



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

16
2el

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN

ANALISIS TRANSITORIO DE LA LINEA DE CONDUCCION PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL POBLADO EL LLANO MUNICIPIO DE TENANCINGO, EDO. DE MEXICO.

TRABAJO DE INVESTIGACION

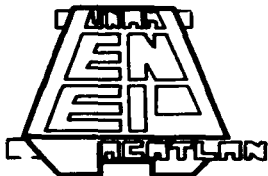
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL BAJO LA OPCION DE SEMINARIO TALLER-EXTRACURRICULAR "CONDUCCIONES A PRESION II" PRESENTA:

MA. ESTELA GARCIA DEMEDICES.

RECIBIDA EN LA ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN EN EL MES DE MAYO DEL AÑO 1997 A LAS 12 PM 32

003310

Acatlán, Estado de México, Mayo de 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.

A MIS PADRES:

*Gracias por el esfuerzo que hicieron
para darme la oportunidad de estudiar
una carrera.*

*Por su amor, apoyo y comprensión que
me han brindado a lo largo de mi vida.*

A GERARDO:

Por su paciencia y comprensión.

AL ING. JOSÉ ÁVILA PRIETO.

*Gracias por el apoyo y las facilidades
que siempre me dio para terminar este
trabajo*

A LOS PROFESORES:

*Que participaron en el Seminario y
que hicieron posible con sus consejos
y enseñanzas el desarrollo de este
trabajo*

A COMPAÑEROS Y AMIGOS.

*Por su valiosa ayuda que de alguna u otra
manera sirvió para la terminación y
presentación de este trabajo.*

**ANALISIS TRANSITORIO DE LA LINEA DE CONDUCCION
PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL
POBLADO EL LLANO MUNICIPIO DE TENANCINGO, EDO.
DE MEXICO.**

INDICE

1. INTRODUCCION

2. ANTECEDENTES

- 2.1 Localización
- 2.2 Clima
- 2.3 Orografía
- 2.4 Hidrología
- 2.5 Uso actual del suelo y de los recursos naturales
- 2.6 Desarrollo urbano
- 2.7 Comunicaciones
- 2.8 Servicios públicos

3. ANALISIS DE LA DEMANDA

- 3.1 Población actual
- 3.2 Población de proyecto
- 3.3 Dotación
- 3.4 Gastos de diseño

4. CALIDAD DEL AGUA

5. TANQUE DE REGULARIZACION Y ALMACENAMIENTO.

- 5.1 Ubicación
- 5.2 Análisis hidráulico
- 5.3 Dimensionamiento

6. ANALISIS DEL FENOMENO TRANSITORIO

6.1 Cálculo hidráulico

6.2 Revisión de espesor de tubería

6.3 Válvulas o estructuras de regulación para el golpe de ariete

7. CATALOGO DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DE OBRA

7.1 Precios unitarios

7.2 Presupuesto

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA.

I. INTRODUCCION.

La Universidad Nacional Autónoma de México, ha instaurado la modalidad de titulación llamada Seminario-Taller Extracurricular por medio del cual sus egresados podrán obtener su título correspondiente.

El presente trabajo es la terminación del Seminario denominado "CONDUCCIONES A PRESION", que tiene por objeto obtener el título de Ingeniero Civil; el resultado final de dicho curso es la elaboración de un proyecto para abastecimiento de Agua potable.

Para tal efecto solicitamos al C.E.A.S. (Comisión Estatal de Agua y Saneamiento), del Estado de México nos proporcionara información de varios proyectos a ejecutar, los cuales se asignaron por brigada, posteriormente realizamos una visita a cada una de las zonas de estudio con el fin de tener conocimiento de las condiciones del terreno así como de los problemas tanto sociales como técnicos que se puedan presetar durante la elaboración del diseño tanto en gabinete como en campo.

El proyecto que nos toco desarrollar se localiza en el poblado "El Llano", ubicado en el Municipio de Tenancingo, Edo. de México, el cual contempla tres temas que son: Diseño de la Fuente de Captación, Diseño de la línea de Conducción y Análisis del Fenómeno Transitorio Golpe de Ariete", mismos que se elaboraron por un equipo de tres personas, realizando un tema cada integrante.

En el presente trabajo se expone el tema Análisis Transitorio de la Línea de Conducción para Abastecimiento de Agua Potable del Poblado El Llano Municipio de Tenancingo, Edo. de México, razón por la cual los puntos restantes se trataran a manera de resumen, presentando básicamente las generalidades de los mismos, así como los resultados finales.

2. ANTECEDENTES.

2.1. Localización.

Las localidades a las que se les va a dotar de agua potable son: La Ciénega, San José el Cuartel, Llano de Emiliano Zapata, y Col. Valle de Guadalupe, las cuales se encuentran dentro del municipio de Tenancingo, que se localiza al Sur del Estado de México y forma parte de la región VI con sede en Coatepec Harinas.

Sus coordenadas geográficas son: 18° 57' 51" de latitud norte y 99° 34' 45" de longitud del meridiano de Greenwich; se encuentra a una altitud de 2,140 metros sobre el nivel del mar.

El municipio de Tenancingo limita al Norte con el municipio de Tenango del Valle y Joquicingo; al Sur con el municipio de Zumpahuacán; al Poniente con el municipio de Villa Guerrero y al Oriente con Malinalco.

En cuanto a los aspectos socioeconómicos, tradicionalmente el municipio de Tenancingo se ha considerado como un importante centro de intercambio comercial.

En relación a los aspectos demográficos, es importante mencionar que en las últimas 4 décadas, el 40% de la población se centra en la zona urbana de la cabecera municipal y el otro 50% de los habitantes reside en las otras comunidades del municipio.

La ubicación de Tenancingo en el contexto del Estado de México, se aprecia en el croquis No. 1. (Localización geográfica del Municipio).

SISTEMA MUNICIPAL DE CENTRO DE POBLACION DE TENANCINGO

La ley de Asentamientos humanos del Estado de México, la ley Orgánica Municipal y el Plan de Centro de Población estratégico de Tenancingo, son el soporte normativo del sistema municipal de centros de población de Tenancingo.

El sistema está integrado por un subsistema urbano (zona urbana); un subsistema rural (pueblos); un subsistema de comunidades y un sistema de colonias. Si bien es cierto que todos los subsistemas interactúan funcionalmente entre sí, presentan diferencias poblacionales, de servicio y equipamiento.

Sistema urbano (zona urbana)

La zona urbana de Tenancingo está considerada por el Gobierno del Estado de México como un centro de población estratégico, debido a que éste, es parte de la estrategia general de desarrollo urbano, en razón de que desempeña una función primordial en la ordenación de los asentamientos humanos de la región de Coatepec Harinas, previendo que se cumplan funciones regionales en la presentación de servicios, en el desarrollo de actividades productivas y en el arraigo poblacional.

Las localidades que integran estas zonas son las siguientes: La Cabecera Municipal que a la vez esta integrada por los barrios de El Centro, La Trinidad, Teotla, Rinconada de Atotonilco, La Campana, el Carrizal, El Cura Hidalgo, y además por los distritos urbanos de Chalchihuapan, La Ciénega, Pueblo Nuevo y e. Salitre.

Es importante mencionar que aquí se encuentra el 44.6 % de la población municipal.

En cuanto a servicios e infraestructura municipales, es la zona que dispone de mejores servicios telefónicos y con el edificio de administración de telégrafos, también es el punto principal de transferencia y de origen-destino del transportes público de pasajeros, escuelas, hospitales, bibliotecas, mercados, agua potable, drenaje, alumbrado público y calles.

En esta zona se ubica la sede del poder y de la administración pública municipal, propiciando una atracción e influencia sobre el resto de los centros de población municipales.

Subsistema rural de Centro de Población

Se integra por los siguientes pueblos: Acatzingo, Chalchihuapan, El Carmen, Ixpüchiapan, Pueblo Nuevo, Quetzapalapa, San José Chalmita, San Martín Coapaxtongo, San Nicolás, San Simón, Santa Ana Ixtlahuatzingo, Tecomatlán, Tenería, Tepalcatepec, Tepetzingo, Terrenate, Xochiaca y Zepayautla.

En estas localidades reside el 42.4 % de la población total, se caracterizan por carecer de pavimentación y solo disponer en forma parcial de agua potable, alcantarillado y alumbrado público.

Subsistema de comunidades

Integrado por las siguientes localidades: Cruz Vidriada, Francisco Zarco, Guadalupe Victoria, La Ciénega, La mesita, Los Morales, Rinconada de Santa Teresa, San Antonio Agua Bendita, Santa Cruz Xochiaca, Santa Teresita Acatzingo, Tepoxtepec, Tetitlán, Tierra Blanca, Agua Dulce, Agua Bendita y San Pedro Tecomatlán.

En estas localidades reside el 11% de la población municipal y se caracterizan por que los servicios de pavimentación, agua potable y alumbrado público son mínimos.

Subsistema de Colonias.

Conformado por las siguientes localidades: Col. 14 de Marzo, El Chiflón, Ejército del Trabajo, Llano de Emiliano Zapata, Emiliano Zapata, La Compuerta, La Barranca, La Lagunilla, La Providencia, Los Shiperes, Morelos, San Francisco Tepetzingo, San José el Cuartel, San Mateo y Col. Valle de Guadalupe

Estas colonias tienen la particularidad de que son parte del subsistema urbano, ya que se ubican en la periferia de la cabecera municipal a una distancia promedio de tan solo 1 km.

En lo que se refiere a las localidades que intervienen en nuestro proyecto forman parte del subsistema urbano (La Cienega) y al subsistema de colonias (Llano de Emiliano Zapata, San José el Cuartel y Col Valle de Guadalupe), presentando las características que se han mencionado en cada subsistema al que pertenecen.

El Croquis No. 2 contiene la división política municipal en el que se describen gráficamente las principales comunidades de Tenancingo.

2.2 Clima.

El clima de Tenancingo es templado subhúmedo con lluvias en verano durante los meses de junio, julio y agosto. La precipitación media anual es de 1,200 mm; la temperatura media anual es de 18.2 grados centígrados, con una temperatura máxima de 33.5 grados centígrados y una mínima de 2 grados centígrados.

Como conclusión, el clima es agradable y poco extremo, propicio para diversificar la producción agrícola, principalmente la floricultura, los cereales, las hortalizas, los forrajes y las frutas; así como para realizar actividades turísticas y recreativas.

2.3. Orografía

El municipio se encuentra sobre las faldas de los Cerros la Cantera y la Malinche, que son estribaciones del macizo montañoso de Nixcongo.

El centro de población estratégico de Tenancingo se ubica en un pequeño valle de origen volcánico ubicado al sur de la sierra Peña Colorada, por lo que las pendientes al norte de la localidad son mayores del 25%. Se encuentra este mismo tipo de pendientes hacia el suroeste, donde se localiza La Cañada de el Salto y las lomas del Cerro Tepetzingo y Cerro Santa Cruz, lo que clasifica estas dos áreas como zonas poco adecuadas para el desarrollo urbano.

Al noreste de la localidad, en el distrito urbano de Chalchihuapán, las pendientes son del 6 al 15%, las cuales se consideran aptas para el desarrollo urbano, aunque implican un costo significativo para la instalación de infraestructura urbana. El sur y este del centro de población las pendientes son del 0 al 6%, siendo estas adecuadas para el desarrollo urbano.

En lo que respecta a las poblaciones que participan en el proyecto estas se encuentran en un terreno con pendientes de 0 al 6% como podrá verse más adelante esto se refleja en el diseño ya que será necesario un bombeo debido a que el terreno se puede considerar como plano. El croquis No. 3, contiene el plano de orografía, en el se describen gráficamente los principales cerros ubicados en el territorio de Tenancingo.

2.4. Hidrología.

El municipio cuenta con 22 manantiales; 1 río de corriente permanente; 21 arroyos de corriente intermitente ; 7 acueductos.

2.5 Uso actual del Suelo y de los Recursos Naturales.

El uso del suelo de las 16,018 hectáreas del municipio se destina en un 42.40% a la actividad forestal; un 38.26% a la agricultura; 3.88% a la ganadería; 3.09 % corresponde al área urbana y el 12.35% restante a otros usos. La fig. No. 4 nos muestra el plano que describe gráficamente la zonificación de los suelos del suelo de Tenancingo. El cuadro No. 1 contiene la superficie total en números absolutos y en porcentaje de los diferentes recursos naturales con que cuenta el municipio.

CUADRO No. 1

**H. AYUNTAMIENTO CONSTITUCIONAL DE TENANCINGO 1994
USO ACTUAL DE LOS RECURSOS**

SUPERFICIE	HECTAREAS	PORCENTAJE
<i>FORESTAL</i>	6,792	42.40 %
<i>AGRICOLA</i>	6,792	38.26 %
<i>PECUARIO</i>	6,129	622 %
<i>URBANO</i>		3.09 %
<i>OTROS</i>	495	12.36 %
TOTAL	16,018	12.36 %

FUENTE: PANORAMICA SOCIOECONOMICA DEL ESTADO DE MEXICO INSTITUTO DE INFORMACION E INVESTIGACION GEOGRAFICA, ESTADISTICA Y CATASTRAL TOLUCA, MEX

La falta de sistemas de tratamiento para las aguas residuales municipales, ha propiciado la descarga directa de las redes de drenaje a los mantos acuíferos.

En este renglón, el mayor impacto negativo se tiene por el desalojo de aguas negras en el río la Trinidad, el cual se utiliza como destino de los desechos generados en la cabecera municipal, Chilchihuapan, la Trinidad, San Mateo, La Ciénega y el Salitre, principalmente.

En el caso de la cabecera municipal, se ha detectado que las actividades pecuarias y las industriales del ramo de productos químicos y farmacéuticos, inciden en el deterioro de la calidad del aire.

2.6 Desarrollo Urbano

El proceso de desarrollo urbano del municipio de Tenancingo se ha consolidado en la Cabecera Municipal debido a una amplia gama de factores socioeconómicos, demográficos, culturales y geográficos, principalmente.

El área urbana actual de Tenancingo se extiende sobre una superficie de 237.6 ha. teniendo como uso del suelo predominante el habitacional, el cual ocupa el 65% del área total. Le sigue en extensión el área ocupada por infraestructura con el 11.5% (27 ha.), el equipamiento y las actividades comerciales con el 9% (21.5 ha.), la industria con el 5% (12 ha.) y por último a los baldíos interurbanos con el 7.65% (18 ha.)

Las localidades aisladas que son parte de la zona urbana abarcan una superficie aproximada de 219.8 ha., siendo el distrito urbano de la Ciénega el más grande con una extensión de 47.7 ha., Chalchihuapan con 21 ha., el Salitre y San José Tenería con 14 ha. cada una.

Las características del crecimiento de Tenancingo han repercutido desfavorablemente en su imagen urbana. La parte antigua de la localidad, conformada principalmente por los barrios El Calvario, Capilla de Jesús, La Campana y el Huerto conserva hasta cierto grado la uniformidad en los niveles de construcción, tipo de materiales empleado y estilo arquitectónico. Sin embargo, la zona centro al rededor de la parroquia de San Francisco ha adquirido una imagen heterogénea, debido a la mezcla de usos habitacional, comercial y de servicios, así como las construcciones nuevas que no respetan la tradición arquitectónica de la localidad.

La ubicación de Tenancingo, la infraestructura y los servicios de cobertura regional que se encuentran aquí y las actividades económicas tradicionales han repercutido para que el Gobierno del Estado le dé la categoría de Centro de Población Estratégico de Desarrollo en la región de Coatepec Harinas para contribuir en la ordenación, equilibrio, integración y condicionamiento de los asentamientos humanos en el Estado. En congruencia con estos conceptos se establecen como objetivo general del centro de población estratégico es de consolidar el papel de Tenancingo como un centro de abasto, equipamiento y servicios regionales, permitiendo a la vez un crecimiento de la estructura urbana y los recursos naturales existentes.

De esta manera Tenancingo se consolidará como un centro de arraigamiento poblacional, cuya estructura urbana y patrón de crecimiento podrán responder en las futuras necesidades de la región, respetando su carácter agropecuario.

2.7 Comunicaciones

Carreteras. En el año de 1992 el inventario de carreteras realizado en el municipio, reportó la existencia de 87.2 kilómetros de caminos, de los cuales 49.6 están pavimentados y 37.6 revestidos.

Servicio Postal y Telefonía. *El servicio de correos sólo existe en la cabecera municipal, donde se ha establecido una agencia postal de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.*

El servicio telefónico únicamente se presenta en forma completa en 6 localidades; mientras que 44 carecen de este medio de comunicación

2.8 Servicios Públicos.

Agua Potable. *De acuerdo con los datos aportados por I.I.G.E.C.E.M., la disponibilidad actual de Servicios básicos se ven ampliamente rebasados por la demanda de los habitantes y por la dispersión de los asentamiento humanos en el territorio, lo que dificulta la dotación de los mismos por los altos costos económicos de instalación y mantenimiento.*

A pesar de las inversiones realizadas en este rubro en el año de 1988, la cobertura del servicio de agua se prestaba en su totalidad en 8 localidades, parcialmente en 36 y carecían del mismo 6.

Las localidades que si cuentan con el servicio de agua potable en su totalidad son: San Martín Coapaxtongo, Ejido de San Pedro Tecomatlán, Teotla, San José Tenería, y las colonias Ixpuchapan, La Trinidad, Los Shiperes y San Mateo.

Las localidades que cuentan con el servicio de agua potable en forma parcial son: Acatzingo, La Cruz Vidriada, Chalchihuapan, El Carmen, El Salitre, Francisco Zarco, Ixpuchapan, La mesita, La Trinidad, Pueblo Nuevo, Quetzalapa, San Diego, San Simón, Santa Ana, Ixtlahuatzingo, Santa Teresita Acatzingo, San Miguel, Tecomatlán, Terrenate, Tepalcatepec, Tepoxtepec, San Juan Tetitlán, Tierra Blanca, San Juan Xochiaca, San Gabriel, Zepayautla, Tepetzingo, Tenancingo de Degollado y las colonias Emiliano Zapata, Ejército del Trabajo, Guadalupe Victoria, Xochiaca y Morelos.

Las localidades que carecen del servicio de agua son: Guadalupe, La Lagunilla, Los Morales, Rinconada de Santa Teresa, San Antonio Agua Bendita y San Nicolás.

Drenaje. *En relación al servicio de drenaje y alcantarillado se observa una cobertura por localidad menor a la que se opera en agua potable.*

Se estima que este servicio se prestaba en su totalidad en 10 localidades, parcialmente en 9 y carecían del mismo en 31.

Las localidades que cuentan con el servicio de drenaje y alcantarillado en su totalidad son: Ejido de San Pedro Tecomatlán, Teotla, Quetzalapa, San Miguel Tecomatlán, San José Tenería, San Juan Xochiaca, San Gabriel Zapayautla y las colonias La Trinidad, Los Shiperes y San Mateo.

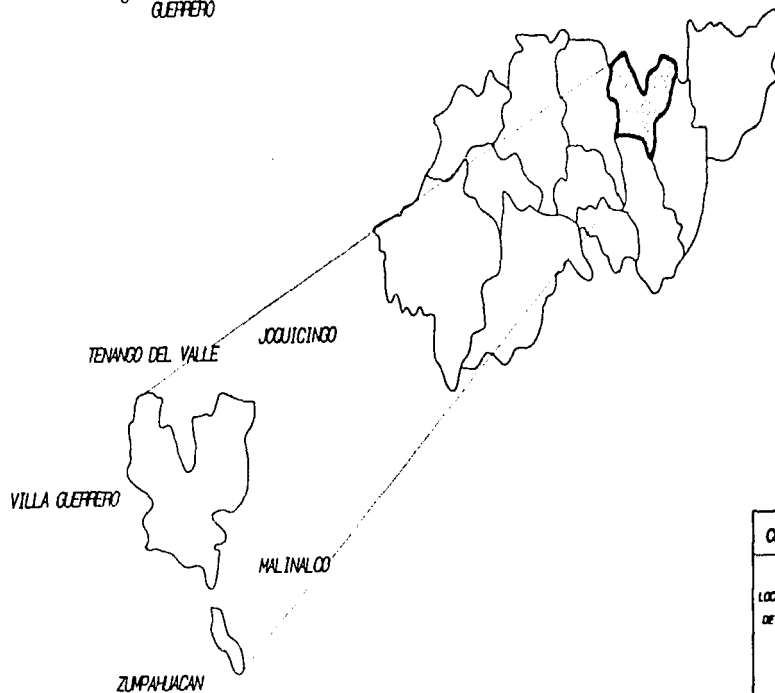
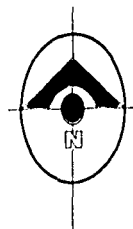
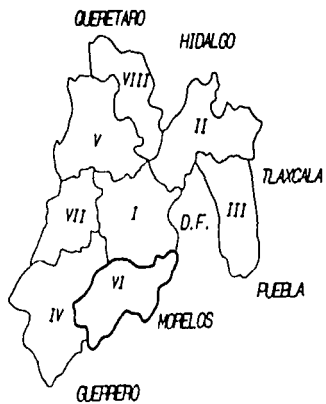
Las localidades que cuentan con el servicio de drenaje y alcantarillado en forma parcial son: Chalchihuapan, El Salitre, La Trinidad, San Diego, Santa Ana Ixtlahuatzingo, Tenancingo de Degollado y Colonias Morelos, San Pedrito y La Ciénega.

Las localidades que carecen de este servicio son: Acatzingo de la piedra, Cruz Vidriada, El Carmen, Francisco Zarco, Guadalupe, Ixpuchapan, La Mesita, La Lagunilla, Los Morales, Pueblo Nuevo, Rinconada de Santa Teresa, San Antonio Agua Bendita, San José Chalmita, San Martín Coapaxtongo, San Nicolás, San Simonito, Santa Teresita Acatzingo, Terrenate, Tepalcatepec, Tepoxtepec, San Juan Tetitlán, Tierra Blanca, Tepetzingo y colonias Emiliano Zapata (Ejido Tenancingo), Ejercito del Trabajo, Guadalupe Victoria, Xochiaca, Ixpuchapan, San José, Emiliano Zapata (Tepetzingo), La Lagunilla y Santa Cruz Xochiaca.

Electrificación. *De conformidad con los datos del II. Ayuntamiento de Tenancingo de 1993, las 50 comunidades del municipio cuentan con infraestructura eléctrica. Se dispone de un buen servicio de energía eléctrica.*

En relación al servicio de alumbrado público, se observa que solamente una localidad dispone de este servicio en su totalidad, 17 cuentan con éste, parcialmente y 32 carecen en su totalidad del mismo.

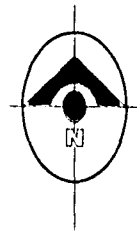
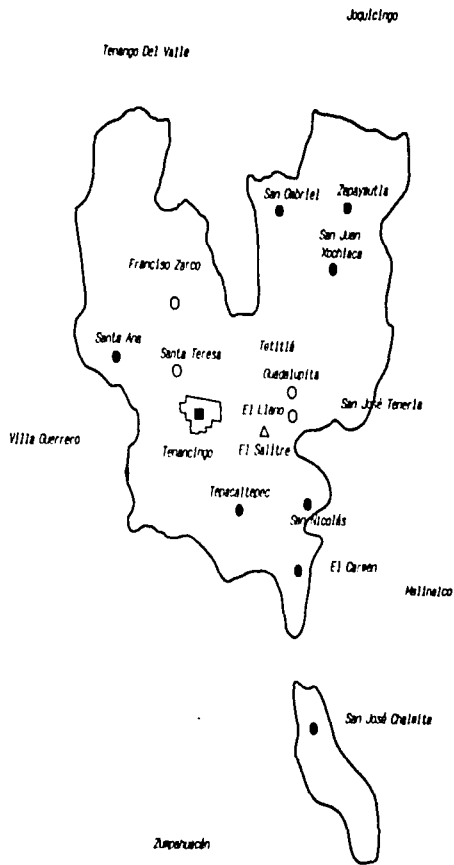
Vialidades. *Existen 3 localidades que tienen todas sus vialidades pavimentadas; 10 cuentan con un servicio parcial y 38 localidades no tienen calles pavimentadas.*



CRUCIOS DE LOCALIZACION

LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL MUNICIPIO
DE TENANGO DEL VALLE EN EL ESTADO DE MEXICO

CRUCIOS 1



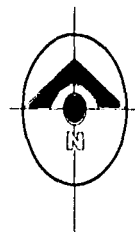
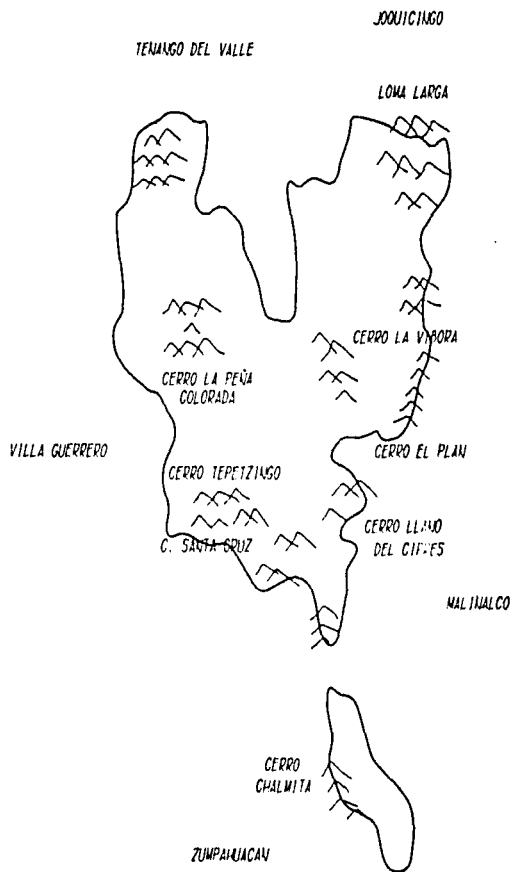
SIMBOLOGIA

- LUGAR
- PUEBLO
- COMUNIDAD
- △ BARRIO

DIV. POLITICA MUNICIPAL

MUNICIPIO DE TENANCIINGO
ESTADO DE MEXICO

CIRCULO 2



CROGRAFIA MUNICIPAL

MUNICIPIO DE TENANCINGO,
ESTADO DE MEXICO

CRONUS 3

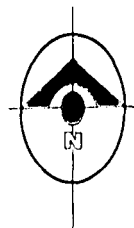
Terengo Del Valle

Jaulcingo

Villa Guerrero

Militico

Zupahuacán



SIMBOLOGIA

- ZONA URBANA
- ZONA AGRICOLA
- ZONA PISCICOLA
- ZONA FORESTAL
- ZONA ESPECIALIZADA
- ASOCIACIONES ESPECIALES DE ACTIVIDAD

USOS DEL SUELO

MUNICIPIO DE TENANCINGO,
ESTADO DE MEXICO

CIRCULO 4

3. ANALISIS DE LA DEMANDA

3.1 Población Actual

A continuación se presenta una tabla con las poblaciones para cada localidad de acuerdo a los datos proporcionados por la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento de Tenancingo Estado de México (CEAS).

Localidad	Población	AÑO
La Ciénega	1,800	1996
Llano de Emiliano Zapata	600	1996
San José el Cuartel	3,600	1996
Col. Valle de Guadalupe	360	1996

3.2. Población de Proyecto

Modelo Aritmético.

El modelo aritmético tiene como característica un incremento de población constante para incrementos de tiempo iguales y, en consecuencia la velocidad de crecimiento, o sea la relación del incremento de habitantes y el período de tiempo es una constante; expresado como ecuación, se tiene

$$\frac{dp}{dt} = Ka \quad \text{o bien}$$
$$dp = Ka dt \quad (1)$$

donde P es la población; t en el tiempo y Ka una constante que significa el incremento de población en la unidad de tiempo (año, decenio, etc). Integrando (1)

$$\int dp = Ka \int dt$$
$$P_2 - P_1 = Ka(t_2 - t_1) \quad (2)$$

de la ec. (2) se obtiene Ka :

$$Ka = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1}$$

Para un momento T cualquiera se tiene la ecuación lineal

$$P = P_2 + Ka(T - T_1)$$

donde el índice "2" se considera para los datos iniciales (P_2 , población inicial en el tiempo t_2)

La población para 1990 se obtuvo de los censos realizados en ese año por INEGI y a continuación se presentan:

<i>Localidad</i>	<i>Población</i>	<i>AÑO</i>
<i>La Ciénega</i>	<i>1,579</i>	<i>1990</i>
<i>Llano de Emiliano Zapata</i>	<i>526</i>	<i>1990</i>
<i>San José el Cuartel</i>	<i>3,158</i>	<i>1990</i>
<i>Col. Valle de Guadalupe</i>	<i>316</i>	<i>1990</i>

Empleando las poblaciones para los años 90, 96 y el método aritmético se obtuvieron los siguientes resultados para el año 2011:

<i>Localidad</i>	<i>Población</i>	<i>AÑO</i>
<i>La Ciénega</i>	<i>2353</i>	<i>2011</i>
<i>Llano de Emiliano Zapata</i>	<i>785</i>	<i>2011</i>
<i>San José el Cuartel</i>	<i>4705</i>	<i>2011</i>
<i>Col. Valle de Guadalupe</i>	<i>470</i>	<i>2011</i>

3.3. Dotación.

Se entiende por dotación la cantidad de agua que se asigna a cada persona por día y se expresa en l/h/d (litros por habitante por día). Esta dotación es una consecuencia del estudio de las necesidades de agua de una población, quien la demanda para los usos siguientes:

Consumo Doméstico.- *Este consumo varía según los hábitos higiénicos de la población, nivel de vida, grado de desarrollo, abundancia y calidad del agua disponible, condiciones climáticas, usos y costumbres, etc. La cantidad básica para el consumo doméstico en nuestro país se estima entre 75 y 100 l/h/d, que incluye necesidades fisiológicas, usos culinarios, lavado de ropa y utensilios, sistema de calefacción y acondicionamiento de aire, riego de plantas y jardines privados, aseo de la vivienda y bienes muebles.*

Consumo Público.- *Se refiere al de los edificios e instalaciones públicas tales como: escuelas, mercados, hospitales, cuarteles, rastros, hidrantes, riego de calles, prados, jardines, servicios contra incendio, lavado de redes de alcantarillado. Se considera entre el 20 y 30% del consumo doméstico.*

Consumo Comercial.- *Depende del tipo y cantidades de comercios tanto en la localidad como en la región. Igual que las industrias, el comercio también conduce a una mayor concentración de población; con la diferencia de que esta concentración es muy localizada por presentarse periódicamente; y demanda una mayor cantidad de agua.*

Al determinar la cantidad que de cada uno de los conceptos anteriores requiere el individuo para la satisfacción de sus necesidades y reunirlos en una sola se tiene la "dotación".

La cantidad que constituye la "dotación normal" es el mínimo que debe darse a una población.

La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología propone en sus "Normas de Proyecto para Obras de Abastecimiento de Agua Potable en la República Mexicana", las siguientes dotaciones que están en función de la magnitud y el clima de las poblaciones.

Habitantes	Cálido	Templado	Frío
de 2,500 a 15,000	150	125	100 l/h/d
de 15,000 a 30,000	200	150	125 l/h/d
de 30,000 a 70,000	250	200	175 l/h/d
de 70,000 a 150,000	300	250	200 l/h/d
de 150,000 en adelante	350	300	250 l/h/d

Las poblaciones a las que se les dotará de agua potable en nuestro proyecto entran en el primer rango de la tabla anterior y de acuerdo al clima templado según se vio el subcapítulo correspondiente al clima se tendría una dotación de 125 lt/hab/día. sin embargo El CEAS nos recomendo emplear 150 lt/hab/día, dado que es la dotación mínima que emplean.

Variaciones de Consumo.- Un sistema es eficiente cuando en su capacidad está prevista la máxima demanda de una localidad. Para diseñar las diferentes partes de un sistema se necesita conocer las variaciones mensuales, diarias y horarias del consumo. Interesan las demandas medias, las máximas diarias y las máximas horarias. Estas demandas que representan volumen de agua en unidad de tiempo se llaman "gastos". Así tenemos el "gasto medio anual" (Qm.a.), el "gasto máximo diario" (Qm.d.) y el "gasto máximo horario" (Qm.h.)

3.4. GASTOS DE DISEÑO.

Los gastos de diseño se calcularán considerando los coeficientes de variación diaria y horaria; de acuerdo a recomendaciones de las normas de proyecto de la S.E.D.U.E., se indica que estos coeficientes se fijarán en función de un estudio específico realizado en la localidad. Cuando no sea posible obtener estos datos, se recurrirá a información en localidades de características similares. Los valores más frecuentes usados son de 1.20 y 1.50, respectivamente. Sin embargo, el ámbito de variación puede ser el siguiente:

Coefficiente de variación diaria:	1.20 a 1.50
Coefficiente de variación horaria:	1.50 a 2.00

En nuestro caso emplearemos los siguiente coeficientes:

<i>Coefficiente de variación diaria</i>	<i>1.20</i>
<i>Coefficiente de variación horaria</i>	<i>1.50</i>

GASTO MEDIO.

El gasto medio se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$Q_{MED} = \frac{\text{Población} * \text{Dotación}}{86,400}$$

Con la fórmula anteriormente descrita se calculan los gastos medios empleando los datos de población del año 2011, tomando una dotación de 150 lt/hab/día, que fue la recomendada por el CEAS, obtenemos el Q_{med} para cada localidad los cuales se presentan en tabla de gastos.

GASTO MAXIMO DIARIO.

A partir del valor del gasto medio, se podrá calcular el gasto máximo diario, que equivale al producto del gasto medio por el coeficiente de variación diaria, teniéndose por lo tanto:

$$Q_{md} = Q_{MED} * C_{vd}$$

donde;

Q_{md} = Gasto máximo diario, en L.P.S.

Q_{MED} = Gasto medio, en L.P.S.

C_{vd} = Coeficiente de variación diaria, adimensional. (1.2)

Los resultados se presentan en la tabla de gastos.

GASTO MAXIMO HORARIO.

A partir del valor del gasto máximo diario, se podrá calcular el gasto máximo horario, que equivale al producto del gasto máximo diario por el coeficiente de variación horaria, teniéndose por lo tanto:

$$Q_{mh} = Q_{md} * C_{vh}$$

donde:

Q_{mh} = Gasto máximo horario, en L.P.S.

Q_{md} = Gasto máximo diario, en L.P.S.

C_{vh} = Coeficiente de variación horaria, adimensional. (1.5)

Los datos se presentan en la tabla de gastos.

TABLA DE GASTOS.

<i>Localidad</i>	<i>Q_{med}</i> <i>lps</i>	<i>Q_{md}</i> <i>lps</i>	<i>Q_{mh}</i> <i>lps</i>
<i>La Ciénega</i>	<i>4.085</i>	<i>4.902</i>	<i>7.353</i>
<i>Llano de Emiliano Zapata</i>	<i>1.363</i>	<i>1.636</i>	<i>2.454</i>
<i>San José el Cuartel</i>	<i>8.168</i>	<i>9.802</i>	<i>14.703</i>
<i>Col. Valle de Guadalupe</i>	<i>0.816</i>	<i>0.979</i>	<i>1.468</i>
<i>Suma</i>	<i>10.347</i>	<i>12.417</i>	<i>25.978</i>

RESUMEN DE DATOS BASICOS.

Los resultados de lo descrito anteriormente se presenta a continuación:

<i>Localidad</i>	<i>La Ciénega San José El Cuartel El Llano Col. Valle de Guadalupe.</i>
<i>Municipio</i>	<i>Tenancingo.</i>
<i>Dotación</i>	<i>150 Lts/Hab/Día</i>
<i>Población 1996</i>	<i>6,360 Habitantes</i>
<i>Población de Proyecto (2011)</i>	<i>8,313 Habitantes</i>
<i>Coefficiente de Variación Diaria</i>	<i>1.20</i>
<i>Coefficiente de Variación Horaria</i>	<i>1.50</i>
<i>Gasto Medio</i>	<i>10.347 L.P.S.</i>
<i>Gasto Máximo Diario</i>	<i>12.417 L.P.S.</i>
<i>Gasto Máximo Horario</i>	<i>25.978 L.P.S.</i>
<i>Fuente:</i>	<i>Pozo La Ciénega</i>
<i>Conducción</i>	<i>Por Bombeo</i>
<i>Regularización</i>	<i>Tanque</i>
<i>Distribución</i>	<i>Por Gravedad.</i>

4.- CALIDAD DEL AGUA.

4.1. Condiciones de Potabilidad.

Para que las aguas sean ingeridas por el hombre de manera que beneficie su salud, es necesario que lleven en solución ciertas sustancias que las hacen agradables y nutritivas, como el oxígeno, bióxido de carbono, sales minerales de potasio, sodio, calcio y magnesio en cantidades pequeñas; pues el exceso hace impropia el agua para el consumo. Debe estar exenta de materias perjudiciales a la salud, libre de olores, colores y gérmenes infecciosos.

Su temperatura debe fluctuar entre 10 y 15° C y debe ser de sabor agradable. Las aguas que reúnen estas condiciones son llamadas "aguas potables"

4.2. Análisis de las Características del Agua.

Para conocer las características del agua se realizan una serie de análisis de laboratorio que se clasifican en: físicas, químicas, bacteriológicas y microscópicas. En la actualidad debe aumentarse un análisis más: el radiológico.

Análisis Físico.

Estos análisis consisten en determinar la turbiedad, color, olor, sabor y temperatura.

La turbiedad se debe a la materia orgánica en suspensión: arcilla, barro, materia orgánica, organismos microscópicos, etc. Se puede hacer desaparecer por la sedimentación, filtración y coagulación.

Sanitariamente es inocua si es debida a arcilla o a otras sustancias minerales, pero es peligrosa si la turbiedad proviene de aguas calcáreas o residuos industriales. La turbiedad no debe exceder del grado 10 de la escala de sílice, pero es conveniente que no sea mayor de 5.

El color proviene generalmente de la descomposición de materia vegetal, aunque a veces también proviene de las sales de hierro. En realidad el color se debe a materias en estado coloidal y en solución. Se quita por coagulación y filtración y también por el uso del carbón activado. No debe exceder del grado 20 de la escala normal de cobalto pero es preferible se mantenga por debajo de 10.

El olor y el sabor son dos parámetros que tienen una relación íntima y van casi siempre unidas; sin embargo, a veces puede haber sabor en el agua sin que se le aprecie olor alguno. No existe forma de medir el olor y el sabor, por lo tanto en los análisis sólo se indica si éste es aromático, mohoso, rancio, de cloro, etc. El olor se quita por aireación, por filtración, por coagulación y por el carbón activado.

La temperatura de una muestra de agua se mide con termómetros especiales u ordinarios; y debe estar comprendida entre 7 y 18° C

Análisis Químicos.

El análisis químico tiene estos dos objetivos:

- 1o.- Averiguar la composición mineral del agua y su posibilidad de empleo para la bebida, los usos domésticos o industriales*
- 2º.- Averiguar los indicios sobre la contaminación por el contenido de cuerpos incompatibles con su origen geológico. Lo que químicamente se determina es: la presencia de cloruros, cantidad de oxígeno consumido; contenido de nitrógeno amoniacal, nitritos y nitratos, dureza y alcalinidad, acidez, gases disueltos, metales y metaloides. Los resultados que se obtienen en este análisis se comparan con la norma correspondiente teniendo cuidado con los límites permisibles contenidos en el artículo 213 del Reglamento de la Ley General de Salud en materia de Control Sanitario.*

Análisis Microscópicos

Este análisis explica la presencia de olores y sabores inconvenientes, la obstrucción de filtros, el progreso en la autopurificación de corrientes, la presencia de un exceso de desechos industriales tóxicos, la presencia de aguas negras y por lo tanto, contaminación; ayuda en la interpretación de los análisis químicos; en el estudio de alimentos de peces, crustáceos y otros organismos acuáticos. En este examen generalmente se toman 500 c.c., que se filtran a través de arena fina; hecho esto, se lava la arena con una cantidad conocida de agua destilada y se toma 1 c.c. de ésta que en un portaobjeto se observa al microscopio. Se pueden encontrar: elementos inertes como arena, arcilla, restos de vegetales, paja, polen, etc.; seres vivos, animales y vegetales cuya presencia no es peligrosa pero puede ser molesta porque son causa frecuentes del mal sabor y olor del agua; elementos que indican contaminación por el hombre o los animales, tales como restos textiles, elementos que provienen de materias fecales, parásitos intestinales; elementos que acusan falta de filtración por el suelo o falta de protección al captar el agua, restos de insectos, crustáceos o cadáveres completos de estos animales.

La mayor utilidad del análisis microscópico es encontrar las algas que producen el olor y el sabor.

Análisis Bacteriológicos.

Las bacterias son seres microscópicos unicelulares. Existen en diferentes lugares, pero por lo general cada tipo en su ámbito natural y su presencia en otro medio es meramente accidental. La mayoría de las bacterias son ino cuas y muchas de ellas son importantes en la ecología; unas cuantas son peligrosas y éstas son las patógenas o bacterias que causan enfermedad, otras no son siempre peligrosas por sí mismas pero están usualmente asociadas con formas patógenas. El bacilo Coli o B. Coli es un miembro de este grupo. El examen se hace para determinar el número de bacterias que pueden desarrollarse bajo condiciones comunes, así como detectar la presencia de bacterias del tracto intestinal, que en caso afirmativo, constituye un índice de que la contaminación es de origen fecal y sugiere la

presencia de organismos patógenos. La ausencia de B. Coli indica la bondad del agua pues en este medio los gérmenes productores de enfermedades hídricas son menos resistentes que el B. Coli, por lo tanto, cuando la colimetría acusa resultados negativos no debe temerse la presencia de otros gérmenes. La interpretación de los análisis está basada en las siguientes determinaciones:

- 1.- Determinación del número de gérmenes (cuenta de colonias) por cm², en gelatina a 20°C y en agua a 37°C.*
- 2.- Investigación de las bacterias del género Escherichia. Índice B. Coli*

Las bacterias desarrolladas en gelatina a 20°C, pueden incluir organismos dañinos o inoocuos y su cuenta no debe exceder de 100 p.c.c., excepto en casos especiales como en ríos muy turbios donde puede llegar a 200 p.c.c., con la condición de que otros factores sean satisfactorios. La cuenta a 37°C interesa más que las anteriores y tiene mayor valor puesto que esta temperatura corresponde al cuerpo humano y las bacterias desarrolladas en esta prueba comprende aquellas que habitan en el cuerpo humano. La cuenta de bacterias indica la cantidad y no la calidad de la flora bacterial. En general su número no debe exceder de 100 p.c.c. en el agua potable y es deseable que no sea mayor de 10.

Con relación a la investigación de las bacterias del género Escherichia y el Índice B. Coli, el reglamento para los análisis de potabilidad de las aguas de la República Mexicana, impone ciertos procedimientos que demandan pericia en actividades de laboratorio.

Análisis Radiológicos.

El avance de la ciencia y de la técnica ha impuesto el uso de elementos radiactivos que por lo mismo desechan las llamadas basuras radiactivas como consecuencia de actividades de investigaciones científicas en unos casos y como residuos de procesos industriales en otros.

Este análisis determina la radiactividad (neta, total, suspendida, disuelta); la presencia de estroncio total radiactivo, de estroncio total 90, de radio 226, de arsénico, cianuro, plomo, bario, cadmio, mercurio, etc.

Las glándulas sexuales y los gametos son los tejidos más vulnerables y sobre los que la radiactividad ejerce un mayor peligro. El material hereditario de las células reproductoras puede experimentar modificaciones más o menos profundas (si no mortales para la célula) lo suficientemente intensa para modificar un gene.

*Los estudios de la calidad del agua que se efectuaron al pozo La Ciénega del cual se obtendrá el agua necesaria para dotar a las localidades siguientes: **La Ciénega, San José el Cuartel, El Llano y Col. Valle de Guadalupe**, los realizó la Dirección de Operación (Laboratorio de Control de Calidad del Agua) de la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento los resultados se presentan en las tablas siguientes:*



GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO

COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO

DIRECCION DE OPERACIONES
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA



INFORME DE ANALISIS FISICO - QUIMICO

No. 02-033

MUESTRA REMITIDA POR COATEPEC HARINAS (LABORATORIO)

ESTACION DE MUESTREO 6020 6-02 CH LA CIENEGA (ENTRADA)

LOCALIDAD LA CIENEGA

MUNICIPIO TENANCINGO

ESTADO DE MEXICO

FECHAS DE MUESTREO 15-II-02

DE RECEPCION 15-II-02

DE ANALISIS 21-II-02

TIPO LIQUIDO (UNIDADES) COLOR CARACTERISTICO (CARACTERISTICO) SANGRE CARACTERISTICO (CARACTERISTICO)
VALOR 10.0 (MAXIMO 20) TURBEDAD 4.4 (MAXIMO 10) TEMPERATURA 20°C
PH 7.6 (6.5 - 8.5) CONDUCTIVIDAD ELECTRICA 205 MICRONHOS/CM
SOLIDOS TOTALES 270 (SOLIDOS DISUELTOS 221)

DETERMINACIONES	ANALISIS	NORMAS	DETERMINACIONES COMO CaCO ₃	ANALISIS	NORMAS	DETERMINACIONES	ANALISIS	NORMAS
Cloro			Alcalinidad Total	124	450	Nitrito ppm		0.05
Calcio (Ca)	10		Dureza Total	100		Nitrate ppm	0.01	5.00
Magnesio (Mg)	15	125		24	300			
Hierro (Fe)	0.44	0.3	COMBINACIONES HIPOTERICAS					
Manganeso (Mn)	0.01	0.15	BICARBONATO DE CALCIO	=	30			
Sodio/Nitricac	22		BICARBONATO DE MAGNESIO	=	111			
			BICARBONATO DE SODIO	=	40			
			SULFATO DE SODIO	=	15			
			CLORURO DE SODIO	=	16			
Acido (CO ₂)	0		ESTABILIDAD DEL AGUA (INDICE LANGHEIER)					
Acido (HCO ₃)	151		A	20°C	PH	7.6	PH	8.5
Acido (SO ₄)	10	250						
Acido (Cl)	10	250						
Fluoruro (F)	0.25	1.5						

OBSERVACIONES ACIDO SULFIDRICO 0.0 MG/L

RESULTADOS EXPRESADOS EN mg/l. EXCEPTO (*)

QFB. DAVID PACHECO R.
ANALISTA

QFB. MARIA DEL CARMEN V.
RESPONSABLE

QFB. GUILLERMO GARRENO R.
JEFE DE LABORATORIO



GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO

COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO

DIRECCION DE OPERACION

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA



INFORME DE ANALISIS FISICO - QUIMICO

No. 92-934

MUESTRA REMITIDA POR COATEPEC MARINAS (LABORATORIO)

ESTACION DE MUESTREO. POZO 6-02 CH (SALIDA)

LOCALIDAD LA CIENEGA

MUNICIPIO TENANCINGO

ESTADO MEXICO

FECHAS DE MUESTREO 18-02-92

DE RECEPCION 18-02-92

DE ANALISIS 21-02-92

ESTADO LIQUIDO (MUESTRA) OLORES CARACTERISTICO (CARACTERISTICO) SALES CARACTERISTICO (CARACTERISTICO)
 DUREZA 5 (MÁXIMO) TURBEDAD 5.3 (MÁXIMO) TEMPERATURA 20°C
 PH 7.9 (9.5) CONDUCTIVIDAD ELECTRICA 150 MICRONOS / CM
 SOLIDOS TOTALES 270 SOLIDOS DISUELTOS 216

DETERMINACIONES	ANALISIS	NORMAS	DETERMINACIONES COMO CaCO ₃	ANALISIS	NORMAS	DETERMINACIONES	ANALISIS	NORMAS
Silice			Alcalinidad Total	116	400	Metales pesados		0.05
CO ₂ libre			Dureza total	100		Metales pesados	0.07	5.00
Calcio (Ca)	24		Dureza de calcio	24	300			
Magnesio (Mg)	7.6	125	COMBINACIONES HIPOTETICAS					
Hierro (Fe)	0.36	0.3	BICARBONATO DE CALCIO			=	5.0	
Manganeso (Mn)	0.10	0.15	BICARBONATO DE MAGNESIO			=	1.1	
Sodio (Na) CLC	27		BICARBONATO DE SODIO			=	3.5	
			SULFATO DE SODIO			=	1.5	
			CLORURO DE SODIO			=	1.6	
Carbonato (CO ₃)	0		ESTABILIDAD DEL AGUA (IND. DE LANGHEIER)					
Carbonato (HCO ₃)	142		A	20°C	pH	7.9	pH	8.6
Sulfato (SO ₄)	10	250						
Cloruro (Cl)	10	250						
Fluoruro (F)	0.36	1.5						

OBSERVACIONES: ACIDO SULFHDRIICO 0.0 MG/L

RESULTADOS EXPRESADOS EN mg/l, EXCEPTO (*)

QEP. DAVID PACHECO S. ANALISTA QEP. MARIA B. ORCULLO V. RESPONSABLE QEP. CUAUTEMOC CARRENO R. JEFE DE LABORATORIO



GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO

COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO

DIRECCION DE OPERACION
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA



INFORME DE ANALISIS FISICO - QUIMICO

No. 92-935

MUESTRA REMITIDA POR GERENCIA COATEPEC HARINAS

ESTACION DE MUESTREO POZO 6-02 CH LA CIENEGA (SALIDA DESPUES DE LA CLORACION)

LOCALIDAD LA CIENEGA

MUNICIPIO TENANCINGO

ESTADO MEXICO

FECHAS: DE MUESTREO 18-02-92

DE RECEPCION 18-02-92

DE ANALISIS 21-02-92

ASPECTO LIQUIDO (LIQUIDO) COLOR CARACTERISTICO (CARACTERISTICO) SABOR CARACTERISTICO (CARACTERISTICO)
 ODR 12.5 (MAXIMO 20) TURBIDIDAD 6.5 (MAXIMO 10) TEMPERATURA 20°C
 PH 8.0 (6.9 - 8.5) CONDUCTIVIDAD ELECTRICA 210 MICROMHOS / CM
 SOLIDOS TOTALES 273 SOLIDOS DISUELTOS 218

DETERMINACIONES	ANALISIS	NORMAS	DETERMINACIONES COMO CaCO ₃	ANALISIS	NORMAS	DETERMINACIONES	ANALISIS	NORMAS		
Slice			Alcalinidad Total	<u>122</u>	400	Residuo en H ₂ O		0.05		
CO ₂ libre			Dureza total	<u>103</u>		Dureza de calcio	<u>6.07</u>	5.00		
Calcio (Ca)	<u>1.0</u>		COMBINACIONES HIPOTETICAS							
Magnesio (Mg)	<u>1.0</u>	125	CARBONATO DE CALCIO	=	<u>4</u>					
Hierro (Fe)	<u>0.15</u>	0.3	BICARBONATO DE CALCIO	=	<u>3.0</u>					
Manganeso (Mn)	<u>0.01</u>	0.15	BICARBONATO DE MAGNESIO	=	<u>11.7</u>					
Sodio (Na) calc	<u>2</u>		BICARBONATO DE SODIO	=	<u>5.0</u>					
			SULFATO DE SODIO	=	<u>1.5</u>					
			CLORURO DE SODIO	=	<u>2.4</u>					
			ESTABILIDAD DE LAGUA (INDICE LANGELIER)							
			A	<u>20°C</u>	PH	<u>8.0</u>	PH	<u>8.5</u>	IS	<u>-0.5</u>
Carbonato (CO ₃)	<u>2</u>									
Bicarbonato (HCO ₃)	<u>143</u>									
Sulfato (SO ₄)	<u>1.0</u>	250								
Cloruro (Cl)	<u>1.2</u>	250								
Fluoruro (F)	<u>0.3</u>	1.5								

OBSERVACIONES: ACIDO SULFIDRICO 0.0 MG/L

RESULTADOS EXPRESADOS EN mg / L EXCEPTO (*)

QFB. DAVID PACHECO R.
ANALISTA

QFB. MARIA G. OROZCO V.
RESPONSABLE

QFB. CUAUHTEMOC CARRENO R.
JEFE DE LABORATORIO

Antes de iniciar el capítulo 5 es conveniente hablar de los conceptos que se refieren a la fuente de captación y línea de conducción, cabe mencionar que estos temas se trataran en forma muy general, pues estos se desarrollaron en trabajos correspondientes, sin embargo los tres se complementan formando un solo proyecto

FUENTES DE CAPTACION

TIPOS DE CAPTACION:

La obra de captación es la estructura que permite regular o dar salida al agua almacenada en un depósito o bien tomarla de algún sitio de acuerdo con una ley determinada. Y ésta deberá proporcionar, cuando menos, el gasto máximo diario para el periodo de vida útil de la obra, sin peligro de reducción o sequía o cualquier otra causa.

