

50
24.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ACATLAN"

DISEÑO DE LA FUENTE DE CAPTACION 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 DE CONDUCCIONES
A P R E S E N T A
P R E S E N T A
CECILIA SANTOS GALEMTE



ACATLAN, EDO. DE MEXICO,

MAYO DE 1997

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

100000



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

PAGINACION VARIA

COMPLETA LA INFORMACION

AGRADECIMIENTOS:

*A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. A TRAVES DE LA ENEP
"ACATLAN"*

Por haberme dado la oportunidad de obtener una formación profesional.

*A TODOS MIS
PROFESORES...*

Por haber compartido su conocimiento y tiempo, dándome bases firmes para una formación íntegra personal y profesional.

A MIS PADRES...

Con el respeto y amor que se merecen por ser quienes me dieron la vida; por proporcionarme su apoyo incondicional en todo momento; por haber sabido guiarme, formarme y hacer de mí una persona segura e independiente.

A MIS HERMANOS...

Por su cariño y apoyo.

A MI ESPOSO...

*Por su amor, apoyo y comprensión.
Porque este logro es un esfuerzo conjunto:
Padre-Hija-Madre.*

A MI HIJA...

Por ser el motor que me impulsa a seguir superándome cada día, ser la representación máxima de amor que tiene mi existencia y porque su presencia me dio fuerzas para concluir esta meta.

Con profundo cariño y respeto a todas aquellas personas que de alguna forma contribuyeron para que el presente trabajo llegara a buen fin.

DISEÑO DE LA FUENTE DE CAPTACION DE LA LINEA DE CONDUCCION PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL POBLADO EL LLANO, MUNICIPIO DE TENANCINGO, EDO. DE MEXICO.

INDICE	PAG.
1. INTRODUCCION.....	1
2. ANTECEDENTES.....	2
2.1 LOCALIZACION.....	2
2.2 CLIMA.....	5
2.3 OROGRAFIA.....	5
2.4 HIDROLOGIA.....	7
2.5 USO ACTUAL DEL SUELO Y DE LOS RECURSOS NATURALES.....	7
2.6 DESARROLLO URBANO.....	10
2.7 COMUNICACIONES.....	11
2.8 SERVICIOS PUBLICOS.....	11
3. ANALISIS DE LA DEMANDA.....	13
3.1 POBLACION ACTUAL.....	13
3.2 POBLACION DE PROYECTO.....	13
3.3 DOTACION.....	14
3.4 GASTOS DE DISEÑO.....	15
4. CALIDAD DEL AGUA.....	19
4.1 CONDICIONES DE POTABILIDAD.....	19
4.2 ANALISIS DE LAS CARACTERISTICAS DEL AGUA.....	19

5.	FUENTE DE CAPTACION	23
	5.1 <i>TIPOS DE CAPTACION</i>	23
	5.2 <i>ANALISIS HIDROLOGICO</i>	24
	5.3 <i>PERFORACION DE POZOS PROFUNDOS</i>	41
	5.4 <i>ANALISIS DE AFOROS</i>	49
	5.5 <i>CAPACIDAD DE LA FUENTE</i>	52
	5.6 <i>DISEÑO DE LA TOMA</i>	52
6.	CATALOGO DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DE OBRA.....	81
	6.1 <i>PRESUPUESTO</i>	82
	6.2 <i>PRECIOS UNITARIOS</i>	88
•	APENDICES	100
	I - <i>LINEA DE CONDUCCION</i>	101
	II - <i>TANQUE DE REGULACION Y ALMACENAMIENTO</i>	113
	III - <i>ANALISIS DE FENOMENOS TRANSITORIOS (GOLPE DE ARIETE)</i>	130
•	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	145
•	ANEXOS.....	146
•	BIBLIOGRAFIA.....	151

I. INTRODUCCION.

La Universidad Nacional Autónoma de México a través de la División de Matemáticas e Ingeniería, de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales "Acatlán", 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 conclusión del Seminario denominado "CONDUCCIONES A PRESION II", 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 se solicitó a la C.E.A.S. (Comisión Estatal de Agua y Saneamiento), del Gobierno Estado de México, nos proporcionará información de diversos proyectos a ejecutar, los cuales se asignaron por brigada, para posteriormente realizar una visita al sitio de cada una de las zonas reportadas por dicha Comisión

El proyecto a 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 de investigación se expone, en detalle, el tema Diseño de la Fuente de Captación 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 tratarán a manera de resumen en los apéndices respectivos, presentando básicamente las generalidades de los mismos, así como los resultados finales.

2. ANTECEDENTES.

2.1. LOCALIZACION

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, que se encuentran dentro del municipio de Tenancingo, el cual 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° 5' 51" de latitud norte y 98° 35' 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).

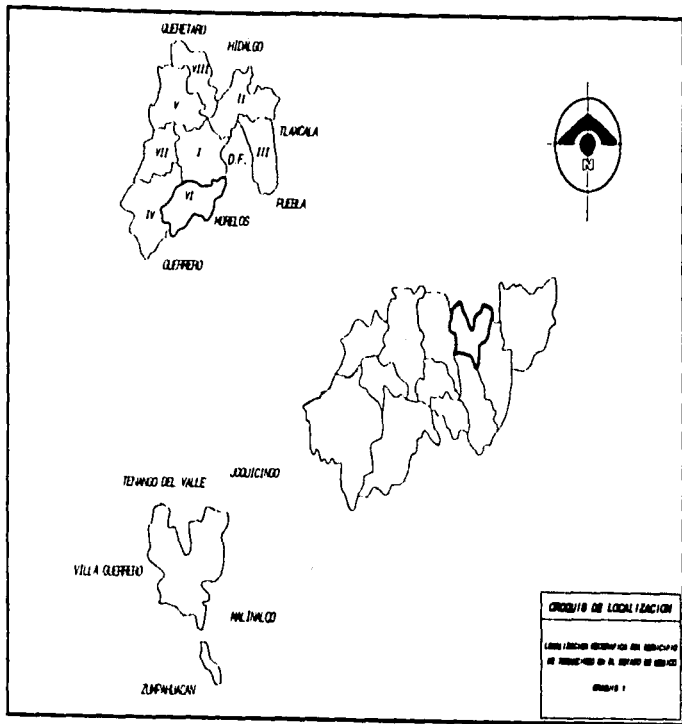
Sistema Municipal de Centro de Población de Tenancingo

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 interactuarán 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 Curu Hidalgo, y además por los distritos urbanos de Chalchihuapan, La Ciénega, Pueblo Nuevo y el 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, Ixpuchiapan, Pueblo Nuevo, Qetzapalapa, San José Chalmita, San Martín coapaxtongo, San Nicolás, San Simonito, Santa Ana Ixtlahuatzingo, Tecomatlán, Tenería, Tepalcatepec, Tepetzingo, Terrenate, Xochiaca y Zepayauilla.

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

Por lo anterior, su población residente está beneficiada debido a que no se tiene que desplazar para lograr el acceso a servicios educativos, culturales, recreativos; así como para la compraventa de bienes de consumo

El poblado El Llano como se puede ver forma parte de el subsistema de colonias del Municipio de Tenancingo teniendo las mismas características que éste.

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. OROGRAFIA

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 óptimas para el desarrollo urbano, aunque implican un costo significativo para la instalación de infraestructura urbana.

Por último, hacia el sur y este del centro de población las pendientes son del 0 al 6%, siendo estas adecuadas para el desarrollo urbano

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. HIDROLOGIA

El municipio cuenta con 22 manantiales; 1 río de corriente permanente; 21 arroyos de corriente intermitente y 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 12.36% restante a otros usos.

El croquis No. 4 nos muestra el plano que describe gráficamente la zonificación de los suelos del suelo de Tenancingo.

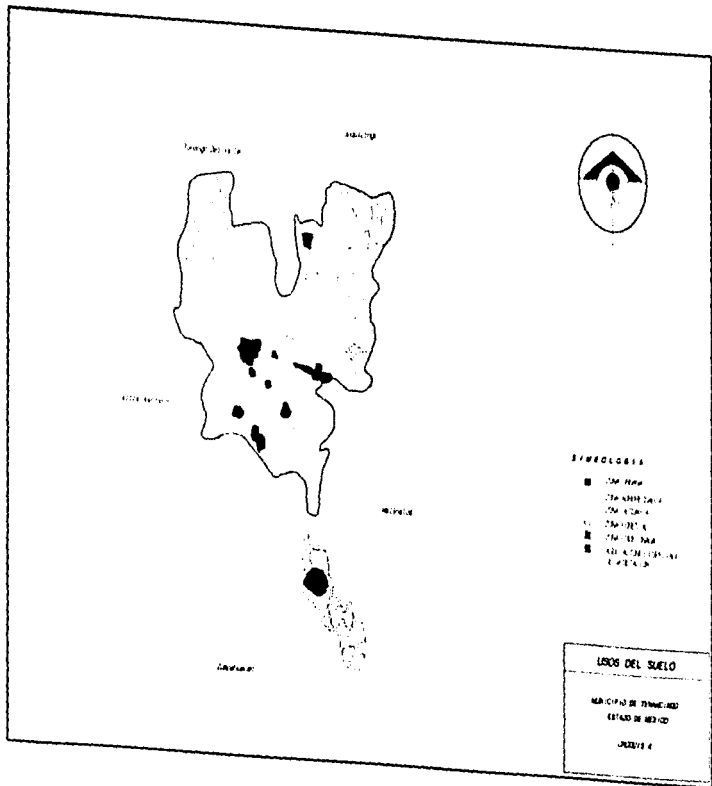
A continuación se presente el cuadro No. 1 que contiene la superficie total en números absolutos y en porcentaje de los diferentes recursos naturales con que cuenta el municipio

CUADRO No. 1

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

SUPERFICIE	HECTAREAS	PORCENTAJE
FORESTAL	6,792	42.40 %
AGRICOLA	6,129	38.26 %
PECUARIO	622	3.88 %
URBANO	495	3.09 %
OTROS	1,980	12.36 %
TOTAL	16,018	100 %

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 desalijo de aguas negras en el río la Trinidad, el cual se utiliza como destino de los desechos generados en la cabecera municipal, Chilhichuapan, 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 , Chalhichuapan con 21 Ha , el Salitre y San José Tenencia 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 alrededor 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 el 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.

El crecimiento futuro se ubicaría en suelos urbanizables, los cuales deberán tener solucionadas ya sus vías de comunicación con la cabecera municipal, a fin de que haya una continuidad entre la estructura urbana original, el área urbana consolidada alrededor de esta y los asentamientos futuros.

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 solo 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 PUBLICOS.

Agua Potable De acuerdo con los datos aportado por IIGEC.E.M. la disponibilidad actual de Servicios básicos se ven ampliamente rebasados por la demanda de los habitantes y por la dispersión del asentamiento humano 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.

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

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

Electrificación. De conformidad con los datos del H. 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.

3. ANALISIS DE LA DEMANDA

3.1 POBLACION 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 Clénega	1,800	1996
Llano de Emilliano Zapata	600	1996
San José el Cuartel	3,600	1996
Col. Valle de Guadalupe	360	1996

3.2. POBLACION 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 periodo de tiempo es una constante; expresado como ecuación, se tiene

$$\frac{dp}{dt} = Ka$$

o bien

$$dp = Ka dt \quad (3.1)$$

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 (3.1)

$$\int dp = Ka \int dt$$
$$p_2 - p_1 = Ka(t_2 - t_1) \quad (3.2)$$

de la ec. (3.2) 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)

Para la determinación de la población de proyecto emplearemos el método anterior y los datos de población recabada en el INEGI y la que proporciono el CEAS de Tenancingo.

Localidad	Población	AÑO
La Ciénega	1,800	1990
Llano de Emiliano Zapata	600	1990
San José el Cuartel	3,600	1990
Col. Valle de Guadalupe	360	1990

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

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

3.3. DOTACION.

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, rastreros, hidrantes, riego de calles, parques, 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

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" (Q_m/a), el "gasto máximo diario" (Q_m/d) y el "gasto máximo horario" (Q_m/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

Coefficiente de variación diaria	1.20
Coefficiente de variación horaria	1.50

3.4.1 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, obteniendo el Q_{med} para cada localidad los cuales se presentan en tabla de gastos.

3.4.2 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 (1.20)

Los resultados se presentan en la tabla de gastos

3.4.3. GASTO MÁXIMO 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

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

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. (1.50)

Los resultados se presentan en la tabla de gastos siguiente:

TABLA DE GASTOS.

Localidad	Q_{md} lps	Q_{md} lps	Q_{mh} lps
La Ciénega	4 085	4.902	7.353
Llano de Emiliano Zapata	1.363	1.636	2.454
San José el Cuartel	8 168	9.802	14.703
Col. Valle de Guadalupe	0.816	0.979	1.468
Suma	10.347	12.417	25.978

3.4.4. 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 Lit/Hub/Día</i>
<i>Población 1996</i>	<i>6,360 Habitantes</i>
<i>Población de Proyecto (2011)</i>	<i>8,313 Habitantes</i>
<i>Coficiente de Variación Diaria</i>	<i>1.20</i>
<i>Coficiente 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>Regulación</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. ANALISIS DE LAS CARACTERISTICAS 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.

4.2.1. ANALISIS FISICO

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, 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 sensaciones 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 la muestra se mide con termómetros especiales u ordinarios, debe estar comprendida entre 7 y 18° C

4.2.2. ANALISIS QUIMICOS.

El análisis químico tiene estos dos objetivos.

- 1. Averiguar la composición mineral del agua y su posibilidad de empleo para la bebida, los usos domésticos o industriales.*
- 2. Averiguar los indicios sobre la contaminación por el contenido de cuerpos incompatibles con su origen geológico. Lo que químicamente se determina es, contenido de sólidos totales, presencia de cloruros, cantidad de oxígeno consumido, contenido de nitrógeno amoniacal, nitritos y nitratos, dureza y alcalinidad, acidez, gases disueltos, metales y metaloides. La manera de hacer estas determinaciones y las cantidades tolerables de estas sustancias en el agua se verá en las pruebas de laboratorio*

4.2.3. ANALISIS MICROSCOPICOS

Este análisis explica la presencia de olores y sabores inconvenientes, la obstrucción de filtros, el progreso en la auto - purificación 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 una porta objeto 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.

4.2.4. ANALISIS BACTERIOLÓGICOS

Las bacterias son seres microscópicos de vida unicelular. 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 inoivas 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 grupo 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 cm³, 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 inoivos 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 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, por lo que la laboratorista e interpretación de resultados de estas pruebas se darán en la clase correspondiente a Laboratorios de Ingeniería Sanitaria

4.2.5. ANALISIS RADIOLOGICOS.

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 y de estroncio total 90.

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.

5. FUENTES DE CAPTACION

5.1. TIPOS DE CAPTACION:

La obra de captación se define como la estructura o estructuras que nos permite regular o dar salida al agua almacenada en un depósito o bien tomarla de algún sitio de acuerdo con una ley determinada

La fuente de abastecimiento elegida deberá proporcionar, cuando menos, el gasto máximo diario para el período de vida útil de la obra, sin peligro de reducción o sequía o cualquier otra causa, si la calidad del agua no satisface las normas que exige el Reglamento Federal, deberá someterse a procesos de potabilización

Las estructuras de las obras de captación pueden clasificarse de acuerdo a

A) Su objetivo

- 1) En riego*
- 2) Abastecimiento de agua potable*
- 3) Plantas Hidroeléctricas*

B) Su Distribución física y estructural

- 1) Canal abierto*
- 2) Conducto cerrado*
- 3) Túnel*

C) Su Operación Hidráulica:

- 1) De una compuerta o dos*
- 2) Compuerta cerrada*
- 3) A presión en parte*
- 4) Abierta en toda su longitud*

5.1.1 LA CAPTACION PUEDE SER:

- A) 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, 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*

- B) 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*
- C) 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 filtra a través de él hasta llegar a profundidades considerables por condiciones del propio subsuelo

El agua subterránea es una posibilidad para dotar al hombre de agua, utilizándose obras como:

- A) Obras de toma en manantiales.*
- B) Obras de toma en norias o pozos someros excavados.*
- C) Obras de toma a través de pozos perforados.*

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.

5.2. ANALISIS HIDROLOGICO.

5.2.1. HIDRAULICA DE POZOS

Un pozo es una estructura hidráulica que debidamente diseñada y construida permite efectuar la extracción económica de agua de una formación acuífera, el adecuado logro de este propósito depende de:

- 1.- Una aplicación inteligente de los principios de la hidráulica en el análisis del pozo y del comportamiento del acuífero*

2.- La destreza al perforar y construir pozos

3.- Una selección de los materiales que asegure una larga duración a la estructura

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

$$Q = AK h/L \quad (5.1)$$

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

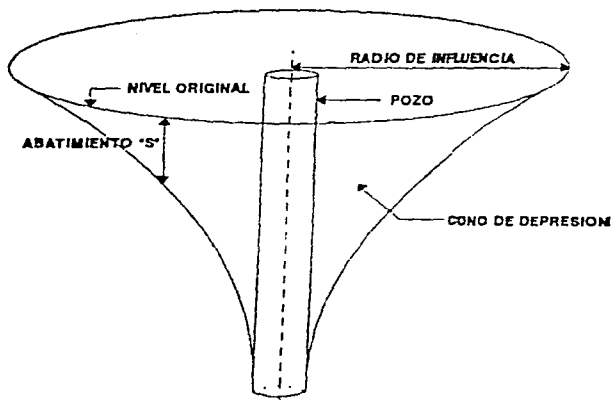
A = Área de la sección considerada

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 de gradiente continua hacia el pozo, dando origen a la formación del "Cono de Depresión" fig. No (5.1)

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.



CONO DE DEPRESION

FIGURA No. 5.1

- **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
- **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

$$T = Kb$$

(5.2)

Para dos acuíferos que tengan igual permeabilidad la transmisibilidad será mayor en aquel que tiene mayor espesor "b". En la fig. No (5.2) se puede apreciar la diferencia entre el concepto de permeabilidad y transmisibilidad. La primera se refiere al gasto que pasa a través del área cuadrículada, la segunda a través del área rayada

- **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.

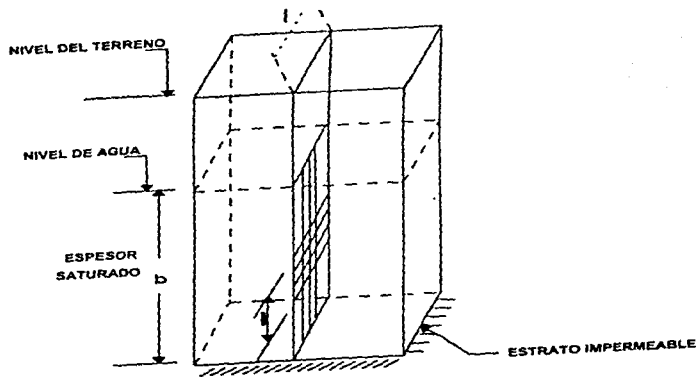


FIGURA No. 5.2

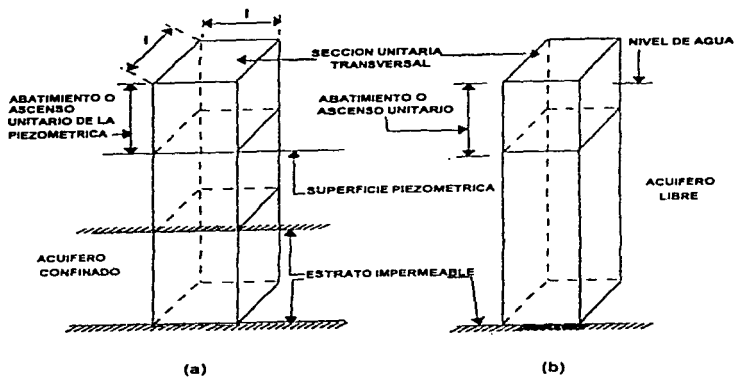


FIGURA No. 5.3

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, fig. No (5.3)

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.

5.2.2. PROBLEMAS COMUNES DE HIDRÁULICA DE POZOS.

Dentro del estudio de la hidrología subterránea de una región, la Hidráulica de Pozos proporciona las bases teóricas para lograr interpretar o prever las fluctuaciones de los niveles freáticos o piezométricos provocados por la explotación de agua subterránea, mediante pozos.

Para fines de abastecimiento de agua potable los problemas que generalmente estudia la Hidráulica de Pozos, son los siguientes:

- a) *Identificación de sistemas de flujo y determinación de sus características hidráulicas*

Para estudiar el comportamiento de un acuífero, es indispensable identificar el sistema de flujo (confinado, semiconfinado, etc.) y la determinación de sus características hidráulicas como son permeabilidad, transmisibilidad, almacenamiento, etc. Para prever las variaciones de los niveles de agua bajo diferentes regímenes de bombeo de uno o varios pozos, para la cuantificación del volumen aprovechable del acuífero en estudio, el conocimiento de sus características hidráulicas es esencial.

- b) *Predicción del comportamiento de los niveles de agua*

Con la utilización de las fórmulas de la Hidráulica de Pozos y conocidas las características hidráulicas del acuífero por aprovechar, es factible predecir los

abatimientos que se producirán bajo ciertas condiciones de bombeo. En el caso del gasto requerido, también es posible conocer con anticipación los abatimientos que posiblemente se produzcan en captaciones próximas al pozo por utilizar o en que medida se pueden interferir varios pozos entre sí

c) Diseño de campos de pozos

Cuando se requiere la utilización de varios pozos, el problema consiste en definir el número, su localización y el gasto de explotación conveniente, para no originar interferencias entre los pozos

5.2.3 ESCURRIMIENTO DEL AGUA SUBTERRANEA HACIA UN POZO

Durante el bombeo, la superficie freática o la piezométrica se abate alrededor del pozo, siendo máximo el abatimiento en este punto, disminuyendo conforme aumenta la distancia, hasta ser prácticamente nulo

El abatimiento en puntos equidistantes es el mismo en todas direcciones, por lo que el área de influencia del bombeo es un círculo cuyo radio depende de las características hidráulicas y del tiempo de bombeo principalmente, figura No (5-4)

A medida que el agua se acerca al pozo, se mueve a través de superficies cilíndricas de área cada vez menor y como consecuencia la velocidad del agua se va incrementando a medida que se acerca al pozo. De acuerdo con la Ley de Darcy, que nos dice que la velocidad es proporcional al gradiente hidráulico, la pendiente de la superficie piezométrica se incrementa gradualmente hacia el pozo adoptando la forma de un cono invertido denominado "cono de depresión", que tiene su vértice en el nivel del agua en el pozo durante el bombeo y su base en el nivel estático del agua

Cuando comienza el bombeo en un pozo, el agua es tomada de la reserva acuífera que lo rodea, siendo el cono de depresión pequeño, al continuar el bombeo, el cono se extiende incrementándose el área afectada y por tanto, aumenta el radio de influencia y con él, la aspiración (abatimiento) del pozo a fin de proporcionar la presión adicional requerida para llevar el agua a través de distancias más grandes. Si la velocidad de bombeo se mantiene constante, la superficie de expansión y la profundización del cono de depresión van disminuyendo con el tiempo, alcanzándose un momento en el que la superficie piezométrica se estabiliza en las proximidades del pozo. En estas condiciones se dice que se ha alcanzado el equilibrio o que el flujo de agua está establecido.

ESCURRIMIENTO DEL AGUA SUBTERRANEA HACIA UN POZO

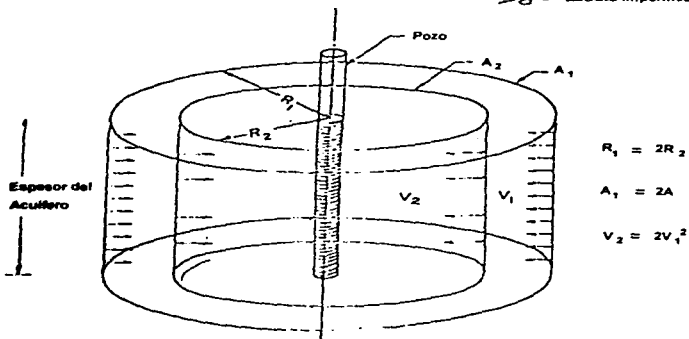
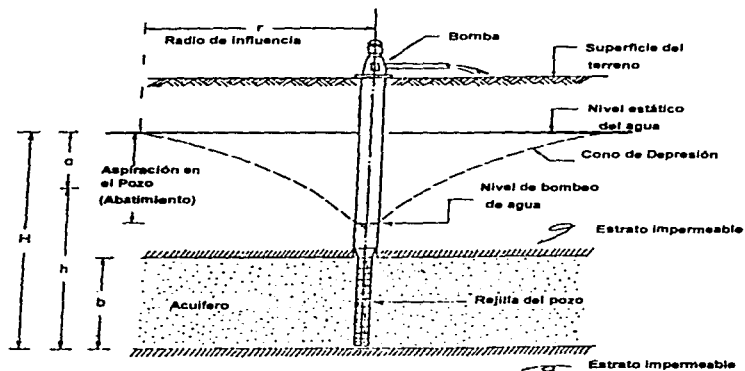


FIGURA 5.4

5.2.4. POZOS SITUADOS EN ACUIFEROS CONFINADOS

Pruebas en régimen de flujo establecido. La solución de la ecuación diferencial de flujo, para las condiciones de frontera correspondientes al sistema de acuífero mostrado en la figura No.(5.5) es la siguiente:

Ecuación diferencial de flujo:

$$\frac{d^2 h}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dh}{dr} = 0 \quad (5.3)$$

Fórmula de Thiem:

$$h_1 - h_2 = \frac{Q}{2 \pi K b} L \frac{r_1}{r_2} \quad (5.4)$$

La fórmula de Thiem permite calcular la permeabilidad cuando se conoce la posición del nivel de agua en dos pozos de observación:

$$K = \frac{Q}{2 \pi b (a_2 - a_1)} L \frac{r_1}{r_2} \quad (5.5)$$

En las expresiones anteriores el significado de las literales está indicado en la figura No.(5.5)

De la solución de la ecuación anterior para las condiciones de frontera del sistema de acuífero confinada mostrada en la figura y para pruebas de bombeo con régimen de flujo establecido, se obtiene la fórmula de Thiem, que es la siguiente:

$$h_1 - h_2 = \frac{Q}{2 \pi K b} L \frac{r_1}{r_2} \quad \text{ó} \quad K = \frac{Q}{2 \pi b (a_2 - a_1)} L \frac{r_1}{r_2} \quad (5.6)$$

donde:

- h_1 y h_2 = Elevaciones del nivel del agua a las distancias r_1 y r_2
- Q = Gasto de bombeo
- K = Permeabilidad
- b = Espesor del acuífero
- a_1 y a_2 = Abatimientos registrados en dos pozos de observación

Hipótesis básicas de la ecuación de Thiem:

- a) Acuífero homogéneo e isótropo en el área afectada por el bombeo.
- b) El espesor del acuífero es constante
- c) El pozo es totalmente penetrante
- d) La superficie piezométrica es horizontal antes de iniciarse el bombeo
- e) El abatimiento en la zona del cono no varía con el tiempo.

5.2.5 POZOS SITUADOS EN ACUIFEROS LIBRES

Los acuíferos libres (fig No. 5.6) se caracterizan por estar limitados superiormente por el nivel freático y puesto que el espesor saturado del acuífero varía con las fluctuaciones de ese nivel, la transmisibilidad del acuífero es variable en el área y en el tiempo. Si las variaciones del nivel freático son poco significativas con respecto al espesor del acuífero, la transmisibilidad se puede suponer constante y la interpretación de las pruebas se realizan como si se tratara de un acuífero confinado; en cambio, si las fluctuaciones son mayores del 20% del espesor saturado del acuífero, los abatimientos medidos se corrigen como sigue:

$$d_c = d - \frac{d^2}{2b} \quad (5.7)$$

donde:

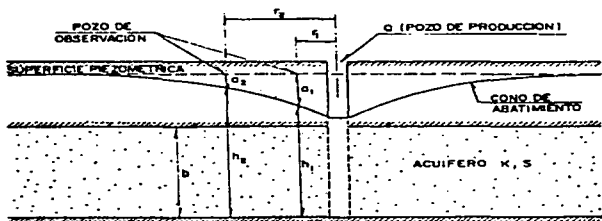
- d_c = abatimiento corregido
- b = espesor inicial del acuífero saturado

Los abatimientos así corregidos, se interpretan como si se tratara de un acuífero confinado.

5.2.6 . HIDRAULICA DE UN POZO DE BOMBEO.

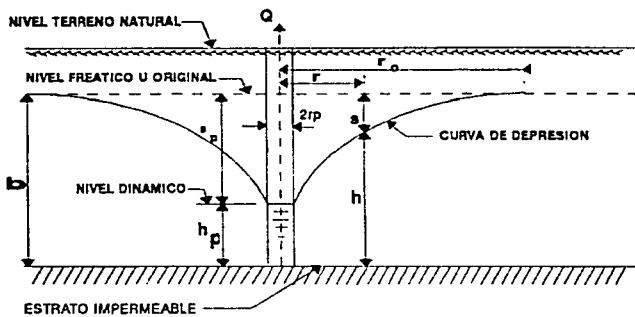
Se puede considerar que la hidráulica de los pozos de bombeo es bastante compleja, debido a que en su interior y en su vecindad inmediata se manifiestan diversos efectos locales, por una parte, debido a que el gradiente hidráulico es máximo en las proximidades del pozo y mayor la permeabilidad por la presencia de un filtro artificial o por haberse desarrollado en forma natural, la velocidad del agua subterránea puede ser tal que el flujo adquiere un régimen turbulento. Por otra parte, se incrementa en forma notable la velocidad del agua al concentrarse el escurrimiento a través de las ranuras del ademe y tenerse un cambio brusco de la dirección del agua al ser acelerada verticalmente por los impulsores de la bomba y fricciones en el cedazo y en la columna de succión. Todo esto se manifiesta como una pérdida de carga en el pozo.

