulación se operan para extraer los gastos necesarios y consisten en válvulas o compuertas, las cuales pueden operar parcialmente o totalmente abiertas.

Los mecanismos de emergencia se instalan a la entrada de los conductos en cámaras especiales desde donde se operan. Los de regulación se pueden instalar inmediatamente aguas abajo de los de emergencia o bien en el extremo inferior de los conductos.

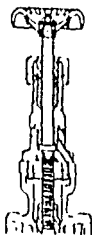
a) Válvulas - Sirven para limitar o interrumpir la circulación del agua. En el inicio de la línea de conducción, se instala una Válvula de Compuerta (fig III 1) para el control del caudal, este tipo de válvula presenta resistencia mínima al fluido de la tubería, se utiliza totalmente abierta o cerrada, su accionamiento es poco frecuente y consiste en un disco que tiene movimiento alternado en el cuerpo que se utiliza para servicio de cierre. Cuando estas válvulas están totalmente abiertas, tienen una caída de presión equivalente a la de una sección de tubo.



Valvula sistema de
abertura y cierre
rígido

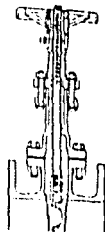


Valvula de
apertura rápida



Valvula sistema
de apertura y
cierre no
rígido

VALVULAS DE COMIERZA
CON DIVERSOS TIPOS DE VENTILACION



Valvula sistema y tipo
de apertura y
cierre no
rígido

Las ventajas de estas válvulas es que ocupan menos espacio, y presentan poca resistencia al paso del agua. Su accionamiento es de tipo manual en diámetros pequeños de tubería, si estas son grandes, se emplean mecanismos accionados electrónicamente. Su cierre y su apertura deben hacerse en forma muy lenta.

La mayoría de estas válvulas están provistas de bridas.

b) Juntas - se deberán definir los tipos de juntas a utilizar, tomando en cuenta las condiciones de trabajo externo o interno a que está sometida la tubería, el tipo de terreno y la agresividad del suelo entre otros.

Generalmente se utilizan juntas en los siguientes casos:

- Para absorber movimientos en la tubería (en la conexión con una estructura, en caso de sismo, etc)
- Para absorber movimientos en la tubería por efectos de temperatura.
- Para unir tuberías del mismo o diferente material.
- Para unir tuberías con piezas especiales y válvulas.

Las juntas a usar dentro de la obra de captación, serán para unir tuberías con piezas especiales (válvulas).

E) Dispositivos de protección.

En el proyecto de la captación del manantial, es conveniente tomar en cuenta su protección para que no se contamine, y así evitar que el afloramiento se obture, ambos objetivos se logran con la construcción de una caja que aísla el área de salida del agua, además de evitar que el afloramiento trabaje a contra carga en la época de lluvias, es decir, cuando el gasto que aporta el manantial sea superior al de conducción, la plantilla del tubo de demasías o la cresta del vertedor se sitúa un poco abajo del afloramiento más alto.

Se observan en la zona aledana al manantial, dos obras de captación que abastecen actualmente a la Cabecera Municipal, asimismo, se observa también un canal para riego. Por otro lado, en la actualidad el afloramiento del manantial se encuentra protegido contra el paso de personas y animales.

Se construirá una canaleta para evitar que los escurrimientos superficiales por las precipitaciones, arrastren material y agua contaminada al manantial debiéndose construir ésta alrededor de la obra de captación, a una distancia de 8 00 m

Asimismo, se instaló una malla de alambre con postes metálicos alrededor de las obras de captación a una distancia de 15 00 m del manantial

5.- ANALISIS ECONOMICO BENEFICIO/COSTO

Todos los proyectos de inversión deben tener como último análisis el estudio de su beneficio contrastado con su costo de inversión

La estimación del beneficio esperado se realiza en base a resultados del pasado ó a datos reales obtenidos en el presente, para prever lo que sucederá en el futuro. Los análisis económicos se reducen solamente a aquellos objetivos o factores que pueden expresarse en términos monetarios

Por lo tanto, el beneficio de un proyecto puede no ser únicamente de tipo económico, también puede ser de tipo social, político ó técnico, por lo que aun cuando, en un proyecto el beneficio económico sea aceptable, puede no satisfacer aspectos sociales o políticos los cuales pueden ser determinantes para que el proyecto sea rechazado

Por ejemplo, para valuar el beneficio de un proyecto destinado a cubrir una necesidad de tipo social, su evaluación no pretende codificarlo mediante la rentabilidad del capital invertido, sino que para este caso se utiliza el criterio de optimizar los recursos disponibles de tal manera que se busca servir al máximo de beneficiarios con el mínimo de inversión.