LA CAPTACION PUEDE SER DE:

Agua de lluvia. *En las zonas rurales donde no se dispone de aguas superficiales ni subterráneas o que se dispone de ellas pero no son económicamente accesibles, ya sea por su profundidad o por su distancia, se almacena el agua en cisternas o aljibes cuyas dimensiones varían según sean unifamiliares o para un conjunto de viviendas*

Aguas superficiales. *Son aquellas que se encuentran en el seno de los ríos, lagos, lagunas o los embalses de presas, presentándose en la superficie libre y sometida a la presión atmosférica*

Aguas subterráneas. *Las regiones no favorecidas por las precipitaciones en cuanto a su distribución anual y abundancia, así como de la inexistencia de corrientes naturales, las cuales puedan aprovecharse, tienen la posibilidad del aprovechamiento del agua subterránea, mismo que será factible utilizar cuando ésta se presente con calidad aceptable, así como en cantidad necesaria para satisfacer determinado propósito*

Las aguas subterráneas se originan por la precipitación que al llegar a la superficie del terreno se filtran a través de él hasta llegar a profundidades considerables por condiciones del propio subsuelo.

El proyecto a realizar se abocará al aprovechamiento del agua subterránea; para tal efecto estudiaremos las obras de toma a través de pozos perforados.

La construcción de dichos pozos se lleva a cabo perforando en un material no consolidado, empleando barrenas accionadas por equipos de perforación fabricadas especialmente para esa finalidad, que pueden ser de percusión, de rotación o combinadas.

HIDRAULICA DE POZOS

Cuando se construye un pozo en un acuífero y se extrae agua por medio de un bombeo, se producirá un descenso o abatimiento del nivel del agua o de la superficie piezométrica, según se trate de acuífero libre o confinado respectivamente. El descenso o abatimiento producido en un punto cualquiera del acuífero es la distancia entre el nivel original del agua y el nivel que alcanza durante la extracción.

De acuerdo con las experiencias realizadas por Darcy para el estudio del escurrimiento del agua en medios porosos, se tiene que: el caudal es proporcional a la pérdida de carga e inversamente proporcional a la longitud de la trayectoria del escurrimiento, por lo tanto:

$$Q = A K h/L$$

Donde:

Q = gasto o caudal

h = Pérdida de carga

(La relación de ambos valores, define el gradiente hidráulico)

L = Longitud de la trayectoria

K = Constante de proporcionalidad, llamada permeabilidad.

A = Área de la sección considerada

La Ley de Darcy tiene aplicación en los escurrimientos laminares, los que se verifican en la mayoría de las ocasiones en medios porosos.

De acuerdo con esta ley el gradiente hidráulico varía directamente con la velocidad. Esto significa que a medida que el agua se acerca al pozo el gradiente aumenta, lo cual es causa de que la superficie del agua tenga una pérdida descendente continua hacia el pozo, dando origen a la formación del "Cóno de Depresión", figura "A"

Para el análisis del comportamiento hidráulico de los pozos, definiremos los siguientes términos de uso común:

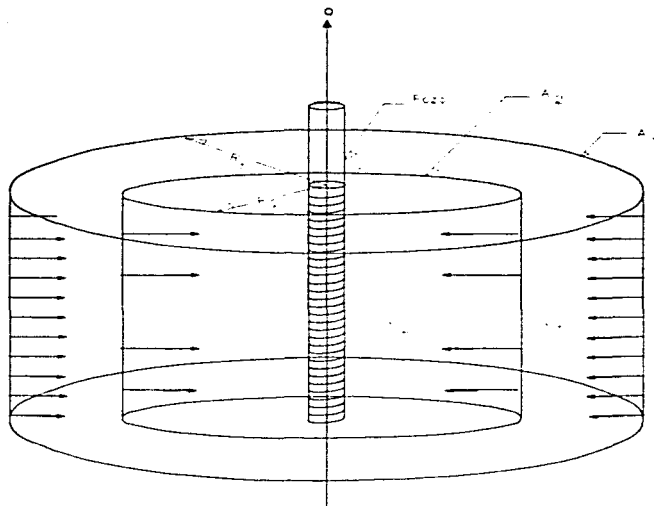
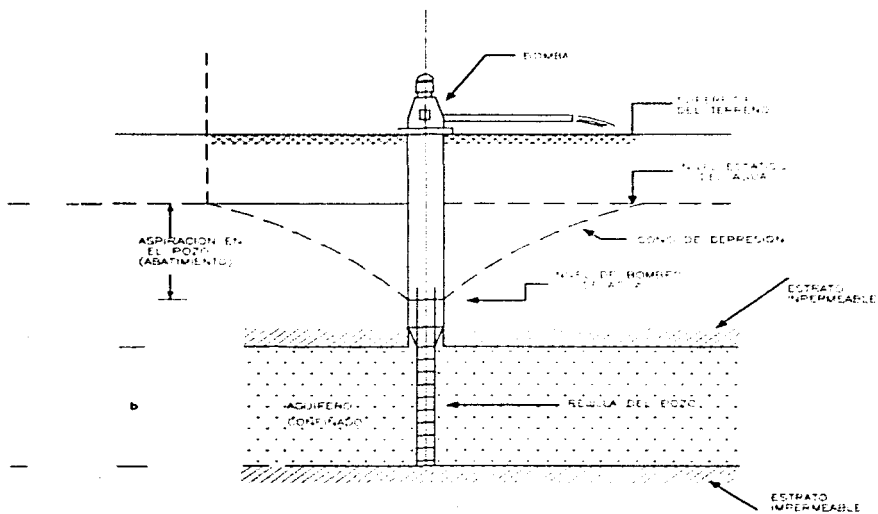
Nivel Estático.- *Es el nivel que toma el agua en un pozo cuando este no es bombeado o bien no es afectado por el bombeo de otros pozos. Este nivel puede variar debido a fuertes precipitaciones, sequías, cambios de presión barométrica.*

Abatimiento.- *Es la distancia que media entre el nivel estático del agua y el nivel de ésta durante el bombeo.*

Radio de Influencia.- *Es la distancia que media desde el centro del pozo hasta el límite del cono de depresión.*

Capacidad Específica o Rendimiento Específico.- *Es la relación entre el caudal extraído del pozo y su abatimiento.*

ESCURRIMIENTO DEL AGUA SUBTERRANEA HACIA UN POZO



$$R_1 = 2R_2$$

$$A_1 = 2A_2$$

$$V_2 = 2V_1^2$$

FIG. A

Porosidad.- Es la relación de huecos al volumen total de terreno que los contiene y depende de un gran número de factores, tales como sus componentes, grado de cementación o compactación, efecto de disolución, fisuración, etc.

La cantidad de agua contenida en un terreno será el producto del volumen del suelo saturado por su porosidad

Coefficiente de Permeabilidad.- Es una medida de la capacidad del terreno para permitir el paso del agua, se define como el gasto o caudal que se filtra a través de una sección unitaria de terreno bajo la carga producida por un gradiente hidráulico unitario, estando el agua a una temperatura determinada, para establecer unidades podemos decir que la permeabilidad es la cantidad de metros cúbicos de agua por día que pasa por un metro cuadrado de terreno a 10 grados centígrados, bajo un gradiente hidráulico de un metro

Coefficiente de Transmisibilidad.- Se define como el gasto o caudal que se filtra a través de una franja vertical de terreno, de ancho unitario y a una altura igual a la del manto permeable saturado, bajo un gradiente hidráulico unitario a una temperatura determinada. La transmisibilidad será la cantidad de metros de agua por día que pasa a través de una sección de ancho igual a un metro y altura "b" (espesor del acuífero) a una temperatura de 10 grados centígrados, bajo un gradiente hidráulico de un metro. Por lo que la transmisibilidad "T" es igual al producto de la permeabilidad "K" por el espesor "b" del acuífero

$$T = Kb$$

Para dos acuíferos que tengan igual permeabilidad la transmisibilidad será mayor en aquel que tiene mayor espesor "b".

Coefficiente de Almacenamiento.- Se define como el volumen de agua que el acuífero descarga o toma por un área de superficie unitaria por un cambio unitario de la carga normal a la superficie. Es una medida de la cantidad de agua que la formación producirá bajo la acción de un cambio dado de la altura piezométrica. En un acuífero libre el coeficiente de almacenamiento es igual a la porosidad eficaz. En acuíferos artesianos este coeficiente es igual al agua obtenida del almacenamiento por la compresión de una columna vertical de la formación y de la consiguiente expansión del agua contenida en la misma. La altura de la columna es igual al espesor del acuífero y su base en área unitaria. El coeficiente de almacenamiento es un número adimensional.

Los coeficientes de transmisibilidad y de almacenamiento son dos elementos importantes para definir las características hidráulicas de una formación acuífera. El coeficiente de transmisibilidad indica la cantidad de agua que se mueve a través de la formación y el de almacenamiento la cantidad de agua almacenada que puede ser removida por bombeo o drenaje.

Estos dos coeficientes pueden determinarse en cualquier formación por medio de ensayos de bombeo y su conocimiento permite realizar predicciones de gran significado.

CONDICIONES DE EQUILIBRIO.

Si perforamos un pozo por medio del cual se extrae un gasto Q uniforme y continuo durante un tiempo suficiente, para aproximarnos a las condiciones de un movimiento permanente, es decir que las variaciones del gasto de extracción sean prácticamente despreciables con el tiempo y si el flujo es radial y laminar y el pozo recibe agua de la totalidad del espesor del acuífero, que se supone homogéneo, de permeabilidad igual en cualquier dirección y de área infinita, se formará un cono de depresión que se irá extendiendo hasta que finalmente llega a una situación de equilibrio en la que dicho cono permanece invariable. Esto significa que el acuífero tiene una recarga suficiente para equilibrar el gasto extraído.

Esta recarga puede tener su origen en el hecho de que el cono de depresión haya tomado contacto con una zona de recarga alimentada directamente por infiltración de aguas superficiales o haber interceptado una corriente de agua subterránea cercana, la cual puede asimismo estar recargada suficientemente o tal vez puede alcanzar una extensión tal que tomara contacto con una zona muy permeable que reciba carga por infiltración directa.

La permeabilidad y la trasmisibilidad puede obtenerse a través de ensayos de bombeo en base a las condiciones de equilibrio, extrayendo un gasto constante y midiendo los abatimientos en pozos de observación.

CALCULO DEL DIAMETRO DE PERFORACION DEL POZO Y TUBERIA DEL ADEME

CAMARA DE BOMBEO. El diámetro de la cámara de bombeo queda definido fundamentalmente por el gasto que se va a explotar ya que de este depende el diámetro de los tazones de la bomba.

Generalmente al ademe ciego que formara la cámara de bombeo se le asigna un diámetro adicional mínimo de 10 cm. (4"), mayor que el diámetro de los tazones de la bomba. En lo que respecta al diámetro de los tazones en términos generales, es igual en pulgadas a la raíz cuadrada del gasto máximo diario expresado en litros por segundo mas una pulgada.

DIAMETRO DE LOS TAZONES. Se calcula tomando el GASTO MAXIMO DIARIO, que para este proyecto es igual a 12.42 l.p.s., por lo tanto tenemos que:

$$Dt = \sqrt{Qo + 1}$$

donde:

Dt = Diámetro de los tazones

Qo = Gasto Máximo diario

Empleando la ecuación anterior tenemos:

$$Dt = \sqrt{12.42 + 1} = 4.52$$

Considerando el diámetro comercial próximo, tenemos que:

$$\text{Diámetro de los tazones} = Dt = 6''$$

Diámetro del ademe que formara la cámara de bombeo (Da)

$$\text{Diámetro de ademe} = Da = Dt + 4'' = 6 + 4 = 10''$$

Considerando que este es un diámetro comercial y previniendo que los tazones de la bomba a colocar fueran mayores al estimado se colocará un ademe ciego de:

$$Da = 12''$$

Diámetro de perforación del Pozo (Dp)

$$\text{Diámetro de perforación} = Dp = Da + (3 \text{ espacio anular para filtro o grava})$$

Por lo tanto:

$$Dp = 12 + (6) = 18'' \text{ (en el tramo que aloja la cámara de bombeo)}$$

PROFUNDIDAD. *La profundidad definitiva de determino en función de los estudios realizados siendo de 186.00 m.*

TUBERIA DE ADEME. *Atendiendo la ubicación del nivel dinámico probable del pozo y de los acuíferos localizados por los estudios realizados, se diseña la distribución de los tramos lisos y ranurados de la tubería de ademe, para nuestro proyecto colocaremos tubería lisa hasta 110.00 mts. de profundidad y 76.00 mts. serán de tubería ranurada.*

RESUMEN DE DATOS

Una vez analizados todos los estudios cor espondientes se tiene el siguiente pozo para el abastecimiento de agua:

I.- PERFORACION:

<i>Nombre del pozo</i>	<i>Pozo la Ciénega</i>
<i>Localización</i>	<i>Mpio. de Tenancingo, Edo. México</i>
<i>Profundidad</i>	<i>186.00 m.</i>
<i>Perforación de 12" de diámetro en ademe</i>	<i>186.00 m.</i>
<i>Perforación de 18" de diámetro en contra ademe</i>	<i>100.00 m.</i>

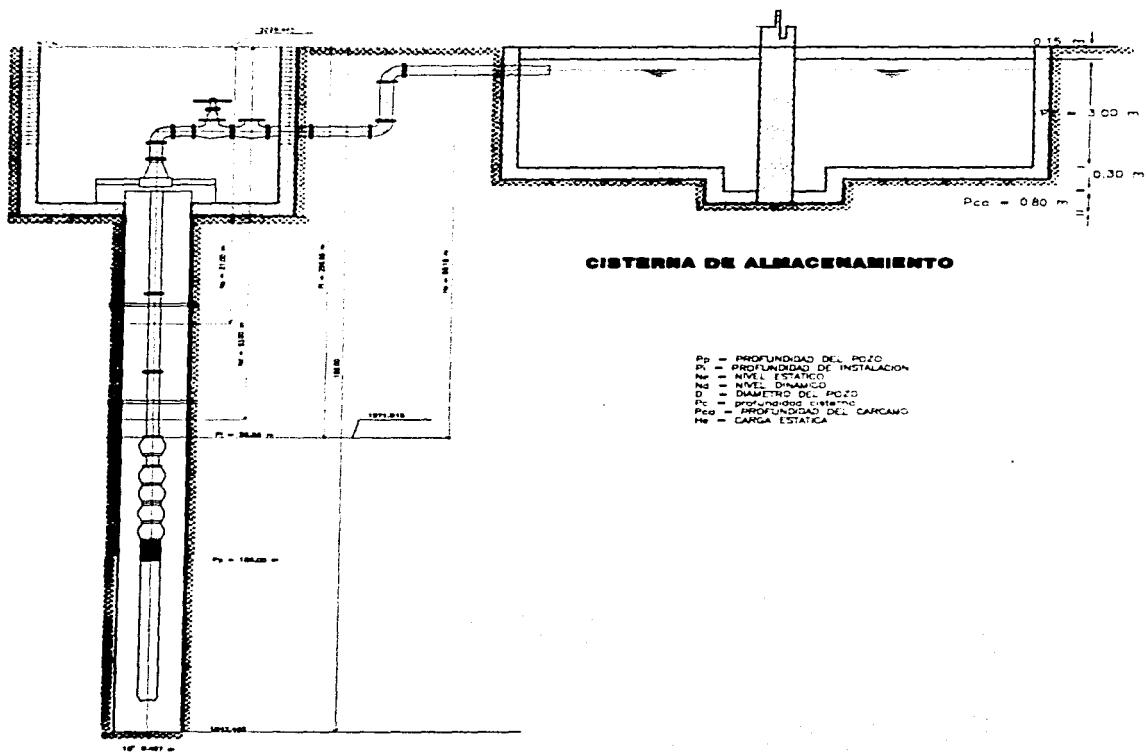
II.- DISEÑO DEL POZO:

<i>Tubería ranurada de 12" de diámetro en ademe.</i>	<i>76.00 m.</i>
<i>Tubería lisa de 12" de diámetro en ademe</i>	<i>110.00 m.</i>
<i>Tubería lisa de 18" de diámetro en contra ademe</i>	<i>100.00 m.</i>
<i>Cementación</i>	<i>100.00 m.</i>
<i>Tapón de cemento</i>	<i>0.50 m.</i>

III.- CARACTERISTICAS HIDRAULICAS:

<i>Nivel Estático.</i>	<i>21.00 m.</i>
<i>Nivel Dinámico</i>	<i>53.00 m.</i>
<i>Gasto de aforo</i>	<i>70 l.p.s.</i>
<i>Gasto de operación</i>	<i>12.42 l.p.s.</i>

POZO "LA CIENEGA" Y CISTERNA DE ALMACENAMIENTO



CISTERNA DE ALMACENAMIENTO

Pp = PROFUNDIDAD DEL POZO
 Pi = PROFUNDIDAD DE INSTALACION
 Ne = NIVEL ESTÁTICO
 Nd = NIVEL DINÁMICO
 D = DIÁMETRO DEL POZO
 Pc = PROFUNDIDAD CÍSTRICO
 Pcc = PROFUNDIDAD DEL CARGAMO
 He = CARGA ESTÁTICA

FIG. B

BOMBAS PARA POZOS PROFUNDOS

La perforación y la terminación de un pozo sólo constituyen una parte de la solución al problema de la obtención del agua en cantidad suficiente donde se desea usar. Generalmente, se requiere el agua para usarla a alturas algo mayores que la del pozo y a menudo, a distancia apreciable del mismo. Por lo tanto, debe encontrarse algún medio de elevarla desde la fuente y forzarla a través de un tubo, a velocidades adecuadas, hasta los puntos y alturas de empleo. La excepción a esta aseveración general es el caso de pozo de flujo artesiano, que tiene una descarga suficiente a presión adecuada, para satisfacer las demandas limitadas de una o varias casas pequeñas sin ninguna ayuda externa. Sin embargo, en la mayoría de los casos se necesita ayuda y ésta se recibe bajo la forma de una bomba apropiada. Es importante que la bomba sea seleccionada sobre la base de la demanda que debe satisfacer y la capacidad del pozo para producir agua.

Las bombas de pozo profundo son las que se instalan dentro del pozo y se emplean para extraer agua desde profundidades mayores de 25 pies (7.6 m.) bajo la superficie del suelo, y éstas pueden ser accionadas por un motor situado en la superficie del pozo, acoplado a la bomba por medio de un eje de transmisión, o por motores sumergibles dispuestos debajo de la bomba en el fondo del pozo.

Generalmente el agua de pozos profundos se bombea por medio de bombas centrífugas multicelulares, las cuales son capaces de vencer grandes alturas a base de disponer de rodetes pequeños en serie en lugar de uno solo de mayor tamaño.

Tipos de Bombas

Existen varias maneras de clasificar las bombas. Una clasificación básica las divide en dos grupos con respecto al diseño:

Bombas de desplazamiento constantes. *Son aquellas que están diseñadas para una descarga manos o menos constante de agua sin tomar en cuenta la carga de presión contra la que se encuentran operando.*

Bombas de desplazamiento variable. *que entregan agua en cantidad que varía inversamente con la carga la cual están operando.*

Los dos tipos principales de bomba de desplazamiento variable empleadas en los pozos profundos son las centrífugas y las de chorro.

Centrífugas. *Son bombas que transforman la energía mediante un rotor, que es una especie de rueda con aspas llamadas "alabes" que giran sobre su propio eje y por el cual pasa el fluido en forma continua.*

Las bombas centrífugas de pozo profundo son de diseño tipo turbina, el cual está mejor adaptado para usarse donde debe limitarse el diámetro de la bomba en este caso, por el de la envolvente del pozo.

Bombas de chorro. Las bombas eyectoras están construidas por una bomba centrífuga de una sola etapa, instalada en la superficie del terreno, la cual dirige una parte del caudal descargado a través de un eyector desde donde se retorna a la entrada de la bomba. El eyector puede ser tanto en la superficie, cuando el pozo es de poca profundidad, como en el fondo del pozo cuando éste es profundo. Esta técnica da lugar a una presión reducida debajo del eyector y a una gran presión en la entrada de la bomba, induciendo de esta manera, el flujo de agua desde el acuífero. El caudal que atraviesa el eyector oscila entre 150% y 250% del flujo inducido según la altura de impulsión.)

NIVELES DE BOMBEO.

Nivel Estático.- Es la distancia vertical que existe entre la referencia y el espejo del líquido cuando no opera la bomba.

Nivel Dinámico.- Es la distancia vertical que existe entre la referencia y el espejo del líquido cuando esta operando la bomba.

Nivel de Sumergencia.- Es la distancia vertical que existe entre la superficie libre del líquido a bombear y la campana de succión, este nivel elimina o previene la posible entrada de aire a la cámara de presión por la variación de niveles, llamado vórtice y su valor se obtiene experimentalmente por el fabricante de la bomba

Nivel de Cavitación.- Se puede definir como la carga estática que actúa en la bomba debido al inundamiento del primer impulsor y numéricamente es la distancia vertical entre el nivel del líquido en el cárcamo y el eje horizontal del primer impulsor, que es adyacente a la campana de succión.

CALCULO DE LA CARGA Y POTENCIA DE BOMBEO

La función de una bomba es proporcionarle al fluido una potencia tal que se pueda conducir un gasto (Q), de agua de la toma a la entrega.

Para lograr lo anterior se tiene que vencer la diferencia topográfica entre los niveles del agua en la toma y la entrega. Esta diferencia se conoce como carga estática y se representa con H_e en la figura "B"

De manera que la Potencia será:

$$P = \frac{\gamma \cdot QH_T}{76\eta}$$

Si consideramos que: $H_T = H_e + h_f$

donde:

- P = Potencia de bombeo, (HP)
 Q = Gasto de bombeo (m^3/s)
 γ = Gasto específico del fluido, (kg/m^3)
 H_T = Carga total de bombeo, (m)
 η = Eficiencia de la bomba.
 H_f = Pérdidas por fricción

El cálculo de las pérdidas se hará empleando la fórmula de Hazzen-Williams y que a continuación se presenta:

$$h_f = \frac{Q^{1.85} \times L}{(0.2788 \times C \times D^{2.63})^{1.85}}$$

donde

- Q Gasto del tramo, en $m^3/seg.$
 L Longitud del tramo, en m.
 D Diámetro de la tubería, en m.
 C Coeficiente de rugosidad, es función del tipo de material de la tubería ($c=100$).
 h_f Pérdidas por fricción en el tramo, en m.

Con los datos obtenidos: $Q = 12.42$ l.p.s.; $L = 64.05$ m.; $C = 110$; $D = 0.1016$ m.

$$h_f = \frac{(0.01242)^{1.85} \times (64.05)}{(0.2788 \times (110) \times (0.1016)^{2.63})^{1.85}} = 2.26$$

$$H_e = 2028.465 - 1971.15 = 56.10 \text{ m}$$

$$H_T = 56.10 + 2.26 = 58.36 \text{ m.}$$

Sustituyendo en la formula para calcular la potencia tenemos:

$$P = \frac{(1000)(0.01242)(58.36)}{76(0.67)} = 14.23$$

$$P = 15.00 \text{ H. P.}$$

Luego entonces tenemos que para una potencia comercial:

$$P = 20 \text{ H. P.}$$

SELECCION DE LA BOMBA

1.- Datos obtenidos:

$$Q = 12.42 \text{ LPS} \quad H = 64.40 \text{ m.}$$

2.- **Bomba Sumergible.** Determinación de las características del funcionamiento de la bomba.

De acuerdo con la gráfica "A" para el gasto de proyecto tenemos:

$$3 \text{ tazonos}; \quad \eta = 67\%; \quad \text{Sumergencia mínima} = 2.00 \text{ mts.}; \quad H = 60 \text{ m.}$$

Tomando la curva superior ya que la carga a 58.38 m nos manda a la mitad entre las curvas 2 y 3r1

Este tipo de bomba tiene acoplado el motor y de acuerdo a la curva característica correspondiente tiene una potencia de 20 H.P. por lo que cubre la potencia requerida.

ANALISIS DE LA CARGA NETA POSITIVA DE SUCCION (NPSH)

La Carga Neta Positiva de Succión es un concepto que establece las condiciones mínimas de succión que se deben tener para evitar la CAVITACION.

$NPSH_{req}$ = Característica propia de la bomba y su valor es dado por el fabricante. (30 ft)

$NPSH_{disp}$ = Es el que se calcula y depende del sitio de bombeo, así como de las características físicas de la instalación.

Para este cálculo tenemos:

$$NPSH_{disp} = \frac{P_a}{\gamma} - P_v \pm Z_s - hf$$

donde:

P_a = Presión atmosférica

P_v = Presión de vaporización del líquido bombeado

γ = Peso específico del agua

Z_s = Altura de succión (se considera 9.00 m. a partir del nivel dinámico)

hf = Pérdidas de carga en la succión

Presión atmosférica

$$H_a = \frac{P_{at}}{\gamma}$$

$$H_a = 10.33 - \frac{ELEV}{869.57}$$

$$H_a = 10.33 - \frac{2140}{869.57} = 7.87 \text{ m.c.a.}$$

La (P_v) presión de vapor a una temperatura de 18 °C como se tiene en el sitio del proyecto, es de : $P_v = 0.224 \text{ m.c.a.}$

En toda la instalación y para cualquier condición de trabajo $NPSH_{disp.}$ deberá ser como mínimo igual al valor del $NPSH_{req.}$ por la bomba de que se trate, pero se recomienda que ese valor sea mayor.

Sustituyendo los valores encontrados en la ecuación de $NPSH_{disp.}$:

$$NPSH_{disp.} = 7.87 - 0.22 + 4.00 - 4.43 = 9.39 \text{ m.}$$

$$\text{Factor de seguridad} = \frac{NPSH_d}{NPSH_r} = \frac{9.39}{2.0} = 4.70$$

Por lo anterior se verifica que este equipo de bombeo cumple satisfactoriamente.

Así mismo el ojo del primer impulsor del equipo de bombeo esta a 4.00 m. del nivel dinámico, esto es para que la bomba trabaje eficientemente sin el fenómeno de la Cavitación.

De acuerdo a los datos proporcionados por el fabricante, el primer paso tiene como medida 18 5/8" = 0.4730 metros y los pasos adicionales (2) mide cada uno 5 7/8" = 0.2985 metros, la suma total del cuerpo de tazon es de 0.7715 metros; esto lo restamos de los 68.00 metros con lo que es la longitud total quedando de la siguiente forma:

$$64.05 - 0.7715 = 63.28 \text{ m}$$

Lo que nos indica que debemos calcular los tramos de columna y como estos son de 3.05 mts. tenemos que:

$$63.00 / 3.05 = 20.75 \text{ tramos.} \approx 21 \text{ tramos}$$

Por lo tanto se tienen 21 tramos completos.

RESUMEN DE LAS CARACTERISTICAS DE LA BOMBA Y MOTOR ELECTRICO

BOMBA CENTRIFUGA VERTICAL SUMERGIBLE	132130/8-MSU25/6
MARCA	BAMSA
R.P.M.	3450
N.P.S.H. REQUERIDO	2 m (mínimo)
DIAMETRO DEL IMPULSOR CERRADO	5 1/8" = 0.130 MTS
DIAMETRO EXTERIOR DE MOTOR BOMBA Y CABLE.	7 1/4" = 0.2222 MTS
GASTO (Q)	12.42 lps
CARGA (H)	58.38 M.
PASOS (N)	N = 3 PASOS
TRAMOS DE COLUMNA DE 4"	21 TRAMOS DE 3.05 M.
MOTOR SUMERGIBLE ACOPLADO A LA BOMBA CON DATOS PROPORCIONADOS POR EL FABRICANTE	
MOTOR ELECTRICO SUMERGIBLE ACOPLADO A LA BOMBA.	MSU
POTENCIA	20 H.P.
VELOCIDAD	3450 RPM
VOLTAJE	220 VOLTS.
CORRIENTE	3 FASES, 2 POLOS.

CISTERNA DE ALMACENAMIENTO

Previendo una posible falla en la bomba y que la línea se quede sin suministro, se propone una cisterna que tiene como propósito almacenar 16 horas del gasto medio con el fin de seguir alimentando a la línea de conducción, para tal efecto será necesario hacer otro bombeo de la cisterna a un pequeño tanque elevado que además servirá para dar carga y de este punto llevar el agua a través de la línea por gravedad.

Las dimensiones de la cisterna de almacenamiento se realizarán de acuerdo a los siguientes datos:

$$Q_{med} = 10.35 \text{ l. p. s.} = 0.01035 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Almacenamiento por 16 hrs.

$$Q_a = 0.01035 (3600) (16) = 596.16 \text{ m}^3.$$

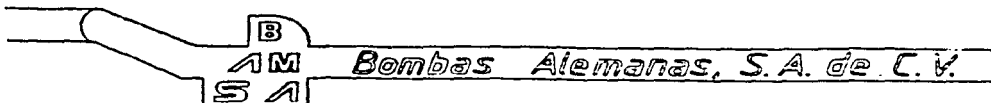
Por lo tanto tenemos la siguiente estructura (plano anexo No.)

$$\text{Longitud libre de la cisterna} = 15.00 \text{ m.}$$

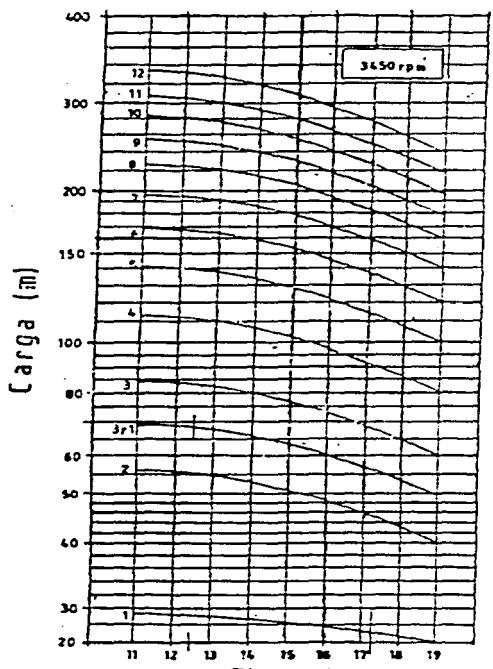
$$\text{Ancho libre de la cisterna} = 14.00 \text{ m}$$

$$\text{Profundidad libre de la cisterna} = 3.00 \text{ m}$$

$$\text{Volumen} = 15.00 \times 14.00 \times 3.00 = 630.00 \text{ m}^3.$$



Caudal (Vs)



Combinaciones Bomba-Motor

Cpo. de tazones	Motor acoplado
1	MSU 10/6
2	MSU 15/6
3r ¹	MSU 20/6
3	MSU 25/6
4	MSU 30/6
5	MSU 40/6
6	MSU 50/8 (50/10)
7	MSU 60/8 (60/10)
8	MSU 60/8 (60/10)
9	MSU 75/8 (75/10)
10	MSU 75/8 (75/10)
11	MSU 80/8 (80/10)
12	MSU 100/8 (100/10)
13	MSU 100/8 (100/10)
14	MSU 125/8 (125/10)

Observaciones:

Las bombas pueden operar en cualquier punto de las curvas
 Máxima temperatura del agua 30°C
 De 30-40° C escoger motor de mayor potencia.

Sumergencia mínima de 2.00 mts.

Eta se reduce con:

- 5 pasos - 1 %
- 4 pasos - 2 %
- 3 pasos - 3 %
- 3r¹ pasos - 4 %
- 2 pasos - 5 %
- 1 paso - 5 %



- 4 %

LÍNEA DE CONDUCCIÓN

La línea de conducción es la parte del sistema que transporte el agua través de un conjunto de conductos, estructuras de operación, de protección y especiales, destinadas a conducir el agua desde la fuente de abastecimiento hasta el sitio de la entrega.

La capacidad de la línea de conducción se calcula con el gasto máximo diario o con el que se considere conveniente tomar de la fuente de abastecimiento.

La línea de conducción puede ser por gravedad o por bombeo.

CONDUCCIONES POR GRAVEDAD - *Se pueden efectuar de dos maneras trabajando a superficie libre o funcionando a presión, siendo este caso el que se considera casi en la totalidad de las obras de conducción*

Para el proyecto de líneas de conducción a presión, se deben tomar en cuenta los aspectos que se mencionan a continuación

- a) La tubería debe seguir, en lo posible, el perfil del terreno y su localización se escoge para que sea la más favorable, con respecto al costo de construcción y las presiones resultantes. Se debe tener especial atención en la línea de gradiente hidráulico, ya que mientras más cercana esté a la conducción a esta línea, la presión en los tubos es menor, esta condición puede traer como consecuencia un ahorro en el costo de la tubería. En ocasiones las altas presiones internas se pueden eliminar rompiendo la línea de gradiente hidráulico con la instalación de almacenamientos auxiliares, como embalses o cajas rompedoras de presión. La velocidad en la tubería debe ser lo suficientemente grande para prevenir que se depositen sedimentos en ella.*
- b) Como en casi la totalidad de las obras de conducción, las tuberías se instalan en zanja; durante el trazo topográfico debe procurarse disminuir al máximo posible la excavación en roca.*
- c) Cuando la topografía es accidentada se localizan válvulas de admisión y expulsión de aire en los sitios más elevados del perfil, mientras que, cuando la topografía sea más o menos plana se ubican en puntos situados cada 1.5 kilómetros como máximo y en los puntos más altos del perfil de la línea.*
- d) En tramos con pendiente fuerte, ascendente o descendente, se debe analizar la conveniencia de instalar válvulas de admisión o expulsión de aire en puntos intermedios.*
- e) Por otra parte los desagües se utilizan generalmente en los puntos más bajos del perfil, con el fin de vaciar la línea en caso de ruptura durante su operación. También se utilizan para el lavado de la línea durante su construcción.*

CONDUCCIONES POR BOMBEO - El bombeo del agua se hace generalmente de un pozo o de un cárcamo. El equipo de bombeo produce un incremento brusco en el gradiente hidráulico para vencer todas las pérdidas de energía en la tubería de conducción.

Para definir las características de una línea de conducción debe hacerse un análisis de diámetro económico.

Se analizan los mismos aspectos que en el diseño de conducciones a gravedad; además es importante reducir cuando sea posible, la longitud de la línea a presión, disminuyendo con esto los efectos de los fenómenos transitorios.

Se deben analizar los fenómenos transitorios en la línea de conducción, con el objeto de revisar si los tipos y las clases de la tubería seleccionada son los adecuados y si se requieren estructuras de protección como son: Tanques unidireccionales, válvulas aliviadoras de presión, torres de oscilación y cámaras de aire.

Los materiales que se utilizan en la actualidad en las líneas de conducción son fabricados a base de asbesto, acero, concreto reforzado y plástico (polietileno y P.V.C.)

PIEZAS ESPECIALES Y DISPOSITIVOS DE CONTROL Y PROTECCIÓN DE BOMBAS Y TUBERÍAS.

Las tuberías de conducción están compuestas (1) por tramos rectos y curvos para ajustarse a los accidentes topográficos (2) por cambios que se presentan en la geometría de la sección y (3) por distintos dispositivos para el control del flujo en la tubería o para asegurar que el funcionamiento de la línea de conducción sea eficiente.

PIEZAS ESPECIALES.- Las conexiones de la tubería en las intersecciones, cambios de dirección, variación de diámetros, accesos a válvulas, etc., se denominan comúnmente como "piezas especiales" y pueden ser de hierro fundido, asbesto-cemento o P.V.C., dependiendo de que material sean los tubos.

Por otra parte para interconectar la tubería hidráulica de P.V.C. y formar líneas de conducción y circuitos, existen todas las conexiones necesarias: ya sea para cambiar la dirección del flujo del agua, derivar o unir sistemas de igual o diferente diámetro, cerrar los extremos de una línea, unir tubería de PVC a válvulas o piezas metálicas bridadas o con rosea y componer fallas en una línea ya tendida. También es posible unir la tubería hidráulica de PVC, serie métrica, con la serie inglesa e incluso unirla con tubería de asbesto-cemento.

En el caso de la serie métrica todas las conexiones de 50 a 315 mm son de PVC. Para diámetros mayores no se fabrican todas las conexiones de PVC; por ello es necesario utilizar combinación con extremidades de PVC, o juntas mecánicas diseñadas especialmente para tubería de PVC.

DISPOSITIVOS DE CONTROL Y PROTECCION EN LA LINEA DE CONDUCCION.-En las líneas de conducción siempre es necesario el empleo de ciertos elementos cuyo objeto es, el de algunos, proteger a las tuberías, y si lo hay, al equipo de bombeo, en general y principalmente del fenómeno llamado golpe de ariete; otros elementos controlan la descarga de la línea de conducción.

A continuación se comentará la función de los elementos de control y protección que se usan con más frecuencia en una línea de conducción

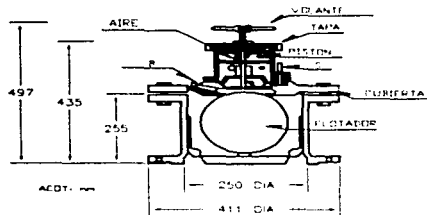
JUNTA FLEXIBLE - Es recomendable para absorber algunos movimientos ocasionados por el trabajo de la bomba, así como pequeños desalineamientos producidos durante el montaje del conjunto; también se aprovechan para desconectar con facilidad la unidad de bombeo cuando se requiera. Generalmente son empleadas las juntas Dresser y Gibault o algún otro elemento similar

VALVULAS ELIMINADORAS DE AIRE.- Algunas se instalan con el objeto de expulsar el aire retenido en la succión cuando la bomba no trabaja. Esta expulsión se efectúa luego de iniciarse la operación de la bomba; se ubican generalmente a continuación de la junta flexible. Uno de los tipos más usados es el que muestra la figura c al cual puede acoplársele una válvula Check, con el objeto de amortiguar el golpe del agua para prolongar su vida útil y evitar ruidos desagradables. La instalación de esta Check es sumamente recomendable.

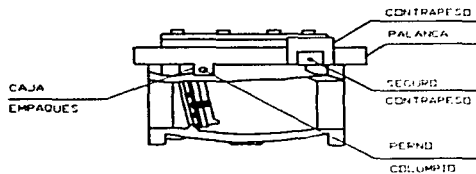
También se instalan válvulas eliminadoras de aire a lo largo de la línea de conducción, pues el aire en las tuberías supone una condición altamente perjudicial y potencialmente peligrosa cualquiera que sea el material que constituye el tubo. Al acumularse en el interior de una conducción, tiende a ocupar los puntos topográficos altos del perfil de la línea y si no se extrae, produce una estrangulación de la sección que puede llegar a interrumpir el flujo de agua. El mayor peligro, sin embargo, está en la posible compresión de este aire y su expulsión súbita así como en una interrupción repentina del flujo que puede multiplicar enormemente la presión de la bolsa de aire acumulado en la tubería traduciéndose en una verdadera explosión con proyección de fragmentos.

El diámetro de la "válvula de expulsión de aire", como también se les llama, se puede seleccionar de acuerdo al diámetro de la tubería y gasto que conducirá la línea, por medio de las reglas empíricas del cuadro que a continuación se presenta:

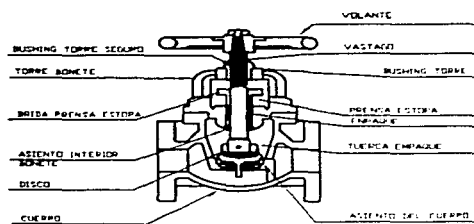
DIAMETRO DE LA TUBERIA	GASTO lps	DIAMETRO DE LA VALVULA
1/2" a 4"	0.0 a 2.6	1/2"
6" a 10"	12.7 a 50.4	1"
12" a 18"	50.5 a 201.6	2"
20" a 24"	201.7 a 472.5	3"
25 a 30"	472.6 a 819.0	6" a 8"



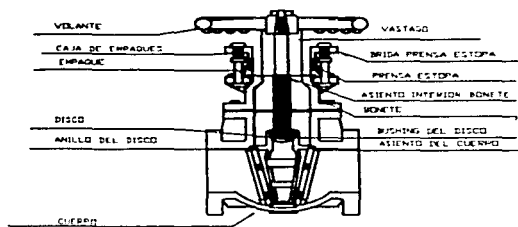
VALVULA ELIMINADORA DE AIRE



VALVULA CHECK O DE RETENCION



VALVULA DE GLOBO



VALVULA DE COMPUERTA

VÁLVULAS DE RETENCIÓN.- Estas válvulas se usan con el objeto de retener la masa de agua que se encuentra en la tubería, cuando la bomba suspende su operación y con el fin de evitar esfuerzos excesivos en las bombas debido al fenómeno del golpe de ariete. Esto no quiere decir que estas válv. las eliminen el efecto de ese fenómeno, sino que únicamente lo atenúan.

La selección del tipo de Check para una determinada instalación dependerá del diámetro de la válvula a emplear, de las presiones que operará y de su costo en el mercado. En varios proyectos, el tiempo de entrega que ofrecen sus fabricantes puede ser determinante para el tipo elegido.

VÁLVULA DE COMPUERTA.- La válvula de compuerta se emplea con el objeto de aislar en un momento dado algún elemento o sección del sistema para poder efectuar una reparación, inspección o dar mantenimiento, sin que se interrumpa totalmente el servicio.

El tipo de válvula de compuerta más empleado, se caracteriza por ser brindada y con vástago saliente, es decir que éste se desplaza según su eje vertical. Esto tiene la ventaja de que el operador se puede cerciorar con facilidad cuando la válvula está abierta o cerrada.

Es muy importante señalar que la válvula de compuerta está diseñada propiamente para ser operada cuando se requiera un cierre o abertura total y no se recomienda para usarse como reguladora de gasto.

VÁLVULAS DE MARIPOSA.- Las válvulas de mariposa puede sustituir a la de compuerta cuando se requieren diámetros grandes y para presiones bajas en la línea, tienen la ventaja de ser más ligeras, son de menor tamaño y más baratas. Estas válvulas se operan por medio de una flecha que acciona un disco haciéndolo girar centrado en el cuerpo de la válvula, la operación puede ser manual, semi automática o automática, mediante dispositivos neumáticos, hidráulicos o eléctricos. El diseño hidrodinámico de esta válvula permite emplearla como reguladora de gasto y en ciertos casos para estrangular la descarga de una bomba.

VÁLVULAS DE GLOBO.- Son voluminosas y presentan una alta resistencia al paso del agua, por lo que se emplean generalmente, solo en tuberías de pequeños diámetros. Constan de un disco horizontal accionado por un vástago para cerrar o abrir un orificio por el que pase el agua; este mecanismo se encuentra dentro de una caja de fierro fundido con extremos de brida para los diámetros grandes y de rocas para los pequeños.

VÁLVULAS DE ALIVIO CONTRA GOLPE DE ARIETE.- Las válvulas aliviadoras de presión son empleadas para proteger el equipo de bombeo, tuberías y demás elementos en la conexión, contra los cambios bruscos de presión que se producen por el arranque o paro del equipo de bombeo.

La válvula esta diseñada de tal manera que puede abrirse automáticamente y descargar al exterior cuando la presión en el sistema es mayor que aquella con la que fue calibrada lográndose con ello el abatimiento de la línea piezométrica.

El cierre de esta válvula también es automático y se logra cuando la presión en la línea llega a ser menor que la de su ajuste o calibración.

En general, las válvulas de alivio que existen en el mercado, básicamente tienen el mismo diseño, y están constituidas en esencia por dos partes; una que corresponde al cuerpo de la válvula propiamente dicho y la otra formada por los mecanismos de control. En el cuerpo de la válvula se encuentra el elemento actuador, constituido por un pistón cuya posición regula el funcionamiento de la válvula. El control de este pistón se efectúa por medio de una válvula piloto calibrada que actúa con una presión determinada y no es más que una válvula de aguja de precisión para pequeños flujos. El piloto de control de esta válvula puede ser hidráulico, eléctrico o de ambos tipos.

Las válvulas que se usan con más frecuencia son las llamadas de pistón y las de diafragma, preferentemente con ambas clases de control. Las dos funcionan satisfactoriamente, pero en ocasiones se prefiere la válvula con pistón por que la otra requiere de un servicio de mantenimiento más frecuente, debido a que el material de que está hecho el diafragma (thule, neopreno, etc.) se deteriora dependiendo del tipo de agua que se maneje.

Cuando se ha definido el empleo de válvulas de alivio, su diámetro se determina en función del gasto de escurrimiento en la tubería a la que se conectará, de las presiones originadas por el golpe de ariete y de las pérdidas de carga, normalmente tolerables, ocasionadas por esta válvula.

El desfogue de la válvula de alivio deberá diseñarse sin posibilidad de ahogamiento y guiar la descarga hacia aguas abajo de la fuente de abastecimiento.

DESAGÜES.- *Se utilizan generalmente en los puntos más bajos del perfil con el fin de desaguar la línea en caso de roturas durante su operación; también se puede usar para el lavado de la línea durante la construcción. No es recomendable la utilización de válvulas para desagües. El crucero se forma con una Te con brida, tapa ciega y dos juntas universales, todas ellas de fierro fundido. Si en la conducción se emplean tuberías de PVC, se usan conexiones de este material para el desagüe o vaciado.*

ATRAQUES.- *Son elementos estructurales, generalmente de concreto, que impiden que la tubería en operación se presenten movimientos por efecto de las fuerzas dinámicas, producidas por la presión y por el choque del agua en los puntos de cambio de dirección.*

ANALISIS HIDRAULICO.