ACUIFERO CONFINADO



VARIABLES INVOLUCRADAS EN LA ECUACION DE THIM

FIGURA No. 5.5



ACUIFERO LIBRE

FIGURA No. 5.6

Como resultado de lo anterior, el nivel del agua en el interior del pozo no se encuentra en la intersección del cono de depresión y la pared externa del tubo de adme, sino un poco más abajo, siendo la diferencia la pérdida de carga local. Ver figura No. (5.7)

De acuerdo con lo indicado, el abatimiento total provocado en el pozo de bombeo tiene dos sumandos principales: el abatimiento debido a la resistencia que opone el acuífero a la circulación del agua, el cual es directamente proporcional al gasto extraído y el abatimiento provocado en el interior del propio pozo, el cual es directamente proporcional al gasto de explotación elevado a una potencia próxima al cuadrado. Lo enunciado se puede expresar como sigue:

$$a_p = BQ + CQ^2 \quad (5.8)$$

en la que:

- a_p = Abatimiento total en el pozo de bombeo
- B = Coeficiente representativo de la resistencia del acuífero.
- Q = Gasto de explotación
- C = Coeficiente que depende de las características constructivas del pozo.

El valor del coeficiente "B" depende del tipo de sistema de flujo que se manifieste; por ejemplo, en el caso de un pozo totalmente penetrante en un acuífero confinado, el abatimiento estará dado por la siguiente expresión:

$$a = \frac{Q}{4\pi T} W(U) \quad \text{y} \quad B = \frac{l}{4\pi T} W(U) \quad (5.9)$$

A la relación que existe entre el gasto bombeado y el abatimiento que provoca, se le conoce con el nombre de "gasto específico". De la fórmula que nos da el valor de " a_p ", se obtiene:

$$\frac{Q}{a_p} = \frac{l}{B + CQ} \quad (5.10)$$

Este parámetro nos presenta en forma más objetiva la capacidad de producción de un acuífero: un gasto específico alto corresponde a una transmisibilidad alta y un valor bajo, lo contrario. Presenta la ventaja de que su valor no está sujeto a errores de interpretación, puesto que se obtiene como el coeficiente de dos términos medidos como son el gasto y el abatimiento; además, tiene una proporcionalidad más o menos directa con la

transmisibilidad, lo que permite utilizarlo para deducir valores aproximados cuando no se tienen pruebas de bombeo.

El gasto específico no es constante ya que disminuye con el caudal y el tiempo de bombeo.

Para el cálculo de los coeficientes B y C, se utiliza la "prueba escalonada", propuesta por C.E. Jacob, la cual consiste en bombear el pozo en varias etapas sucesivas, en cada una de las cuales se mantiene el gasto constante. Es recomendable variar el gasto en forma creciente en un ámbito lo mayor posible, siendo la duración de cada etapa de varias horas. Simultáneamente se observará la fluctuación del nivel del agua en el pozo.

Con la gráfica "abatimiento-tiempo", se obtienen los elementos necesarios para deducir los valores de los coeficientes buscados. Para lograrlo, se elige un tiempo menor o igual que la duración de cada etapa, de preferencia el que corresponda al nivel de agua establecido; a continuación, se mide gráficamente el abatimiento total correspondiente a dicho tiempo, tomado a partir del inicio de cada etapa. Se calcula el coeficiente entre dichos abatimientos y los gastos respectivos y con estos valores, se traza la gráfica $\bar{a} - Q'$ mostrada en la figura No. (5.8)

Si los puntos de la gráfica muestran una tendencia lineal, se traza una recta de ajuste. El valor del coeficiente "C" está dado por la pendiente de esta recta y el del coeficiente B, corresponde a la ordenada al origen.

Conocidos los valores de los coeficientes B y C, es posible predecir la posición del nivel dinámico para cualquier gasto de explotación.

Con frecuencia los puntos que se obtienen en la gráfica se encuentran dispersos sin indicar una tendencia definida. Se puede deber esta situación a una deficiente limpieza y desarrollo del pozo; sin embargo, también puede ser debido a un comportamiento irregular de las características hidráulicas del acuífero por explotar.

HIDRAULICA DE LOS POZOS DE BOMBEO

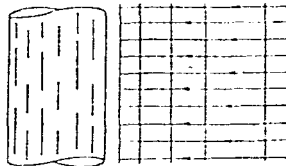
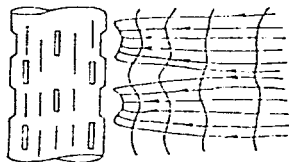
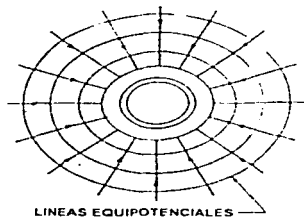
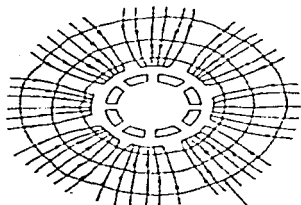
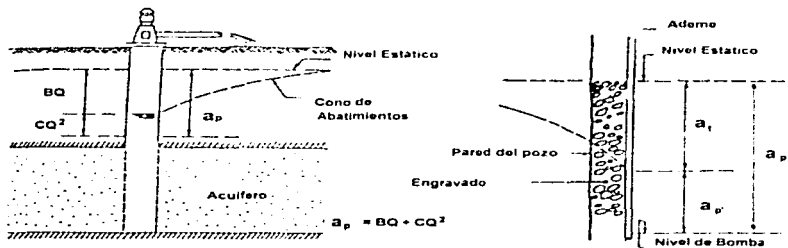


FIGURA No. 5.7

INTERPRETACION DE LA PRUEBA DE BOMBEO ESCALONADA

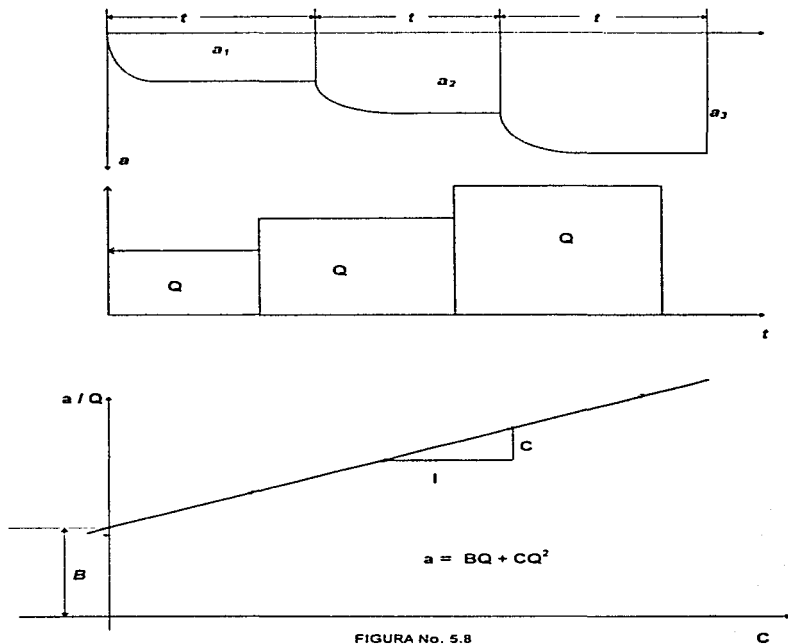


FIGURA No. 5.8

5.3. PERFORACION DE POZOS PROFUNDOS

Los pozos profundos (figura No. 5.9), tienen la ventaja de penetrar en acuíferos profundos y extensos, circunstancias que evitan rápidas fluctuaciones en el nivel de la superficie piezométrica y dan por resultado un buen rendimiento uniforme. El agua profunda suele tener una buena calidad sanitaria, a menos que esté contaminada por infiltraciones en el acuífero, por cavernas y el hecho de que el largo recorrido subterráneo del agua puede dar lugar a que disuelvan una gran proporción de materias minerales que pueden hacerla dura, corrosiva o inadecuada.

El diámetro de perforaciones de estos pozos varía de 350 a 750 mm (14" a 30") y sus profundidades fluctúan entre 30 y 650 m. y a veces más.

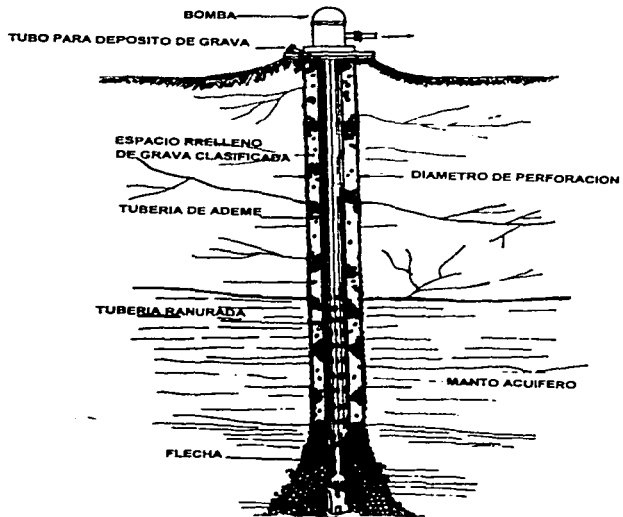
Diámetro de ademe. El ademe del pozo es una tubería generalmente de acero, colocada con holgura dentro de la perforación. Este componente proporciona una conexión directa entre la superficie y el acuífero y sella el pozo de las aguas indeseables superficiales o poco profundas, además soporta las paredes del agujero de perforación, su diámetro varía desde 250 a 600 mm (10" a 24"). Muchas veces el diámetro de ademe no es constante desde la superficie de la tierra hasta la capa acuífera, sino que va disminuyendo a medida que se profundiza.

Se hace el diámetro de perforación unos 100 ó 150 mm (4" a 6") más grande que el diámetro del tubo de ademe con el objeto de colocar en el espacio entre los diámetros, una capa de grava.

Cedazo, filtro o ademe ranurado. El cedazo es un tubo ranurado colocado a continuación del ademe, que es el tramo que estará en contacto con el manto acuífero y tiene las siguientes funciones:

- 1) Estabilizar las paredes de la perforación.
- 2) Mantener la arena fuera del pozo.
- 3) Facilitar la entrada de agua al interior del pozo.

El sitio elegido para la perforación estará de acuerdo con los estudios geohidrológicos y/o geofísicos. El proyecto de entubación dependerá del corte geológico del pozo ya perforado y del registro eléctrico que se hará posterior a la perforación. Este registro eléctrico nos dará la profundidad del acuífero. El diámetro del ademe estará en función del diámetro de los tazones del equipo de bombeo que asegura el gasto de explotación. Terminada la construcción del pozo, se procede al desarrollo y limpieza, es decir se pone a funcionar la bomba de aforo para extraerle el barro y otros materiales caídos durante la construcción, y limpiar por la succión de la bomba, los caminos que ha de seguir el agua en su reconocimiento al pozo.



POZO PROFUNDO

FIGURA No. 5.9

Los procedimientos a seguir para efectuar los trabajos de perforación, de desarrollo y aforo de un pozo, están indicados en las "Especificaciones de construcción para la perforación, trabajos auxiliares y terminación de pozos para agua potable", de la Dirección General de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado, de la S E D U E.

Los pozos profundos se construyen por diversos métodos, dependiendo de las profundidades a alcanzar, diámetro o diámetros necesarios y de manera especial la naturaleza de los terrenos que tengan que ser atravesados, se elegirá uno u otro método de perforación, de los cuales los siguientes son los más importantes: el Estándar, el California o de tubos hincados, el Rotativo, el de Inyección y el de Perforación por corona.

5.3.1. METODO ESTANDAR

Este método puede utilizarse en cualquier terreno. Requiere la colocación de una cabria sobre el pozo para que se puedan subir y bajar la entubación y los juegos de herramientas.

La perforación se consigue con un taladro suspendido por un cable atado a una viga móvil o a un torniquete. La viga móvil se sube y baja, lo que obliga al taladro a golpear el fondo del orificio. Al soltar el cable se produce un rebote del taladro, lo que evita atascamiento en el orificio. Cuando se necesita, se añade un peso al cable que sostiene la herramienta por medio de una barra de acero a manera de plomada. Al progresar la perforación, el cable se alarga dando de vez en cuando unas vueltas al tornillo de ajuste.

Los pozos se excavan primero hasta 30 m. con trépanos de escoplo, procedimiento que es necesario para que la cuerda sea suficientemente larga para permitir el uso de la viga móvil. Mientras se excava, los golpes del taladro se producen suspendiendo la herramienta del extremo de la cabria y haciendo que el taladro suba y baje alternativamente, cayendo libremente.

Una vez que el tornillo se ajuste llega al límite de su recorrido, se retira la herramienta y el material removido y suelto en la perforación se recoge por medio de una cuchara apropiada para extraer arena, constituida por un largo pozal con una chapeleta en el fondo. Cuando entra en el pozo, se llena con los escombros y la cuchara se cierra cuando se eleva para el vaciado. Después del vaciado, puede colocarse un nuevo taladro afilado, se alarga el cable y se reanuda la perforación.

Cuando se encuentra terreno excavable, es usual hacer bajar la entubación a medida que avance la perforación. Se atornilla, o se ajusta, una zapata de acero al extremo inferior del tubo, de manera que pueda llevarse a cabo el avance sin dañarlo. Se coloca un refuerzo en el extremo superior del tubo para evitar desperfectos en aquel punto.

5.3.2. EL METODO DE LA VARILLA HUECA

Es una modificación que emplea varillas huecas de acero a través de las cuales el material triturado, mezclado con agua, pueda elevarse a la superficie. Cuando las varillas descienden, el agua y el material triturado suben por la coquead, evitándose su caída cuando las herramientas son levantadas, mediante válvulas de retención.

5.3.3. METODO DE CALIFORNIA O DE TUBOS HINCADOS

Este método, usado primeramente en California, se emplea en depósitos aluviales no consolidados. Consiste en introducir en el terreno, por medio de un gato hidráulico, un tubo de acero de poca longitud. Se emplean de dos diámetros, de tamaño tal que uno se deslice exactamente dentro del otro, disponiendo las uniones del tubo exterior de modo que quedan a medio camino entre las del interior. Ambos tubos se unen haciéndoles muescas con un pico y se añaden e hincan sucesivas longitudes de tubo.

A medida que progresa la hinca, la entubación se mantiene al mismo nivel de la excavación o algo por delante de la misma, extrayéndose el material del interior por medio de una cuchara para arena del tipo anteriormente descrito. Cuando se encuentran "bolos" se rompen con un taladro o se apartan a un lado. Cuando se ha alcanzado la profundidad requerida, se haya una herramienta que corta unas ramuras verticales en la entubación a la profundidad de los acuíferos escogidos. Por este método se han construido pozos hasta de 1 m de diámetro.

5.3.4. METODO ROTATIVO

Este método se emplea en terrenos no consolidados de textura fina. Requiere también una cabria y la perforación se consigue haciendo girar la entubación sobre sí misma por medio de una plataforma giratoria a nivel del suelo. La entubación se equipan con una zapata cortante en su extremo inferior. Se introduce agua en el pozo mediante una bomba y se eleva entre la pared del orificio y el tubo, arrastrando con ella el material desprendido. El agua inyectada se vuelve a utilizar una y otra vez, sedimentándose en una balsa la arena y las partículas pesadas que arrastra.

En terrenos más sólidos se hace girar en el pozo una sonda en cola de milano o con corona de diamantes, que corta y desprende el material produciendo un agujero del diámetro requerido. Se introduce agua, o una mezcla de agua y barro, a través de la cavidad del vástago del taladro y el agua, junto con el material desprendido, se impele hacia arriba a través del tubo. El barro se conduce a una balsa, en la que se sedimentan las partículas más pesadas. Mientras que el líquido se envía de nuevo al pozo para ser utilizado otra vez. La entubación se va hundiendo según avanza la excavación y si el todo a perforar da suficiente estabilidad a las paredes del orificio, éste puede completarse antes de colocar la entubación.

5.3.5. METODO DE INYECCION

La inyección de agua se consigue por medio de un tubo perforador que tiene una boquilla o taladro sujeto en el extremo inferior. El agua se envía a presión por el tubo y escapa a través del taladro al que constantemente se hace subir, bajar y girar. La corriente de agua desprende los materiales y arrastra las porciones más finas fuera del hueco. La entubación baja por su propio peso o por percusión, si es necesario y se puede ir bajando conforme desciende la excavación o, en terrenos arcillosos y otros de fina textura, se puede colocar después que el pozo ha alcanzado su total profundidad.

5.3.6. PERFORACION POR CORONA

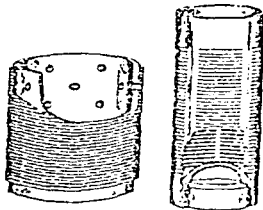
Se utiliza, en ocasiones para perforar terrenos compactos. La corona está constituida por un anillo de diamantes o dientes de acero. El anillo se enlaza a una varilla tubular y se le somete a un movimiento de rotación, utilizándose agua para eliminar los detritos. Cuando la corona avanza va ascendiendo un testigo por dentro de la misma, el cual de tiempo en tiempo debe extraerse. El testigo tiene una gran utilidad para proporcionar muestras representativas de los materiales que se encuentran durante la perforación.

5.3.7. REJILLAS

En terrenos no consolidados, la porción de entubación situada en uno o mas acuíferos a explotar debe de reemplazarse por algún tipo de rejilla o filtro que permita que entre agua, pero no arena o gravilla. El tamaño de los agujeros dependerá de las características del material encontrado, variando, en la práctica, la anchura exterior desde 0.01 mm en adelante. Las aberturas deben siempre ensancharse hacia el interior para evitar que las partículas finas se aglomeren en ellas. En gravas gruesas, bastará hacer en el tubo aberturas grandes. Generalmente, sin embargo, se necesitan rejillas mejor elaboradas. Pueden obtenerse de diversos diseños; algunos consisten en un tubo de latón con ranuras verticales y horizontales; otras constan de una armadura de anillos de metal o de tubo perforado ligados exteriormente con alambres, las aberturas que quedan entre cada vuelta de alambre suplen las ranuras. Puesto que a veces los pozos fallan debido a la corrosión de las rejillas, debe usarse en la fabricación de estas un material resistente a la misma. Se recomiendan el metal Monel (70% de níquel, 30% de cobre), el metal Evendur (96% de cobre, 3 % de silicio, 1% de manganeso), el latón rojo al silicio y el latón rojo Anaconda, en el orden citado. Se encuentran también rejillas de hormigón, que se emplean con tubos de igual material. La figura No 5.10 muestra dos tipos comerciales de rejillas.

La superficie neta total de los orificios de la rejilla debe ser tal que la velocidad de entrada del agua no exceda de 50 a 100 mm por segundo. Esta precaución tenderá a impedir la obstrucción de la rejilla por la arena que sería arrastrada a mayor velocidad. Las aberturas deben ser de tamaño tal que un 20 u 30 % del material de la capa acuífera sea de mayor

DOS TIPOS DE FILTROS METALICOS PARA POZO



FILTRO EN EL INTERIOR DEL ACUIFERO, MOSTRANDO LA ELIMINACION DEL MATERIAL FINO

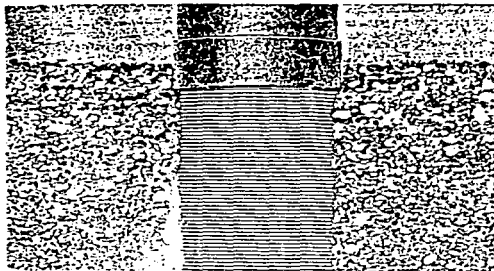


FIGURA No. 5.10

dimensión, a menos que su tamaño sea muy uniforme, en cuyo caso se emplea una rejilla más fina. Las rejillas deben colocarse de modo que su borde superior quede por debajo del nivel del agua, pues de lo contrario el aire en contacto con él favorece la corrosión.

5.3.8 POZOS CON GRAVILLA DE APORTACION

En acuíferos que contienen algo de material grueso y si las rendijas del colador son del tamaño adecuado se forma durante la puesta en marcha del pozo una envoltura natural de grava. El material fino se arrastra fuera, dejando una zona de material grueso muy penetrable alrededor del colador. Un pozo de este tipo no debe arrastrar arena en su explotación normal. Si el acuífero es de material uniforme muy fino, se necesitarán aberturas muy finas en el colador y puede producirse una obturación parcial, así como el arrastre de arena. Puede conseguirse un mayor rendimiento y la eliminación del arrastre de arena mediante la aportación artificial de grava. Esto se practica preferiblemente a través de un tubo que alcance hasta el fondo del colador, o del revestimiento si éste ha de retirarse a la parte superior del colador. En algunos casos se introduce la grava en el espacio anular, entre el agujero y el tubo, en la parte superior del pozo.

Algunas autoridades en la materia no consideran necesarios los pozos de gravilla aportada en aquellos casos en que la formación acuífera natural tiene un tamaño efectivo de mas de 0.25 mm y un coeficiente de uniformidad de mas de 2.

5.3.9 CEMENTACION DE POZOS

Este procedimiento consiste en colocar lechada de cemento entre la entubación del pozo y el agujero, en el espacio comprendido entre la superficie del suelo y el nivel a que la entubación alcanza el primer estrato impermeable. Tiene la ventaja de impedir la filtración de agua superficial o subterránea de poca profundidad hacia el exterior de la formación acuífera y protege la entubación de la corrosión exterior. Un método de colocar la lechada consiste en bajar primero la entubación hasta el punto en que debe empezar la cementación. La entubación deberá llevar guías soldadas en su parte exterior a fin de centrarlo en el agujero. En el extremo interior lleva una tapa provista de una válvula de retención y luego se inyecta a presión la lechada, hasta que alcanza la superficie por el espacio anular entre la entubación y la pared de la perforación. La válvula de retención impide cualquier retroceso de la lechada. El tubo de la lechada se desconecta inmediatamente y se levanta unos pocos centímetros y el tubo de revestimiento se baja o introduce hasta el fondo del agujero. Luego se hace circular agua a través de ambos tubos para limpiarlos. Finalmente se acaba perforando el fondo y la válvula de retención y eliminando toda la lechada que pudiera quedar en el pozo.

Es frecuente que la construcción de los pozos falle o que se obtenga una gran reducción en su rendimiento. En muchos casos se debe a que la extracción es mayor que la percolación de agua en la zona de recarga del acuífero. Con mayor frecuencia sucede debido a la existencia de una extracción superior a la P (permeabilidad) en las cercanías del pozo. En este caso se produce en las vecindades del mismo un descenso excesivo para el movimiento del agua hacia el pozo. El nivel freático descenderá. Bajando las bombas puede aumentarse el renacimiento durante un tiempo, pero la solución definitiva consiste en reducir el bombeo.

La entubación o bien la rejilla puede hundirse o desplomarse parcial o completamente bloqueando el pozo. Esta avería obligará a reemplazar ambos. Si el terreno en que ha sido perforado el pozo no es compacto habrá que abandonarlo.

La entubación puede corroerse y tener pérdidas, permitiendo que el agua escape al terreno o que entre agua contaminada. El remedio entonces es quitarla y reemplazarla. Si el pozo es de gran diámetro, puede colocarse una entubación más pequeña dentro de la antigua.

Para evitar la corrosión, también puede emplearse el sistema de cementación del pozo entre la entubación y el agujero. La vida de la entubación dependerá de las características del agua. Si es muy corrosiva, debe emplearse hierro fundido u hormigón. En condiciones ordinarias, las entubaciones de acero duran de 15 a 20 años.

Las rejillas originan problemas debidos a la corrosión o a la incrustación. Poco puede hacerse en cuanto a la corrosión, pero se dispone de algunos remedios contra la incrustación. Esta se produce no sólo en la rejilla, sino también en la arena que hay a su alrededor. Es consecuencia de la reducción de presión en la rejilla o cerca de la misma, la cual disminuye la habilidad del agua para retener en solución ciertos compuestos, en especial el carbonato cálcico, aunque también puede formarse una escama particularmente dura en aguas con alto contenido en sulfatos. Una tercer forma de depósito, observada ocasionalmente en agua que contienen hierro, lo causa la bacteria crenothrix.

Todas las formas de incrustación se resuelven mediante el tratamiento ácido, el cual consiste en introducir dentro del pozo, la suficiente cantidad de ácido clorhídrico comercial inhibido con gelatina para minimizar el ataque a los accesorios de hierro hasta llenar la rejilla y un poco más. El ácido se agita cada 2 horas. Transcurridas de 8 a 12 horas, se percute o vibra el pozo con un bloque sólido durante unos pocos minutos, para desprender la incrustación. Al cabo de 2 a 4 horas más se agita fuertemente durante un corto tiempo y se saca la solución por achique. Luego se pone en marcha el pozo hasta que no queden trazas de ácido en el agua.

En algunas localidades en que el acuífero tiene un alto contenido en materia orgánica y en materiales arcillosos, se practica el tratamiento ácido doble, el primero tal como se ha

describido y el segundo empleando ácido sulfúrico comercial. Se ha empleado también hielo seco para generar una contrapresión que deslogue los depósitos. No debe emplearse más de 1 kg de hielo seco por cada 11 litros de agua del pozo, pues de lo contrario puede producirse la congelación y además deben emplearse artificios reductores de la presión para evitar daños. Cuando se dispone de aire puede originarse la contrapresión con este. Los depósitos de crenothrix pueden destruirse con el cloro. Los poltostatos se han empleado asimismo con éxito para eliminar incrustaciones con dosis de 50 a 20 g/l de agua y el pozo.

5.4. ANÁLISIS DE AFOROS.

AFORO. Es la medición de la cantidad de agua que se va a extraer del pozo, en una unidad de tiempo, para tal efecto, se efectúan pruebas de bombeo y se registran en el "INFORME DE AFORO", en el que se indica las horas de bombeo, revoluciones por minuto de la bomba, nivel dinámico, altura piezométrica y el gasto aforado en lps., indicando también las características del agua y el nivel dinámico, con los datos del nivel dinámico y del gasto extraído, se traza la curva de aforo.

5.4.1. PRUEBAS DE BOMBEO.

La prueba de bombeo nos permitirá conocer el tipo de sistema y las características hidráulicas del acuífero en el área de influencia del bombeo.

Comúnmente, un corte geológico derivado de la clasificación adecuada de las muestras de los materiales atravesados durante la perforación, nos da una idea del tipo de sistema y de la relación de la litología de los materiales con los umbrales de permeabilidad correspondientes, se puede deducir la transmisibilidad del acuífero la cual lógicamente, es aproximada.

La prueba de bombeo consiste en observar los efectos provocados en el nivel freático o piezométrico de un acuífero por la extracción de gastos conocidos.

Los abatimientos son registrados en el pozo y en los pozos de observación situados en su proximidad, a distancias que pueden variar de 20 a 100 m. del pozo de bombeo. En un acuífero de alta transmisibilidad, los pozos de observación se sitúan alejados y en los de baja, cercanos al pozo de bombeo, además mientras más pequeño sea el gasto de explotación más próximos se situarán los pozos de observación.

Cuando no se dispone de dinero suficiente para construir los pozos de observación, lo que sucede con frecuencia, en el estudio de fuentes de abastecimiento de agua para consumo doméstico, la prueba se limita a observar los abatimientos en el pozo de bombeo. En este caso y debido a que es difícil analizar en las soluciones teóricas el efecto de concentración de

flujo, la influencia del filtro de grava, la impureza inadecuada del pozo, etc. la interpretación de la prueba es dudosa y por lo tanto, sus resultados deben tomarse con ciertas reservas.

5.4.2. INTERPRETACION DE LAS PRUEBAS DE BOMBEO

La interpretación de las pruebas de bombeo en acuíferos granulares, está basada en soluciones teóricas deducidas al resolver la ecuación diferencial de flujo, considerando las condiciones de frontera de diversos sistemas. Esas soluciones teóricas expresan matemáticamente el comportamiento de los niveles piezométricos en el área estudiada.

Al efectuar una prueba de bombeo, la gráfica de gastos-abatimientos (gráfica No. 5-4-1) sugiere el tipo de sistema de que se trata y mediante consideraciones geológicas, teorías geológicas, registros eléctricos y geología superficial, hidrologías, corrientes superficiales y topográficas (pendiente y configuración de la cuenca, etc.) se puede confirmar, modificar o descartar la suposición hecha al principio. Identificado el sistema con las ecuaciones correspondientes se pueden deducir las características hidráulicas buscadas.

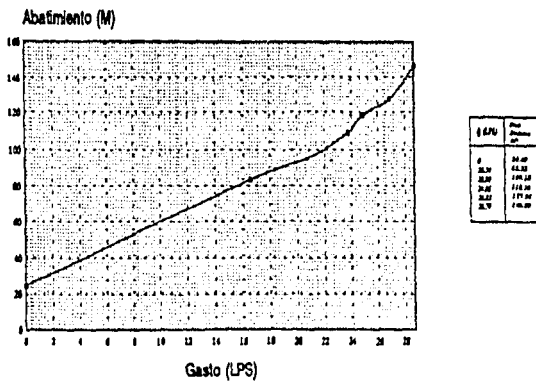
Es conveniente simplificar los sistemas considerados tomando en cuenta las siguientes hipótesis:

- 1- El acuífero tiene extensión lateral infinita*
- 2- El acuífero es homogéneo, isotrópico y de espesor uniforme en el área afectada por el bombeo*
- 3- Antes de efectuarse la prueba de bombeo, el nivel piezométrico o el freático, es casi horizontal en el área de influencia*
- 4- El gasto de bombeo es constante*
- 5- El pozo capta el agua en todo el espesor del acuífero*

Las hipótesis señaladas no deben considerarse en forma rigurosa sino con un enfoque práctico, además, deben cumplirse exclusivamente en el área afectada por el bombeo.

Cuando las condiciones reales difieren notablemente de las establecidas en las hipótesis, las soluciones basadas en estas, dejan de ser aplicables siendo necesario emplear otras soluciones en las hipótesis se ajusten razonablemente a la situación real.