Para la evaluación económica de un sistema hidráulico de acueducto, se utiliza el método beneficio/ costo. Mediante este método se llega al cálculo del índice de rentabilidad o productividad de la inversión

Cuando a las comunidades rurales se les dota de un sistema de distribución de agua, se libera un enorme potencial de tiempo y esfuerzo antes dedicado a acarrear tan preciado líquido, el cual puede ser aplicado en actividades productivas, con la finalidad de generar un mayor ingreso a sus habitantes

La evaluación tiene como objeto fundamental, determinar la rentabilidad de las inversiones requeridas para la ejecución de un proyecto a través de una estimación de los beneficios que en forma directa o indirecta se obtengan del

mismo. en base a esta evaluacion se determina el orden de prioridad que le corresponde al proyecto, con respecto a un conjunto de proyectos similares.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para determinar y seleccionar la fuente de abastecimiento, el Municipio realizó estudios que comprenden básicamente los aspectos geológicos, hidrológicos y de calidad del agua. De acuerdo a los resultados de estos estudios, se considera que el manantial Ojo de Agua, seleccionado como fuente de abastecimiento para la Segunda Manzana de Ajmoloja de Alquisiras, es el adecuado en volumen de aportación mas no en calidad, ya que los resultados de los análisis físico-químicos no son del todo satisfactorios, por lo que se recomienda que el agua a suministrar reciba un tratamiento previo a la entrega, pudiendo ser este, gas-cloro aplicado por medio de un dosificador rustico.

Para este proyecto el afloramiento se puede clasificar como horizontal con aguas provenientes de manto freático, tipo ladera, mientras que la obra de captación se clasifica como indirecta, debido a que se ubicará alejada del nacimiento del manantial porque ya existe una captación directa en el. La captación se propone que se construya de concreto armado de acuerdo a las especificaciones indicadas en el plano correspondiente, diseñado por el municipio e incluido en el capítulo III del presente.

Actualmente el manantial Ojo de Agua tiene un gasto total de 50 l p s, con el cual se abastece de agua a la población de diferentes sitios del Municipio, en este momento no se consume el total de este volumen, incluyendo los gastos que ya se tienen contemplados para la Segunda y Cuarta Manzanas, sin embargo, dado que el gasto aforado del manantial para la localidad en estudio fue de 5 l p s (superior en aproximadamente 1 l p s al requerido), se recomienda que para futuras captaciones, se vigile que estas no pongan en riesgo el suministro que puede proporcionar.

Dentro de los programas de operación y mantenimiento del proyecto de abastecimiento de agua debe contemplarse un rubro para la limpieza del tanque de captación.

La obra de captación se diseño con el $Q_{máx} = 4.06$ litros por segundo, que representa el volumen de agua que consumirá la población de proyecto = 1947 habitantes, hasta el año 2010, con una dotación de 150 litros por habitante por día.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Las características hidráulicas de la obra de captación son las siguientes:

Gasto del manantial *	$Q_{m,1} = 0.005 \text{ m}^3/\text{s}$
Gasto de conducción	$Q = 0.00405 \text{ m}^3/\text{s}$
Gasto de excedencias	$Q_e = 0.00094 \text{ m}^3/\text{s}$
Carga sobre conducción	$H = 1.0 \text{ m}$
Altura de la tubería de excedencias	$h = 1.45 \text{ m}$
Diámetro de tubería de excedencias	$D_e = 0.05 \text{ m}$

* Solamente para la Segunda Manzana

De acuerdo a estos resultados, estos corresponden en general a los ya obtenidos y establecidos anteriormente en el proyecto que elaboró el municipio para el mismo manantial y que sirvió como punto de comparación para este trabajo, por lo que se puede afirmar que se cumple con el objetivo general planteado en el registro del presente.

El presente trabajo de la obra de captación, es la primera de tres partes que forman un proyecto de abastecimiento de agua potable y cada una de éstas tiene que ver con la subsecuente; por esta razón resulta importante mencionar que el trabajo que sigue sobre la Línea de Conducción, inicia donde termina este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

"Abastecimientos de Agua", A D Flinn R S Weston, C L Boyert, Editorial Limusa S.A., México.

"Manual para Evaluar los Recursos Hidráulicos Subterráneos", Gerencia de Aguas Subterráneas, Subdirección General de Administración del Agua, Comisión Nacional del Agua - S A R H, México 1994

"Abastecimiento de Agua Potable", Ing Enrique César Valdéz, U N A M Facultad de Ingeniería, División de Ingeniería Civil, Topografía y Geodésica, Departamento de Ingeniería Sanitaria, México 1991

"Hidrología de Superficie", Dr. Francisco Javier Aparicio Mijares, Departamento de Ingeniería Hidráulica, Centro de Actualización Profesional, Colegio de Ingenieros Civiles de México, México 1986

"Abastecimiento de agua potable y disposición y eliminación de excretas", Pedro Lopez Alegria, Edit. Instituto Politécnico Nacional, México 1990

"Criterios de selección y diseño para fuentes de abastecimiento y obras de captación de agua potable" (Tesis), Alexander Bell Mejía, Facultad de Ingeniería, U N A M, México 1985

"Criterio de selección y diseño de fuentes de abastecimiento y obras de captación para agua potable" (Tesis), Pedro Hernandez Soledad, Facultad de Ingeniería, U N A M, México 1989