El cálculo de las pérdidas se hizo mediante el empleo de la fórmula de Hazzen-Williams la cual ya se mencionó en párrafos anteriores y tomando en cuenta los datos que se calcularon en el capítulo 3 denominado ANALISIS DE LA DEMANDA y se presentan en el RESUMEN DE DATOS y coeficiente de Hazzen-Williams 100 para P.V.C. usado, con estos datos se obtuvieron los resultados que se presentan en la siguiente tabla y en el plano general se presenta (ANEXO) la interpretación de los datos

CALCULO DE PERDIDAS POR FRICCION PARA LA LINEA DE CONDUCCION EL LLANO

Empleando la fórmula de Hazzen-Williams

TRAMO		Q (m3/seg)	Longitud (m)	Diámetro		coeficiente C	Pérdidas			Cotas			Carga Disponible
DE	AL			plg	m		fricción	locales	totales	Terreno	Plantilla	Piezometrica	
T1	T1									2028 465	2052 814	2052 814	24 349
T1	PI-1	0.012417	35.41	6.00	0.15	100.00	0.21	0.015	0.23	2028 278	2027 178	2052 588	24 310
PI-1	PI-2	0.012417	17.44	6.00	0.15	100.00	0.10	0.007	0.11	2028 125	2027 025	2052 477	24 352
PI-2	PI-3	0.012417	9.67	6.00	0.15	100.00	0.06	0.004	0.06	2028 076	2026 976	2052 416	24 340
PI-3	PI-4	0.012417	20.20	6.00	0.15	100.00	0.12	0.008	0.13	2028 000	2026 900	2052 287	24 287
PI-4	PI-5	0.012417	148.63	6.00	0.15	100.00	0.89	0.061	0.95	2028 000	2026 900	2051 340	23 340
PI-5	PI-6	0.012417	38.26	6.00	0.15	100.00	0.23	0.016	0.24	2027 079	2025 979	2051 096	24 017
PI-6	PI-7	0.012417	112.22	6.00	0.15	100.00	0.67	0.046	0.71	2028 581	2027 481	2050 381	21 800
PI-7	PI-8	0.012417	44.52	6.00	0.15	100.00	0.27	0.018	0.28	2028 362	2027 262	2050 098	21.736
PI-8	PI-9(2)	0.012417	55.90	6.00	0.15	100.00	0.33	0.023	0.36	2029 073	2027 973	2049 742	20 669
	PI-9(2)									2029 07	2027 97	2049 742	20 669
PI-9(2)	PI-11(3)	0.002615	233.90	4.00	0.10	100.00	0.56	0.020	0.58	2031 60	2030 60	2049 160	17 561
	PI-11(3)									2031 60	2030 60	2049 160	17 561
PI-11(3)	PI-12	0.001636	43.50	2.50	0.06	100.00	0.43	0.005	0.44	2031 95	2030 95	2048 723	16 772
PI-12	PI-14	0.001636	50.00	2.50	0.06	100.00	0.50	0.006	0.50	2031 86	2051 42	2048 220	16 364
	PI-9(2)									2029 073	2027 973	2049 742	20 669
PI-9(2)	PI-10	0.009802	228.90	6.00	0.15	100.00	0.88	0.022	0.90	2029 477	2028 38	2048 838	19 361
PI-10	PI-15	0.009802	123.45	6.00	0.15	100.00	0.48	0.012	0.49	2027 141	2026 04	2048 351	21 210
PI-15	PI-15'	0.009802	9.75	6.00	0.15	100.00	0.04	0.001	0.04	2028 741	2025 64	2048 313	21 572
PI-15'	PI-16'	0.009802	117.40	6.00	0.15	100.00	0.45	0.011	0.46	2028 224	2027 12	2047 849	19 625
PI-16'	PI-17	0.009802	51.93	6.00	0.15	100.00	0.20	0.005	0.20	2029 504	2028.40	2047 644	18 140
PI-17	PI-18	0.009802	235.57	6.00	0.15	100.00	0.91	0.023	0.93	2030 105	2029 01	2046 715	16 610
PI-18	PI-T2	0.009802	26.52	6.00	0.15	100.00	0.10	0.003	0.10	2029 655	2028 56	2046 610	16 955
	PI-11(3)									2031 599	2030 599	2049 160	
PI-11(3)	PI-19	0.000979	330.22	3.00	0.08	100.00	0.52	0.004	0.53	2031 685	2030 685	2048 634	16 949
PI-19	PI-20	0.000979	706.98	3.00	0.08	100.00	1.12	0.008	1.13	2030 952	2029 952	2047 508	16 556
PI-20	PI-21	0.000979	64.78	3.00	0.08	100.00	0.10	0.001	0.10	2031 991	2030 991	2047 405	15 414
PI-21	PI-22	0.000979	80.50	3.00	0.08	100.00	0.13	0.001	0.13	2032 010	2031 010	2047 277	15 267
PI-22	PT-T3	0.000979	79.92	3.00	0.08	100.00	0.13	0.001	0.13	2032 150	2031 150	2047 150	15 000

5. TANQUE DE REGULARIZACION Y ALMACENAMIENTO.

TANQUE DE REGULACION.- Es un depósito de agua que permite cubrir los déficits en la demanda originados por los picos que se presentan a lo largo de un día.

En nuestro sistema se proporciona al depósito un gasto constante a través de bombeo, como la demanda a lo largo del día es variable, esto es, muy baja por las noches y por el día generalmente se presentan dos picos uno mayor al inicio de las actividades y otro al medio día durante la elaboración de los alimentos y el lavado de utensilios.

De acuerdo a lo anterior el tanque regulador deberá guardar por las noches el excedente, ya que los ingresos son mayores que la demanda para que éste se utilice en las horas pico debido a que las salidas son mayores que el gasto que entra por bombeo. Es decir este tanque regula los excedentes y los usa en las horas de mayor demanda. Y Su capacidad quedará definida por el tamaño del volumen que se deberá guardar.

Cuando además de la regulación se cuenta con un volumen adicional para almacenar agua en el tanque, se dispone entonces de una cantidad como reserva con el objeto de no suspender el servicio en caso de desperfectos en la captación o en la conducción, así como satisfacer demandas extraordinarias como el combate de incendios.

Los tanques se pueden clasificar por el material con que se construyen y pueden ser metálicos, de concreto armado y de mampostería. Por su posición con respecto al nivel del suelo pueden ser **superficiales, elevados o enterrados**; los más usuales son los superficiales y enterrados.

Tanques superficiales. Son depósitos que se construyen al nivel del suelo cuyas paredes pueden construirse de mampostería de piedra o concreto reforzado, revistiéndolas en ambos casos con gunita o un impermeabilizante integral al concreto, los pisos y las tapas preferentemente son de concreto reforzado.

Tanques elevados. Se emplean cuando no es posible construir un tanque superficial por no tener en la proximidad de la zona a que servirá, una elevación natural adecuada. El "tanque elevado" se refiere a la estructura integral que consiste en el tanque, la torre y la tubería elevadora. Los más comunes son a base de acero, pero también pueden construirse de concreto reforzado tanto el tanque como la torre.

Debe darse ventilación a los tanques por medio de tubos verticales u horizontales, que atraviesan el techo o la pared según figura 5.1. También se pueden ventilar a través de aberturas con rejas de hierro de 30 x 60 cm. Instaladas en la periferia del tanque figura 5.2, aunque este tipo de ventilación no es muy recomendable Además deben de contar con tubos para demasías y desagüe

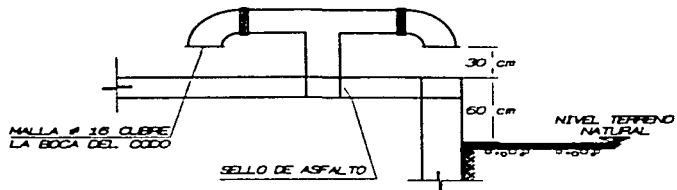


FIG. 5.1 VENTILACION DEL TANQUE CON TUBO VERTICAL

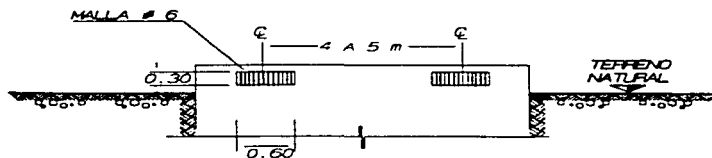
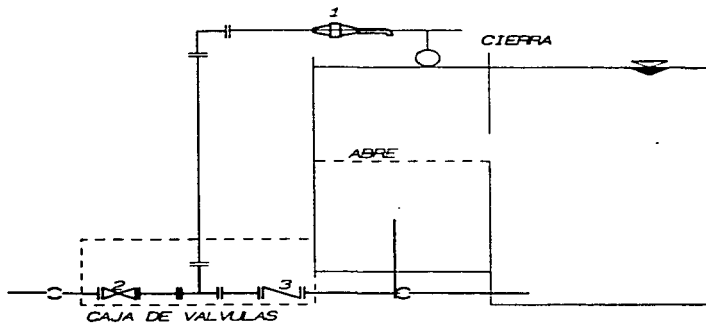


FIG. 5.2 VENTILACION CON ABERTURAS, CON REJAS Y MALLAS



1. - VALVULA DE ALTITUD
2. - VALVULA DE SECCIONAMIENTO
3. - VALVULA DE RETENCION

FIG. 5.3 DISPOSICION DE LA ENTRADA DE AGUA AL TANQUE

se indica en la figura se usa principalmente en líneas de alimentación a tanque elevados, cerrando automáticamente cuando el tanque está lleno y abriendo cuando la presión sobre el lado del bombeo es menor que sobre el lado del tanque. La válvula puede operar por la presión de agua en la línea o por energía eléctrica transmitida a un solenoide.

Cálculo del volumen del tanque

La regulación se hace por periodos de 24 horas (1 día) y básicamente el cálculo del volumen del tanque consiste en conciliar las leyes de suministro o de entrada y de demanda o de salida de los gastos que se estén considerando en un problema dado. Estas leyes pueden ser de tipo uniforme o variable y se representan gráficamente por medio de los hidrogramas correspondientes. La ley de demanda que representa el consumo de agua de las poblaciones en la República Mexicana expresada como porcentajes horarios del volumen o gasto horario en el día de máximo consumo fue determinada estadísticamente por el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.A. (cuadro 5.1). Tomando en cuenta esta ley, el hidrograma de consumo de una población quedaría como se muestra en la figura 5.4.

El cálculo del volumen del tanque de regularización se puede hacer en forma analítica o en forma gráfica.

Cálculo Analítico

Este se hace mediante una tabla como la que se presenta en el cuadro 5.2 para facilitar el trabajo y como la ley de demanda o salida se conoce en función de los porcentajes horarios del gasto máximo diario, en esta misma forma se expresara la ley de entrada. En dicho cuadro se aprecia que, para calcular el volumen se suman los valores absolutos del máximo excedente y máximo déficit respectivamente. Esto se debe a que de las 0 a las 7 horas entra al tanque más agua de la que sale por lo que se tiene un porcentaje de acumulación máximo; después de las 7 horas comienza a aumentar la demanda respecto al agua que entra al tanque, por lo que se usa el agua que se tiene acumulada, esta situación dura hasta las 15 horas en donde el tanque se encuentra vacío. A partir de esta hora existe un déficit: sale más de lo que entra y no se cuenta con un volumen para cubrir el faltante. A las 18 horas se llega al más crítico (máximo faltante). De lo anterior, se ve la necesidad de contar de antemano con un volumen de agua en el tanque equivalente al máximo déficit, que en este caso es de 80.

En el cuadro 5.3 se ve que adicionando el déficit se puede cubrir todas las demandas.

Cuando la alimentación se efectúa sólo durante unas horas se tiene que aumentar el caudal de entrada para compensar las horas en que no haya alimentación y tener al final del día un total que corresponda al 2400 por ciento horario (100 % durante las 24 hrs).

TABLA 5.1**LEY DE DEMANDAS HORARIAS**

Variaciones del consumo, expresadas como porcentajes horarios del gasto máximo diario en algunas poblaciones.

Horas	Poblaciones Pequeñas	Irapuato	Torreón	Cd. México
0-1	45.0	50	53	61
1-2	45.0	50	49	62
2-3	45.0	50	44	60
3-4	45.0	50	44	57
4-5	45.0	50	45	57
5-6	60.0	50	56	56
6-7	90.0	120	126	78
7-8	135.0	180	190	138
8-9	150.0	170	171	152
9-10	150.0	160	144	152
10-11	150.0	140	143	141
11-12	140.0	140	127	138
12-13	120.0	130	121	138
13-14	140.0	130	109	138
14-15	140.0	130	105	138
15-16	130.0	140	110	141
16-17	130.0	140	120	114
17-18	120.0	120	129	106
18-19	100.0	90	146	102
19-20	100.0	80	115	91
20-21	90.0	70	75	79
21-22	90.0	60	65	73
22-23	80.0	50	60	71
23-24	60.0	50	53	57

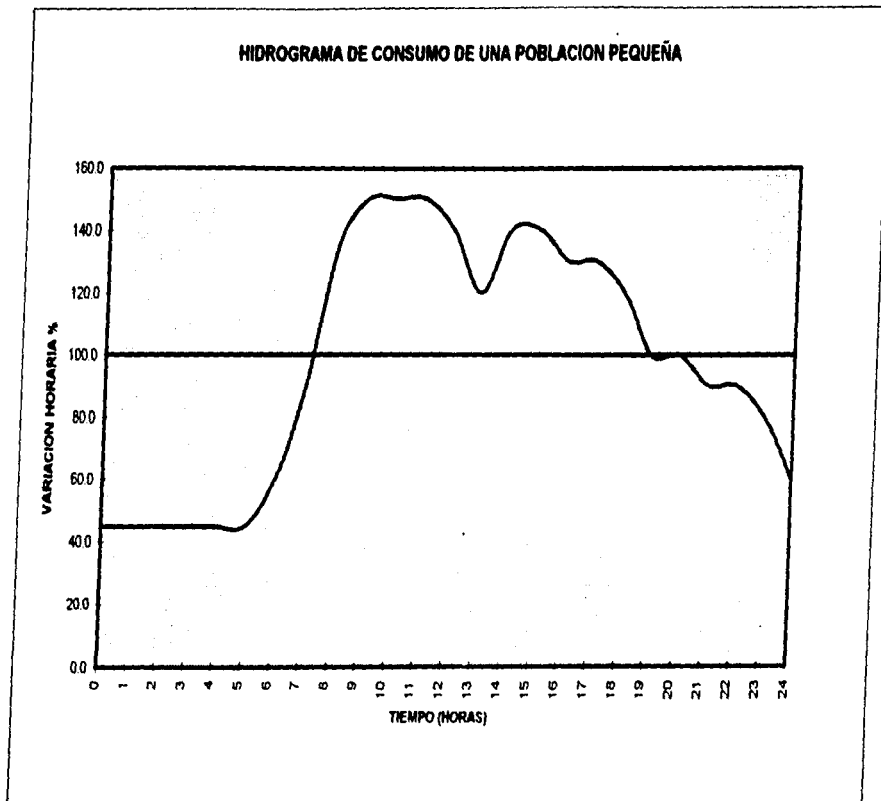


FIGURA 5.4. HIDROGRAMA DE CONSUMO DE UNA POBLACION PEQUEÑA

TABLA 5.2
Volumen de regularización para el caso de suministro
las 24 horas

Horas	Suministro (Entradas) Q. Bombeo en %	Demandas (Salidas)		
		Demanda horaria %	Diferencias	Diferencias Acumuladas
0-1	100	45	55	55
1-2	100	45	55	110
2-3	100	45	55	165
3-4	100	45	55	220
4-5	100	45	55	275
5-6	100	60	40	315
6-7	100	90	10	325
7-8	100	135	-35	290
8-9	100	150	-50	240
9-10	100	150	-50	190
10-11	100	150	-50	140
11-12	100	140	-40	100
12-13	100	120	-20	80
13-14	100	140	-40	40
14-15	100	140	-40	0
15-16	100	130	-30	-30
16-17	100	130	-30	-60
17-18	100	120	-20	-80
18-19	100	100	0	-80
19-20	100	100	0	-80
20-21	100	90	10	-70
21-22	100	90	10	-60
22-23	100	80	20	-40
23-24	100	60	40	0
TOTAL	2400	2400		

$C_t = 325 + 80 = 405 \%$

$C = 4.05 \times 3600/1000 \times Q_{md} = 14.58 Q_{md}$

C = Capacidad del tanque en m³

Q_{md} = Gasto máximo diario en lts/seg

TABLA 5.3**Adición del déficit del Cuadro 5.2 para cubrir
las demandas**

Horas	Demandas Salidas Diferencias	Demandas Salidas Diferencias	Diferencias Acumuladas + (Max. deficit) 80
0-1	55	55	135
1-2	55	110	190
2-3	55	165	245
3-4	55	220	300
4-5	55	275	355
5-6	40	315	395
6-7	10	325	405
7-8	-35	290	370
8-9	-50	240	320
9-10	-50	190	270
10-11	-50	140	220
11-12	-40	100	180
12-13	-20	80	160
13-14	-40	40	120
14-15	-40	0	80
15-16	-30	-30	50
16-17	-30	-60	20
17-18	-20	-80	0
18-19	0	-80	0
19-20	0	-80	0
20-21	10	-70	10
21-22	10	-60	20
22-23	20	-40	40
23-24	40	0	80

Cálculo gráfico.

El cálculo gráfico del volumen de un tanque de regularización está basado en la combinación de la "curva masa de salida" (ley de salida) para los mismos intervalos de tiempo. La curva masa o diagrama de Rippl consiste en una gráfica que representa volúmenes acumulados escurridos en una sección con relación al tiempo fig. 5.5

Características del diagrama de RIPPL.

1. La diferencia de ordenadas para dos tiempos dados mide el volumen escurrido en ese intervalo fig. 5.6 o sea

$$Y_2 - Y_1 = \text{volumen escurrido entre } t_1 \text{ y } t_2$$

2. La pendiente de la tangente en un punto. Figura 5.7.

$$Q = \frac{dv}{dt}$$

Por lo que en una curva masa no puede haber pendientes negativas, sino a lo sumo iguales a cero.

3. Si se unen dos puntos (dos instantes) de la curva masa mediante una recta, su pendiente representa el gasto medio entre esos dos puntos o instante figura 5.8.

$$Q_{\text{medio}} = \frac{\text{Volumen escurrido}}{t_2 - t_1}$$

Cálculo del volumen de regulación.

En el caso de abastecimiento de agua, los volúmenes requeridos de almacenamiento se calculan para efectuar una regulación diaria de los volúmenes de entrada y salida que deberán ser iguales para satisfacer las necesidades de la población. Se acostumbra representar la variación de los gastos de entrada y salida en forma horaria o sea que la unidad de tiempo para el hidrograma es una hora.

El cálculo del volumen de almacenamiento en forma gráfica se hace combinando la curva masa de entrada y de salida para el mismo intervalo de tiempo. Esta combinación se hace trazando las dos curvas en un mismo sistema de ejes coordenados haciendo coincidir las escalas de tiempo figura 5.9.

Una vez trazadas las dos curvas masa, la diferencia de ordenadas entre las curvas para un tiempo dado representan el excedente o el faltante de volumen de almacenamiento para el momento considerado. Si la curva masa de entrada está por arriba de la salida, la diferencia de ordenada representará un excedente; en caso contrario, equivaldrá a un faltante.

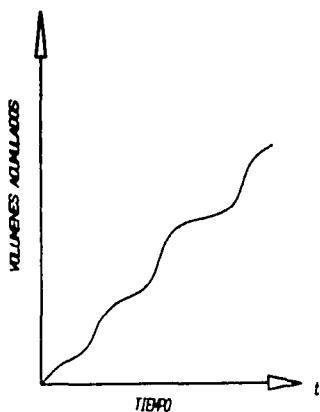


FIGURA 5.5. DIAGRAMA DE RIFLO O CURVA MASA

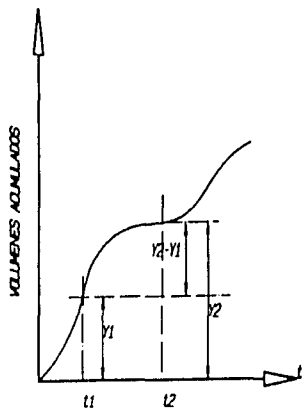


FIGURA 5.6. VOLUMEN ESCURRIDO EN UN INTERVALO DE TIEMPO

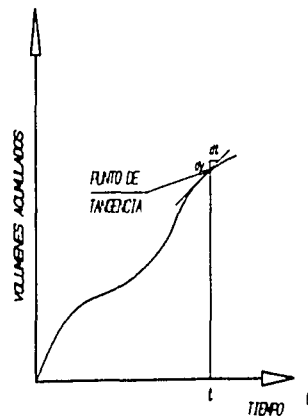


FIGURA 5.7. LA PENDIENTE DE LA TANGENTE EN UN INSTANTE DE LA CURVA MASA REPRESENTA EL GASTO EN ESE INSTANTE

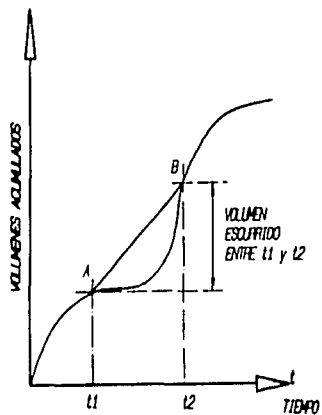


FIGURA 5.8. LA PENDIENTE DE LA RECTA AB REPRESENTA EL GASTO MEDIO ENTRE LOS INSTANTES t_1 Y t_2

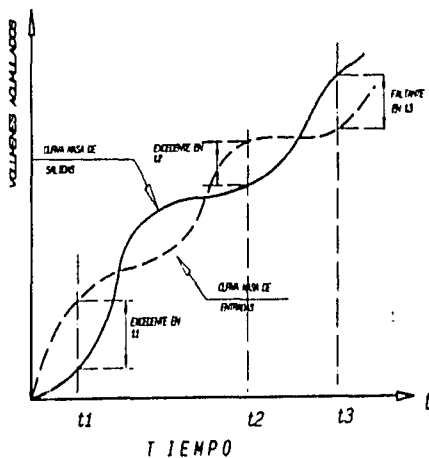


FIGURA 5.9. COMBINACION DE CURVAS MASA DE ENTRADAS Y SALIDAS

5.1. UBICACION.

Para tener un máximo beneficio, los tanques elevados se deben ubicar cerca de la población a la que se va alimentar, pero cuando la zona es muy grande pueden existir varios tanques en diversos puntos del área.

El croquis del Plano general (se presenta en el anexo) muestra la ubicación de los tanques la cual fue establecida por el CEAS y por los habitantes de cada población ya que los terrenos en los que se construirán son baldíos y han sido comprados por los pobladores del lugar para tal efecto. Dichos lotes se encuentran en la entrada de cada lugar.

5.2. ANALISIS HIDRAULICO.

Para determinar la altura a la que se encontrará cada tanque es necesario calcular las pérdidas en cada tramo empleando la ecuación de Hazzen-Williams la cual ya mencionó en capítulos anteriores, y se empleará $C = 100$

Los resultados se presentan en la tabla 5.4. Con las pérdidas calculadas en esta tabla se calcula la altura a la que deberá estar cada tanque.

El tanque No. 1 (La Ciénega) alimentará a los habitantes de La Ciénega y a los otros tres tanques de las tres localidades ver croquis general que se presenta en el anexo, el tanque de la Ciénega además servirá para dar carga y de ahí se alimentará por gravedad.

Por lo tanto:

$$\text{Elev } T1 = H_T + H_i + D$$

$$H_T = hf_T + hf_L$$

donde

H_T Pérdidas totales del tramo más desfavorable, en m

hf_T Pérdidas por fricción del tramo más desfavorable, en m.

hf_L Pérdidas locales del tramo más desfavorable, en m

H_i Altura necesaria para que el agua escurra por gravedad, en m.

D Desnivel más desfavorable en m.

El tramo más desfavorable es del Tanque T1 al Tanque T4 de la tabla 5.4 tenemos:

$$hf_T = 0.928 + 1.996 + 0.562 + 2.875 = 6.361 \text{ m}$$

$$hf_L = 0.012 + 0.014 + 0.020 + 0.198 = 0.244 \text{ m}$$

$$H_T = 6.361 + 0.244 = 6.605 \text{ m}$$

$$H_i = 14.06$$

$$D = 2032.15 - 2028.465 = 3.685 \text{ m}$$

$$\text{Elev } T1 = 6.605 + 14.06 + 3.685 = 24.35 \text{ m}$$

El valor anterior se suma al valor de la cota de terreno natural y se tendrá el valor de la plantilla del tanque

$$\text{Plantilla } T1 = 2028.465 + 24.349 = 2052.814$$

La elevación de cada uno de los tanques se calcula de misma forma pero tomando los datos de cada tramo. Los resultados se muestran en la tabla 5.4, cabe mencionar que la carga mínima que se requiere es de 15.00m para que llegue el agua hasta la última cada de cada localidad.

Cálculo del volumen del tanque.

Para el calcular el volumen del tanque se hicieron dos alternativas la primera consistió en simular un bombeo continuo durante 24 horas y empleando la ley de demandas horarias para poblaciones pequeñas se determinó el volumen de regulación.

La segunda alternativa consistió en emplear dos bombas, además de proponer las dimensiones del tanque y durante la simulación se prendía o apagaban una o ambas bombas según se cumplían las necesidades de la demanda. Los resultados se presentan en las tablas 5.5 y 5.6.

De la tabla 5.5 (alternativa 1), con los datos de la columna de diferencias se tiene un valor máximo y un mínimo, para obtener la capacidad del tanque La Ciénega será el resultado de la suma de ambos valores:

$$\text{Vol.} = 209.18 + 0.41 = 209.59 \text{ m}^3$$

Para la tabla 5.6 (alternativa 02), se propusieron las dimensiones del tanque por lo que tenemos lo siguiente:

$$\text{Diámetro} = 3.0 \text{ m}$$

$$\text{Altura} = 3.0 \text{ m}$$

$$\text{Vol.} = A \times h \quad A = (\pi \times D^2)/4 = 7.069 \text{ m}^2$$

$$\text{Vol.} = 7.069 \times 3 = 21.206 \text{ m}^3$$

En las tablas 5.7 a 5.9 se presentan los resultados para los demás tanques, los cuales se calcularon igual que para la alternativa 1

CUADRO 5.4

CALCULO DE PERDIDAS POR FRICCION PARA DETERMINAR LAS ELEVACIONES DE CADA TANQUE

EMPLEANDO LA FORMULA DE HAZZEN-WILLIAMS

Tramo		Q (m ³ /seg)	Longitud (m)	Diámetro		coeficiente C	Cotas		hf Hazen-W	pérdidas		Carga Disponible
de	al			plg	m		Terreno	Plantilla		locales	totales	
	T1						2028.465	2052.814				24.349
T1	2	0.012417	482.21	6.00	0.1524	100	2029.073	2049.742	2.87	0.198	3.072	20.669
2	T2	0.009802	792.52	6.00	0.1524	100	2029.655	2046.614	3.05	0.078	3.128	16.959
	2						2029.073	2049.742				20.669
2	3	0.002615	233.90	4.00	0.1016	100	2031.599	2049.160	0.56	0.020	0.581	17.561
	3						2031.599	2049.160				17.561
3	T3	0.000979	1262.40	3.00	0.0762	100	2032.150	2047.150	2.00	0.014	2.010	15.000
3	T4	0.001636	93.50	2.50	0.0635	100	2031.856	2048.221	0.93	0.012	0.940	16.365

TANQUE	hf	hfl	desnivel	hft	altura inicial	cota de plantilla
1	5.43	6.36	0.24	3.685	6.6037	14.060
2		5.92	0.28	1.190	6.1999	16.959
3		5.43	0.23	3.685	5.6640	15.000
4		4.36	0.23	3.391	4.5932	16.364

hf = pérdidas por fricción, en m

hfl = pérdidas locales, en m

hft = pérdidas totales en cada tramo, en m

Cuadro 5.5.

ALTERNATIVA 01.

Volumen de Regularización para el caso de suministro las 24 horas (Bombeo continuo)

HORAS	Suministro (entradas)	Suministro (entradas)	Volumen Acumulado	Demanda Horaria	Demanda Horaria	Demanda Acumulada	Diferencias	Diferencias Acumuladas	TIRANTE
	Q. Bombeo %	Q. Bombeo m3	Bombeo m3	%	m3	m3	m3	m3	m
0-1	100	51.5	51.5	45.0	23.2	23.2	70.0	70.00	2.0
1-2	100	51.5	103.1	45.0	23.2	46.4	28.4	98.35	2.8
2-3	100	51.5	154.6	45.0	23.2	69.6	28.4	126.70	3.6
3-4	100	51.5	206.2	45.0	23.2	92.8	28.4	155.05	4.4
4-5	100	51.5	257.7	45.0	23.2	116.0	28.4	183.41	5.3
5-6	100	51.5	309.3	60.0	30.9	146.9	20.6	204.03	5.8
6-7	100	51.5	360.8	90.0	46.4	193.3	5.2	208.18	6.0
7-8	100	51.5	412.4	135.0	69.6	262.9	-18.0	191.14	5.5
8-9	100	51.5	463.9	150.0	77.3	340.2	-25.8	165.36	4.7
9-10	100	51.5	515.5	150.0	77.3	417.5	-25.8	139.59	4.0
10-11	100	51.5	567.0	150.0	77.3	494.9	-25.8	113.82	3.3
11-12	100	51.5	618.6	140.0	72.2	567.0	-20.6	93.20	2.7
12-13	100	51.5	670.1	120.0	61.9	628.9	-10.3	82.89	2.4
13-14	100	51.5	721.7	140.0	72.2	701.1	-20.6	62.27	1.8
14-15	100	51.5	773.2	140.0	72.2	773.2	-20.6	41.65	1.2
15-16	100	51.5	824.8	130.0	67.0	840.2	-15.5	26.18	0.7
16-17	100	51.5	876.3	130.0	67.0	907.3	-15.5	10.72	0.3
17-18	100	51.5	927.9	120.0	61.9	969.1	-10.3	0.41	0.0
18-19	100	51.5	979.4	100.0	51.5	1020.7	0.0	0.41	0.0
19-20	100	51.5	1031.0	100.0	51.5	1072.2	0.0	0.41	0.0
20-21	100	51.5	1082.5	90.0	46.4	1118.6	5.2	5.56	0.2
21-22	100	51.5	1134.1	90.0	46.4	1165.0	5.2	10.72	0.3
22-23	100	51.5	1185.6	80.0	41.2	1206.2	10.3	21.03	0.6
23-24	100	51.5	1237.2	60.0	30.9	1237.2	20.6	41.65	1.2
SUMAS	2400.00	1237.16		2400.00	1237.16				

MAXIMO 209.18
 MINIMO 0.41
 CAPAC. 209.59 m3
 AREA 34.93
 ALTURA 6.00
 DIAMETRO 6.67

Cuadro 5.6
ALTERNATIVA 02
Volumen de Regularización para el caso de suministro las 24 horas (Empleando electroneveles)

Intervalo	BOMI	Demanda	Tanque
Qmaxd =	5 min	14 319 lps	3 000 m
Volot diario =	10 73925 lps	0 859 m3/min	3 000 m
Volot (5min) =	0 644355 m3/min		7 069 m2
	3 221775 m3		21 206 m3

HORA No	Intervalo Tiempo		entradas			consumos	diferencias	diferencias acumuladas	brante m
	min	min	Bomba 1 m3	Bomba 2 m3	Q total m3				
1	0	5	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	1 289	0 182
	5	10	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	2 577	0 365
	10	15	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	3 866	0 547
	15	20	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	5 155	0 729
	20	25	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	6 444	0 912
	25	30	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	7 732	1 094
	30	35	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	9 021	1 276
	35	40	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	10 310	1 459
	40	45	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	11 598	1 641
	45	50	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	12 887	1 823
	50	55	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	14 176	2 005
	55	60	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	15 465	2 188
	0	5	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	16 753	2 370
	5	10	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	18 042	2 552
	10	15	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	19 331	2 735
	15	20	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	20 619	2 917
	20	25	0 000	0 000	0 000	1 933	-1 933	18 686	2 644
25	30	0 000	0 000	0 000	1 933	-1 933	16 753	2 370	
30	35	0 000	0 000	0 000	1 933	-1 933	14 820	2 097	
35	40	0 000	0 000	0 000	1 933	-1 933	12 887	1 823	
40	45	0 000	0 000	0 000	1 933	-1 933	10 954	1 550	
45	50	0 000	0 000	0 000	1 933	-1 933	9 021	1 276	
50	55	0 000	0 000	0 000	1 933	-1 933	7 088	1 003	
55	60	0 000	0 000	0 000	1 933	-1 933	5 155	0 729	
2	0	5	0 000	0 000	0 000	1 933	-1 933	3 222	0 456
	5	10	0 000	0 000	0 000	1 933	-1 933	1 289	0 182
	10	15	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	2 577	0 365
	15	20	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	3 866	0 547
	20	25	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	5 155	0 729
	25	30	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	6 444	0 912
	30	35	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	7 732	1 094
	35	40	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	9 021	1 276
	40	45	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	10 310	1 459
	45	50	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	11 598	1 641
	50	55	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	12 887	1 823
	55	60	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	14 176	2 005
	0	5	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	15 465	2 188
	5	10	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	16 753	2 370
	10	15	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	18 042	2 552
	15	20	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	19 331	2 735
	20	25	0 000	0 000	0 000	1 933	-1 933	17 398	2 451
25	30	0 000	0 000	0 000	1 933	-1 933	15 465	2 188	
30	35	0 000	0 000	0 000	1 933	-1 933	13 531	1 914	
35	40	0 000	0 000	0 000	1 933	-1 933	11 598	1 641	
40	45	0 000	0 000	0 000	1 933	-1 933	9 665	1 367	
45	50	0 000	0 000	0 000	1 933	-1 933	7 732	1 094	
50	55	0 000	0 000	0 000	1 933	-1 933	5 799	0 820	
55	60	0 000	0 000	0 000	1 933	-1 933	3 866	0 547	

HORA No	Intervalo Tiempo		entradas			consumos m3	diferencias m3	diferencias acumuladas m3	brante m
	min		Bomba 1 m3	Bomba 2 m3	Q total m3				
1	0	5	0 000	0 000	0 000	1 933	-1 933	1 933	0 273
	5	10	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	3 222	0 456
	10	15	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	4 510	0 638
	15	20	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	5 799	0 820
	20	25	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	7 088	1 003
	25	30	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	8 377	1 185
	30	35	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	9 665	1 367
	35	40	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	10 954	1 550
	40	45	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	12 243	1 732
	45	50	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	13 531	1 914
50	55	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	14 820	2 097	
55	60	3 222	0 000	3 222	1 933	1 289	16 109	2 279	
5	0	5	3 222	0 000	3 222	2 577	0 644	16 753	2 370
	5	10	3 222	0 000	3 222	2 577	0 644	17 398	2 461
	10	15	3 222	0 000	3 222	2 577	0 644	18 042	2 552
	15	20	3 222	0 000	3 222	2 577	0 644	18 686	2 644
	20	25	3 222	0 000	3 222	2 577	0 644	19 331	2 735
	25	30	3 222	0 000	3 222	2 577	0 644	19 975	2 826
	30	35	0 000	0 000	0 000	2 577	-2 577	17 398	2 461
	35	40	0 000	0 000	0 000	2 577	-2 577	14 820	2 097
	40	45	0 000	0 000	0 000	2 577	-2 577	12 243	1 732
	45	50	0 000	0 000	0 000	2 577	-2 577	9 665	1 367
50	55	3 222	0 000	3 222	2 577	0 644	10 310	1 459	
55	60	3 222	0 000	3 222	2 577	0 644	10 954	1 550	
6	0	5	3 222	0 000	3 222	3 866	-0 644	10 310	1 459
	5	10	3 222	0 000	3 222	3 866	-0 644	9 665	1 367
	10	15	3 222	0 000	3 222	3 866	-0 644	9 021	1 276
	15	20	3 222	0 000	3 222	3 866	-0 644	8 377	1 185
	20	25	3 222	0 000	3 222	3 866	-0 644	7 732	1 094
	25	30	3 222	0 000	3 222	3 866	-0 644	7 088	1 003
	30	35	3 222	0 000	3 222	3 866	-0 644	6 444	0 912
	35	40	3 222	0 000	3 222	3 866	-0 644	5 799	0 820
	40	45	3 222	0 000	3 222	3 866	-0 644	5 155	0 729
	45	50	3 222	0 000	3 222	3 866	-0 644	4 510	0 638
50	55	3 222	0 000	3 222	3 866	-0 644	3 866	0 547	
55	60	3 222	0 000	3 222	3 866	-0 644	3 222	0 456	
7	0	5	3 222	3 222	6 444	5 799	0 644	3 866	0 547
	5	10	3 222	3 222	6 444	5 799	0 644	4 510	0 638
	10	15	3 222	3 222	6 444	5 799	0 644	5 155	0 729
	15	20	3 222	3 222	6 444	5 799	0 644	5 799	0 820
	20	25	3 222	3 222	6 444	5 799	0 644	6 444	0 912
	25	30	3 222	3 222	6 444	5 799	0 644	7 088	1 003
	30	35	3 222	3 222	6 444	5 799	0 644	7 732	1 094
	35	40	3 222	3 222	6 444	5 799	0 644	8 377	1 185
	40	45	3 222	3 222	6 444	5 799	0 644	9 021	1 276
	45	50	3 222	3 222	6 444	5 799	0 644	9 665	1 367
50	55	3 222	3 222	6 444	5 799	0 644	10 310	1 459	
55	60	3 222	3 222	6 444	5 799	0 644	10 954	1 550	
8	0	5	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	5	10	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	10	15	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	15	20	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	20	25	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	25	30	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	30	35	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	35	40	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	40	45	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	45	50	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
50	55	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550	
55	60	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550	
9	0	5	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	5	10	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	10	15	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	15	20	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	20	25	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	25	30	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	30	35	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	35	40	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	40	45	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	45	50	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
50	55	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550	
55	60	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550	

HORA No	Intervalo Tiempo min		entradas			consumos m3	diferencias m3	diferencias acumuladas m3	trante m
			Bomba 1 m3	Bomba 2 m3	Q total m3				
10	0	5	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	5	10	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	10	15	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	15	20	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	20	25	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	25	30	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	30	35	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	35	40	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	40	45	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	45	50	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	50	55	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
55	60	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550	
11	0	5	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	5	10	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	10	15	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	15	20	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	20	25	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	25	30	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	30	35	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	35	40	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	40	45	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	45	50	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
	50	55	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550
55	60	3 222	3 222	6 444	6 444	0 000	10 954	1 550	
12	0	5	3 222	3 222	6 444	6 014	0 430	11 384	1 610
	5	10	3 222	3 222	6 444	6 014	0 430	11 813	1 671
	10	15	3 222	3 222	6 444	6 014	0 430	12 243	1 732
	15	20	3 222	3 222	6 444	6 014	0 430	12 672	1 793
	20	25	3 222	3 222	6 444	6 014	0 430	13 102	1 854
	25	30	3 222	3 222	6 444	6 014	0 430	13 531	1 914
	30	35	3 222	3 222	6 444	6 014	0 430	13 961	1 975
	35	40	3 222	3 222	6 444	6 014	0 430	14 391	2 036
	40	45	0 000	3 222	3 222	6 014	-2 792	11 598	1 641
	45	50	0 000	3 222	3 222	6 014	-2 792	8 806	1 248
	50	55	0 000	3 222	3 222	6 014	-2 792	6 014	0 851
55	60	0 000	3 222	3 222	6 014	-2 792	3 222	0 456	
13	0	5	3 222	3 222	6 444	5 155	1 289	4 510	0 636
	5	10	3 222	3 222	6 444	5 155	1 289	5 799	0 820
	10	15	3 222	3 222	6 444	5 155	1 289	7 088	1 003
	15	20	3 222	3 222	6 444	5 155	1 289	8 377	1 185
	20	25	3 222	3 222	6 444	5 155	1 289	9 665	1 367
	25	30	3 222	3 222	6 444	5 155	1 289	10 954	1 550
	30	35	3 222	3 222	6 444	5 155	1 289	12 243	1 732
	35	40	3 222	3 222	6 444	5 155	1 289	13 531	1 914
	40	45	3 222	3 222	6 444	5 155	1 289	14 820	2 097
	45	50	3 222	3 222	6 444	5 155	1 289	16 109	2 279
	50	55	3 222	3 222	6 444	5 155	1 289	17 398	2 461
55	60	3 222	3 222	6 444	5 155	1 289	18 686	2 644	
14	0	5	3 222	3 222	6 444	6 014	0 430	19 116	2 704
	5	10	3 222	3 222	6 444	6 014	0 430	19 545	2 765
	10	15	3 222	3 222	6 444	6 014	0 430	19 975	2 826
	15	20	3 222	3 222	6 444	6 014	0 430	20 405	2 887
	20	25	3 222	0 000	3 222	6 014	-2 792	17 613	2 492
	25	30	3 222	0 000	3 222	6 014	-2 792	14 820	2 097
	30	35	3 222	0 000	3 222	6 014	-2 792	12 028	1 702
	35	40	3 222	0 000	3 222	6 014	-2 792	9 235	1 307
	40	45	3 222	3 222	6 444	6 014	0 430	9 665	1 367
	45	50	3 222	3 222	6 444	6 014	0 430	10 095	1 428
	50	55	3 222	3 222	6 444	6 014	0 430	10 524	1 489
55	60	3 222	3 222	6 444	6 014	0 430	10 954	1 550	

HORA No.	Intervalo Tiempo min		entradas			consumos m3	diferencias m3	diferencias acumuladas m3	trante m
	Bomba 1 m3	Bomba 2 m3	Q total m3						
15	0	5	3 222	3 222	6 444	6 014	0 430	11 364	1 610
	5	10	3 222	3 222	6 444	6 014	0 430	11 813	1 671
	10	15	3 222	3 222	6 444	6 014	0 430	12 243	1 732
	15	20	3 222	3 222	6 444	6 014	0 430	12 672	1 793
	20	25	3 222	3 222	6 444	6 014	0 430	13 102	1 854
	25	30	3 222	3 222	6 444	6 014	0 430	13 531	1 914
	30	35	3 222	3 222	6 444	6 014	0 430	13 961	1 975
	35	40	3 222	3 222	6 444	6 014	0 430	14 391	2 036
	40	45	3 222	3 222	6 444	6 014	0 430	14 820	2 097
	45	50	3 222	3 222	6 444	6 014	0 430	15 250	2 157
	50	55	3 222	3 222	6 444	6 014	0 430	15 679	2 218
	55	60	0 000	3 222	3 222	6 014	-2 792	12 887	1 823
	0	5	0 000	3 222	3 222	5 584	-2 363	10 524	1 489
	5	10	0 000	3 222	3 222	5 584	-2 363	8 162	1 155
	10	15	0 000	3 222	3 222	5 584	-2 363	5 799	0 820
15	20	0 000	3 222	3 222	5 584	-2 363	3 437	0 486	
20	25	3 222	3 222	6 444	5 584	0 859	4 296	0 608	
25	30	3 222	3 222	6 444	5 584	0 859	5 155	0 729	
30	35	3 222	3 222	6 444	5 584	0 859	6 014	0 851	
35	40	3 222	3 222	6 444	5 584	0 859	6 873	0 973	
40	45	3 222	3 222	6 444	5 584	0 859	7 732	1 094	
45	50	3 222	3 222	6 444	5 584	0 859	8 591	1 215	
50	55	3 222	3 222	6 444	5 584	0 859	9 451	1 337	
55	60	3 222	3 222	6 444	5 584	0 859	10 310	1 459	
0	5	3 222	3 222	6 444	5 584	0 859	11 169	1 580	
5	10	3 222	3 222	6 444	5 584	0 859	12 028	1 702	
10	15	3 222	3 222	6 444	5 584	0 859	12 887	1 823	
15	20	3 222	3 222	6 444	5 584	0 859	13 746	1 945	
20	25	3 222	3 222	6 444	5 584	0 859	14 605	2 066	
25	30	3 222	3 222	6 444	5 584	0 859	15 465	2 188	
30	35	3 222	3 222	6 444	5 584	0 859	16 324	2 309	
35	40	3 222	3 222	6 444	5 584	0 859	17 183	2 431	
40	45	3 222	3 222	6 444	5 584	0 859	18 042	2 552	
45	50	3 222	3 222	6 444	5 584	0 859	18 901	2 674	
50	55	3 222	3 222	6 444	5 584	0 859	19 760	2 795	
55	60	3 222	3 222	6 444	5 584	0 859	20 619	2 917	
0	5	0 000	3 222	3 222	5 155	-1 933	18 686	2 644	
5	10	0 000	3 222	3 222	5 155	-1 933	16 753	2 370	
10	15	0 000	3 222	3 222	5 155	-1 933	14 820	2 097	
15	20	0 000	3 222	3 222	5 155	-1 933	12 887	1 823	
20	25	0 000	3 222	3 222	5 155	-1 933	10 954	1 550	
25	30	0 000	3 222	3 222	5 155	-1 933	9 021	1 276	
30	35	0 000	3 222	3 222	5 155	-1 933	7 088	1 003	
35	40	0 000	3 222	3 222	5 155	-1 933	5 155	0 729	
40	45	0 000	3 222	3 222	5 155	-1 933	3 222	0 456	
45	50	0 000	3 222	3 222	5 155	-1 933	1 289	0 182	
50	55	3 222	3 222	6 444	5 155	1 289	2 577	0 365	
55	60	3 222	3 222	6 444	5 155	1 289	3 866	0 547	
0	5	3 222	3 222	6 444	4 296	2 148	6 014	0 851	
5	10	3 222	3 222	6 444	4 296	2 148	8 162	1 155	
10	15	3 222	3 222	6 444	4 296	2 148	10 310	1 459	
15	20	3 222	3 222	6 444	4 296	2 148	12 458	1 762	
20	25	3 222	3 222	6 444	4 296	2 148	14 605	2 066	
25	30	3 222	3 222	6 444	4 296	2 148	16 753	2 370	
30	35	3 222	3 222	6 444	4 296	2 148	18 901	2 674	
35	40	0 000	3 222	3 222	4 296	-1 074	17 827	2 522	
40	45	0 000	3 222	3 222	4 296	-1 074	16 753	2 370	
45	50	0 000	3 222	3 222	4 296	-1 074	15 679	2 218	
50	55	0 000	3 222	3 222	4 296	-1 074	14 605	2 066	
55	60	0 000	3 222	3 222	4 296	-1 074	13 531	1 914	

HORA No	Intervalo Tiempo		entradas			consumos m ³	diferencias m ³	diferencias acumuladas m ³	brante m
	min		Bomba 1 m ³	Bomba 2 m ³	Q total m ³				
20	0	5	0 000	3 222	3 222	4 296	-1 074	12 458	1 762
	5	10	0 000	3 222	3 222	4 296	-1 074	11 384	1 610
	10	15	0 000	3 222	3 222	4 296	-1 074	10 310	1 459
	15	20	0 000	3 222	3 222	4 296	-1 074	9 236	1 307
	20	25	0 000	3 222	3 222	4 296	-1 074	8 162	1 155
	25	30	0 000	3 222	3 222	4 296	-1 074	7 088	1 003
	30	35	0 000	3 222	3 222	4 296	-1 074	6 014	0 851
	35	40	0 000	3 222	3 222	4 296	-1 074	4 940	0 699
	40	45	0 000	3 222	3 222	4 296	-1 074	3 866	0 547
	45	50	0 000	3 222	3 222	4 296	-1 074	2 792	0 395
	50	55	0 000	3 222	3 222	4 296	-1 074	1 718	0 243
	55	60	3 222	3 222	6 444	4 296	2 148	3 866	0 547
21	0	5	3 222	3 222	6 444	3 866	2 577	6 444	0 912
	5	10	3 222	3 222	6 444	3 866	2 577	9 021	1 276
	10	15	3 222	3 222	6 444	3 866	2 577	11 598	1 641
	15	20	3 222	3 222	6 444	3 866	2 577	14 176	2 005
	20	25	3 222	3 222	6 444	3 866	2 577	16 753	2 370
	25	30	3 222	3 222	6 444	3 866	2 577	19 331	2 735
	30	35	3 222	0 000	3 222	3 866	-0 644	18 686	2 644
	35	40	3 222	0 000	3 222	3 866	-0 644	18 042	2 552
	40	45	3 222	0 000	3 222	3 866	-0 644	17 398	2 461
	45	50	3 222	0 000	3 222	3 866	-0 644	16 753	2 370
	50	55	3 222	0 000	3 222	3 866	-0 644	16 109	2 279
	55	60	3 222	0 000	3 222	3 866	-0 644	15 465	2 188
22	0	5	3 222	0 000	3 222	3 866	-0 644	14 820	2 097
	5	10	3 222	0 000	3 222	3 866	-0 644	14 176	2 005
	10	15	3 222	0 000	3 222	3 866	-0 644	13 531	1 914
	15	20	3 222	0 000	3 222	3 866	-0 644	12 887	1 823
	20	25	3 222	0 000	3 222	3 866	-0 644	12 243	1 732
	25	30	3 222	0 000	3 222	3 866	-0 644	11 598	1 641
	30	35	3 222	0 000	3 222	3 866	-0 644	10 954	1 550
	35	40	3 222	0 000	3 222	3 866	-0 644	10 310	1 459
	40	45	3 222	0 000	3 222	3 866	-0 644	9 665	1 367
	45	50	3 222	0 000	3 222	3 866	-0 644	9 021	1 276
	50	55	3 222	0 000	3 222	3 866	-0 644	8 377	1 185
	55	60	3 222	0 000	3 222	3 866	-0 644	7 732	1 094
23	0	5	3 222	0 000	3 222	3 437	-0 215	7 517	1 064
	5	10	3 222	0 000	3 222	3 437	-0 215	7 303	1 033
	10	15	3 222	0 000	3 222	3 437	-0 215	7 088	1 003
	15	20	3 222	0 000	3 222	3 437	-0 215	6 873	0 972
	20	25	3 222	0 000	3 222	3 437	-0 215	6 658	0 942
	25	30	3 222	0 000	3 222	3 437	-0 215	6 444	0 912
	30	35	3 222	0 000	3 222	3 437	-0 215	6 229	0 881
	35	40	3 222	0 000	3 222	3 437	-0 215	6 014	0 851
	40	45	3 222	0 000	3 222	3 437	-0 215	5 799	0 820
	45	50	3 222	0 000	3 222	3 437	-0 215	5 584	0 790
	50	55	3 222	0 000	3 222	3 437	-0 215	5 370	0 760
	55	60	3 222	0 000	3 222	3 437	-0 215	5 155	0 729
24	0	5	3 222	0 000	3 222	2 577	0 644	5 799	0 820
	5	10	3 222	0 000	3 222	2 577	0 644	6 444	0 912
	10	15	3 222	0 000	3 222	2 577	0 644	7 088	1 003
	15	20	3 222	0 000	3 222	2 577	0 644	7 732	1 094
	20	25	3 222	0 000	3 222	2 577	0 644	8 377	1 185
	25	30	3 222	0 000	3 222	2 577	0 644	9 021	1 276
	30	35	3 222	0 000	3 222	2 577	0 644	9 665	1 367
	35	40	3 222	0 000	3 222	2 577	0 644	10 310	1 459
	40	45	3 222	0 000	3 222	2 577	0 644	10 954	1 550
	45	50	3 222	0 000	3 222	2 577	0 644	11 598	1 641
	50	55	3 222	0 000	3 222	2 577	0 644	12 243	1 732
	55	60	3 222	0 000	3 222	2 577	0 644	12 887	1 823