CURVA DE AFORO



GRAFICA No. 5.4.1

5.5. CAPACIDAD DE LA FUENTE

Realizado el Análisis de Aforo en la fuente de captación se podrá determinar la capacidad de la misma y podremos determinar si se ajusta a los requerimientos de explotación

Para efectos del proyecto a realizar la capacidad del pozo es de 70 lps, que cubre perfectamente las necesidades de las poblaciones a abastecer

5.6. DISEÑO DE LA TOMA

Para el presente proyecto el diseño de pozo, se basa en la profundidad definitiva de la perforación, diámetro de ésta y de las tuberías de ademe, distribución de los tramos lisos y ranurados, longitud y ancho de las aberturas, tamaño de las gravas para el filtro, zonas por cementar, etc.

Para lograrlo se tuvieron que efectuar trabajos tales como los estudios geohidrológicos y geofísicos, el corte geológico, registro eléctrico, análisis granulométrico y de las aguas muestreadas

SONDEO GEOELECTRICO. *Este estudio nos indica a que profundidad principia la zona de saturación, la porosidad del subsuelo y el cambio en el campo eléctrico de una formación no conductora a una conductora y con base a este se propone la profundidad de perforación.*

PERFORACION EXPLORATORIA. *Se efectúa hasta la profundidad recomendada por el sondeo geofísico.*

ANALISIS FISICO-QUIMICO. *Las aguas de los acuíferos no son siempre químicamente puras, sino que contienen soluciones o suspensiones de substancias diversas, que pueden ser de altas o bajas concentraciones, por lo tanto es muy importante tomar muestras de las aguas de los pozos para que se perforen y realizar con ellas los "ANÁLISIS FISICO-QUÍMICOS" necesarios, para poder así determinar el método a utilizar para darle la calidad de potable.*

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 el Informe de Análisis Físico-Químico siguientes. (anexo No. 5.6.1 al anexo 5.6.3)



GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO

COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO

DIRECCION DE OPERACION
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA



ANEXO No. 5.8.7

INFORME DE ANALISIS FISICO - QUIMICO No. 92-934

MUESTRA REQUIDA POR COATZACOCHIN MARINAS LABORATORIO

ESTACION DE MUESTREO PUNTO 222 CH. LEALIDAD

LOCALIDAD LA CIENEGA

MUNICIPIO TENANCAINGO ESTADO MEXICO

FECHAS DE MUESTREO 18.07.92 DE RECEPCION 18.07.92

DE ANALISIS 21.07.92

TIPO DE MUESTRA LIQUIDO CARACTERISTICO

USO DESTINADO PARA CONSUMO HUMANO

NO. DE MUESTRA 79 GENERACION ELECTRO LAS MICHINAS 230

VALORES NOMINALES 2.2 VALORES REALES 2.1

DETERMINACIONES ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES FISICO-QUIMICAS ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES ORGANICAS ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES METALICAS ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES DE ANIONES ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES DE CATIONES ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES DE NUTRIENTES ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES DE OXIGENO DISUELTO ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES DE PH ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES DE TEMPERATURA ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES DE TURBIDIDAD ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES DE OXIGENO DEMANDADO ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES DE OXIGENO LIBRE ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES DE CLOROFORMO ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES DE TRICLOROETILENO ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES DE PERCLOROETILENO ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES DE DIBROMOETILENO ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES DE MONOCLOROETILENO ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES DE BROMOFORMO ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES DE PESTICIDAS ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES DE OXIDANTES ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES DE NITRITO ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES DE NITRATO ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES DE AMONIO ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES DE SULFATO ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES DE CLORURO ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES DE FOSFATO ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES DE SILICATO ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES DE COBALTO ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES DE CROMO ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES DE MANGANESO ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES DE COBALTO ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES DE CROMO ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES DE MANGANESO ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES DE COBALTO ANALISIS NORMAS

DETERMINACIONES DE CROMO ANALISIS NORMAS

OBSERVACIONES
AGUA DE MUESTREO EN UNO DE LOS
PUNTO 222 CH. LEALIDAD

RESULTADOS EXPRESADOS EN mg/l (EXCEPTO SI SE INDICA)

Signature: DAVID...
Signature: ESTE...
Signature: CARRENO R...

CFG. DAVID...
CFG. ESTE...
CFG. CARRENO R...



GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO

COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO

DIRECCION DE OPERACION
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA
A N E X O No. 5.6.3



INFORME DE ANALISIS FISICO - QUIMICO No 92-935

MUESTRA ENTREGADA POR: GERENCIA COATEPEC HARINAS
ESTACION DE MUESTREO: POTO 6-92 CH LA CIENEGA (VALIDA DESDE SU DE LA CIENEGA)

LOCALIDAD: LA CIENEGA

MUNICIPIO: TENANCAINGO ESTADO: MEXICO

FECHAS DE MUESTREO: 11-07-92 DE RECEPCION: 11-07-92

DE ANALISIS: 21-02-92

TITULO: LIQUIDO CARACTERISTICO CARACTERISTICO CARACTERISTICO
 PH: 7.5 TURBIDIDAD: 6.5 TEMPERATURA: 20°C
 CONDUCTIVIDAD ELECTRICA: 210 MICROMHOS / CM
 SOLIDOS TOTALES: 22.5 SOLIDOS EN SECO: 2.2

DETERMINACIONES	ANALISIS	NORMAS	DETERMINACIONES ORGANICAS	ANALISIS	NORMAS	DETERMINACIONES	ANALISIS	NORMAS
Color			Asociacion Total	1.7	500			
Color Pt-Co	1.0							
Transparencia Pt-Co	3.5	50	Dureza total	124				
Transparencia Pt-Co	6.0	50						
Transparencia Pt-Co	0.0	50	COMBINACIONES IONICAS					
			BICARBONATO DE CALCIO					
			BICARBONATO DE CALCIO					
			BICARBONATO DE MAGNESIO					
			BICARBONATO DE SODIO					
			CLORURO DE SODIO					
			ESTABILIDAD DE LA MUESTRA (REACTIVOS)					
			A 20°C					
			A 8.0					
			A 8.5					
			A -0.5					

OBSERVACIONES: ANALISIS QUIMICO EN MUESTRA EN MUESTRA

RESULTADOS ENVIADOS EN MUESTRA EXCEPTO EN

70
 QFB. DAVID FACHO R.
 QFB. MARTA GARCIA V.
 QFB. CUAUTEMOC CARRERO R.
 ANALISTA RESPONSABLE JEFE LABORATORIO

5.6.1 **CALCULO DEL DIAMETRO DE PERFORACION DEL POZO Y TUBERIA DE 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 más una pulgada

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

$$Dt = \sqrt{Qd} + 1 \quad (5.11)$$

donde:

Dt = Diámetro de los tazones
Qd = Gasto Máximo diario

entonces de acuerdo a la ecuación (5.11) 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)

Diámetro de perforación = $Dp + Da + (3 \times 2)$ (espacio anular para filtro o grava)

Por lo tanto

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

De acuerdo al criterio expuesto, se satisfacen los siguientes requisitos indispensables:

- 1. Se obtiene una satisfactoria eficiencia hidráulica y pérdidas por fricción razonables*
- 2. La bomba por instalar, ya sea vertical tipo turbina o con motor sumergible, se puede alojar holgadamente en la cámara de bombeo*
- 3. Se absorben pequeñas desviaciones de la cámara, con lo que la columna de bomba queda sensiblemente vertical*

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.*

Es común colocar tramos de ademe lisos de la boca del pozo al nivel freático estático y a partir de este hasta el fondo, tubería ranurada que constituye la tubería de producción, sin embargo esta practica no es recomendable debido a que al tener una zona en la que se presentan fluctuaciones de niveles (del nivel estático al Dinámico) frente a un cedazo, se provoca una erosión de las formaciones y consecuentemente arrastre de los materiales finos al interior del pozo, por lo que para nuestro proyecto colocaremos tubería lisa hasta 110.00 mts. de profundidad y 76.00 mts. serán de tubería ranurada.

5.6.2. RESUMEN DE DATOS

Una vez analizadas todos los estudios correspondientes 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>

5.6.3. 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 adecuada, 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.

Las bombas de pozo profundos 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.

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

- **Centrifugas** 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 centrifugas 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 centrifuga 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 estar 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. Fig. (No. 5.12)

Las bombas de pozo profundo además se clasifican según la posición de su fuente de energía. Si esta ésta situada en la superficie del suelo o sobre él y se requiere por consiguiente la transmisión de la fuerza impulsora, a través de un largo eje, hacia la bomba en el pozo, entonces la bomba se conoce como de **Eje Maestro Vertical**. Estas bombas pueden moverse indistintamente por medio de motores eléctricos acoplados directamente (Fig. No. 5.13) a por máquinas o motores eléctricos a través de cabezales de transmisión a ángulo recto

Sin embargo cuando la fuente de energía (en este caso un motor eléctrico) está montada inmediatamente bajo la bomba y sumergida con ella en el agua, la máquina se denomina **bomba Sumergible**, (Fig. No. 5.14). Las flechas en las bombas sumergibles solamente se extienden desde el motor hundido hasta el impulsor del extremo superior. No hay eje entre la bomba y la superficie del suelo, a diferencia de las bombas de eje maestro. Esta característica imparte a este tipo de bomba una de sus más importantes ventajas sobre las de eje maestro

Bombas de eje maestro.

Las bombas de eje maestro se han empleado durante varios años, precediendo a sus más recientes competidoras, las bombas sumergibles. La mayor parte de las fallas en las instalaciones de bombas sumergibles, usualmente, surgen como un resultado de problemas en la fuente de energía. Las bombas de eje maestro, por tener las fuentes de energía sobre el nivel del suelo y separadas de ella, hacen más fácil el acceso a estas fuentes de energía y las reparaciones son posibles sin sacar todo el conjunto de la bomba del pozo

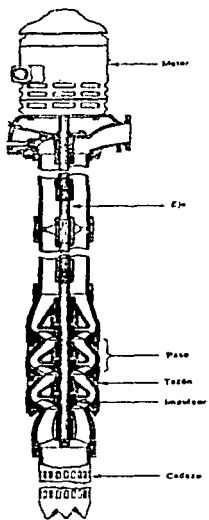


FIGURA No. 5.13 BOMBA DE TURBINA DE POZO PROFUNDO CON EJE MAESTRO DE TRES PASOS

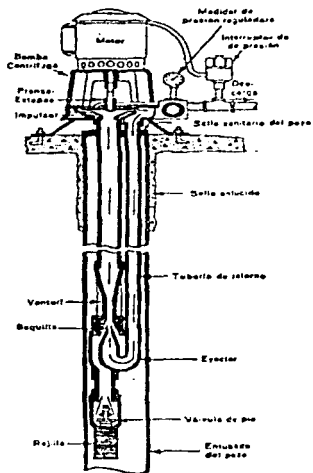


FIGURA No. 5.12 BOMBA DE CHORRO

BOMBAS PARA POZO PROFUNDO

SUMERGIBLES DE UNA O MAS ETAPAS PARA
INSTALACION EN POZOS PERFORADOS COMERCIALMENTE

Bombas sumergibles, diseñadas principalmente para pozos de gran profundidad y gran altura de elevación. Reemplazan a las bombas de columna vertical. Su selección dependerá del caso particular.

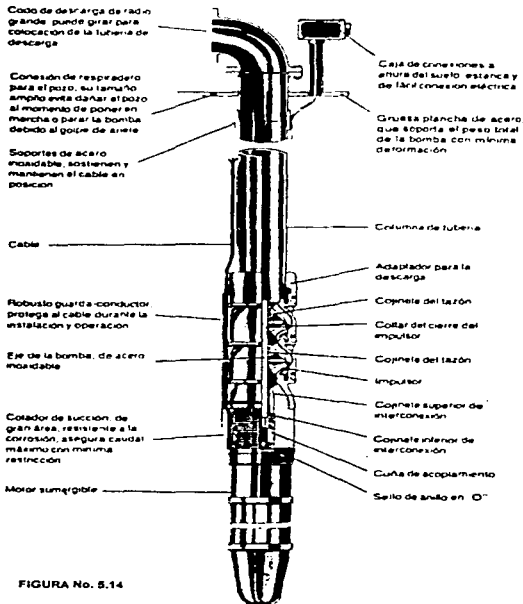


FIGURA No. 5.14

También puede lograrse mayor flexibilidad por el empleo de un cabezal de transmisión a ángulo recto, al cual pueden acoplarse dos máquinas, dos motores eléctricos o una máquina y un motor eléctrico. Esta disposición permite el empleo de una fuente de energía de reserva y operar continuamente la bomba por medio de una fuente, mientras la otra se atiende o repara.

Sin embargo, las instalaciones de eje maestro deben encerrarse en casetas para bombas y en parte como resultado de esto, generalmente, son más costosas que las instalaciones de bombas sumergibles. Los ejes y los cojinetes de las bombas de eje maestro también incluyen muchas más partes móviles, las cuales están sujetas al desgaste normal, acelerado por la corrosión y las partículas abrasivas de arena.

Las bombas sumergibles. Su mayor utilización coincidió con los mejoramientos del diseño en los motores sumergibles, los cables eléctricos y los sellos a prueba de agua. Estas mejoras hacen posible lograr eficiencias comparables con las obtenidas de las bombas de eje maestro y largos periodos de operación sin problemas.

La eliminación del largo eje de impulsión (y de sus múltiples cojinetes) no solamente eliminó los problemas de desgaste y mantenimientos relativos a las bombas de eje maestro sino también redujo los problemas creados por desviaciones en el alineamiento vertical de un pozo. El Empleo de bombas sumergibles también produce economías en los costos de instalación, ya que usualmente, no se requieren casetas para bombas. La operación del motor a una profundidad de varios pies, en el pozo, también reduce considerablemente los niveles de ruido. Sin embargo, toda la bomba y el motor deben retirarse para efectuar reparaciones y atender éste aunque esta necesidad es muy poco frecuente.

Cebado de bombas. Cebado es el nombre que se da al proceso por el cual se introduce agua en una bomba sin de desalojar el aire atrapado en ella y su tubo de succión durante los periodos de reposo. En otras palabras, el cebado produce una masa continua de agua desde la abertura de admisión del impulsor de la bomba, hacia abajo, a través del tubo de succión. Sin esta masa continua de agua, una bomba centrífuga no extrae agua aunque se haga funcionar el motor.

Los muchos mecanismos y procedimientos empleados en la obtención y el mantenimiento del cebado en las bombas, generalmente comprenden una o una combinación de los siguientes factores:

- 1) Una válvula de pie para retener el agua en la bomba durante los periodos de interrupción.*
- 2. Una ventila para permitir el escape del aire atrapado.*
- 3) Una bomba auxiliar u otro mecanismo (tubo desde un tanque elevado) para llenar la bomba con agua.*

- 4) *El uso de un tipo de construcción autocebante en la bomba* Usualmente, las bombas autocebantes tienen una cámara auxiliar integrada en su estructura, de tal manera que el aire atrapado es expulsado cuando la bomba hace circular el agua del cebado.

Selección de la Bomba

La selección adecuada de una bomba para su instalación en un pozo comprende la consideración de varios factores, de los más importantes son

- a) *El primer factor que debe considerarse es necesariamente el rendimiento del pozo* Ya que no debemos escoger una bomba cuya capacidad de descarga sea más grande que lo que rendirá el pozo. Usualmente los rendimientos máximos de un pozo se determinan por medio de pruebas de bombeo.

Con el conocimiento de la capacidad específica y las demandas estimadas de agua, se puede seleccionar después el régimen de bombeo adecuado tomando en consideración la provisión de una capacidad de almacenamiento menor.

La disponibilidad de energía eléctrica, solamente por períodos limitados del día o de noche también influirán en la selección.

- b) *El siguiente paso lógico es la estimación de la carga total de bombeo, la cual, con el régimen correspondiente determina la capacidad de la bomba seleccionada* Entonces puede estimarse la carga total de bombeo, H_T , agregando la altura total vertical, H_e , del nivel de bombeo del agua al punto de entrega del líquido y las pérdidas totales por fricción h_f , que ocurren en la tubería de succión y descarga.
- c) *Algunos otros factores que afectarían la selección final, se encuentran los siguientes: el precio de compra y el costo de operación de la bomba; la magnitud del mantenimiento requerido y la confiabilidad en el servicio disponible para ello, la posibilidad de obtener piezas de repuesto, la facilidad con que pueden efectuarse las reparaciones; las características sanitarias de la bomba y la conveniencia de la regularización en el uso de determinado tipo y fabricación de bomba a fin de reducir la diversidad de piezas de repuesto.*

5.6.4. ANALISIS Y SELECCION DEL EQUIPO ELECTROMECANICO.

Para el presente proyecto utilizaremos una bomba de motor sumergido (fig. No 5.14), este tipo de bomba constituye uno de los descubrimientos más recientes. Consiste en una bomba centrífuga acoplada en forma ajustada a un motor que puede funcionar en el agua, dicho motor se encuentra situado, por lo general debajo de la toma de la bomba.

La ventaja primordial es la de la eliminación del largo eje impulsor y de sus dispositivos de guía que se necesitan en las bombas convencionales de turbina vertical, que son impulsadas por un motor situado en la superficie del terreno (fig. No 13)

Cuando se utilizan bombas de motor sumergidos se reducen los costos de la casa de bomba y a su vez resultan menos afectadas por las desviaciones que pudiesen existir en el alineamiento del pozo

NIVELES DE BOMBEO:

- a) *Nivel Estático* - Es la distancia vertical que existe entre la referencia y el espejo del líquido cuando no opera la bomba
- b) *Nivel Dinámico* - Es la distancia vertical que existe entre la referencia y el espejo del líquido cuando esta operando la bomba
- c) *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
- d) *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 cárcano 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 fig. No. (5.15).

De manera que la Potencia será:

$$P = \frac{\gamma Q (H_e - h_f)}{76 \eta}$$

Si consideramos que: $H_T = H_e + h_f$

y expresamos la potencia en HP, entonces:

$$P = \frac{\gamma Q H_T}{6 \eta} \quad (5.12)$$

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

Cálculo de las pérdidas por fricción de acuerdo a la fórmula de Hazen-Williams

Con los datos obtenidos $Q = 12.42 \text{ lps}$; $L = 64.05 \text{ m}$; $C = 110$; $D = 0.1016 \text{ m}$.

$$h_f = \frac{10.54}{C^{1.85} D^{4.86}} L Q^{1.85} \quad (5.13)$$

$$h_f = \frac{10.54}{(110)^{1.85} (0.1016)^{4.86}} (64.05) (0.01242)^{1.85}$$

$$h_f = 2.26 \text{ mts.}$$

$$H_e = 2028.465 - 1971.15 = 56.10 \text{ mts.}$$

$$H_T = 56.10 + 2.26 = 58.36 \text{ mts}$$

Por lo tanto sustituyendo en la ecuación (5.12) tenemos:

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

$$P = 14.23$$

Luego entonces tenemos que para una potencia comercial:

$$P = 15 \text{ HP}$$

POZO "LA CIBUEGA" Y CISTERNA DE ALMACENAMIENTO

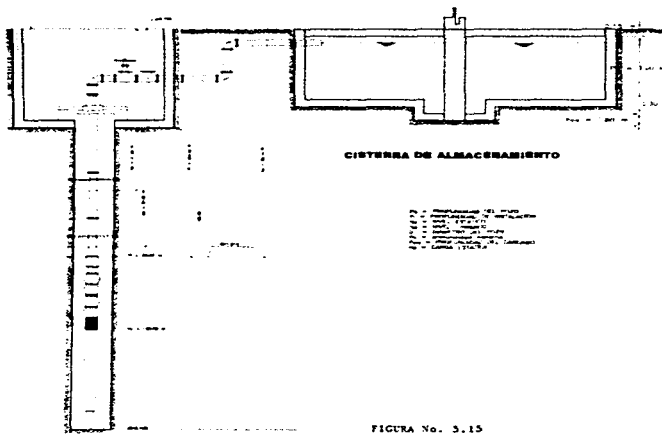
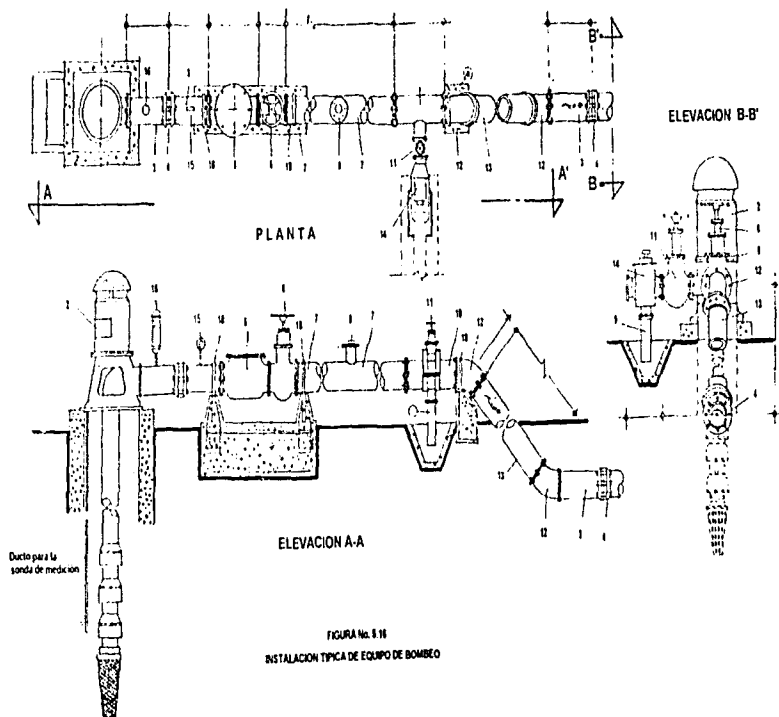


FIGURA No. 3.15



MATERIAL - EQUIPO QUE SE REQUIERE EN UNA INSTALACION DE ACUERDO A LA FIGURA No. 5.16

- | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|
| 1 - Bomba centrífuga vertical tipo turbina para pozo profundo de
con carga de diseño de m c a y R P M | 1 p s | 1 pza |
| 2 - Motor eléctrico vertical fecha huca de H P 440 220 volts
3 fases 60 c p s R P M | | 1 pza |
| 3 - Extremidades de fo fo de mm () de diam por mm de long. | | 1 pza |
| 4 - Junta Gibeult completa de mm () de diam | | 2 pza |
| 5 - Válvula de no retorno (Check) de mm () de diam | | 1 pza |
| 6 - Válvula de seccionamiento tipo compuerta de mm () de diam | | 1 pza |
| 7 - Carrete de acero ced. 40 A S A de mm de diam Por 1000 mm de
long | | 1 pza |
| 8 - Elemento primario medición de flujo, tipo electrónico | | 1 pza |
| 9 - Extremidad de acero ced. A S A de mm de diam Por mm de
long. | | 1 pza |
| 10 - Te de fo fo de mm de diam Con salida lateral de de diam | | 1 pza |
| 11 - Válvula de seccionamiento tipo compuerta de mm de diam | | 2 pza |
| 12 - Codo de fo fo de 45° por mm de diam | | 1 pza |
| 13 - Carrete de acero ced. A S A de mm de diam Por mm de
long. | | 1 pza |
| 14 - Válvula de alivio autocontrolada de mm () de diam. | | 1 pza |
| 15 - Manómetro tipo Bourdon con elemento de bronce carátula de 102 mm
de diam y escala de () kg/cm ² | | 1 pza |
| 16 - Válvula de expulsión de aire de mm () de diam | | 1 lote |
| 17 - Material misceláneo como tornillos, empaques, etc | | 3 pzas. |
| 18 - Abrazadera de solera de 36 mm de ancho por 6 mm de espesor | | |

SELECCION DE LA BOMBA

1.- Datos obtenidos:

$$Q = 0.01242 \text{ m}^3/\text{seg.} \times 60 = 0.7452 \text{ m}^3/\text{min} = 196.86 \text{ G. P. M.}$$

$$H = 58.38 \text{ m.} = 191.54 \text{ pies.}$$

2.- **Primera alternativa (Bomba Sumergible).** Determinación de las características del funcionamiento de la bomba.

De acuerdo con la gráfica de curvas características de la bomba No. 5.6.1, para el gasto de proyecto tenemos:

$$3 \text{ tazones: } \eta = 67\%; \quad \text{Sumergencia mínima} = 2.00 \text{ mts.}; \quad H = 60.00 \text{ m.}$$

tomando la curva superior ya que la que carga a 58.38 m., nos manda a la mitad entre las curvas de 2 tazones y 3r^a.

Este tipo de bomba tiene un motor acoplado de 20 H.P., que cubre perfectamente las necesidades requeridas.

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.

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

Para este cálculo tenemos:

$$NPSH_{disp} = \frac{P_a}{\gamma} - P_v \pm Z_s - hf \quad (5.1-4)$$

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 4.00 m. a partir del nivel dinámico)

f = Pérdidas de carga en la succión

$$\text{Presión atmosférica (Ha)} = \frac{P_{at}}{\gamma}$$

$$Ha = 10.33 - \frac{ELEV.}{869.57} \quad (5.15)$$

donde:

ELEV. = Elevación del lugar donde se construirá el acueducto, en m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

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

La (*Pv*) presión de vapor a una temperatura de 18 °C como se tiene en el sitio del proyecto, es de : *Pv* = 0.224 m. c. a. de acuerdo a la tabla siguiente:

TABLA DE PRESION ABSOLUTA DEL VAPOR DE AGUA A DIFERENTES TEMPERATURAS

TEMPERATURA (°C)	PRESION ABSOLUTA DE VAPOR DE AGUA (m.c.a.)
0	0.06
10	0.12
20	0.25
30	0.44
40	0.76
50	1.26
60	2.03
70	3.20
80	4.86
100	18.35
110	14.61
120	20.27

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 (5.14), tenemos:

$$NPSH_{disp.} = 7.87 - 0.22 + 4.00 - 2.26 = 9.39 \text{ m.}$$

$$\text{Factor de seguridad} = \frac{NPSH_{d}}{NPSH_r} = \frac{9.39}{2.00} = 4.70$$

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 $18 \frac{5}{8}'' = 0.4730$ metros y los pasos adicionales (2) mide cada uno $5 \frac{7}{8}'' = 0.2985$ metros, la suma total del cuerpo de tazones es de 0.7715 metros, esto lo restamos de los 64.05 metros con lo que es la longitud total quedando de la siguiente forma

$$64.05 - 0.7715 = 63.28 \text{ mts.}$$

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

$$63.28 / 3.05 = 20.75 \approx 21 \text{ tramos.}$$

Por lo tanto se tienen 21 tramos de columna de 4" completos

3.- Segunda alternativa (Bomba Centrifuga Vertical, Tipo Turbina). Siguiendo los mismos pasos para la selección anterior tenemos:

Determinación del número de pasos (tazones), con la Carga, Gasto de proyecto y de acuerdo a la curva característica de la fig. No.5.6.2 tenemos:

$$N = \frac{191.54 \text{ Pies}}{70 \text{ Pies/tazón}} \approx 2.73 \approx 3 \text{ tazones de } 70 \text{ pies.} \approx 21.34 \text{ mts.}$$

$$H = 3 \times 70 = 210 \text{ pies.}$$

Determinación de las características de funcionamiento de la bomba de acuerdo a la gráfica No.5.6.2 tenemos:

$$\eta = 65\% \quad P = 5.5 \text{ H. P. por tazón} = 21 \text{ H.P.}$$

comprobando y comparando según gráficas:

$$P = \frac{\gamma Q H \text{ tazón}}{76 (0.65)} = \frac{1000 (0.01242) (21.34)}{76 (0.65)} = 5.37 \text{ H. P. tazón}$$

por lo tanto $P = 3 \times 5.37 = 16.11 \text{ H.P.}$

ANÁLISIS DE LA CARGA NETA POSITIVA DE SUCCIÓN (NPSH)

De acuerdo a la gráfica de curvas características de la bomba No. 5.6.2 tenemos

$$NPSH_{req} = 32 \text{ pies} = 9.75 \text{ m}$$

Sustituyendo los valores encontrados en la ecuación (5.14), tenemos

$$NPSH_{disp} = 7.87 - 0.22 + 9.00 = 16.65 \text{ m}$$

$$\text{Factor de seguridad} = \frac{NPSH_{dis}}{NPSH_r} = \frac{16.65}{9.75} = 1.71$$

Por lo anterior se verifica que este equipo de bombeo cumple satisfactoriamente, sin embargo requiere una sumergencia de 9.00 mts. que es mayor que la requerida en la alternativa No. 1, por lo que se tendría que colocar más tramos de columna, además el costo de esta bomba es más elevado y su mantenimiento tiende a ser más frecuente.

5.6.5 SELECCION DE LA ENERGIA PARA EL BOMBEO

ELECCION DE LA FUERZA MOTRIZ.

Prácticamente, la totalidad de las estaciones de bombeo moderno utilizan motores eléctrico de corriente alterna para el accionamiento de las bombas. Aunque se puede disponer de motores de velocidad variable, la mayoría de las bombas funcionan a velocidad constante y los elementos de accionamiento son motores inducidos de caja de ardilla que arrancan a pleno voltaje. Otros tipos de motores empleados son el de rotor inducido y los sincrónicos, los cuales permiten mayor flexibilidad en la carga de arranque, tienen mejor factor de potencia y pueden funcionar a velocidades menores con rendimientos satisfactorios. El empleo de motores sincrónicos debe de justificar su mayor costo de adquisición por economías en el consumo energético del límite superior, mientras que el motor eléctrico es ventajoso en el límite inferior.

EL MOTOR DIESEL

El Diesel es un motor de combustión interna que quema fuel-oil de baja calidad. Los motores Diesel son especialmente apropiados para las instalaciones de tamaño medio o donde las cargas son elevadas para los motores eléctricos. Las instalaciones Diesel tienen la ventaja de que son totalmente autosuficientes, lo que les hace equivalentes a las que utilizan generadores de vapor combinados con una instalación de producción de energía mecánica. Sin embargo es de mayor costo inicial y requiere operarios calificados. Exige la disposición de engranajes

entre la máquina y la bomba; requiere mucho espacio en planta y es de funcionamiento ruidoso. El semi Diesel es de costo inicial más bajo y funciona a presión más reducida, pero su rendimiento es menor y su puesta en marcha más difícil.