"Prospección y Explotación de las aguas subterráneas", Castany G., Edit. Omega S A, Barcelona 1975

"Manual de Diseño de Obras Civiles, Hidrotecnia - Geohidrología", C F E., México 1983

"Manual de Diseño de Obras Civiles, Hidrotecnia - Conducciones a presión", C F E., México 1981

"Manual de Diseño de Obras Civiles, Hidráulica - Obra de Toma para Plantas Hidroeléctricas", C F E., México 1983

"Proyecto de Sistemas de Abastecimiento de Agua y Estaciones de Bombeo", División de Educación Continua, Facultad de Ingeniería U.N.A.M., México 1985

"Mecánica de los Fluidos e Hidráulica", Giles R. Evelt J. y Liu C. Edit. Mc Graw Hill, España. 1994.

"Diseño de Obra de Captación para el Abastecimiento de agua a un Desarrollo Turístico teniendo como obra de captación un manantial", Patricia Vega Herrera (Seminario Taller Extracurricular de Conducciones a Presión). E.N.E.P. Acatlán, U.N.A.M. Mexico 1995

ANEXO FOTOGRÁFICO

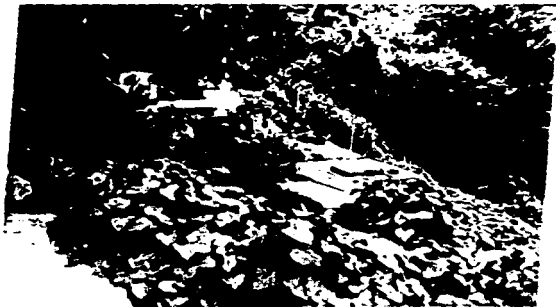
No. Foto	Descripción
1	Malla de alambre para protección del Manantial "Ojo de Agua"
2	Malla de alambre para protección del Manantial "Ojo de Agua", canal de mampostería para riego y al fondo el afloramiento del Manantial "Ojo de Agua"
3.	Cajas de captación y de válvulas existentes en el manantial "Ojo de Agua", para abastecimiento de agua potable a la Cabecera Municipal de Almoloya de Alquisiras
4	Cajas de captación y de válvulas existentes en el manantial "Ojo de Agua", para abastecimiento de agua potable a la Cabecera Municipal de Almoloya de Alquisiras
5	Caja de captación de mampostería existente en el manantial "Ojo de Agua", para abastecimiento de agua potable a la Cabecera Municipal de Almoloya de Alquisiras
6	Caja de válvula tipo compuerta conectada al tanque de captación en el manantial "Ojo de Agua"
7	Rio Almoloya, justo en la parte baja del sitio del manantial "Ojo de Agua" (se observa que está contaminado)
8	Segunda Manzana de Almoloya de Alquisiras. En el claro que se observa se construirá el tanque de regulación para abastecimiento de agua potable a la zona
9	Vista panorámica de la localidad de la Segunda Manzana de Almoloya de Alquisiras



1. Malla de alambre para protección del Manantial "Ojo de Agua".



2. Malla de alambre para protección del Manantial "Ojo de Agua", canal de mampostería para riego y al fondo el afloramiento del Manantial "Ojo de Agua".



3 Cajas de captacion y de valvulas existentes en el manantial "Ojo de Agua", para abastecimiento de agua potable a la Cabecera Municipal de Almoloya de Alquisiras



4 Cajas de captacion y de valvulas existentes en el manantial "Ojo de Agua", para abastecimiento de agua potable a la Cabecera Municipal de Almoloya de Alquisiras



5. Caja de captación de mampostería existente en el manantial "Ojo de Agua", para abastecimiento de agua potable a la Cabecera Municipal de Almoloya de Alquisiras



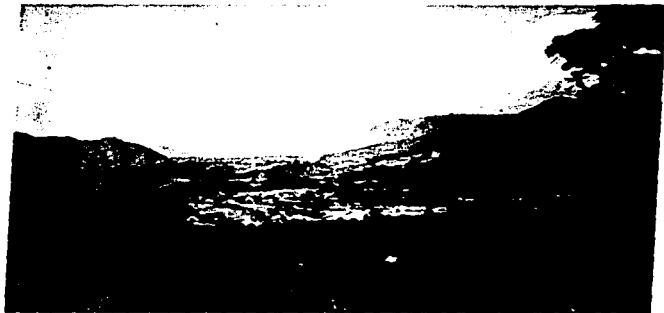
6. Caja de válvula tipo compuerta conectada al tanque de captación en el manantial "Ojo de Agua"



7. Rio Almoloya, justo en la parte baja del sitio de un antiguo templo Azteca. El agua que fluye en la zona que esta contaminada por



8. Segunda Manzana de Almoloya. Al igual que en la primera zona se planea construir el tanque de reserva para evitar los problemas de agua potable en la zona



9. Vista panorámica de la localidad de la Segunda Manzana de Almoloya de Alquisiras