Cuadro 5.7
Volumen de Regularización para el tanque de San José el Cuartel

Qmd = 9.80 ips
 Vol.tol diario 846.89 m³
 Vol.medio = 35.29 m³/hr

HORAS	Suministro (entradas)	Suministro (entradas)	Volumen Acumulado suministrado	Demanda Horaria	Demanda Horana	Demanda Acumulada	Diferencias	Diferencias Acumuladas
	%	m ³	m ³	%	m ³	m ³	m ³	m ³
0-1	100	35.3	35.3	45.0	15.9	15.9	19.4	19.4
1-2	100	35.3	70.6	45.0	15.9	31.8	19.4	38.8
2-3	100	35.3	105.9	45.0	15.9	47.6	19.4	58.2
3-4	100	35.3	141.1	45.0	15.9	63.5	19.4	77.5
4-5	100	35.3	176.4	45.0	15.9	79.4	19.4	97.0
5-6	100	35.3	211.7	60.0	21.2	100.6	14.1	111.2
6-7	100	35.3	247.0	90.0	31.8	132.3	3.5	114.7
7-8	100	35.3	282.3	135.0	47.6	180.0	-12.4	102.3
8-9	100	35.3	317.6	150.0	52.9	232.9	-17.6	84.7
9-10	100	35.3	352.9	150.0	52.9	285.8	-17.6	67.0
10-11	100	35.3	388.2	150.0	52.9	338.8	-17.6	49.4
11-12	100	35.3	423.4	140.0	49.4	388.2	-14.1	35.3
12-13	100	35.3	458.7	120.0	42.3	430.5	-7.1	28.2
13-14	100	35.3	494.0	140.0	49.4	479.9	-14.1	14.1
14-15	100	35.3	529.3	140.0	49.4	529.3	-14.1	0.0
15-16	100	35.3	564.6	130.0	45.9	575.2	-10.6	-10.6
16-17	100	35.3	599.9	130.0	45.9	621.1	-10.6	-21.2
17-18	100	35.3	635.2	120.0	42.3	663.4	-7.1	-28.2
18-19	100	35.3	670.5	100.0	35.3	698.7	0.0	-28.2
19-20	100	35.3	705.7	100.0	35.3	734.0	0.0	-28.2
20-21	100	35.3	741.0	90.0	31.8	765.7	3.5	-24.7
21-22	100	35.3	776.3	90.0	31.8	797.5	3.5	-21.2
22-23	100	35.3	811.6	80.0	28.2	825.7	7.1	-14.1
23-24	100	35.3	846.9	60.0	21.2	846.9	14.1	0.0
SUMAS	2400.00	846.89		2400.00	846.89			

MAXIMO 114.68
 MINIMO -28.23
 CAPAC. 142.91 m³
 AREA 28.58 m²
 ALTURA 5.00 m
 DIAMETRO 6.03 m

Cuadro 5.8

Volumen de Regularización para el tanque de San José el Llano

Qmd = 1.64 Ips
 Vol.tot diario 141.26 m3
 Vol medio = 5.89 m3/hr

HORAS	Suministro	Suministro	Volumen	Demanda	Demanda	Demanda	Diferencias	Diferencias
	(entradas)	(entradas)	Acumulado	Horaria	Horaria	Acumulada		
	%	m3	m3	%	m3	m3	m3	m3
0-1	100	5.9	5.9	45.0	2.6	2.6	3.2	3.2
1-2	100	5.9	11.8	45.0	2.6	5.3	3.2	6.5
2-3	100	5.9	17.7	45.0	2.6	7.9	3.2	9.7
3-4	100	5.9	23.5	45.0	2.6	10.6	3.2	12.9
4-5	100	5.9	29.4	45.0	2.6	13.2	3.2	16.2
5-6	100	5.9	35.3	60.0	3.5	16.8	2.4	18.5
6-7	100	5.9	41.2	90.0	5.3	22.1	0.6	19.1
7-8	100	5.9	47.1	135.0	7.9	30.0	-2.1	17.1
8-9	100	5.9	53.0	150.0	8.8	38.8	-2.9	14.1
9-10	100	5.9	58.9	150.0	8.8	47.7	-2.9	11.2
10-11	100	5.9	64.7	150.0	8.8	56.5	-2.9	8.2
11-12	100	5.9	70.6	140.0	8.2	64.7	-2.4	5.9
12-13	100	5.9	76.5	120.0	7.1	71.8	-1.2	4.7
13-14	100	5.9	82.4	140.0	8.2	80.0	-2.4	5.9
14-15	100	5.9	88.3	140.0	8.2	88.3	-2.4	0.0
15-16	100	5.9	94.2	130.0	7.7	95.9	-1.8	-1.8
16-17	100	5.9	100.1	130.0	7.7	103.6	-1.6	-3.5
17-18	100	5.9	105.9	120.0	7.1	110.7	-1.2	-4.7
18-19	100	5.9	111.8	100.0	5.9	116.5	0.0	-4.7
19-20	100	5.9	117.7	100.0	5.9	122.4	0.0	-4.7
20-21	100	5.9	123.6	90.0	5.3	127.7	0.6	-4.1
21-22	100	5.9	129.5	90.0	5.3	133.0	0.6	-3.5
22-23	100	5.9	135.4	80.0	4.7	137.7	1.2	-2.4
23-24	100	5.9	141.3	60.0	3.5	141.3	2.4	0.0
SUMAS	2400.00	141.26		2400.00	141.26			

MAXIMO 19.13
 MINIMO -4.71
 CAPAC. 23.84 m3
 AREA 7.95 m2
 ALTURA 3.00 m
 DIAMETRO 3.18 m

Cuadro 5.9
Volumen de Regularización para el tanque de Valle de Guadalupe

Qmd = 0.98 lps
 Vol.tol diario 84.59 m3
 Vol medio = 3.52 m3/hr

HORAS	Suministro (entradas)	Suministro (entradas)	Volumen Acumulado suministrado	Demanda Horaria	Demanda Horaria	Demanda Acumulada	Diferencias	Diferencias Acumuladas
	%	m3	m3	%	m3	m3	m3	m3
0-1	100	3.5	3.5	45.0	1.6	1.6	1.9	1.9
1-2	100	3.5	7.0	45.0	1.6	3.2	1.9	3.9
2-3	100	3.5	10.6	45.0	1.6	4.8	1.9	5.8
3-4	100	3.5	14.1	45.0	1.6	6.3	1.9	7.8
4-5	100	3.5	17.6	45.0	1.6	7.9	1.9	9.7
5-6	100	3.5	21.1	60.0	2.1	10.0	1.4	11.1
6-7	100	3.5	24.7	90.0	3.2	13.2	0.4	11.5
7-8	100	3.5	28.2	135.0	4.8	18.0	-1.2	10.2
8-9	100	3.5	31.7	150.0	5.3	23.3	-1.8	8.5
9-10	100	3.5	35.2	150.0	5.3	28.5	-1.8	6.7
10-11	100	3.5	38.8	150.0	5.3	33.8	-1.8	4.9
11-12	100	3.5	42.3	140.0	4.9	38.8	-1.4	3.5
12-13	100	3.5	45.8	120.0	4.2	43.0	-0.7	2.8
13-14	100	3.5	49.3	140.0	4.9	47.9	-1.4	1.4
14-15	100	3.5	52.9	140.0	4.9	52.9	-1.4	0.0
15-16	100	3.5	56.4	130.0	4.6	57.4	-1.1	-1.1
16-17	100	3.5	59.9	130.0	4.6	62.0	-1.1	-2.1
17-18	100	3.5	63.4	120.0	4.2	66.3	-0.7	-2.8
18-19	100	3.5	67.0	100.0	3.5	69.8	0.0	-2.8
19-20	100	3.5	70.5	100.0	3.5	73.3	0.0	-2.8
20-21	100	3.5	74.0	90.0	3.2	76.5	0.4	-2.5
21-22	100	3.5	77.5	90.0	3.2	79.7	0.4	-2.1
22-23	100	3.5	81.1	80.0	2.8	82.5	0.7	-1.4
23-24	100	3.5	84.6	60.0	2.1	84.6	1.4	0.0
SUMAS	2400.00	84.59		2400.00	84.59			

MAXIMO 11.45
 MINIMO -2.82
 CAPAC. 14.27 m3
 AREA 4.76 m2
 ALTURA 3.00 m
 DIAMETRO 2.46 m

5.3. DIMENSIONAMIENTO.

Se propone que los tanque que se empleen sean de forma cilíndrico ya que con dimensiones menores se obtiene un mayor volumen. También se sugiere que sean de concreto armado.

Con los volúmenes que se obtuvieron en las tablas 5.5 y 5.7 a 5.9 se propone una altura y se obtiene el diámetro.

Tanque la Ciénega (alternativa 1).

$$\text{Si Vol.} = 209.59 \text{ m}^3 \quad h = 6.00 \text{ m}$$

$$\text{Vol.} = A \times h$$

$$A = 0.7854 D^2 \quad \Rightarrow \text{Vol} = 0.7854 D^2 \times h$$

$$D = \sqrt{\frac{\text{Vol}}{0.7854h}} = \quad D = 6.67 \text{ m}$$

De la misma forma se hizo con los demás tanques, los resultados se presentan al final de las tablas 5.8 a 5.9.

Como ya se ha mencionado para el tanque la Ciénega se tienen dos alternativas dando tanques de dimensiones diferentes así como bombes también distintos, por lo que será importante hacer un análisis para elegir la alternativa más conveniente en función de el consumo de energía

ALTERNATIVA 1

Gasto máximo diario = 14.319 lps

Eficiencia de Equipo = 70 %

Bombeo continuo las 24 horas

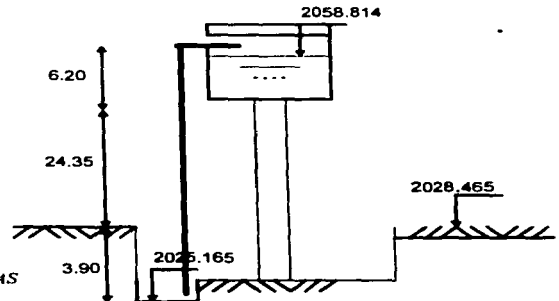
Longitud de tubería = 34.349 m

$$\text{Carga estática} = 2058.814 - 2025.165 = 33.649 \text{ m}$$

Se propone $V = 2 \text{ m/seg.}$

$$\text{Si } Q = VA \quad \Rightarrow A = \frac{Q}{V} = \frac{0.014319}{2} = 0.00716 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{A}{0.785}} = \sqrt{\frac{0.00716}{0.785}} = 0.0955 \text{ m} \approx 3.76 \text{ PULGADAS}$$



Pero el diámetro comercial más aproximado es el de 4 pulgadas por lo que se calcula nuevamente la velocidad $V = 1.77 \text{ m/seg.}$

Se calculan las pérdidas por fricción considerando $n = 0.009$ para P.V.C:

$$hf = \frac{Q^{1.85} \times L}{(0.2788 \times C \times D^{2.61})^{1.85}} \quad hf = \frac{(0.014319)^{1.85} (34.349)}{(0.2788 \times 100 \times (0.1016)^{2.61})^{1.85}} = 1.92 \text{ m}$$

$$hfl = 5\% hf$$

$$hf = 1.92(0.05) = 0.0958 \text{ m}$$

$$HT = \text{Carga estática} + hf + hfl$$

$$HT = 33.649 + 1.92 + 0.0958 = 35.665 \text{ m}$$

$$P = \frac{\gamma \cdot QHT}{76\eta} = \frac{1000(0.014319)(35.665)}{76(0.7)} = 9.59 \text{ H.P.}$$

Energía consumida

$$e = P (0.746) (N)$$

$$e = (9.02)(0.746)(210240) = 1\,504,086.4 \text{ Kw-hr/año}$$

donde

e energía que se consume en un año en kw-hr-año

P potencia en H.P.

N tiempo de bombeo en un año, en.

ALTERNATIVA 2

Gasto máximo diario = 14.319 lps

Eficiencia de Equipo = 70 %

Bombeo continuo alterno empleando 2 bombas

Longitud de tubería = 30.349 m

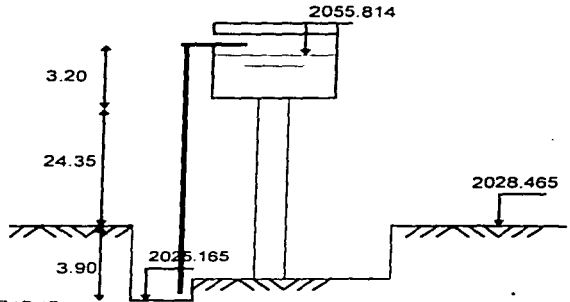
Gasto de bombeo = 10.739 lps

Carga estática = 2055.814 - 2025.165 = 30.649 m

Se propone $V = 2$ m/seg.

$$\text{Si } Q = VA \Rightarrow A = \frac{Q}{V} = \frac{0.010739}{2} = 0.00537 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{A}{0.785}} = \sqrt{\frac{0.00537}{0.785}} = 0.083 \text{ m} \approx 3.28 \text{ PULGADAS}$$



Pero el diámetro comercial más aproximado es el de 4 pulgadas por lo que se calcula nuevamente la velocidad $V = 1.77$ m/seg.

Se calculan las pérdidas por fricción empleando la fórmula de Hazzen Williams considerando $C = 100$ para P.V.C.

$$hf = \frac{Q^{1.85} \times L}{(0.2788 \times C \times D^{2.63})^{1.85}}$$

$$hf = \frac{(0.0107319)^{1.85} (31.349)}{(0.2788 \times 100 \times (0.1016)^{2.63})^{1.85}} = 1.03m$$

$$hfl = 5\% hf$$

$$hf = 1.01(0.05) = 0.0505 m$$

$$HT = \text{Carga estática} + hf + hfl$$

$$HT = 30.649 + 1.03 + 0.0505 = 31.730 m$$

$$P = \frac{\gamma \cdot QHT}{76\eta} = \frac{1000(0.0107319)(31.730)}{76(0.7)} = 6.40H. P$$

Energía consumida

$$e = P (0.746) (N)$$

$$e_1 = (6.40)(0.746)(167902.92) = 801.635.70 \text{ Kw-hr/año}$$

$$e_2 = (6.40)(0.746)(115342.92) = 547.251.40 \text{ Kw-hr/año}$$

$$e_T = e_1 + e_2 = 801.635.70 + 547.251.40 = 1'352.328.90 \text{ kçKw-hr/año}$$

Comparando el consumo de energía de la alternativa 01 que tiene un consumo anual de 1'504,086.40 Kw-hr/año contra la alternativa 02 que presenta un consumo de 1'352,328.90 Kw-hr/año, se además se considera que el tanque de la primera alternativa tiene dimensiones de 6 x 6 m y que el tanque de la segunda es de 3 x 3, por tales razones se elige la **alternativa 02**.

Selección del diámetro económico.

De la alternativa 02 se obtuvo que el diámetro requerido es de 4", sin embargo se hará la revisión para 6 y 8 pulgadas para ver cual es el más económico.

DATOS:

Elevación de la succión	2028.165 m.
Elevación de la descarga	2058.814 m
Gasto bombeo	0.010739 m ³ /seg
Longitud de la descarga	34.349 m

Carga estática

$$\begin{array}{r} \text{Elevación de la descarga} \quad 2058.814 \text{ m} \\ \text{Elevación de la succión} \quad - 2028.165 \text{ m} \\ \hline \text{Carga estática} \quad 30.649 \text{ m} \end{array}$$

Pérdidas por fricción

$$hf = K L Q^2 \quad \text{donde} \quad K = \frac{10.3n^2}{D^{16/3}}$$

Empleando tubería de P.V.C. el coeficiente de fricción es de Manning es 0.009, por lo tanto tenemos:

$$K = \frac{10.3(0.009)^2}{(0.1016)^{16/3}} = 179.7$$

$$hf = 179.7 \times 34.349 \times (0.10739)^2 = 0.712 \text{ m}$$

La carga dinámica total, despreciando las pérdidas locales, será:

$$H = \text{Carga Estática} + \text{Pérdidas por fricción}$$

$$H = 30.649 + 0.712 = 31.361 \text{ m}$$

La potencia del equipo de bombeo que debe ser suministrada es:

$$P = \frac{1000 \times 0.010739 \times 31.361}{76(0.70)} = 6.3 \text{ H.P}$$

Sobrepresión por golpe de ariete.

Empleando los siguientes datos se sustituyen en la fórmula de Allievi.

$$v = 1.4 \text{ m/seg.}$$

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

$$Et = 31,400 \text{ kg/cm}^2$$

$$d = 10 \text{ cm}$$

$$e = 0.47 \text{ cm (espesor de la pared el del tubo de P.V.C. clase Rd - 26)}$$

$$h_i = \frac{145v}{\sqrt{1 + \frac{Ead}{Ete}}}$$

CUADRO 5.10
CALCULO DE DIAMETRO MAS ECONOMICO

Diámetro Nominal		Área en m ²	Gasto en m ³ /seg	Velocidad en m/seg	Long. línea en m	(Q2)	Coeff. fricción Manning	Const. de Manning (K)	Pérd. fricc. H=L(Q2) ⁵ /en m	% H otras perd.	H _T = H _f + H _o	QPM (Q en lps)	76n n=70%	kg/m ³ /76n
m	pulg	(A)	(B)	(C)	(L)			(K)				(Q)	n=70%	(T)
0.100	4.0	0.0079	0.010739	1.4	34.35	0.000115	0.0090	179.7	0.712	30.649	31.361	336.6	53.2	6.3
0.150	6.0	0.0177	0.010739	0.6	34.35	0.000115	0.0090	20.7	0.082	30.649	30.731	330.0	53.2	6.2
0.200	8.0	0.0314	0.010739	0.3	34.35	0.000115	0.0090	4.5	0.016	30.649	30.667	329.3	53.2	6.2

Presión de trab. la tubería kg/cm ²	Diámetro Nominal (d) cm	Espesor pared de tubo (e) cm	V en m/seg	145V	Eas	E _o	EasE _o	1+EasE _o	11+EasE _o ¹¹ /12	%	Subpresión absorbida por tubería kg = H _o /h	Subpresión absorbida por tubería %/h	Carga nominal de operación (en m)	Presión total 25% carga nominal de operación
11.2	10	0.47	1.37	198.263	206700.00	14758	14.006	15.006	3.874	51.181	40.945	10.236	31.361	41.597
11.2	15	0.69	0.61	88.117	310050.00	21666	14.310	15.310	3.913	22.520	18.016	4.504	30.731	35.235
11.2	20	0.89	0.34	49.566	413400.00	27946	14.793	15.793	3.974	12.472	9.978	2.494	30.667	33.161

d inicial del agua (m³/seg) Ea = Módulo de elast. del agua (20670 kg/cm²) Et = Módulo de elasticidad de las paredes del tubo i para P.V.C. 314.20 kg/cm²)

CONCEPTO	Diámetro = 100 mm Clase Rd-26				Diámetro = 150 mm Clase Rd-26				Diámetro = 200 mm Clase Rd-26			
	Cantidad	Unidad	P U	Importe	Cantidad	Unidad	P U	Importe	Cantidad	Unidad	P U	Importe
Costo tubería	34.3	m	52.43	1800.87	34.3	m	145.257	4989.42	34.35	m	287.27	9867.44

RESUMEN

Presión de trab. tubería Kg/cm ²	Diámetro nominal		H P	K W H	Costo por hora bombeo \$	Carga anual de bombeo \$	Costo total de conduc.	Carga anual de amort (15 años al 25 % anual)	Costo anual de bombeo para operación de 365 días
	mm	pulgadas							
11.2	1000	4.0	6.33	4.72	3.07	26879.63	1600.87	450.22	27329.85
11.2	1500	6.0	6.20	4.63	3.01	26339.60	4989.42	1247.35	27586.95
11.2	2000	8.0	6.19	4.62	3.00	26284.53	9867.44	2466.86	28751.39

$$145v = 145 (1.4) = 198.26$$

$$Ead = 20670 (10) = 206700.00$$

$$Este = 31400 (0.47) = 14758$$

$$\sqrt{1 + \frac{206700}{14758}} = 3.874$$

$$hi = 198.26/3.874 = 51.181$$

Sobrepresión absorbida por la válvula 80%

$$51.181 \times 0.8 = 40.940 \text{ m}$$

Sobrepresión absorbida por la tubería 20%

$$51.181 \times 0.2 = 10.236 \text{ m}$$

La carga normal de operación (carga dinámica total) es, según hemos calculado:

$$H = 31.361 \text{ m}$$

Por lo tanto la carga total que se puede presentar es :

$$Ht = 20\% hi + \text{carga normal de operación.}$$

$$Ht = 31.361 + 10.236 = 41.597 \text{ m} = 4.16 \text{ kg/cm}^2$$

Como la clase Rd - 26 tiene una presión de trabajo de 11.2 kg/cm² la elección esta sobrada por lo tanto se tomará Rd - 41 que soporta 7.1 kg/cm².

En la tabla 5.10 se presentan los cálculos para los diámetros de 4, 6 y 8 pulgadas

Selección del Equipo de Bombeo.

Una vez que se eligió la alternativa 02, así como el diámetro económico se procede a seleccionar la bomba con los datos siguientes:

$$Q = 10.739 \text{ lps (170.216 GPM)}$$

$$HT = 31.730 \text{ m (105.77 ft)}$$

Con estos datos entramos a la gráfica que muestra diferentes tipos de válvulas para seleccionar el tipo, se observa que esta en el limite del rango de 1 ½ x 3-6 por lo que nos vamos a la gráfica correspondiente a este modelo encontrándose que la bomba a emplearse deberá tener las siguientes características.

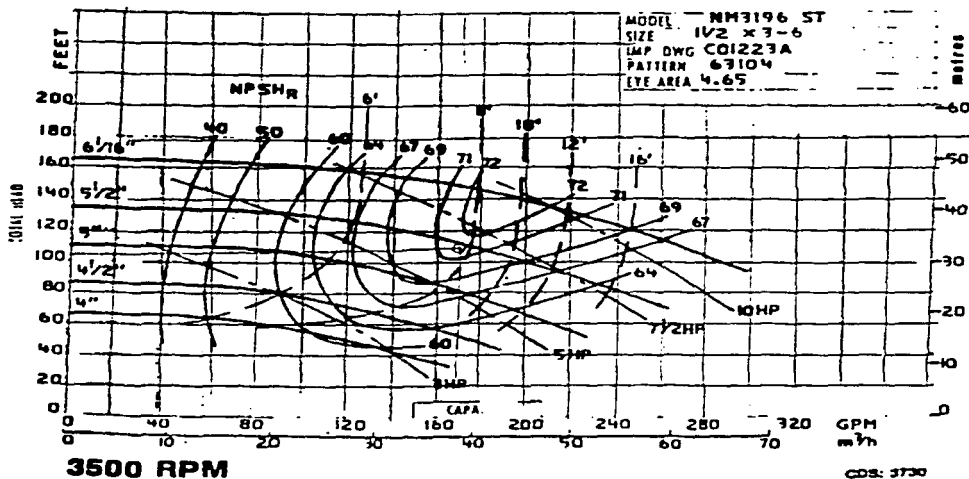
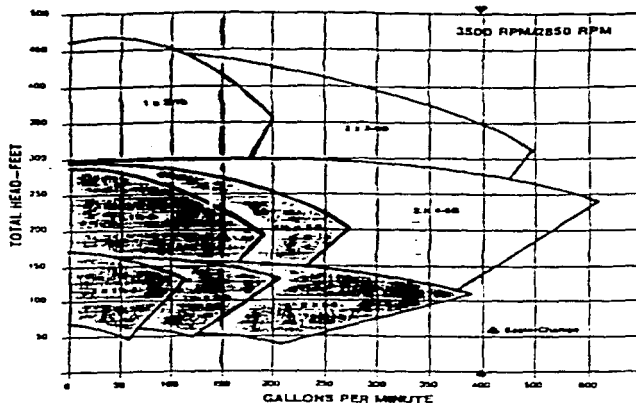
<i>Modelo</i>	<i>NA13196 ST</i>
<i>Tamaño</i>	<i>1 ½ x 3-6</i>
<i>Eficiencia</i>	<i>75.5%</i>
<i>Tamaño del Impulso</i>	<i>5"</i>
<i>Velocidad de giro</i>	<i>3500 RPM</i>

Calculamos la potencia

$$P = \frac{\gamma \cdot QHT}{76\eta} = \frac{1000(0.010739)(31.730)}{76(0.715)} = 6.27 \text{ H. P}$$

En las siguientes páginas se presentan las características de la bomba a emplear y en la figura No. 5.10 se presenta el arreglo de las dos bombas.

HIDRAULIC COVERAGE

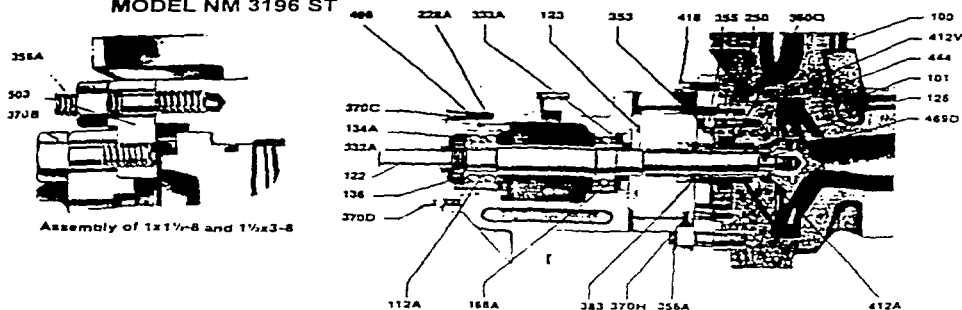


ST
 1 1/2 x 3-6

Item No.	Qty	Part Name	Material
100	1	Casing	GMP-2000
101	1	Impeller w/Inseal	GMP-2000/Mastelida
108	1	Frame Adapter	Ductile Iron
112A	1	Ball Bearing — Outboard	Steel
122A	1	Shaft	316SS
122	1	Deflector	Glass Reinforced Nylon
128	1	Shaft Sleeve	FRP
134A	1	Bearing Housing	Cast Iron
136	1	Bearing Locknut & Washer	Steel
159	1	Mechanical Seal Chamber	GMP-2000
166A	1	Ball Bearing — Inboard	Steel
228A	1	Bearing Frame	Cast Iron
230	1	Gland — Mechanical Seal	GMP-2000
231	1	Constant Level Oiler (Not Illustrated)	Glass & White Metal
332A	1	Oil Seal — Outboard	Steel/Buna
333A	1	Oil Seal — Inboard	Steel/Buna
333	4	Stud — Gland (for seal chamber)	316SS
355	4	Nut — Gland Stud	304SS
356A	4-8	Stud — Casing to Frame or Frame Adapter	316SS
360O	1	Gasket — Frame to Frame Adapter	Valuform
360U	1	O-Ring — Gland or Seal Chamber/Backplate	Viton A
370B	4	Cap Screw — Frame/Adapter Ring or Frame Adapter	Steel
370C	3	Cap Screw — Bearing Housing	Steel
370D	3	Tap Bolt — Impeller Adjustment	Steel
370H	2	Stud & Nut — Backplate/Frame or Frame Adapter	304SS
383	1	Mechanical Seal	(As Specified)
412A	1	O-Ring — Impeller	Viton A
412V	1	O-Ring — Casing/Backplate	Viton A
418	2-3	Tap Bolt — Jacking	304SS
444	1	Backplate	FRP
469B	2	Drive Pin — Frame/Adapter	GMP-2000
469D	1	Drive Pin — Shaft Sleeve	420SS
496	1	O-Ring — Bearing Housing	Buna
503	1	Adapter	Ductile Iron

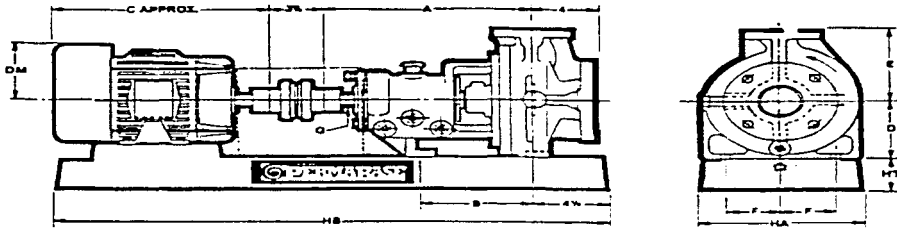
PARTS LIST AND MATERIALS OF CONSTRUCTION.

SECTIONAL VIEW
MODEL NM 3196 ST



Dimensions Model NM 3196 with PermaBase™ FRP Baseplate

All dimensions in inches and (mm). Not to be used for construction.
Model NM 3196 ST illustrated—dimensions also apply to 3196 MT.



DIMENSION DETERMINED BY PUMP

Frame Size	Pump Size	Discharge Size	Suction	A	B	D	E	F	G Disch. Dia.	Pump Weight Lbs. (kg)
ST	1x1-1/4-6	1	1-1/2	13-1/2 (343)	7-1/2 (194)	5-1/2 (133)	6-1/2 (165)	3 (76)	1/4 (22.2)	86 (23)
	1-1/2x3-6	1-1/2	3							57 (26)
	2x3-6	2	3							57 (26)
	1x1-1/4-8	1	1-1/2							87 (30)
MT	1-1/2x3-6	1-1/2	3	18-1/2 (465)	12-1/2 (318)	8-1/2 (216)	8-1/2 (216)	4-1/2 (114)	1-1/4 (28.6)	140 (64)
	2x4-8G	3	4							132 (60)
	1x2-10	1	2							142 (65)
	2x3-10	2	3							180 (82)
	1-1/2x3-12	1-1/2	3							184 (84)

DIMENSION DETERMINED BY BEDRIATE MOTOR

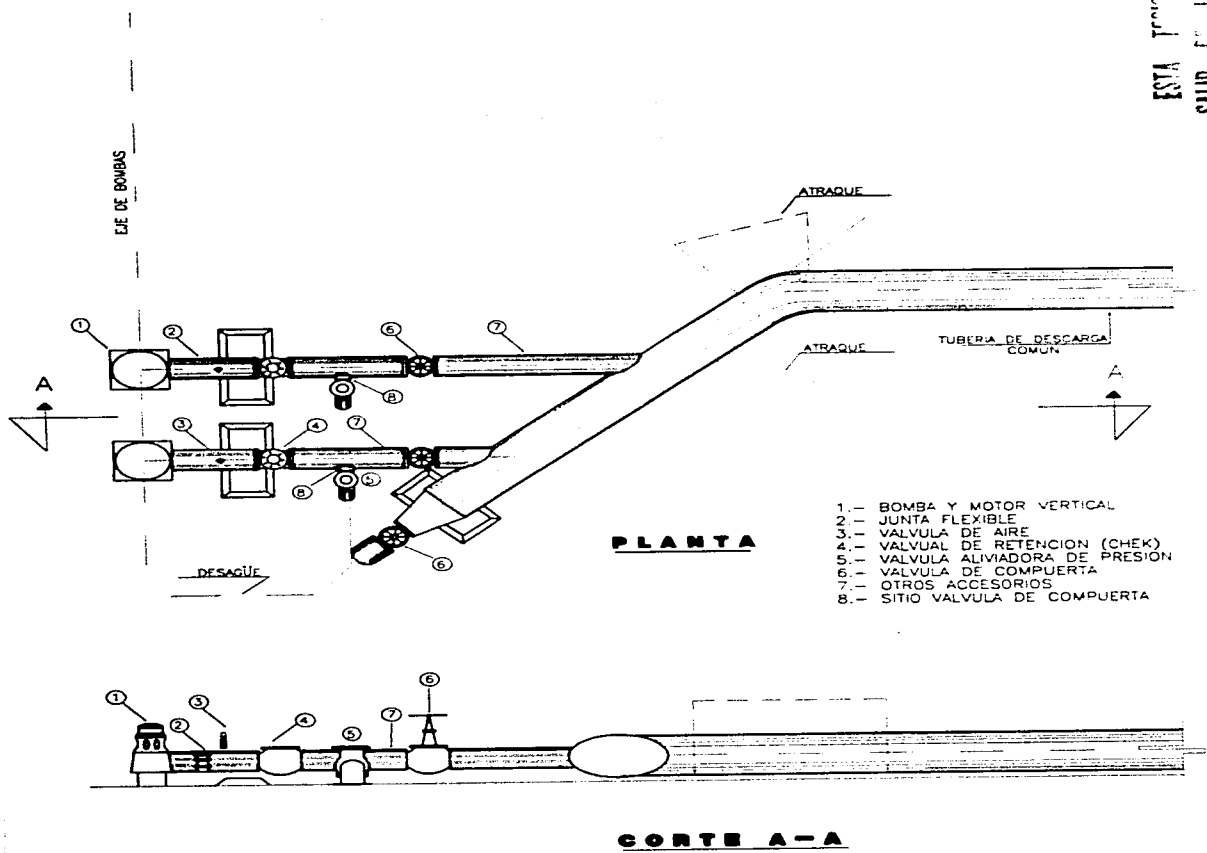
Frame Size	Bedriate	Motor Frame Size	Motor			Baseplate			Weight Lbs. (kg)
			C Inch. (mm)	Dis. Inch. (mm)	HA	HB	HT		
ST	1	58-145	13-1/2 (243)	3-1/2 (89)	10 (254)	35 (890)	3 (76)	22 (10)	
	2	182-215	18-1/2 (465)	6 (152)	12 (305)	39 (991)	3-1/2 (83)	29 (13)	
	3	254-288	27 (690)	7-1/2 (191)	15 (381)	48 (1188)	5-1/2 (133)	52 (24)	
MT	1	143-215	18-1/2 (465)	6 (152)	12 (305)	45 (1143)	3-1/2 (83)	44 (20)	
	2	254-288	27 (690)	7-1/2 (191)	15 (381)	52 (1321)	4-1/2 (105)	56 (25)	
	3	324-326	30 (762)	9 (229)	18 (457)	58 (1473)	4-1/2 (121)	77 (35)	

TAPPED OPENINGS

Purpose	No. of Taps	Tab Size	
		NM 3196ST	NM 3196MT
Bearing Frame Cooling	4	1/2"	1/2"
Discharge Gauge	1	1/2"	1/2"
Suction Gauge	1	1/2"	1/2"
Alarm Drain	1	1/2"	3/8"
Alternate Cooling Drain	1	1/2"	1/2"
Oil Drain—Oil Line	1	1/2"	1/2"
Increase Fuel Connection	1	1/4"	1/4"

All Taps are not tapped by grease lub.

ESTA TUBERIA DEBE
SALIR EN LA MISMA



- 1.- BOMBA Y MOTOR VERTICAL
- 2.- JUNTA FLEXIBLE
- 3.- VALVULA DE AIRE
- 4.- VALVULA DE RETENCION (CHECK)
- 5.- VALVULA ALIVIADORA DE PRESION
- 6.- VALVULA DE COMPUERTA
- 7.- OTROS ACCESORIOS
- 8.- SITIO VALVULA DE COMPUERTA

FIGURA 5.10 CONEXION DE DOS BOMBAS
PARA TRABAJAR EN PAR

6.- GOLPE DE ARIETE.

Clasificación

Existen dos tipos de transitorios hidráulicos: lentos y rápidos a continuación se describen en forma breve sin embargo cabe mencionar que en este capítulo únicamente se tratarán los transitorios hidráulicos rápidos (golpe de ariete).

Transitorios Hidráulicos lentos (oscilaciones de masas)

Todo cambio en las condiciones de operación del acueducto cuya duración sea sustancialmente mayor que el período de la conducción T , igual al intervalo de tiempo que emplea una onda de presión o gasto en recorrer el acueducto dos veces (ida y regreso) puede analizarse como un fenómeno de oscilación de masa. Estos fenómenos poseen importancia práctica en los casos en que el acueducto conecta tanques a superficie libre. El paro del sistema implica la conversión de la energía cinética de masas de miles de toneladas de agua moviéndose a 2 o 3 m/s. en energía potencial gravitatoria. Ello supone fenómenos de oscilación que deberán tenerse presentes durante el diseño del sistema con el fin de evitar derrames por el coronamiento de los tanques o vaciado de los mismos con el consiguiente arrastre de aire al interior de la conducción.

Transitorios hidráulicos rápidos (golpe de ariete).

Los transitorios hidráulicos rápidos ocurren siempre que se modifica el gasto en el acueducto, debe tenerse especial cuidado en el diseño del sistema, debido a que las consecuencias sobre la instalación pueden causar graves daños. Si bien toda alteración en el gasto da a lugar a un transitorio hidráulico que se propaga con una celeridad del orden de 1000 m/s por todo el sistema; en el diseño, por razones de seguridad, se considera la alteración más brusca del gasto cuando existe un paro de emergencia de las máquinas. Este tipo de paro generalmente ocurre cuando la planta de bombeo se queda sin energía eléctrica.

El paro repentino del bombeo produce un descenso de presión puede crear depresiones considerables en tramos largos de la conducción. Si estas depresiones llegan a alcanzar presiones cercanas a la presión de vapor puede ocurrir un eventual colapso de la tubería o la entrada masiva de aire en la conducción a través de la depresión es de tal magnitud que se alcanza la presión de vapor a la temperatura ambiente, se producirán grandes burbujas de vapor y aire en tramos largos de la conducción. Se tiene así el fenómeno de separación de columna. Este fenómeno es seguido de una reunión violenta de las columnas líquidas, lo cual genera una onda de sobrepresión de gran magnitud. Por todo ello, se trata en lo posible de reducir la intensidad de la onda de depresión primitiva mediante dispositivos de control.

El golpe de ariete es un fenómeno que consiste en la transformación de la energía cinética del agua a través de un conducto, cuando el flujo es permanente, en energía de deformación

elástica de agua y del conducto y en energía calorífica por rozamiento con las paredes de este último. Las condiciones originales de presión y velocidad del flujo varían en forma violenta de un estado permanente inicial a un estado final, presentándose el flujo transitorio en forma de ondas elásticas que viajan a través de la tubería. El fenómeno se transmite a una velocidad semejante a la propagación del sonido en el agua. Conforme se reduce el tiempo empleado para realizar las maniobras que generan el golpe de ariete, aumentan los efectos producidos por éste.

A continuación se presentan algunas definiciones necesarias para comprender mejor el fenómeno a tratar:

Flujo Unidimensional

Este flujo se presenta cuando las características hidráulicas en un conducto como son presión p , velocidad V , y gasto Q , varían como funciones del tiempo y una coordenada curvilínea X que usualmente se hace coincidir con el eje de la tubería.

Flujo Permanente.

En este flujo las condiciones de presión y velocidad se mantienen constantes, no cambian con el tiempo, en una determinada sección del conducto, representándose como:

$$\frac{d}{dt}(P, V, Q) = 0$$

Flujo No permanente.

En este flujo las características hidráulicas varían respecto al tiempo en una determinada sección del conducto y se representa como:

$$\frac{d}{dt}(P, V, Q) \neq 0$$

Flujo Transitorio .

Estado que se presenta cuando las condiciones del flujo, presión y velocidad, están cambiando entre el flujo permanente inicial y el flujo permanente final de un conducto.

$$\frac{d}{dx}V \neq 0$$

Golpe de ariete.

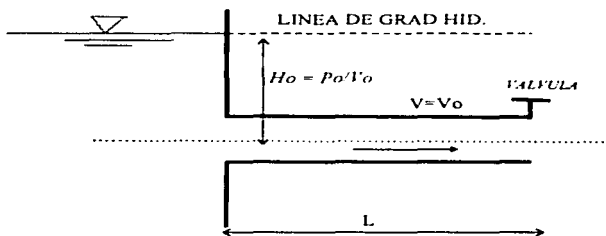
Es un fenómeno que se origina debido a cambios en el flujo permanente inicial debido a maniobras o aperturas de los mecanismos de control (válvulas para controlar el flujo) dando origen a un flujo transitorio en el conducto, al cual se le conoce comúnmente como golpe de ariete, el cual consiste en variaciones violentas de presión en forma de ondas elásticas que viajan por la tubería.

Descripción del golpe de ariete.

Para comprender el aspecto físico del Golpe se presentaran una serie de eventos que ocurren al cerrar una válvula localizada en el extremo aguas abajo de una tubería alimentada por un depósito de carga constante

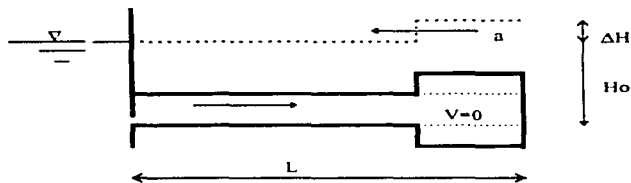
FLUJO PERMANENTE INICIAL

a). Para $t \leq 0$



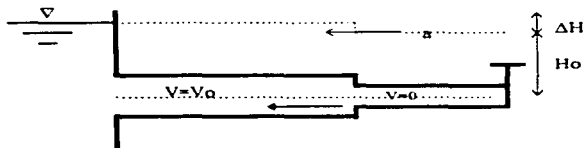
- Cuando $t < 0$: el flujo en el tubo es permanente, con velocidad V_0 , presión P_0 y densidad ρ_0 .
- Cuando $t = 0$ la válvula se cierra instantáneamente (si la válvula se cerrara lentamente, el fenómeno disminuye inclusive se podría evitar)
- Se desprecian la pérdidas
- La pared del tubo es deformable.

b) Para $0 \leq t \leq L/a$



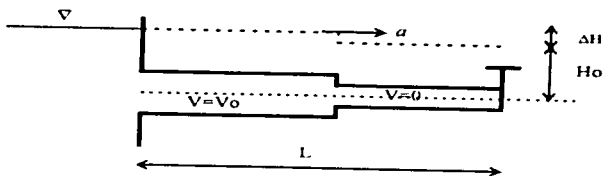
- Al cerrar la válvula se genera una onda de presión positiva que se propaga hacia el depósito con una velocidad de la onda de presión a
- Debido al incremento de la presión ΔH , el tubo se expande.
- Atrás de la onda de presión (a), la velocidad del fluido es "cero" y toda la energía cinética se convierte en energía elástica.
- Entre el depósito y la onda de presión la velocidad del flujo es V_0 .

c) Para $L/a \leq t \leq 2L/a$



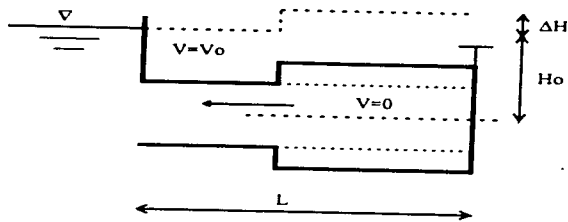
- El desequilibrio entre la presión $H_0 + \Delta H$ y la del recipiente H_0 provoca que el agua en el tubo se mueva hacia el depósito con la velocidad V_0 .
- Detrás de la onda de presión se presenta una disminución de la presión ΔH de manera que el tubo vuelve a tener en forma original una presión H_0 actuando sobre él.

d) Para $2L \leq t \leq 3L/a$



- Después de chocar con la válvula la onda de presión regresa hacia el depósito.
- Detrás de la onda la presión disminuye y provoca una contracción en las paredes del tubo.
- Detrás de la onda la velocidad de flujo es cero.

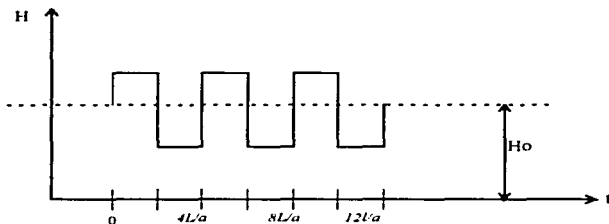
Para $3L/a \leq t \leq 4L/a$



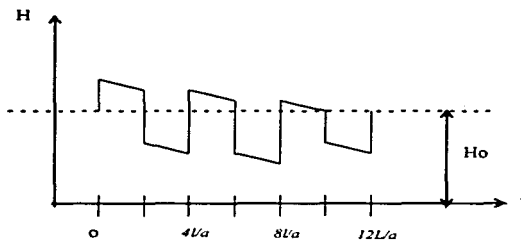
- La onda de presión se refleja en el depósito y ahora se mueve hacia la válvula
- Atrás de la onda, la presión se incrementa en el tubo.
- Atrás de la onda, la velocidad del flujo en el tubo se mueve hacia la válvula por la deformación de presiones

Este proceso se repite cada período de tiempo $4L/a$ y el fenómeno se va desapareciendo por efecto de la fricción, hasta que se establece un nuevo flujo permanente.

Si en la válvula o en cualquier sección del tubo midiéramos los valores de presión a lo largo del tiempo durante el Golpe de Ariete, tendríamos una gráfica como las ilustradas a continuación.



Gráfica de variación de presiones en la válvula (despreciando pérdidas)



Gráfica de variación de presiones en la válvula (considerando pérdidas)

Celeridad de la onda de presión.

Depende de las características de la tubería (Diámetro, espesor, material, etc.) y de las condiciones del fluido. Se puede determinar mediante la siguiente expresión:

$$a = \sqrt{\frac{k}{\rho \left[1 + \left(\frac{k}{E} \right) + \left(\frac{D}{e} \right) C1 \right]}}$$

donde

- k* módulo volumétrico del agua, Kg/m².
E módulo de elasticidad del tubo, kg/m²
D diámetro del tubo, m
e espesor de la pared del tubo, m
C1 parámetro adimensional que describe el efecto de la velocidad de la onda de presión sobre el tubo y sus valores son:

- a) Para $1 - \frac{u}{2}$ en tubos asegurados solo el extremo de aguas arriba
b) Para $C1 = 1 - u^2$ en tubos asegurados a todo lo largo contra movimiento axial.
c) Para $C1 = 1$ en tubos asegurados con juntas de expansión a todo lo largo.
u = relación de poisson

Causas y efectos de los transitorios.

El flujo transitorio es generado por cualquier acción planeada o accidental que modifique las condiciones de presión y/o velocidad de un flujo permanente.

Aperturas y cierre de válvulas.

Cierre de válvulas.- se genera una onda de presión positiva hacia aguas arriba de la válvula y si esta válvula se encuentra entre dos líneas se genera además una onda de presión negativa hacia aguas abajo

Apertura de válvulas.- en una maniobra de este tipo se genera la inversión del fenómeno, es decir, se genera una onda de presión negativa hacia aguas arriba y una onda de presión positiva hacia aguas abajo.

Arranques y paros de bombas.

Arranque de bombas.- Una acción de este tipo produce ondas de presión positivas hacia aguas abajo y ondas de presión negativas hacia aguas arriba.

Paro de bombas.- Al efectuar una acción de este tipo se producen ondas de presión negativas hacia aguas abajo y ondas de presión positivas hacia aguas arriba

Rechazo y demanda de carga en turbinas.

Rechazo de carga.- Se origina una onda de presión positiva hacia aguas arriba y una onda de presión negativa hacia aguas abajo.

Demanda de carga.- Se crea una onda de presión negativa hacia aguas arriba y una onda de presión positiva hacia aguas abajo.

Ecuaciones del Flujo Transitorio.

El flujo transitorio en un conducto a presión se puede estudiar mediante el análisis de dos ecuaciones fundamentales: la ecuación de continuidad y la ecuación dinámica.

Ecuación de dinámica

La figura 6.1 muestra la anotación para la ecuación dinámica. Aplicando la 2a. Ley de Newton y simplificando, se puede obtener:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{f}{2DA} Q|Q| = 0 \quad (1)$$

En la ecuación (1) se usa la fórmula de Darcy-Weisbach para calcular las pérdidas por fricción.