EL MOTOR DE GASOLINA.

Aunque el costo de explotación de los motores de gasolina es tan elevado que su funcionamiento continuo resulta antieconómico, su bajo costo de compra los hace útiles para los servicios complementarios o de urgencia, especialmente para las bombas centrífugas accionadas por motor. El motor de gasolina puede acoplarse directamente al eje de la bomba, no siendo precisa la utilización de engranajes reductores, ya que el motor trabaja a una alta velocidad, que puede regularse actuando sobre el carburador. La potencia del motor de gasolina que se adopte deberá superar en un 25 por ciento a la necesaria, para compensar el desgaste de las válvulas. Deben también tomarse precauciones para la puesta en marcha. Esta se consigue con baterías que, debido a que las máquinas trabajan con poca frecuencia, deben cargarse con la corriente utilizada para el accionamiento diario.

MOTORES ELECTRICOS.

El hecho de que el accionamiento mediante electromotores sea especialmente adecuado para las bombas centrífugas, que son sencillas y duraderas, ha sido también un factor que ha influido en la extensión del empleo de la energía eléctrica en los suministros de agua en las poblaciones.

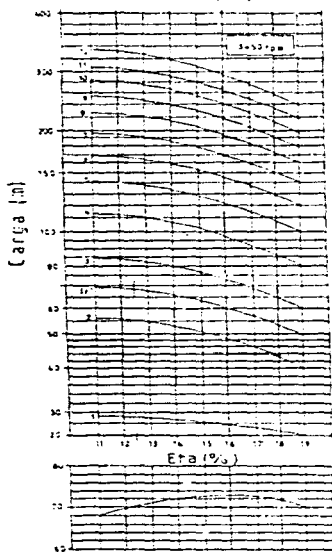
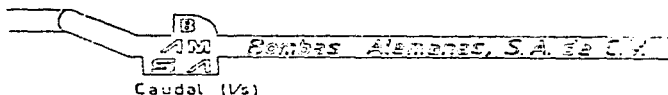
Para la elección de electromotores destinados a las elevaciones de agua, deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones: costo, simplicidad en la construcción y accionamiento, robustez, factor de potencia, par de arranque y necesidad o conveniencia de velocidad variable. Como los motores de corriente continua se emplean rara vez en los suministros de agua, la discusión que haremos solamente será aplicable a los de corriente alterna. Todos los motores eléctricos deben construirse según las normas del American Institute of Electrical Engineers y de la National Electrical Manufacturers Association (NEMA).

El motor de inducción en jaula de ardilla, es el tipo más ampliamente utilizado para el accionamiento de las bombas. Tiene las ventajas de su bajo costo, seguridad, robustez y simplicidad de manejo. En cambio presenta las desventajas de dar un bajo par de arranque, un factor de potencia reducido y requerir una intensidad de corriente muy alta para el arranque. Esta última, puede reducirse mucho empleando sistemas de arranque automático o compensadores. Este tipo de motor sólo puede emplearse para velocidades constantes.

El motor de inducción de colector no requiere una excesiva corriente en el arranque y da un par de arranque aproximadamente igual al de plena carga. Tiene además la ventaja de permitir variaciones de velocidad. Sin embargo, su rendimiento disminuye fuertemente a bajas velocidades. Este tipo de motor cuesta de un 15 a un 30 por 100 más que el motor en jaula de ardilla, siendo la diferencia inversamente proporcional al tamaño. Como en el motor en jaula de ardilla, el factor de potencia es bajo.

El motor síncrono tiene algunas características que lo hacen preferible al de inducción, especialmente en las grandes instalaciones. Su rendimiento es, en general, mayor que el del motor de inducción. Su factor de potencia puede hacerse igual a la unidad para todas las cargas, variando la corriente de excitación. Su costo es más alto que el de los motores de inducción, excepto en las grandes unidades de baja velocidad. Su velocidad no puede variarse.

Los motores se utilizan también para el accionamiento de las bombas alternativas. Para las pequeñas instalaciones de bombas alternativas se emplean motores en jaula de ardilla; pero para las bombas potentes y preferiblemente para las muy pequeñas, deben emplearse los de colector o los síncronos. Para las bombas rotativas se utilizan motores en jaula de ardilla, cuando su velocidad es constante y de colector para las de velocidad variable. Al seleccionar debe tenerse cuidado que su potencia sea suficientemente grande para soportar las sobrecargas, pero no tanto que llegue a consumirse sin provecho. En los cálculos preliminares del costo de la elevación del agua, debe considerarse que los motores tienen un rendimiento del 85 por 100. A menos de que las condiciones del suministro de energía eléctrica sean especialmente favorables, en cuanto a garantía de su continuidad, deben preverse fuentes de energía de reserva, como motores de gasolina.



GRAFICA 56.1

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

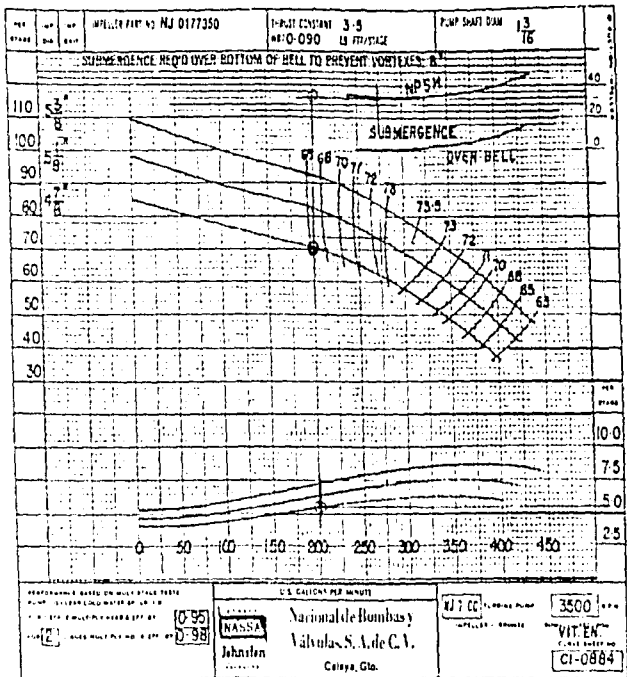
De 30-40° C escoger motor de mayor potencia.

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 %

MODELO: 132130



5.6.6. 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 00 MTS. MINIMO
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 L.P.S
CARGA (H)	58.38 M
PASOS (N)	N = 3 PASOS
TRAMOS DE COLUMNA DE 4"	21 TRAMOS DE COLUMNA.

MOTOR ELECTRICO SUMERGIBLE ACOPLADO A LA BOMBA CON DATOS PROPORCIONADOS POR EL FABRICANTE

POTENCIA	20 H.P.
VELOCIDAD	3450 RPM
VOLTAJE	220 VOLTS
CORRIENTE	3 FASES, 2 POLOS.

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

5.6.7. CISTERNA DE ALMACENAMIENTO

Previniendo 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 de regulación 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 el siguiente dimensionamiento.

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

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

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

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

El plano No. ES-02, que contiene todos los datos de proyecto necesarios para la construcción de la cisterna de almacenamiento se presenta en los anexos al final del presente trabajo.

6. CATALOGO DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DE OBRA

6.1. PRESUPUESTO

6.2. PRECIOS UNITARIOS

**CATALOGO DE CONCEPTOS PARA LA CONSTRUCCION DEL POZO
"LA CIENEGA" Y CISTERNA DE ALMACENAMIENTO
6.1. PRESUPUESTO**

No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
CONSTRUCCION DEL POZO					
1.	TRANSPORTE MATERIAL PARA LA CISTERNA LA PERIFERIA RAYON DE 100 METROS CON UN DIAMETRO DE 10 METROS MENOS EL MATERIAL PARA LA CISTERNA DE 100 METROS	M3	2.00	742.00	742.00
2.	PERFORACION DE POZOS CON DIAMETRO DE 10 METROS EN UN TRAMO CON UN DIAMETRO DE 10 METROS MATERIAL PARA LA CISTERNA DE 100 METROS Y EQUIPO NECESARIO PARA LA CISTERNA DE 100 METROS	M2	144.00	240.00	34 560.00
3.	SI MINISTRO Y CATEGORIA DE TRABAJOS DE 100 METROS DE 100 METROS EN UN TRAMO DE 100 METROS MATERIAL NECESARIO PARA LA CISTERNA DE 100 METROS Y EQUIPO NECESARIO PARA LA CISTERNA DE 100 METROS	M2	100.00	970.97	97 097.00
4.	SI MINISTRO Y CATEGORIA DE TRABAJOS DE 100 METROS EN UN TRAMO DE 100 METROS MATERIAL NECESARIO PARA LA CISTERNA DE 100 METROS Y EQUIPO NECESARIO PARA LA CISTERNA DE 100 METROS	M2	110.00	758.79	83 466.90
5.	SI MINISTRO Y CATEGORIA DE TRABAJOS DE 100 METROS EN UN TRAMO DE 100 METROS MATERIAL NECESARIO PARA LA CISTERNA DE 100 METROS Y EQUIPO NECESARIO PARA LA CISTERNA DE 100 METROS	M2	70.00	758.79	53 115.30
6.	CONSTRUCCION DE POZO CON DIAMETRO DE 10 METROS EN UN TRAMO DE 100 METROS MATERIAL NECESARIO PARA LA CISTERNA DE 100 METROS Y EQUIPO NECESARIO PARA LA CISTERNA DE 100 METROS	M2	110.00	30.98	3 407.80
7.	SI MINISTRO Y CATEGORIA DE TRABAJOS DE 100 METROS EN UN TRAMO DE 100 METROS MATERIAL NECESARIO PARA LA CISTERNA DE 100 METROS Y EQUIPO NECESARIO PARA LA CISTERNA DE 100 METROS	M2	17.30	118.99	2 068.43

**CATALOGO DE CONCEPTOS PARA LA CONSTRUCCION DEL POZO
"LA CIENEGA" Y CISTERNA DE ALMACENAMIENTO**

No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE
24.	SE MINISTRO EL CONSUMO DE MATERIALES PARA LA INSTALACION DE TUBO DE HERRAMIENTA Y EQUIPO NECESARIO PARA LA CORRECTA TERMINACION DEL CONCEPTO DE TRABAJO	PZA	1.00	4.400	4.400
25.	SE MINISTRO EL CONSUMO DE MATERIALES PARA LA INSTALACION DE TUBO DE HERRAMIENTA Y EQUIPO NECESARIO PARA LA CORRECTA TERMINACION DEL CONCEPTO DE TRABAJO	PZA	1.00	22.70	22.70
26.	SE MINISTRO EL CONSUMO DE MATERIALES PARA LA INSTALACION DE TUBO DE HERRAMIENTA Y EQUIPO NECESARIO PARA LA CORRECTA TERMINACION DEL CONCEPTO DE TRABAJO	PZA	2.00	120.12	240.24
27.	SE MINISTRO EL CONSUMO DE MATERIALES PARA LA INSTALACION DE TUBO DE HERRAMIENTA Y EQUIPO NECESARIO PARA LA CORRECTA TERMINACION DEL CONCEPTO DE TRABAJO	PZA	1.00	370.03	370.03
28.	SE MINISTRO EL CONSUMO DE MATERIALES PARA LA INSTALACION DE TUBO DE HERRAMIENTA Y EQUIPO NECESARIO PARA LA CORRECTA TERMINACION DEL CONCEPTO DE TRABAJO	PZA	1.00	1.629.67	1.629.67
29.	SE MINISTRO EL CONSUMO DE MATERIALES PARA LA INSTALACION DE TUBO DE HERRAMIENTA Y EQUIPO NECESARIO PARA LA CORRECTA TERMINACION DEL CONCEPTO DE TRABAJO	PZA	1.00	3.403.74	3.403.74
30.	SE MINISTRO EL CONSUMO DE MATERIALES PARA LA INSTALACION DE TUBO DE HERRAMIENTA Y EQUIPO NECESARIO PARA LA CORRECTA TERMINACION DEL CONCEPTO DE TRABAJO	PZA	1.00	1.070.54	1.070.54

**CATALOGO DE CONCEPTOS PARA LA CONSTRUCCION DEL POZO
"LA CIENEGA" Y CISTERNA DE ALMACENAMIENTO**

No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P U	IMPORTE
21.	REALIZACION DE OBRAS DE MANTENIMIENTO DE HERRAMIENTAS PARA LA CONSTRUCCION DEL POZO Y CISTERNA DE ALMACENAMIENTO. MATERIAL MENOR DE OBRAS HERRAMIENTAS EQUIPOS Y MANTENIMIENTO PARA LA CONSTRUCCION DEL POZO Y CISTERNA DE ALMACENAMIENTO.	M2	1.00	1.155.40	1.155.00
22.	LIMPIEZA Y DESARROZADO DEL TERRENO INC. MATERIAL MENOR DE OBRAS HERRAMIENTAS EQUIPOS Y MANTENIMIENTO PARA LA CONSTRUCCION DEL POZO Y CISTERNA DE ALMACENAMIENTO.	M2	1.00	5.000.00	5.000.00
	OTROS EN CAMBIO DEL MATERIAL POR EL MATERIAL DE OBRAS HERRAMIENTAS EQUIPOS Y MANTENIMIENTO DE OBRAS HERRAMIENTAS EQUIPOS Y MANTENIMIENTO DE OBRAS HERRAMIENTAS EQUIPOS Y MANTENIMIENTO				
23.	PRIMER ALIQUIMETRO	M3	793.25	40.00	31.735.00
24.	ALICATADO DE PAVIMENTOS	M2/M	802.40	3.62	2.925.50
	SUBTOTAL				426,242.26
CONSTRUCCION DE CISTERNA DE ALMACENAMIENTO					
25.	LIMPIEZA DE SUPERFICIE DEL TERRENO INC. MATERIAL MENOR DE OBRAS HERRAMIENTAS EQUIPOS Y MANTENIMIENTO PARA LA CONSTRUCCION DEL POZO Y CISTERNA DE ALMACENAMIENTO.	M2	287.00	3.00	861.00
26.	TRAZO Y ALIQUIMACION PARA LA CONSTRUCCION DE LA CISTERNA DE ALMACENAMIENTO. MATERIAL MENOR DE OBRAS HERRAMIENTAS EQUIPOS Y MANTENIMIENTO PARA LA CONSTRUCCION DEL POZO Y CISTERNA DE ALMACENAMIENTO.	M2	287.00	1.37	393.19
27.	EJECUCION POR MEDIO DE MANO DE OBRAS EN MATERIAL EQUIPOS Y MANTENIMIENTO PARA LA CONSTRUCCION DE LA CISTERNA DE ALMACENAMIENTO. MATERIAL MENOR DE OBRAS HERRAMIENTAS EQUIPOS Y MANTENIMIENTO PARA LA CONSTRUCCION DEL POZO Y CISTERNA DE ALMACENAMIENTO.	M3	722.25	20.72	14,960.00
28.	EJECUCION POR MEDIO DE MANO DE OBRAS EN MATERIAL EQUIPOS Y MANTENIMIENTO PARA LA CONSTRUCCION DE LA CISTERNA DE ALMACENAMIENTO. MATERIAL MENOR DE OBRAS HERRAMIENTAS EQUIPOS Y MANTENIMIENTO	M3	2.97	22.99	68.28

**CATALOGO DE CONCEPTOS PARA LA CONSTRUCCION DEL POZO
"LA CIENEGA" Y CISTERNA DE ALMACENAMIENTO**

No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE
	MANO DE OBRA DE MANO DE OBRA Y EQUIPO A ENTREGAR TERMINO DEL SEGUIMIENTO PARA LA CISTERNA TERMINA CION DEL CONCEPTO DE TRABAJO				
33.	SE MANEJA Y COORDINA CON EL DISEÑO DE MANEJO DE CISTERNAS PARA EL DISEÑO DE LA CISTERNA DE ALMACENAMIENTO PROPORCIONANDO MATERIAL DE MANEJO DE OBRA DE MANEJO DE OBRA DE MANEJO DE OBRA DE MANEJO DE OBRA DE MANEJO DE OBRA DE MANEJO DE OBRA DE MANEJO DE OBRA DE MANEJO DE OBRA DE	DIA	3700	150.00	555.000
	CONCRETO EN ARMADO DE MANEJO DE OBRA DE CISTERNA DE MANEJO DE OBRA DE MANEJO DE OBRA DE HERRAMIENTAS Y EQUIPO EN MANEJO DE OBRA DE MANEJO DE OBRA DE MANEJO DE OBRA DE MANEJO DE OBRA DE MANEJO DE OBRA DE				
34.	PRIMER METRO	M3	796.82	40.96	32620.61
35.	CIENTOS METROS SUCCESIVOS	M3-AM	13 936.40	1.62	22582.16
	SUBTOTAL				525,940.70

COSTO TOTAL

\$ 952,183.05

(NOVECIENTOS CINCUENTA Y DOS MIL CIENTO OCHENTA Y TRES PESOS 00/100 M.S.)

8.2. ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CONCEPTO TRASLADO DE MAQUINARIA Y EQUIPO PARA LA PERFORACION DEL POZO A LA ZONA DE TRABAJO INCLUYENDO MANO DE OBRA Y EQUIPO NECESARIO

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	CFO UNIT	IMPORTE
SUMA				
MANO DE OBRA				
OPERADOR ESPECIALISTA	HR	3.00	10.80	31.80
CHOFER	HR	3.70	7.95	23.85
SUMA				
55.65				
HERRAMIENTA MAQUINARIA Y EQUIPO				
MAQUINA PERFORACION (PARADA)	HR	3.00	72.35	217.05
CAMION 8 TONELADAS	HR	3.90	58.45	228.35
SUMA				
478.40				
COSTO DIRECTO				
TOTAL				
562.05				
FACTORES DE INDIRECTOS FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD				
COSTO INDIRECTO % I x (C D)				
20.00				
COSTO POR FINANCIAMIENTO % F x (C D + C I)				
0.00				
CARGO POR UTILIDAD % U x (C D + C I + F)				
10.00				
PRECIO UNITARIO (C D + C I + C F + U)				
UNIDAD				M3
741.81				

CONCEPTO PERFORACION DE POZO CON DIAM DE 20" MAXIMO INC MONTAJE Y MANTENIMIENTO DE LA MAQUINA DE OPERACION

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	CFO UNIT	IMPORTE
SUMA				
MANO DE OBRA				
OPERADOR ESPECIALISTA	HR	2.00	10.80	21.20
AYUDANTE OPERADOR ESPECIALISTA	HR	2.00	7.85	15.90
OBREJO GENERAL	HR	8.00	5.30	31.80
JEFE DE PERFORACION	HR	0.20	30.70	6.14
SUMA				
75.04				
HERRAMIENTA MAQUINARIA Y EQUIPO				
MAQUINA DE PERFORACION	HR	2.00	72.35	144.70
SUMA				
144.70				
COSTO DIRECTO				
TOTAL				
219.74				
FACTORES DE INDIRECTOS FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD				
COSTO INDIRECTO % I x (C D)				
20.00				
COSTO POR FINANCIAMIENTO % F x (C D + C I)				
0.00				
CARGO POR UTILIDAD % U x (C D + C I + F)				
10.00				
PRECIO UNITARIO (C D + C I + C F + U)				
UNIDAD				M3
290.06				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CONCEPTO: SUM Y COLOC DE TUBO DE ACERO LISO DE 18"

MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	CTO UNIT	IMPORTE
TUBERIA DE ACERO AL CARBON 18" C/D 40		ML	1 10	532 80	586 08
CORDON DE SOLDADURA		ML	1 60	30 00	48 00
				SUMA	634 08
MANO DE OBRRA					
OPERADOR ESPECIALISTA		HR	1 00	10 80	10 80
AYUDANTE OPERADOR ESPECIALISTA		HR	1 00	7 95	7 95
OBRERO GENERAL		HR	2 00	5 30	10 60
				SUMA	29 35
HERRAMIENTA MAQUINARIA Y EQUIPO					
MAQUINA PERFORADORA (PARADA)		HR	1 00	72 35	72 35
				SUMA	72 35
COSTO DIRECTO				TOTAL	735 78
FACTORES DE INDIRECTOS FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD				PORCENTAJE	IMPORTE
COSTO INDIRECTO % I x (C D)				20 00	147 12
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	88 27
PRECIO UNITARIO (C D + C I + C F + U)			UNIDAD		
			ML		870 37

CONCEPTO: SUM Y COLOC DE TUBO DE ACERO LISO DE 12" DE DIAM

MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	CTO UNIT	IMPORTE
TUBERIA DE ACERO AL CARBON 12" C/D 40		ML	1 10	429 15	472 07
CORDON DE SOLDADURA		ML	0 80	30 00	24 00
				SUMA	496 07
MANO DE OBRRA					
OPERADOR ESPECIALISTA		HR	1 00	10 80	10 80
AYUDANTE OPERADOR ESPECIALISTA		HR	1 00	7 95	7 95
OBRERO GENERAL		HR	2 00	5 30	10 60
				SUMA	29 35
HERRAMIENTA MAQUINARIA Y EQUIPO					
MAQUINA PERFORADORA (PARADA)		HR	1 00	72 35	72 35
				SUMA	72 35
COSTO DIRECTO				TOTAL	597 77
FACTORES DE INDIRECTOS FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD				PORCENTAJE	IMPORTE
COSTO INDIRECTO % I x (C D)				20 00	119 51
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	73 71
PRECIO UNITARIO (C D + C I + C F + U)			UNIDAD		
			ML		788 78

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CONCEPTO CEMENTACION DE POZO CON LECHADA DE CEMENTO EN PROPORCION DE 18 A 22 LITS. DE AGUA PARA UN SACO DE 50 KG. DE CEMENTO PORTLAND

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	CTO UNIT	IMPORTE
CEMENTO	TON	0.15	722.00	36.10
AGUA	M3	0.022	18.00	0.41
SUMA				36.50
MANO DE OBRRA				
1 OFICIAL ALBAÑIL + 1 PEON	JOR	0.02	106.11	2.12
SUMA				2.12
HERRAMIENTA MAQUINARIA Y EQUIPO				
SUMA				
COSTO DIRECTO				38.62
FACTORES DE INDIRECTOS FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD				
COSTO INDIRECTO % I x (C D)				7.72
COSTO POR FINANCIAMIENTO % F x (C D + C I)				0.00
CARGO POR UTILIDAD % U x (C D + C I + F)				4.83
PRECIO UNITARIO (C D + C I + C F + U)				50.98

CONCEPTO SUMINISTRO Y COLOCACION DE GRAVA DE RIO SELECCIONADA DE 14"

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	CTO UNIT	IMPORTE
GRAVA DE RIO SELECCIONADA	M3	1.05	70.00	73.50
SUMA				73.50
MANO DE OBRRA				
OBREPO GENERAL	JOR	0.33	49.99	16.63
SUMA				16.63
HERRAMIENTA MAQUINARIA Y EQUIPO				
SUMA				
COSTO DIRECTO				90.13
FACTORES DE INDIRECTOS FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD				
COSTO INDIRECTO % I x (C D)				18.03
COSTO POR FINANCIAMIENTO % F x (C D + C I)				0.00
CARGO POR UTILIDAD % U x (C D + C I + F)				10.82
PRECIO UNITARIO (C D + C I + C F + U)				118.99

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CONCEPTO: SUM Y COLOC E INST DE BOMBA CENTRIFUGA VERTICAL SUMERGIBLE CON MOTOR ELECTRICO ACOPLADO DIRECTAMENTE A LA BOMBA

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	CTO UNIT	IMPORTE
BOMBA CENTRIFUGA VERTICAL TIPO SUMERGIBLE MARCA BOMSA, MODELO 1321308/MS02708, COMPUESTA DE TRES IMPULSORES DEL TIPO CERRADO, CON VALVULA CHECK EN 101.6 MM (4") INTE GRADA EN LA DE SCARGA DE LA BOMBA CONEXION ROSCA NPT ACOPLADA DIRECTAMENTE A MOTOR ELECTRICO SUMERGIBLE, TOTALMENTE SELLADO, BORNADO MOJADO DE 25 CF 3 FASES, 2 POLOS, 3450 RPM, 220 VLT5	PZA	1.00	21,175.00	21,175.00
SUMA				21,175.00
MANO DE OBRA				
1 OF PLOMERO + 1 AYUDANTE	JUN	27.00	118.92	3,156.84
1 OF ELECTRICISTA + 1 AYUDANTE	JUN	27.00	118.28	3,193.56
SUMA				6,350.40
HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO				
SUMA				0.00
COSTO DIRECTO				27,525.40
FACTORES DE INDIRECTOS FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD				PORCENTAJE IMPORTE
COSTO INDIRECTO % F (IC D)				20.00 5,505.08
COSTO POR FINANCIAMIENTO % F x (IC D + C1)				0.30 0.00
CARGO POR UTILIDAD % U x (IC D + C1 + F)				10.00 3,303.04
PRECIO UNITARIO (IC D + C1 + CF + U)				34,333.53

CONCEPTO: SUM Y COLOC DE TUBERIA DE 101.6 MM (4"), CON COPL E Y ROSCA EN TRAMOS DE 3.05

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	CTO UNIT	IMPORTE
TUBO DE ACERO DE 4"	ML	1.00	263.81	263.81
SUMA				263.81
MANO DE OBRA				
OPERADOR ESPECIALISTA	HR	1.00	10.90	10.90
AYUDANTE OPERADOR ESPECIALISTA	HR	1.00	7.93	7.93
OBRAERO GENERAL	HR	2.00	5.30	10.60
SUMA				29.53
HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO				
MAQUINA PERFORADORA (PARADA)	HR	0.30	72.35	21.71
SUMA				21.71
COSTO DIRECTO				314.67
FACTORES DE INDIRECTOS FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD				PORCENTAJE IMPORTE
COSTO INDIRECTO % F (IC D)				20.00 62.93
COSTO POR FINANCIAMIENTO % F x (IC D + C1)				0.00 0.00
CARGO POR UTILIDAD % U x (IC D + C1 + F)				12.00 37.78
PRECIO UNITARIO (IC D + C1 + CF + U)				418.38

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CONCEPTO: SUMINISTRO Y COLOCACION DE CABLE SUMINISTRO TRIPOLAR CALIBRE 3/4 AWG ALAMBRE PARA AMARRAR DE CABLE A COLUMNA Y UNA MUFA

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	CTO UNIT	IMPORTE
CABLE CALIBRE 3/4 AWG	ML	1.10	58.35	64.19
SUMA				64.19
MANO DE OBRA				
AYUDANTE GENERAL	JOH	0.20	49.99	10.00
SUMA				10.00
HERRAMIENTA MAQUINARIA Y EQUIPO				
SUMA				0.00
COSTO DIRECTO				TOTAL 74.19
FACTORES DE INDIRECTOS FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD				PORCENTAJE IMPORTE
COSTO INDIRECTO % I x (C D)				20.00 14.84
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 8.90
PRECIO UNITARIO (C D + C I + C F + U)		UNIDAD		97.92
		ML		

CONCEPTO: SUM Y COLOC DE EXTREMIDAD DE PLOMO DE 101.8 MM (4")

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	CTO UNIT	IMPORTE
EXTREMIDAD DE 4"	PZA	1.00	160.00	160.00
SUMA				160.00
MANO DE OBRA				
AYUDANTE GENERAL	JOH	0.43	49.99	21.50
SUMA				21.50
HERRAMIENTA MAQUINARIA Y EQUIPO				
SUMA				0.00
COSTO DIRECTO				TOTAL 181.50
FACTORES DE INDIRECTOS FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD				PORCENTAJE IMPORTE
COSTO INDIRECTO % I x (C D)				20.00 36.30
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 21.78
PRECIO UNITARIO (C D + C I + C F + U)		UNIDAD		239.57
		PZA		

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CONCEPTO SUM Y COLOCACION DE COPLE Y NIPLE

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	CDS UNIT	IMPORTE
COPLE Y NIPLE	JGO	1 00	1 050 00	1 050 00
SUMA				1 050 00
MANO DE OBRA				
1 OF PLOMERO + AYUDANTE	JON	0 66	116 92	77 17
SUMA				77 17
HERRAMIENTA MAQUINARIA Y EQUIPO				
SUMA				0 00
COSTO DIRECTO			TOTAL	1 127 17
FACTORES DE INDIRECTOS FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD			PORCENTAJE	IMPORTE
COSTO INDIRECTO % (IC D)			20 20	225 43
COSTO POR FINANCIAMIENTO % F (IC D + CI)			2 50	0 02
CARGO POR UTILIDAD % U (IC D + CI + F)			10 20	125 26
PRECIO UNITARIO (C D + CI + C F + U)		UNIDAD		
		JGO		1,487 88

CONCEPTO SUM Y COLOC DE CODO DE 90°

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	CDS UNIT	IMPORTE
CODO DE 90° DE 4 DE DIAM	PZA	1 00	190 00	190 00
SUMA				190 00
MANO DE OBRA				
1 OF PLOMERO + 1 PEON	JON	0 23	116 90	26 23
SUMA				26 23
HERRAMIENTA MAQUINARIA Y EQUIPO				
SUMA				0 00
COSTO DIRECTO			TOTAL	216 23
FACTORES DE INDIRECTOS FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD			PORCENTAJE	IMPORTE
COSTO INDIRECTO % (IC D)			20 20	43 68
COSTO POR FINANCIAMIENTO % F (IC D + CI)			2 30	2 20
CARGO POR UTILIDAD % U (IC D + CI + F)			17 55	38 31
PRECIO UNITARIO (C D + CI + C F + U)		UNIDAD		
		PZA		289 38

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CONCEPTO **SUMINISTRO Y COLOCACION DE TORNERERIA INC PERFORACION EN TUDO**

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	CTO UNIT	IMPORTE	
TORNILLOS D 3X58	PZA	40.00	7.00	280.00	
SUMA				280.00	
MANO DE OBRA					
AYUDANTE GENERAL	JOR	0.75	49.99	37.49	
SUMA				37.49	
HERRAMIENTA MAQUINARIA Y EQUIPO					
SUMA				0.00	
COSTO DIRECTO				TOTAL 317.49	
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	63.50
				0.00	0.00
				10.00	36.10
PRECIO UNITARIO (C D + C I + C F + U)		UNIDAD			
		LOTE	419.09		

CONCEPTO **SUMINISTRO Y COLOCACION DE ENPAQUES DE PLOMO DE 4"**

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	CTO UNIT	IMPORTE	
ENPAQUES DE PLOMO DE 4"	PZA	1.00	15.00	15.00	
SUMA				15.00	
MANO DE OBRA					
1 AYUDANTE GENERAL	JOR	0.045	49.99	2.25	
SUMA				2.25	
HERRAMIENTA MAQUINARIA Y EQUIPO					
SUMA				0.00	
COSTO DIRECTO				TOTAL 17.25	
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	3.45
				0.00	0.00
				10.00	2.07
PRECIO UNITARIO (C D + C I + C F + U)		UNIDAD			
		PZA	22.77		

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CONCEPTO SUMINISTRO Y COLOCACION DE JUNTAS FLEXIBLES GIBFULT COMPLETA

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	CTO UNIT	IMPORTE	
JUNTA FLEXIBLE GIBFULT COMPLETA	PZA	1.00	80.00	80.00	
MANO DE OBRA				SUMA	80.00
AYUDANTE GENERAL	JOR	0.22	49.99	11.00	
HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO				SUMA	11.00
COSTO DIRECTO				SUMA	0.00
FACTORES DE INDIRECTOS, FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD				TOTAL	81.00
COSTO INDIRECTO % I x (C D)				PORCENTAJE	IMPORTE
COSTO POR FINANCIAMIENTO % F x (C D + C I)				20.00	18.20
CARGO POR UTILIDAD % U x (C D + C I + F)				0.00	0.00
PRECIO UNITARIO (C D + C I + C F + U)				UNIDAD	
				PZA	129.12

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	
MANO DE OBRA				SUMA	1,000.00
1 OF PLOMERO + 1 AYUDANTE	JOR	2.00	118.82	233.84	
HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO				SUMA	233.84
COSTO DIRECTO				SUMA	0.00
FACTORES DE INDIRECTOS, FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD				TOTAL	1,233.84
COSTO INDIRECTO % I x (C D)				PORCENTAJE	IMPORTE
COSTO POR FINANCIAMIENTO % F x (C D + C I)				20.00	246.77
CARGO POR UTILIDAD % U x (C D + C I + F)				0.00	0.00
PRECIO UNITARIO (C D + C I + C F + U)				UNIDAD	
				PZA	1,828.87

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CONCEPTO ACARRER EN CAMION DE MATERIAL PRODUCTO DE
EXCAVACION PRIMER KILOMETRO VOL MEDIO FINANCO

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	C/TO UNIT	IMPORTE
			SUMA	0.00
MANO DE OBRRA				
1 CHOFER DE CAMION + AYUDANTE	JCH JCH	0.50 0.17	121.55 48.94	7.54 8.35
			SUMA	15.89
HERRAMIENTA MAQUINARIA Y EQUIPO				
CAMION VOLTEO MERCEDES B 1417.52 (34) DE 170 HP	HR	0.15	94.45	14.17
			SUMA	14.17
COSTO DIRECTO			TOTAL	30.35
FACTORES DE INDIRECTOS FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD			PORCENTAJE	IMPORTE
COSTO INDIRECTO % I x (C D)			20.00	6.07
COSTO POR FINANCIAMIENTO % F x (C D + C I)			0.00	0.00
CARGO POR UTILIDAD % U x (C D + C I + F)			19.00	3.84
PRECIO UNITARIO (C D + C I + C F + U)			UNIDAD	40.06
			M3	

CONCEPTO ACARRER EN CAMION DE VOLTEO DE MATERIAL
PRODUCTO DE EXCAVACION KILOMETROS SUB-
SECUENTES

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	C/TO UNIT	IMPORTE
			SUMA	0.00
MANO DE OBRRA				
1 CHOFER DE CAMION + AYUDANTE	JCH	0.01	121.55	1.22
			SUMA	1.22
HERRAMIENTA MAQUINARIA Y EQUIPO				
CAMION DE VOLTERO MERCEDES B 1417.52 DE 170 HP	HR	0.025	121.55	3.04
			SUMA	3.04
COSTO DIRECTO			TOTAL	4.26
FACTORES DE INDIRECTOS FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD			PORCENTAJE	IMPORTE
COSTO INDIRECTO % I x (C D)			20.00	0.85
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	0.51
PRECIO UNITARIO (C D + C I + C F + U)			UNIDAD	6.62
			KM M3	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CONCEPTO: EXCAVACION CON HERRAMIENTA MANUAL EN MATERIAL TIPO II EN SECO DE 0 00 A 4 00 MTS DE PROFUNDIDAD

MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	CTO UNIT	IMPORTE	
					SUBTA	0 00
MANO DE OBRA						
1 PEON		JOR	0 30	48 99	15 00	
1 PEON		JOR	0 30	48 99	10 00	
					SUBTA	25 00
HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO						
					SUBTA	0 00
COSTO DIRECTO					TOTAL	25 00
					PORCENTAJE	IMPORTE
FACTORES DE INDIRECTOS, FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD					20 00	5 00
COSTO INDIRECTO % I x (C D)					0 00	0 00
COSTO POR FINANCIAMIENTO % F x (C D + C I)					10 00	3 00
CARGO POR UTILIDAD % U x (C D + C I + F)					UNIDAD	
PRECIO UNITARIO (C D + C I + C F + U)					PZA	32 99

CONCEPTO: SUMINISTRO Y COLOCACION DE Cimbra de Madera APARENTE EN LOSAS Y MUROS DE CONCRETO

MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	CTO UNIT	IMPORTE	
CIMBRA IMP 1 22X2 64 M 19 MM		M2	0 2755	45 54	12 54	
POLIN DE 3 1/2" X 3 1/2" REGULAR		PT	2 0000	5 80	11 20	
BARROTE 1 1/2" X 4" X 6"		PT	2 5000	4 90	11 50	
CHAPLAN DE 3/4" X 7"		ML	1 2600	0 58	0 69	
DUELA 3/4" X 4" X 6"		PT	0 6373	4 30	2 74	
CLAVO 1/2", 3 1/2", 3" Y 4"		KG	0 32	5 66	1 81	
ALAMBRE RECOCIDO CAL 18		KG	0 0488	5 20	0 25	
DIESEL		LT	1 10	1 94	2 07	
					SUBTA	43 75
MANO DE OBRA						
1 CARPINTERO DE ON + 1 AYUDANTE		JOR	0 1250	119 80	14 99	
1 PEON		JOR	0 1250	48 99	6 25	
					SUBTA	21 24
HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO						
					SUBTA	0 00
COSTO DIRECTO					TOTAL	64 01
					PORCENTAJE	IMPORTE
FACTORES DE INDIRECTOS, FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD					20 00	12 80
COSTO INDIRECTO % I x (C D)					0 00	0 00
COSTO POR FINANCIAMIENTO % F x (C D + C I)					10 00	7 68
CARGO POR UTILIDAD % U x (C D + C I + F)					UNIDAD	
PRECIO UNITARIO (C D + C I + C F + U)					M2	84 89

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CONCEPTO: EXCAVACION CON HERRAMIENTA MANUAL EN MATERIAL TIPO II FN SECO DE 0.00 A 4.00 MTS DE PROFUNDIDAD

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	CTO UNIT	IMPORTE	
				SUMA	0.00
MATERIAL DE OBRERA					
1 PEON	JOR	0.30	49.99	15.00	
1 PEON	JOR	0.20	49.99	10.00	
				SUMA	25.00
HERRAMIENTA MAQUINARIA Y EQUIPO					
				SUMA	0.00
COSTO DIRECTO				TOTAL	25.00
FACTORES DE INDIRECTOS FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD				PORCENTAJE	IMPORTE
COSTO INDIRECTO % I x (C D)				20.00	5.00
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	3.00
PRECIO UNITARIO (C D + C I + C F + U)		UNIDAD			
		PZA	32.99		

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

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	CTO UNIT	IMPORTE	
CIMBRA IMP 1.22X2.44 M 19 MM	M2	0.2755	45.58	12.56	
POLIN DE 3 1/2" X 3 1/2" REGULAR	PT	2.0000	5.60	11.20	
BARROTE 1 1/2" X 4" X 8'	PT	2.5000	4.80	11.90	
CHARLAN DE 3/4" X 7'	ML	1.2600	0.55	0.69	
DUELA 3/4" X 4" X 8'	PT	0.6373	4.30	2.74	
CLAVO 2 1/2", 3 1/2", 3" Y 4"	KG	0.32	5.69	1.81	
ALAMBRE RECOCIDO CAL 18	KG	0.0488	5.20	0.25	
DIESEL	LT	1.10	1.84	2.02	
				SUMA	42.78
MAHO DE OBRERA					
1 CARPINTERO DE ON + 1 AYUDANTE	JOR	0.1250	119.80	14.99	
1 PEON	JOR	0.1250	49.99	6.25	
				SUMA	21.24
HERRAMIENTA MAQUINARIA Y EQUIPO					
				SUMA	0.00
COSTO DIRECTO				TOTAL	64.01
FACTORES DE INDIRECTOS FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD				PORCENTAJE	IMPORTE
COSTO INDIRECTO % I x (C D)				20.00	12.80
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	7.84
PRECIO UNITARIO (C D + C I + C F + U)		UNIDAD			
		M2	84.80		

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CONCEPTO: SUMINISTRO Y HABILIDAD DE ACERO DE REFUERZO
Fy = 4,200 KG/CM² DIAMETROS DIAMETROS

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	CTO UN*	IMPORTE	
VARELA G-42 N ^o 3 4 5 R B 10	TON	1 10	3 246 33	3 702 96	
ALAMBRE RECCION CAL 18	KG	35 50	5 21	1 846 60	
SUMA				5 549 56	
MANO DE OBR					
1 FERRO + 1 AYUDANTE	JOH	7 50	117 38	880 35	
1 PEON	JOH	7 50	48 99	374 93	
SUMA				1 255 28	
HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO					
SUMA				0 00	
COSTO DIRECTO				TOTAL	
				5 142 84	
FACTORES DE INDIRECTOS FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD				PORCENTAJE	IMPORTE
COSTO INDIRECTO % I (C D)				20 00	1 028 57
COSTO POR FINANCIAMIENTO % F (C D + C I)				0 00	0 00
CARGO POR UTILIDAD % U x (C D + C I + F)				10 00	417 18
PRECIO UNITARIO (C D + C I + C F + U)				UNIDAD	IMPORTE
				TON	8 788 55

CONCEPTO: SUM Y COLOC DE CONCRETO HECHO EN OBRA CON REV
1 SACO IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL FIC = 250 KG/CM²
R/R

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	CTO UN*	IMPORTE	
CEMENTO GRIS	TON	0 4130	722 00	298 15	
ARENA	M3	0 5371	60 00	32 23	
GRAVA 3/4"	M3	0 5378	60 00	38 27	
AGUA	M3	0 23	18 00	4 21	
SUMA				372 66	
MANO DE OBR					
1 ALBAÑIL + 1 PEON	JOH	0 1000	269 87	269 87	
1 PEON	JOH	0 1000	49 99	5 00	
SUMA				319 86	
HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO					
1 REVOLVEDORA DE 1 SACO	HR	1 0000	65 75	65 75	
SUMA				65 75	
COSTO DIRECTO				TOTAL	
				470 61	
FACTORES DE INDIRECTOS FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD				PORCENTAJE	IMPORTE
COSTO INDIRECTO % I (C D)				20 00	94 13
COSTO POR FINANCIAMIENTO % F (C D + C I)				0 00	0 00
CARGO POR UTILIDAD % U x (C D + C I + F)				10 00	56 48
PRECIO UNITARIO (C D + C I + C F + U)				UNIDAD	IMPORTE
				M3	821 23

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CONCEPTO: SUMINISTRO Y COLOCACION DE VALVULAS DE ADMISION Y
EXPULSION DE AIRE

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COT.UNIT	IMPORTE		
VALVULA DE ADMISION Y EXPULSION DE AIRE	PZA	1.000	350.00	350.00		
SUMA				350.00		
MANO DE OBRA						
1 OF PLOMINO + 1 AYUDANTE	JOM	0.70	116.90	81.84		
SUMA				81.84		
HERRAMIENTA MAQUINARIA Y EQUIPO						
SUMA				0.00		
COSTO DIRECTO				TOTAL	431.84	
FACTORES DE INDIRECTOS FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD				PORCENTAJE	IMPORTE	
COSTO INDIRECTO % I x (C.D.)				20.00	86.37	
COSTO POR FINANCIAMIENTO % F x (C.D. + C.I.)				0.00	0.00	
CARGO POR UTILIDAD % U x (C.D. + C.I. + F.)				12.00	51.82	
PRECIO UNITARIO (C.D. + C.I. + C.F. + U.)				UNIDAD	M3	870.03

CONCEPTO: PLANTILLA DE CONCRETO HECHO EN OBRA R.N. AGREGADO MAXIMO 3/4" FC=100 KG/CM2
DE 3 CM DE ESPESOR INC ACARREO A 1x EST. DE 20 M. DE DISTANCIA HORIZONTAL

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COT.UNIT	IMPORTE		
CONCRETO HECHO EN OBRA FC=100 KG/CM2 R.N. AGREGADO 3/4"	M3	0.0510	296.31	15.21		
SUMA				15.21		
MANO DE OBRA						
1 OF ALBAÑIL + 1 PEON	JOM	0.0510	119.60	6.11		
SUMA				6.11		
HERRAMIENTA MAQUINARIA Y EQUIPO						
SUMA				0.00		
COSTO DIRECTO				TOTAL	21.32	
FACTORES DE INDIRECTOS FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD				PORCENTAJE	IMPORTE	
COSTO INDIRECTO % I x (C.D.)				20.00	4.26	
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	2.56	
PRECIO UNITARIO (C.D. + C.I. + C.F. + U.)				UNIDAD	M3	28.18

A P E N D I C E S

- I. LINEA DE CONDUCCION***
- II. TANQUE DE REGULACION Y ALMACENAMIENTO***
- III. ANALISIS DE FENOMENOS TRANSITORIOS (GOLPE DE ARIETE)***

I. LINEA DE CONDUCCION

La línea de conducción es la parte del sistema que transporte el agua desde el sitio de la captación hasta un tanque de regulación o una planta potabilizadora.

Se denomina línea de conducción al 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 considerara en la casi 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 este 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 zanjas; 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 realizarse 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 (propiétileno y P.V.C.)

1.1. PIEZAS ESPECIALES Y DISPOSITIVOS DE CONTROL Y PROTECCION DE BOMBAS Y TUBERIAS.

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 fierro fundido, asbesto - cemento o P.V.C., dependiendo de que material sean los tubos.*

Dispositivos de Control y Protección en la línea de conducción. *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; el de otros, controlar la descarga de la línea de conducción.*

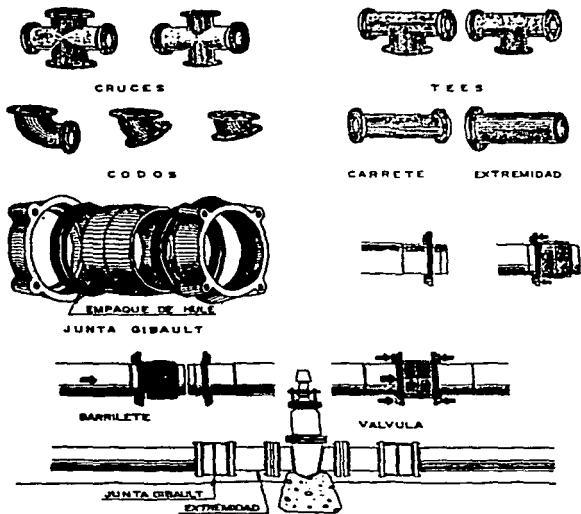


FIGURA No. 1.1. PIEZAS ESPECIALES DE FIERRO FUNDIDO

La función de los elementos de control y protección que se usan con mas frecuencia en una línea de conducción son los que a continuación se describen

Junta Flexible Son recomendables 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 (Fig. No.11)

Válvulas 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 mas usados es el que muestra la figura 1.2 (1) al cual puede acoplarse 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. El mayor peligro 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 le llama, se puede seleccionar de acuerdo al diámetro de la tubería y gasto que conduce la línea, o por medio de las reglas empíricas del cuadro No (11)

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 eliminen el efecto de ese fenómeno, sino que únicamente lo atenúan.

Existen varios tipos en el mercado y algunos de ellos se pueden observar en la fig. No. 1.3 (3), (4) y (5). La primera representa la válvula Check tradicional y comúnmente empleada llamada de cooumpio.

La segunda fig 1.3 (4) se denomina Duo-Check y consta esencialmente de dos medias lunas conectadas a un eje vertical, que se abren según el sentido del escurrimiento. Esta válvula en comparación con la tradicional es mas liviana, de menor tamaño y consecuentemente de menor costo, sin embargo, las pérdidas de carga son mayores que en la tradicional. La tercera fig 1.3 (5)) tiene la característica de efectuar un cierre mas o menos lento, con lo cual se consigue prolongar la vida de la válvula y casi eliminar el ruido que producen los otros tipos; suele llamársele Check Silenciosa.

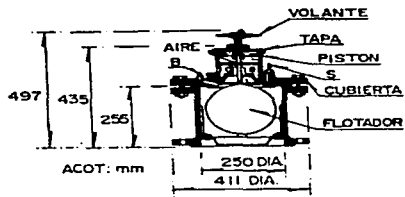


FIGURA No. 1.2. VALVULA ELIMINADORA DE AIRE

CUADRO No. 1.1. DIAMETROS DE LAS VALVULAS DE EXPULSION DE AIRE

DIAMETRO DE LA TUBERIA	GASTO EN LITROS POR SEGUNDO	DIAMETRO DE LA VALVULA
3" a 4"	0 a 12.6 l/s	3/4"
6" a 10"	12.7 a 50.4 l/s	1"
12" a 18"	50.5 a 201.6 l/s	2"
20" a 24"	201.7 a 472.5 l/s	3"
26" a 30"	472.6 a 819.0 l/s	6" a 8"

La selección del tipo de Check para una determinada instalación depende del diámetro de la válvula a emplear, de las prestaciones que operan y de su costo en el mercado.

La figura 13 (6) muestra la sección según el eje longitudinal de la tubería, de la válvula llamada Roto-Check, cuya operación es semejante a la de columpio. Por su diseño y procedimiento de construcción se fabrica por mitades y se une con pernos; compute en costo con la válvula Check tradicional y es especial para cuando se requieran diámetros grandes. Tiene la ventaja de efectuar un cierre lento y hermético.

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 es el que muestra la fig. 13 (7) se caracteriza por ser bridada y con vástago saliente, es decir que este se desplaza según su eje vertical. Esto tiene la ventaja de que el operador se puede cerciorar con facilidad cuando la válvula esta abierta o cerrada.

Es muy importante señalar que la válvula de compuerta esta 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, como la mostrada en la figura 13 (8) puede sustituir a la de compuerta cuando se requieren diámetros grandes y para prestaciones bajas en la línea, tienen la ventaja de ser mas ligeras, son de menor tamaño y mas baratas. El diseño hidrodinámico de esta válvula permite emplearla como reguladora de gasto y en ciertos casos para estrangular la descarga de una bomba.

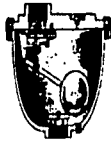
Válvulas de Globo Son voluminosas y presentan una alta resistencia al paso del agua, por lo que se emplean generalmente, solo en tuberías de pequeños diámetros. Constan de un disco horizontal accionado por un vástago para cerrar o abrir un orificio por el que pase el agua, este mecanismo se encuentra 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.



DE AIRE



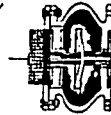
DE AIRE



CHECK



DUO-CHECK



CHECK SILENCIOSA



ROTO CHECK



COMPUERTA



MARIPOSA



ALIVIO

FIGURA No. L3 VALVULAS

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 desfogio de la válvula de alivio debe diseñarse sin posibilidad de ahogamiento y guiar la descarga hacia aguas abajo de la fuente de abastecimiento

DESAGÜES. *Se utilizan generalmente en los puntos mas 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 cruceo se forma con una Tee 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*

1.2. ANALISIS HIDRAULICO.

Para el cálculo de las pérdidas se empleará la fórmula de Hazzen-Williams

$$hf = \frac{Q^{1.85} L}{(0.2758 C D^{2.63})^{1.85}}$$

donde:

- Q = Gasto del tramo, en m³/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)*

En el cuadro No. 1.1., se presentan los resultados de las pérdidas y diámetros obtenidos en el análisis, para cada uno de los tramos que integran el presente proyecto

1.3. DISEÑO DE ATRAQUES.

Los atraques son elementos estructurales, generalmente de concreto, que impiden que la tubería en operación presente movimientos por efecto de las fuerzas dinámicas, producidas por la presión y por el choque del agua en los puntos de cambio de dirección.

Desde el punto de vista hidráulico, el problema se resuelve determinando la resultante de los empujes hidrostático y dinámico que actuando en las paredes de las tuberías se transmiten al atraque.

Esta fuerza resultante se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$F = 2s (\gamma V^2 + P) \quad \text{g}$$

donde:

- F = Fuerza total sobre el codo, en kg
- s = Area de la sección transversal, en m^2
- P = Presión en la tubería (incluyendo la debida al Golpe de Ariete en caso de presentarse), en kg/m^2 .
- V = Velocidad del agua en la tubería, en m/seg
- E = Angulo de deflexión de la tubería
- g = Aceleración de la gravedad (9.81 m/seg.^2)

Además se tiene que cumplir la siguiente inecuación

$$P + P_1 \leq \frac{F}{\tan A_4} \quad \text{donde } A_4 > A \text{ para que no haya desplazamiento}$$

Los resultados del diseño de los atraques se muestran en las tablas No. 1.2.

El plano general del proyecto de la Línea de Conducción para Abastecimiento de Agua Potable del poblado el Llano, Municipio de Tenancingo, Edo. de México, se presenta en los anexos, al final del presente trabajo.

CUADRO No. 11.

CALCULO DE PERDIDAS POR FRICCION PARA LA LINEA DE CONDUCCION EL LLANO													
Empleando la fórmula de Hazen-Williams													
TRAMO		Q	Longitud	Diámetro		coeficiente	Pérdidas			Cotas			Carga
DE	AL	(m ³ /seg)	(m)	pg	m	C	Inocion	locales	totales	Termino	Pareda	Plazamerica	Disponible
T1	T1									2028 465	2052 814	2052 814	24 349
T1	PI-1	0 012417	35 41	8 00	0 15	100 00	0 21	0 015	0 23	2028 278	2027 178	2052 588	24 310
	PI-2	0 012417	17 44	8 00	0 15	100 00	0 10	0 007	0 11	2028 179	2027 023	2052 477	24 352
PI 2	PI-3	0 012417	9 67	8 00	0 15	100 00	0 06	0 004	0 06	2028 076	2026 878	2052 418	24 340
PI-3	PI-4	0 012417	20 20	8 00	0 15	100 00	0 12	0 008	0 13	2028 000	2026 800	2052 287	24 287
PI-4	PI-5	0 012417	148 83	8 00	0 15	100 00	0 89	0 061	0 95	2028 000	2026 900	2051 340	23 343
PI-5	PI-6	0 012417	38 26	8 00	0 15	100 00	0 23	0 018	0 24	2027 576	2025 979	2051 096	24 017
PI-6	PI-7	0 012417	112 22	8 00	0 15	100 00	0 67	0 046	0 71	2026 581	2024 481	2050 381	21 900
PI-7	PI-8	0 012417	44 57	8 00	0 15	100 00	0 37	0 018	0 39	2026 363	2023 263	2050 368	21 738
PI-8	PI-9(2)	0 012417	55 90	8 00	0 15	100 00	0 33	0 023	0 36	2026 073	2022 973	2049 742	20 669
	PI-9(2)									2026 07	2022 87	2049 742	20 666
PI-9(2)	PI-11(3)	0 002619	233 90	4 00	0 10	100 00	0 56	0 028	0 58	2031 60	2030 80	2049 150	17 981
	PI-11(3)									2031 50	2030 80	2049 160	17 981
PI-11(3)	PI-12	0 001638	43 50	2 50	0 06	100 00	0 43	0 005	0 44	2031 05	2030 95	2049 723	18 772
PI-12	PI-14	0 001636	50 00	2 50	0 06	100 00	0 50	0 006	0 50	2031 86	2031 42	2048 220	18 964
	PI-9(2)									2029 073	2027 973	2049 742	20 669
PI-9(2)	PI-10	0 005802	228 80	8 00	0 15	100 00	0 88	0 022	0 90	2029 477	2028 38	2048 838	19 861
PI-10	PI-15	0 005802	123 45	8 00	0 15	100 00	0 48	0 012	0 49	2027 547	2026 84	2048 351	21 210
PI-15	PI-16	0 005802	9 75	8 00	0 15	100 00	0 04	0 001	0 04	2026 741	2025 84	2048 313	21 572
PI-16	PI-18	0 005802	117 40	8 00	0 15	100 00	0 45	0 011	0 46	2028 224	2027 12	2047 849	19 825
PI-18	PI-17	0 005802	51 93	8 00	0 15	100 00	0 20	0 009	0 20	2028 524	2028 43	2047 844	18 140
PI-17	PI-18	0 005802	235 57	8 00	0 15	100 00	0 97	0 023	0 99	2030 103	2029 01	2048 715	18 810
PI-18	PI-12	0 005802	26 52	8 00	0 15	100 00	0 10	0 003	0 10	2029 653	2029 56	2049 011	19 955
	PI-11(3)									2031 599	2030 599	2049 160	
PI-11(3)	PI-19	0 000279	330 22	3 00	0 06	100 00	0 52	0 004	0 51	2031 663	2030 663	2048 634	18 649
PI-19	PI-20	0 000379	706 88	3 00	0 06	100 00	1 12	0 008	1 13	2030 905	2029 653	2047 508	16 558
PI-20	PI-21	0 000699	64 78	3 00	0 06	100 00	0 10	0 001	0 10	2031 631	2030 991	2047 406	15 414
PI-21	PI-22	0 000379	80 50	3 00	0 06	100 00	0 13	0 001	0 13	2032 371	2031 010	2047 275	15 267
PI-22	PI-13	0 000379	79 97	3 00	0 06	100 00	0 13	0 001	0 13	2032 130	2031 130	2047 150	15 000

ATRAQUE

ATRAQUE NUM	CAD	VELT X	VELZ		RX	RY	RESULTANTE		ANGULO	ATRAQUE		
			X	Y			L ₂	Kg		VOLUMEN	Dimension bra+h	
1	24 346	0.703	0.703	428.56	420.00	600.05	44.42	750.07	0.31	0.68		
2	37 346	0.703	0.703	427.18	418.65	558.12	44.42	747.66	0.31	0.68		
3	55 346	0.703	0.703	425.24	416.75	525.40	44.42	744.25	0.31	0.68		
4	63 346	0.703	0.703	424.17	415.71	533.92	44.42	742.42	0.31	0.68		
5	213 346	0.703	0.703	407.03	398.91	569.92	44.42	712.42	0.30	0.67		
6	263 346	0.703	0.703	402.95	394.91	564.20	44.42	705.25	0.29	0.66		
7	482 21	0.703	0.703	379.50	371.93	531.37	44.42	664.21	0.28	0.65		
8	716 11	0.333	0.333	138.01	135.25	153.24	44.42	241.53	0.10	0.47		
9	759 11	0.526	0.526	53.18	52.12	74.47	44.42	93.08	0.04	0.34		
10	793 25	0.525	0.525	51.10	50.08	71.55	44.42	89.44	0.04	0.33		
11	1563 41	0.222	0.222	66.29	64.96	92.82	44.42	116.02	0.05	0.36		
12	978 11	0.222	0.222	75.26	73.75	125.37	44.42	131.72	0.05	0.38		
13	1663 51	0.222	0.222	69.11	67.73	96.71	44.42	120.96	0.05	0.37		
14	1823 51	0.222	0.222	68.49	67.12	95.89	44.42	119.86	0.05	0.37		
15	1913 51	0.222	0.222	66.87	65.54	93.63	44.42	117.04	0.05	0.37		
16	1257 77	0.555	0.555	319.24	312.87	446.99	44.42	558.74	0.23	0.82		
17	1247 773	0.555	0.555	320.00	313.61	448.06	44.42	560.07	0.23	0.82		

CUADRO No. 12.

ATRAQUE

ATRAQUE NUM	CAD	TIPO GRADOS	GASTO	POSICION		DIAMETRO	CARGA		AREA M2	FPa	FPb	FPa X	FPb		Volumen	W kg	YDg
				HOR	VER		INICIAL	FINAL					X	Y			
1	24 349	90	001242	X		0 150	24 201	0017872	427 67	419 11	427 67		419 11	0 008	7 95	1 263149	
2	37 345	45	001242	X		0 150	24 123	0017872	426 29	417 76	426 29		417 76	0 008	7 95	1 263149	
3	55 345	45	001242	X		0 150	24 013	0017872	424 35	415 86	424 35		415 86	0 008	7 95	1 263149	
4	85 343	45	001242	X		0 150	23 953	0017872	423 29	414 82	423 29		414 82	0 008	7 95	1 263149	
5	225 343	90	001242	X		0 150	22 983	0017872	426 14	398 02	426 14		398 02	0 008	7 95	1 263149	
6	263 345	90	001242	X		0 150	22 752	0017872	422 06	394 02	422 06		394 02	0 008	7 95	1 263149	
7	482 21	90	001242	X		0 150	21 425	0017872	378 61	371 04	378 61		371 04	0 008	7 95	1 263149	
8	716 11		002262	X		0 109	17 561	0007894	137 92	135 17	137 92		135 17	0 002	2 36	0 166262	
9	759 11	90	001164	X		0 063	17 033	0003117	53 10	52 03	53 10		52 03	0 001	2 59	0 167176	
10	723 25	90	000164		X	0 063	16 968	0003117	51 21	49 99	51 01		49 99	0 001	2 59	0 166795	
11	1963 41	90	000058		X	0 075	15 000	0004415	66 27	54 94	66 27		54 94	0 001	0 99	0 099796	
12	978 11	90	000039	X		0 075	17 030	0004418	75 24	73 73	75 24		73 73	0 001	0 99	0 099796	
13	1863 51	45	000058	X		0 075	15 839	0004415	61 59	67 71	69 09		67 71	0 001	0 99	0 099796	
14	1823 51	45	000058	X		0 075	15 497	0004418	58 45	67 09	58 45		67 09	0 001	0 99	0 099796	
15	1913 51	45	000058	X		0 075	15 132	0004418	46 85	65 51	66 85		65 51	0 001	0 99	0 099796	
16	1257 77	90	000080		X	0 150	18 034	0017872	318 69	312 31	318 69		312 31	0 008	7 95	0 999885	
17	1247 75	45	000080	X		0 150	18 077	0017872	313 45	313 06	319 45		313 06	0 008	7 95	0 999885	

CUADRO No. 12.