Ecuación de Continuidad

Aplicando la ley de Conservación de la masa se obtiene la ecuación de continuidad

$$a^2 \frac{\partial Q}{\partial x} + gA \frac{\partial H}{\partial x} = 0 \quad (2)$$

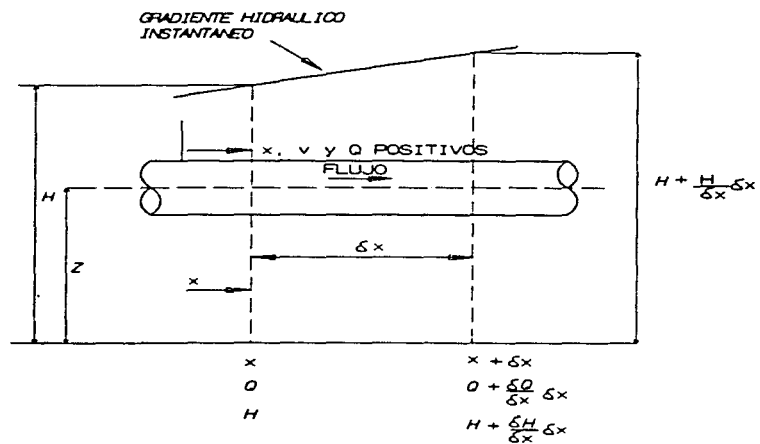


FIGURA 6.1 ANOTACION ECUACION DINAMICA

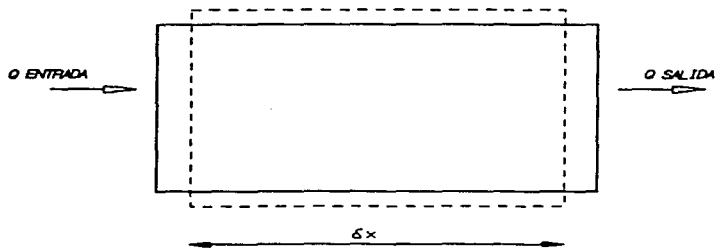


FIGURA 6.2 NOTACION PARA LA ECUACION DE CONTINUIDAD

MÉTODOS DE SOLUCIÓN.

Teoría de la columna rígida.

Esta teoría se desarrolla para cuantificar los efectos del golpe de ariete en un conducto a presión, con sección transversal constante en todo su desarrollo, con un depósito con nivel constante situado aguas arriba y un dispositivo de control aguas abajo del conducto. Esta teoría se basa en las siguientes hipótesis:

- a) El flujo del conducto es incompresible*
- b) Las paredes del conducto se consideran rígidas o indeformables.*
- c) El conducto permanece lleno de agua todo el tiempo y la presión mínima en cualquier sección del mismo, siempre es mayor a la presión de vaporización del agua.*
- d) Las pérdidas de carga por fricción y la carga de la velocidad son despreciables en comparación con los cambios de presión en el conducto.*
- e) Las distribuciones de presión y velocidad en cualquier sección del conducto son uniformes.*
- f) El nivel del depósito permanece constante durante el tiempo que dura el fenómeno.*

Teoría de la columna elástica.

Esta teoría se acerca más al comportamiento real del fenómeno se basa en las siguientes hipótesis:

- a) El conducto permanece lleno de agua todo el tiempo y la presión mínima en cualquier sección siempre es mayor que la vaporización del fluido.*
- b) Las distribuciones de presión y velocidad en cualquier sección del conducto siempre son uniformes.*
- d) La pared del conducto y el fluido se comportan de una manera elástica lineal y sufren pequeñas deformaciones.*
- e) El incremento de presión respecto a la coordenada curvilínea X resulta pequeño comparado con el incremento de presión con respecto al tiempo*
- f) El incremento de la carga de velocidad y la densidad del fluido resulta pequeño comparado con la carga piezométrica.*

Este método proporciona el incremento de carga en la sección adyacente aguas arriba del dispositivo de control para diferentes tiempos.

Método de las características

En el método de las características, las ecuaciones diferenciales parciales se convierten primero en ecuaciones diferenciales ordinarias, las cuales posteriormente se resuelven por un método explícito de diferencias finitas. Debido a que cada condición de frontera y cada sección del conducto se analizan por separado durante un intervalo de tiempo, este método es particularmente apropiado para sistemas en condiciones de frontera complejas. Las desventajas

de este método consiste en que los intervalos de tiempo deben ser muy pequeños para satisfacer la condición de Courant para estabilidad.

Como ya se indicó anteriormente, las ecuaciones dinámicas(1) y de continuidad (2) se convierten en ecuaciones diferenciales ordinarias, quedando

$$\frac{dQ}{dt} + \frac{gA}{a} \frac{dH}{dt} + \frac{f}{2DA} Q|Q| = 0 \quad (3)$$

$$\frac{dx}{dt} = a \quad (4)$$

$$\frac{dQ}{dt} - \frac{gA}{a} \frac{dh}{dt} + \frac{f}{2DA} Q|Q| = 0 \quad (5)$$

$$\frac{dx}{dt} = -a \quad (6)$$

Las ecuaciones (3) y(5) son válidas solamente si se satisfacen las ecuaciones (4) y (6)

Aplicando el método de diferencias finitas, y con base en la figura 6.3 quedan

$$Q_p = C_p - CaHp \quad (7)$$

para la línea característica positiva AP, y

$$Q_p = C_n + Ca Hp \quad (8)$$

para la línea característica negativa Bp, donde

$$C_p = Q_A + \frac{gA}{a} H_A - \frac{f\Delta t}{2DA} Q_A|Q_A| \quad (9)$$

$$C_n = Q_B - \frac{gA}{a} H_B - \frac{f\Delta t}{2DA} Q_B|Q_B| \quad (10)$$

Q_p puede obtenerse resolviendo simultáneamente las ecuaciones (7) o (8) como sigue:

$$Q_p = \frac{1}{2}(C_p + C_n) \quad (11)$$

H_p puede determinarse sustituyendo Q_p en la ecuación (7) y (8)

Condiciones de Frontera.

Para obtener los valores de Q y H en la frontera aguas abajo se usa la ecuación (7), y para la frontera aguas arriba la ecuación (8). Para determinar los valores de Q y H en las fronteras, estas variables se deben especificar o se debe definir alguna relación entre ellas.

a) Nivel constante en el embalse aguas arriba.

Suponiendo despreciables las pérdidas de carga menores y de velocidad, la ecuación (8) se usa para calcular Q_p con $H_p = H_R$ es la elevación de la superficie del embalse sobre el nivel de referencia. Entonces se tiene que parar los puntos de la frontera aguas arriba.

$$Q_p = C_n + C_u H_R \quad (12)$$

b) Nivel constante en el embalse aguas abajo.

Este tipo de frontera es similar al anterior, excepto que se usa la ecuación (7) para calcular Q_p .

$$Q_p = C_p + C_u H_R \quad (13)$$

c) Frontera cerrada aguas abajo.

$Q_p = 0$ y el valor de H_p se puede calcular usando la ecuación (7).

$$H_p = \frac{C_p}{C_u} \quad (14)$$

d) Válvulas aguas abajo.

La válvula se trata como un orificio. En estado estable, la relación entre Q y H es

$$Q_p = \frac{1}{2} (-C_v + \sqrt{C_v^2 + 4C_p C_v}) \quad (15)$$

donde

$$C_v = (\tau Q_o)^2 / C_u H_o$$

$\tau = C_d A_v / (C_d A_v)_o$ = relación de abertura de la válvula.

C_d = coeficiente de pérdida de carga en el orificio.

A_v = área de la abertura de la válvula, m²

o = subíndice que indica estado estable inicial.

Por lo general el de τ se da en función del tiempo (fig. 6.4). El valor de H_p puede determinarse con la ecuación (7).

e) Orificios en la frontera aguas abajo.

Para un orificio la abertura permanece constante, por lo tanto, la ecuación para la válvula se usará haciendo $\tau = 1$.

f) Bomba centrífuga en la frontera aguas arriba.

La curva carga-descarga para una bomba centrífuga que gira a una velocidad constante, figura 6.5 esta dada aproximadamente por la siguiente ecuación

$$H_p = C_1 - C_2 Q_p^2 \quad (16)$$

donde C_1 y C_2 son constantes conocidas. El valor de Q_p puede determinarse resolviendo simultáneamente las ecuaciones (8) y (16)

$$Q_p = \frac{-1 + \sqrt{1 + 4C_u C_2 (C_n + C_u C_1)}}{2C_u C_2} \quad (17)$$

H_p se determina con la ecuación (16)

g) Turbina Francis en la ecuación Aguas Abajo.

La curva carga-descarga para una turbina Francis que gira con velocidad constante y con abertura constante, puede aproximarse por

$$H_p = C_3 + C_4 Q_p^2 \quad (18)$$

donde

$C_3 + C_4$ son constantes conocidas.

Con la ecuación (18) se calcula H_p .

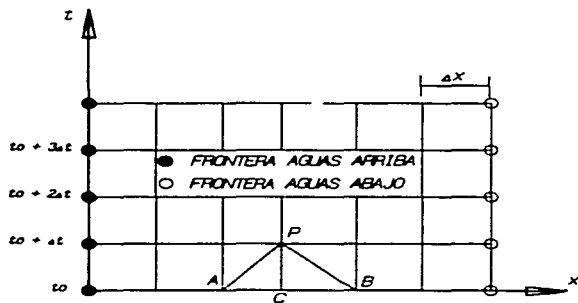


FIGURA 6.3 SISTEMA CUADRICULADO

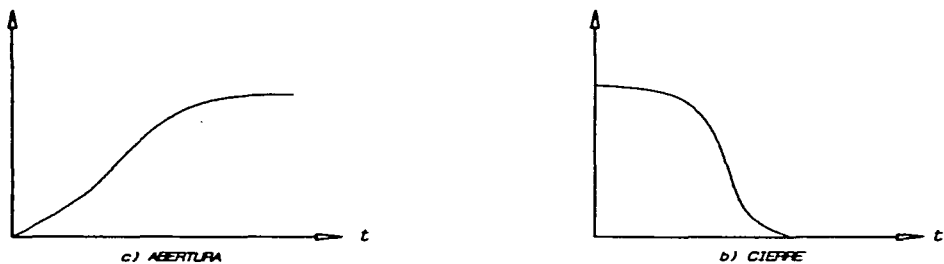


FIGURA 6.4. VALVULA EN LA FRONTERA AGUAS ABAJO

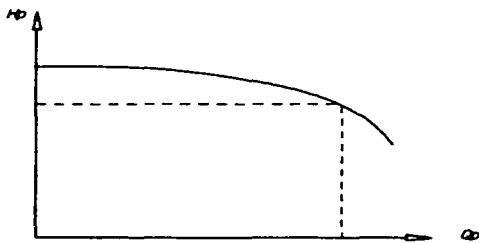


FIGURA 6.4. CURVA CARGA-GASTO PARA UNA BOMBA CENTRIFUGA

Condiciones de Estabilidad y Convergencia.

El criterio de estabilidad y convergencia está dado por la expresión

$$\frac{\Delta_r}{\Delta_s} \leq \frac{1}{a}$$

A esta ecuación de le llama condición de estabilidad de Courant.

DISPOSITIVOS DE CONTROL

Los dispositivos de control en los transitorios hidráulicos tienen como objetivo evitar el daño estructural que puede producir el golpe de ariete generado por el paro accidental de la planta de bombeo sobre las tuberías y/o las máquinas.

Antes de hacer la descripción de los dispositivos se presentará el fenómeno del golpe de ariete que se produce al detenerse en forma accidental una bomba, cuando alimenta una tubería suficientemente larga.

Golpe de Ariete creado por la detención de una bomba.

Paro programado y paro accidental.

La detención de una bomba puede ser realizada por el operador (paro programado) o producirse por interrupción del suministro de energía eléctrica al motor de la bomba (paro accidental). El paro accidental puede originarse por un problema que afecte a la planta de bombeo en su conjunto (como sobrecalentamiento de una chumacera que acciona la protección correspondiente, deteniendo la máquina)

La diferencia esencial entre el paro programado y el paro accidental radica en que, en el primero, el paro comienza con el cierre, a velocidad controlada de la válvula de descarga de la unidad y la bomba se desenergiza luego que dicha válvula cierra completamente. En el paro accidental lo primero que ocurre es que la máquina se desenergiza, lo que elimina el par motor (de origen eléctrico) sobre la bomba y ésta queda librada a la acción del fluido sobre ella. El cierre de la válvula de descarga se produce en una segunda etapa, y por medios mecánicos puesto que el suministro eléctrico puede estar cortado. La acción del fluido sobre la bomba en un acueducto globalmente ascendente implica, luego de unos pocos segundos, que el flujo invertido por la acción de la gravedad lleva a la máquina a la condición de turbina girando en sentido inverso. Si este flujo invertido se mantiene, la máquina puede ir incrementando su velocidad de rotación invertida y sobrepasar los límites de sobrevelocidad establecidos por el fabricante (por ejemplo 140 % de la velocidad de rotación en régimen). Ello puede ocasionar daños muy serios a la máquina por las tensiones centrífugas que se producen en el rodete y los

empujes incrementados sobre la chumaceras. El cierre de la válvula de descarga interrumpe el flujo inverso y detiene a la máquina.

Por lo anterior, r puede comprenderse que el paro accidental es la causa de los transitorios más peligrosos y donde la máquina se expone más a sufrir daños significativos.

Golpe de Ariete causado por el paro de la planta de bombeo.

Las figura 6.6 muestran el efecto sobre el paro accidental. En (a) antes del paro, en (b) 8δ después del paro siendo $\delta = T/20$ donde $T = 2l/a$ y en (c) 10δ después del paro cuando la onda llega al tanque de descarga. Se observa con claridad que en esta primera fase los problemas que pueden presentarse en el acueducto son problemas de depresión.

En la figura 6.7.a se presenta la segunda fase del fenómeno que se inicia con la deflexión de la onda opuesta en el tanque de descarga. La onda de sobrepresión resultante lleva al acueducto a una situación muy similar a la de partida (figura 6.7. b) en tanto llega a la válvula se encuentra abierta el proceso de reflexión es complejo y puede afectar negativamente la sobrevelocidad inversa que se produce en la máquina si la válvula de descarga cerrase lentamente. Si por el contrario la onda encontrase la válvula cerrada, se produce una reflexión de la misma onda (sobrepresión) (c) por lo cual en la fase siguiente se propaga esta onda de sobrepresión a lo largo de la tubería (figura 6.8.a) para reflejarse en el tanque de descarga como una onda de depresión y se reinicia el ciclo que comenzó con el paro de la sometida a las siguientes fases durante el ciclo de $4l/a$ de duración siempre que la válvula de descarga cierre en un tiempo menor que $2l/a$.

<i>Primera fase</i>	<i>Depresión.</i>
<i>Segunda fase</i>	<i>Presión de trabajo</i>
<i>Tercera fase</i>	<i>Sobrepresión</i>
<i>Cuarta fase</i>	<i>Presión de trabajo.</i>

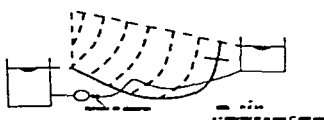
Estos fenómenos son los que deben controlarse mediante dispositivos que los eviten o los reduzcan. El proceso que se ha descrito corresponde a un fenómeno rápido de acuerdo a la clasificación que se hizo al inicio de este capítulo.

TANQUE DE OSCILACION.

La figura 6.9 se presenta el esquema de un tanque de oscilación. Se trata de un tanque cuya sección recta tiene un área A_T sustancialmente mayor que el área A de la tubería. La relación A_T/A debe ser suficientemente grande como para que los movimientos verticales del agua en el tanque, durante el fenómeno transitorio, tengan aceleraciones despreciables frente al gradiente hidrostático que es la aceleración de la gravedad. Esto quiere decir que un tanque de oscilación trabaja como un tanque de carga constante durante el transitorio hidráulico. Esto implica que la onda incidente se refleje completamente y que la tubería que sale del tanque y en la cual no se produce la perturbación se mantenga como zona no perturbada. En la figura 6.10.



(a) OPERACION ESTACIONARIA



(b) ESTADO DEL SISTEMA 85t
DESPUES DEL PARO

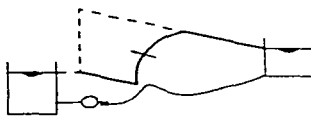


(c) ESTADO DEL SISTEMA 105t
DESPUES DEL PARO

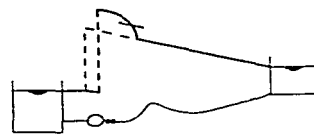
FIGURA 6.6. PARO ACCIDENTAL DE UNA PLANTA DE BOMBEO
FASE DESDE $t = 0$ A $t = 1/a$



(a) REFLEXION DE LA ONDA EN EL TANQUE
DE DESCARGA

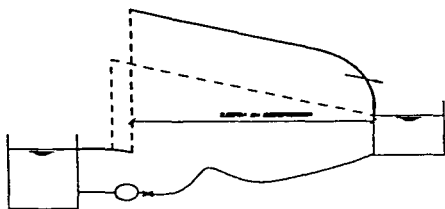


(b) LA ONDA LLEGA A LA VALVULA DE DESCARGA
CERRADA EN $t = 2/a$

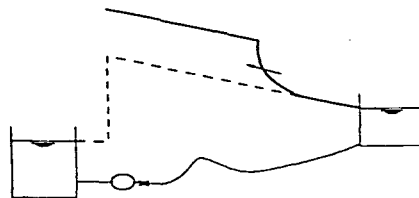


(c) LA ONDA SE REFLEJA EN LA VALVULA
DE DESCARGA CERRADA

FIGURA 6.7. PARO ACCIDENTAL DE UNA PLANTA DE BOMBEO
FASE DESDE $t = 2/a < t = 3/a$



(a) LA ONDA DE SOBREPRESION LLEGA AL TANQUE DE DESCARGA $t = 3/a$



(b) LA ONDA DE DEPRESION SE REFLEJA EN EL TANQUE DE DESCARGA

FIGURA 6.8. PARO ACCIDENTAL DE UNA PLANTA DE BOMBEO
FASE DESDE $t = 3/a$ A $t = 4/a$

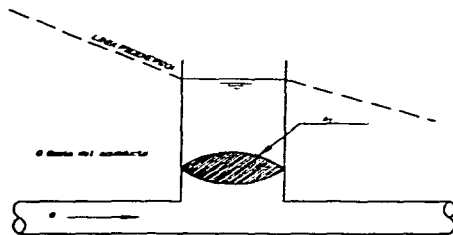
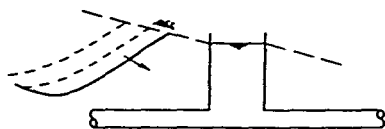
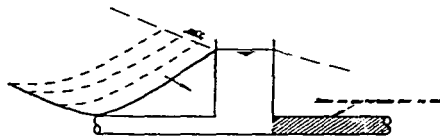


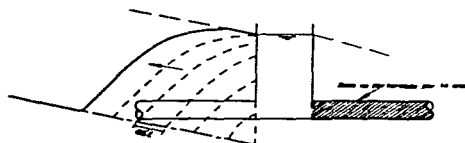
FIGURA 6.9. ESQUEMA DE UN TANQUE DE OSCILACION



a) Aproximación de la onda



b) Llegada de la onda



c) Reflexión de la onda

FIGURA 6.10. COMPORTAMIENTO DEL TANQUE DE OSCILACION ANTE UNA ONDA DE DEPRESION

se presenta en forma gráfica la operación idealizada de un tanque de oscilación ante una onda de depresión. La figura 6.11 se muestra la relación AT/A mínima para obtener un comportamiento razonablemente bueno en un tanque real con At finita, esta gráfica esta construida a partir de datos experimentales. De esta figura se deduce que si se requiere una reflexión no menor que el 92% (coeficiente de reflexión $S \leq 0.1$) la relación AT/A debe ser menor que 16.

En una línea de conducción a presión al tener un paro accidental de bomba se presenta la primera fase de la onda de presión. La función del tanque de oscilación consiste en confinar esta onda en el tramo entre la bomba y el tanque. El resto de la tubería no es afectado por la onda de depresión así como tampoco por las fases subsiguientes del fenómeno figura 6.12.

Las ventajas que se tienen al emplear un tanque de oscilación como control del golpe de ariete son:

- a) No requiere mantenimiento mecánico
- b) El fenómeno del golpe de ariete no afecta aguas abajo por lo que no se requiere de otros dispositivos en esta zona

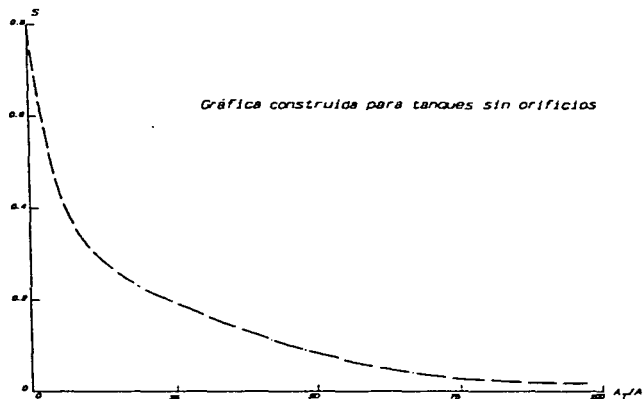
Las desventajas que se presentan son:

- a) El coronamiento del tanque debe estar por encima del nivel de la carga piezométrica para gasto máximo en el punto donde se coloque el tanque, y su desplante debe estar por debajo de la piezométrica correspondiente al gasto nulo para que no se vacíe.
- b) El tramo comprendido entre la bomba y el tanque sufrirá la sobrepresión debida al golpe de ariete por lo que será necesario analizar su resistencia a dicha sobrepresión.
- c) Las bombas soportarán grandes velocidades en reversa a menos que se utilice otro dispositivo para evitar este efecto.

TANQUE UNIDIRECCIONAL.

Este tanque deberá estar conectado a la conducción mediante una línea que tiene una válvula de retención, o varias en paralelo, a fin de que impida el flujo desde la conducción al tanque, aun cuando la carga piezométrica de la línea es por por arriba de la carga del tanque. El funcionamiento del tanque se produce cuando la carga piezométrica en la línea de conducción cae por debajo de la superficie libre del tanque. En este momento la válvula de retención del tanque se abre y fluye agua desde éste hacia la línea. Si la comunicación entre el tanque y la línea es suficientemente franca, esto es, con pérdida mínimas y poca inercia, la carga piezométrica de la conducción se mantendrá sensiblemente próxima al nivel de la superficie libre del tanque y esto impide que se produzcan depresiones indeseables en las proximidades del tanque. El esquema del tanque unidireccional se observa en la fig. 6.13

La acción del tanque contra la onda de depresión que se genera en el paro repentino de la planta de bombeo se muestra en la figura 6.14, en la figura (a) se observa la aproximación de la onda, en (b) la llegada de la onda y en (c) la trasmisión de una onda cuya amplitud es la



S Relación amplitud onda reflejada/amplitud onda incidente

A₁/A Relación área del tanque/área de la tubería

FIGURA 6.11. COEFICIENTE DE REFLEXION EN FUNCION DE LA RELACION DE AREA

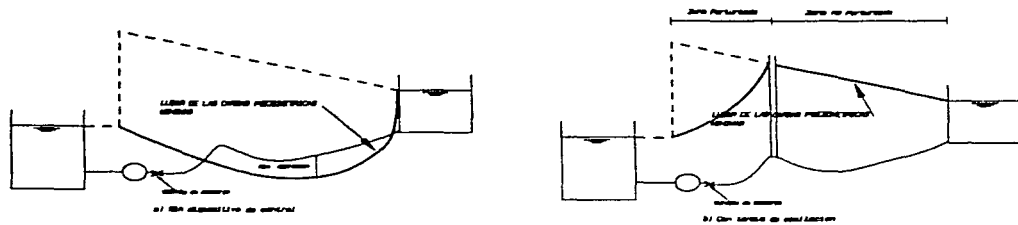


FIGURA 6.12. ACCION DE UN TANQUE DE OSCILACION EN EL SISTEMA DE BOMBEO

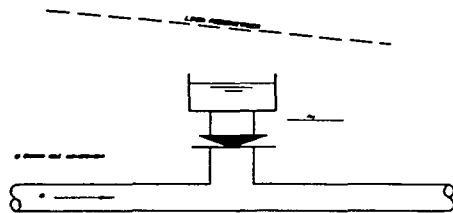
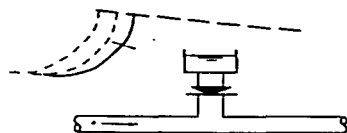
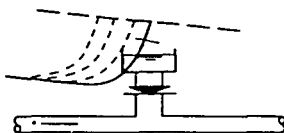


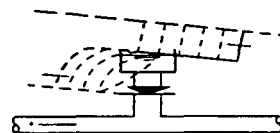
FIGURA 6.13. ESQUEMA DE UN TANQUE UNIDIRECCIONAL.



(a) Aproximación de la onda



(b) Llegada de la onda



(c) Reflexión de la onda

FIGURA 6.14. COMPORTAMIENTO DEL TANQUE UNIDIRECCIONAL ANTE UNA ONDA DE DEPRESION

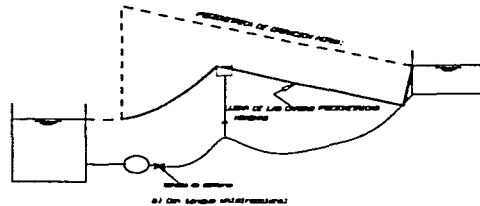
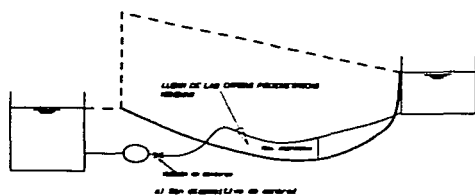


FIGURA 6.15. ACCION DE UN TANQUE UNIDIRECCIONAL EN EL SISTEMA DE BOMBEO

diferencia de altura entre la piezométrica de trabajo y el nivel de la superficie libre del tanque y la reflexión de la porción restante de la onda incidente. Este comportamiento puede entenderse si se observa que al incidir la ondas de depresión el tanque está cerrado y la onda no percibe la presencia del tanque. Cuando la piezométrica ha descendido lo suficiente para que se abra la conexión entre el tanque y el acueducto, el tanque actúa como un reflector tal como lo hacía el tanque de oscilación.

Como puede observarse en la figura 6.15 presenta la acción de un tanque unidireccional en un sistema de bombeo luego de un paro accidental o de emergencia. Como se puede ver, el tanque unidireccional no evita la propagación de parte de la onda incidente hacia el tramo de acueducto aguas abajo del tanque. También se observa que, a diferencia del tanque de oscilación, el nivel de la superficie libre del tanque puede ubicarse por debajo de la piezométrica de operación normal.

Una vez que el tanque opera, debe llenarse nuevamente para estar disponible para la próxima operación. Este llenado debe ser rápido para reducir al máximo el tiempo durante el cual el tanque no tiene su nivel máximo. Para ello el tanque dispone de válvulas de llenado operadas mecánicamente mediante un flotador o con un presostato fijado a la pared del tanque que abre la válvula cuando la presión en la pared está por debajo de la correspondiente al tanque lleno.

Las ventajas más notables de este dispositivo son:

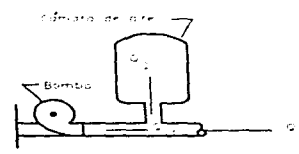
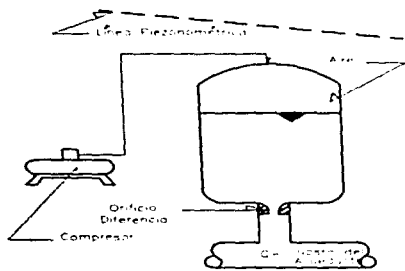
- a). Su coronamiento está por debajo de la piezométrica para gasto máximo. Por lo tanto se adecua a topográficas que al carecer de puntos elevados implicaría tanques de oscilación altos.*
- b). Al reflejar parcialmente las ondas de depresión no induce sobre la máquina grandes sobrevelocidades en reversa.*

Los problemas que se presentan son :

- a) Requiere mantenimiento mecánico periódico para asegurar un buen funcionamiento de las válvulas de retención y llenado.*
- b) Al reflejar la onda de depresión, la parte de la onda transmitida puede producir depresiones indeseables aguas abajo. Ello implica que pueden requerirse otros tanques unidireccionales (dispositivos secundarios) para controlar el transitorio en todo el acueducto.*

CAMARA DE AIRE..

La figura 6.16 representa el esquema de una cámara de aire y su ubicación dentro de un sistema de bombeo. Puede apreciarse que la piezométrica de trabajo normalmente se halla por arriba de la cámara, que el aire comprimido se introduce mediante un compresor y que la cámara se conecta a la línea por medio de un orificio cuya pérdida de carga crece para gastos de la línea a la cámara y decrece para gastos de la cámara a la línea (orificio diferencial) La

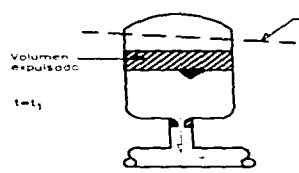


Ubicación de la cámara de aire en el sistema de bombas

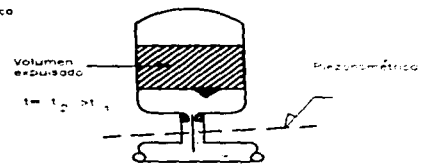
FIG. 6.16 ESQUEMA DE LA CAMARA DE AIRE



1) La piezométrica está en su posición normal

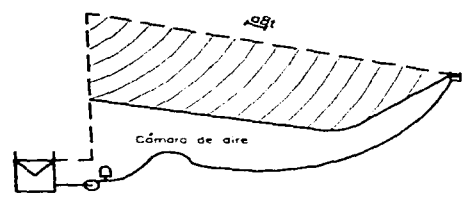


2) La piezométrica ha comenzado a caer

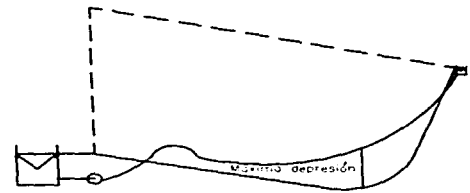


3) La piezométrica se ubica en su posición más baja

FIG. 6.17 EFECTO DE LA CAMARA DE AIRE



(b) Con cámara de aire



(a) sin dispositivo de control

FIG. 6.18 EFECTO DE LA CAMARA DE AIRE EN LA ONDA DE DEPRESION

operación de la cámara se esquematiza en la figura 6.17 en (a) se tiene la condición previa al paro accidental, en (b) la piezométrica en la planta de bombeo ha caído hasta una posición intermedia y por consiguiente la presión cae en el interior de la cámara y el aire se ha expandido expulsando el volumen marcado hacia la línea, en (c) la piezométrica ha descendido a su nivel más bajo, el volumen de aire se ha expandido al máximo y el volumen de agua marcado ha sido expulsado durante un intervalo de operación de la cámara. La mecánica del fenómeno de expulsión de agua al expandirse el aire debido al descenso de presión en el acueducto y se comprende con facilidad.

La operación consiste en que se tiene la condición previa al paro accidental, segundo la carga piezométrica en la planta de bombeo cae a una posición media y por consiguiente también cae la presión en el interior de la cámara y el aire se expande, expulsando el volumen marcado hacia la línea, por último, la carga piezométrica desciende a su nivel más bajo, el volumen de aire se expande al máximo y el volumen de agua marcado ha sido expulsado durante el intervalo de operación de la cámara

Las principales ventajas que se tienen:

- a) Reduce a voluntad la magnitud de la onda de depresión.*
- b) Su efecto sobre la onda no depende de la cota inicial de la superficie libre del agua dentro de la cámara, por lo que se utiliza en topografías donde no es posible colocar tanques de oscilación o unidireccionales.*
- c) El volumen de agua existe dentro de la cámara es inferior al de un tanque de oscilación o unidireccional, por lo que en zonas frías es más fácil controlar la congelación mediante el calentamiento.*
- d) La cámara de aire puede colocarse cerca de la planta de bombeo puesto que su efecto no depende de la cota inicial de la superficie libre del agua dentro de la cámara. Esto facilita su mantenimiento.*

Las desventajas que se presentan son:

- a) Se requiere disponer de compresores para mantener el colchón de aire que de otra manera, se disolvería en el agua y desaparecería. Esto implica agregar en la planta de bombeo, equipo nuevo para darle mantenimiento.*
- c) Como esta constituido por válvulas de retención, el orificio diferencial requiere de mantenimiento a fin de asegurar su correcto funcionamiento.*

VALVULAS DE ALIVIO.

Son elementos cuya operación mecánica difiere sensiblemente de un fabricante a otro, pero cuya función es abrir una conexión entre el interior del acueducto y la atmósfera cuando la presión interior sobrepasa un límite $P_{máx}$ previamente establecido. También la apertura puede ser ordenada por medio de una válvula selenoide que, al cesar el suministro eléctrico, habilita un circuito hidráulico o neumático que abre la válvula instantes antes de que ocurra el ascenso de presión.

6.1. ANALISIS HIDRAULICO.

Con los datos que se obtuvieron en la selección de la bomba en el Capítulo 5, subcapítulo 5.3 se procede a calcular el golpe de ariete generado por la falla de la bomba.

Antes de iniciar el análisis se describirán las variables que intervienen en las expresiones que se utilizarán.

a	Velocidad onda de presión
E_R	Eficiencia de diseño de la bomba
g	Aceleración de la gravedad
H_R	Carga de diseño de la bomba
H_f	Pérdidas por fricción en la línea de descarga.
H_d	Carga mínima por el transitorio en la bomba
H_m	Carga mínima por el transitorio en la mitad del tubo
H_{mR}	Carga máxima por el transitorio en la mitad del tubo.
H_r	Carga máxima por el transitorio en la bomba
L	Longitud de la tubería de descarga.
N_R	Velocidad de rotación de diseño de la bomba.
Q_R	Gasto de diseño de la bomba
t	Tiempo
T_o	Tiempo que transcurre desde la falla de la bomba, hasta que se produce el flujo inverso en la bomba.
V_R	Velocidad de la línea de descarga correspondiente a Q_R
WR^2	Momento de inercia del conjunto bomba-motor.

A. GOLPE DE ARIETE GENERADO POR FALLA DE UNA BOMBA.

Este tramo esta comprendido entre la cisterna y el tanque la Cienega que como ya se mencionó una de sus funciones es el de dar carga para conducir a partir de este punto el agua por gravedad a continuación se dan las características de dicho tramo el análisis se hará mediante el uso de las gráficas de Chaudry. Este análisis consiste en calcular las cargas que se presentan durante el fenómeno transitorio cuando esta funcionando una sola bomba, ya que el sistema contará con dos bombas que trabajaran a lo largo del día por separado en determinados momentos trabajaran juntas y este análisis se hara en el inciso B

Datos de la tubería

$$L = 31.349 \text{ m}$$

$$a = 389.122 \text{ m/seg}$$

$$D = 4''$$

Datos de la Bomba

$$Q_R = 0.010739 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Pot = 6.31 \text{ H.P.}$$

$$NR = 3500 \text{ R.P.M.}$$

$$E_R = 71 \%$$

$$HR = 31.730 \text{ m}$$

CÁLCULO DE LAS CARGAS MÍNIMAS.

Cálculo de los valores de τ y ρ

$$\tau = \frac{1}{2L \frac{K}{a}}$$

$$\rho = \frac{aV_R}{2gH_R}$$

donde $K = \frac{892770H_R Q_R}{E_R IN_R^2}$

$$\frac{Q_R}{WR^2}$$

$$\frac{m^3/\text{seg}}{\text{Kg-m}^2}$$

$$\frac{H_R}{NR}$$

$$\frac{m}{RPM}$$

Calculo del Momento Polar (I).

$$I = 150 (Pot/NR)^{1.435}$$

Pot potencia en H.P.

$$I = 150(6.27/3500)^{1.435} = 0.017 \text{ kg-m}^2$$

$$K = \frac{892770(31.730)(0.010739)}{(0.715)(0.017)(3500)^2} = 2.043$$

$$A = \frac{\pi(0.1016)^2}{4} = 0.00811 \text{ m}^2$$

$$V_R = \frac{Q_R}{A} = \frac{0.010739}{0.00811} = 1.32 \text{ m / seg}$$

Sustituyendo en τ y ρ

$$\tau = \frac{1}{2(31.349) \frac{2.043}{389.122}} = 3.038$$

$$\rho = \frac{389.122(1.32)}{2(9.81)(31.730)} = 0.825$$

Con los valores de τ y ρ empleando las gráficas 6.1.1 y obtenemos:

a). CARGAS MINIMAS

En la tubería

$$hm = \frac{Hm}{H_R} = 0.68$$

$$Hm = H_R (0.68) = (31.730)(0.68) = 21.576$$

En la bomba

$$hd = \frac{Hd}{H_R} = 0.47$$

$$Hd = H_R (0.47) = (31.730)(0.47) = 14.913$$

b). CARGAS MAXIMAS

Utilizando la gráficas de las figuras 6.1.2 y 6.13

En la bomba

$$hr = \frac{Hr}{H_R} = 1.18$$

$$Hr = H_R (1.18) = (31.730)(1.18) = 37.441$$

En la tubería

$$hmr = \frac{Hmr}{H_R} = 1.11$$

$$Hmr = H_R (1.11) = (31.730)(1.11) = 35.220$$

B. GOLPE DE ARIETE GENERADO POR FALLA DE DOS BOMBAS.

Datos de la tubería

$$L = 31.349 \text{ m}$$

$$a = 389.122 \text{ m/seg}$$

$$D = 4''$$

Datos de la Bomba

$$Q_R = 0.021478 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Pot = 6.31 \text{ H.P.}$$

$$NR = 3500 \text{ R.P.M.}$$

$$E_R = 71 \%$$

$$HR = 31.730 \text{ m}$$

CÁLCULO DE LAS CARGAS MÍNIMAS.

Cálculo de los valores de τ y ρ

Calculo del Momento Polar (I).

$$I = 150 (Pot/NR)^{1.435}$$

Pot potencia en H.P.

$$I = 150(6.27/3500)^{1.435} = 0.017 \text{ kg-m}^2$$

$$K = \frac{892770(31.730)(0.021478)}{(0.715)(0.017)(3500)^2} = 4.086$$

$$A = \frac{\pi(0.1016)^2}{4} = 0.00811 \text{ m}^2$$

$$V_R = \frac{Q_R}{A} = \frac{0.021478}{0.00811} = 2.65 \text{ m/seg}$$

Sustituyendo en τ y ρ

$$\tau = \frac{1}{2(31.349) \frac{4.089}{389.122}} = 1.52$$

$$\rho = \frac{389.1221(2.65)}{2(9.81)(31.730)} = 1.65$$

Con los valores de τ y ρ empleando las gráficas 6.1.1 y obtenemos:

a). CARGAS MÍNIMAS.

En la tubería

$$hm = \frac{Hm}{H_R} = 0.47$$

$$Hm = H_R (0.47) = (31.730)(0.47) = 14.913$$

En la bomba

$$hd = \frac{Hd}{H_R} = 0.16$$

$$Hd = H_R (0.16) = (31.730)(0.16) = 5.08$$

b). Cargas máximas.

Utilizando la gráficas de las figuras 6.1.2 y 6.13

En la bomba

$$hr = \frac{Hr}{H_R} = 1.42$$

$$Hr = H_R (1.42) = (31.730)(1.42) = 45.06$$

En la tubería

$$hmr = \frac{Hmr}{H_R} = 1.24$$

$$Hmr = H_R (1.24) = (31.730)(1.24) = 39.340$$

En las tablas siguientes se presenta el cálculo del golpe de ariete que se genera durante el cierre y la apertura de una válvula considerando que

- a* celeridad de la onda de presión m/seg.
- g* aceleración de la gravedad m/seg
- Ho* Carga estática en m
- L* Longitud de la tubería, en m
- Vo* Velocidad inicial en la tubería.
- Tc* Tiempo de cierre de la válvula.
- Δh_m Máximo presión en la mitad de la tubería
- Δh_d Máxima presión en la mitad de la tubería

**Golpe de Ariete Generado por el cierre de una válvula
Tramo Tanque 1 al Tanque 2**

TRAMO		Q (m3/seg)	Longitud (m)	Diámetro plg	Diam m	Coef C	Cota de Terreno	hf Hazen-W	pérdidas	
DE	AL								locales	totales
	T1						2028 465			
T1	2	0 012417	482 25	6 00	0 1524	100 000	2029 073	2 87	0 198	3 07
2	T2	0 009802	793 52	6 00	0 1524	100 000	2029 655	3 05	0 078	3 13

Longitud	1275 77	
Nivel del agua T1	2055 81	
Nivel del agua T2	2051 61	
Carga estática (Ho)	4 20	
Pérdidas Totales del T1 al T3	6 20	
Diámetro teórico del tramo	5 72	0 1453
Celeridad de la tubería P.V.C. (a)	590 85	
Velocidad inicial (Vo)	0 59	
Tiempo de cierre en seg	5 00	

Carga máxima

$$\rho = \frac{a V_o}{2gH_o}$$

$$K = \frac{T_c}{2 \frac{L}{a}}$$

Cálculo de

ρ

2.87

Cálculo de K

1.16

De la gráfica (a) se tiene en la Válvula

$$\begin{aligned} \Delta H_{dm}/H_o &= 1.87 \\ \Delta H_{dm} &= H_o \times 1.87 \\ \Delta H_{dm} &= 11.60 \end{aligned}$$

$$H_{max} = H_o + D_{hdm}$$

$$H_{m\acute{a}x} = 17.806$$

Carga mínima

$$H_{min} = H_o \left(-k + \sqrt{k^2 + 1} \right)^2$$

$$\text{Si } T_o > \frac{2L}{a}$$

$$H_{min} = H_o - \frac{a}{g} \Delta V$$

$$T_o \leq \frac{2L}{a}$$

$$2L/a = 4.32$$

$$T_o = 5 \text{ seg}$$

$$k = 3.66$$

$$V_f = V_o = 0.59$$

$$V_i = 0.00$$

$$\Delta V = V_f - V_i = 0.59$$

$$H_{min} = 0.08$$

**Golpe de Ariete Generado por el cierre de una válvula
Tramo Tanque 1 al Tanque 4**

TRAMO		Q (m3/seg)	Longitud (m)	Diámetro plg	Diam. m	Coef. C	COTA DE TERRENO	hf Hazen-W	pérdidas	
DE	AL								local	totales
	T1						2028.465			
T1	2	0.012417	482.25	6.00	0.152	100	2029.073	2.87	0.20	3.07
2	3	0.002615	233.90	4.00	0.102	100	2031.599	0.56	0.02	0.58
3	T4	0.001636	93.50	2.5	0.064	100	2031.856	0.93	0.01	0.94

Longitud 809.65
 Nivel del agua T1 2055.81
 Nivel del agua T4 2051.22
 Carga estática 4.59
 Pérdidas Totales del T1 al T3 4.60
 Diametro teorico del tramo 2.81 0.0713
 Celeridad de la tuberia P.V.C. (a) 432.82
 Velocidad inicial (Vo) 0.41
 Tiempo de cierre en seg 5.00

Carga máxima

$$\rho = \frac{aV_o}{2gH_o} \qquad K = \frac{T_c}{2 \frac{L}{a}}$$

Cálculo de ρ 1.97

Cálculo de K 1.34

De la gráfica (a) se tiene en la Válvula

$$\begin{aligned} \Delta H_{dm}/H_o &= 3.08 \\ \Delta H_{dm} &= H_o \times 3.08 \\ \Delta H_{dm} &= 14.16 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_{max} &= H_o + \Delta H_{dm} \\ H_{max} &= 18.753 \end{aligned}$$

Carga máxima

$$H_{min} = H_o \left(-k + \sqrt{k^2 + 1} \right)^2 \qquad \text{Si } T_o > \frac{2L}{a}$$

$$H_{min} = H_o - \frac{a}{g} \Delta V \qquad T_o \leq \frac{2L}{a}$$

$$2L/a = 3.74$$

$$T_o = 5 \text{ seg}$$

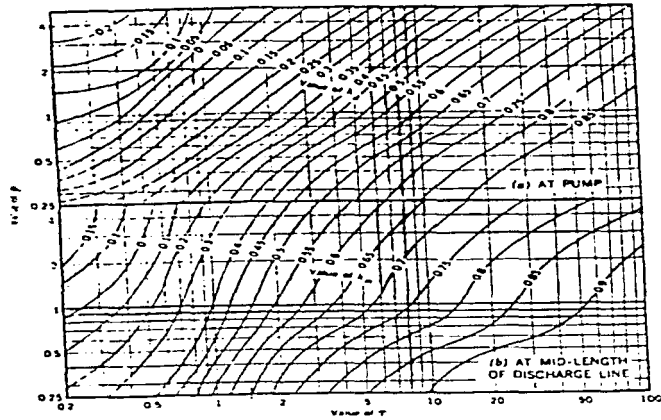
$$k = 1.47$$

$$V_f = V_o = 0.41$$

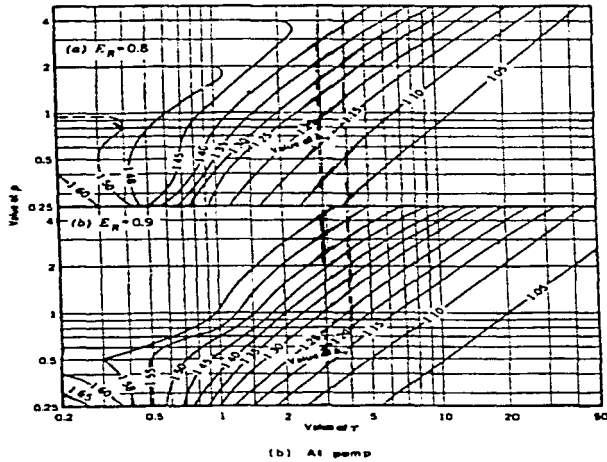
$$V_i = 0.00$$

$$\Delta V = V_f - V_i = 0.41$$

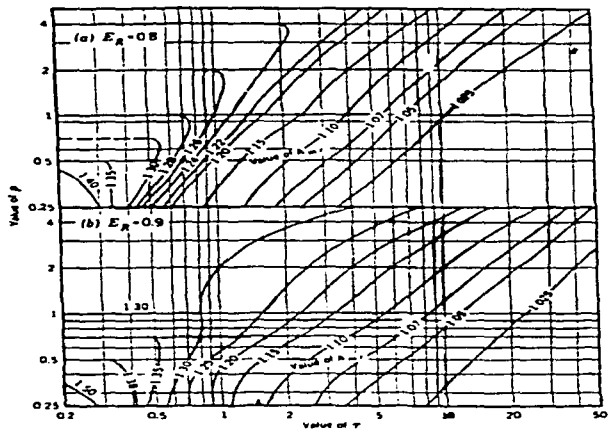
$$H_{min} = 0.43$$



GRAFICA PARA CARGA MINIMA EN LA BOMBA
Y A LA MITAD DE LA TUBERIA (PARO ACCIDENTAL)

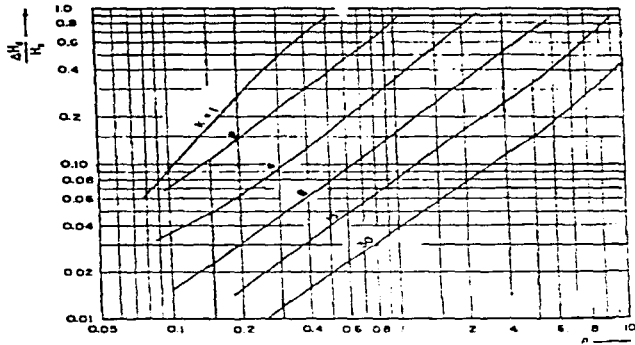


GRAFICA PARA CARGA MAXIMA EN LA BOMBA

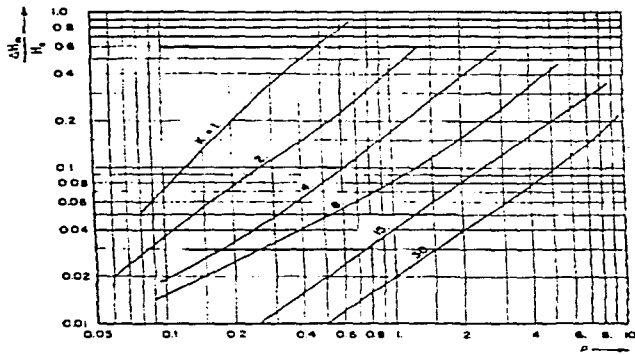


GRAFICA PARA CARGA MAXIMA EN LA MITAD DE LA TUBERIA

CARGA MAXIMA DURANTE EL CIERRE DE LA VALVULA



a) EN LA VALVULA



(b) At midlength

b) EN LA MITADA DE LA TUBERIA

6.2 REVISION DE ESPESOR DE TUBERIA

Con los resultados que se obtienen del análisis hidráulico del fenómeno del golpe de ariete tanto para una como para las bombas trabajando se tiene:

a) Funcionando una bomba

Carga máxima en la tubería	35.220 m
Carga máxima en la bomba	37.441 m
Carga mínima en la tubería	21.576 m
Carga mínima en la bomba	14.913 m

b) Funcionando dos bombas

Carga máxima en la tubería	39.340 m
Carga máxima en la bomba	45.060 m
Carga mínima en la tubería	14.913 m
Carga mínima en la bomba	5.080 m

Por lo tanto tenemos que la carga máxima desfavorable es cuando están funcionando las dos bombas y se presenta tanto en la tubería como en la bomba por lo que la tubería que deberá emplearse será Clase Rd-41 que soporta una presión máxima de 7.1 kg/cm² pues la carga en la tubería es de 39.340 m que equivale a 3.93 kg/cm², los espesores que deberán emplearse serán los que a continuación se indican.

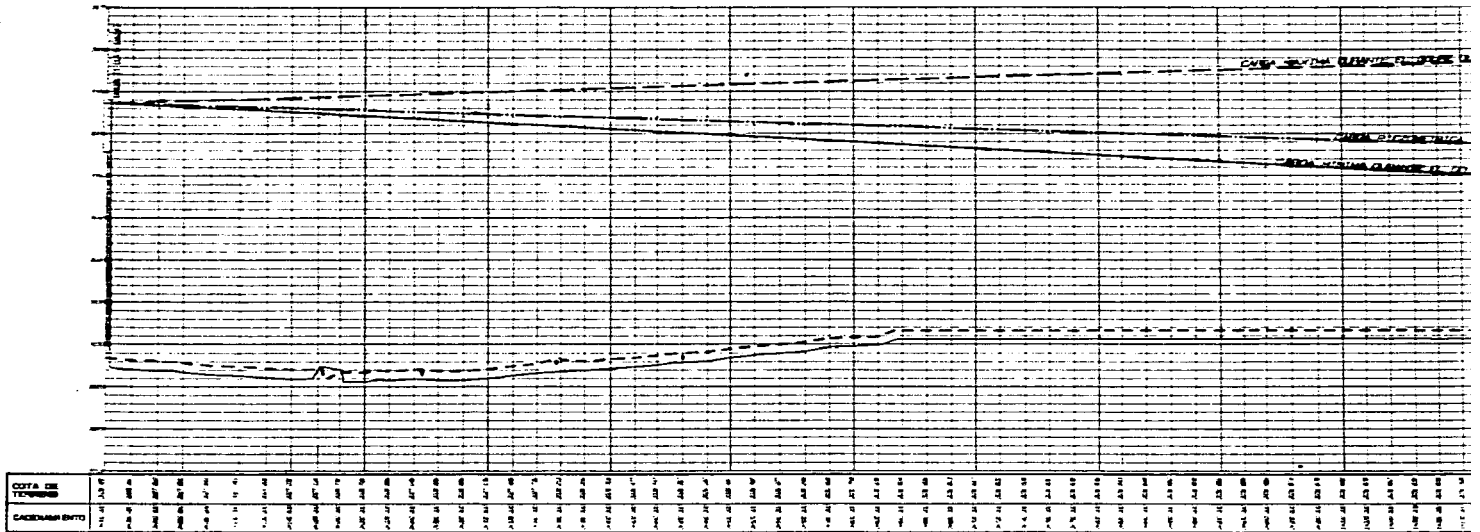
Nominal	Diámetro		Espesor mm
	Exterior	Interior	
60	73	68.8	2.1
75	88.9	83.9	2.5
100	114.3	108.1	3.1
150	168.3	159.5	4.4

6.3. VALVULAS O ESTRUCTURAS DE REGULACION PARA EL GOLPE DE ARIETE.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los capítulos anteriores no es necesario colocar estructuras contra el golpe de ariete, sin embargo en el equipamiento del equipo de bombeo deberán colocarse válvulas aliviadoras, así como válvulas tipo check con el fin de garantizar que el equipo se dañe durante su vida útil.

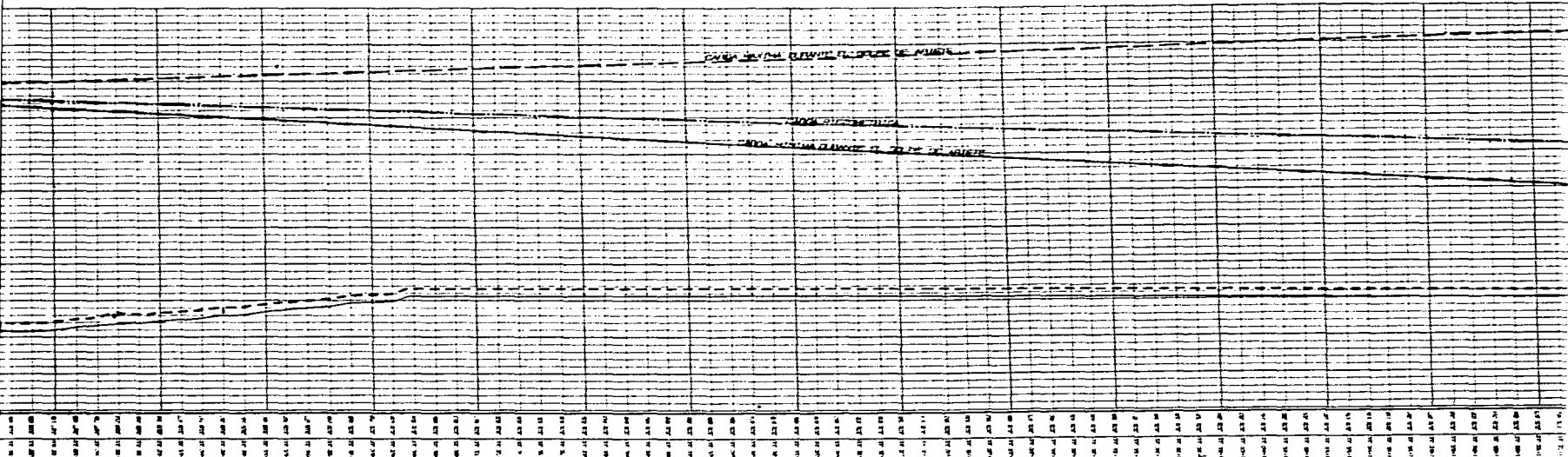
En el tramo que va del tanque T1 al tanque T3, en el cálculo del fenómeno transitorio se obtuvo una carga negativa, sin embargo si observamos el perfil de dicho tramo, esta carga no corta a la tubería por lo que no causa mayores problemas cuando se presente el fenómeno del golpe de ariete.

PERFIL DEL TRAMO - TANQUE 1 A

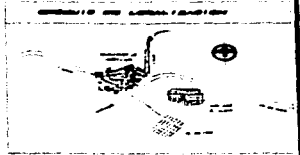


CARGA MAXIMA Y CARGA MINIMA DURANTE

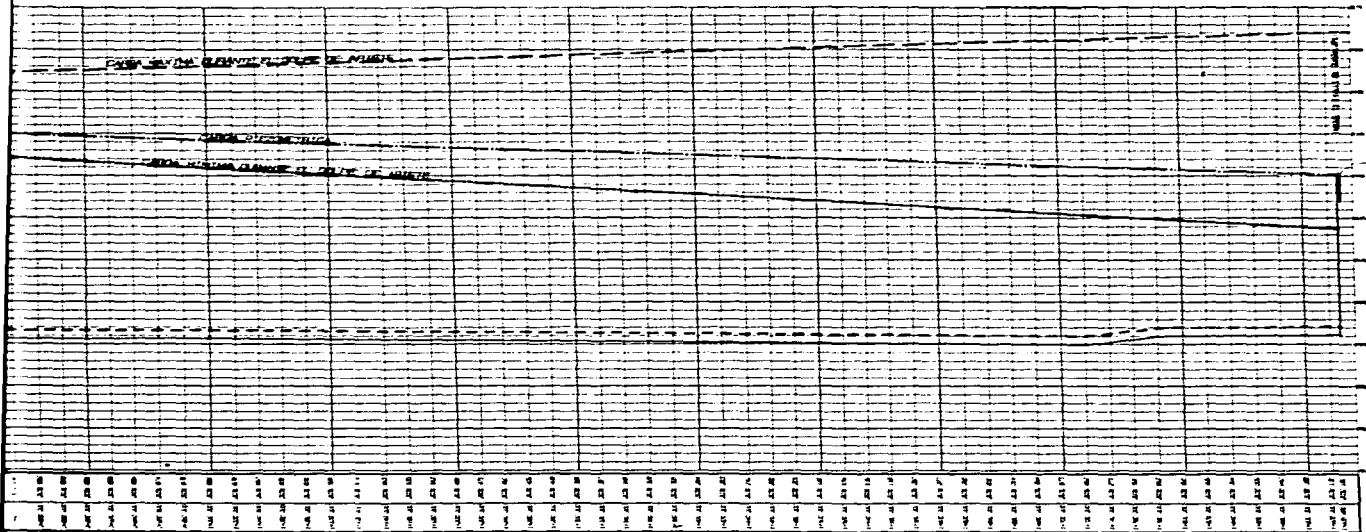
PERFIL DEL TRAMO - TANQUE 1 AL TANQUE 3



CARGA MAXIMA Y CARGA MINIMA DURANTE EL GOLPE DE ARIETE



TANQUE 1 AL TANQUE 3



MINIMA DURANTE EL GOLPE DE ARIETE

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
 PLANTEL ACAYULAN
 REPTIL (CARRERA INGENIERIA Y MEXICANA)
 LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE DEL POBLADO
 SAN JOSE EL LLANO, UBICADO EN EL MUNICIPIO
 DE TENANCAHUI, EDO. DE MEXICO
 SEMINARIO TALLER-EXTRACURRICULAR "CONCEPCIONES A PRESTON"
 AIDA: _____ ALBA: _____ CLAY: _____

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CONCEPTO: SUM Y COLOC E INSTALACION DE BOMBA

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	CTO UNIT	IMPORTE
BOMBA A MODELO MN3196-ST TAMAÑO 1 1/2" X 3-6, 3500 R P M Y 8 HP	PZA	1 00	8.776 00	8.776 00
SUMA				8.776 00
MANO DE OBRA				
1 OF PLOMERO + 1 AYUDANTE	JOR	7 00	118 92	818 44
1 OF ELECTRICISTA + 1 AYUDANTE	JOR	7 00	118 28	827 96
SUMA				1.646 40
HERRAMIENTA MAQUINARIA Y EQUIPO				
SUMA				0 00
COSTO DIRECTO:			TOTAL	10.422 40
FACTORES DE INDIRECTOS, FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD			PORCENTAJE	IMPORTE
COSTO INDIRECTO % I x (C D)			20 00	2.084 48
COSTO POR FINANCIAMIENTO % F x (C D + C I)			0 00	0 00
CARGO POR UTILIDAD % U x (C D + C I + F)			10 00	1.250 69
PRECIO UNITARIO (C D + C I + C F + U)			UNIDAD	
			PZA	14.767 67

CONCEPTO: SUM Y COLOC DE TUBERIA DE 1016 MM (4") DE PVC CLASE RD-41

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	CTO UNIT	IMPORTE
TUBERIA DE P.V.C DE 4"	ML	1 00	34 30	34 30
SUMA				34 30
MANO DE OBRA				
AYUDANTE OPERADOR ESPECIALISTA	HR	0 50	116 92	58 46
OBREJO GENERAL	HR	0 50	116 92	58 46
SUMA				116 92
HERRAMIENTA MAQUINARIA Y EQUIPO				
SUMA				0 00
COSTO DIRECTO:			TOTAL	151 22
FACTORES DE INDIRECTOS, FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD			PORCENTAJE	IMPORTE
COSTO INDIRECTO % I x (C D)			20 00	30 24
COSTO POR FINANCIAMIENTO % F x (C D + C I)			0 00	0 00
CARGO POR UTILIDAD % U x (C D + C I + F)			10 00	16 15
PRECIO UNITARIO (C D + C I + C F + U)			UNIDAD	
			ML	199 61

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CONCEPTO: SUMINISTRO Y COLOCACION DE MOTOR ELECTRICO

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	CTO UNIT	IMPORTE
MOTOR ELECTRICO A PRUEBA DE GOTEO FLECHA HUECA JAULA DE ARDILLA. SERVICIO INTEMPERIE CON TORNIQUE TE DE NO RETROCESO. DE 8 H.P. 3 FASES 2 POLOS 3500 R P M 60 CPS. 220 VOLTS MARCA US O SIMILAR	PZA	1.00	7583.00	7583.00
			SUMA	7583.00
MANDO DE OBRA				
1 OF. ELECTRICISTA	JOR	0.75	116.92	87.69
1 AYUDANTE	JOR	0.75	116.92	87.69
			SUMA	175.38
HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO				
			SUMA	0.00
COSTO DIRECTO:			TOTAL	7.758.38
			PORCENTAJE	IMPORTE
FACTORES DE INDIRECTOS, FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD			20.00	1.551.68
COSTO INDIRECTO % I x (C D)			0.00	0.00
COSTO POR FINANCIAMIENTO % F x (C D + C I)			10.00	931.01
CARGO POR UTILIDAD % U x (C D + C I + F)				
PRECIO UNITARIO (C D + C I + C F + U)			UNIDAD	
			LOTE	10.241.06

CONCEPTO: SUMINISTRO Y COLOCACION DE JUNTAS FLEXIBLES GIBELT COMPLETA

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	CTO UNIT	IMPORTE
JUNTA FLEXIBLE GIBELT COMPLETA	PZA	1.00	80.00	80.00
			SUMA	80.00
MANDO DE OBRA				
AYUDANTE GENERAL	JOR	0.22	49.99	11.00
			SUMA	11.00
HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO				
			SUMA	0.00
COSTO DIRECTO:			TOTAL	91.00
			PORCENTAJE	IMPORTE
FACTORES DE INDIRECTOS, FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD			20.00	18.20
COSTO INDIRECTO % I x (C D)			0.00	0.00
COSTO POR FINANCIAMIENTO % F x (C D + C I)			10.00	10.92
CARGO POR UTILIDAD % U x (C D + C I + F)				
PRECIO UNITARIO (C D + C I + C F + U)			UNIDAD	
			PZA	120.12

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CONCEPTO: SUMINISTRO Y COLOCACION HECHO EN OBRA CON REVESTIMIENTO
1 SACO IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL 1 c = 250 kg/cm

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	C/O UNIT	IMPORTE	
CEMENTO GRIS	TON	0 413	722	298 19	
ARENA	M3	0 537	60 00	32 23	
GRAVA 3/4"	M3	0 636	60 00	38 27	
AGUA	M3	0 230	18 00	4 14	
SUMA				372 82	
MANO DE OBRA					
1 ALBAÑIL	JOR	0 100	269 67	26 99	
1 PEON	JOR	0 100	49 99	5 00	
SUMA				31 99	
HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO					
1 REVOLVEDORA	HR	1 000	65 75	65 75	
SUMA				65 75	
COSTO DIRECTO:				TOTAL 470 56	
FACTORES DE INDIRECTOS, FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD COSTO INDIRECTO % I x (C D) COSTO POR FINANCIAMIENTO % F x (C D + C I) CARGO POR UTILIDAD % U x (C D + C I + F)				PORCENTAJE	IMPORTE
				20 00	94 11
				0 00	0 00
				10 00	56 47
PRECIO UNITARIO (C D + C I + C F + U)		UNIDAD LOTE	621.13		

CONCEPTO: SUMINISTRO Y COLOCACION DE CIMBRA DE MADERA APARENTE EN LOSAS Y MUROS DE CONCRETO

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	C/O UNIT	IMPORTE	
CIMBRA IMP 1 22 X 2 44 M 19 MM	M2	0 276	45 58	12 56	
POLIN DE 3 1/2" X 3 1/2" REGULAR	PT	2 000	5 60	11 20	
BARROTE 1 1/2" X 4" X 8"	PT	2 500	4 60	11 50	
CHAFLAN DE 3/4" X 7	ML	1 260	0 55	0 69	
DUELA 3-4" X 4" X 8"	PT	0 637	4 30	2 74	
CLAVO 2 1/2", 3 1/2", 3" Y 4"	KG	0 320	5 69	1 83	
ALAMBRE RECOCIDO CAL 18	KG	0 048	5 20	0 25	
DIESEL	LT	1 100	1 84	2 02	
SUMA				42 76	
MANO DE OBRA					
1 CARPINTERO DE O N	JOR	0 125	119 90	14 99	
1 PEON	JOR	0 125	49 99	6 25	
SUMA				21 24	
HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO					
SUMA				0 00	
COSTO DIRECTO:				TOTAL 64 02	
FACTORES DE INDIRECTOS, FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD COSTO INDIRECTO % I x (C D) COSTO POR FINANCIAMIENTO % F x (C D + C I) CARGO POR UTILIDAD % U x (C D + C I + F)				PORCENTAJE	IMPORTE
				20 00	12 80
				0 00	0 00
				10 00	7 68
PRECIO UNITARIO (C D + C I + C F + U)		UNIDAD PZA	84.61		

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CONCEPTO: SUMINISTRO Y HABILITADO DE ACERO DE REFUERZO F y = 4200 Kg/cm² VARIOS DIAMETROS

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COT UNIT	IMPORTE
VARILLA G 42 VARIOS DIAMETROS	TON	1 100	3366 33	3702 96
ALAMBRE RECOCIDO CAL 18	KG	35 500	5 20	184 60
SUMA				3887 56
MANO DE OBRA				
1 FIERRERO	JOR	7 500	117 36	880 35
1 AYUDANTE	JOR	7 500	49 99	374 93
SUMA				1255 28
HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO				
SUMA				0 00
COSTO DIRECTO:			TOTAL	5142 84
FACTORES DE INDIRECTOS, FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD COSTO INDIRECTO % I x (C D) COSTO POR FINANCIAMIENTO % F x (C D + C I) CARGO POR UTILIDAD % U x (C D + C I + F)			PORCENTAJE	IMPORTE
			20 00	1028 57
			0 00	0 00
			10 00	617 14
PRECIO UNITARIO (C D + C I + C F + U)		UNIDAD		
		PZA	6788 66	

CONCEPTO: SUM Y COLOC DE VALVULA DE RETENCION TIPO CHECK

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COT UNIT	IMPORTE
VALVULA DE RETENCION TIPO CHEK DE 102 MM (4")	PZA	1 00	1 502 00	1 502 00
SUMA				1 502 00
MANO DE OBRA				
1 OF PLOMERO + 1 AYUDANTE	JOR	0 50	116 92	58 46
SUMA				58 46
HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO				
SUMA				0 00
COSTO DIRECTO:			TOTAL	1 560 46
FACTORES DE INDIRECTOS, FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD COSTO INDIRECTO % I x (C D) COSTO POR FINANCIAMIENTO % F x (C D + C I) CARGO POR UTILIDAD % U x (C D + C I + F)			PORCENTAJE	IMPORTE
			20 00	312 09
			0 00	0 00
			10 00	187 26
PRECIO UNITARIO (C D + C I + C F + U)		UNIDAD		
		PZA	2 059 81	

ANALISIS Y PRECIOS UNITARIOS

CONCEPTO: SUM Y COLOC DE VALVULA DE COMPUERTA

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	CTO UNIT	IMPORTE
VALVULA DE COMPUERTA VASTAGO FIJO Y VOLANTE	PZA	1 00	1 000 00	1 000 00
SUMA				1 000 00
MANO DE OBRA				
1 OF. PLOMERO + 1 AYUDANTE	JOR	2 00	116 92	233 84
SUMA				233 84
HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO				
SUMA				0 00
COSTO DIRECTO:			TOTAL	1 233 84
FACTORES DE INDIRECTOS, FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD COSTO INDIRECTO % I x (CD) COSTO POR FINANCIAMIENTO % F x (CD + CI) CARGO POR UTILIDAD % U x (CD + CI + F)			PORCENTAJE	IMPORTE
			20.00	246 77
			0.00	0 00
			10.00	148 06
PRECIO UNITARIO (CD + CI + CF + U)		UNIDAD		
		PZA	1 628 67	

CONCEPTO: SUM Y COLOC DE VALVULA DE ADMISION Y EXPULSION DE AIRE

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	CTO UNIT	IMPORTE
VALVULA DE COMPUERTA VASTAGO FIJO Y VOLANTE	PZA	1 00	350 00	350 00
SUMA				350 00
MANO DE OBRA				
1 OF. PLOMERO + 1 AYUDANTE	JOR	0 70	116 92	81 84
SUMA				81 84
HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO				
SUMA				0 00
COSTO DIRECTO:			TOTAL	431 84
FACTORES DE INDIRECTOS, FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD COSTO INDIRECTO % I x (CD) COSTO POR FINANCIAMIENTO % F x (CD + CI) CARGO POR UTILIDAD % U x (CD + CI + F)			PORCENTAJE	IMPORTE
			20.00	86 37
			0.00	0 00
			10.00	51 82
PRECIO UNITARIO (CD + CI + CF + U)		UNIDAD		
		PZA	670.03	

**7.2- CATALOGO DE CONCEPTOS TANQUE ELEVADO
POZO LA "CIENEGA"**

No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
1.-	SUMINISTRO Y HABILITADO DE CIMBRA DE MADERA ACABADO APARENTE INC. MATERIALES ALAMBRE PARA AMARRE CLAVOS, MANO DE OBRA PARA CIMBRADO Y DESCIMBRADO, HERRAMIENTA Y EQUIPO NECESARIO PARA LA CORRECTA TERMINACION DEL CONCEPTO DE TRABAJO	M2	396.97	84.50	33,543.97
2.-	SUMINISTRO Y HABILITADO DE ACERO DE REFUERZO Fy = 4,200 KG/CM2, DIAMETROS Nos. 3, 4, 5, 6, 8, 10 INC. SUMINISTRO DEL MATERIAL EN LA ZONA DE OBRA, GANCHOS, TRASLAPES, DESPERDICIOS, ALAMBRE PARA AMARRE, MANIOBRAS, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO, ASI COMO TODO LO NECESARIO PARA LA CORRECTA TERMINACION DEL CONCEPTO DE TRABAJO	TON	10.43	6,788.55	70,804.58
3.-	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONCRETO HECHO EN OBRA CON REVOLVEDORA, CON IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL, RESISTENCIA NORMAL F'c=250 KG/CM2, T.M A 1/4" INC. DESPERDICIOS VIBRADO, CURADO VACIADO, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO NECESARIO PARA LA CORRECTA TERMINACION DEL CONCEPTO DE TRABAJO	M3	66.90	621.23	41,560.29
4.-	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TAPA DE REGISTRO CON MARCO Y CONTRA MARCO A BASE DE ANGULO DE 11/2" Y LAMINA CALIBRE 18 CON DIMENSIONES 80X80 CMS. INC. SUMINISTRO DEL MATERIAL NECESARIO, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO, ASI COMO TODO LO NECESARIO PARA LA CORRECTA TERMINACION DEL CONCEPTO DE TRABAJO	PZA	1.00	422.00	422.00
5.-	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBO DE VENTILACION A BASE DE TUBO GALVANIZADO DE 4" DE DIAM INC. MATERIAL, CODOS, SOLDADURAS, EMPAQUES, ETC., MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO, ASI COMO TODO LO NECESARIO PARA LA CORRECTA TERMINACION DEL CONCEPTO DE TRABAJO	PZA	1.00	523.70	523.70
6.-	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBO DE P.V.C. CLASE RD 41 DE 4" DE DIAMETRO INC. SUMINISTRO DE MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO NECESARIO PARA LA CORRECTA TERMINACION DEL CONCEPTO DE TRABAJO.	ML	31.35	56.22	1,762.50

**7.2- CATALOGO DE CONCEPTOS TANQUE ELEVADO
POZO LA "CIENEGA"**

No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.J.	IMPORTE
7.-	SUMINISTRO Y COLOCACION DE JUNTAS FLEXIBLES GIBBEULT INC SUMINISTRO DE MATERIAL MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO NECESARIO, ASI COMO TODO LO NECESARIO PARA LA CORRECTA TERMINACION DEL CONCEPTO DE TRABAJO	PZA	4 00	120 12	480 48
8.-	SUMINISTRO Y COLOCACION DE VALVULAS DE ADMISION DE AIRE, DE 1/2" DE DIAM INC SUMINISTRO DEL MATERIAL, MANIOBRAS, FLETES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO NECESARIO, ASI COMO TODO LO NECESARIO PARA LA CORRECTA TERMINACION DEL CONCEPTO DE TRABAJO	PZA	2 00	570 03	1,140 06
9.-	SUMINISTRO Y COLOCACION DE VALVULA DE COMPUTRITA CON VASTAGO FIJO CON VOLANTE DE 4" DE DIAM INC, MATERIALES MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO, ASI COMO TODO LO NECESARIO PARA LA CORRECTA TERMINACION DEL CONCEPTO DE TRABAJO	PZA	4 00	1,628 67	6,514 68
10.-	SUMINISTRO Y COLOCACION DE VALVULA DE RETENCION DE AIRE (CHECK) DE 102 MM (4") DE DIAM INC, MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO, ASI COMO TODO LO NECESARIO PARA LA CORRECTA TERMINACION DEL CONCEPTO DE TRABAJO	PZA	2 00	1,560 00	3,120 00
11.-	SUMINISTRO E INSTALACION DE BOMBA MODELO MN3196 ST, TAMAÑO 1 1/2"X 3-6, IMPULSOR DE 5", DE 3500 R.P.M Y 8 H.P., INCL SUMINISTRO DE MATERIAL NECESARIO PARA LA INSTALACION, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO NECESARIO PARA LA CORRECTA TERMINACION DEL CONCEPTO DE TRABAJO	PZA	2 00	13,757.57	27,515.14
12.-	SUMINISTRO E INSTALACION DE UN MOTOR ELECTRICO A PRUEBA DE GOTE, FLECHA HUECA, JAULA DE ARDILLA, SERVICIO INTEMPERIE CON TORNQUETE DE NO RETROCESO, DE 8 H.P., 3 FASES, 2 POLOS, 3500 R.P.M 60 - CPS, 220 VOLTS, MARCA U.S O SIMILAR, INC MATERIAL MISCELANEO NECESARIO PARA SU INSTALACION, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO NECESARIO PARA LA CORRECTA TERMINACION DEL CONCEPTO DE TRABAJO	PZA	2 00	10,241.00	20,482 00

**7.2- CATALOGO DE CONCEPTOS TANQUE ELEVADO
POZO LA "CIENEGA"**

No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANT. DAD	P.U.	IMPORTE
13-	CAJA PARA OPERACION DE VALVULAS. INC PLANTILLA DE PEDACERIA DE TABIQUE. CONCRETO EN PISO Y LOSA. MUROS DE TABIQUE RECOCIDO JUNTEADO CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1 S. APLANADO CON MORTERO CEMENTO ARENA 1 S. ACERO DE REFUERZO FS-1263 KG/CM2 Y CIMBRA DE MADERA. MANO DE OBRA. HERRAMIENTA Y EQUIPO. ASI COMO TODO LO NECESARIO PARA LA TERMINACION DEL CONCEPTO DE TRAB	PZA	2 00	3,405.74	6,811.48
14-	SUMINISTRO E INSTALACION DE CONTRAMARCO. INC MATERIAL. MANO DE OBRA. MANIOBRAS. ACARREOS HORIZONTALES. HERRAMIENTA Y EQUIPO. ASI COMO TODO LO NECESARIO PARA LA TERMINACION DEL CONCEPTO DE TRABAJO CONTRAMARCO SENCILLO 1.40 M. CANAL 150 MM (6")	PZA	1 00	1,070.88	1,070.88
15-	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MARCO CON TAPA DE FIERRO FUNDIDO CON PESO DE 130 KG. INC MATERIALES. MANO DE OBRA. HERRAMIENTA Y EQUIPO. ASI COMO TODO LO NECESARIO PARA LA CORRECTA TERMINACION DEL CONCEPTO DE TRABAJO	PZA	1 00	1,155.00	1,155.00
COSTO TOTAL					\$ 216,906.75
(DOSCIENTOS DIESCISEIS MIL NOVECIENTOS SEIS PESOS 75/100 M.N.)					

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En principio cabe aclarar que el nombre que se le dio a los tres trabajos que analizaron el sistema no corresponden al que maneja LA COMISIÓN ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO (CEAS) (Sistema Múltiple la Ciénega) ya que estos trabajos se registraron antes de hacer la primera visita al lugar y de obtener información al respecto, sin embargo durante el desarrollo del trabajo se consideraron los datos correspondientes a las poblaciones de San José el Cuartel, La Ciénega, Valle de Guadalupe y el Poblado El LLano.

El sistema que tenía planteado la CEAS consistía en bombear el agua directamente del pozo a cada uno de los tanques correspondientes a cada población que conforman el Sistema Múltiple la Ciénega, empleando un equipo de bombeo existente, sin embargo al hacer el análisis en el trabajo que se denomina Diseño de la Fuente de Captación, se encontró que el equipo con que se cuenta esta sobrado y como consecuencia el sistema tendrá un funcionamiento ineficiente, por tal razón se propone cambiar el equipo que se recomienda en el capítulo correspondiente a la fuente de captación.

El utilizar un equipo de bombeo sobrado en potencia repercute en la eficiencia del sistema y el consumo de más kilowatts de energía lo que finalmente conduce a mayores costos de operación.

Por otro lado en el sistema que se analiza en este trabajo y en los otros dos complementarios, se plantea hacer un bombeo inicial del pozo a una cisterna y almacenar el agua, esto tiene como objetivo de que si en algún momento se presenta alguna falla en el equipamiento del pozo se cuente con agua almacenada que permita continuar con el suministro del recurso. Existe un rebombeo a un tanque elevado (La Ciénega), esto con el fin de elevar el agua y darle carga para alimentar por gravedad a los tanques de las poblaciones y al mismo tiempo suministrar agua directamente a la localidad de la Ciénega.

En el segundo bombeo se pretende emplear dos bombas que funcionaran mediante electroniveles para que operen en diferentes tiempos de acuerdo a un programa que las alterne en uso y cuando se presente la máxima demanda ambas funcionaran para cubrir los picos.

En cuanto a las capacidades que se nos comento durante una de las visitas que se realizaron a las oficinas de la CEAS, y después de haber realizado el análisis hidráulico para el diseño de los tanques hemos comprobado que las dimensiones que proponen son menores a las que se obtuvieron en este trabajo, por lo que se recomienda que se tome muy en cuenta el diseño que se hizo en el capítulo 5 llamado Tanque de Regularización y Almacenamiento, esto con el fin de evitar que en algún momento se presente un déficit en el suministro del agua, si se construyen tanques de dimensiones menores a las obtenidas. Cabe mencionar que la altura que

tiene cada tanque contempla la carga mínima para alimentar a las localidades correspondientes del sistema.

En general en lo que se refiere a problemas que se presenten cuando se origine el fenómeno del golpe de ariete, tanto por el paro accidental de las bombas como por el cierre de la válvula no representa mayores problemas, sin embargo; se recomienda que se instalen las válvulas que ya se han indicado y que se presentan en la figura 5.10, con el fin de proteger el equipo de bombeo.

Finalmente el costo inicial del sistema que se plantea en este trabajo es mas alto que el que tiene considerado la CEAS, sin embargo por su operación a lo largo del tiempo el costo total del sistema resulta mas económico.

BIBLIOGRAFIA.

- 1.-CONDUCCIONES A PRESION**
MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES
HIDROTECNICA A.2.3
C.F.E., MEXICO, 1981
- 2.-INGENIERIA DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS**
LINSLEY R.K. Y FRANCINI J.B.
EDITORIAL CECUSA
MEXICO, 1984
- 3.-FUNDAMENTOS DE HIDRAULICA**
SILVESTRE PASCHOAL
EDITORIAL LIMUSA
MEXICO, 1983
- 4.-HIDRAULICA GENERAL**
SOTELO GILBERTO
EDITORIAL LIMUSA
MEXICO, 1974
- 5.-ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DISPOSICION Y ELIMINACION
DE EXCRETAS**
PEDRO LOPEZ ALEGRIA
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
MEXICO, 1990
- 6.-ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
VOLUMEN 1**
ENRIQUE CESAR VALDEZ
U.N.A.M. FACULTAD DE INGENIERIA
MEXICO, 1990
- 7.-MECANICA DE LOS FLUIDOS E HIDRAULICA**
TERCERA EDICION INGLESA
GILES R., EVETT J. Y LIU C.
EDITORIAL MC GRAW HILL
ESPPAÑA, 1994

8.-TEORIA DEL GOLPE DE ARIETE Y SUS APLICACIONES EN INGENIERIA

HIDRAULICA

MANCEBO I EL CASTILLO URJEL

EDITORIAL LIMUSA

MEXICO, 1987

9.- OBRAS DE TOMA EN PRESA DE ALMACENAMIENTO

DIRECCION GENERAL DE OBRAS HIDRAULICAS Y DE INGENIERIA

AGRICOLA PARA EL DESARROLLO RURAL, SARH

MEXICO, 1970

10.-FUNDAMENTOS DE HIDROLOGIA DE SUPERFICIE

APARICIO MIJARES FRANCISCO

EDITORIAL LIMUSA

MEXICO, 1989

11.-GOLPE DE ARIETE

MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES

HIDROTECNICA A.2.6

C.F.E., MEXICO, 1981

A N E X O S

En este anexo se presenta la siguiente información:

1.- SIMBOLOGIA EMPLEADA EN LOS CRUCEROS

2.- PLANO GENERAL SISTEMA MULTIPLE LA CIENEGA - AGUA POTABLE

3.- PLANOS ESTRUCTURALES - TANQUE ELEVADO LA CIENEGA.

CRUZ

TE

EXTREMIDAD CAMPANA

EXTREMIDAD ESPIGA

REDUCCION CAMPANA

REDUCCION ESPIGA

COPLÉ DOBLE

ADAPTADOR CAMPANA

ADAPTADOR ESPIGA

TAPON CAMPANA

TAPON ESPIGA

CODO DE 90°

CODO DE 45°

CODO DE 22° 30'

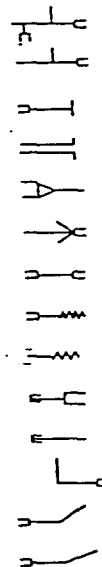


FIG. 8.9. SIGNOS CONVENCIONALES DE PIEZAS ESPECIALES DE P.V.C.

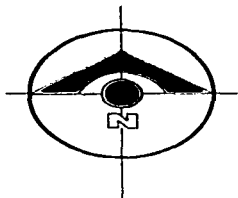


TABLA 12
 TABLA DE RECONSTRUCCION (ANEXO)
 PARA ALIMENTAR A LA CIUDAD DE LA CIEGA
 O + 3 HED 104

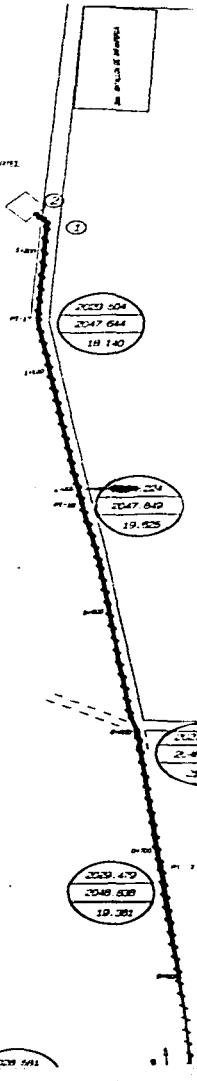
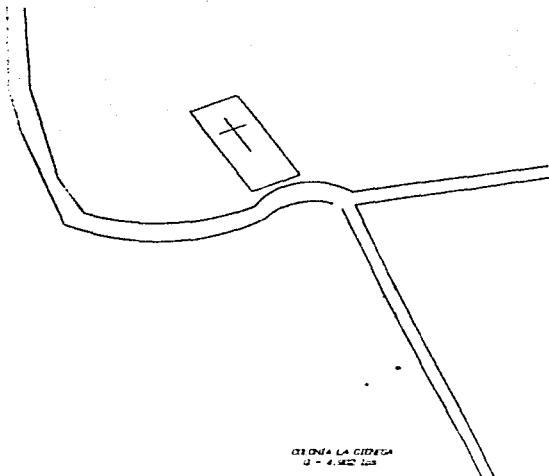
2070	102
2043	719
16.910	

2023	504
2047	644
18.140	

2047	642
19.825	

2029	470
2048	608
19.281	

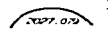
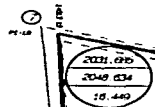
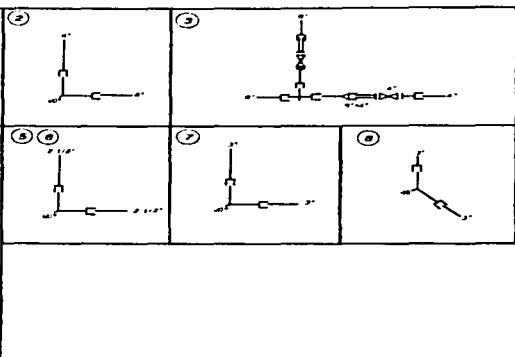
CIUDAD LA CIEGA
 U - 4. HED 104



2077 074

2079 084

TABLA II
 TABLA DE POSICIONES EN (METERS)
 PARA ALINIAMIENTO A LA COLUMNA CON UNO (1) CLAVETE
 Q = 0.452 128



10
 11
 12

2030 105
 2049 715
 19 610

2030 204
 2047 644
 19 140

2030 204
 2047 644
 19 620

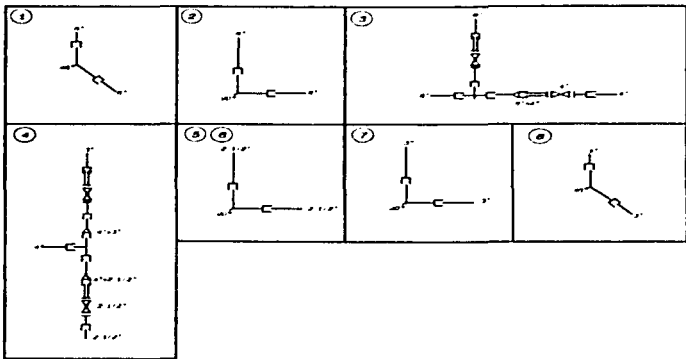
2030 141
 2049 351
 21 210

2030 470
 2049 830
 19 351

2030 501

2031 175
 2049 434
 19 440

CRUCEROS

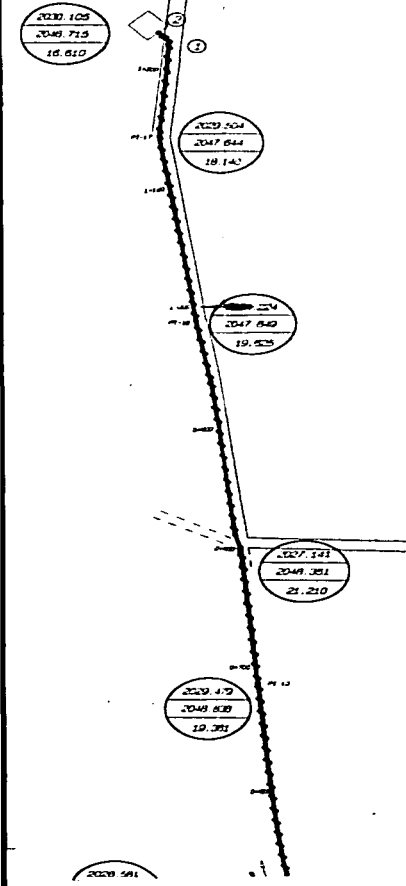


DATOS DE PROYECTO	
LOCALIDAD	LA CIENEGA SAN JOSE EL CUATEL EL LLANO
MUNICIPIO	VALLE DE LAGALLIE
DOTACION	TEHUACANEO, EDO. MEX.
POBLACION (1988)	130 11/100/GI#
POBLACION DE PROYECTO (2010)	6,350 HAB.
COEF. DE VAR. DIARIA	0.313 HMO.
COEF. DE VAR. HORARIA	1.20
GASTO MEDIO	1.50
GASTO MAXIMO DIARIO	10.347 lps
GASTO MAXIMO HORARIO	12.417 lps
FUENTE	25.979 lps
COLECCION	POZO LA CIENEGA
REGULACION	CONTINUO (TIENE Y GRAVEDAD)
DISTRIBUCION	TANQUE
	POZ GRAVEDAD

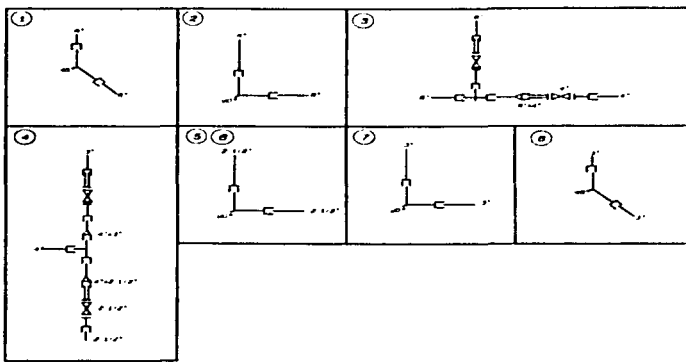
VOLUMENES DE OBRA	
VOLUMEN DE EXCAVACION MAT. B	2,791.33 M3
PLANTILLA APISONADA A MANO	233.75 M3
RELLENDO APISONADA Y COMPACTADO	2,449.80 M3
TUBERIA DE 2 1/2" (63 MM) DE DIAM.	93.20 M
TUBERIA DE 3" (76 MM) DE DIAM.	1,262.30 M
TUBERIA DE 4" (102 MM) DE DIAM.	233.90 M
TUBERIA DE 6" (152 MM) DE DIAM.	1,275.60 M
ATRAQUES DE CONCRETO F'c=100 Kg/cm2	3.50 M3

2030
2047

100% 75
 100% 75
 100% 75
 100% 75

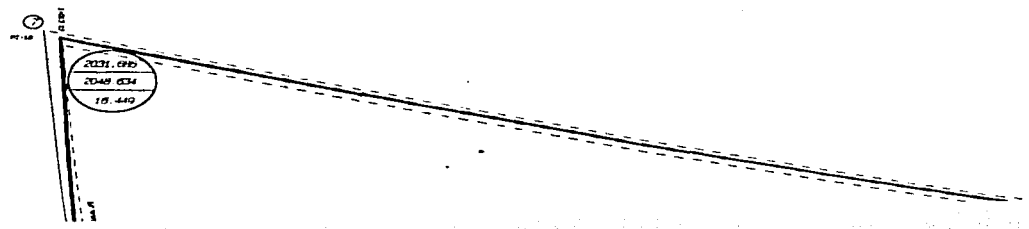


CRUCEROS

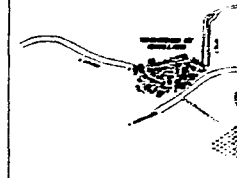


DATOS DE PROYECTO	
LOCALIDAD	LA CIENEGA SAN JOSE EL CUARTEL EL LLANO
MUNICIPIO	CEL. VALLE DE GUACALULTE TETAME, NER, EDO. NEX.
DOTACION	150 l/c/habitante
POBLACION (1970)	9,300 HAB.
POBLACION DE PROYECTO (2010)	9,313 HAB.
COEF. DE VAR. DIARIA	1.50
COEF. DE VAR. HORARIA	1.50
GASTO MEDIO	10.347 lps
GASTO MAXIMO DIARIO	12.417 lps
GASTO MAXIMO HORARIO	25.978 lps
FUENTE	POZO LA CIENEGA
CONEXION	COMBINADO (DIBNERO Y GRAVEDAD)
REGULARIZACION	TANQUE
DISTRIBUCION	POZOS GRAVEDAD

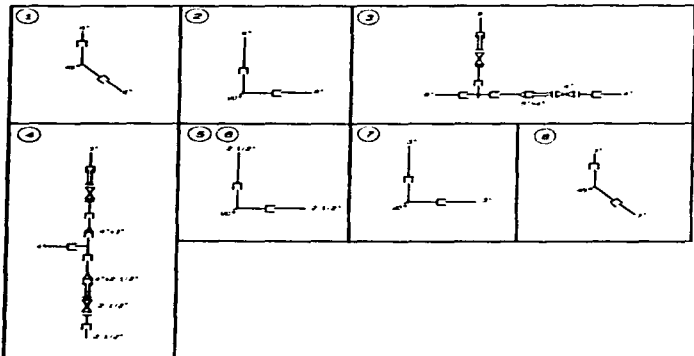
VOLUMENES DE OBRA	
VOLUMEN DE EXCAVACION MAT. B	2,791.33 M3
PLANTILLA APISONADA A MANO	233.76 M3
RELLENO APISONADA Y COMPACTADO	2,449.80 M3
TUBERIA DE 2 1/2" (63 MM) DE DIAM.	93.20 M
TUBERIA DE 3" (76 MM) DE DIAM.	1,262.30 M
TUBERIA DE 4" (76 MM) DE DIAM.	233.90 M
TUBERIA DE 6" (76 MM) DE DIAM.	1,275.60 M
ATRAQUES DE CONCRETO F'c=100 Kg/cm2	3.50 M3



CRUCES DE LOCALIDAD

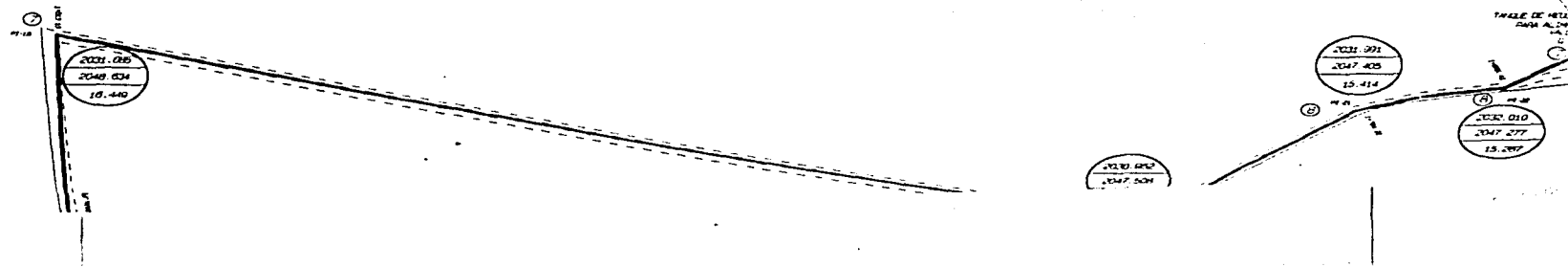
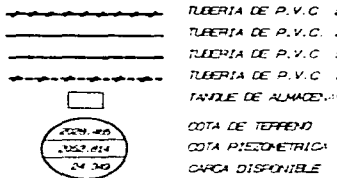


CRUCEROS

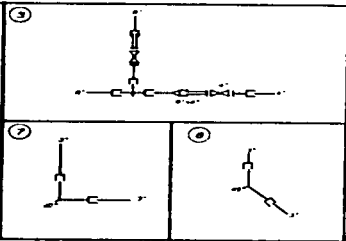


DATOS DE PROYECTO	
LOCALIDAD	LA CIUDADA SAN JUAN EL CLAYTON EL LLANO
MUNICIPIO	VALLE DE GUAYABATE
ESTADO	TRINIDAD, P.R.
POBLACION (1988)	150 habitantes
POBLACION DE PROYECTO (2010)	8,313 HAB.
COEF. DE VAR. DIARIA	1.20
COEF. DE VAR. HORARIA	1.50
GASTO MEDIO	10,347 LPS
GASTO MAXIMO DIARIO	12,417 LPS
GASTO MAXIMO HORARIO	25,078 LPS
FUENTE	POZO LA CIGUEÑA
CONDUCCION	COMBINADO (TUBERIA Y GRAVEDAD)
TRILAMINACION	TANQUE
DISTRIBUCION	POR GRAVEDAD

VOLUMENES DE OBRA	
VOLUMEN DE EXCAVACION MAT. B	2,791.33 M3
PLANTILLA APISONADA A MANO	233.76 M3
RELLENO APISONADA Y COMPACTADO	2,449.80 M3
TUBERIA DE 2 1/2" (63 MM) DE DIAM.	93.20 M
TUBERIA DE 3" (76 MM) DE DIAM.	1,282.30 M
TUBERIA DE 4" (102 MM) DE DIAM.	233.90 M
TUBERIA DE 6" (152 MM) DE DIAM.	1,275.60 M
ATRAQUES DE CONCRETO F'c=100 Kg/cm2	3.50 M3

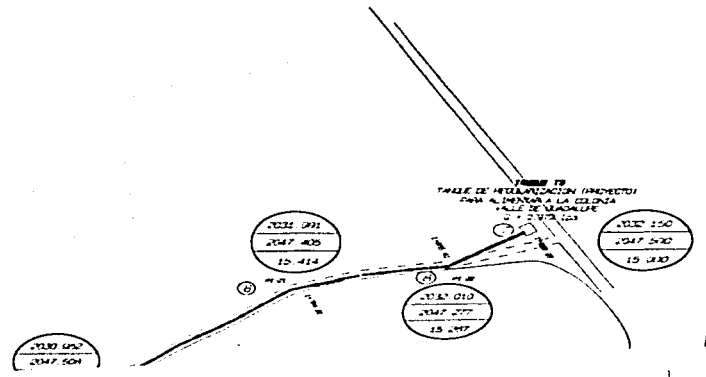
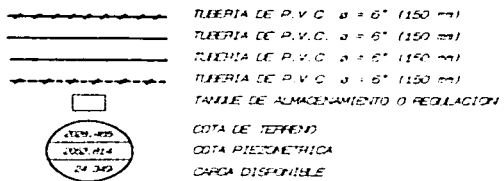
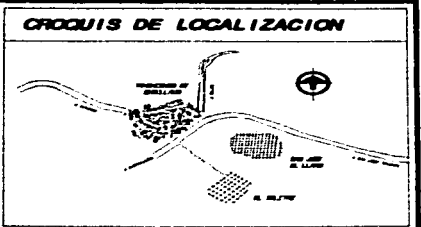