II. TANQUE DE REGULACION Y ALMACENAMIENTO.

El tanque de regulación 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 el sistema estudiado, se proporciona a través de bombeo un gasto constante al depósito, sin embargo, la demanda es variable, muy baja por las noches y por el día generalmente se presentan dos picos, uno mayor, al inicio de las actividades y otra 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 se utilicen a las horas pico ya que en ese momento las salidas son mayores que el gasto de entrada por bombeo. Es decir, este tanque regulará los excedentes y los usará en las horas pico

Su capacidad quedará definida por el volumen que se deberá guardar

En este proyecto se tiene considerado un "tanque elevado" que consiste en el tanque, la torre y la tubería elevadora, según plano No ES-01, que se presenta en los anexos

A los tanques se les debe dar ventilación por medio de tubos verticales u horizontales, que atraviesan el techo o la pared según figura II 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 II 2, aunque este tipo de ventilación no es muy recomendable. Además deben de contar con tubos para demasías y desague

Los dispositivos necesarios para la entrada de agua se ilustra en la figura II 3. La válvula de altitud que 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

Generalmente 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 II.1). Tomando en cuenta esta ley, el hidrograma de consumo de una población quedaría como se muestra en la figura II 4

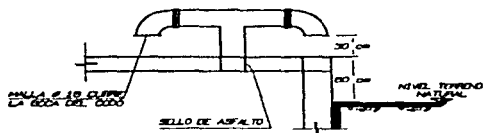


FIGURA No. II.1. VENTILACION DEL TANQUE CON TUBO VERTICAL

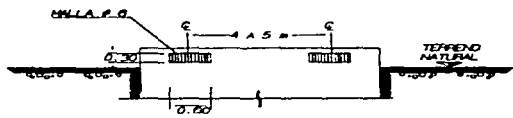
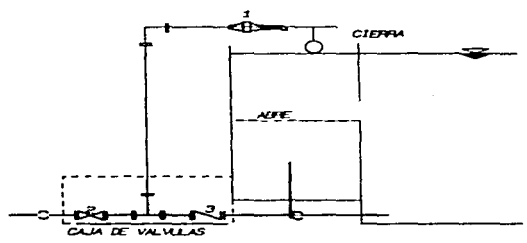


FIGURA No. II.2. VENTILACION CON ABERTURAS CON REJAS Y MALLAS



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

FIGURA No. II.3. DISPOSICION DE LA ENTRADA DEL AGUA AL TANQUE

CUADRO II.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

HIDROGRAMA DE CONSUMO DE UNA POBLACION PEQUEÑA

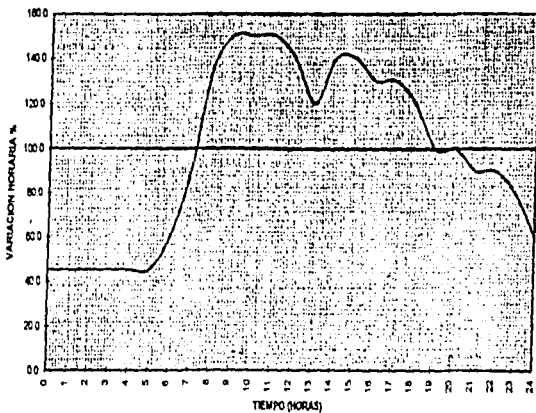


FIGURA No. II.4 HIDROGRAMA DE CONSUMO DE UNA POBLACION PEQUE

II.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.

II.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:

$$hf = \frac{Q^{1.85} \times L}{(0.278RcCxD^{2.63})^{1.85}}$$

donde:

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

Los resultados se presentan en la tabla II.2; con las pérdidas obtenidas 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 más, este tanque servirá además para dar carga y de ahí se alimentará por gravedad.

Por lo tanto:

$$\text{Elev TI} = H_T + H_f + D$$

$$H_T = hf_T + hf_L$$

donde:

CUADRO II.2.

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

EMPLEANDO LA FORMULA DE HAZZEN-WILLIAMS

Tramo de al	Q (m ³ /seg)	Longitud (m)	Diámetro		coeficiente C	Cotas		hf Hazen-W	pérdidas		Carga Disponible		
			pig	m		Terreno	Plantilla		locales	totales			
	T1												
	T1	2	0.012417	482.21	6.00	0.1524	100	2028.465	2052.814			24.349	
	2	T2	0.009802	792.52	6.00	0.1524	100	2029.073	2049.742	2.87	0.198	3.072	20.669
								2029.655	2046.614	3.05	0.078	3.128	16.959
		2											
		2	0.002615	233.90	4.00	0.1016	100	2029.073	2049.742				20.669
		3						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

TÁNQUE	hi	hf	desnvel	ht	altura mcal	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

hf = pérdidas locales, en m

ht = pérdidas totales en cada tramo, en m

H_T	Pérdidas totales del tramo más desfavorable, en m
h_{fT}	Pérdidas por fricción del tramo más desfavorable, en m
h_{fL}	Pérdidas locales del tramo más desfavorable, en m
H	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 II.2, tenemos

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

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

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

$$H = 14.06$$

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

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

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 la misma forma pero tomando los datos de cada tramo. Los resultados se muestran en la tabla II.2; cabe mencionar que la carga mínima que se requiere es de 15.00 m para que llegue el agua hasta la última cada de cada localidad

Cálculo del volumen del tanque.

Para calcular el volumen de los tanques se realizó una simulación de bombeo continuo durante 24 horas, empleando la ley de demandas horarias para poblaciones pequeñas y el volumen de regulación para un suministro de 24 hrs., los resultados se presentan en las tablas II.3, a II.5

De la tabla II.3, con los datos de la columna de diferencias se tiene un valor máximo y un mínimo, como ejemplo, para obtener la capacidad del tanque Llano de Emiliano Zapata, será el resultado de la suma de ambos valores:

$$\text{Vol.} = 19.13 + 4.71 = 23.84 \text{ m}^3$$

Cuadro II.3.
Volumen de Regulación para el tanque de San José el Llano

Qmd = 154 lps
Vol total diario = 141.26 m³
Vol medio = 5.89 m³/hr

HORAS	Suministro	suministro	Volumen Acumulado suministrado	Demanda	Demanda	Demanda Acumulada	Diferencias	Diferencias
	(entradas)	(entradas)		Horaria	Horaria		m ³	Acumuladas
	%	m ³	m ³	%	m ³	m ³	m ³	m ³
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	6.4
2-3	100	5.9	17.7	45.0	2.6	7.9	3.2	9.6
3-4	100	5.9	23.5	45.0	2.6	10.5	3.2	12.8
4-5	100	5.9	29.4	45.0	2.6	13.2	3.2	16.0
5-6	100	5.9	35.3	45.0	2.6	15.8	2.4	18.4
6-7	100	5.9	41.2	90.0	5.3	22.1	2.6	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	11.0
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	2.3
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	96.0	1.9	1.8
16-17	100	5.9	100.1	130.0	7.7	103.8	1.9	3.5
17-18	100	5.9	105.9	120.0	7.1	110.9	1.2	4.7
18-19	100	5.9	111.8	100.0	5.9	116.8	0.0	4.7
19-20	100	5.9	117.7	100.0	5.9	122.7	0.0	4.7
20-21	100	5.9	123.6	80.0	5.3	128.0	0.6	4.1
21-22	100	5.9	129.5	80.0	5.3	133.3	2.4	3.5
22-23	100	5.9	135.4	80.0	4.7	138.0	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	141.26	2400.00	141.26	141.26		
MAXIMO		19.13						
MINIMO		-4.71						
CAPAC		23.84 m ³						
AREA		7.55 m ²						
ALTURA		3.00 m						
DIAMETRO		3.18 m						

Cuadro II.4.
Volumen de Regulación para el tanque de San José el Cuarte

QMS = 9.80 lps
 Velocidad = 846.89 m3
 Volumen = 35.29 m3/hr

HORAS	Suministro (entradas) %	Suministro (entradas) m3	Volumen Acumulado suministrado m3	Demandas Horaria %	Demandas Horaria m3	Demandas Acumulada m3	Diferencias m3	Diferencias Acumuladas m3
0-1	100	28.4	28.4	45.0	16.9	16.9	11.4	11.4
1-2	100	28.3	56.7	45.0	16.9	33.8	22.9	33.8
2-3	100	28.4	85.1	45.0	16.9	50.7	34.4	68.2
3-4	100	28.3	113.4	45.0	16.9	67.6	45.5	113.7
4-5	100	28.3	141.7	45.0	16.9	84.5	56.2	170.0
5-6	100	28.2	170.0	45.0	16.9	101.4	67.6	237.6
6-7	100	28.3	198.3	45.0	16.9	118.3	80.0	317.6
7-8	100	28.3	226.6	135.0	47.6	165.9	160.7	478.3
8-9	100	28.3	254.9	150.0	52.9	218.8	136.1	614.4
9-10	100	28.3	283.2	150.0	52.9	271.7	111.5	725.9
10-11	100	28.3	311.5	150.0	52.9	324.6	113.1	839.0
11-12	100	28.2	339.8	140.0	47.6	372.2	132.4	971.4
12-13	100	28.2	368.0	120.0	42.3	414.5	146.5	1117.9
13-14	100	28.1	396.3	140.0	47.6	462.1	165.8	1283.7
14-15	100	28.1	424.6	140.0	47.6	509.7	184.1	1467.8
15-16	100	28.1	452.9	130.0	45.4	555.1	199.2	1667.0
16-17	100	28.1	481.2	130.0	45.4	600.5	213.3	1880.3
17-18	100	28.1	509.5	120.0	42.3	642.8	227.3	2107.6
18-19	100	28.1	537.8	100.0	35.3	688.1	242.0	2349.6
19-20	100	28.1	566.1	100.0	35.3	733.4	256.3	2605.9
20-21	100	28.1	594.4	60.0	21.8	755.7	273.3	2879.2
21-22	100	28.1	622.7	60.0	21.8	777.5	290.8	3160.0
22-23	100	28.1	651.0	60.0	21.8	825.7	274.7	3434.7
23-24	100	28.1	679.3	60.0	21.8	849.9	270.6	3705.3
SUMAS	2400.00	846.89	846.89	2400.00	846.89	846.89	14.1	0.0

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

Cuadro II.5.
Volumen de Regulación para el tanque de San José el Llano

Qmd = 0.95 ips
 Vol total (litro) = 94.59 m³
 Vol medio = 1.62 m³/hr

HORAS	Suministro (entradas)	Suministro (entradas)	Volumen Acumulado suministrado	Demanda Horaria	Demanda Horaria	Demanda Acumuada	Diferencias	Diferencias Acumuladas
	lit	m ³	m ³	lit	m ³	m ³	m ³	m ³
3-1	100	3.5	3.5	45.0	1.6	1.6	1.9	1.9
4-2	100	3.5	7.0	45.0	1.6	3.2	1.9	3.9
5-3	100	3.5	10.6	45.0	1.6	4.8	1.9	5.8
6-4	100	3.5	14.1	45.0	1.6	6.3	1.9	7.8
7-5	100	3.5	17.6	45.0	1.6	7.9	1.9	9.7
8-6	100	3.5	21.1	60.0	2.1	10.0	1.4	11.1
9-7	100	3.5	24.7	90.0	3.2	13.2	0.4	11.5
10-8	100	3.5	28.2	135.0	4.9	18.0	-1.2	10.2
11-9	100	3.5	31.7	150.0	5.3	23.3	1.8	8.5
12-10	100	3.5	35.2	150.0	5.3	28.5	-1.8	6.7
13-11	100	3.5	38.8	150.0	5.3	33.8	-1.5	4.9
14-12	100	3.5	42.3	140.0	4.9	38.7	-1.4	3.5
15-13	100	3.5	45.8	120.0	4.2	43.0	-0.7	2.8
16-14	100	3.5	49.3	140.0	4.9	47.9	-1.4	1.4
17-15	100	3.5	52.9	140.0	4.9	52.9	-1.4	0.0
18-16	100	3.5	56.4	130.0	4.6	57.4	1.1	1.1
19-17	100	3.5	59.9	130.0	4.6	62.0	1.1	2.1
20-18	100	3.5	63.4	120.0	4.2	66.3	-0.7	2.8
21-19	100	3.5	67.0	120.0	4.2	69.8	0.0	2.8
22-20	100	3.5	70.5	135.0	4.9	73.3	-0.2	2.5
23-21	100	3.5	74.0	95.0	3.2	76.5	2.4	2.5
24-22	100	3.5	77.5	60.0	2.1	79.7	0.4	2.1
25-23	100	3.5	81.1	80.0	2.5	82.0	0.7	1.4
26-24	100	3.5	84.6	50.0	1.7	84.0	1.4	0.0
SUMAS	2400.00	94.59		2400.00	94.59			

MAXIMO 11.45
 MINIMO 2.52
 CAPAC 14.27 m³
 AREA 4.76 m²
 ALTURA 3.00 m
 DIAMETRO 2.46 m

II.3. DIMENSIONAMIENTO.

Se propone que los tanques que se empleen sean de forma circular 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 II.3. a II.5 se propone una altura y se obtiene el diámetro.

Por ejemplo, en el Tanque San José el Cuartel, tenemos:

$$\begin{aligned} \text{Si Vol} &= 142.91 \text{ m}^3 & h &= 5.00 \text{ m} \\ \text{Vol} &= A \times h \\ A &= 0.7854 D^2 & \Rightarrow \text{Vol} &= 0.7854 D^2 \times h \end{aligned}$$

$$D = \sqrt{\frac{\text{Vol}}{0.7854h}} = D = 6.03 \text{ m}$$

De la misma forma se hizo con los demás tanques, los resultados se presentan al final de las tablas II.3 a II.5.

SELECCION DEL DIAMETRO ECONOMICO.

Para el Tanque la Ciénega se colocarán dos bombas, realizando un bombeo alterno continuo, por lo que tendremos lo siguiente:

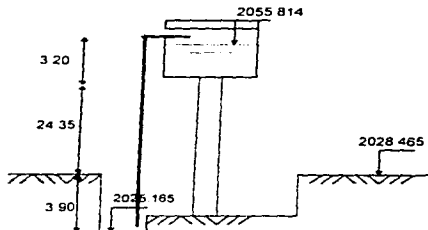
Gasto máximo diario = 14,319 lps
Eficiencia de Equipo = 70 %
Bombeo continuo alterno empleando 2 bombas
Longitud de tubería = 30,339 m
Gasto de bombeo = 10,739 lps

Carga estática = 2055.814 - 2025.165 = 30.649 m

Se propone $V = 2$ mseg.

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

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



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

Por lo tanto, el diámetro requerido es de 4"

Selección del diámetro 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

Elevación de la descarga	2058 814 m
Elevación de la succión	- 2028 165 m
Carga estática	<u>30 649 m</u>

Pérdidas por fricción

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

Empleando tubería de P.V.C. el coeficiente de fricción 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.

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

$$Ea = 20.670 \text{ kg/cm}^2$$

$$Et = 31.400 \text{ kg/cm}^2$$

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

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

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

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

$$Ead = 20670 (10) = 206700.00 \text{ Este} = 31400 (0.47) = 14758$$

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

$$h_i = 198.26 \div 3.874 = 51.181$$

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:

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

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

Por lo anterior se colocará tubo P.V.C. clase Rd - 41 que soporta 7.1 kg/cm²

En la tabla II.7. se presentan los cálculos para los diámetros de 4, 6 y 8 pulgadas

CUADRO I.7.
CALCULO DE DIAMETRO MAS ECONOMICO

Diámetro nominal mm	Velocidad m/s	Área en $\pi \cdot d^2/4$	Caudal en $Q = V \cdot A$	Velocidad en m/s	Longitud en m	Q ₁	Cost. Prolong. Manning	Long. de Manning	Pérd. por fricción en m	% de pérdidas	H ₁ en m	Cost. Cables	H ₂ en m	H ₃ en m	H ₄ en m
0 100	4 0	0 0079	0 010739	1 4	34 35	0 000115	0 0090	179 7	0 712	32 649	31 361	336 8	53 2	6 3	
0 150	6 0	0 0177	0 010739	0 6	34 35	0 000115	0 0090	20 7	0 081	32 649	32 731	330 2	53 2	6 2	
0 200	8 0	0 0314	0 010739	0 3	34 35	0 000115	0 0090	4 5	0 718	32 649	32 661	329 3	53 2	6 2	

Presión de trabajo en kg/cm ²	Diámetro nominal en cm	Espesor de la pared en cm	Variación en m/s	Velocidad	Est.	Est.	Est.	Est.	Est.	Est.	Est.	Est.	Est.	Est.	Est.
11 2	10	0 47	1 37	194 263	206 700 00	14 758	14 006	15 099	3 874	51 151	47 945	10 236	31 361	41 597	
11 2	15	0 53	0 61	24 117	310 50 00	21 646	14 312	15 311	3 913	22 522	18 074	4 654	32 731	35 119	
11 2	20	0 59	0 34	47 564	413 00 00	27 648	14 793	15 793	3 794	12 472	9 278	2 454	32 731	33 767	

Unidad de agua (m³/seg): E₁ = Módulo de elasticidad del agua (206 700 kg/cm²) E₂ = Módulo de elasticidad de las paredes del tubo (para PVC 3100 kg/cm²)

CONCEPTO	Diámetro = 100 mm Clase RS 26				Diámetro = 150 mm Clase RS 26				Diámetro = 200 mm Clase RS 26			
	Cantidad	Unidad	P.U.	Importe	Cantidad	Unidad	P.U.	Importe	Cantidad	Unidad	P.U.	Importe
Cable tubería	34 3	m	52 43	1790 87	34 3	m	145 25	4981 42	34 3	m	287 37	9857 44

RESUMEN

Presión de trabajo tubería kg/cm ²	Diámetro nominal		HP	KWH	Costo por hora bombeo \$	Carga anual de bombeo \$	Costo total de conduct.	Carga anual de amort. (15 años a 25 % anual)	Costo anual de bombeo para tubería (con un 365 días)
	mm	pulgadas							
11 2	1000	4 0	6 33	4 92	3 07	26 879 63	18 90 87	452 22	27 329 85
11 2	1500	6 0	6 20	4 63	3 01	26 339 60	4 499 42	51 47 35	27 846 95
11 2	2000	8 0	6 19	4 62	3 00	26 244 53	6 667 44	24 6 54	28 717 39

Selección del Equipo de Bombeo.

Con el gasto de bombeo, así como el diámetro económico se procede a seleccionar la bomba con los datos siguientes

$$Q = 10 \text{ } ^{7}39 \text{ lps (1 } ^{7}0 \text{ 216 GPM)}$$

$$HT = 31.730 \text{ m (105 } ^{7}7 \text{ ft)}$$

Con estos datos entramos a la gráfica de curvas características correspondiente (figura No. II.6), encontrándose que la bomba a emplear será la siguiente.

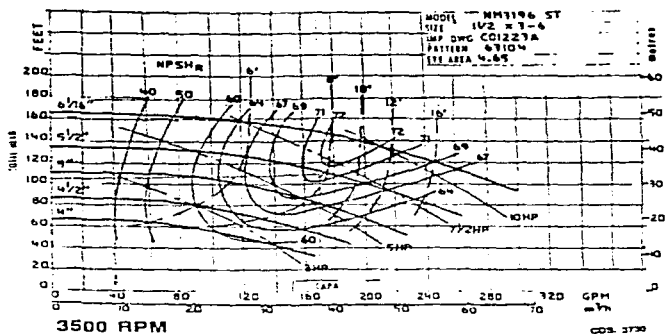
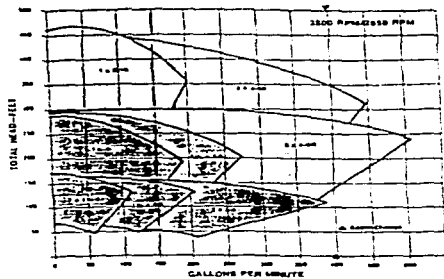
<i>Modelo</i>	<i>NM3196 ST</i>
<i>Tamaño</i>	<i>1 1/2 x 3-6</i>
<i>Eficiencia</i>	<i>75.5%</i>
<i>Tamaño del Impulsor</i>	<i>5"</i>
<i>Velocidad de giro</i>	<i>3500 RPM</i>

Calculamos la potencia

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

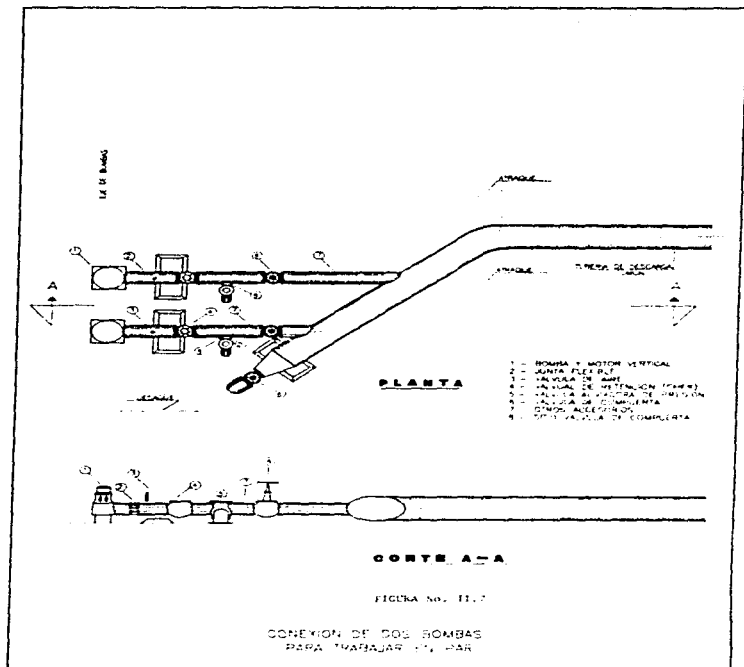
En la figura No. II.7, se presenta el arreglo de las dos bombas.

HIDRAULIC COVERAGE



ST
1 1/2 x 3-6

FIGURA No. 95



III. ANALISIS DE FENOMENOS TRANSITORIOS (Golpe de Ariete)

III.1 ASPECTOS GENERALES

El golpe de ariete es un fenómeno que se origina debido a cambios en el flujo de un conducto a presión y que consiste en variaciones violentas de presión en forma de ondas elásticas que viajan por dicho conducto, se puede presentar en un tubería que conduzca un líquido a presión cuando se tiene un frenado o una aceleración en el flujo

Los transitorios hidráulicos ocurren siempre que se modifica el gasto en el acueducto, por lo que se debe tener 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.

III.2. CAUSAS Y EFECTOS PROVOCADOS POR EL GOLPE DE ARIETE.

El fenómeno transitorio se produce siempre que se alteren las condiciones flujo permanente, como por ejemplo:

- a) Cierre o apertura de válvulas*
- b) Arranque o paro de bombas*
- c) Cambios en la demanda de potencia de turbinas*
- d) Cambios en la elevación de los embalses*
- e) Vibración de impulsores de bombas y turbinas.*

Los principales casos a revisar del Golpe de Ariete son:

- a) En Válvulas. Cierre y Apertura*
- b) En Turbinas. Rechazo y Demanda*
- c) En Bombas. Arranque y Paro*

Estos fenómenos son los que deben controlarse mediante dispositivos que los eviten o los reduzcan.

III.3. DISPOSITIVOS DE CONTROL

El propósito de los dispositivos de control de los transitorios hidráulicos es 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 máquinas, los principales son

TANQUE DE OSCILACION.

La figura III 1 representa 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 refleja completamente y que la tubería que sale del tanque y en la cual no se produce la perturbación se mantenga como zona no perturbada.

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 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. III 2.

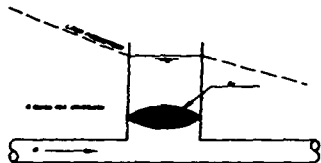
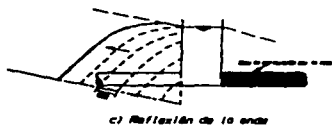


FIGURA No. III.1. ESQUEMA DE UN TANQUE DE OSCILACION



COMPORTAMIENTO DEL TANQUE DE OSCILACION
ANTE UNA ONDA DE DEPRESION

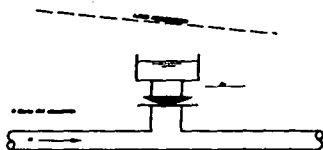
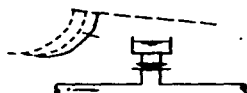


FIGURA No. 111.2. ESQUEMA DE UN TANQUE UNIDIRECCIONAL



(a) Aproximación de la onda



(b) Llegada de la onda



(c) Reflexión de la onda

COMPORTAMIENTO DEL TANQUE UNIDIRECCIONAL
ANTE UNA ONDA DE DEPRESION

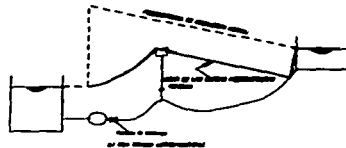
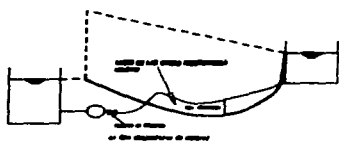


FIGURA No. 111.3. ACCION DE UN TANQUE UNIDIRECCIONAL
EN EL SISTEMA DE BOMBEO

En la figura III 3, se 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.

CAMARA DE AIRE.

La figura III 4, 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 encuentra 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. La operación de la cámara se esquematiza en la figura No. III 5.

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 $P_{m\acute{a}x}$ 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.

III.5 METODOS DE SOLUCION.

Los métodos que se mencionan a continuación resuelven las ecuaciones del flujo transitorio, pero bajo diversas consideraciones que también se enuncian.

- a) **Método de Joukowski.** Este método se aplica a maniobras rápidas, en sistemas de tuberías muy sencillas.
- b) **Método de Allievi.** Se aplica a maniobras lentas de válvulas, en sistemas sencillos de tuberías.
- c) **Método de la columna rígida.** Se utiliza en sistemas muy sencillos, como un ducto conectado a un válvula en un extremo y a un tanque de carga constante en el otro.
- d) **Método de Gráficas de Chaudry para fallas de bombas.** Son gráficas que proporcionan la variación de la presión generado por el paro de bombas, proporcionan un solo valor de esta variación de presión, generalmente el máximo y el mínimo valor que se tendrán y solamente en el sitio donde esta la bomba y a la mitad de la tubería de descarga.

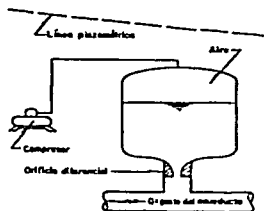
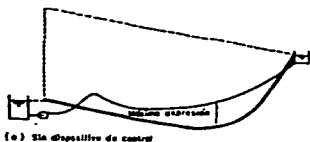
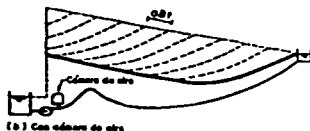


FIGURA No. III.4. ESQUEMA DE LA CAMARA DE AIRE



(a) Sin cámara de control



(b) Con cámara de aire

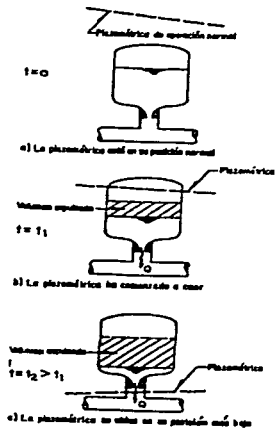


FIGURA No. III.5. OPERACION DE LA CAMARA DE AIRE

EFFECTO DE LA CAMA DE AIRE EN LA ONDA DE DEPRESION

- e) **Método Gráfico.** Es una solución al Golpe de Ariete mediante gráficas que el calculista construye a partir de ciertas consideraciones
- f) **Método de las Características.** Este método proporciona la variación del gasto la velocidad y la carga en cualquier sección del tubo y para todo tiempo. Se recomienda el uso de computadoras ya que implica hacer muchos cálculos

Los más usualmente usados son el Método de las Características y el de las Gráficas de Chaudry

III.5. ANALISIS HIDRAULICO.

Considerando que el caso más crítico es el paro accidental de bomba, se realizará el cálculo del Golpe de Ariete por el método de Cartas o Gráficas de Chaudry

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_0	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

Golpe de ariete generado por falla de dos bomba.

Datos de la tubería

$L = 31.349 \text{ m}$
 $a = 389.122 \text{ m/seg}$

Datos de la Bomba

$Q_R = 0.021478 \text{ m}^3/\text{seg}$
 $Pot = 6.31 \text{ H.P.}$

$$D = 4''$$

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

$$E_R = 71 \%$$

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

Cálculo de las cargas mínimas.

Cálculo de los valores de τ y ρ

Calculo del Momento Polar (I).

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

Pot = potencia en H.P.

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

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

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

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

Sustituyendo en τ y ρ

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

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

Con los valores de τ y ρ empleando las gráficas III.6, 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 III.7 y III.8

En la bomba

$$h_r \approx \frac{H_r}{H_p} = 1.42$$

$$H_r = H_R (1.42) \approx (31.730)(1.42) = 45.06$$

En la tubería

$$h_{mr} \approx \frac{H_{mr}}{H_p} = 1.24$$

$$H_{mr} = H_R (1.24) \approx (31.730)(1.24) = 39.340$$

El plano del perfil (carga máxima y mínima) se presenta en los unexos al final del presente trabajo

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

<i>a</i>	<i>celeridad de la onda de presión m/seg</i>
<i>g</i>	<i>aceleración de la gravedad m/seg</i>
<i>H₀</i>	<i>Carga estática en m</i>
<i>L</i>	<i>Longitud de la tubería, en m</i>
<i>V₀</i>	<i>Velocidad inicial en la tubería</i>
<i>T_c</i>	<i>Tiempo de cierre de la válvula</i>
<i>Δh_m</i>	<i>Máxima presión en la mitad de la tubería</i>
<i>Δh_d</i>	<i>Mxima presión en la mitad de la tubería</i>

III.6. REVISION DE ESPESOR DE TUBERIA

Con los resultados que se obtienen del análisis hidráulico del fenómeno del golpe de ariete para dos bombas trabajando se tiene:

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

III.7. 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 corria a la tubería por lo que no causa mayores problemas cuando se presente el fenómeno del golpe de ariete.

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

TRAMO DE	AL	Q (m ³ /seg)	Longitud (m)	Diámetro plg	Diam m	Coef C	Cota de Terreno	hf Hazen-W	Perdidas Totales	
									locales	Totales
T1	T2	0.012417	482.24	6.00	0.1524	100.000	2029.465	2.87	0.198	3.07
2	T2	0.009802	793.52	6.00	0.1524	100.000	2029.655	3.05	0.678	3.73

Longitud 1275.77
 Nivel del agua T1 2055.81
 Nivel del agua T2 2051.51
 Carga estática (Ho) 4.20
 Perdidas Totales del T1 al T2 6.20
 Diámetro teórico del tramo 5.72 O 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

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

Calculo de ρ 2.87 Calculo de K 1.16

De la gráfica (a) se tiene en la Válvula

$\Delta H_{dm}/Ho = 1.87$ $H_{max} = Ho + Dh_{dm}$
 $\Delta H_{dm} = Ho \times 1.87$ $H_{max} = 17.808$
 $\Delta H_{dm} = 11.60$

Carga mínima

$$H_{min} = Ho \left(-k + \sqrt{k^2 + 1} \right)^2 \qquad St \qquad To) - \frac{2L}{a}$$

$$H_{min} = Ho - \frac{a}{K} \Delta V \qquad To \leq \frac{2L}{a}$$

$2La = 4.32$ $To = 5 \text{ seg}$ $k = 3.66$

$Vf = Vo = 0.59$ $H_{min} = 0.08$
 $Vf = 0.00$
 $\Delta V = Vf - Vo = 0.59$

**Golpe de Ariete Generado por el cierre de una válvula
Tramo Tanque 1 al Tanque 3**

TRAMO		Q (m ³ /seg)	Longitud (m)	Diámetro plg	Diam m	Coef C	COTA DE TERRENO	hf Hazen-W	perdidas	
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	3	0.002615	233.90	4.00	0.1016	100.000	2031.599	0.56	0.020	0.58
3	T3	0.000979	1262.4	3	0.0762	100	2032.15	1.940198	0.0143	2.0105

Longitud	1978.55
Nivel del agua T1	2055.81
Nivel del agua T3	2050.15
Carga estática	5.66
Perdidas Totales del T1 al T3	5.66
Diámetro teórico del tramo	2.66
Celeridad de la tubería P.V.C. (a)	432.82
Velocidad inicial (Vo)	0.27
Tiempo de cierre en seg	5.00

Carga máxima

$$\rho = \frac{a V_0}{2 g H_0} \quad K = \frac{L}{2 a}$$

Cálculo de ρ 1.07 Cálculo de K 0.55

De la gráfica (a) se tiene en la Válvula

$$\begin{aligned} \Delta H_{dm}/H_0 &= 2 \\ \Delta H_{dm} &= H_0 \times 2.00 \\ \Delta H_{dm} &= 11.33 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_{max} &= H_0 + \Delta H_{dm} \\ H_{max} &= 16.993 \end{aligned}$$

Carga máxima

$$H_{min} = H_0 \left(-k + \sqrt{k^2 + 1} \right)^2 \quad St \quad T_0 > \frac{2L}{a}$$

$$H_{min} = H_0 - \frac{a}{K} \Delta V \quad T_0 \leq \frac{2L}{a}$$

$$2L/a = 9.14$$

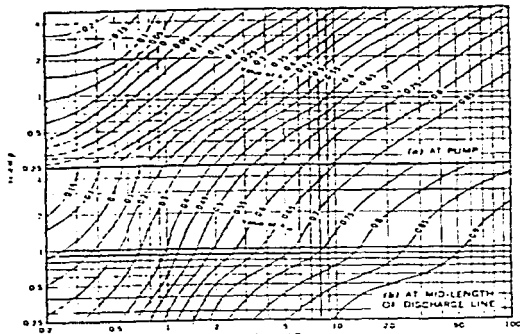
$$T_0 = 5 \text{ seg}$$

$$H_{min} = -6.41$$

$$V_f = V_0 = 0.27$$

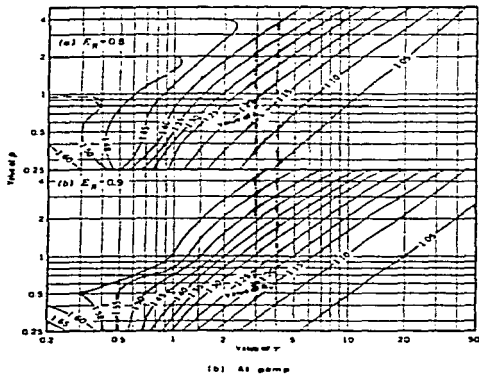
$$V_i = 0.00$$

$$\Delta V = V_f - V_i = 0.27$$



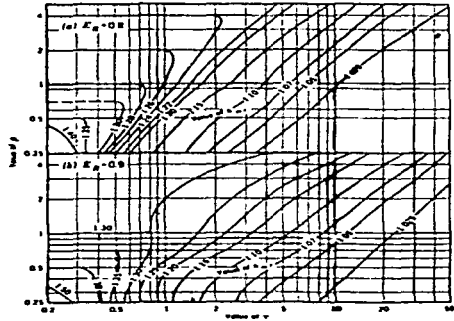
GRAFICA PARA CARGA MINIMA EN LA BOMBA
Y A LA MITAD DE LA TUBERIA (PARO ACCIDENTAL)

FIGURA No. III.6.



GRAFICA PARA CARGA MAXIMA EN LA BOMBA

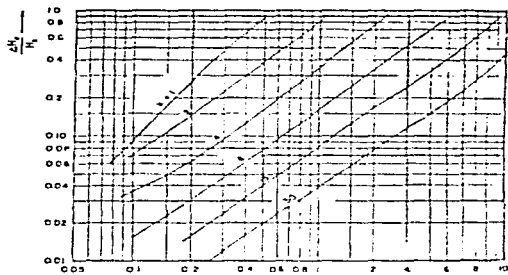
FIGURA No. III.7.



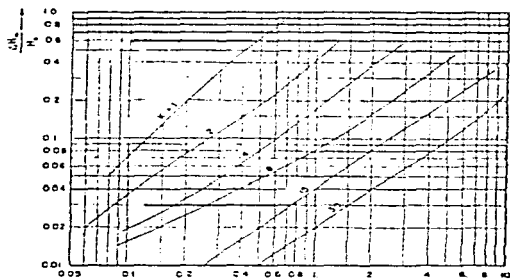
GRAFICA PARA CARGA MAXIMA EN LA MITAD DE LA TUBERIA

FIGURA No. III.R.

CARGA MAXIMA DURANTE EL CIERRE DE LA VALVULA



a) EN LA VALVULA



(b) At mid-length

b) EN LA MITADA DE LA TUBERIA

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

El proyecto denominado "Diseño de la Fuente de Captación de la Línea de Conducción para el Abastecimiento de Agua Potable del poblado El Llano, Municipio de Tenancingo, Edo. de México", es técnica, social y económicamente viable por las conclusiones siguientes:

De acuerdo con los estudios de factibilidad proporcionados por la CEAS (Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento), el poblado El Llano, específicamente las colonias La Ciénega, Llano de Emiliano Zapata, San José el Cuartel y Valle de Guadalupe, ubicadas en el Municipio de Tenancingo, Edo. de México, requieren una dotación media diaria actual de 9.50 lts/seg, mientras que el pozo "La Ciénega" tiene capacidad de abastecimiento de 70 lts/seg, motivo por el cual, este cubre suficientemente la demanda social

El método de extracción a base de la perforación y equipamiento de pozo profundo permite técnicamente dotar suficientemente la demanda requerida en la actualidad, además de que su diseño prevé una proyección de abastecimiento para el crecimiento demográfico a 15 años, es decir de 12 42 lts/seg.

Aún y cuando la dotación actual y de proyección son suficientes, se diseñó una cisterna de almacenamiento con capacidad de 630 00 m³, para cubrir cualquier caso de emergencia que pudiera presentarse y de esta forma garantizar a los usuarios el suministro de agua

Con el fin de que este proyecto ofrezca las mejores condiciones de eficiencia y economía, se debe tener cuidado en primer lugar al seleccionar adecuadamente el tipo de maquinaria, herramienta y equipamiento, así como los procedimientos constructivos a emplear, como los que se indican en el presente estudio y posteriormente especial interés con la operación y mantenimiento de toda la estructura e infraestructura que forma la línea de conducción.

No obstante que la construcción y equipamiento de esta línea de conducción para abastecimiento de agua potable implica una erogación considerada como importante, el costo-beneficio de este proyecto se debe situar en el impacto social que genera, de acuerdo con los planes y programas del Plan Nacional de Desarrollo de la presente Administración.

ANEXOS

CRUZ

TE

EXTREMIDAD CAMPANA

EXTREMIDAD ESPIGA

REDUCCION CAMPANA

REDUCCION ESPIGA

COUPLE DOBLE

ADAPTADOR CAMPANA

ADAPTADOR ESPIGA

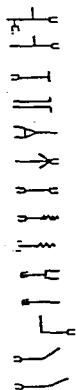
TAPON CAMPANA

TAPON ESPIGA

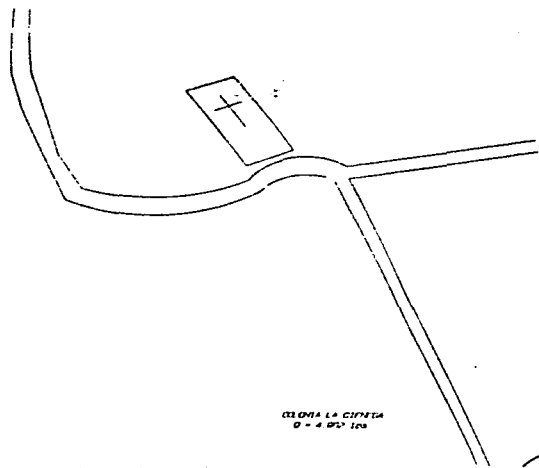
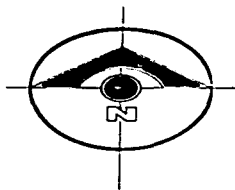
CODO DE 90°

CODO DE 45°

CODO DE 22° 30'



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



GLORIA LA CRISTA
D - 4 822 100

TABLA 12
TRAZO DE REGULACION (IMPACTO)
PARA LA REDONDA A LA CALLE 14 SUR DEL D. 12 SUR
D - 0 822 100

2020 105
2049 715
20 810

2020 105
2049 715
20 810

2020 105
2049 715
20 810

2020 105
2049 715
20 810

2020 105
2049 715
20 810

2020 105
2049 715
20 810

2020 105
2049 715
20 810

ADMINISTRACION

LA CRISTA

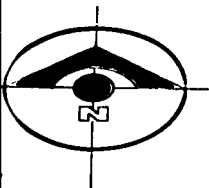


TABLA 72
 TABLA DE METALIZACION (METRICO)
 PARA EL PUNTO A LA COLUMNA 300 LEVE EL QUINTE
 D = 0.002 lbs

2030 200
 2040 215
 10 010

2070 210
 2080 225
 10 145

2090 220
 2100 235
 10 070

2120 230
 2130 245
 10 010

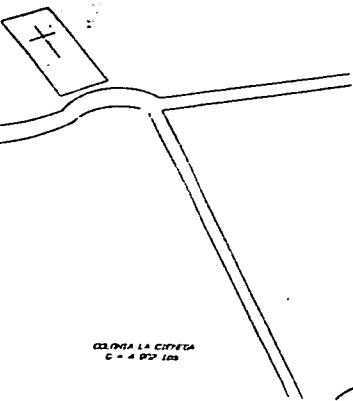
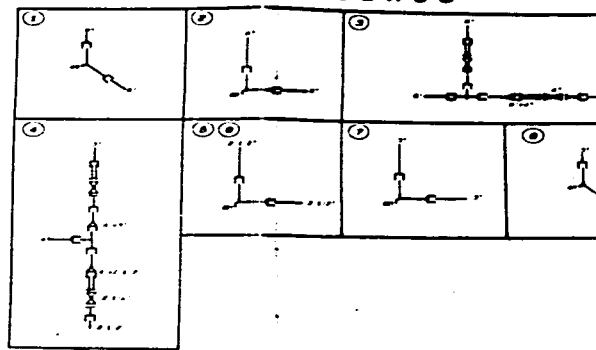
2150 240
 2160 255
 10 070

2020 070
 2030 085
 24 017

2140 080
 2150 095
 21 070

20 000 000
 20 000 000

CRUCEROS



2170 260
 2180 275
 10 440

2190 280
 2200 295
 21 070

FIGURA 10
 TABLA DE REGULACION (PROYECTO)
 PARA LA REDONDA A LA COLONIA SAN JOSE EL CUARTO
 D = 8.000 MM

2030.105
 2045.715
 16.610

2072.534
 2047.644
 16.140

2038.024
 2047.660
 17.634

2072.122
 2048.511
 21.310

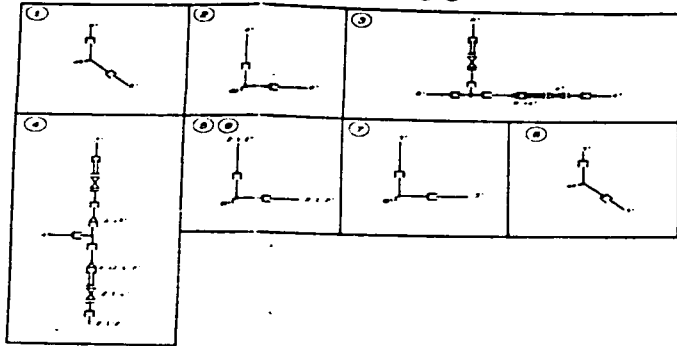
2030.477
 2045.831
 16.357

2071.097
 2046.034
 17.440

2038.501
 2040.311
 21.810

2037.070
 2031.008
 24.017

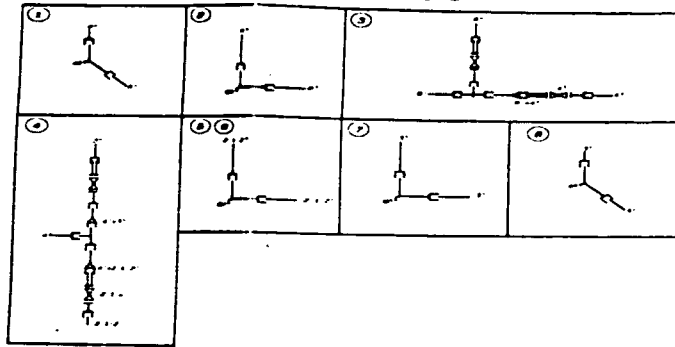
CRUCEROS



DATOS DE PROYECTO	
LOCALIDAD	LA CERRERA SAN JOSE EL CUARTO EL LLANO
MUNICIPIO	CEL. VALLE DE GUADALUPE
DOTACION	180 L/PERS/DIA
POBLACION (1988)	6.388 PAB.
POBLACION DE PROYECTO (2010)	6.383 PAB.
COEF. DE VAR. DIARIA	1.30
COEF. DE VAR. HORARIA	1.30
GASTO MEDIO	10.347 LBS
GASTO MAXIMO DIARIO	12.417 LBS
GASTO MAXIMO HORARIO	25.878 LBS
FUENTE	PONTO LA CERRERA
CONDUCCION	CONDUCCION (REBOTO Y O)
REGULACION	TABLA
DISTRIBUCION	FOR (GRANDE)

VOLUMENES DE OBRA	
VOLUMEN DE EXCAVACION NAT. B	2.7
PLANTILLA APISONADA A MANO	2.
RELLENO APISONADA Y COMPACTADO	2.4
TUBERIA DE 2 1/2" (63 MM) DE DIAM.	1.
TUBERIA DE 3" (76 MM) DE DIAM.	1.20
TUBERIA DE 4" (102 MM) DE DIAM.	2.
TUBERIA DE 6" (152 MM) DE DIAM.	0.60
ARMAZON DE CONCRETO 6" x 6" x 200	

CRUCEROS

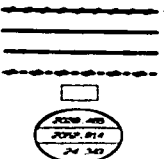


DATOS DE PROYECTO

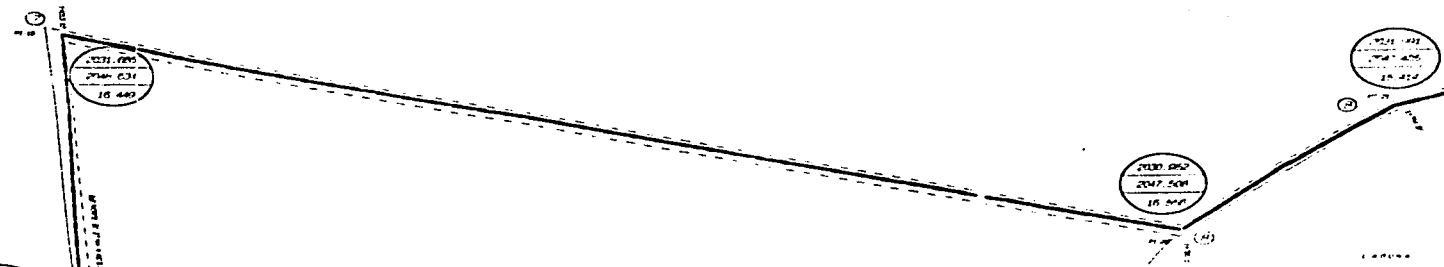
LOCALIDAD	LA CIENEGAS SAN JOSE EL CUARTEL EL LLANO
MUNICIPIO	COL. VALLE DE GUADALUPE
DOTACION	TEHUACATECO, EDO. MEX.
POBLACION (1988)	180 EL/IND/EST
POBLACION DE PROYECTO (2010)	6,380 HAB.
COEF. DE VAR. DIARIA	6,303 HAB.
COEF. DE VAR. HEMERIA	1.20
GASTO MEDIO	10.347 LPS
GASTO MAXIMO DIARIO	12.417 LPS
GASTO MAXIMO HEMERIO	25.078 LPS
FUENTE	POZO LA CIENEGA
CONDUCCION	CONCRETO (ROBIDO Y GRAVEDAD)
REGULARIZACION	TANQUE
DISTRIBUCION	RED GRAVEDAD

VOLUMENES DE OBRA

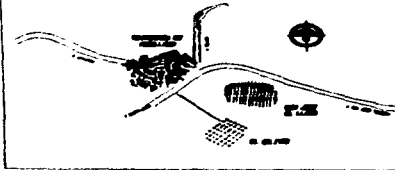
VOLUMEN DE EXCAVACION NAT. B	2,791.33 M ³
PLANTILLA APISONADA A MANO	233.76 M ³
RELLENO APISONADO Y COMPACTADO	2,448.80 M ³
TUBERIA DE 2 1/2" (63 MM) DE DIAM.	83.20 M
TUBERIA DE 3" (76 MM) DE DIAM.	1,282.30 M
TUBERIA DE 4" (102 MM) DE DIAM.	303.80 M
TUBERIA DE 6" (152 MM) DE DIAM.	1,676.80 M
A TUBERIAS DE 6" (152 MM) DE DIAM.	3.20 M ³



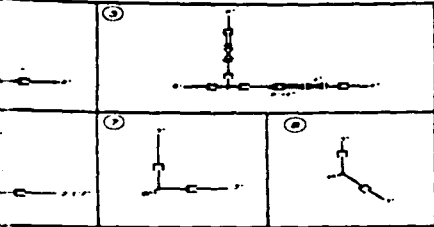
7.142
4.251
: 210



CROQUIS DE LOCALIZACION



CRUCEROS

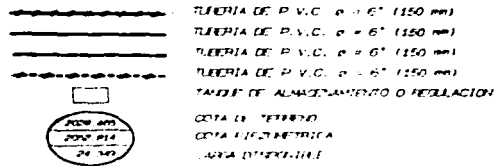


DATOS DE PROYECTO

LOCALIDAD	LA CIENEGA
MUNICIPIO	SAN JORGE EL CUARTIL
ESTADO	EL LIMÓN
COORDENADAS	COL. VALLE DE GUADALUPE
POBLACION (1980)	TEHUACATECO, CDD. MEX.
POBLACION DE PROYECTO (2010)	150 LITROS/DIA
COEF. DE VAR. DIARIA	8,380 HAB.
COEF. DE VAR. MENSUAL	8,313 HAB.
GASTO MEDIO	1.20
GASTO MAXIMO DIARIO	1.30
GASTO MAXIMO MENSUAL	10,387 lps
FUENTE	12,417 lps
CONEXION	25,878 lps
REGULACION	FONTO LA CIENEGA
DISTRIBUCION	COMBINADO (RENDIO Y GRANIZADO)
	TANQUE
	FOR GRANIZADO

VOLUMENES DE OBRA

VOLUMEN DE EXCAVACION NAT. B	2,791.33 M3
PLANTILLA APISONADA A MANO	233.75 M3
RELLENO APISONADA Y COMPACTADO	2,449.80 M3
TUBERIA DE 2 1/2" (63 MM) DE DIAM.	93.70 M
TUBERIA DE 3" (76 MM) DE DIAM.	1,262.30 M
TUBERIA DE 4" (102 MM) DE DIAM.	803.80 M
TUBERIA DE 6" (152 MM) DE DIAM.	1,698.80 M
A RECONSTRUIR 40% GASTOS POR P. 100-1000 EQUIVADO	2,000 M3



131.000
130.024
10.440

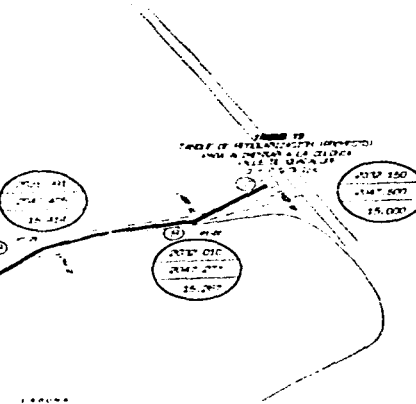
2030 800
2047 500
10.500

2000 800
2017 500
10.500

2000 800
2017 500
10.500

2000 800
2017 500
10.500

ESTADO DE INVENTARIACION (MENSUAL)
POR ADELANTADO A LA TUBERIA
VALLE DE GUADALUPE
2 DE FEBRERO DE 2014





ESTRADA LA CISTERA
D = 4 80' 100

TABLA II
CISTERA + TUBO EL FANCO
D = 12 418 100

CAPTACION - BICO PROFUNDO
LA CISTERA

2050 470
2050 474
24 340

2050 470
2050 474
24 310

2050 470
2050 474
24 310

2050 470
2050 474
24 310

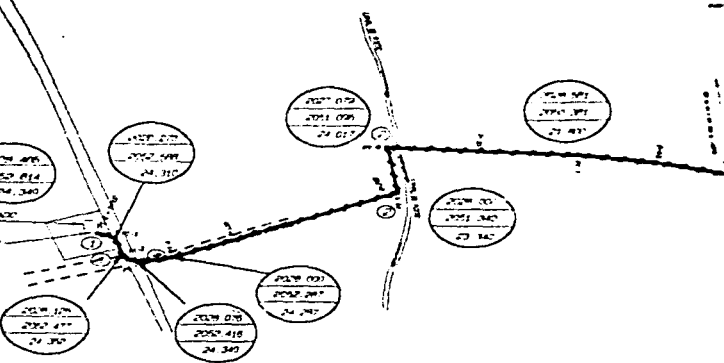
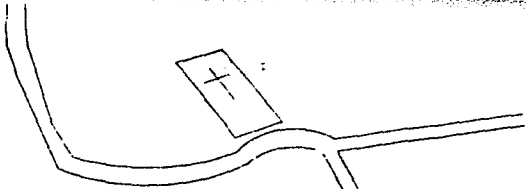
2050 470
2050 474
24 310

2050 470
2050 474
24 340

2050 470
2050 474
24 340

2050 470
2050 474
24 340

2050 470
2050 474
24 340





CEJONIA LA CAYUECA
D = 4 82' 108

TABLA DE
CISTERNAS Y TANCOS ELLENOS
D = 12 414 168

CAPTACION - AGUAS PROFUNDAS
LA CAYUECA

2027 070
2028 071
24 340

2027 072
2028 073
24 310

2027 074
2028 075
24 320

2027 076
2028 077
24 340

2027 078
2028 079
24 340

2027 079
2028 080
24 017

2027 081
2028 082
23 340

2027 083
2028 084
24 017

2027 085
2028 086
24 210

2027 087
2028 088
20 000

2027 089
2028 090
20 000

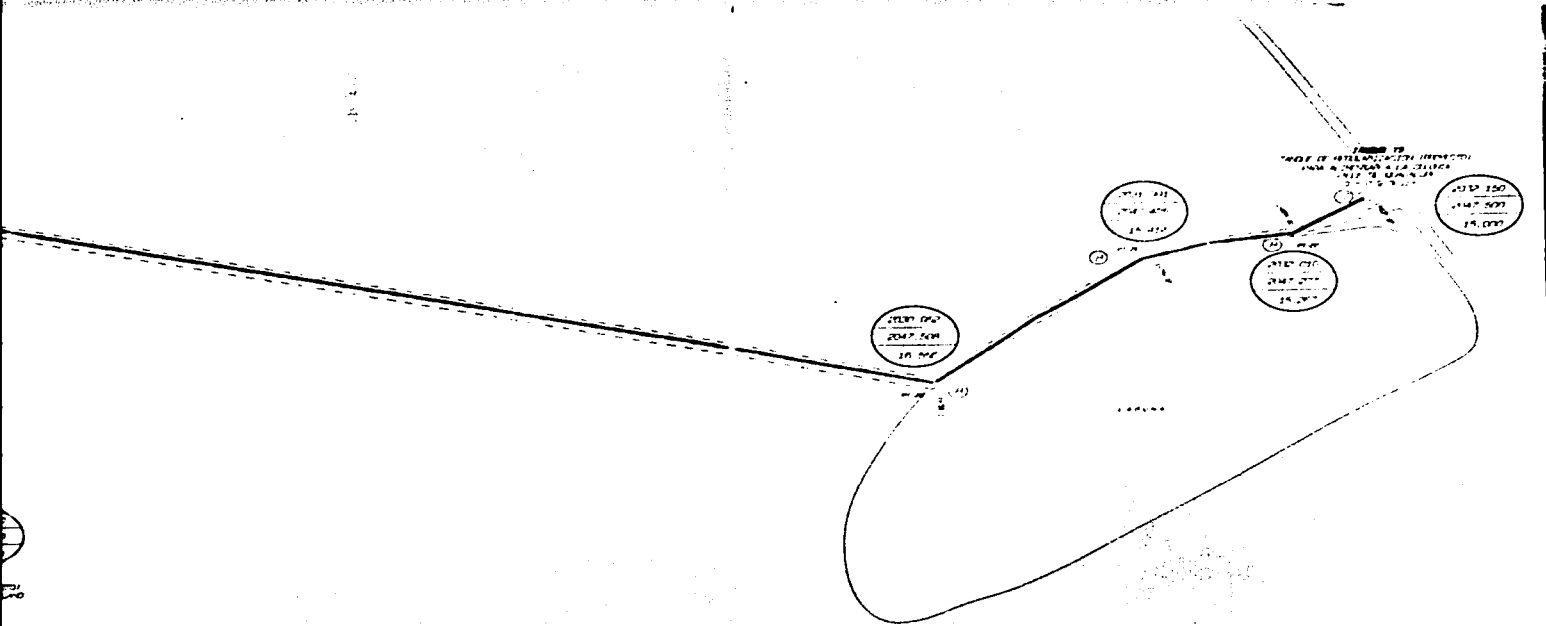
2027 091
2028 092
17 000

2027 093
2028 094
16 000

2027 095
2028 096
16 000

2027 097
2028 098
14 300

TABLA DE AGUAS PROFUNDAS (PROFUNDOS)
PARA LA CAPTACION A LA CEJONIA EL LLANO
FUENTE DE AGUAS PROFUNDAS
D = 1 000 124

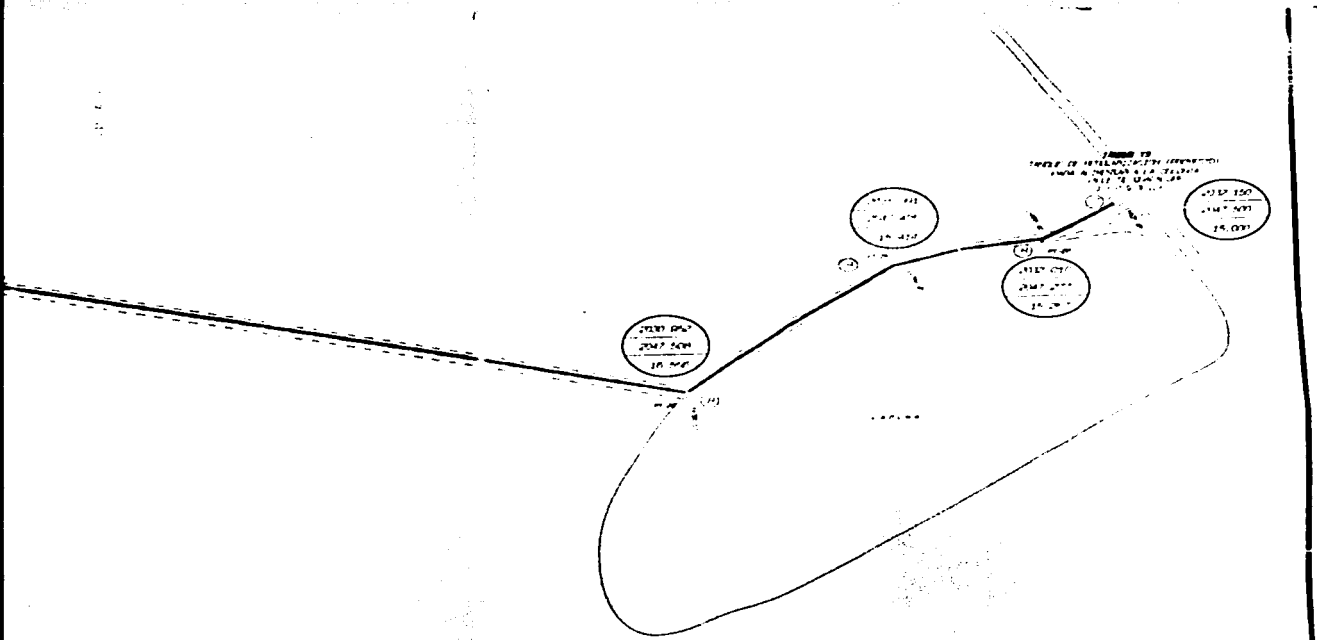


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
 PLANTEL ACATLÁN

PLANO GENERAL
 LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DEL POBLADO
 SAN JOSE EL LLANO, UBICADO EN EL MUNICIPIO
 DE TENANCAINGO, EDO. DE MÉXICO

SANTUARIO TALLER-EXTRAPROFESIONAL "CONDICIONES A PRESIÓN"

PROY: _____ PLANO: _____ CLASE: _____

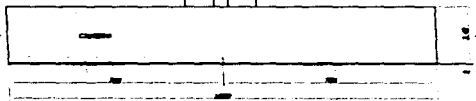
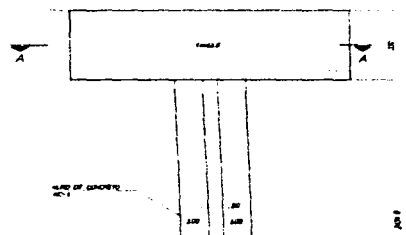


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
 PLANTEL ACATLAN

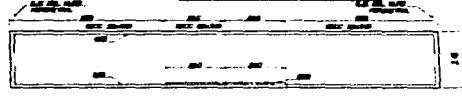
PLANO GENERAL
 LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE DEL POBLADO
 SAN JOSE EL LLANO, UBICADO EN EL MUNICIPIO
 DE TENANINGO, EDO. DE MEXICO

SANTUARIO TALLER-EXTRACURRICULAR "CONDUCCIONES A PRESTON"

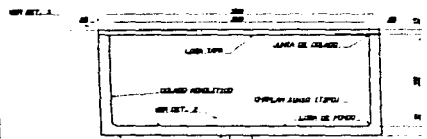
FECHA: _____ PLANO: _____ CLAVE: _____



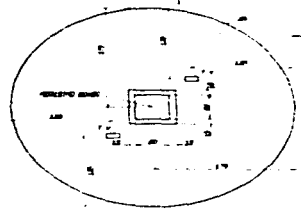
ELEVACION



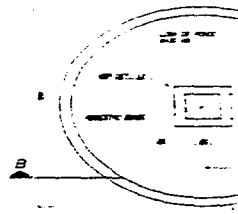
CONTRATRABE CT-1



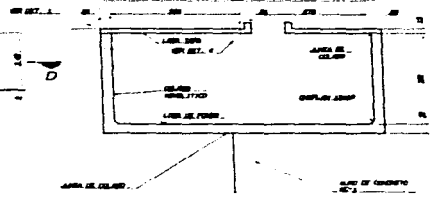
CORTE BB



LOSA TAPA DE TANQUE
PLANTA



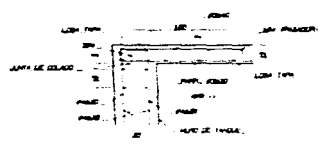
CORTE



CORTE C-C



DETALLE 2



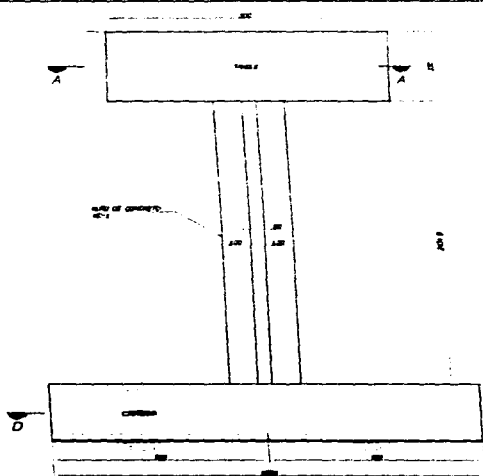
DETALLE 1



DETALLE

NOTAS GENERALES

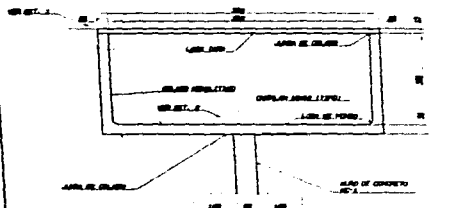
1. NOTACIONES EN CORTESES: SEÑALAR EN ESTOS CORTESES...
2. TUBO DE VENTILACION...
3. TUBO DE VENTILACION...
4. DIMENSIONES DE MATERIALES...
5. MATERIALES...
6. DETALLE DE LA UNIDAD DE LA UNIDAD...
7. DETALLE DE LA UNIDAD DE LA UNIDAD...
8. DETALLE DE LA UNIDAD DE LA UNIDAD...
9. DETALLE DE LA UNIDAD DE LA UNIDAD...
10. DETALLE DE LA UNIDAD DE LA UNIDAD...
11. DETALLE DE LA UNIDAD DE LA UNIDAD...
12. DETALLE DE LA UNIDAD DE LA UNIDAD...
13. DETALLE DE LA UNIDAD DE LA UNIDAD...
14. DETALLE DE LA UNIDAD DE LA UNIDAD...



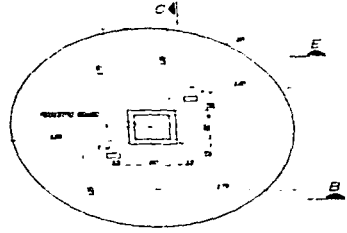
ELEVACION



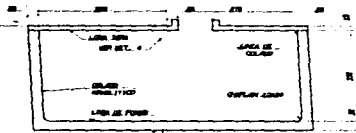
CONTRATRABE CT-1



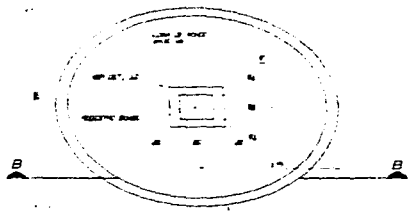
CORTE BB



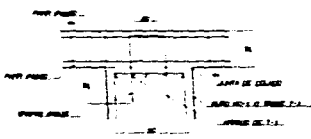
LOSA TAPA DE TANQUE



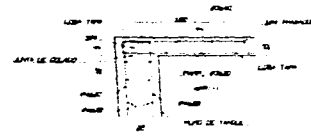
CORTE C-C



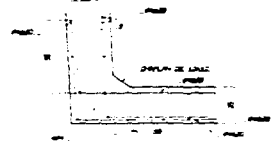
CORTE A-A



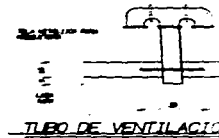
DETALLE 2



DETALLE 1



DETALLE 3

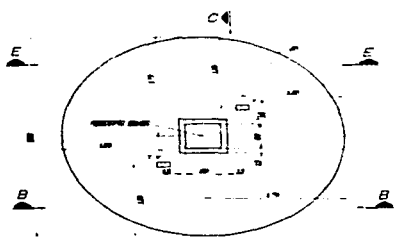


TUBO DE VENTILACION

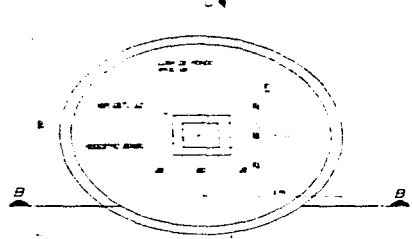


DETALLE 4

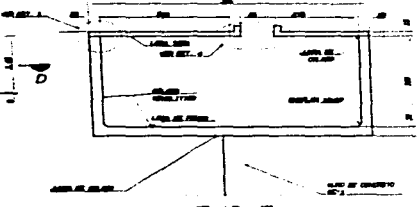
TANQUE ELEVA
LINEA DE CONCRETO
ESTRUCTURA



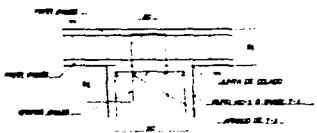
LOSA TAPA DE TANQUE



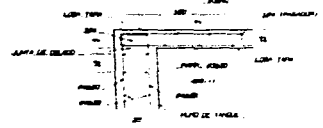
CORTE A-A



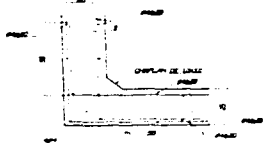
CORTE C-C



DETALLE 2



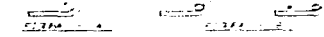
DETALLE 1



DETALLE 3

NOTAS GENERALES

1. REVISAR LOS DIMENSIONES MARCADAS EN ESTOS DISEÑOS PARA EVITAR ERRORES.
2. VERIFICAR LAS CANTIDADES DE MATERIALES QUE SE REQUIERAN EN ESTOS DISEÑOS PARA EVITAR ERRORES EN LA OBRERA.
3. VERIFICAR LAS CANTIDADES DE MATERIALES QUE SE REQUIERAN EN ESTOS DISEÑOS PARA EVITAR ERRORES EN LA OBRERA.
4. REVISAR LOS DIMENSIONES MARCADAS EN ESTOS DISEÑOS PARA EVITAR ERRORES.
5. REVISAR LOS DIMENSIONES MARCADAS EN ESTOS DISEÑOS PARA EVITAR ERRORES.
6. REVISAR LOS DIMENSIONES MARCADAS EN ESTOS DISEÑOS PARA EVITAR ERRORES.
7. REVISAR LOS DIMENSIONES MARCADAS EN ESTOS DISEÑOS PARA EVITAR ERRORES.
8. REVISAR LOS DIMENSIONES MARCADAS EN ESTOS DISEÑOS PARA EVITAR ERRORES.
9. REVISAR LOS DIMENSIONES MARCADAS EN ESTOS DISEÑOS PARA EVITAR ERRORES.
10. REVISAR LOS DIMENSIONES MARCADAS EN ESTOS DISEÑOS PARA EVITAR ERRORES.



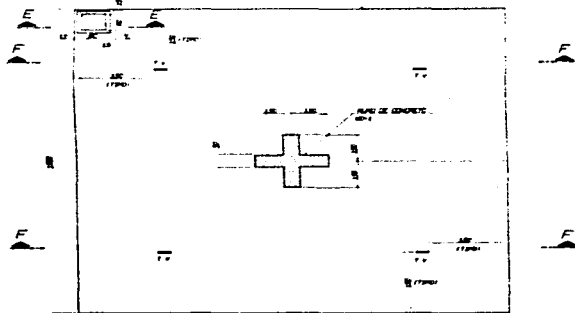
TUBO DE VENTILACION T.V.



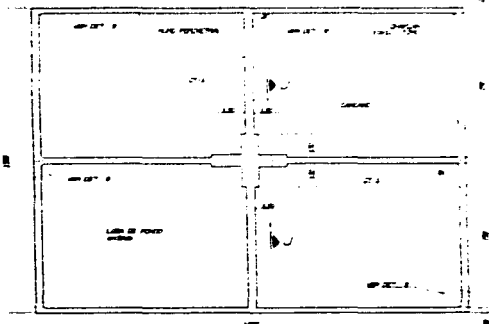
DETALLE 4

TANQUE ELEVADO Y CISTERNA

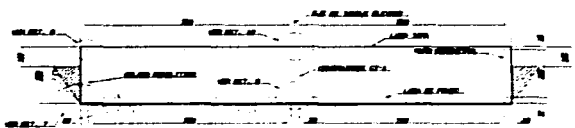
NOMBRE DEL PROYECTO		ES
LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL FLUIDO AL LUGAR		01
ESTRUCTURA		
NO.	ES.	ES.



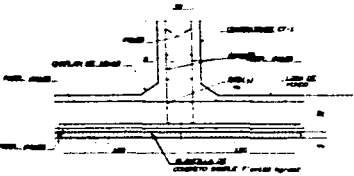
LOSA TAPA DE CISTERNA



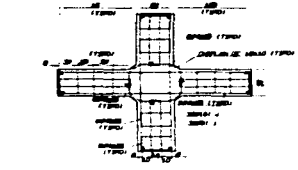
CORTE D-D



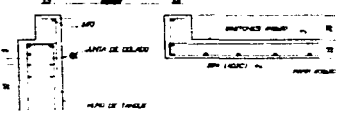
CORTE F-F



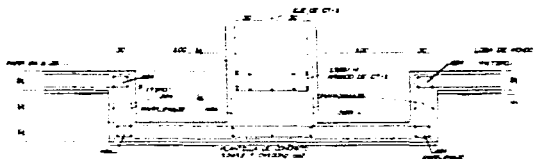
DETALLE 9



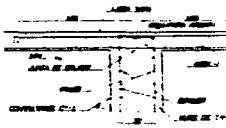
MUR DE CONCRETO MC-1



CORTE E-E

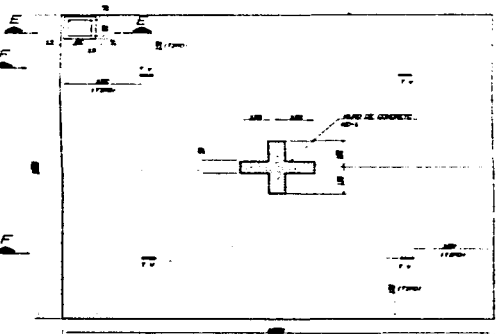


CORTE J-J

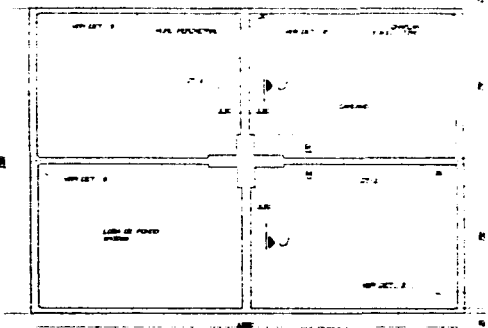


DETALLE

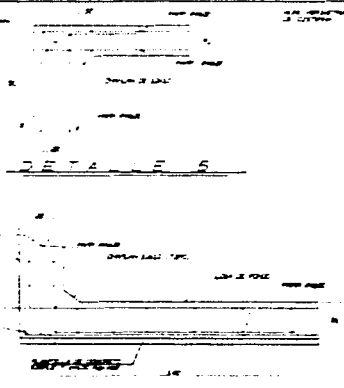
DETALLE



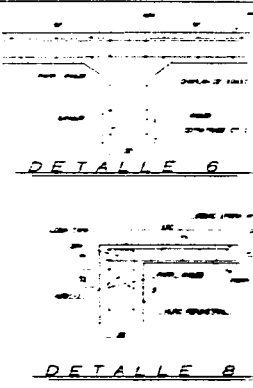
LOSA TAPA DE CISTERNA



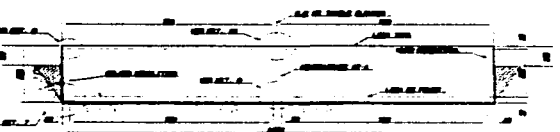
CORTE D-D



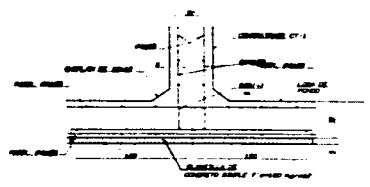
DETALLE 5



DETALLE 6



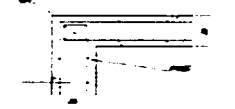
CORTE F-F



DETALLE 9



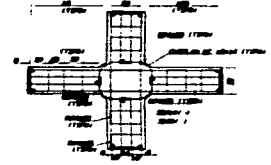
DETALLE 10



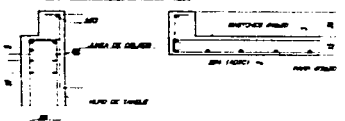
DETALLE 11

NOTAS COMPLEMENTARIAS

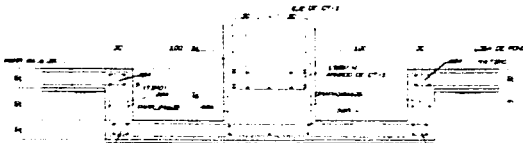
- 1- VERSE LAS ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES Y SU CALIDAD.
- 2- VERSE LAS ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES Y SU CALIDAD.
- 3- VERSE EL DISEÑO QUE SE UTILICE EN LA CONSTRUCCION DE LA ESCALERA.
- 4- LA CANTIDAD DE CEMENTO QUE SE UTILICE EN LA CONSTRUCCION DE LA ESCALERA.
- 5- EL MALLADO DE CEMENTO QUE SE UTILICE EN LA CONSTRUCCION DE LA ESCALERA.
- 6- VERSE LAS ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES Y SU CALIDAD.



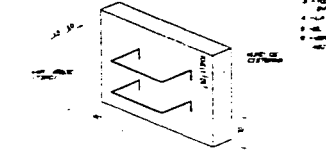
MURO DE CONCRETO MC-1



CORTE E-E



CORTE J-J



DETALLE DE ESCALERA MARINA

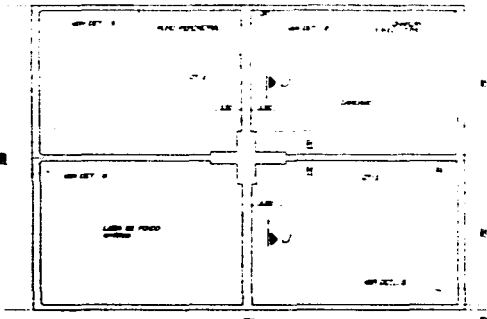
TANQUE ELVADO Y CISTERNA

AREA DE ELVACION
AREA DE CISTERNA

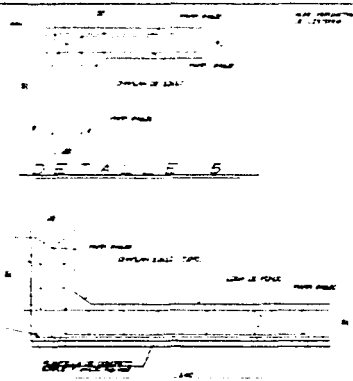
AREA DE CONCRETO EN PARED Y LAJAS

ESTRUCTURAL

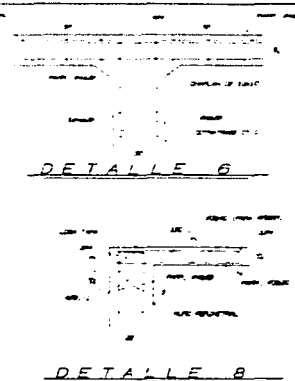
NO.	ED.	OT.
-----	-----	-----



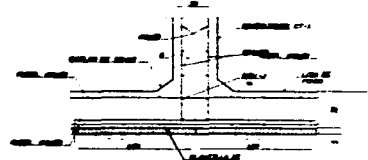
CORTE D-D



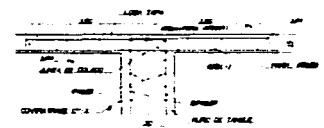
DETALLE 7



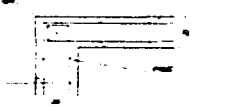
DETALLE 8



DETALLE 9



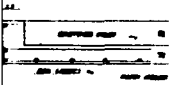
DETALLE 10



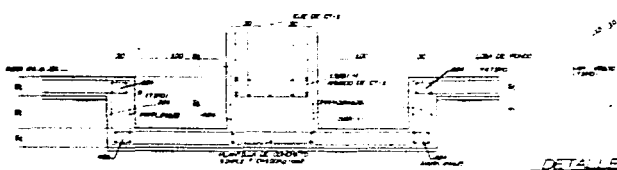
DETALLE 11

NOTAS COMPLEMENTARIAS

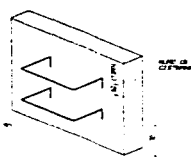
1. TORNILLOS LAS ANCHURAS DEBEN SER DE 10 CM Y DEBEN SER DE ACERO INOXIDABLE CON UN ALICATE DE 10 CM DE LONGITUD.
2. REVOCO EL CEMENTO DE 1 CM DE ESPESOR EN LA SUPERFICIE DE LA ESCALERA LA PREPARACION DEBE SER:
3. LA DIRECCION GENERAL DEL TORNILLO ES DE 45 GRADOS.
4. SE DEBE DE CELEBRAR UN CONTRATO DE OBRAS DE REVOCO Y PINTADO EN EL PUNTO DE ENTREGA DEL MATERIAL CON LA PREVISION DE LOS PUNTOS DE ENTREGA Y DISTRIBUCION DE LOS MATERIALES. VER LOS DETALLES DE OBRAS DE LAS OBRAS.



CORTE E-E



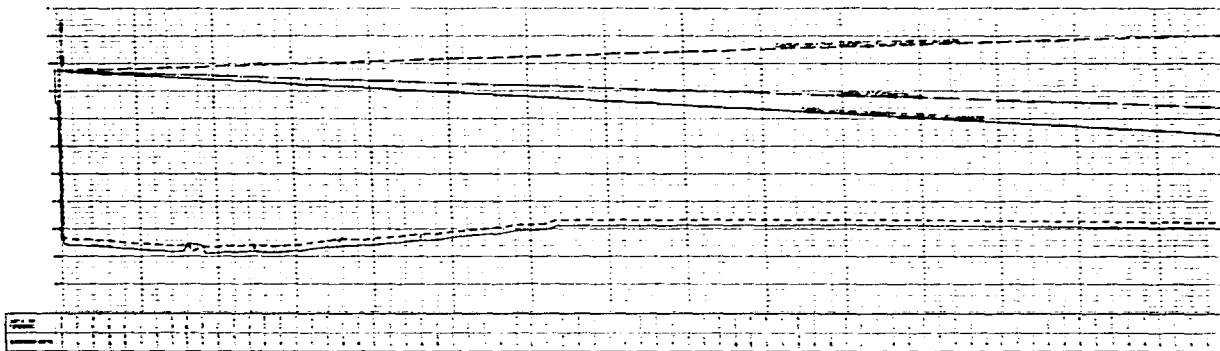
CORTE J-J



DETALLE DE ESCALERA MARINA

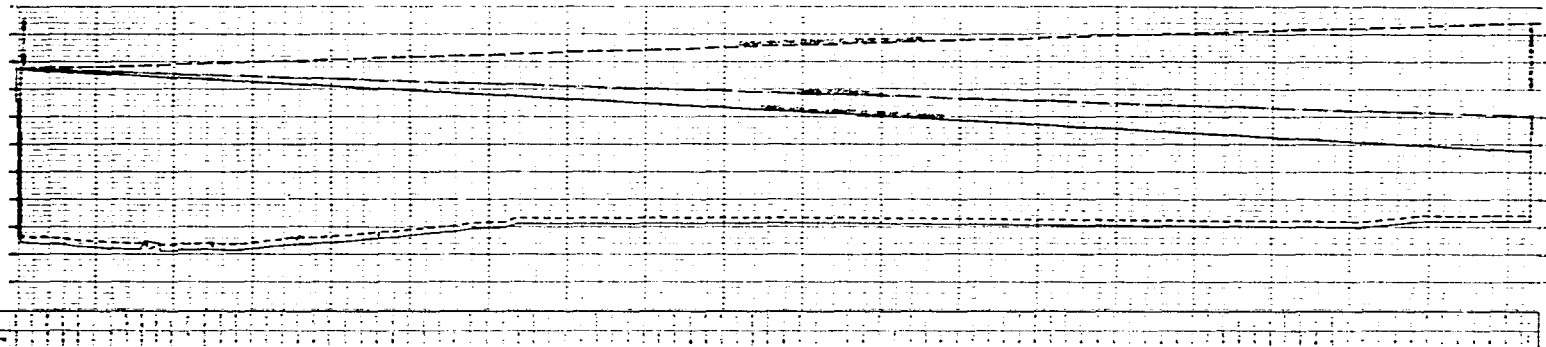
TABLA ELVADO + CISTERNA	
ELVADO + CISTERNA	ES 02
LINEA 3 DIVISION DEL PISO Y LA LINEA	
ELVADO	
ESP.	OP.

PERFIL DEL TRAMO - TANQUE 1 AL TANQUE 3



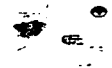
CARGA MAXIMA Y CARGA MINIMA DURANTE EL GOLPE DE

PERFIL DEL TRAMO - TANQUE 1 AL TANQUE 3

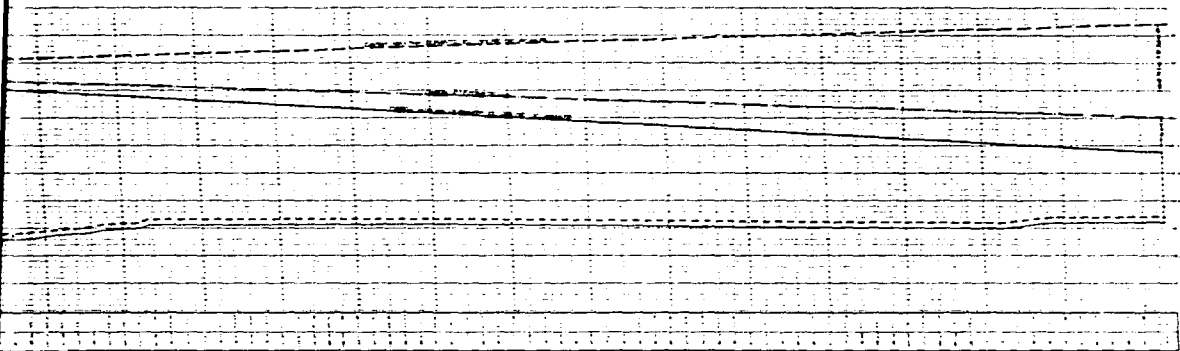


CARGA MAXIMA Y CARGA MINIMA DURANTE EL GOLPE DE ARIETE

EN ESTE DISEÑO SE CONSIDERA EL TUBO DE 10" DE DIAMETRO
 EN LA LINEA DE TUBERIA DE 10" DE DIAMETRO EN EL TUBO DE 10"
 EN LA LINEA DE TUBERIA DE 10" DE DIAMETRO EN EL TUBO DE 10"
 EN LA LINEA DE TUBERIA DE 10" DE DIAMETRO EN EL TUBO DE 10"
 EN LA LINEA DE TUBERIA DE 10" DE DIAMETRO EN EL TUBO DE 10"



PERFIL DEL TRAMO - TANQUE 1 AL TANQUE 3



MAXIMA Y CARGA MINIMA DURANTE EL GOLPE DE ARIETE

EN ESTE DIBUJO SE MUESTRAN LAS CARGAS DE ARIETE
EN LOS PUNTOS DE INTERES DE LA LINEA DE TUBERIA
DURANTE EL GOLPE DE ARIETE.
SE MUESTRAN LAS CARGAS DE ARIETE EN LOS PUNTOS
DE INTERES DE LA LINEA DE TUBERIA DURANTE EL
GOLPE DE ARIETE EN LOS PUNTOS DE INTERES.

PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION

1955

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO**
ERNEST W. STEEL
EDITORIAL GUSTAVO GILI, S.A.
BARCELONA, 1965

- 2.- ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**
VOLUMEN 1
ENRIQUE CESAR VALDEZ
U.N.A.M. FACULTAD DE INGENIERIA
MEXICO, 1990

- 3.- CONDUCCIONES A PRESION**
MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES
HIDROTECNICA A.2.3
C.F.E., MEXICO, 1981

- 4.- FUNDAMENTOS DE HIDRAULICA**
SILVESTRE PASCHOAL
EDITORIAL LIMUSA
MEXICO, 1983

- 5.- GOLPE DE ARIETE**
MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES
HIDROTECNICA A.2.6
C.F.E., MEXICO, 1981

- 6.- HIDRAULICA - JOHNSON**
PERFORACION DE POZOS PROFUNDOS
SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS.

- 7.- INGENIERIA DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS**
LINSLEY R.K. Y FRANCINI J.B.
EDITORIAL CECSA
MEXICO, 1984

- 8.- MANUAL DE LOS POZOS PEQUEÑOS**
ULRIC P. GIBSON, REXFORD D. SINGER
IMPRESIONES EDITORIALES, S A
MEXICO, 1986
- 9.- MECANICA DE LOS FLUIDOS E HIDRAULICA**
TERCERA EDICION INGLESA
GILES R., EVETT J. Y LIU C.
EDITORIAL MC GRAW HILL
ESPAÑA, 1994
- 10.- TEORIA DEL GOLPE DE ARIETE Y SUS APLICACIONES EN INGENIERIA
HIDRAULICA**
MANCIBO DEL CASTILLO URIEL
EDITORIAL LIMUSA
MEXICO, 1987