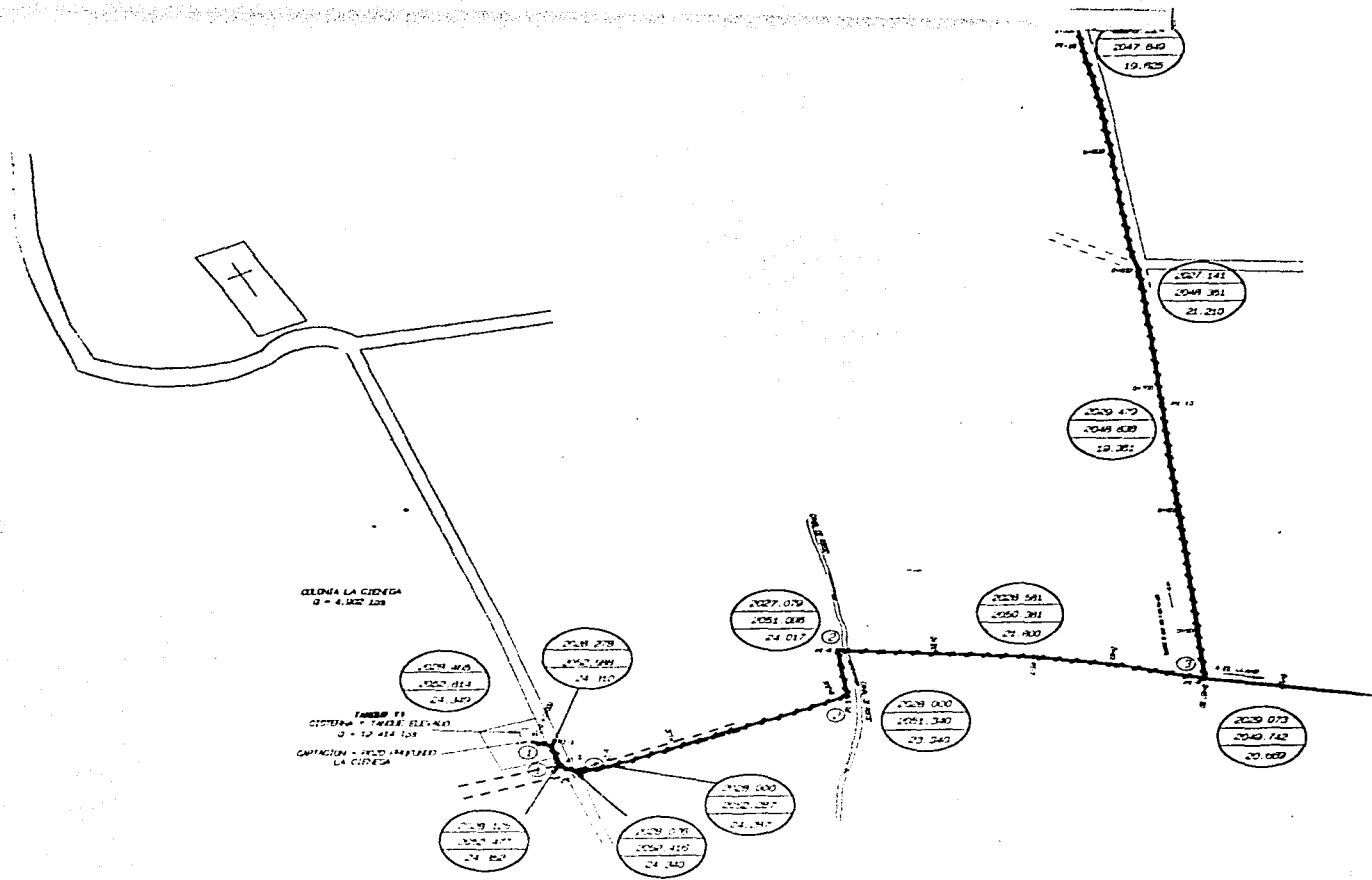
UCEROS

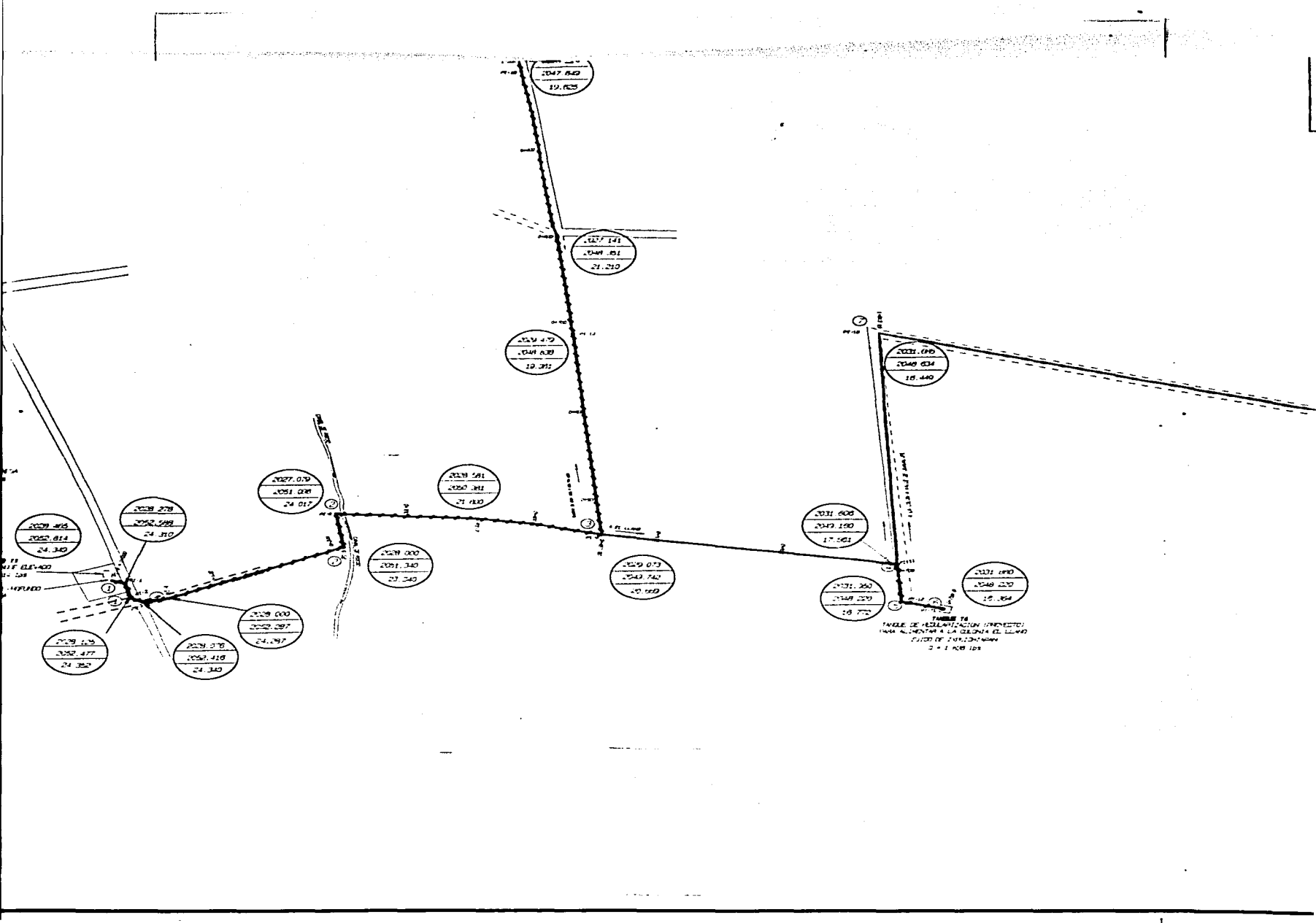


DATOS DE PROYECTO	
LOCALIDAD	LA CIENEGA SAN JOSE EL CUATEL EL LLANO
MUNICIPIO	CD. VALLE DE GUAYULE
DISTRICCIÓN	TIERRAS N. DEL MEX.
POBLACION (1998)	150 11/140/018
POBLACION DE PROYECTO (2010)	6,313 hab.
COEF. DE VAR. DIARIA	1.20
COEF. DE VAR. HORARIA	1.50
GASTO MEDIO	10.347 lps
GASTO MAXIMO DIARIO	12.417 lps
GASTO MAXIMO HORARIO	25.878 lps
FUENTE	POZO LA CIENEGA
CONDUCCION	COMBINADO (TIENNO Y GRAVEDAD)
REGULARIZACION	TANQUE
DISTRIBUCION	POB. URBANA

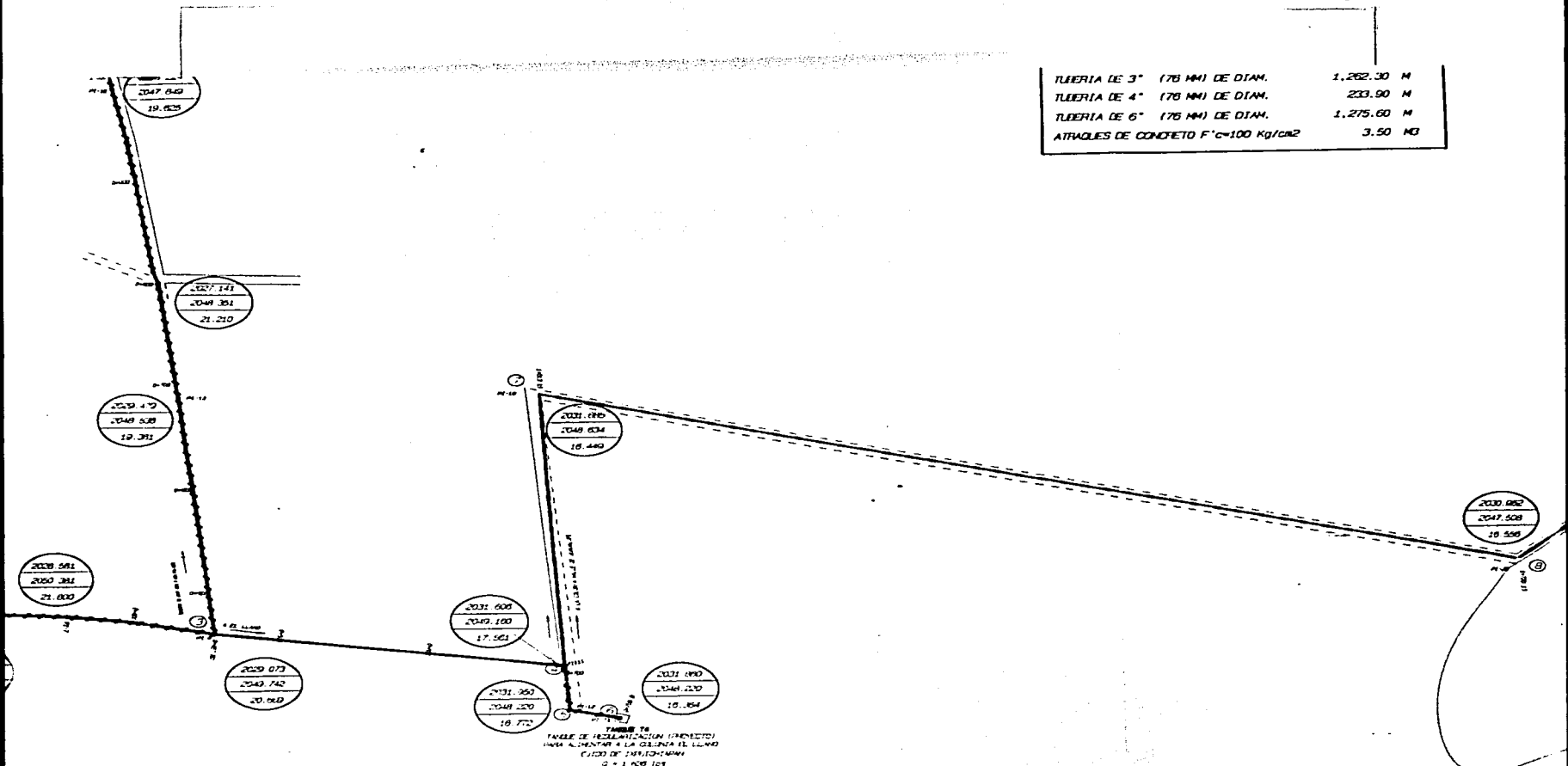
VOLUMENES DE OBRA	
VOLUMEN DE EXCAVACION MAT. B	2,701.33 M3
PLANTILLA APISONADA A MANO	203.76 M3
RELLENO APISONADO Y COMPACTADO	2,449.80 M3
TUBERIA DE 2 1/2" (63 MM) DE DIAM.	93.20 M
TUBERIA DE 3" (76 MM) DE DIAM.	1,262.30 M
TUBERIA DE 4" (76 MM) DE DIAM.	203.90 M
TUBERIA DE 6" (76 MM) DE DIAM.	1,275.60 M
ATRAQUES DE CONCRETO F'c=100 Kg/cm2	3.50 M3







TUBERIA DE 3" (76 MM) DE DIAM.	1,262.30 M
TUBERIA DE 4" (76 MM) DE DIAM.	233.90 M
TUBERIA DE 6" (76 MM) DE DIAM.	1,275.60 M
ATAQUES DE CONCRETO F'c=100 Kg/cm2	3.50 MG



TUBERIA DE 3" (76 MM) DE DIAM.	1,262.30 M
TUBERIA DE 4" (102 MM) DE DIAM.	233.90 M
TUBERIA DE 6" (152 MM) DE DIAM.	1,275.00 M
ATRAQUES DE CONCRETO F'c=100 Kg/cm ²	3.50 M3

24 340 CARGA DISPONIBLE

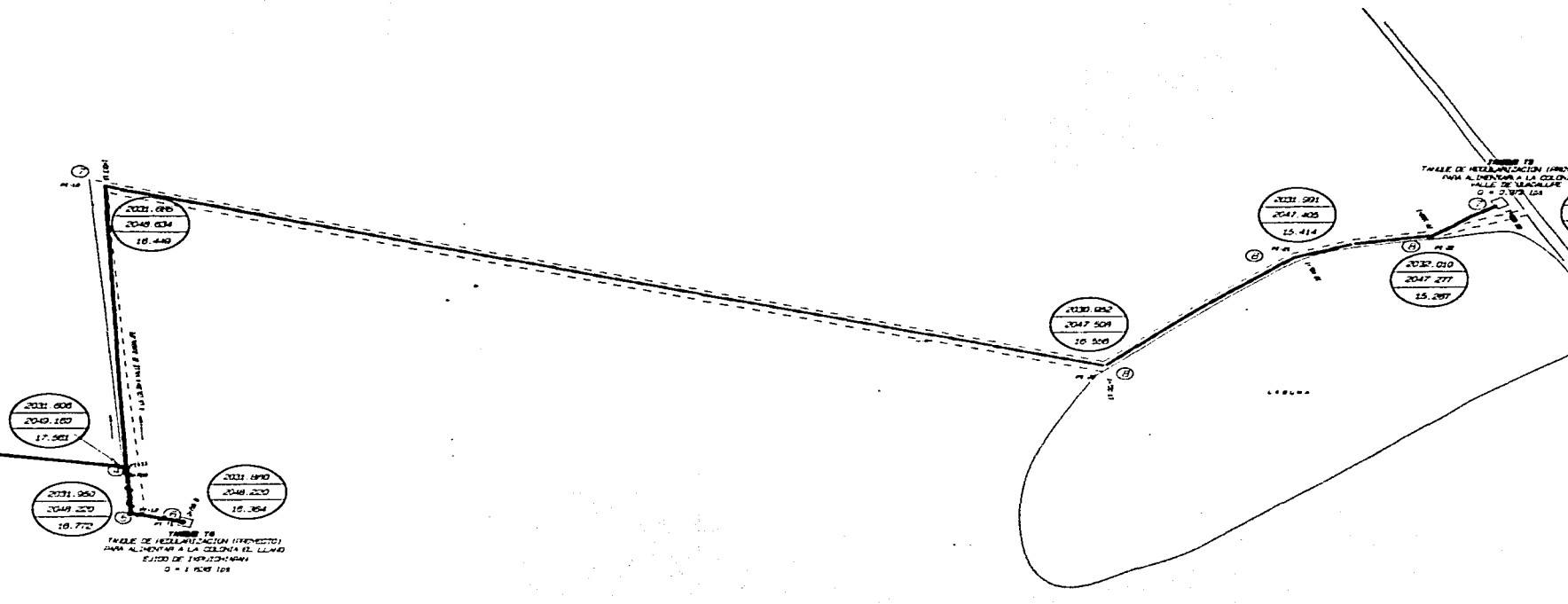


TABLA 18
 TABLA DE REGULACION (PROYECTO)
 PARA ALIMENTAR A LA COLUMNA DEL LLANO
 EJIDO DE TERNACINDO
 E = 1:500 101

TABLA 19
 TABLA DE REGULACION (PROYECTO)
 PARA ALIMENTAR A LA COLUMNA
 TALLE DE MACHALISE
 E = 1:500 102

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
 PLANTEL ACATLAN

PLANO GENERAL
 LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE DEL
 SAN JOSE EL LLANO, UBICADO EN EL MUNICIPIO
 DE TERNACINDO, EDO. DE MEXICO

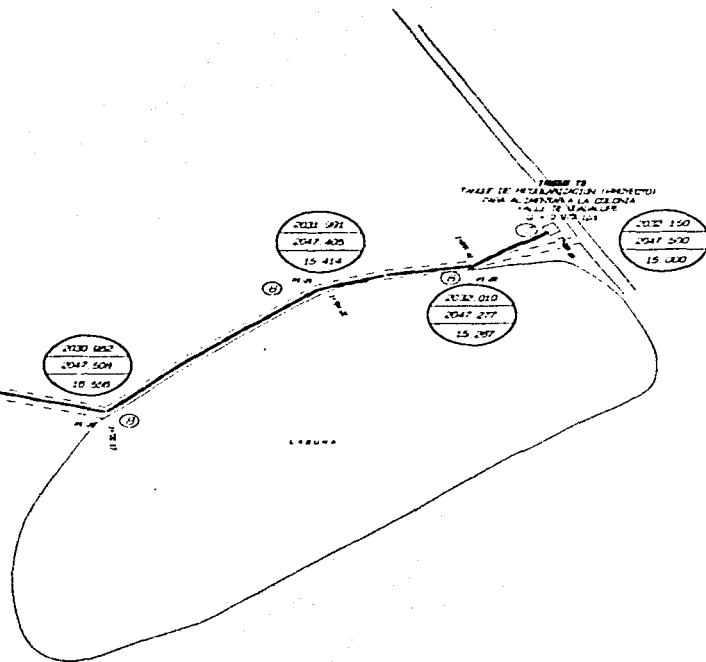
SUBDIRECCION TALLER-EXTRACURRICULAR 'CONDUCCIONES'

FECHA:	ALUMNO:	CLASE:
--------	---------	--------

TUBERIA DE 3" (76 MM) DE DIAM.	1,252.30 M
TUBERIA DE 4" (102 MM) DE DIAM.	233.90 M
TUBERIA DE 6" (152 MM) DE DIAM.	1,275.60 M
ATRAQUES DE CONCRETO F'c=100 Kg/cm ²	3.50 M3

24 340

CARGA DISPONIBLE



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
 PLANTEL ACATLAN

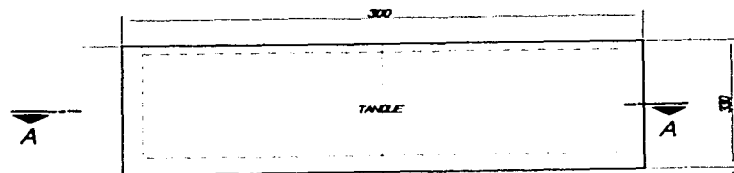
PLANO GENERAL
 LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE DEL POBLADO
 SAN JOSE EL LLANO, UBICADO EN EL MUNICIPIO
 DE TEMNANCO, EDO. DE MEXICO

SECCION TALLER-EXTRAORDINARIA "CONDUCCIONES A PRESION"

FECHA:

PLANO:

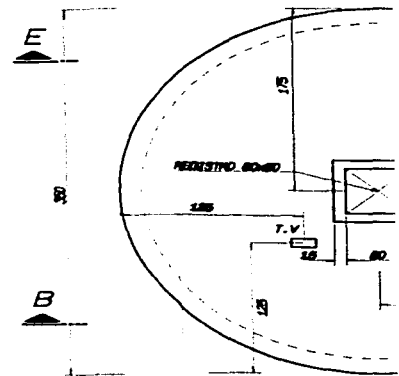
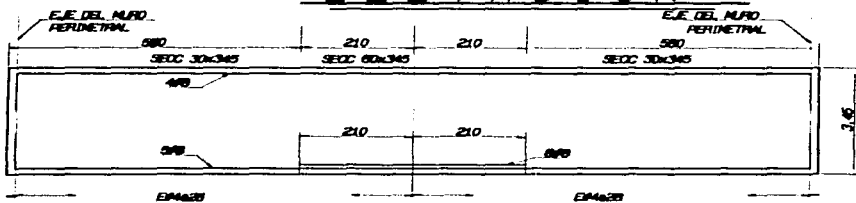
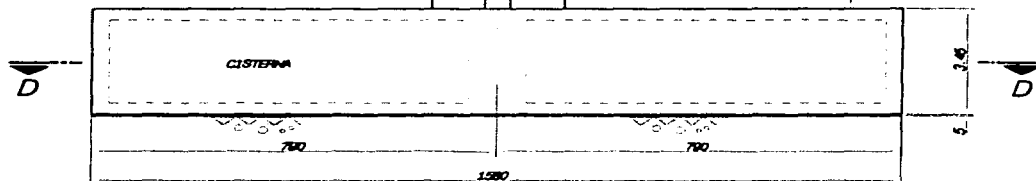
CLASE:



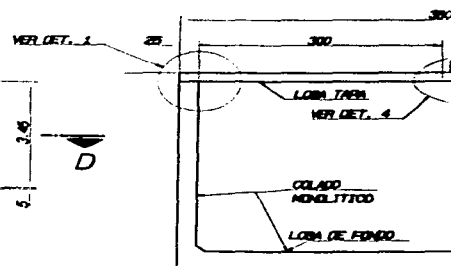
MURO DE CONCRETO NO-1

100 100

2000.0



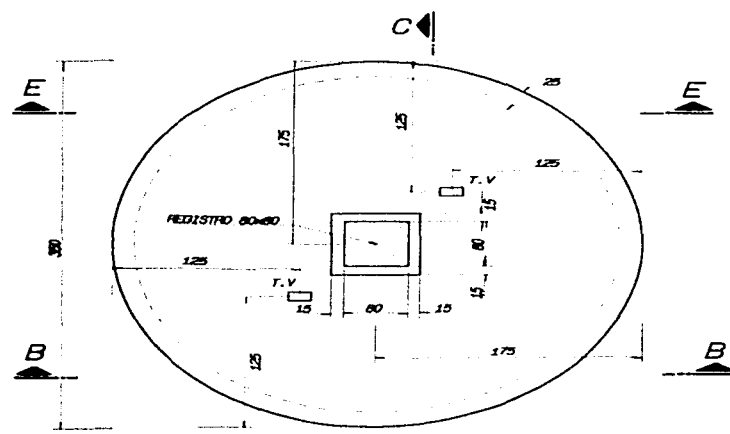
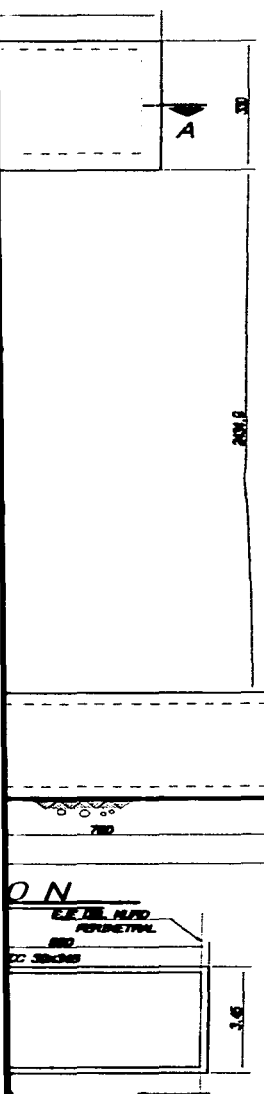
LOSA TAPA DE



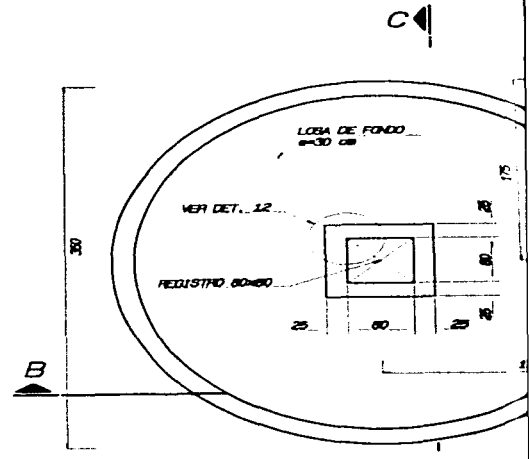
JUNTA DE COLADO

100 80

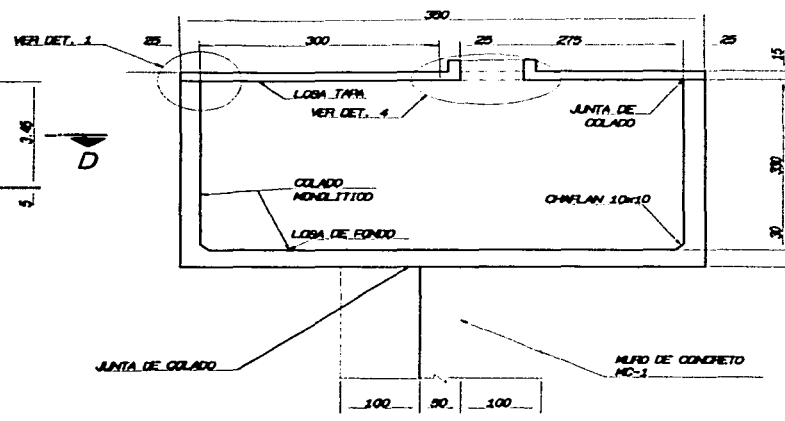
CORTE



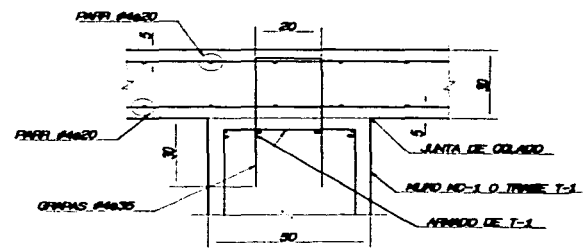
LOSA TAPA DE TANQUE
PLANTA



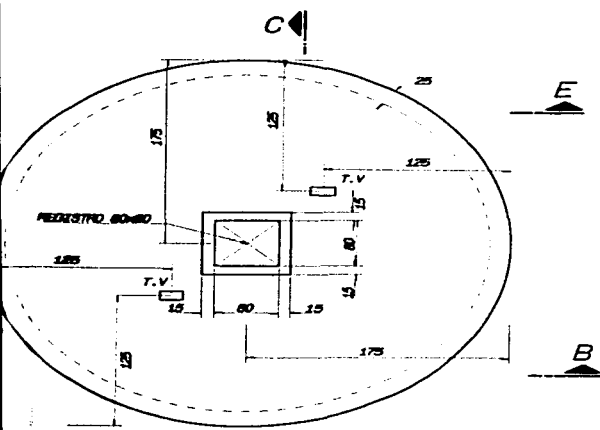
CORTE A-A



CORTE C-C

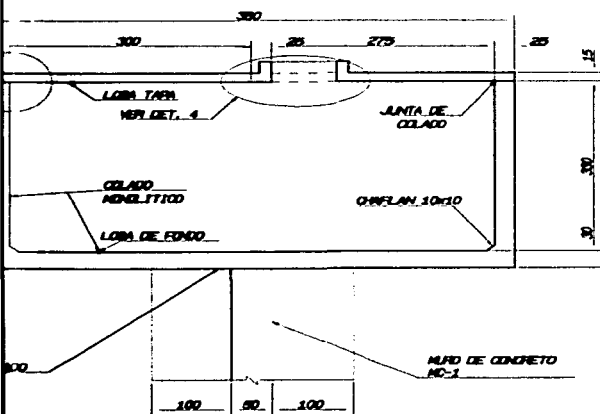


DETALLE 2

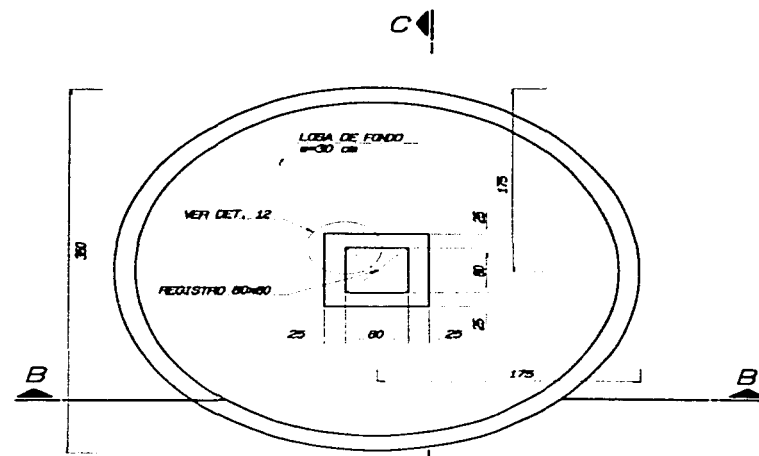


LOSA TAPA DE TANQUE

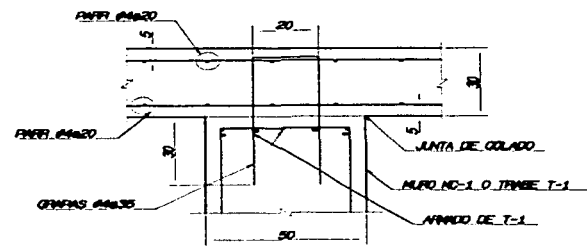
PLANTA



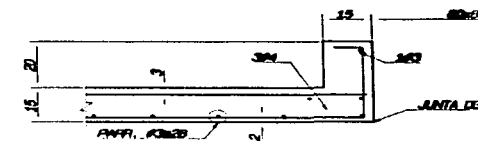
CORTE C-C



CORTE A-A



DETALLE 2



NOTAS G

- 1.- ADOTACIONES EN GENI...
- 2.- TODOS LOS ESQUEMAS...
- 3.- TODAS LAS ADOTACIONES ARQUITECTONICAS Y E...
- 4.- ESPECIFICACION DE M...
a) - CONCRETO CON L...
b) - AZEBO DE REPLER...
- 5.- REQUERIMIENTO LINEA...
METRO, EXCEPTO OTRA...
NI MENOR QUE 1.5 VE...
- 6.- NO SE TRANSLAPARA NI...
- 7.- EXCEPTO DONDE SE IN...
MOS SE ANCLARA LA...
- 8.- LOS DOBLES DE LAS...
TUBA A 8 VEZES EL...
- 9.- EN TODOS LOS DOBLES...
DARBE UN PASADO A...
- 10.- LA SEPARACION DE ES...
APOYO COLOCARDE L...

FIGURA

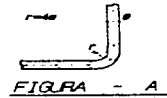
TELA METALICA PA...
NOBILITADO

LOSA TAPA

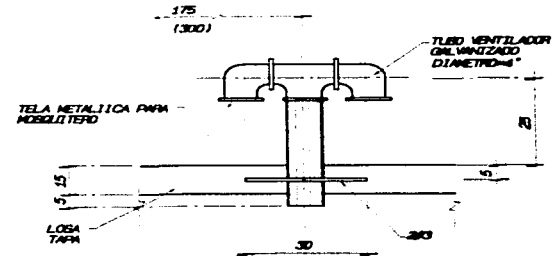
TUBO D

NOTAS GENERALES

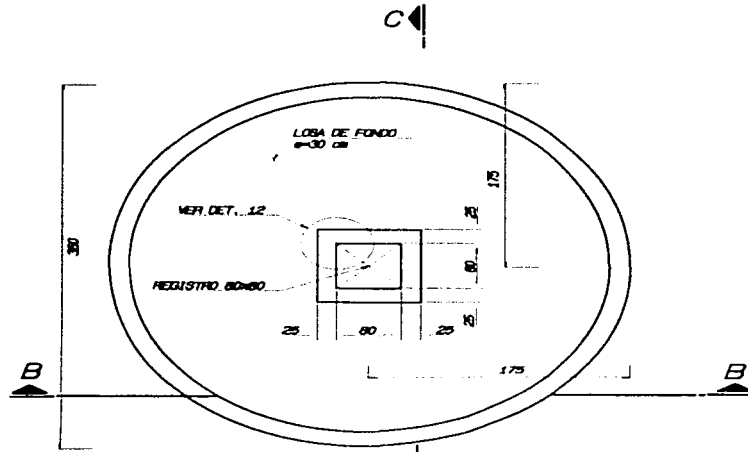
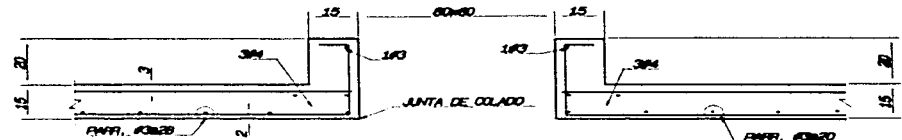
- 1.- ADOTACIONES EN CENTIMETROS, NIVELES EN METROS EXCEPTO OTRA INDICACION.
- 2.- TODOS LOS ESQUEMAS ESTRUCTURALES DONDE SE INDIQUE EL ARMADO NO ESTAN A ESCALA.
- 3.- TODAS LAS ADOTACIONES, PANDOS FLUJO Y NIVELES DEBERAN SER VERIFICADOS CON LOS PLANOS ARQUITECTONICOS Y EN LA OBRA.
- 4.- ESPECIFICACION DE MATERIALES:
 a) - CONCRETO CON UN $f'_{c} = 250$ kg/cm².
 b) - ACERO DE REFUERZO CON UN $f_y = 200$ kg/cm².
- 5.- RECLUTAMIENTO LIBRE DE TODA BARRA NO SERA MENOR DE 2.0 cm. NI MENOR QUE SU DIAMETRO, EXCEPTO OTRA INDICACION, EL DE PAQUETES DE BARRAS NO SERA MENOR DE 2.0 cm. NI MENOR QUE 1.5 VECES EL DIAMETRO DE LA BARRA DEL PAQUETE.
- 6.- NO SE TRASLAPARA NI SE SOLDARA MAS DEL SOB DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION.
- 7.- EXCEPTO DONDE SE INDICA OTRA COBA, TODO EL REFUERZO COBRIDO Y LOS BASTONES EXTREMOS SE ANCLARA LA LONGITUD DE 40 DIAMETROS COMO MINIMO.
- 8.- LOS DOBLES DE LAS VARILLAS SE HARAN EN FRIO SOBRE UN PERNO DE DIAMETRO MINIMO IGUAL A 8 VECES EL DE LA VARILLA. (VER FIGURA "A")
- 9.- EN TODOS LOS DOBLES PARA ANCLAJE O CAMBIO DE DIRECCION EN VARILLAS DEBERA COLOCARSE UN PASADOR ADICIONAL DE DIAMETRO IGUAL O MAYOR AL DE LA VARILLA (VER FIGURA



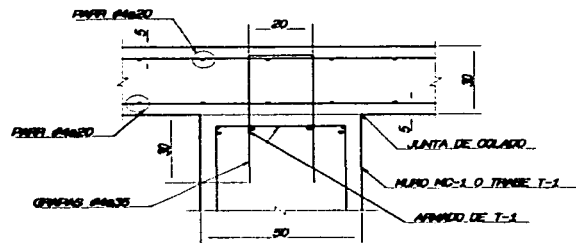
- 10.- LA SEPARACION DE ESTRIBOS EN TRABES SE EMPEZARAN A CONTAR A PARTIR DE PAND DEL APOYO COLOCANDOSE EL PRIMER A LA MITAD DE LA SEPARACION ESPECIFICADA.



TUBO DE VENTILACION T.V.



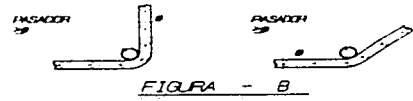
CORTE A-A



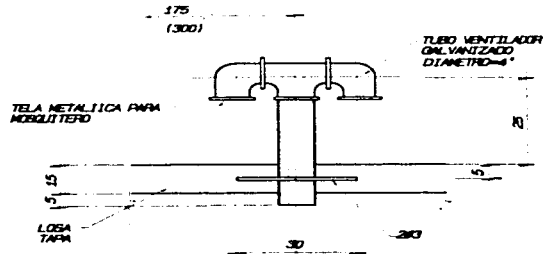
DETALLE 2

NOTAS GENERALES

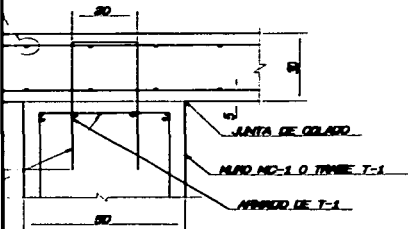
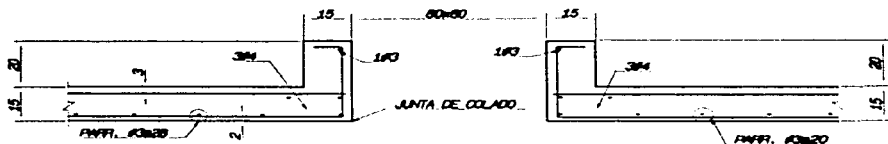
- 1.- AOTACIONES EN CENTIMETROS, NIVELES EN METROS EXCEPTO OTRA INDICACION.
- 2.- TODOS LOS ESQUEMAS ESTRUCTURALES DONDE SE INDIQUE EL ARMADO NO ESTAN A ESCALA.
- 3.- TODAS LAS AOTACIONES, PANDOS FT.JOB Y NIVELES DEBERAN SER VERIFICADOS CON LOS PLANOS ARQUITECTONICOS Y EN LA OBRA.
- 4.- ESPECIFICACION DE MATERIALES:
 - a).- CONCRETO CON UN $f'_{c}=250$ KG/CM².
 - b).- ACERO DE REFUERZO CON UN $f_y=4200$ KG/CM².
- 5.- RECLERIMIENTO LIBRE DE TODA BARRA NO SERA MENOR DE 2.0 CM. NI MENOR QUE SU DIAMETRO, EXCEPTO OTRA INDICACION. EL DE PAQUETES DE BARRAS NO SERA MENOR DE 2.0 CM., NI MENOR QUE 1.5 VECES EL DIAMETRO DE LA BARRA DEL PAQUETE.
- 6.- NO SE TRASLAPARA NI SE SOLDARA MAS DEL 50% DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION.
- 7.- EXCEPTO DONDE SE INDICA OTRA COSA, TODO EL REFUERZO CORRIDO Y LOS BASTONES EXTREMOS SE ANCLARA LA LONGITUD DE 40 DIAMETROS COMO MINIMO.
- 8.- LOS DOBLES DE LAS VARILLAS SE HARAN EN FRIO SOBRE UN FERRO DE DIAMETRO MINIMO IGUAL A 6 VECES EL DE LA VARILLA. (VER FIGURA "A")
- 9.- EN TODOS LOS DOBLES PARA ANCLAJE O CAMBIO DE DIRECCION EN VARILLAS DEBERA COLOCARSE UN PASADOR ADICIONAL DE DIAMETRO IGUAL O MAYOR AL DE LA VARILLA (VER FIGURA "B").



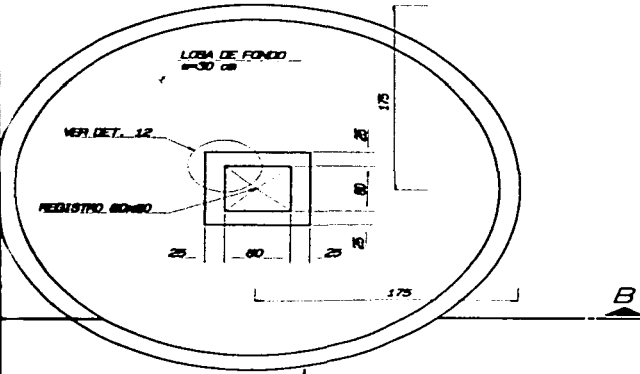
- 10.- LA SEPARACION DE ESTRIBOS EN TRAZOS SE EMPEZARAN ACONTAR A PARTIR DE PAND DEL ARMADO COLOCANDOSE EL PRIMERO A LA MITAD DE LA SEPARACION ESPECIFICADA.



TUBO DE VENTILACION T.V.

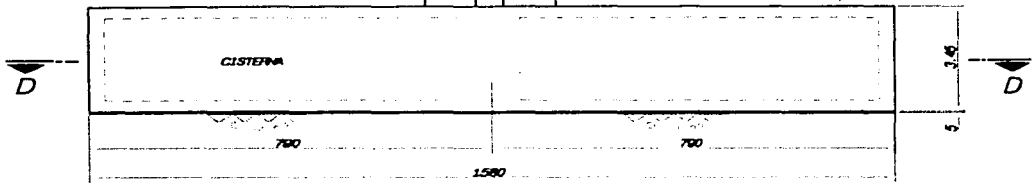


ALLE 2

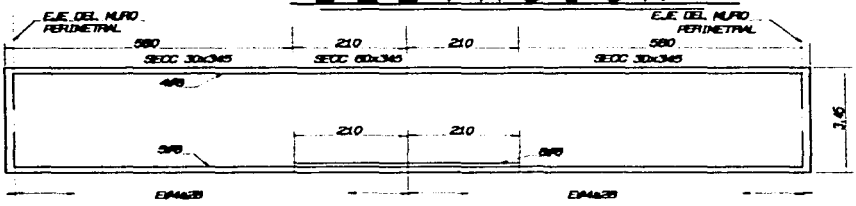
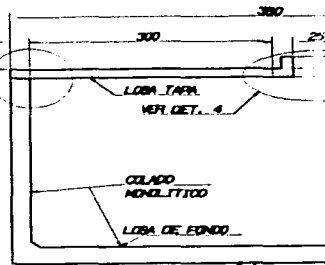


CORTE A-A

C
LOSA TAPA DE T



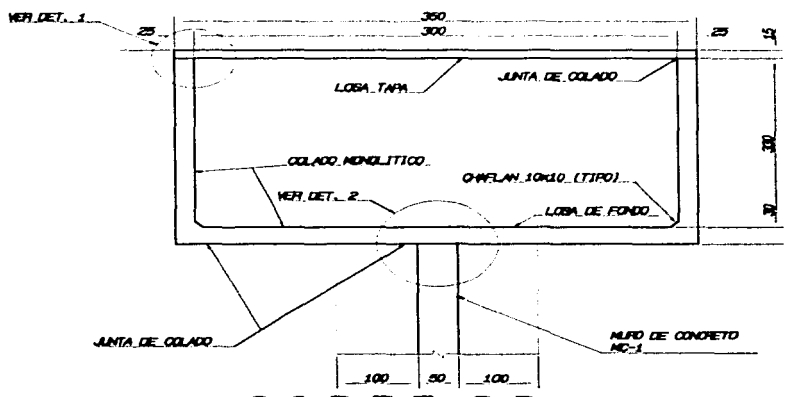
ELEVACION



CONTRATRABE CT-1

JUNTA DE COLADO

CORTE C

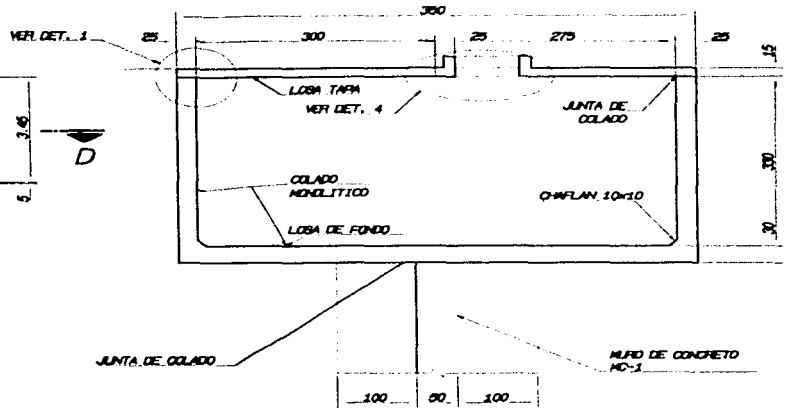


CORTE BB

JUNTA DE COLADO

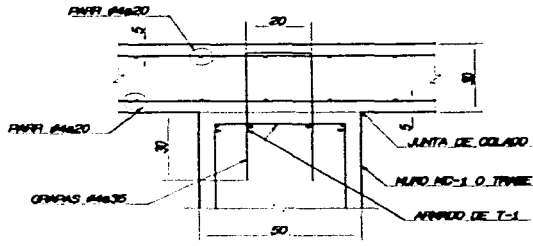
D

C
LOSA TAPA DE TANQUE
 FLANTA

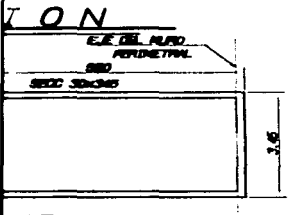


CORTE C-C

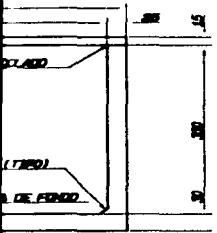
C
CORTE A-



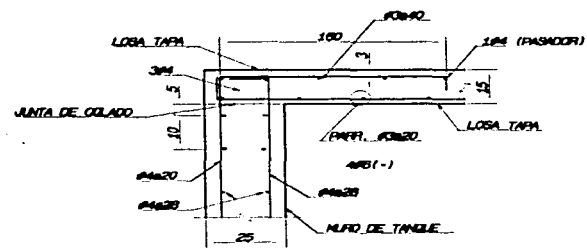
DETALLE 2



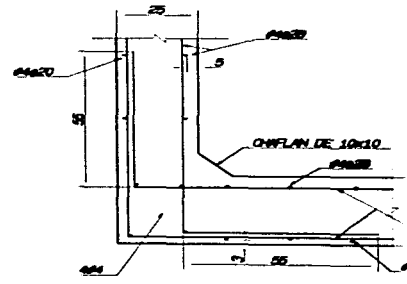
CT-1



MUR DE CONCRETO MC-1



DETALLE 1

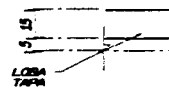


DETALLE 3

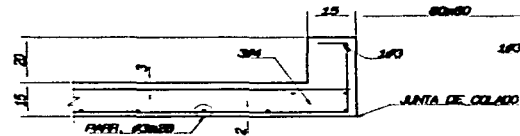
10.- LA SEPARACION DE ESTRIBOS APOYO COLOCANDOSE EL PRIMO

175
(300)

TELA METALICA PARA MOBILIARIO



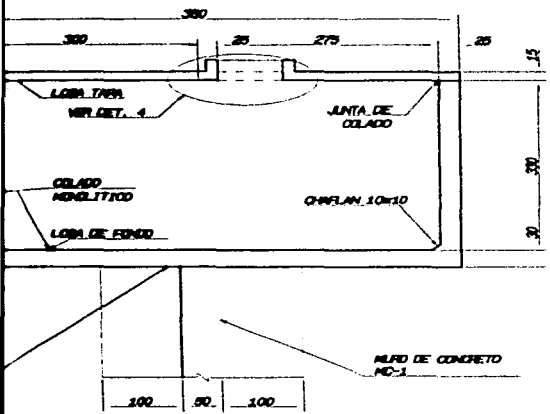
TUBO DE V...



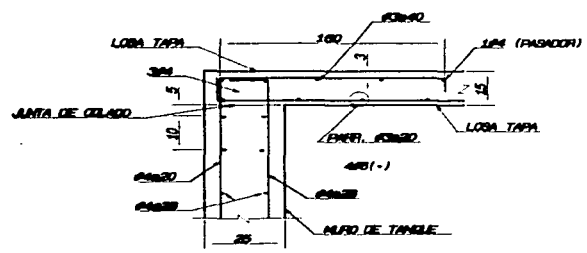
DETALLE

OSA TAPA DE TANQUE

PLANTA

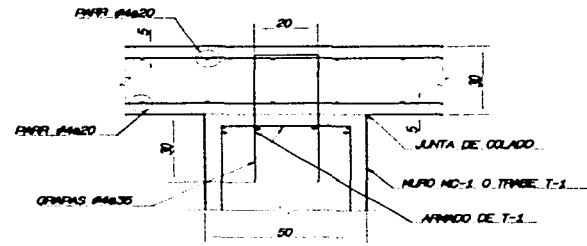


CORTE C-C

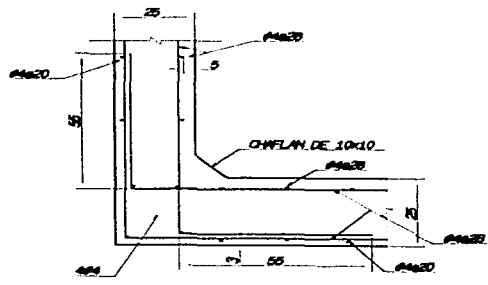


DETALLE 1

CORTE A-A



DETALLE 2



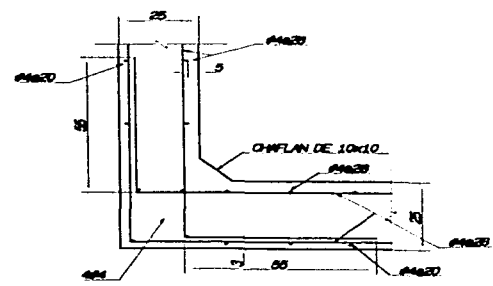
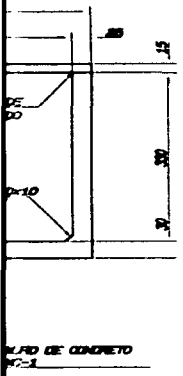
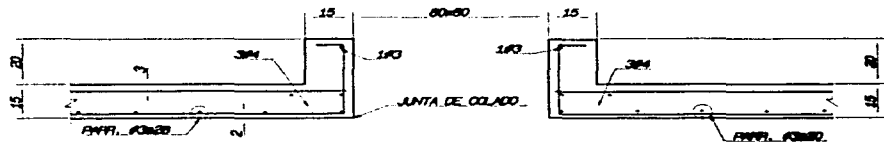
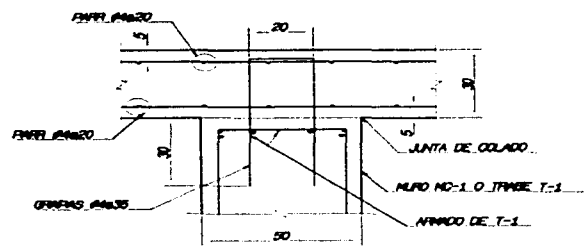
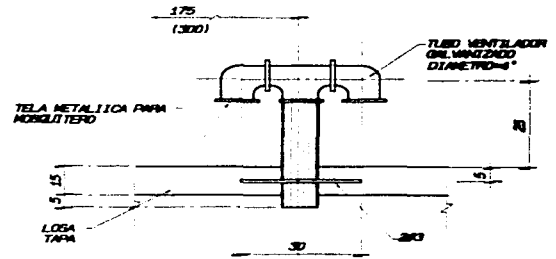
DETALLE 3

TANQUE
PROYECTO
PLANO: ESTI
OTRILLO FEB

C
CORTE A-A

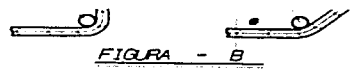
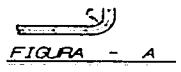


10.- LA SEPARACION DE ESTRIBOS EN TRINCES SE ENREZARAN ACENTRADO A PARTIR DE PUNTO DE APoyo COLOCANDOSE EL PRIMERO A LA MITAD DE LA SEPARACION ESPECIFICADA.

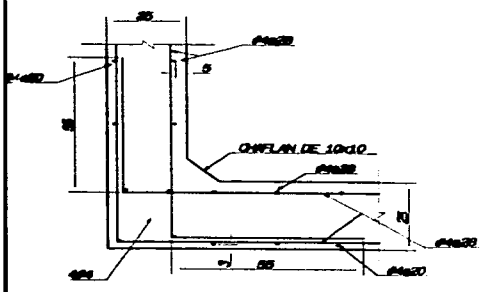
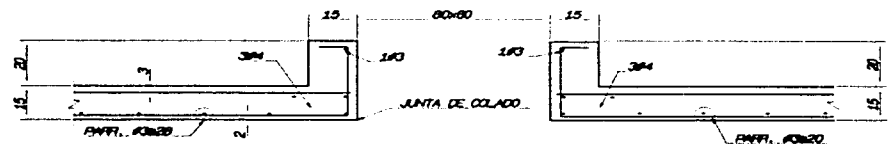
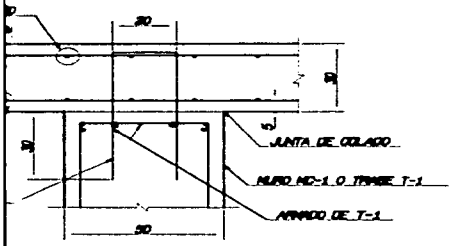
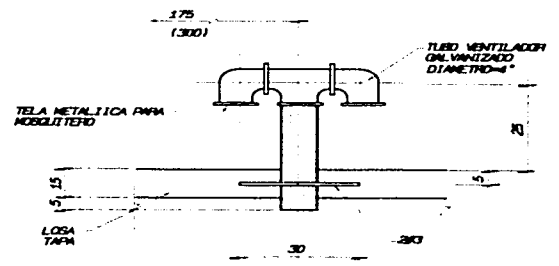


TANQUE ELEVADO Y CISTERNA		
		UBICACION: POBLADO EL LLANO MUNICIPIO DE TERNACENO EST. DE PASTO
PROYECTO: LINEA DE CONDUCCION DEL POBLADO EL LLANO		
PLANO: ESTRUCTURAL		
DIBUJO: FEG	ESCALA: SIN	ADTACION: ON

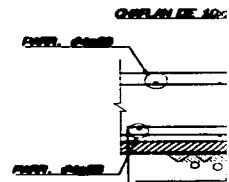
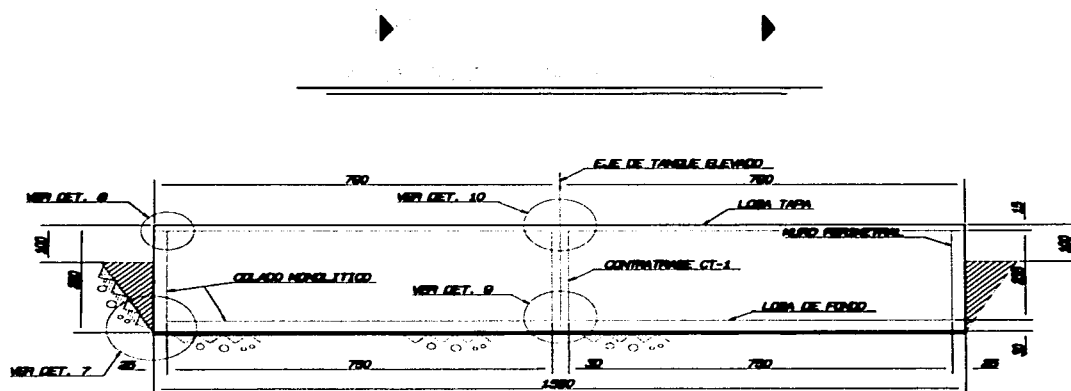
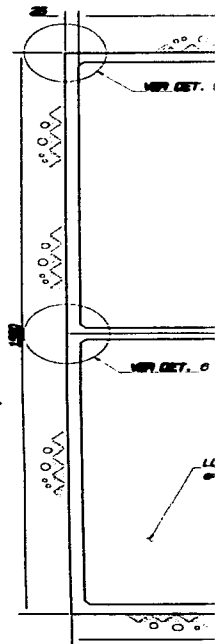
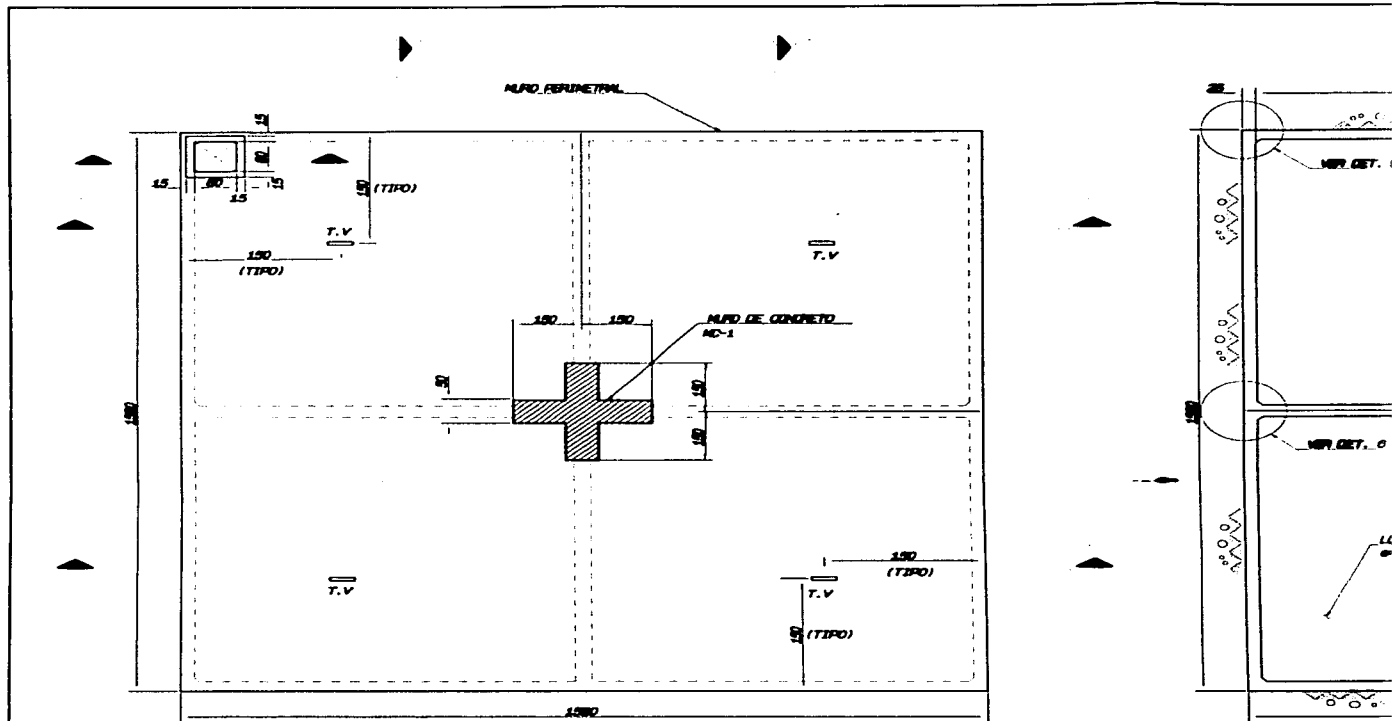
CORTE A-A



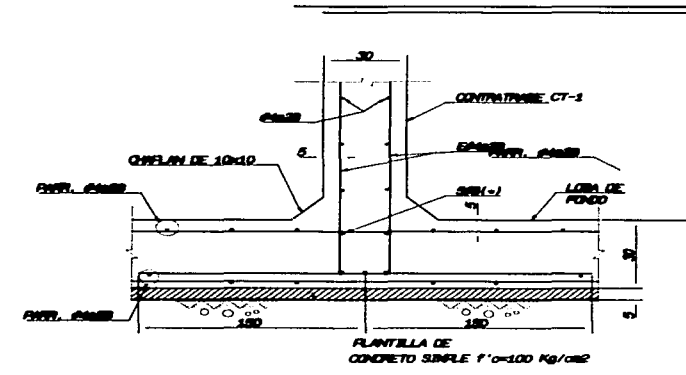
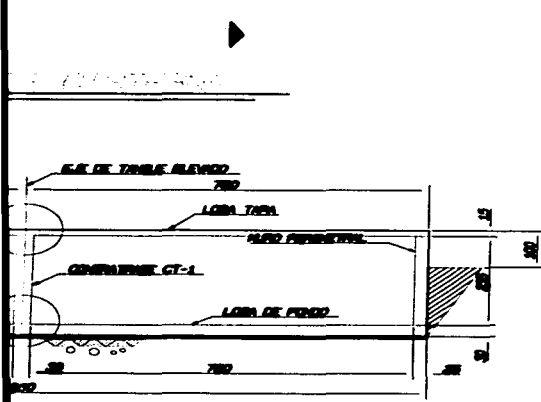
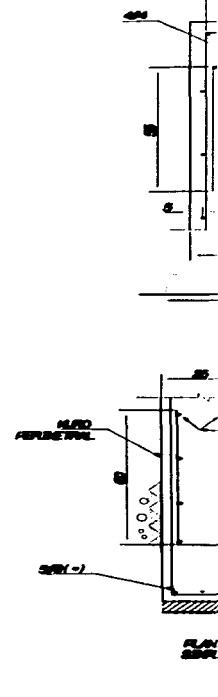
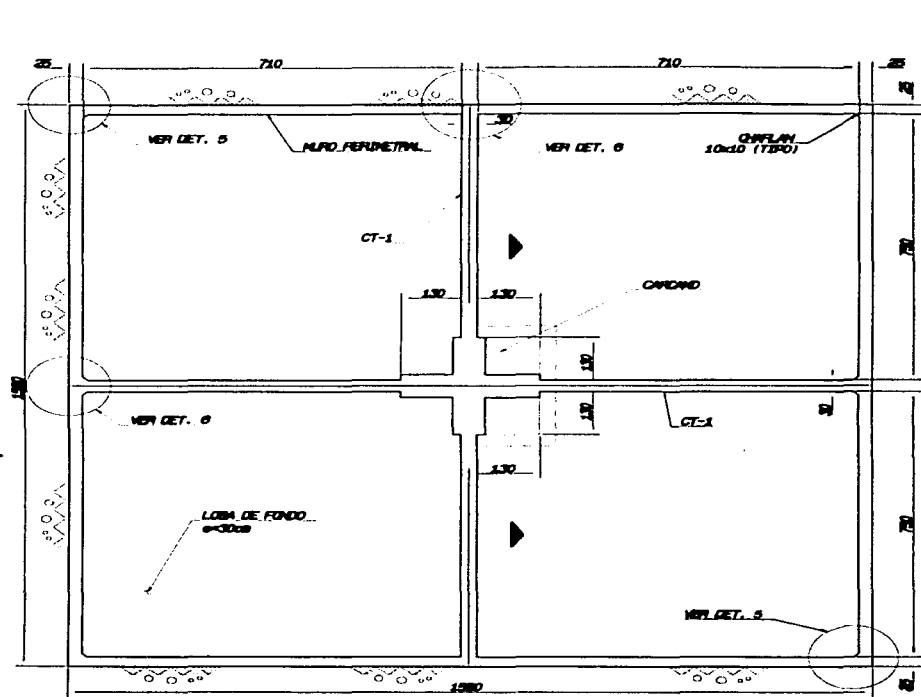
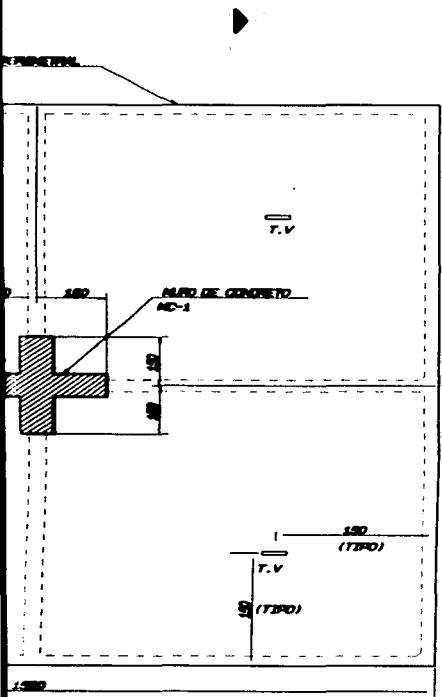
10.- LA SEPARACION DE ESTRIBOS EN TRAMES DE ENMEZARAN ACONTAR A PARTIR DE PAND DEL APOYO COLOCANDOSE EL PRIMERO A LA MITAD DE LA SEPARACION ESPECIFICADA.



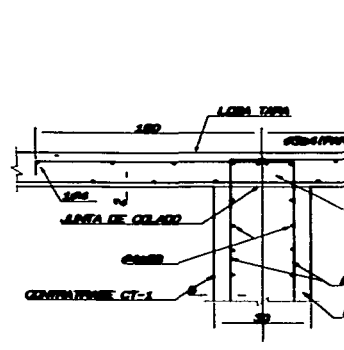
TANQUE ELEVADO Y CISTERNA			
UBICACION: POBLADO EL LLANO MUNICIPIO DE TENANCINGO EDO. DE MEXICO		CLASE: FLANJE	
PROYECTO: LINEA DE CONDUCCION DEL POBLADO EL LLANO			ES 01
PLANO: ESTRUCTURAL			
ELABORADO: FED	ESCALA: SDN	APROBADO: OM	FED+ ABRIL / 67

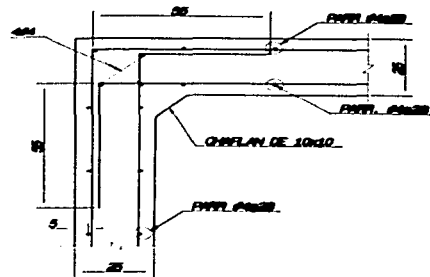
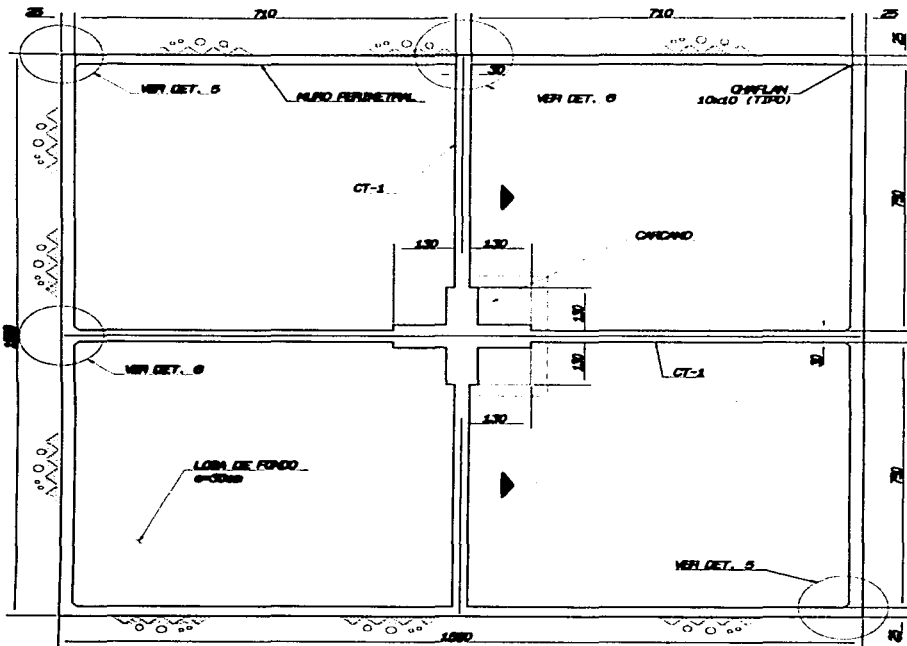


15 50 125

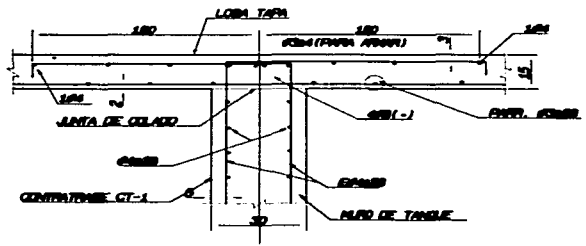
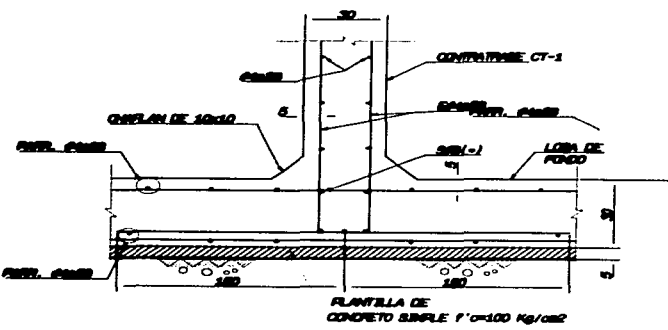
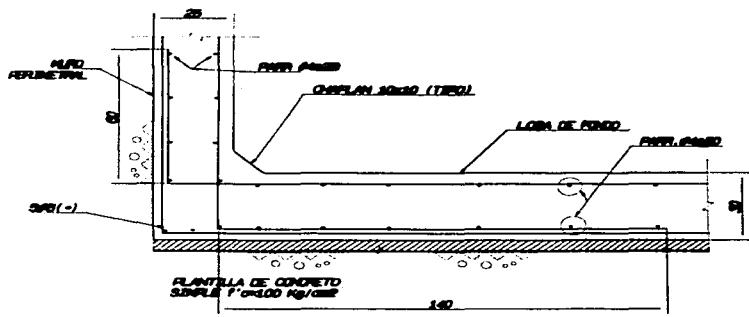


PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE F'c=100 Kg/cm²

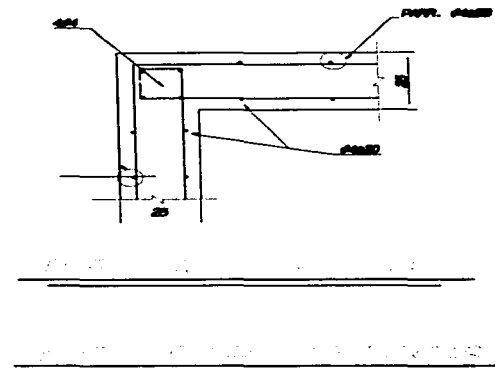
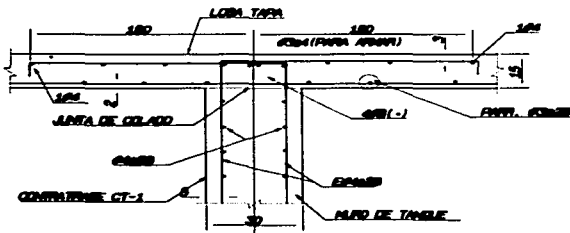
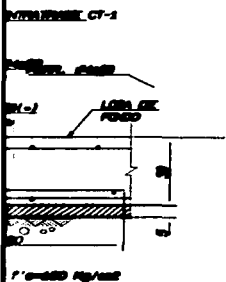
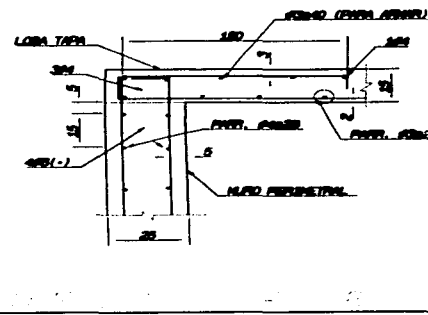
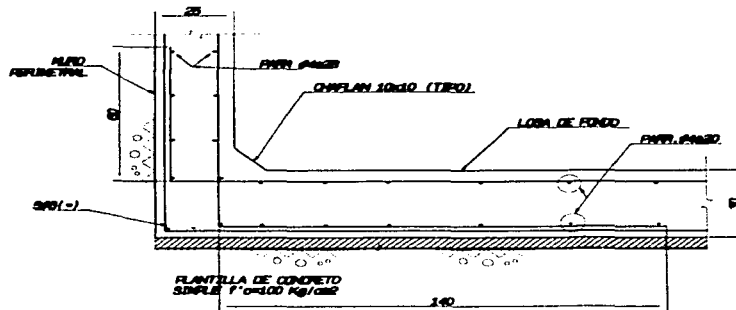
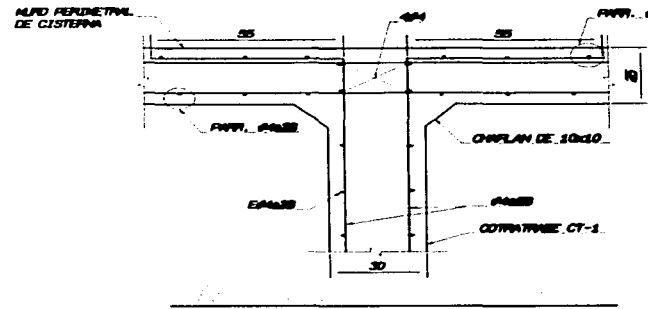
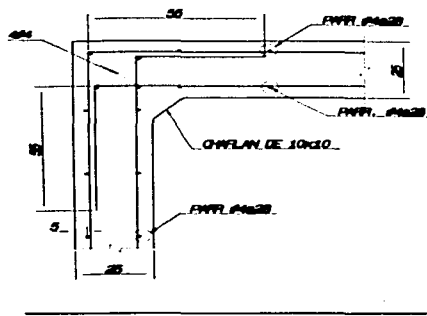
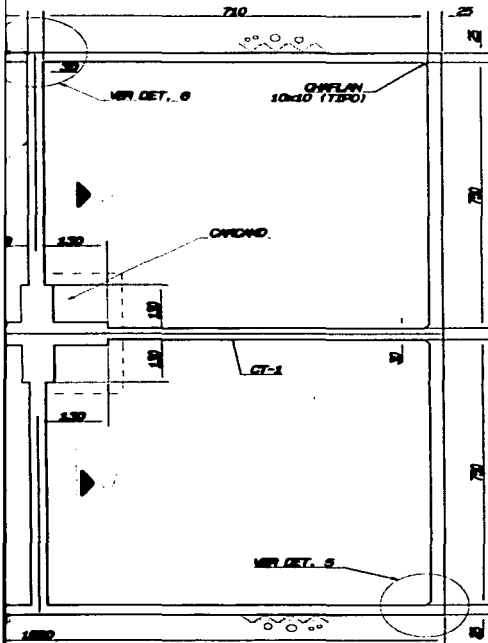




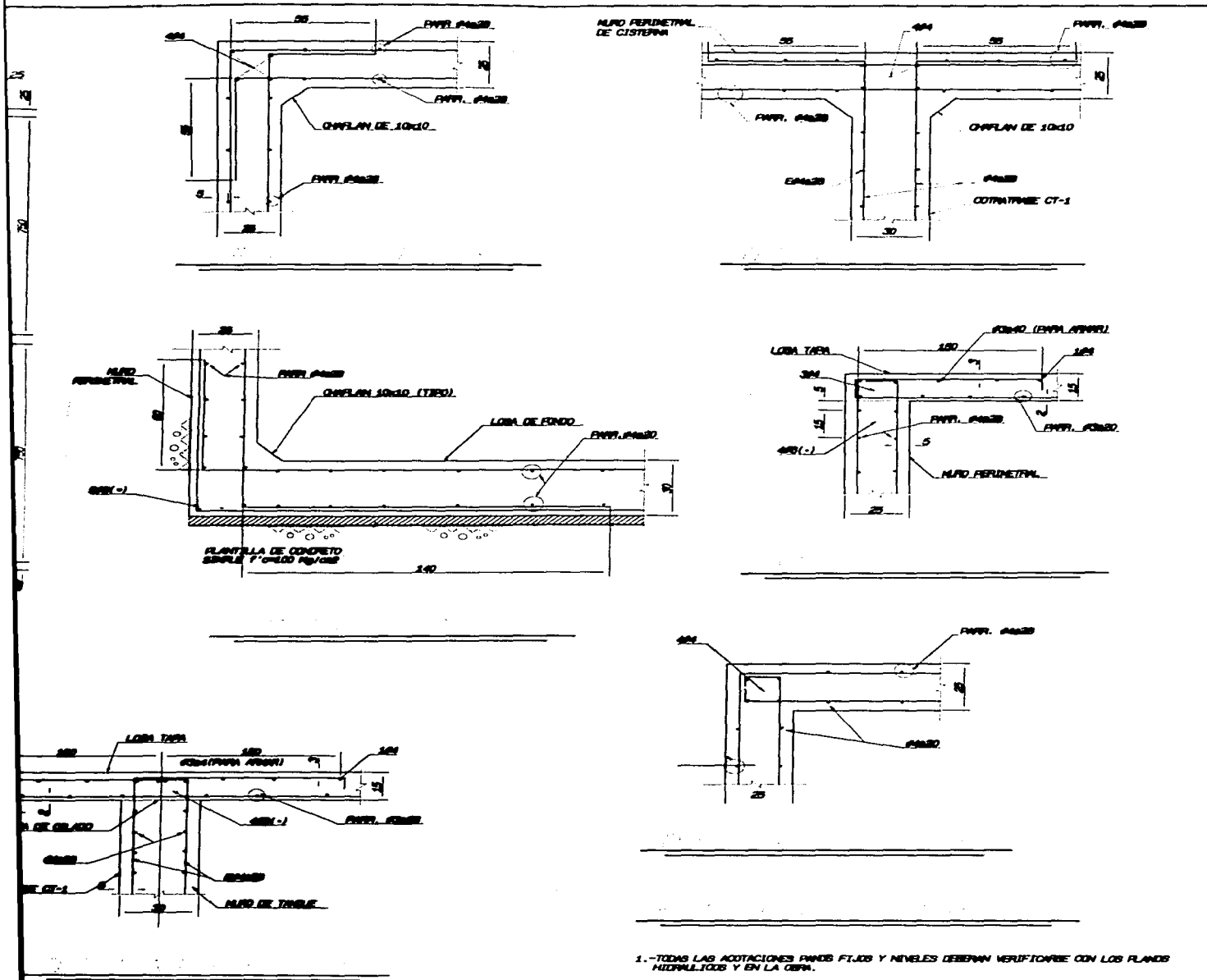
MURO REFLECTIVO DE CISTERNA



- 1.-TODAS LAS MEDIDAS
- 2.-RECLAMAR

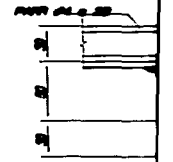
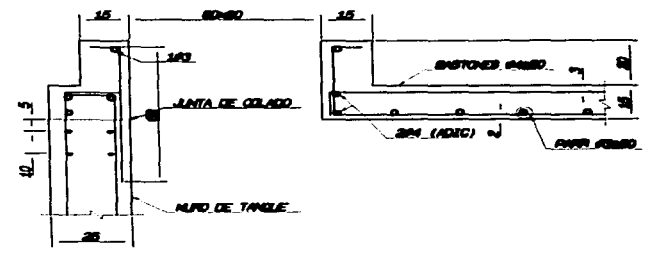
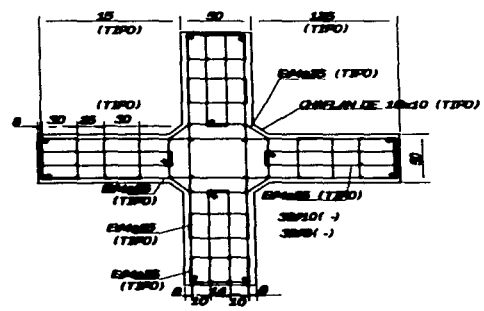
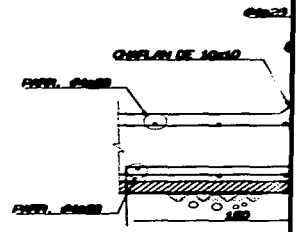
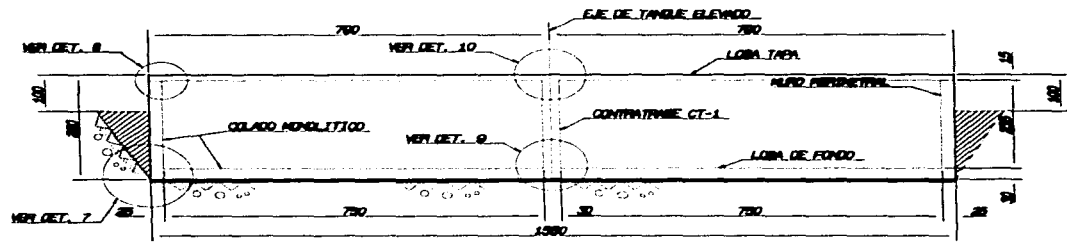
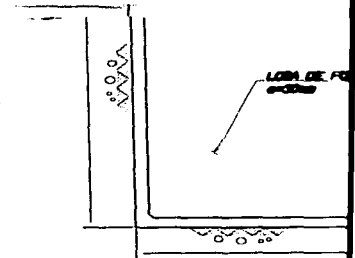
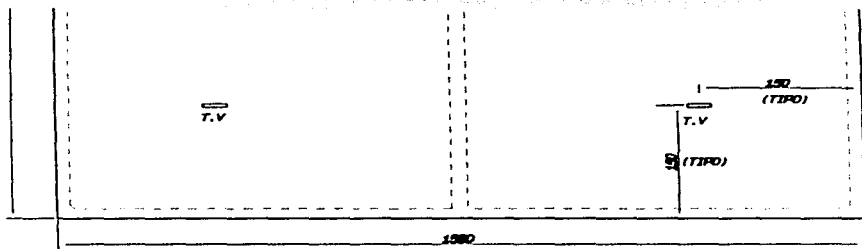


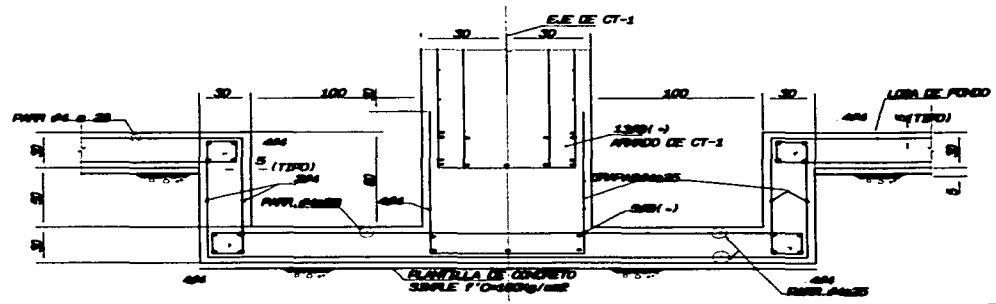
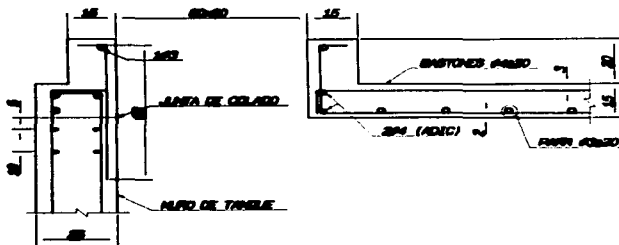
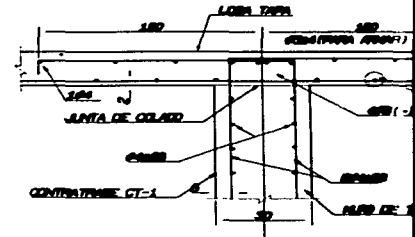
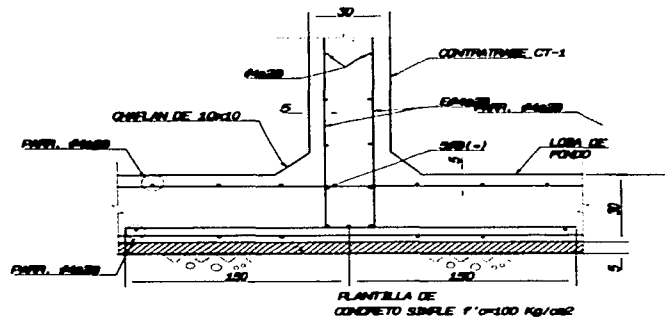
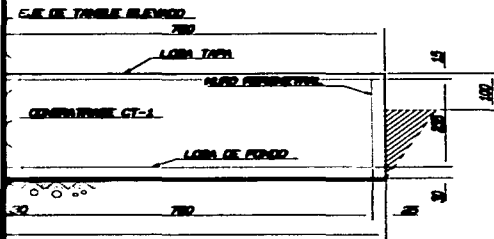
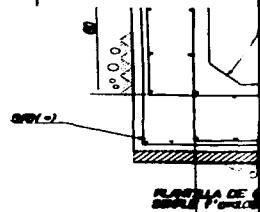
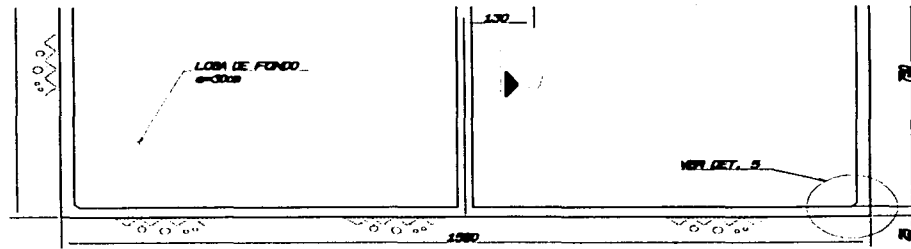
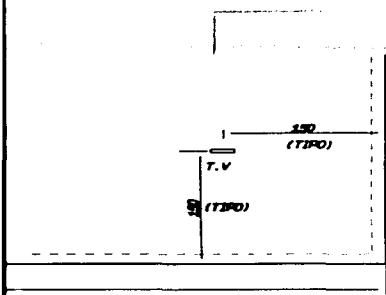
- 1.- TODAS LAS ADICCIONES PASES FIJOS Y NIVELES DEBERAN SER FORTONE O HIDRALCOOL Y EN LA GIRA.
- 2.- REFORZAMIENTOS MÍNIMOS EN:
 MUR Y LOSA DE FONDO-----5 CM.
 LOSA TAPA-----2 CM.



1.-TODAS LAS ADOTACIONES PAVOS FIJOS Y NIVELES DEBERAN VERIFICARSE CON LOS PLANOS HIDRAULICOS Y EN LA OBRA.

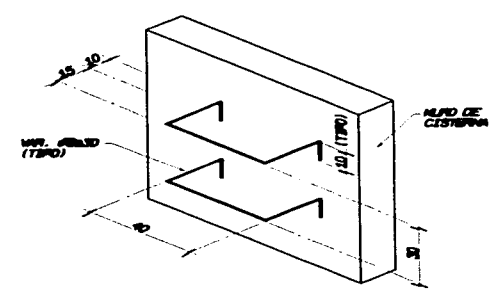
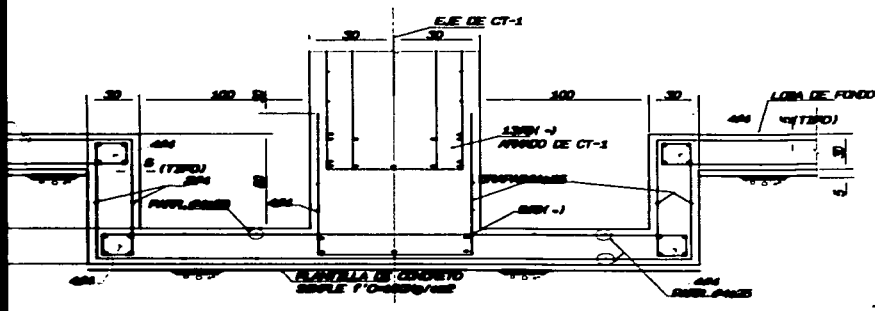
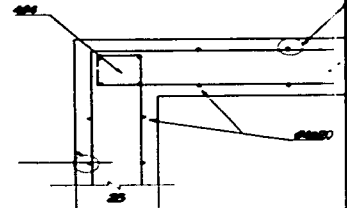
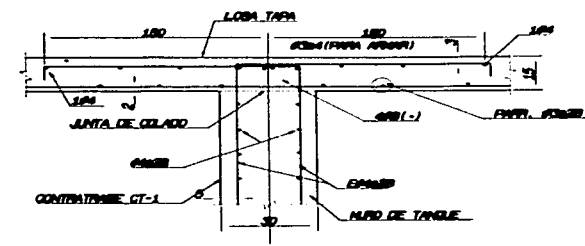
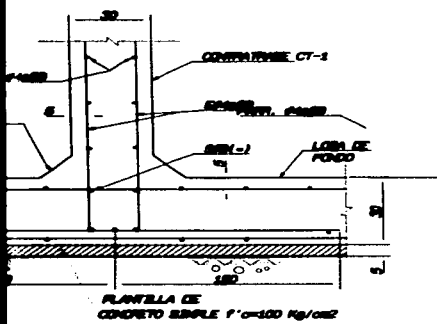
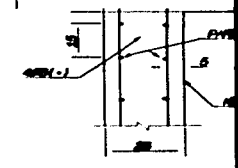
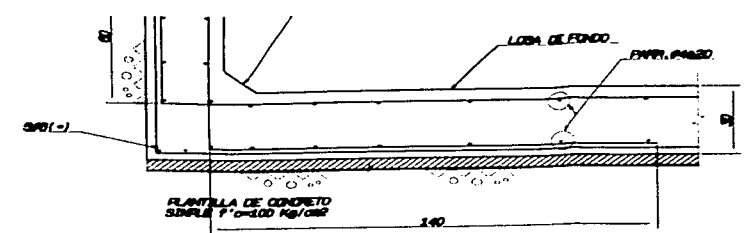
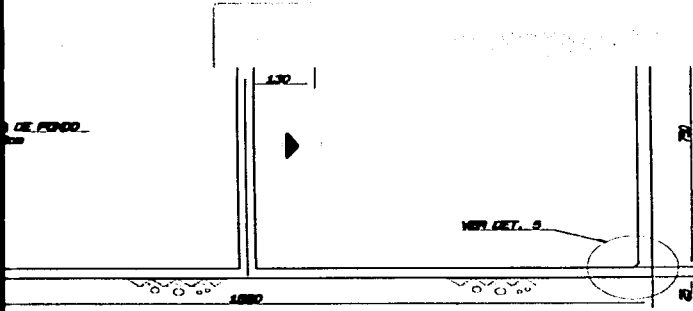
2.-RECLUBRIMIENTOS MINIMOS EN:
 MUR Y LOSA DE FONDO-----5 CM.
 LOSA TAPA-----2 CM.





(CORNO DE CISTERNA)

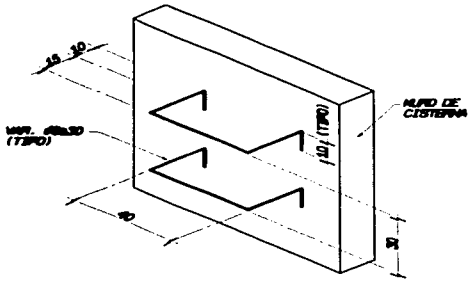
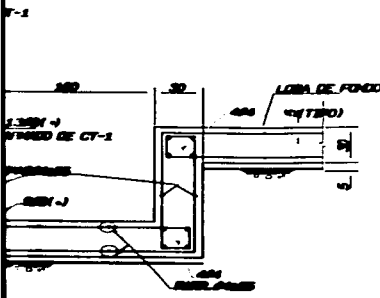
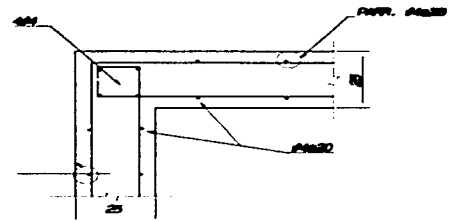
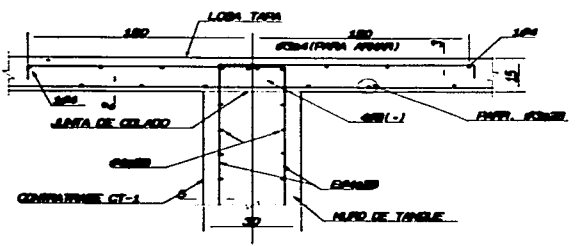
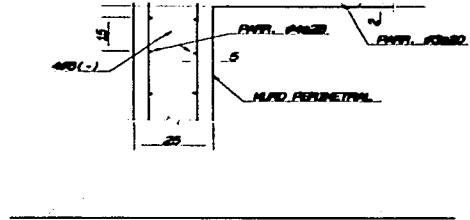
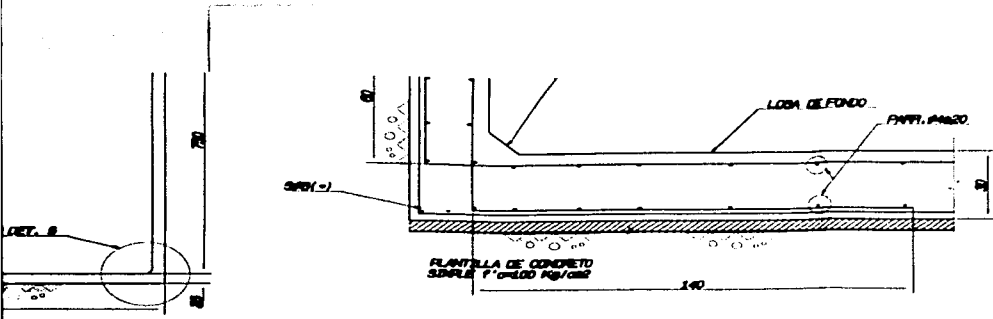
DETAL



- 1.-TODAS LAS ACOTACIONES DEBEN SER EN METROS Y EN LA OBLICUA.
- 2.-RELLENOS DEBEN SER EN METROS Y EN LA OBLICUA.
- 3.-TODO EL CONCRETO QUE SE UTILICE EN LA CISTERNA DEBE SER DE TIPO 200.
- 4.-LA CAPACIDAD ADHESIVA DEL TIPO DE CEMENTO DEBE SER DE 20 KG. AL CM2.
- 5.-EL RELLENO SE COLOCARA EN CORRAS DE 20 CM. AL.
- 6.-VERIFICAR CON EL PROYECTO DE LOS DETALLES DE LOS BORDES DE LA CISTERNA.

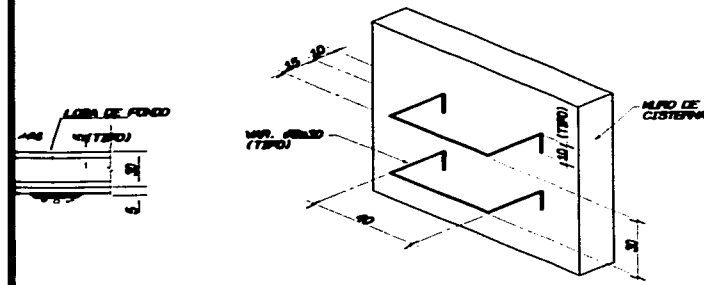
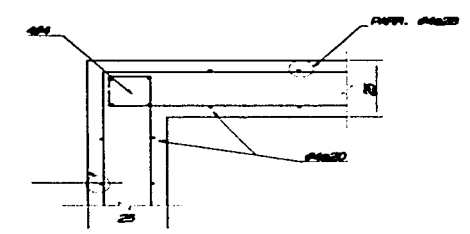
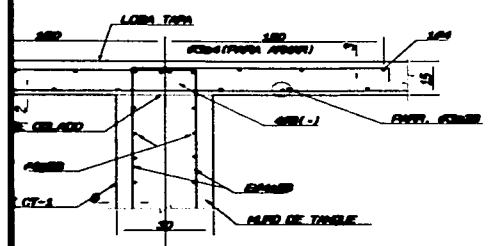
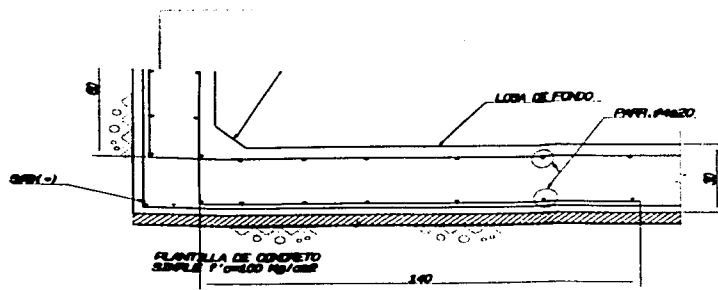
TANQUE ELVADO Y	
	LEICIA: 100 ALICATA: 100 SABIDO: 100
PROYECTO: LINEA DE CONDUCCION DEL FONDO	
PLANO: ESTRUCTURAL	
DISEÑO: PEB	ESCALA: 1/20

FONDO DE CISTERNA



- 1.-TODAS LAS ADICCIONES PANDS FIJOS Y NIVELES DEBERAN VERIFICARSE CON LOS PLANOS HIDRAULICOS Y EN LA OBRA.
- 2.-REQUISITOS MENCIONADOS EN:
 MUR Y LOSA DE FONDO ----- 5 CM.
 LOSA TAPA ----- 2 CM.
- 3.-TODO EL CONCRETO QUE SE UTILICE EN LA CISTERNA SE LE ADICIONARA UN IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL.
- 4.-LA CAPACIDAD ADHESIVA DEL TERRENO ES DE 10 TON./M2
- 5.-EL RELLENO SE COLOCARA EN CAPAS DE 30 CM. AL SOB DE SU PESO VOLUMETRIC MEDIO.
- 6.-VERIFICAR CON EL PROVEEDOR DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO LA DIMENSIONES DE LOS MUECOS ASI COMO DE LOS DETALLES DE APOYO DE LAS BOMBAS

TANQUE ELVADO Y CISTERNA			
UBICACION: MUNICIPIO DE TENANCAHUI, ESTADO DE MEXICO	CLAVE: PLANTA	ES 02	
PROYECTO: LINEA DE CONDUCCION DEL POBLADO EL LLANO			
PLANO: ESTRUCTURAL			
INTERVALO: PES	FOCALIZACION: SIN	ADICCION: SI	FECHA:



- 1.-TODAS LAS ADOTACIONES PANDS FIJOS Y NIVELES DEBERAN VERIFICARSE CON LOS PLANOS HIDRAULICOS Y EN LA OBRA.
- 2.-REVLUBRIMENTOS MINIMOS EN:
MUR Y LOSA DE FONDO ----- 5 CM.
LOSA TAPA ----- 2 CM.
- 3.-TODO EL CONCRETO QUE SE UTILICE EN LA CISTERNA SE LE ADICIONARA UN IMPERMEABILIZANTE INTRINSECO.
- 4.-LA CAPACIDAD ADMISIBLE DEL TERRENO ES DE 10 TON./M²
- 5.-EL RELLENO SE COLOCARA EN CAPAS DE 20 CM. AL DOS DE SU PESO VOLUMETRICO MEDIO.
- 6.-VERIFIQUEN CON EL PROVEEDOR DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO LA DISTRIBUCION DE LOS NUBESOS ASI COMO DE LOS DETALLES DE APOYO DE LAS BOMBAS

TANQUE ELVADO Y CISTERNA			
UBICACION MUNICIPIO DE TENANCINGO, ESTADO DE MEXICO		CLAVE: PLANE	
PROYECTO LINEA DE CONDUCCION DEL POBLADO EL LLANO		ES 02	
PLANO: ESTRUCTURAL			
FECHA: FEB	ESCALA: 1/20	AUTORIZACION: CM	FIGURA: