UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

U. A. B. C.

INGENIERIA

UA BC

ENSENADA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

PROYECTO DE TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO ALTERNATIVO DE LINEA DE CONDUCCION Y RED DE DISTRIBUCION EN EL FRACCIONAMIENTO POPULAR 1989

ELABORADO POR:

ROSENDO GARZA CARREON
RAFAEL ALCANTAR GARDUÑO

ESCUELA DE INGENIERIA , DICIEMBRE DE 1997

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

ING. JOEL HERNANDEZ BLANKET
PRESIDENTE
(DIRECTOR DE TESIS)

ARQ. HECTOR DANIEL CHAVEZ PEREZ
SINODAL PROPIETARIO
(ASESOR DE TESIS)

ING. OSWALDO RIVAS PAYA
SINODAL PROPIETARIO

ING. JOSE GUSTAVO MORALES NAVA
SINODAL PROPIETARIO

ING. PABLO ANDRES ROUSSEAU FIGUEROA
SINODAL PROPIETARIO

INDICE

I.- INTRODUCCION 1

1.1.- Generalidades 1
1.1.1.- Clasificación del sistema de abastecimiento de agua potable 1
1.2.- Antecedentes 3
1.3.- Descripción del area de estudio 4
1.4.- Descripción del proyecto 5
1.5.- Objetivo del proyecto 6

II.- ELEMENTOS BASICOS Y PARAMETROS PARA LA ELABORACION DEL PROYECTO 7

2.1.- Componentes del sistema 7
2.2.- Datos básicos para la elaboración del proyecto 8
2.2.1.- Estudios topográficos 8
2.3.- Periodo de diseño y vida útil 10
2.3.1.- Periodo de diseño 10
2.3.2.- Vida útil del sistema 11
2.4.- Población 12
2.4.1.- Población actual 12
2.4.2.- Población de proyecto 13
2.5.- Parámetros de diseño 14
2.5.1.- Consumo 14
2.5.2.- Dotación 15
2.5.3.- Coeficientes de variación 15
2.5.4.- Gastos de diseño 16
2.5.4.1.- Gasto medio diario 16
2.5.4.2.- Gasto máximo diario 16
2.5.4.3.- Gasto máximo horario 17

III.- DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION 18

3.1.- Definición 18
3.2.- Consideraciones de diseño 18
3.3.- Perfil del terreno 19
3.4.- Carga hidráulica 20
3.5.- Cálculo hidráulico 21

IV.- DISEÑO DE ESTACION DE BOMBEO PARA LA LINEA DE CONDUCCION 22

4.1.- Introducción 22
4.2.- Tubería de succión 23
4.2.1.- Longitud mínima de sumergencia 23
4.2.2.- Pérdidas de carga en la succión 24
4.2.3.- Demanda de levante dinámico total de succion (TDSL dem) 25
4.2.4.- Altura neta positiva de succión (NPSH) 26
4.2.4.1.- Cálculo de la altura neta positiva de succión (NPSH disp) 26

4.3.- Selección del equipo de bombeo 26
4.3.1.- Condiciones para el seleccionamiento de equipo de bombeo 27

4.3.2.- Características del equipo seleccionado 27
4.3.3.- Punto de funcionamiento del sistema 27
4.4.- Revisión del equipo de bombeo 29
4.4.1.- Cavitación 29
4.5.- Sistema de bombeo resultante 30

V.- TANQUE REGULADOR 31

5.1.- Definición 31
5.2.- Criterios de dimensionamiento 31
5.3.- Capacidad de regulación 32
5.3.1.- Variación del consumo en un día 32
5.3.2.- Cálculo del coeficiente de regulación 33
5.3.3.- Cálculo de la capacidad de regularización del tanque 34
5.4.- Dimensionamiento del tanque regulador 34
5.4.1.- Dimensionamiento obtenido 34
5.4.2.- Fontanería y accesorios del tanque regulador 34

VI.- RED DE DISTRIBUCION 36

6.1.- Introducción 36
6.2.- Tuberias en la red de distribución 36
6.3.- Requerimientos contra incendios 36
6.4.- Cruceros de la red 37
6.5.- Consideraciones de diseño 37
6.6.- Método de Hardy Cross para el análisis de la red 38
6.7.- Red de distribución por gravedad 39
6.7.1.- Propuesta de la red 39
6.7.2.- Datos del proyecto 39
6.7.3.- Análisis hidráulico 40
6.8.- Red de distribución por bombeo 42
6.8.1.- Propuesta de la red 42
6.8.2.- Datos del proyecto 42
6.8.3.- Análisis hidráulico 43
6.8.4.- Selección del equipo de bombeo para la red de distrubución 45
6.8.4.1.- Tubería de succión 45
6.8.4.2.- Pérdidas en la tubería de succión 46
6.8.4.3.- Cálculo de la demanda de levante dinámico tota de succión (TDSL dem) 47
6.8.4.4.- Altura neta positiva de succión (NPSH disp) 47
6.8.4.5.- Condiciones para el seleccionamiento del equipo de bombeo 48
6.8.4.6.- Carga dinámica total 48
6.8.4.7.- Selección de la bomba 49
6.8.4.8.- Rango de operación del sistema 50
6.8.4.9.- Revisión del equipo de bombeo 50
6.8.4.10.- Sistema de bombeo resultante 51
6.8.5.- Diseño del tanque hidroneumático 52
6.8.5.1.- Selección del tanque hidroneumático 53

VII.- CATALOGO DE CONCEPTOS 54

VIII.- CONCLUSION 55
IX.- BIBLIOGRAFIA 58
X.- PLANOS 59

I.- INTRODUCCION

I.- INTRODUCCION

1.1.- GENERALIDADES

El abastecimiento de agua a sido para el hombre un factor importante que marca el desarrollo de cualquier comunidad, en el transcurso de la historia se han hecho esfuerzos por hacer llegar este vital líquido para satisfacer las necesidades más básicas. Esto a propiciado que el hombre utilice su ingenio y creatividad para sortear las diferentes dificultades que representa el emprender una obra de esta naturaleza.

Desde los más remotos tiempos se conocen obras hidráulicas de cierta importancia. Se tienen registros de que en Mesopotamia existían canales de riego, construidos en la planicie situada entre los ríos Tigris y Eufrates; en Nipur (Babilonia), existían colectores de aguas negras desde el año 3,750 a.C.

El primer sistema público de abastecimiento de agua de que se tiene noticia es el acueducto de Jerwan, construido en Asiria en el año 691 a.C. y los Romanos construyeron grandes acueductos en varias partes del mundo a partir del 312 a.C.

Apenas en el siglo XIX, con el desarrollo de la producción de tubos de fierro fundido capaces de resistir presiones internas relativamente elevadas, con el crecimiento de las ciudades y la importancia cada vez mayor de los servicios de abastecimiento de agua, además, consecuencia del empleo de nuevas máquinas hidráulicas, la hidráulica tuvo un progreso rápido y acentuado.

En la actualidad el procesamiento de datos con auxilio de computadoras a contribuido grandemente a la solución de problemas técnico-económico en la realización de los proyectos hidráulicos. La aparición de nuevos materiales a facilitado su construcción y elevado el periodo de vida de los diferentes sistemas.

1.1.1.- Clasificación del sistema de abastecimiento de agua potable

Los sistemas de abastecimiento público de agua se clasifican dentro de la hidráulica urbana, la cual también es una rama de la hidráulica aplicada, para una mejor comprensión se presenta a continuación las subdivisiones de la hidráulica :

- Hidráulica
  - General
    - Hidrostática
    - Hidrodinámica
  - Aplicada

A su vez la hidráulica aplicada se subdivide en:

- Hidráulica aplicada
  - Hidráulica urbana
    - **Sistemas de abastecimiento de agua**
    - Sistemas de alcantarillado sanitario
    - Sistemas de desague pluvial
    - Drenaje de areas
  - Hidráulica rural
    - Riego o irrigación
    - Drenaje
  - Hidráulica Fluvial
    - Ríos
    - Canales
  - Hidráulica Marítima
    - Puertos
    - Obras marítimas en general
  - Instalaciones hidráulicas industriales
  - Técnica hidroeléctrica

1.2.- ANTECEDENTES

La concentración de la población en núcleos cada vez mayores trae consigo múltiples problemas, de los cuales se consideran como prioritarios la falta de los servicios de electrificación, agua potable y alcantarillado sanitario. En nuestro caso en particular se estudiara el problema para dar solución al abastecimiento de agua al fraccionamiento Ampliación Popular 1989.

Dicho fraccionamiento no cuenta con este servicio y en este se encuentra un asentamiento de población considerable. Por tal razón nace la necesidad de cubrir la demanda de agua potable en esta localidad.

Para que se pueda realizar una obra de este tipo se tiene que contar con la participación de la comunidad y de las instituciones gubernamentales de una forma conjunta y coordinada, para lograr un avance representativo en los lineamientos de bienestar social.

Dentro de la primera etapa de las actividades que han de realizar, se debe de tomar la decisión de seleccionar los elementos constitutivos de la obra total, deberá tenerse un buen juicio a fin de que la selección sea acertada y justifique las erogaciones que se deberán hacer, en cuanto a la calidad y durabilidad de los materiales, ya que, como todas las obras de interés social, el abastecimiento de agua potable representa un esfuerzo importante de la comunidad.

Para la realización del presente trabajo nos basamos en el manual de normas para la elaboración de proyectos de obras de aprovisionamiento en localidades urbanas de la República Mexicana y en el manual de lineamientos técnicos para la elaboración de estudios y proyectos de agua potable y alcantarillado sanitario de la Comisión Nacional del Agua.

1.3.- DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El fraccionamiento Ampliación Popular 1989 se localiza en el noreste de la cuidad de Ensenada, en los linderos de la zona urbana. Colinda al norte y al este con el Ejido Adolfo Ruíz Cortínez, al sur y al oeste con la fracción "E" de la porción sur de la fracción 3, y colinda al oeste con el fraccionamiento Popular 1989.

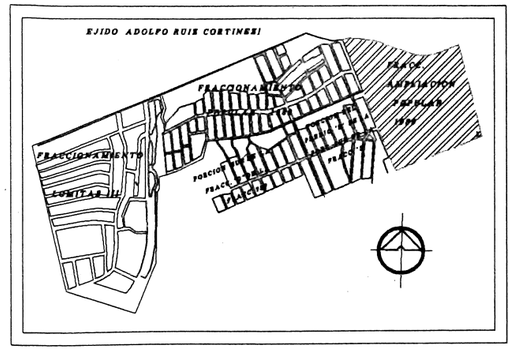
Los usos del suelo en el fraccionamiento están de acuerdo a los contempaldos por la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología y es de la siguiente forma: se encuentra dividido en 44 manzanas, incluyendo las areas de vivienda, de reserva, de equipamiento urbano, comercial y escolar. El area destinada a vivienda se subdividió en 1,069 lotes. Se cuenta con una superficie total de 44.705 Ha. de la cual 25.83 Ha. que representan el 57.77 % del area total están destinadas para el area de vivienda, el 32.41 % es para el area de vialidad y suma una superficie de 14.49 Ha. El resto del area representa el 9.82 % de la superficie total del fraccionamiento (Plano No. 2).

La polígonal del fraccionamiento es de forma irregular, su topografía presenta pendientes muy pronunciadas en algunas areas. El tipo de suelo es relativamente homogéneo, debido a que esta formado principalmente por arena-arcillosa (granito) distribuida en toda el area. El clima que predomina es el templado mediterráneo con una temperatura que oscila ente los 12 ° C. y los 28°C.

FRACCIONAMIENTO POPULAR 1989

FRACCION "E", DE LA PORCION SUR, DE LA FRACCION 3

FRACCION "E", DE LA PORCION SUR, DE LA FRACCION 3



PLANTA DE LOCALIZACION

USO DEL SUELO

AREA DE VIVIENDA	259,365 m2
AREA DE RESERVA	16,049 m2
AREA ESCOLAR	16,776 m2
EQUIPAMIENTO URBANO	6,605 m2
AREA COMERCIAL	4,346 m2
AREA DE VIALIDADES	144,914 m2
AREA TOTAL	447,055 m2

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA	ESCALA: S/E
PLANO: PLANO DE LOTIFICACION DEL FRACC. AMPL. 1989	ACOTACIONES: MTS.
PROYECTO: TESIS	FECHA: ENERO '97
ELABORO: ROSENDO GARZA C. RAFAEL ALCANTAR G. ESC. INGENIERIA	CONTENIDO: o PLANTA DE LOTIFICACION o PLANTA DE LOCALIZACION
	PLANO: 2

1.4.- DESCRIPCION DEL PROYECTO

El proyecto consiste en diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable funcional y económico para satisfacer la demanda de agua del fraccionamiento Ampliación Popular 1989. El sistema estará compuesto de las siguientes unidades: Línea de conducción, tanque regulador y la red de distribución.

La línea de conducción cuenta con una longitud de 334 m y transportará el líquido del tanque existente de 500 m3 ubicado a una altura 219 msnm, al tanque de proyecto que se localizará en la cota 232 msnm. La línea funcionará por el sistema de bombeo ya que existe una diferencia de nivel entre los depósitos mencionados. Se utilizará tubería P.V.C., C-900 segun norma AWWA y piezas especiales de fierro fundido.

La línea de conducción consta de una estación de bombeo que elevará el agua del tanque existente al tanque de proyecto, la cual estará provista de dos bombas centrífugas acopladas a un motor eléctrico cada una. La estación funcionará con el sistema alternativo 1 + 1.

El tanque regulador será de 300 m3 de capacidad, volumen calculado de acuerdo a coeficiente de regulación obtenido de la variación del consumo de agua en un día. El depósito regulador tendrá la función de regular los regímenes de aportación y de consumo, asegurar el caudal instantáneo contra incendios y garantizar el suministro necesario en un día de máximo consumo.

La red de distribución se dividirá en dos partes independientes entre sí que son: Una red de distribución que funcionará por gravedad y otra por el sistema de bombeo.

La red de distribución por gravedad proporcionará agua al 67.35 % del total de predios del fraccionamiento Ampliación Popular 1989, esto de acuerdo a la topografía del lugar y considerando como carga hidráulica mínima 10.00 m.c.a., se utilizara tubería P.V.C. , C-900 y piezas especiales de fierro fundido. La red será alimentada por el tanque regulador de proyecto.

La red de distribución por bombeo abastecerá al 32.65 % del total de los predios, ya que en estos es en donde no se cuenta con la presión mínima permisible de 10.00 m.c.a. Para lograr alcanzar esta presión será necesario la utilización de bombas seleccionadas de acuerdo a las características de la zona por abastecer.

La red de distribución por bombeo será abastecida por el tanque regulador de proyecto, para su construcción se utilizara tubería P.V.C., C-900 y piezas especiales de fierro fundido.

La bomba que dará servicio a la red de distribución, funcionará con sistema hidroneumático ya que existe variación en el consumo de agua . Esto para proteger el equipo de bombeo y asegurar que no exista escasez en las horas de mayor demanda.

1.5.- OBJETIVO DEL PROYECTO

La finalidad de este proyecto es proporcionar una alternativa adecuada para el sistema de abastecimiento de agua del fraccionamiento Ampliación Popular 1989.

El objetivo principal es obtener un proyecto que sea funcional en los aspectos técnico y económico, el cual deberá satisfacer las demandas más generales de la población de dicho asentamiento y satisfacer así la demanda a mediano y largo plazo.

En base a lo anterior y de acuerdo a los alcances del proyecto y a los términos de referencia proporcionados por la Comisión Nacional del Agua, se desarrollará este trabajo.

II.- ELEMENTOS BASICOS Y PARAMETROS PARA ELABORACION DEL PROYECTO

2.2.- DATOS BASICOS PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

Para la implantación del sistema de abastecimiento público de agua potable, se hace necesario la elaboración de estudios con miras a la definición precisa de las obras que se van a emprender. El proyecto deberá tener capacidad no solamente para las necesidades actuales, sino también futuras de la comunidad.

Para efectuar el proyecto deberán ser reunidas una serie de datos y elementos básicos que posibiliten un perfecto diagnóstico de la localidad que va a ser abastecida, tales como se indican a continuación:

- Datos demográficos de la localidad
- Plano de lotificación de la localidad
- Plano topográfico de la localidad
- Datos sobre la infraestructura existente
- Dotación
- Gasto medio diario
- Gasto máximo diario
- Gasto máximo horario
- Coeficientes de variación
  - a) diario
  - b) horario
- Fuente de abastecimiento
- Tipo de conducción
- Capacidad de regulación
- Tipo de distribución
  - a) por gravedad
  - b) por bombeo

2.2.1.- Estudios topográficos:

Definición:

Es el conjunto de actividades de campo y gabinete que tienen como finalidad proporcionar información altimétrica y/o planimétrica, para representarlos en planos y a una escala adecuada.

Los estudios topográficos se realizan en los siguientes niveles:

1. Levantamiento topográfico de baja precisión:

Son aquellos levantamientos que no requieren de gran precisión, tales como los destinados para elaborar anteproyectos de zonas urbanas o proyectos de localidades rurales. Se realizan con equipo de segundo orden como son: cinta, brújula compensada, altímetro calibrado, transito con lecturas angulares al minuto, nivel de mano y nivel fijo tipo americano.

2. Levantamientos topográficos definitivos:

Este tipo de levantamientos se realizan con una precisión mayor a la utilizada en los levantamientos preliminares, se efectúa con equipo de primer orden el cual incluye distanciometro electrónico, teodolito con lectura micrometrica y nivel fijo automático.

- Recopilación de información:

Para la elaboración de los levantamientos topográficos utilizados en los proyectos de agua potable y alcantarillado, se debe recabar previamente la información cartográfica, fotogramétrica y topográfica existente sobre el area de estudio.

La información mínima que se debe de recopilar es la cartografía, editada por las dependencias, entidades de la federación y gobierno estatal.

De existir levantamientos topográficos anteriores a la zona de estudio, se analiza la información para determinar la posibilidad de utilizarlos, actualizarlos o complementarlos, según sea el caso.

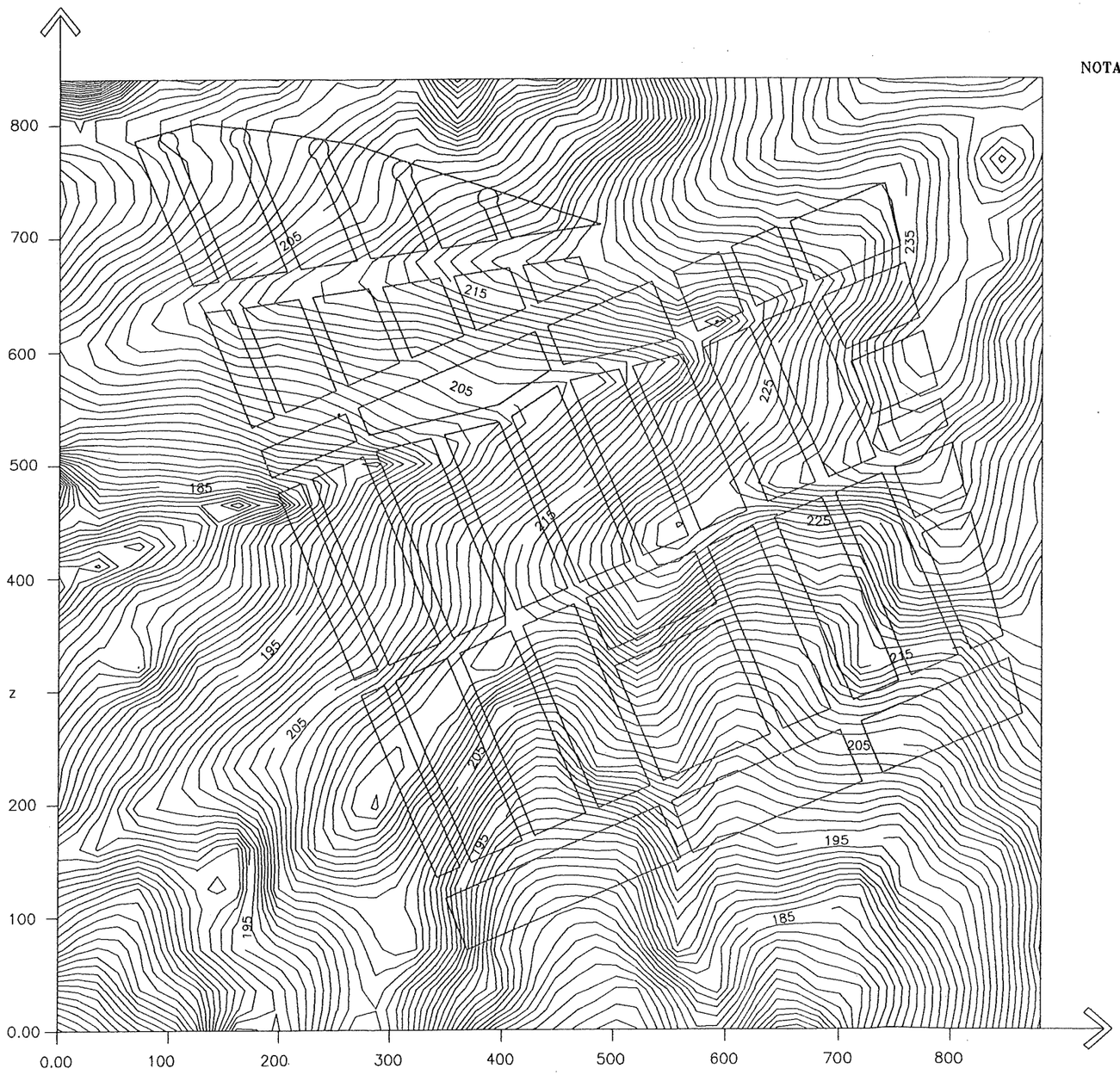
Cuando exista información topográfica de areas vecinas, se establecen los puntos de liga con respecto a el area de estudio, los mismos que deben ser referenciados.

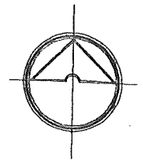
Los estudios topográficos son parte importante en la realización de la mayoría de los proyectos en ingeniería civil, porque proporcionan información detallada de las características propias de la zona donde se desarrollará el mismo.

Para un proyecto de agua potable es necesario un levantamiento planimétrico de la zona en estudio, para así proponer una solución adecuada que sea económica y funcional, de acuerdo a las características topográficas del lugar.

En función de la topografía del lugar se definen el funcionamiento hidráulica de la red de distribución, ya sea por gravedad o por bombeo y de ser necesario se divide en zonas independientes entre si. La planimetria del lugar es determinante para elegir el tipo de red por diseñar: abierta o de circuitos, la red abierta se tiene generalmente cuando la topografía y el alineamiento de las calles no permiten tener circuitos, o bien, en comunidades con predios muy dispersos. Lo recomendable es tener redes a base de circuitos, por su eficiencia hidráulica y flexibilidad de operación.

En el presente proyecto los estudios topográficos fueron proporcionados por la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada, ya que ellos contaban con los mismos, pues fueron utilizados anteriormente para fines propios de dicha dependencia. En el plano No. 1 se tiene el levantamiento topográfico de las curvas de nivel así como también se presenta el relieve topográfico de el fraccionamiento ampliación popular 1989.

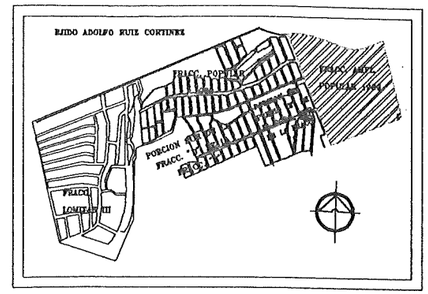




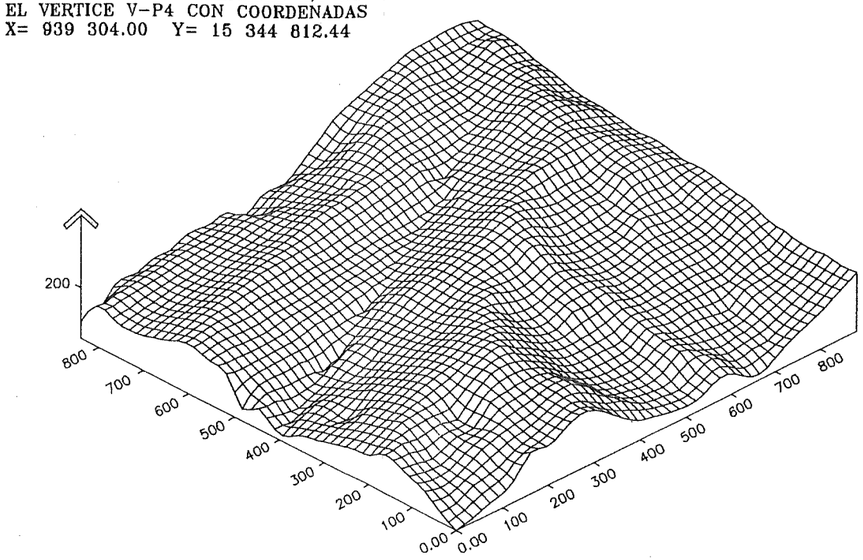
NOTA:

EL ORIGEN DE LAS ELEVACIONES ES EL BANCO DE NIVEL V-P4 LEVANTADO POR OBRAS MARITIMAS CON ELEVACION DE 6.30 m, UBICADO EN EL MUELLE

EL ORIGEN DE COORDENADAS X,Y ES EL VERTICE V-P4 CON COORDENADAS X= 939 304.00 Y= 15 344 812.44



PLANTA DE LOCALIZACION



RELIEVE TOPOGRAFICO S/E

S I B O L O G I A

CURVA MAESTRA — 230 —

CURVA AUXILIAR

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA	ESCALA: SIN
PLANO: TOPOGRAFICO	ACOTACIONES: MTS.
PROYECTO: TESIS	FECHA: ENERO '97
ELABORO: ROSENDO GARZA C. RAFAEL ALCANTAR G.	CONTENIDO: CURVAS DE NIVEL RELIEVE TOPOGRAFICO
ESC. INGENIERIA	PLANO: 1 DE: 5

2.3.- PERIODO DE DISEÑO Y VIDA UTIL

2.3.1.-Periodo de diseño:

Se entiende por periodo de diseño, el intervalo de tiempo durante el cual la obra llega a su nivel de saturación, este periodo debe de ser menor que la vida útil.

El periodo de diseño esta relacionado con los aspectos económicos y financieros, esto vinculado con el costo de la obra y la recuperación de la inversión realizada , es decir, que mientras mayor sea la tasa de interés, menor será el periodo de diseño.

En base a lo anterior, el dimensionamiento de la obra se realizará a un periodo relativamente corto, para concebir un proyecto de tamaño modular. De acuerdo con los criterios anteriores, el sistema se diseñará para un periodo de 20 años, según recomienda el manual de lineamientos técnicos para la elaboración de estudios y proyectos de agua potable y alcantarillado sanitario de la C.N.A. en la tabla 2.1 que se presenta a continuación.

ELEMENTO	PERIODO DE DISEÑO (años)
Fuente	
Pozo	5
Embalse (Presa)	Hasta 50
Línea de conducción	de 5 a 20
Planta potabilizadora	de 5 a 10
Estación de bombeo	de 5 a 10
Tanque	de 5 a 20
Distribución primaria	de 5 a 20
Distribución secundaria	a saturación
Red de atarjeas	a saturación
Colector y emisor	de 5 a 20
Planta de tratamiento	de 5 a 10

Tabla 2.1.- Periodo de diseño recomendables para los elementos de un sistema de agua potable y alcantarillado.

2.3.2.-Vida útil del sistema:

Se define como vida útil el tiempo en que se espera que la obra sirva a los propósitos de diseño, sin tener gastos de operación y mantenimiento elevados que hagan antieconómico su uso o que requiera ser eliminada por insuficiente.

En la tabla 2.2 extraída del manual de la C.N.A. mencionado anteriormente, se indica la vida útil de algunos elementos de un sistema de agua potable, considerando una buena operación y mantenimiento.

ELEMENTO	VIDA UTIL (años)
Pozo	
civil	de 10 a 30
electromecánica	de 8 a 20
Línea de conducción	de 20 a 40
Planta potabilizadora	
civil	40
electromecánica	de 15 a 20
Estación de bombeo	
civil	40
electromecánica	de 8 a 20
Tanque	
superficial	40
elevado	20
Distribución primaria	de 20 a 40
Distribución secundaria	de 15 a 30
Red de atarjeas	de 15 a 30
Colector y emisor	de 20 a 40
Planta de tratamiento	
civil	40
electromecánica	de 15 a 20

Tabla 2.2.- Vida útil recomendada para los elementos de un sistema de abastecimiento de agua.

En el periodo de la vida útil del sistema intervienen factores tales como la calidad de los materiales utilizados en el proyecto, características del agua utilizada, y factores de riesgo del propio sistema. Por lo tanto, para establecer un período adecuado de la vida útil del sistema se toman en consideración todos estos factores.

En este proyecto se tomará como período de vida útil de todo el sistema de 20 a 40 años, puesto que se utilizará tubería PVC la cual prácticamente no sufre corrosión y el tipo de suelo es estable. Con esto se asegura que el período de diseño es menor que la vida útil del sistema y se podrá recuperar la inversión según el período de diseño.

2.4.- POBLACIÓN

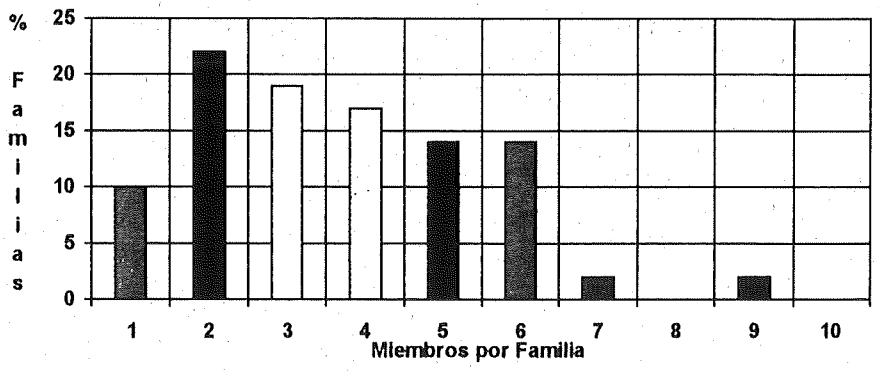
2.4.1.-Población actual:

Para determinar la población actual se utilizo información proporcionada por la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.) ya que no se cuenta con información en el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) en último censo oficial acerca de esta localidad.

La C.F.E. cuenta con un registro del número de contratos de servicio , índice de hacinamiento y cobertura del servicio de energía eléctrica. El número de contratos registrados es de 527 en el fraccionamiento ampliación 1989, lo cual representa el 49.29 % del total de viviendas de dicho fraccionamiento.

Tomando en cuenta el estudio socioeconómico realizado en el Fraccionamiento Ampliación 1989, se obtuvo que el 22 % de población es de dos miembros por familia y un 14 % es de seis miembros, como se muestra en la figura 2.1. Considerando que este último es un porcentaje relativamente alto con respecto al máximo, se determinó un total de 6 miembros por familia para el cálculo de la población de actual y de proyecto.

Figura 2.1.- Porcentaje de número de miembros por familia



En base a lo mencionado se determinó la población actual de la siguiente forma:

Pa= 527 viviendas x 6 Hab./vivienda
Pa= 3,162 Hab.

2.4.2.- Población de proyecto:

La población de proyecto es la cantidad de personas que se espera tener en una localidad al final del período de diseño del sistema.

Para la estimación de la población de proyecto se cuenta con al siguiente información:

a) Población actual de 3,162 hab.
b) Tasa de crecimiento media anual según el INEGI del 3.5 % .
c) Se calculará para un horizonte de 20 años.

Utilizando la fórmula para el cálculo de la tasa de crecimiento se obtiene lo siguiente:

$$I = \left[\left(\frac{Pf}{Pa} \right)^{1/t} \right] (100)$$

Donde:

I= tasa de crecimiento en el periodo f-a
Pf= Población futura
Pa= Población actual
t= No. de años entre la población Pf-Pa

Aplicando esta formula para el cálculo de la población futura tenemos:

$$Pf = Pa \left(\frac{I}{100} + 1 \right)^{t}$$

$$Pf = 3162 \left[(3.5/100) + 1 \right]^{20}$$

Datos:
Pa = 3162 Hab.
I = 3.5 % anual
t = 20 años
Pf = población futura

Pf_1 = 6,292 Hab. Población estimada para el año 2017

El fraccionamiento Ampliación Popular 1989 se encuentra dividido en 1069 lotes y considerando que cada vivienda tiene 6 hab/lote se calcula de nuevo la población de proyecto de la siguiente forma:

Datos:

No. de lotes	1,069 lotes
Hab/lote	6 Hab.
Población **(Pf_2)**	**6,414 hab.**

Como se puede observar la población calculada con la fórmula de la tasa de crecimiento (Pf_1) resultó menor que la población estimada de acuerdo al número de lotes (Pf_2). En base a lo anterior se tomará como población de proyecto la mayor de las dos calculadas.

Población de proyecto = 6,414 Hab.

2.5.- PARAMETROS DE DISEÑO :

2.5.1.- Consumo:

El consumo total del agua para una población suele estar distribuido entre las siguientes clases principales de consumidores: domésticos, industriales, comerciales y públicos.

El uso doméstico consta del agua suministrada a las casas habitación, departamentos, para uso como bebida, baño, lavabo, sanitario, culinario y riego de jardines. El consumo doméstico está entre el 30 y 60 % del consumo total del agua en una ciudad promedio.

El agua de consumo comercial se utiliza en edificios de tiendas y oficinas para usos sanitarios, de limpieza y en aire acondicionado. El uso comercial del agua asciende alrededor de 10 a 30 % del consumo total.

Los usos industriales del agua son diversos, pero constan principalmente de calor, enfriamiento y limpieza. No existe relación directa entre la cantidad utilizada de agua industrial y la población de la comunidad, pero suele cargarse al uso industrial entre el 20 y 50 % de la cantidad por persona por día. Por lo general, las ciudades más grandes tienen mayor industrialización y muestran un porcentaje mayor del consumo total como agua industrial.

El uso público para parques, edificios públicos y calles, contribuye en la cantidad total de agua consumida por persona. Por lo general, en esta clase de uso de agua se incluye la demanda para combatir incendios. Al rededor del 5 al 10 % de toda el agua utilizada es para uso público.

El desperdicio y el uso diverso del agua incluyen la que se pierde por fugas en la red principal, fallas de los medidores, evaporación en los depósitos y usos no autorizados. Al rededor del 10 y 15 % del consumo total puede atribuirse a pérdidas, desperdicios y usos diversos.

El consumo de agua es en función de factores inherentes de la propia localidad que se abastece, tales como: clima, nivel de vida de la población, costumbres, sistema de provisión y cobranza, calidad del agua suministrada, costo del agua, etc.

Tomando en cuenta estos factores, se hace un análisis del consumo doméstico, el cual se presenta a continuación:

Descarga sanitaria	60 lts.
Aseo personal	40 lts.
Cocina	10 lts.
Bebida	2 lts.
Lavado de ropa	10 lts.
Limpieza general	6 lts.
Riego de jardines y patios	5 lts.
Lavado de automóviles	2 lts.
Consumo doméstico	135 lts/hab/día

2.5.2- Dotación:

Se entiende por dotación el volumen de agua que considera el consumo de todos los servicios que se hacen por habitante por día, incluyendo las pérdidas. .En base a los porcentajes de consumos establecidos anteriormente, se calculó la siguiente dotación:

Consumo doméstico (60 % C.T.).....	135.00 lts/hab/día
Consumo comercial (15 % C.T.).....	33.75 lts/hab/día
Servicios públicos (10 % C.T.).....	22.50 lts/hab/día
Consumo por pérdidas (15% C.T.).....	33.75 lts/hab/día
Dotación:	225.00 lts/hab/día

2.5.3.- Coeficientes de varición:

Las condiciones climáticas, los días laborales y otras actividades, producen fluctuaciones diarias y horarias en la demanda de agua, estas dan origen a los coeficientes de variación.

Como se mencionó, los requerimientos de agua no son constantes en una población durante el año, ni durante el día, sino que la demanda varía en forma diaria y horaria. Para tener valores de los coeficientes, acordes con las demandas actuales, la C.N.A. recomienda utilizar los mencionados a continuación:

a) Coeficiente de variación diaria: También llamado coeficiente del día de mayor consumo, es la relación entre el valor del consumo máximo diario registrado en un año y el consumo medio diario relativo a este año.

$$\mathbf{Cvd = 1.2 \text{ a } 1.5}$$

El valor que generalmente se utiliza es de 1.2

b) Coeficiente de variación horaria: Llamado también coeficiente de la hora de mayor demanda, las variaciones del consumo por hora dan origen a este coeficiente.

$$\mathbf{Cvh = 1.5 \text{ a } 2.0}$$

El valor que generalmente se utiliza es de 1.5

En el presente proyecto se considerarán valores de 1.2 y 1.5 respectivamente.

2.5.4.- Gastos de diseño:

2.5.4.1.- Gasto medio diario:

Es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de una población en un día de consumo promedio.

La expresión que define el gasto medio diario, es la siguiente:

$$Qmed = \frac{PxD}{86400}$$

Donde:

Qmed = Gasto medio diario, en Lts/seg
P = Población de proyecto
D = Dotación, en Lts/hab/día
86400 = Segundos/día.

Considerando la expresión anterior tenemos que:

P = 6,414 hab
D = 225 Lts/hab/día

$$Q\ med = \frac{6414 \times 225}{86400}$$

Q med = 16.70 Lts / seg

2.5.4.2.- Gasto máximo diario:

Generalmente se utiliza para calcular el volumen de extracción diaria de la fuente de abastecimiento, el equipo de bombeo, la conducción y el tanque de regularización y almacenamiento.

Este gasto se obtiene como:

$$Q_{MD} = Cvd \times Q\ med$$

Donde:

Q_{MD} = Gasto máximo diario
Cvd = Coeficiente de variación diaria
Q med = Gasto medio diario, en Lts / seg

Debido a la expresión anterior resulta:

$Q_{MD} = 1.2 \times 16.70$
$Q_{MD} = 20.04$ Lts / seg

2.5.4.3.- Gasto máximo horario:

El gasto máximo horario, es el requerido para satisfacer las necesidades de la población en el día de máximo consumo y a la hora de máximo consumo.

Este gasto se utiliza, para calcular las redes de distribución. se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$Q_{MH} = Cvh \times Q_{MD}$$

Donde :

Q_{MH} = Gasto máximo horario, en Lts / seg
Q_{MD} = Gasto máximo diario, en Lts / seg
Cvh = Coeficiente de variación horario

Utilizando la fórmula anterior se obtiene lo siguiente:

Q_{MH} = 20.04 x 1.5
Q_{MH} =30.07 Lts / seg

III.- DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION

III.- DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION :

3.1.- DEFINICION :

Se denomina línea de conducción al conjunto de conductos, estructuras de operación, de protección y especiales, destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde el lugar de la captación hasta el punto de entrega. Se clasifican en dos tipos que son:

a).- Conducciones por gravedad.

En este tipo de líneas se conduce el agua por simple diferencia de altura entre el punto de abastecimiento y el sitio de entrega. El escurrimiento del agua de las conducciones por gravedad se puede efectuar de dos maneras: trabajando a superficie libre o funcionando a presión, siendo este caso el que se considera en la casi totalidad de las obras de conducción.

b).- Conducciones por bombeo:

En este tipo de conducciones se presenta cuando la fuente de abastecimiento o el sitio de donde se conducirá el agua está en un punto más bajo que el de lugar de destino y no es posible que el agua escurra por graveded.

Para esto se hace necesario la utilización de un equipo de bombeo, el cual produce un incremento brusco en el gradiente hidráulico para vencer todas las pérdidas de energía en la tuberia de conducción.

3.2.- CONSIDERACIONES DE DISEÑO :

Su capacidad se calcula con el gasto máximo diario, o con el que se considere conveniente tomar de la fuente de abastecimiento. En nuestro caso en particular se utilizará el gasto máximo díario Q = 20.04 lt/seg.

En la construcción de la línea de conducción se utilizará tubería de P.V.C. (policloruro de vinilo) C900 CL-100 que deberá cumplir con los estándares de la AWWA C900-89, para diámetros desde 100 mm (4") hasta 300 mm (12").

La velocidad mínima será de 0.5 m/seg, para evitar asentamientos de partículas de arrastre de agua y la velocidad máxima será de 5.0 m/seg, esto para evitar la erosión o desgaste en las paredes de la tubería de proyecto.

El coeficiente de rugosidad (n) que corresponde a la tubería de policloruro de vinilo (P.V.C.) es de 0.009, la cual se utilizará en el proyecto.

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 constrrucción y las presiones resultantes.

Se debe tener especial atención en la línea del gradiente hidráulico, ya que mientras más cercana esté la conducción a esta línea, la presión en los tubos es menor; esta condicion puede traer como consecuencia un ahorro en el costo de la tubería.

Como en casi la totalidad de las obas de conducción, las tuberías se instalan en zanja; durante el trazo topográfico debe procurarse disminuir al máximo posible, la excavación en roca.

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 Km. como máximo, y en los puntos más altos del perfil de la línea.

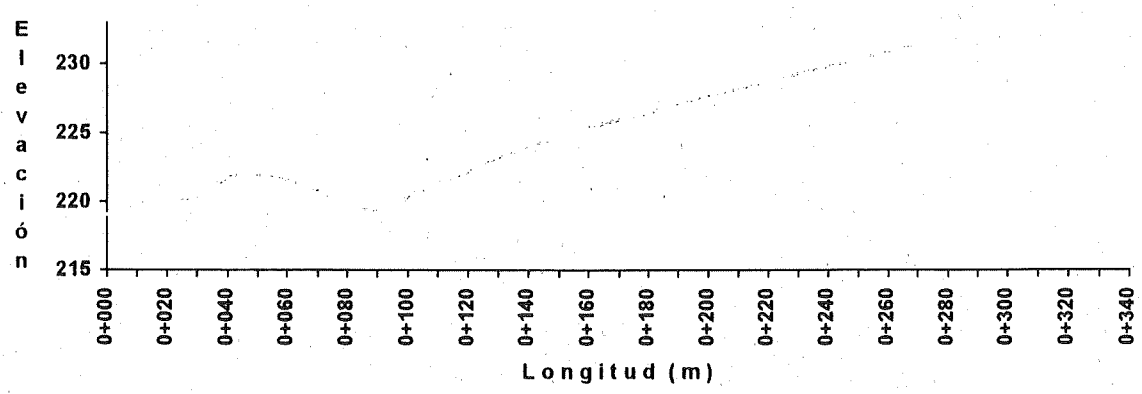
Por otra parte, los desagues se utlizan generalmente en los puntos más bajos del perfil, con el fin de vaciar la línea en caso de roturas durante su operación. También se utilizan para el lavado de la línea durante su construcción.

Las líneas de conducción deben ser de fácil inspección, preferentemente paralelas a algun camino, para poder detectar y corregir de inmediato las fugas o desperfectos que sufra la tubería.

3.3.- PERFIL DEL TERRENO

Como la línea de conducción se utilizará para transportar el agua desde el tanque regulador existente en la cota 219 M.S.N.M., ubicado en la estación 0+000, al tanque regulador de proyecto que se construirá en la cota 232 M.S.N.M., en la estación 0+334, por lo tanto la carga hidráulica a vencer es de 17.0 m, esto es considerando la altura del tanque para la llegada. A continuación se muestra el perfil del terreno (Fig. 3.1) por donde se instalará la línea de conducción.

Figura 3.1.- PERFIL DEL TERRENO



De acuerdo a las condiciones anteriores se hace necesario calcular la línea de conducción por bombeo, por lo que el conjunto elevador (motor - bomba) deberá vencer la diferencia de nivel entre los dos puntos, mas las pérdidas por fricción en todo el trayecto de la tubería y las pérdidas locales debidas a las piezas especiales y accesorios.

Para el cálculo hidráulico se hará el estudio de diámetro más económico, determinando el costo total de operación anual para varias alternativas de diámetros, cuyo valor mínimo será el que fije el diámetro más económico.

3.4.- CARGA HIDRAULICA :

El siguiente esquema (Fig. 3.2) representa la carga hidráulica que soportará el sistema de conducción, es decir, la presión a lo largo del mismo. La línea de carga estática es la diferencia de nivel entre los puntos, que son el tanque existente situado en la estación 0+000 y el tanque de proyecto que se ubicará en la estación 0+334.

La línea piezométrica corresponde a las alturas a que el líquido subiría en piezómetros instalados a lo largo de la misma: es la línea de las presiones, se obtiene sumando la carga estática, las pérdidas por fricción en la tubería y las pérdidas locales, ya sean por piezas especiales, accesorios, Etc.

La línea de sobrepresión representa el aumento de la presión en el sistema de conducción, debido al golpe de ariete, el cual se presenta al existir fallas en la estación de bombeo. Esta sobrepresión debe de ser tomada en cuenta en el diseño de la tubería.

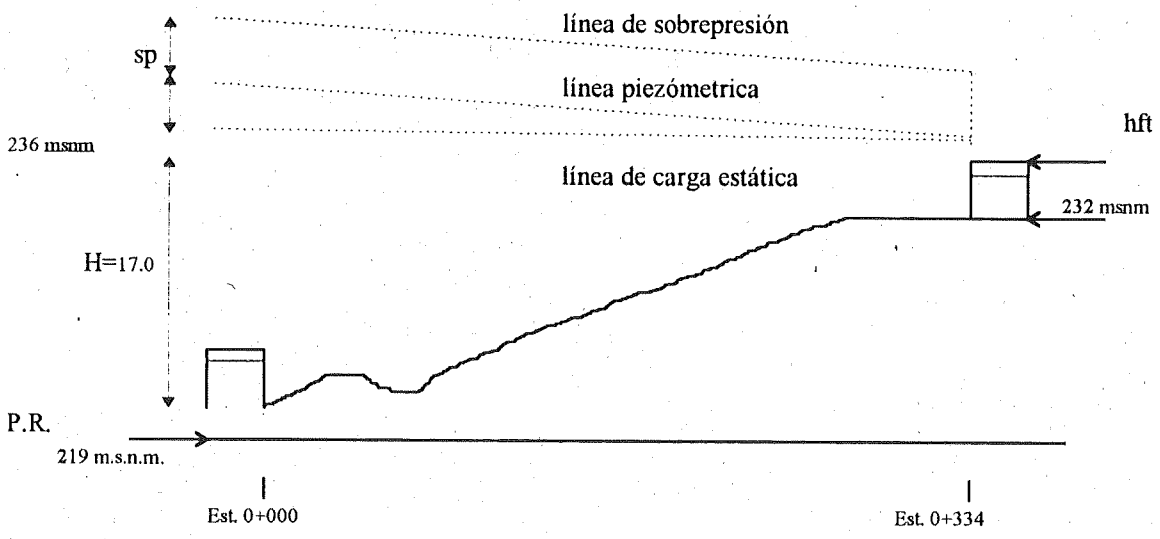


Figura 3.2.- Representa la carga hidráulica que soportará el sistema de conducción.

Los valores de la pérdidas por fricción y la sobrepresión para la obtención de la presión total se calcularan a continuación.

3.5.- CALCULO HIDRAULICO

Los cálculos se basarán en la fórmula de Manning:

$hf = KLQ^2$ en donde:

hf = pérdidas por fricción, en m.
K = constante de Manning

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

L = longitud de la conducción, en m.
Q = gasto en m3/seg
n = coeficiente de rugosidad de Manning.
D = diámetro del tubo, en m.

Teóricamente el diámetro de una línea de conduccción puede ser cualquiera. Si se adopta un diámetro relativamente grande, resultarán pérdidas de carga pequeñas y en consecuencia, la potencia del sistema de bombeo será reducida. Las bombas serán de menor costo; sin embargo el costo de la línea será elevado. Si, al contrario, se establece un diámetro relativamente pequeño, resultarán pérrdidas elevadas, exigiendo mayor potencia de las máquinas. El costo de la línea será bajo y el sistema de bombeo será costoso, consumiendo más energía.

Existe un diámeto conveniente, para el cual el costo total de la instalación es mínimo, por lo cual se hará el estudio del diámetro más económico, determinando el costo total de amortización anual de la obra civil, más la operación anual para varias alternativas de diámetro, cuyo valor mínimo será el que resulte más económico.

Los cálculos se realizarán en el formato anexo (Tabla 3.1), incluyendose el cálculo de la carga normal de operación, esto es carga estática más las pérdidas en la línea; además la sobepresión por golpe de ariete y para finalmente obtener la presión total que se podría presentar en la línea de conducción.

Los resultados se presentarán en el plano No. 3, referente a la línea de conducción.

Tabla 3.1.- Cálculo del diámetro económico.

Diámetro Nominal mm	Diámetro Nominal pulg	Area (m²) (A)	Gasto (m3/s) (Q)	Velocidad m/s (V)	Long. de línea en m (L)	(Q²)	Coef. Fricción de Manning (n)	Constante de Manning (K)	Perd. por Fricc. hf=KLQ²	% h Otras Pérdidas	hft = hf + %hf	H	Q(hft + H) Q en lps	76 n n = %	HP=Q(hft + H)/76n	H + hft
101.60	4.00	0.008	0.020	2.505	334.00	0.00040	0.009	161.63	21.680	1.084	22.764	17.00	796.875	68.40	11.650	39.764
152.40	6.00	0.018	0.020	1.113	334.00	0.00040	0.009	19.26	2.583	0.129	2.713	17.00	395.041	68.40	5.775	19.713
203.20	8.00	0.032	0.020	0.626	334.00	0.00040	0.009	4.11	0.551	0.028	0.579	17.00	352.280	68.40	5.150	17.679

GOLPE DE ARIETE

Presión de trabajo Kg/cm²	Diámetro nom. en cm.	Esp. pared tubo (e) cm	Velocidad en m/seg.	145.V	Ead	Ete	Ead/Ete	1+(Ead/Ete)	[1+(Ead/Ete)]^1/2	Sobrepresión (h) 145 V / [1+(Ead/Ete)]^1/2	Sobrepresión absorvida por valvula 80%h	Sobrepresión absorvida por tuberia 20%h	Carga normal de operación en (m)	Presión total 20%h+carga norm. de op.
7.037 (CL-100)	10.16	0.518	2.505	363.225	210007.20	15540.00	13.51397683	14.51397683	3.809721359	95.34161839	76.27329471	19.06832368	39.764	58.8323237
7.037 (CL-100)	15.24	0.747	1.113	161.385	315010.80	22410.00	14.05670683	15.05670683	3.88029726	41.59088574	33.2727086	8.318177149	19.713	28.0311771
7.037 (CL-100)	20.32	0.884	0.626	90.770	420014.40	26520.00	15.83764706	16.83764706	4.103370207	22.12084102	17.69667282	4.424168204	17.679	22.1031682

Ea = Módulo de Elasticidad del agua = 20,670 Kg/cm² Et = Módulo de Elasticidad de las paredes del tubo P. V. C. = 30,000 Kg/cm²

CONCEPTO	Diámetro 4" mm 101.6 Clase 100				Diámetro 6" mm 152.4 Clase 100				Diámetro 8" mm 203.2 Clase 100			
	Cantidad	Unidad	P.U.	Importe	Cantidad	Unidad	P.U.	Importe	Cantidad	Unidad	P.U.	Importe
Excavación material clase B	14.28	m3	28.00	399.84	180.03	m3	28.00	5,040.84	201.65	m3	28.00	5,646.20
Excavación material clase C	60.12	m3	65.00	3,907.80	77.15	m3	65.00	5,014.75	86.42	m3	65.00	5,617.30
Plantilla apisonada	20.04	m3	37.00	741.48	23.38	m3	37.00	865.06	25.05	m3	37.00	926.85
Inst. junteo y prueba de tubería	334.00	ml	6.00	2,004.00	334.00	ml	6.78	2,264.52	334.00	ml	8.13	2,715.42
Relleno acostillado	77.52	m3	32.00	2,480.64	99.68	m3	32.00	3,189.76	115.23	m3	32.00	3,687.36
Relleno compactado	100.20	m3	45.00	4,509.00	128.03	m3	45.00	5,761.35	136.97	m3	45.00	6,163.65
Atraques de concreto	4.00	Pza.	37.50	150.00	4.00	Pza.	42.00	168.00	4.00	Pza.	54.00	216.00
Suministro de tubería	334.00	ml	40.00	13,360.00	334.00	ml	89.3	29,826.20	334.00	ml	166.75	55,694.50
Costo Total de Conducción				27,552.76				52,130.48				80,667.28

R E S U M E N

Presión de trabajo Kg/cm²	Diámetro nominal mm.	Diámetro nominal plg.	HP	KWh	Costo por hora de bombeo	Cargo anual de bombeo	Costo total de conducción	Cargo anual amortización	Costo anual de bombeo para operación 365 dias
7.037 (CL-100)	101.60	4.0	11.650	8.687	$ 2.84	$ 24,836.54	$ 27,552.76	$ 6,207.64	$ 31,044.18
7.037 (CL-100)	152.40	6.0	5.775	4.306	$ 1.41	$ 12,311.68	$ 52,130.48	$ 11,745.00	$ 24,056.67
7.037 (CL-100)	203.20	8.0	5.150	3.840	$ 1.25	$ 10,979.24	$ 80,667.28	$ 18,174.34	$ 29,153.58

Costo del K. W. H. = 0.327 Factor 1 H P = 0.7457 K. W. H. Anualidad = 0.2252

IV.- DISEÑO DE LA ESTACION DE BOMBEO PARA LA LINEA DE CONDUCCION

IV.- DISEÑO DE LA ESTACION DE BOMBEO PARA LA LINEA DE CONDUCCION.

4.1- INTRODUCCION:

Las bombas son necesarias en el abastecimiento de agua, cuando la elevación de la fuente es tal que el agua no escurre por gravedad hasta las líneas principales, cuando la presión en las líneas principales debe de incrementarse, o cuando se debe elevar de un nivel a otro el agua.

El conjunto elevador (motor-bomba) deberá vencer la diferencia de nivel entre los dos puntos, más las pérdidas de carga en todo el trayecto (pérdidas por fricción a lo largo de la tubería y pérdidas locales debidas a las piezas especiales y accesorios). En la figura 4.1 se muestran los diferentes términos usados en la selección de un equipo de bombeo.

Se denomina:

Het = Altura estática total en (m)
Hs = Altura de succión en (m)
Hd = Altura de descarga en (m)
Ht = Carga total en el sistema de bombeo en (m)
hf = Pérdidas de carga en (m)

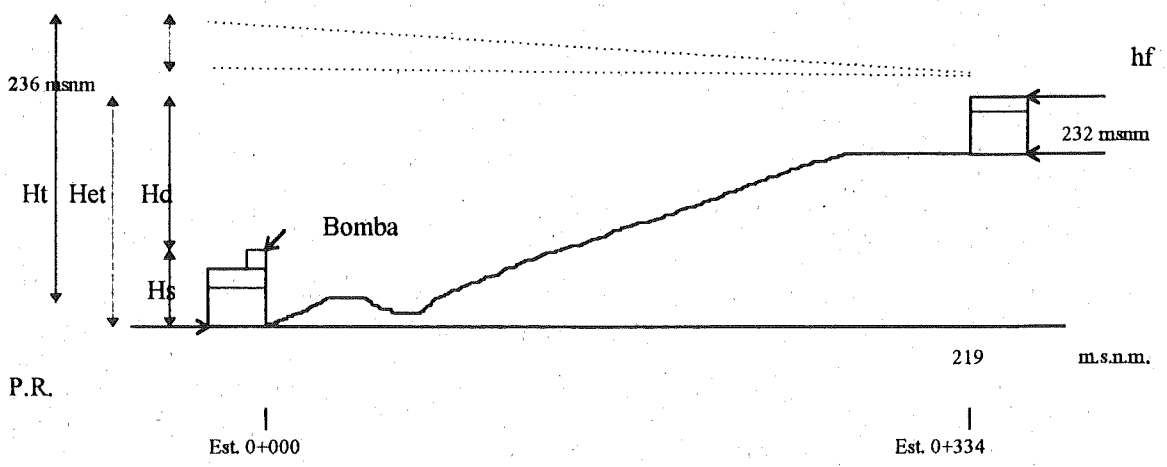


Figura 4.1.- Esquema de la carga total de un sistema de bombeo

Los equipos de bombeo más ampliamente utilizados en los sistemas de abastecimiento público pueden clasificarse en tres grupos generales: bombas superlativas, rotativas y centrífugas. Las primeras consisten en un pistón o embolo que, alternativamente introduce el agua en un cilindro en la cámara de aspiración y la expele en la de impulsión. Las bombas de tipo rotativo contienen dos cilindros rotativos que, al engranarse introducen el agua en una cámara y la fuerzan a salir, de manera prácticamente continua por la tubería de impulsión. Las bombas centrífugas tienen un rodete con unos canales radiales que al girar arrastran el agua hacia el cuerpo central y la descargan por acción de la fuerza centrífuga.

El propósito de cualquier bomba es transformar la energía mecánica o eléctrica en energía de presión, la bomba centrífuga lo logra en dos etapas. La primera transforma la energía mecánica en energía cinética con un elemento giratorio o impulsor. Después, la energía cinética se convierte en energía de presión por aspas o álabes.

El agua entra por el centro del impulsor y la fuerza centrífuga la envía hacia afuera en dirección a la carcaza. La presión de descarga de una bomba centrífuga está en función del diámetro y de la velocidad de rotación del impulsor.

4.2.- TUBERIA DE SUCCION:

La tubería de succión debe ser lo más corta posible, evitandose al máximo piezas especiales como curvas, codos, etcétera. Además, debe ser siempre ascendente hasta alcanzar la bomba, se pueden admitir pequeños tramos perfectamente horizontales.

El diámetro de la tubería de succión debe ser tal que la velocidad en su interior no supere los 2.0 m/seg , para tener pérdidas por fricción bajas. Teniendo un gasto de diseño de 20.04 lts/seg y la velocidad permisible mencionada anteriormente, resulta un diámetro de la tubería de succión de 6 ".El diámetro en la entrada de la tubería de succión es un factor importante a considerar, ya que en esta se presenta la formación de vórtices, provocando la introducción de aire en la tubería, interfiriendo en el funcionamiento de la bomba, con las condiciones de cebaje, ruido y descarga.

4.2.1.- Longitud mínima de sumergencia:

Para evitar vórtices se debe de tener una sumergencia mínima y reducir la velocidad de entrada en la boca de succión. Valores de hasta 0.90 m/seg son aceptables. Se recomienda también instalar una ampliación en forma de campana.

La longitud mínima de sumergencia requerida es otro dato a considerar dentro del cálculo de la tubería de succión, aplicando la fórmula siguiente:

$$V = \frac{Q \times 0.41}{D^2}$$

Donde: V = Velocidad de entrada en Pies/seg
Q = Gasto en G.P.M.
D = Diámetro en pulgadas

Se tiene un gasto Q = 20.04 lts/seg = 317.67 G.P.M., y un diámetro de entrada D = 6 "
Obtenemos: V = 3.618 pies/seg = 1.103 m/seg > 0.9 m/seg

Como la velocidad en la boca de la succión supera a la permisible se propone el diámetro comercial inmediato superior. Considerando un diámetro de entrada D = 8 ", Resulta:
V = 2.035 pies/seg = 0.62 m/seg < 0.9 m/seg, por lo tanto es aceptable.

Diferentes valores de la sumergencia en relación a la velocidad de entrada en al succión se presentan en la tabla de la sumergencia mínima (tabla 4.1) según el manual de la Gorman-Rupp.

Velocidad (Pies/seg) V	Sumergencia (Pies) H
2	1.0
3	1.5
4	2.0
5	2.5
6	3.0
7	4.0
8	4.5
9	5.5
10	6.0
11	7.5
12	9.0
15	14.0

Tabla 4.1.- Longitud mínima de sumergencia.

Como la velocidad resultó de 2.035 pies/seg corresponde una sumergencia mínima de 1.02 pies, por lo tanto resulta una **altura estática total de levante en la succión** de 2.80 m, entendiendose por esta como la distancia vertical entre el nivel del líquido y el eje de succión de la bomba.

4.2.2.- Pérdidas de carga en la succión.

Para cálcular las pérdidas locales en la succión, se utilizará el método de longitudes virtuales o equivalentes, que consiste en sumar a la extensión del tubo, para simple efecto de cálculo, extensiones tales que correspondan a la misma pérdida de carga que causarían las piezas especiales existentes en la tubería. A cada pieza especial corresponde una cierta extensión ficticia y adicional. Teniendose en consideración todas las piezas especiales y demás causas de pérdidas se llega a una extensión virtual de tubería.

Tomando los valores de la tabla 16-6 de longitudes equivalentes o pérdidas locales (expresadas en metros de tubería rectilínea), del libro Manual de Hidráulica de J. M. de Azevedo tenemos lo siguiente:

Pieza	Longitud virtual
Codo de 6" x 90	3.40 m
Reduccion excéntrica 6"x 4"	0.75 m
Válvula de pie de 8"	52.00 m
Reducción 8"x 6"	1.07 m

Para una tubería de 6" y un gasto de 0.02004 m3/seg corresponde una velocidad media del fluido de 1.10 m/seg, misma que al ser considerada en la obtención del coeficiente de fricción de Darcy (Según tabla 12-3 del libro antes mencionado) resulta que f = 0.025.

Sumando la longitud de la tubería de succión, mas las longitudes virtuales de las piezas especiales en succión tenemos lo siguiente:

Longitud total de piezas especiales	57.22 m
Longitud total de tubería de succión	2.85 m
Longitud virtual	60.07 m

Las pérdidas de carga en la tubería pueden ser obtenidas, empleandose la fórmula de Darcy-Weisbach:

$$hf = \frac{fLV^2}{D2g}$$

Donde:

hf = Pérdida de carga en (m)
f = Coeficiente de fricción de Darcy
L = Longitud de la tubería en (m)
V = Velocidad media en (m/seg)
D = Diámetro del tubo en (m)
g = Aceleración de la gravedad en (m/seg^2)

Sustituyendo valores se obtiene:

$$hf = \frac{0.025 \times 60.07 \times (1.10)^2}{0.150 \times 2 \times 9.81}$$

hf = 0.6174 m Pérdida de carga en la succión.

4.2.3.- Cálculo de la demanda de levante dinámico total de succión (TDSL)dem.

Es la altura estática total de levante en la succión más las pérdidas por concepto de fricción, se conoce técnicamente en la literatura en inglés como: "Total Dinamic Suction Lift" (TDSL). Este término determina si existe una excesiva demanda de levante en la succión y por lo tanto en la llegada del agua al impulsor de la bomba, de existir, reduciría la capacidad y la eficiencia de la bomba, y puede, tal vez, ocasionar severos daños por la vibración y la cavitación.

Teóricamente la altura de succión máxima sería de 10.33 m a nivel del mar (una atmósfera), en la práctica es muy raro alcanzar 7.5 m. Para la mayoría de las bombas centrífugas la altura de succión debe ser inferior a 5.0 m.

Para su cálculo se suman la altura estática total en la succión más las pérdidas por fricción en la tubería, de esto, se obtiene:

TDSL dem = he + hf

Donde:

he = altura estática
hf = pérdidas de carga en la succión.

TDSL = 2.80 + 0.6174
TDSL = 3.4174 m = 11.22 pies

4.2.4.- Altura neta positiva de succión (NPSH):

El término NPSH, se encuentra a menudo en la literatura técnica en inglés, quiere decir " Net Positive Suction Head ". Es la energía en el líquido medida en el eje de la bomba. Para que tenga un significado práctico, debe de considerarse NPSH requerido y NPSH disponible. El NPSH requerido es un valor determinado en pruebas de laboratorio. Se basa en las pérdidas internas de la bomba. Varía con el gasto y la velocidad operacional del equipo. Los valores del NPSHr son dados por el fabricante del equipo. El NPSH disponible es una característica del sistema y la determina el proyectista. Es la presión en el líquido, arriba de su presión de vapor en la brida de succión de la bomba. se calcula con el valor de la presión atmosférica disponible después de rectificarla según la altura de instalación, menos la altura dinámica total en el lado de la succión, restando presión de vapor y un factor de seguridad de dos pies.

Para evitar la cavitación es necesario que el NPSH disponible siempre sea mayor que el NPSH requerido. Para el cálculo del NPSH es necesario conocer el levante dinámico total de succión (TDSL), determinado anteriormente.

4.2.4.1.-Cálculo de la altura neta positiva de succión (NPSH) disponible:

A) Presión atmosférica al nivel del mar	33.90 pies
B) Presión atmosférica corregida para una altura de 731.63 pies	33.15 pies
Factores negativos que tienen impacto sobre la presión atmosférica:	
1.- Levante dinámico total en la succión (TDSL)	10.41 pies
2.- Presión de vapor del líquido	1.00 pies
3.- Factor de seguridad (problemas de clíma)	2.00 pies
C) Suma de deducciónes netas	13.41 pies
D) Altura neta positiva de succión disponible (NPSH)	**19.74 pies**

4.3.-SELECCION DEL EQUIPO DE BOMBEO:

La selección de una bomba centrífuga es, casi siempre, cuestión de hacer coincidir una de las muchas disponibles en el mercado con las características del sistema. Para ello, el punto de máxima eficiencia debe estar en el punto de operación o cerca de él. Las bombas centrífugas están disponibles para casi cualquier gasto deseado, con elevaciones de hasta 700 pies por etapa. En las bombas grandes, puede lograrse una eficiencia de hasta el 93 %.

El punto de operación de una bomba centrífuga se determina por la intersección de la curva carga-capacidad de la bomba y la curva de carga del sistema. Una curva de carga del sistema es un trazo de las pérdidas del sistema contra la descarga de la bomba. Esta curva muestra la carga diferencial que debe suministrar la bomba.

Para seleccionar el equipo de bombeo intervienen factores de diseño que deben considerarse como son. La carga neta positiva de succión (NPSH) requerida, eficiencia, potencia y la relación carga-gasto.

4.3.1.- Condiciones para el seleccionamiento de equipo de bombeo:

Altura estática en la descarga	17.000 m
Altura estática de levante en la succión	2.800 m
Pérdidas de carga en la succión	0.617 m
Pérdidas por fricción en la línea	2.713 m
Pérdidas locales en la descarga	0.083 m
Carga dinámica total	**23.083 m = 75.73 pies**
Gasto de diseño	**20.04 lts/seg = 317.67 GPM**

4.3.2.- Características del equipo seleccionado.

De acuerdo a la proporción de los parámetros fundamentales gasto de diseño y carga dinámica total, se eligió del catálogo de la Berkeley, tomando en cuenta las curvas de funcionamiento, resulto la siguiente bomba :

Tipo	Berkeley
Modelo	4EP
Succión	5 pulg
Descarga	4 pulg
Impulsor	8-11/16 pulg
Velocidad del motor	1800 RPM
Potencia del motor	10 HP

Las curvas caracteristícas de la bomba, las cuales nos permiten predecir el gasto de descarga de la bomba para diversas alturas de impulsión, su eficiencia respecto al gasto para velocidad de funcionamiento constante, además de incluir el diámetro del impulsor, el NPSHr y el TDSLcap. en función del gasto se muestran a continuación en la figura 4.2 de la hoja anexa.

4.3.3.-Punto de funcionamiento del sistema:

Para evaluar las respuestas del sistema frente a las variaciones del caudal. La pérdida de carga en el sistema es función del diámetro del conducto, su longitud, tipo de material, estado en que se encuentra, y del número y tipo de piezas especiales. El cálculo de las pérdidas de carga para una gama de caudales permite obtener una curva de pérdidas de carga del sistema. Estas curvas siempre pasan por el origen en un sistema de coordenadas altura-gasto, ya que la fricción a caudal nulo es, igualmente nula, y son de forma parábolica creciente, puesto que las pérdidas por fricción varían, aproximadamente, con la segunda potencia del gasto. Al añadir la altura estática total a la curva de las pérdidas de carga, se obtiene la curva del sistema.

Para construir la curva del sistema se calculará para un intervalo de gasto de 2 lts/seg, la altura dinámica total para dicho intervalo, la cual toma en cuenta la altura estática total más las pérdidas totales. El cálculo de la altura dinámica total para cada intervalo se realizó en la tabla 4.2 que se presenta a continuación:

Q en lts/seg	Carga Estática	Pérdidas Succión	Pérdidas Descarga	Altura Dinámica
0.00	19.80	0.000	0.000	19.800
2.00	19.80	0.006	0.027	19.833
4.00	19.80	0.024	0.106	19.930
6.00	19.80	0.054	0.239	20.093
8.00	19.80	0.097	0.425	20.322
10.00	19.80	0.151	0.664	20.615
12.00	19.80	0.218	0.958	20.974
14.00	19.80	0.296	1.301	21.397
16.00	19.80	0.387	1.700	21.886
18.00	19.80	0.490	2.151	22.441
20.00	19.80	0.604	2.656	23.060
22.00	19.80	0.731	3.213	23.745
24.00	19.80	0.870	3.824	24.495
26.00	19.80	1.021	4.488	25.310
28.00	19.80	1.185	5.205	26.190
30.00	19.80	1.360	5.975	27.135
32.00	19.80	1.547	6.799	28.146
34.00	19.80	1.747	7.675	29.222
36.00	19.80	1.958	8.605	30.363
38.00	19.80	2.182	9.587	31.569
40.00	19.80	2.417	10.623	32.840

Tabla 4.2.- Tabla de valores de la curva del sistema.

Graficando los intervalos del gasto con la altura dinámica correspondiente, el gasto en el eje de las abscisas y la carga dinámica en el eje de las ordenadas, obtenemos la gráfica del sistema (figura 4.3), misma que se anexa enseguida

Para obtener el punto de operación de la bomba, se sobrepondrá la curva del sistema con la curva característica de la bomba.

El punto de funcionamiento del sistema es la intersección de la curva del sistema con la curva característica de la bomba, representado por el punto " M " en la gráfica de funcionamiento del sistema (figura 4.4), anexa.

En la gráfica se puede observar que para un gasto de 20.10 lts/seg será impelido a una altura dinámica total de 23.00 m (75.48 pies), los cuales son las coordenadas respectivas del punto M.

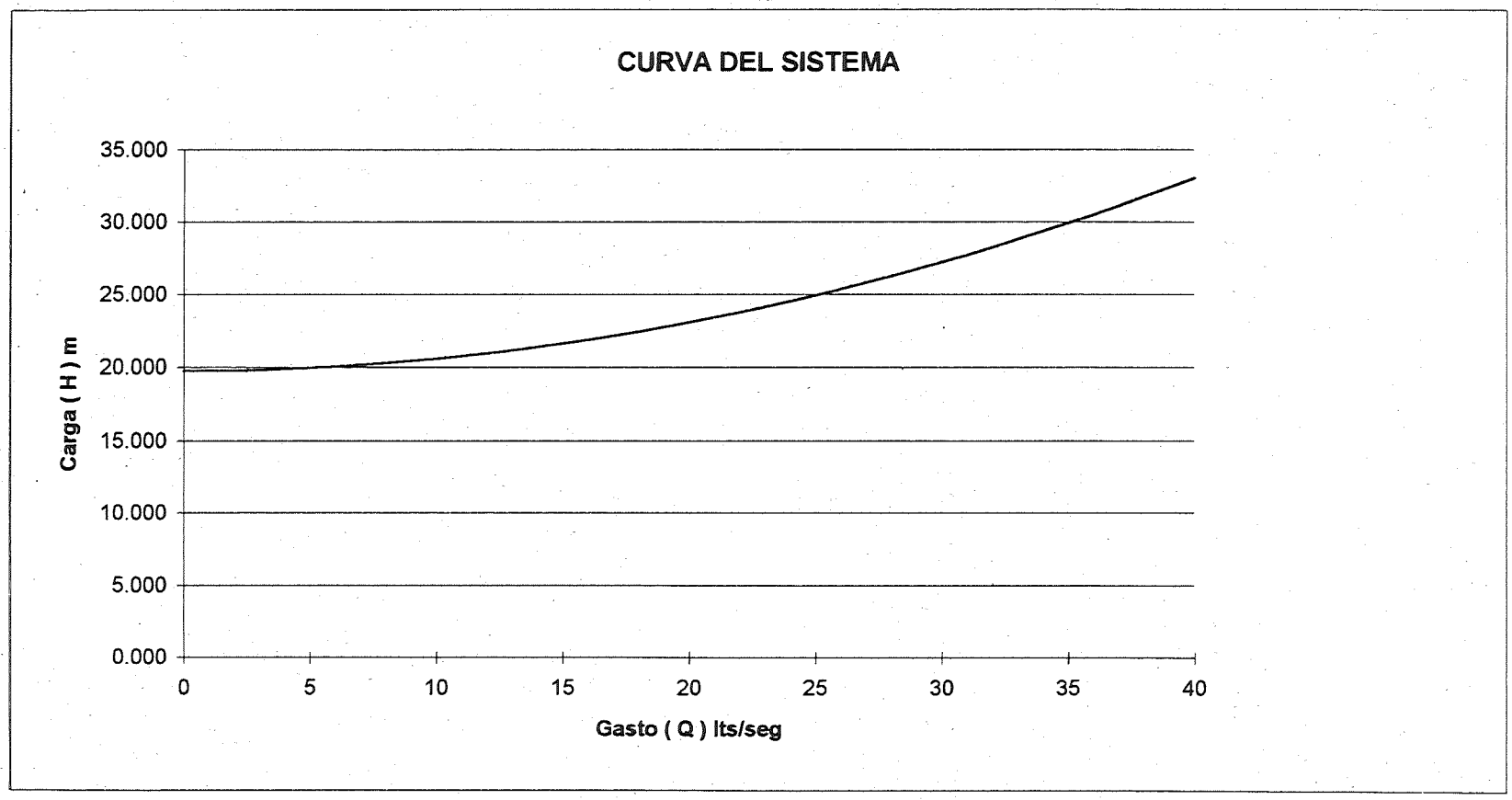


Figura 4.3 .- Gráfica del sistema

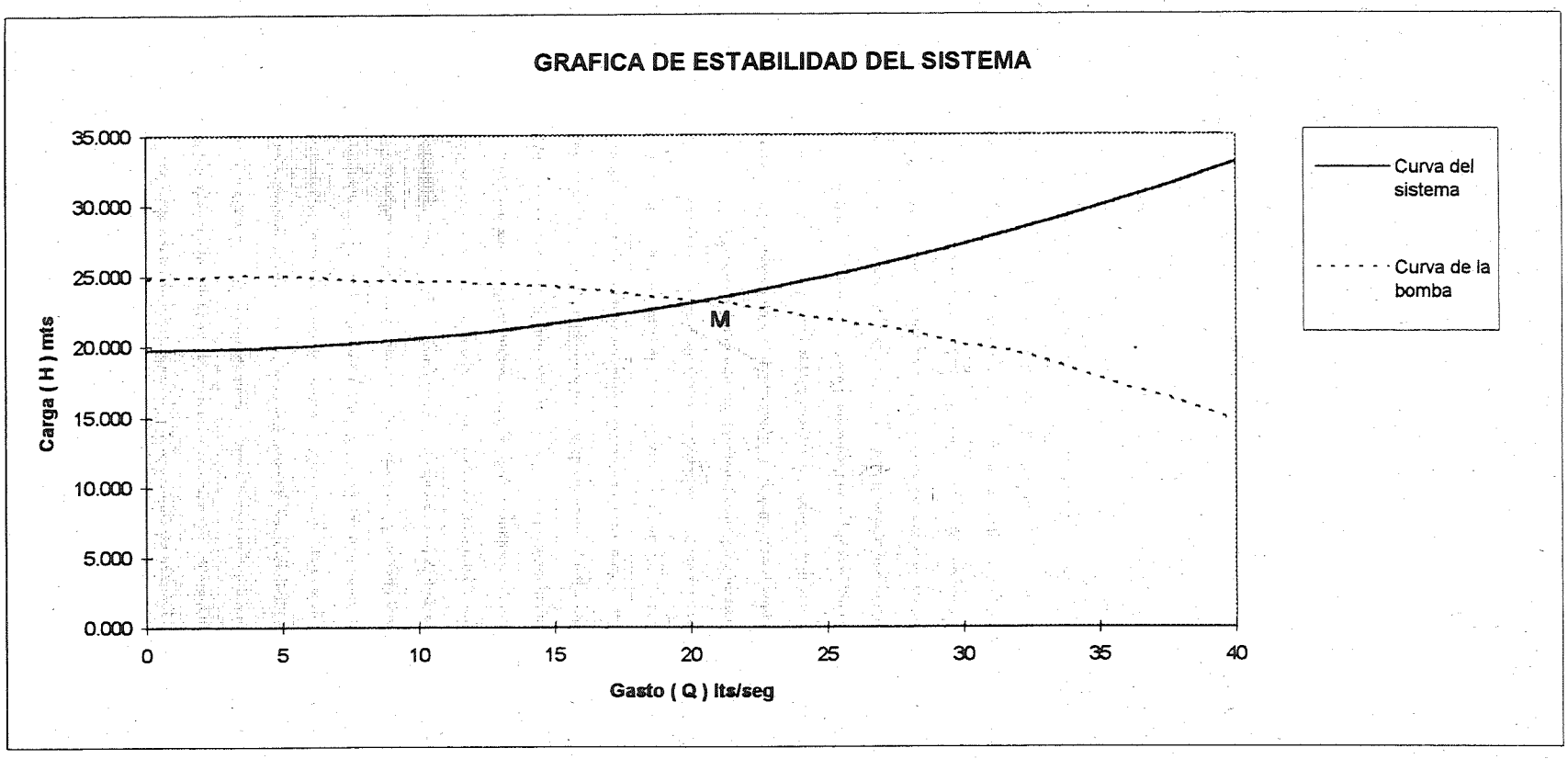


Figura 4.4 .- Gráfica de funcionamiento del sistema

4.4.- REVISION DEL EQUIPO DE BOMBEO:

4.4.1.- Cavitación:

Si el NPSH desciende por debajo del necesario por el diseño de la bomba, la presión en el rodete puede reducirse hasta la presión de vapor del fluido. Si esto ocurre, el agua se evaporizará y entrará a la bomba una mezcla de agua y vapor. El caso extremo, la bomba puede descebarse ya que las bombas diseñadas para manejar aguas tienen muy poca capacidad para bombear gases. Lo más frecuente es que continue en funcionamiento pero con un caudal de descarga inferior, al tiempo que se forman burbujas de gas que al atravesar el rodete, pasan por una zona de baja presión a otra de alta y pueden romperse dando lugar a que el líquido, que está a presión elevada, golpee el impulsor. Esta ruptura de las burbujas va, frecuentemente, acompañada de un ruido característico.

Hay dos tipos de cavitación en bombas:
- De succión, que se encuentra en el centro del impulsor.
- De descarga, que podemos observar en las puntas de los álabes

Cavitación de succión: Es cuando demasiado vacio es creado en el centro del impulsor, hasta el punto de exceder la presión de vapor del líquido que se está bombeando. El líquido literalmente hierbe y se separa. Bolsas de vacios se forman en el area de más baja presión, generalmente en el centro del impulsor y se mueven hacia afuera hasta que alcanzan un area de suficiente presión que les permite colapsar. Esta situación de exceso de vacío puede ser creada por varios motivos:

- La altura de succión puede ser demasiado alta
- La tubería de succión puede estar parcial o totalmente obstruida, causando exceso de vacio
- El NPSH disponible podría ser insuficiente para la aplicación.

Cavitación de descarga: Ocurre cuando la altura de descarga es demasiado alta y como consecuencia la altura obliga a la bomba a operar fuera del rango de operación. La generación de cavitación toma lugar justo donde la punta del álabe del impulsor pasa por el cortador de agua. El líquido se desintegra debido a la diferenacia de presión en ambos lados del cortador de agua. Las burbujas de vapor permanecen bajo el cortador de agua hasta que la proxima vena del impulsor alcanza la punta del cortador de agua. Esto genera suficiente presión bajo el cortador de agua para permitir que la burbuja se condense en el lado frontal de la vena. Cuando la punta pasa por el cortador de agua, nuevamente se forma la burbuja que se aloja en el mismo lugar a la espera de la siguiente vena para poder condensarse en ella.

De la curva característica de la bomba obtenemos un NPSH requerido de 7.00 pies (2.133 m), comparandolo con el NPSH disponible calculado anteriormente de 19.74 pies (6.016 m), por lo tanto la altura de succión es adecuada y el NPSH es suficiente para evitar cavitación.

El TDSL cap. es la capacidad de levante total de la bomba en la succión, se obtiene de la curva de funcionamiento de la bomba, resulta para un gasto de 317.67 GPM de 27.30 pies (8.32 m), comparandolo con la demanda de levante dinámico en la succión (TDSL dem.) de 11.22 pies (3.417 m) calculado anteriormente, tenemos lo siguiente:

$$\text{TDSL dem.} < \text{TDSL cap.}$$

Por lo tanto la altura dinámica de succión necesaria es satisfactoria y evitará tener problemas de cavitación, reducción de capacidad y eficiencia de la bomba por esta causa.

4.5.-SISTEMA DE BOMBEO RESULTANTE:

La estación de bombeo funcionará bajo el sistema alternativo de bombas 1 + 1, es decir, trabajarán dos bombas con las mismas características alternadamente. Cuando una de las bombas deje de funcionar, la otra bomba encenderá en el instante que el nivel del tanque regulador baje, segun el rango permitido por el flotador.

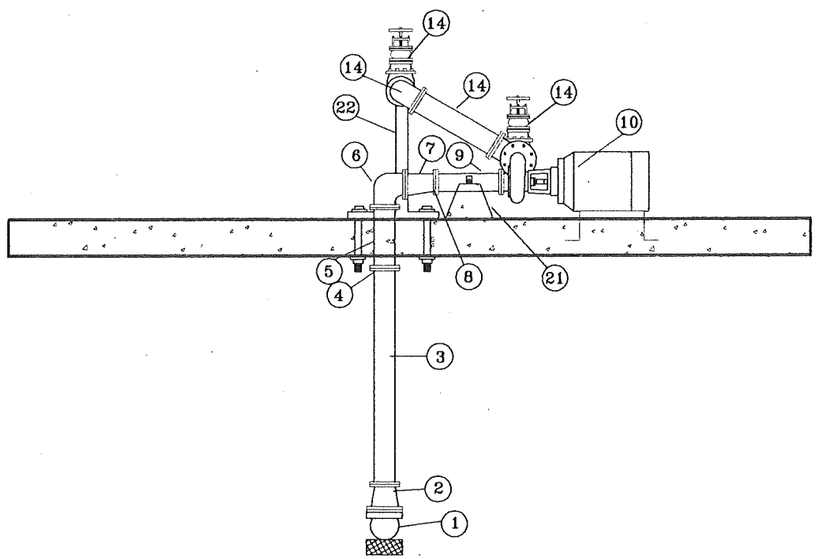
Las bombas a instalarse serán:

Tipo	Berkeley
Modelo	4EP
Succión	5 pulg
Descarga	4 pulg
Impulsor	8-11/16 pulg
Velocidad del motor	1800 RPM
Potencia del motor	10 HP

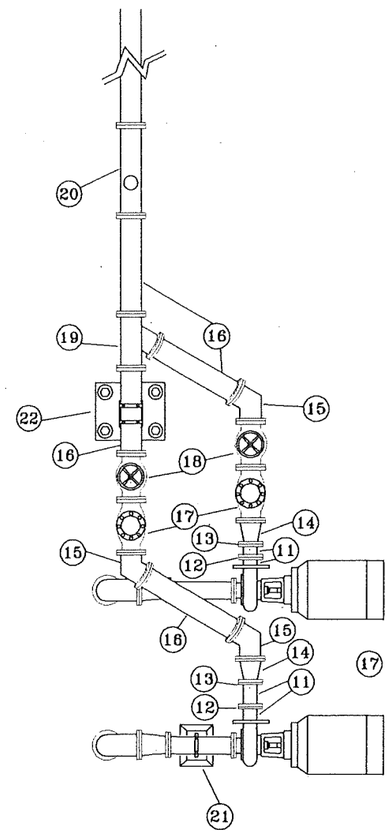
Ver figura 4.2., la cual muestra el detalle de la instalacion de las bombas.

PIEZAS ESPECIALES

1.- VALVULA DE PIE CON CONEXION HEMBRA DE 8"ø
2.- REDUCCION DE 8" x 6" DE ACERO
3.- TUBO DE ACERO DE 6" ø
4.- BRIDA SOLDABLE DE 6" ø
5.- CARRETE CORTO DE 6" ø DE Fo.Fo.
6.- CODO DE Fo.Fo. DE 6" ø x 90G
7.- REDUCCION EXCENTRICA DE 6" x 5" ø DE Fo.Fo.
8.- BRIDA ROSCADA DE 5"ø DE Fo.Fo.
9.- NIPLE DE Fo.Go. DE 5"ø
10.- BOMBA MARCA BERKELEY
11.- NIPLE DE Fo.Go. DE 4" ø
12.- TUERCA UNION DE 4" ø
13.- BRIDA ROSCADA DE 4" ø DE Fo.Fo.
14.- REDUCCION DE Fo.Fo. DE 4" x 6" ø
15.- CODO DE Fo.Fo. DE 6"ø x 45 G
16.- CARRETE LARGO DE ACERO DE 6"ø
17.- VALVULA CHECK DE 6" ø BRIDADA
18.- VALVULA DE SECCIONAMIENTO DE 6" ø DE VASTAGO ASCENDENTE
19.- YEE DE 6" x 6" ø DE Fo.Fo.
20.- MEDIDOR DE GASTO MARCA McCROMETER DE 6" ø MODELO MW-500
21.- SOPORTE DE CONCRETO
22.- SOPORTE DE TUBO DE ACERO DE 3" ø CON BASE DE PLACA DE ACERO DE 1/4" Y SECCION SEMICIRCULAR P/APOYO DE DESCARGA.



VISTA DE PERFIL



VISTA EN PLANTA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA	ESCALA: SIN ESCALA
OBRA: SISTEMA DE BOMBEO PARA LINEA DE CONDUCCION	ACOTACIONES: MTS.
PROYECTO: TESIS	FECHA: FEB. '97
ELABORO: ROSENDO GARZA C. RAFAEL ALCANTAR G. ESC. INGENIERIA	CONTENIDO: o DETALLE CONSTRUCTIVO o LISTA DE PIEZAS ESPECIALES — FIGURA: 4.2

V.- TANQUE REGULADOR

V.- TANQUE REGULADOR

5.1.- DEFINICION:

Son unidades del sistema destinadas a compensar las variaciones horarias del caudal y garantizar la alimentación de la red de distribución en casos de emergencia, proveyendo el agua necesaria al mantenimiento de presiones en la red.

Dependiendo de su configuración y su posición con relación a la red, se pueden clasificar en:
a).- .enterrados
b).- semi-enterrados
c).- supeficiales
d).- elevados

Los depósitos de distribución son dimensionados para satisfacer las condiciones siguientes:
a).- Funcionar como volantes de la distibución, atendiendo la variación horaria del consumo.
b).- Asugurar una reserva de agua para combatir incendios
c).- Mantener una reserva para atender emergencias, como accidentes, reparaciones en las instalaciones.
d).- Atender a la demanda en casos de interrupción de energía eléctrica, en los sistemas con bombeo.
e).- Mantenimiento de las presiones en la red de distribución.

5.2.- CRITERIOS DE DIMENSIONAMIENTO.

En los sistemas de agua potable para comunidades rurales, pequeñas y medianas, los tanques se diseñan exclusivamente para regularizarr, salvo en casos excepcionales.

En los sistemas sistemas grandes o con importante actividad indusrtrial, comercial o turística, se debe analizar la capacidad adicional de los tanques tomando en cuenta los requerimientos para atender imprevistos de demanda contra incendios, falla de energía eléctrica y fallas en la línea de conducción.

El análisis anterior se debe realizar para cada caso en particular, considerando las necesidades y experiencias del cuepo de bomberos, además de investigar la vulnerabilidad de las líneas de transmisión eléctrica y la frecuencia en los cortes del suministro de energía.

De experiencia en otros países, se recomienda un incremento del 10 % de la capacidad de regulación para demanda contra incendio en comunidades grandes, y un incremento del 25 % como máximo, para condiciones de emergencia. En cualquier caso, el incremento de la capacidad del tanque no debe de exceder del 25 %.

Es importante tener en cuenta que la capacidad de reserva solo fucionará como tal cuando se cuente con un sistema de agua potable que satisfaga plenamente las demandas de la población, en caso contrario, el sobredimensionamiento de la capacidad de almecenamiento, en localideds que no cumplen con la condición anterior, no representa beneficio alguno ya que la demanda de la localidad no permite en ningún caso utlizar el volumen de reserva. Por esta razón, la programación de estas obras se llevará a cabo una vez cubierto el déficit de la fuente de abastecimiento o el de infraestructura hidráulica, además de considerar la factibilidad económica y financiera, así como la diponibilidad de recursos económicos para su ejecución.

En nuestro caso en particular se considerará que la capacidad de regularización de proyecto será aprovechada en su totalidad a partir de que se presente la población que se calculó como futura. Mientras esto sucede, se contará con una capacidad de reserva.

5.3.-CAPACIDAD DE REGULACION:

La regularización tiene por objeto lograr la transformación de un régimen de aportaciones de la linea de conducción, en un régimen de consumos o demandas de la red de distribución que siempre es variable. El tanque de regularización debe proporcionar un servicio eficiente bajo normas estrictas de higiene y seguridad , procurando que su costo de inversión sea mínimo.

5.3.1.- Variación del consumo.

La capacidad de regularización del tanque se calcula en función del gasto máximo diario y la ley de demandas de la localidad. Para dicha ley de demandas se utlizaran los valores obtenidos mediante un estudio realizado por Banobras, el cual se elaboró en poblaciones pequeñas, dos cuidades medias (Irapuato y Torreón) y la cuidad de México. Las variaciones del consumo, expresadas como porcentajes horarios del gasto máximo diario se muestran en la tabla 5.1 extraida del manual de la C.N.A. mencionado anteriormente.

Tabla 5.1.- Variaciones en el consumo en un día.

HORAS	POBLACIONES PEQUEÑAS	IRAPUATO	TORREON	CUIDAD DE MEXICO
0 - 1	45	50	53	61
1 - 2	45	50	49	62
2 - 3	45	50	44	60
3 - 4	45	50	44	57
4 - 5	45	50	45	57
5 - 6	60	50	56	56
6 - 7	90	120	126	78
7 - 8	135	180	190	138
8 - 9	150	170	171	152
9 - 10	150	160	144	152
10 - 11	150	140	143	141
11 - 12	140	140	127	138
12 - 13	120	130	121	138
13 - 14	140	130	109	138
14 - 15	140	130	105	138
15 - 16	130	140	110	141
16 - 17	130	140	120	114
17 - 18	120	120	119	106
18 - 19	100	90	146	102
19 - 20	100	80	115	91
20 - 21	90	70	75	79
21 - 22	90	60	65	73
22 - 23	80	50	60	71
23 - 24	60	50	53	57

Nota : Cantidades en porcentajes del gasto máximo diario.

5.3.2.- Cálculo del coeficiente de regularización:

Como la ciudad de Ensenada es una ciudad relativamente pequeña, se tomará la variación del consumo horario para poblaciones pequeñas según tabla anterior, para el cálculo del coeficiente de regularización, el cual se indica en la tabla 5.2.

Tabla 5.2.- Cálculo del coeficiente de regulación.

HORAS	SUMINISTRO (Q bombeo) en %	DEMANDA HORARIA en %	DIFERENCIA (Sumin. - demanda)	DIFERENCIA ACUMULADA
0 - 1	100	45	55	55
1 - 2	100	45	55	110
2 - 3	100	45	55	165
3 - 4	100	45	55	220
4 - 5	100	45	55	275
5 - 6	100	60	40	315
6 - 7	100	90	10	325 (*)
7 - 8	100	135	-35	290
8 - 9	100	150	-50	240
9 - 10	100	150	-50	190
10 - 11	100	150	-50	140
11 - 12	100	140	-40	100
12 - 13	100	120	-20	80
13 - 14	100	140	-40	40
14 - 15	100	140	-40	0
15 - 16	100	130	-30	-30
16 - 17	100	130	-30	-60
17 - 18	100	120	-20	-80
18 - 19	100	100	0	-80 (*)
19 - 20	100	100	0	-80
20 - 21	100	90	10	-70
21 - 22	100	90	10	-60
22 - 23	100	80	20	-40
23 - 24	100	60	40	0

(*) Valores extremos.

Coeficiente de regularización:

Cr= (325 + 80)/100
Cr= 4.05

donde:

Cr= coef. de regularización
325 = valor extremo positivo
80= valor extremo negativo

5.3.3.- Cálculo de la capacidad de regularización del tanque:

$C = (Cr * 3600 * Q_{MD})/1000$

$C = (4.05*3600*20.04)/1000$
$C = 292.18\ m_3$

donde:
C = capacidad del tanque en m3
Q_{MD}= gasto máximo diario, en lts/seg

En este estudio se consideró un lapso tiempo en el bombeo de las 00 - 24 Hrs. con una varición del consumo horario para poblaciones pequeñas, de acuerdo a lo recomendado en el manual de Normas y Prroyectos para Obras de Aprovisionamiento de Agua Potable en Localideds Urbanas de la Republica Mexicana.

5.4.-DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE REGULADOR.

5.4.1.- Dimensionamiento obtenido:

Según el volumen de capacidad de regularización obtenido y en base a los tanques de regularización tipo diseñados por la Comisión de Servicios Públicos de Ensenada (CESPE) para el desarrrollo de infraestructura de agua potable, se tomará el tanque tipo con capacidad para 300 m3 y el cual se presenta en el plano No. 4

5.4.2.- Fontanería y accesorios del tanque regulador.

En la entrada al tanque, el diámetro de las piezas corresponde al de conducción. La desacarga se ubicará por encima del espejo de agua. En la salida, las tubería quedará alojada en las paredes del tanque.

La fontanería de alimentación incluirá una válvula de control de nivel de acción moduladora tipo globo, con anillo de asiento en el vástago. Una válvula de seccionamiento tipo compuerta de vástago fijo y juntas de acoplamiento.

En la salida para la red por gravedad, se insatlará una válvula de seccionamiento de vastago fijo de acuerdo a los diámetros de la tubería de la red de distribución y macromedidor de gasto McCromer de propela según norma Awwa C704.

La fontanería en la alimentación para el sistema hidroneúmatico, se tocará más adelante en el diseño de la estación de bombeo.

El tanque contará con un sistema de desague ubicado en el fondo del mismo. En caso de fugas o reparación se vaciará mediante las líneas de salida y el volumen remanante se extraerá por medio del desague de fondo.

Para evitar rebosamiento en el tanque en caso de fallas en el control de alimentación, se instalará un vertedor de demasías, el cual consiste en una tubería instalada verticalmente y adosada a las paredes del tanque que termina en una trampa Hidráulica que funcionará como colchón amortiguador para efecto de caída del flujo de excedencias.

La descarga de demasías y el desague de fondo se uniran en una sola descarga general a un sitio conveniente para su incorporación a alguna corriente natural, esto por no existir aun infraestructura de alcantarillado.

Se colocará una escalera de acceso para la inspección, limpieza o para efecctuar reparaciones en el tanque.

VI.- RED DE DISTRIBUCION

VI.- RED DE DISTRIBUCION

6. 1.- INTRODUCCION:

Una red de distribución es la unidad del sistema que conduce el agua a los lugares de consumo (casas, industrias, comercios, Etc.). Es constituida por un conjunto de tuberías y piezas especiales dispuestas convenientemente a fin de garantizar el abastecimiento de las unidades componentes de la localidad abastecida.

Para definir el funcionamiento hidráulico de la red de distribución se considera la topografía de la localidad y de los tanques de regularización disponibles. La planimetría del lugar es determinante para elegir el tipo de red por diseñar: abierta o de circuitos. En este caso se eligió tener una red a base de circuitos, por su eficiencia hidráulica y flexibilidad de operación.

En función de las condiciones topográficas del lugar en estudio nuestra red de distribución se dividirá en dos zonas independientes entre sí con diferente forma de funcionamiento hidráulico, una trabajará por el sistema de gravedad, es decir que el agua se distribuirá por simple diferencia de presiones entre el punto de alimentación de la red y los puntos de consumo. La otra zona funcionará por el sistema de bombeo, en el que la bomba deberá trabajar en un rango de presión mínima de 10 m.c.a. y una máxima de 50 m.c.a., para asegurar una buena presión, sin dañar el sistema de tuberías de la red e instalaciones particulares en los sitios de consumo.

El sistema contará con un tanque de regularización, el cual se ubicará en la cota 232 m.s.n.m., y contará con una capacidad de 300 m3, mismo que será capaz de abastecer las dos redes, sin problema de escazés por variaciones de consumo durante el día.

6.2.- TUBERIAS EN LA RED DE DISTRIBUCION:

Los conductos que forman la red de distribución, pueden ser clasificados de la siguiente manera:

a) Línea de alimentación
b) Conductos primarios
c) Conductos secundarios

La línea de alimentación es la tubería que inicia en el tanque de regularización y suministra el agua directamente a la red de distribución.

Los conductos primarios le siguen en importancia a línea de alimentación, en función del gasto que conduce, a estos están conectadas las líneas secundarias.

Una vez localizadas las tuberías de alimentación y las principales, las tuberías restantes para cubrir la totalidad de las calles se les llama conductos secundarios.

6.3.- REQUERIMIENTOS CONTRA INCENDIOS:

Para atender la demanda contra incendio, los hidrantes se ubicarán en función de las necesidades, equipo disponible y experiencia del cuerpo de bomberos, con el uso de carros bomba que toman agua de un hidrante, en los cuales se debe contar con una presión de 20 psi (14 m.c.a.) en el area inmediata al incendio.

En condiciones de emergencia se acepta que el sumunistro a la red de distribución se destine a la zona de conflicto, mediante el manejo de válvulas y disminuyendo el servicio a los usuarios.

6.4. CRUCEROS DE LA RED

Para hacer las conexiones de las tuberías en los cruceros, para cambios de dirección y de diámetro, interconexiones, instalaciones de válvulas de seccionemiento, etc. se utilizaran piezas espeeciales de fierro fundido (Fo.Fo.).

Para la proyección de los cruceros se utlizó la simbología indicada por el manual de la C.N.A., para su localización se emplea la numeración adoptada en el cálculo hidráulico de la red.

Todas la tees, codos y tapas ciegas llevarán atraques de concreto.

6.5.- CONSIDERACIONES DE DISEÑO:

La red de distribución debe satisfacer los siguientes requisitos:

- Suministrar agua en cantidad suficiente (Gasto máximo horario de proyecto).
- El agua debe ser potable. Se debe tomar en cuenta lo indicado en las normas vigentes, referentes a la calidad del agua potable.
- Las presiones de servicio o disponibles en cualquier punto de la red estarán comprendidas entre 1.0 y 5.0 kg/cm^2.
- El diámetro mínimo en coductos principales y secundarios será de 100 mm.
- Las tuberías de agua potable se ubican separadas de otros conductos subterraneos (alcantarillado, gas, electricidad y telecomunicaciones), a una distancia libre mínima de 20 cm vertical y horizontal, aunque para esta última de 40 cm. la tubería de agua potable siempre debe localizarse por encima de la de alcantarillado.

6.6.- METODO DE HARDY CROSS PARA EL ANALISIS DE LA RED:

Para el cálculo hidráulico de la red de distribución se utilizará el método de Hardy Cross, este método consiste en suponer una distribución del gasto en todas las tuberías de una red, determinando las pérdidas de carga resultantes y efectuando correcciones en función al gasto y pérdidas de carga supuestas, con lo que obtendrá un nuevo gasto supuesto, e iniciando nuevamente el proceso descrito. De esta forma se hacen sucesivas correcciones del gasto hasta que las pérdidas quedan compensadas.

Para el cálculo de las pérdidas de carga en las tuberías puede emplearse la siguiente ecuación en terminos generales:

$$Hf = KQ^2$$

En la cual " Hf " es la pérdida de carga en la tubería; " K " es una constante que depende del tamaño de la tubería, sus condiciones internas y las unidades empleadas; " Q " es el gasto circulante.

Empleando la formula de Manning para tuberías se tendrá:

$$Hf = \frac{10.3\ n^2\ L\ Q^2}{D\ ^\wedge 16/3}$$

Donde:

n = Coeficiente de rugosidad
L = Longitud de la tubería
D = Diámetro de la tubería

De donde la constante $K = \frac{10.3\ n^2\ L}{D\ ^\wedge 16/3}$

Las correcciones de los gastos son en función del caudal y pérdidas de carga supuestas inicialmente, se obtiene por la aplicación de la siguiente formula:

$$\Delta Q = -\frac{\sum Hf}{2\sum (H/Q)}$$

6.7.- RED DE DISTRIBUCION POR GRAVEDAD

6.7.1.- Propuesta de la red

En función de la topografía del lugar y de la lotificación del fraccionamiento, se propone la siguiente red, la cual se puede observar en la figura 6.1 anexa, con la que se obtienen los siguientes datos.

6.7.2.- Datos de proyecto:

- Población:

  720 lotes x 6 Hab/lote = 4,320 Habitantes

- Longitud total de la red : 5,162.49 m

- Dotación: 225 lts/Hab/dia

- Gasto medio diario:

  Qmed = (P x D)/86400
  Qmed = (4320 x 225)/86400
  Qmed = 11.25 lts/seg

- Considerando los coeficientes de variación diario y horario:

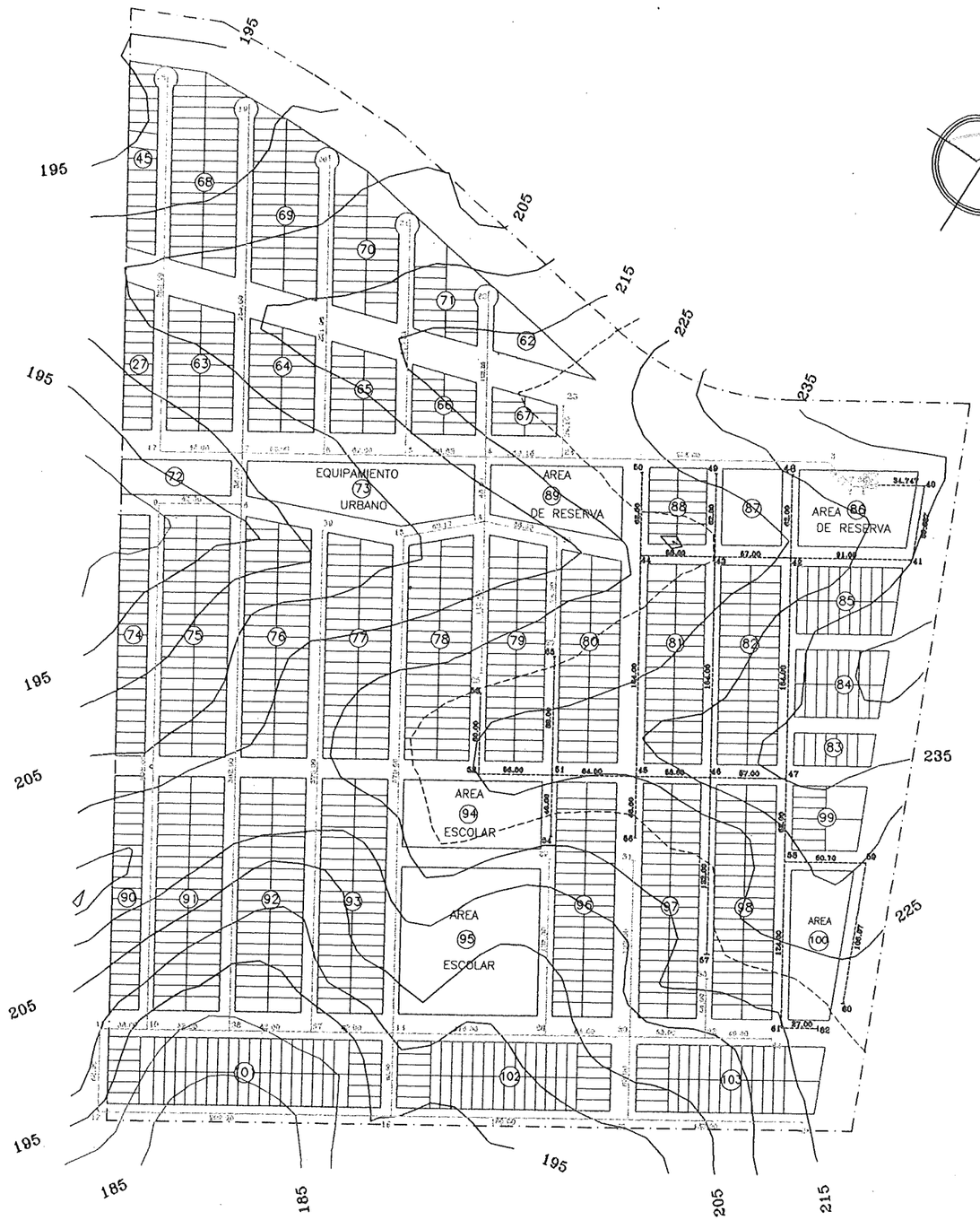
  Coeficiente de variación diaria 1.2
  Coeficiente de variación horaria 1.5

- Gasto máximo diario:

  Qmd = Qmed x 1.2
  Qmd = 11.25 x 1.2
  Qmd = 13.15 lts/seg

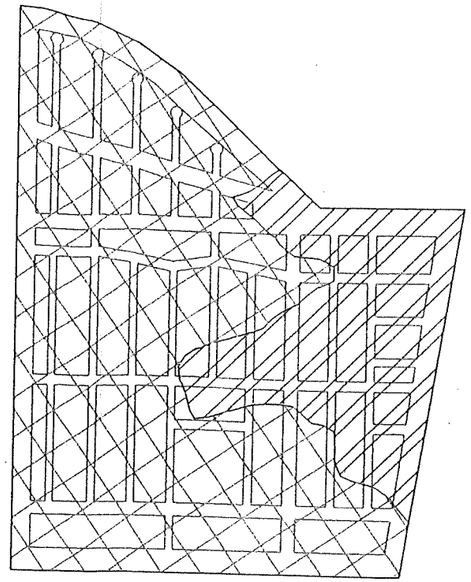
- Gasto máximo horario:

  Qmh = Qmd x 1.5
  Qmh = 13.15 x 1.5
  Qmh = 20.25 lts/seg



ESQUEMA DE PROPUESTA PARA LA DISTRIBUCION DE LA RED

ESC. 1:4000



ZONIFICACION GRAVEDAD / BOMBEO

ESC. 1: 9000

SIMBOLOGIA

- ZONA A ABASTECER POR GRAVEDAD
- ZONA A ABASTECER POR BOMBEO
- RED CON SISTEMA DE BOMBEO
- RED CON SISTEMA DE GRAVEDAD

NOTA: LA ZONIFICACION GRAVEDAD / BOMBEO SE HIZO CONSIDERANDO QUE LA CARGA MINIMA PERMISIBLE ES DE 10.00 m.c.a.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA	ESCALA: 1:4000
PLANO: PROPUESTA RED DE DISTRIBUCION	ACOTACIONES: MTS.
PROYECTO: TESIS	FECHA: ENERO '97
ELABORO: ROSENDO GARZA C. RAFAEL ALCANTAR G. ESC. INGENIERIA	CONTENIDO: o PROPUESTA PARA RED DE DISTRIBUCION POR GRAVEDAD o PROPUESTA PARA RED DE POR BOMBEO
	FIGURA: 6.1

6.7.3.- Análisis hidráulico:

Obtención del gasto específico:

q_e = Qmh / Longitud total de la red
q_e = 20.25 / 5162.49
q_e = 0.003923 lts/seg/m

Una vez determinado el gasto específico "q_e " se multiplica por cada una de las longitudes existentes entre crucero y crucero, obteniendose la demanda de gasto por tramo; el gasto por tramo se divide a su vez entre el número de válvulas o alimentaciones de dicho tramo. Finalmente este gasto se indicará sobre el tramo.

Ejemplo:
Tramo: 8, 10, 14, 37, 38, 39

q = (q_e L)/ No. Válvulas
q = (0.003923 x 951) / 3
q = 1.24359 lts/seg

Los gastos calculados por tramos se presentan en la fig. 6.2 de la red de distribución por gravedad.

Partinedo de los puntos de equilibrio se van sumando los gastos de demanda por tramo, para conocer el gasto acumulado "Q" que va a circular por cada tramo de los circuitos. Esta suma se realiza en sentido contrario al flujo y se recorren el total de las ramas hasta la alimentación.

Al final se comprueba que no existe error, cuando la suma de todos los gastos nos den aproximadamente el gasto máximo horario (Qmh), que es el alimentador de la red.

Ejemplo:
Tramos 12, 11, 10, 9, 8

12 a 11:		q = 0.2432 lps.
11 a 10:	+	q = 0.1412 lps
		Q = 0.3844 lps tramo 11-10
10 a 9:		q = 1.5378 lps.
	+	q = 1.24359 lps
11 a 10:		Q = 0.3844 lps
		Q = 3.16579 lps tramo 10-9
9 a 8:		q = 0.2432 lps.
10 a 9:	+	Q = 3.16579 lps
		Q = 3.4089 lps tramo 9- 8

Los gastos acumulados se presentan en la figura 6.2 de la red de distribución por gravedad.

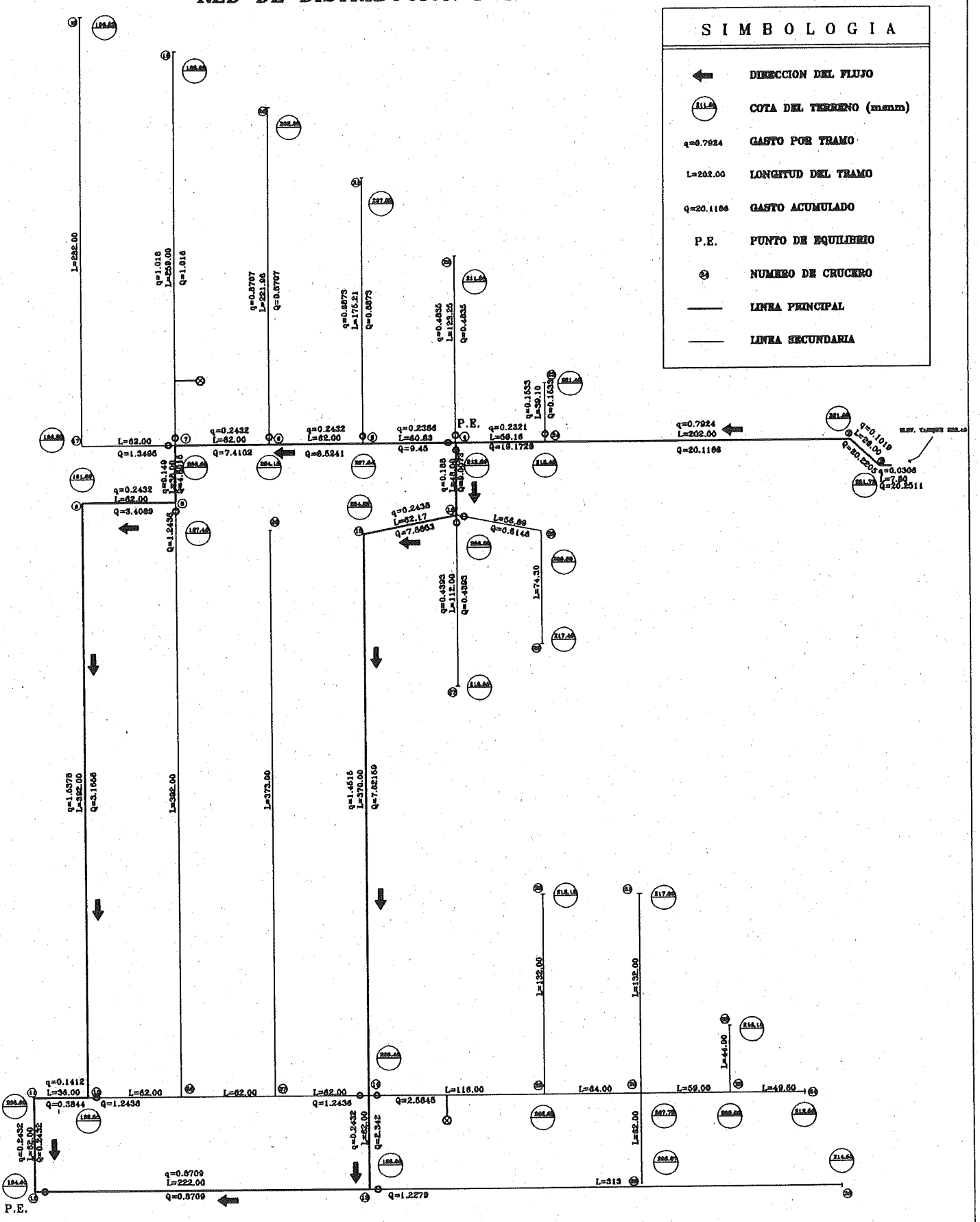
Para compensar la red de distribución por balanceo de las pérdidas de carga, nos auxiliaremos de aqui en adelante con LA TABLA DE CALCULO PARA LA RED DE DISTRIBUCION, (Tabla 6.1) misma que se anexa a continuación.

Los resultados del análisis hidráulico se presentan en el plano No. 5, donde se indican la carga hidráulica en cada crucero obtenidas del análisis. Además se muestran todas las especificaciones necesarias para la construcción de la red.

Figura 6.1.- CALCULO PARA RED DE DISTRIBUCION
FRACCIONAMIENTO AMPLIACION 1989

CIRCUITO PROPIO	COMUN	CRUCERO	LONGITUD	GASTO(lp,s)	DIAM(mm)	H(m)	H/Q	CORRECCION	GASTO(lp,s)	H(m)	H/Q	CORRECCION	GASTO(lp,s)	H(m)	H COMP	COTAS PIEZOMETRICA	COTAS TERRENO	CARGA DISPONIBLE
TANQUE DE REGULACION																	232.4000	
		TANQUE-2	7.8200	20.2511	200.0000	0.0143										232.3857	231.7200	0.6657
		2-3	26.0000	20.2205	200.0000	0.0474										232.3383	231.0000	1.3383
		3-24	202.0000	20.1186	200.0000	0.3645										231.9738	218.4000	13.5738
		24-4	59.1600	19.1729	200.0000	0.0970										231.8768	213.0000	18.8768
I		4-16	48.0000	9.0073	100.0000	0.7000	0.0777	-0.1126	8.8947	0.6826	0.0767	-0.6308	8.2638	0.5892	0.5893	231.2876	206.8800	24.4076
I		16-15	62.1700	7.8653	100.0000	0.6913	0.0879	-0.1126	7.7527	0.6716	0.0866	-0.6308	7.1218	0.5668	0.5669	230.7207	204.2500	26.4707
(+)I		15-14	370.0000	7.6216	100.0000	3.8632	0.5069	-0.1126	7.5090	3.7499	0.4994	-0.6308	6.8781	3.1463	3.1464	227.5743	200.4500	27.1243
I		14-13	62.0000	2.3420	100.0000	0.0611	0.0261	-0.1126	2.2294	0.0554	0.0248	-0.6308	1.5985	0.0285	0.0285	227.5458	195.0500	32.4958
I		13-12	222.0000	0.8709	100.0000	0.0303	0.0348	-0.1126	0.7583	0.0229	0.0303	-0.6308	0.1274	0.0006	0.0007	227.5451	194.0000	33.5451
					SUMA	5.3459	0.7333		SUMA	5.1824	0.7179		SUMA	4.3314	4.3318			
I		4-5	60.8300	9.4500	100.0000	1.4586	0.1543	0.1126	9.5626	0.9998	0.1046	0.6308	10.1935	1.1361	1.1361	231.2023	207.9400	23.2623
I		5-6	62.0000	8.5241	100.0000	1.2096	0.1419	0.1126	8.6367	0.8313	0.0962	0.6308	9.2676	0.9571	0.9571	230.2452	204.1000	26.1452
I		6-7	62.0000	7.4102	100.0000	0.9141	0.1234	0.1126	7.5228	0.6307	0.0838	0.6308	8.1537	0.7409	0.7408	229.5043	200.6800	28.8243
(-)I		7-8	38.0000	4.8015	100.0000	0.1575	0.0328	0.1126	4.9141	0.1649	0.0336	0.6308	5.5450	0.2100	0.2100	229.2943	197.4000	31.8943
I		8-9	62.0000	3.4089	100.0000	0.1935	0.0567	0.1126	3.5215	0.1382	0.0392	0.6308	4.1524	0.1921	0.1921	229.1022	191.0000	38.1022
I		9-10	392.0000	3.1658	100.0000	1.0549	0.3332	0.1126	3.2784	0.7573	0.2310	0.6308	3.9093	1.0768	1.0767	228.0255	193.5000	34.5255
I		10-11	36.0000	0.3844	100.0000	0.0010	0.0025	0.1126	0.4970	0.0016	0.0032	0.6308	1.1279	0.0082	0.0082	228.0173	200.0000	28.0173
I		11-12	62.0000	0.2432	100.0000	0.0007	0.0027	0.1126	0.3558	0.0014	0.0040	0.6308	0.9867	0.0108	0.0108	228.0065	194.0000	34.0065
					SUMA	4.9898	0.8476		SUMA	3.5252	0.5956		SUMA	4.3322	4.3318			
			SUMA DE H=	0.3561		VAR Q=	-0.1126		SUMA H=	1.6572		VAR Q=	-0.6308		SUMA H=	-0.0008			
			SUMA DE H/Q=	1.5809					SUMA H/Q=	1.3135								
				R A M A L E S														
		24-23	39.1000	0.1533	100.0000	0.0002										231.9736	221.4500	10.5236
		4-22	123.2500	0.4835	100.0000	0.0052										231.8717	211.5000	20.3717
		5-21	175.2100	0.6873	100.0000	0.0149										231.1874	207.8200	23.3674
		6-20	221.9600	0.8707	100.0000	0.0302										230.2149	202.0000	28.2149
		7-19	259.0000	1.0160	100.0000	0.0481										229.4563	198.8500	30.6063
		7-17	62.0000	1.3495	100.0000	0.0203										229.4840	196.5500	32.9340
		17-18	282.0000	1.1063	100.0000	0.0620										229.4220	196.2300	33.1920
		16-25	56.8900	0.5146	100.0000	0.0027										231.2849	209.5000	21.7849
		25-26	74.3000	0.2915	100.0000	0.0011										231.2837	217.4000	13.8837
		16-27	112.0000	0.4393	100.0000	0.0039										231.2837	218.0000	13.2837
		14-28	116.0000	2.5845	100.0000	0.1393										227.4351	202.6500	24.7851
		28-29	132.0000	0.5188	100.0000	0.0064										227.4287	213.1000	14.3287
		28-30	64.0000	1.6096	100.0000	0.0298										227.4053	207.7500	19.6553
		30-31	132.0000	0.5188	100.0000	0.0064										227.3989	217.0000	10.3989
		30-35	60.0000	0.2364	100.0000	0.0006										227.4047	200.9700	26.4347
		30-32	59.0000	0.6024	100.0000	0.0038										227.4014	209.5000	17.9014
		32-33	44.0000	0.1736	100.0000	0.0002										227.4012	216.1000	11.3012
		32-34	49.8000	0.1963	100.0000	0.0003										227.4011	212.9600	14.4411
		13-36	313.0000	1.2279	100.0000	0.0848										227.4610	214.5000	12.9610

FIGURA 6.2.- GASTOS POR TRAMO Y ACUMULADOS
RED DE DISTRIBUCION POR GRAVEDAD



6.8.- RED DE DISTRIBUCION POR BOMBEO

6. 8.1.- Propuesta de la red.

Considerando la topografía del lugar y la distribución de predios del area en estudio, se propone siguiente red por bombeo, esto es para cubrir los predios que no pudieron ser abastecidos por la red de distribución por gravedad, dicha propuesta se anexa a continuación en la figura 6.4 de la red de distribución por bombeo, con la que se obtienen los siguientes datos.

6. 8.2.-Datos de proyecto:

- Población:

  344 lotes x 6 Hab/lote = 2,064 Habitantes

- Longitud total de la red : 1,961.48 m

- Dotación: 225 lts/Hab/dia

- Gasto medio diario:

  Qmed = (P x D)/86400
  Qmed = (2064 x 225)/86400
  Qmed = 5.375 lts/seg

- Considerando los coeficientes de variación diario y horario:

  Coeficiente de variación diaria 1.2
  Coeficiente de variación horaria 1.5

- Gasto máximo diario:

  Qmd = Qmed x 1.2
  Qmd = 5.375 x 1.2
  Qmd = 6.45 lts/seg

- Gasto máximo horario:

  Qmh = Qmd x 1.5
  Qmh = 6.45 x 1.5
  Qmh = 9.675 lts/seg

6. 8.3.-Análisis hidráulico:

Obtención del gasto específico:

q_e = Qmh / Longitud total de la red
q_e = 9.675 / 1961.48
q_e = 0.004932 lts/seg/m

Una vez determinado el gasto específico "q_e" se calculan los gastos de demanda por tramo " q " y los gastos acumulados " Q ", los cuales se presentan en la figura 6.5 de la red de distribución por bombeo, estos se obtienen de forma similar a los calculados en la red de distribución por gravedad.

La tabla para el cálculo de la red de distribución por bombeo con sistema hidroneumático presenta una variación con respecto a la tabla de cálculo para red por gravedad. En esta es necesario establecer un rango de presión, de acuerdo con las características hidráulicas del sistema. La presión mínima requerida es de 10 m.c.a., en base a esto se selecciona la presión mínima de operación del sistema hidroneumático (presión de encendido de la bomba).

Como no se cuenta con la carga mínima requerida, se procederá a suministrarla mediante un sistema de bombeo hidroneumático, el cual deberá ser automatizado. La bomba deberá de manejar el gasto máximo horario a carga mínima.

Usualmente las bombas estan diseñadas para operar en escalas de presión de 20-40, 30-50 ó 40-60 psi. en este caso tomaremos el rango de presión de 20-40 psi. por ser el que más adecuado a las condiciones del sistema., es decir, que la presión en la que se activará la bomba será a las 20 lb/plg.^{2} y cuando alcance una presión en la red de 40 lb/plg.^{2} se interrumpira el funcionemiento de la misma.

La red funcionando por gravedad nos dá las cargas disponibles en cada crucero, entre la carga que resulte menor y la presión mínima requerida existe una diferencia, la cual nos dá la presión de encendido mínima de la bomba con sistema hidroneumático.

Carga estática en el punto más crítico (por gravedad)		- 3.2979 m.c.a.
Carga mínima permitida	10.00	m.c.a.
Diferencia absoluta		13.2979 m.c.a.

Para una presión de encendido de 20 psi tenemos:

20 psi = 14 m.c.a. > 13.2979 m.c.a.

Con esto estamos asegurando que la presión de encendido siempre estará por encima de la presión mínima requerida en el crucero más crítico.

Ahora es necesario revisar que la presión a la que dejará de funcionar la bomba no sobrepase la carga máxima permisible de 50 m.c.a.

- A la presión de apagado de 40 psi, tenemos:

Carga disponible en el punto menos crítico	44. 9706	m.c.a.
Carga máxima permitida	50.00	m.c.a.

De esta forma la presión de apagado nunca será mayor que la presión máxima permitida en el punto de mayor presión de la red.

Para compensar la red de distribución por balanceo de las pérdidas de carga, nos auxiliaremos de aqui en adelante con LA TABLA DE CALCULO PARA LA RED DE DISTRIBUCION, (figura 6.6) misma que se anexa a continuación.

Los resultados del análisis hidráulico se presentan en el plano No. 5, donde se indican la carga hidráulica en cada crucero obtenidas del análisis. Además se muestran todas las especificaciones necesarias para la construcción de la red.

FIGURA 6.5.- GASTOS POR TRAMO Y ACUMULADOS
RED DE DISTRIBUCION POR BOMBEO

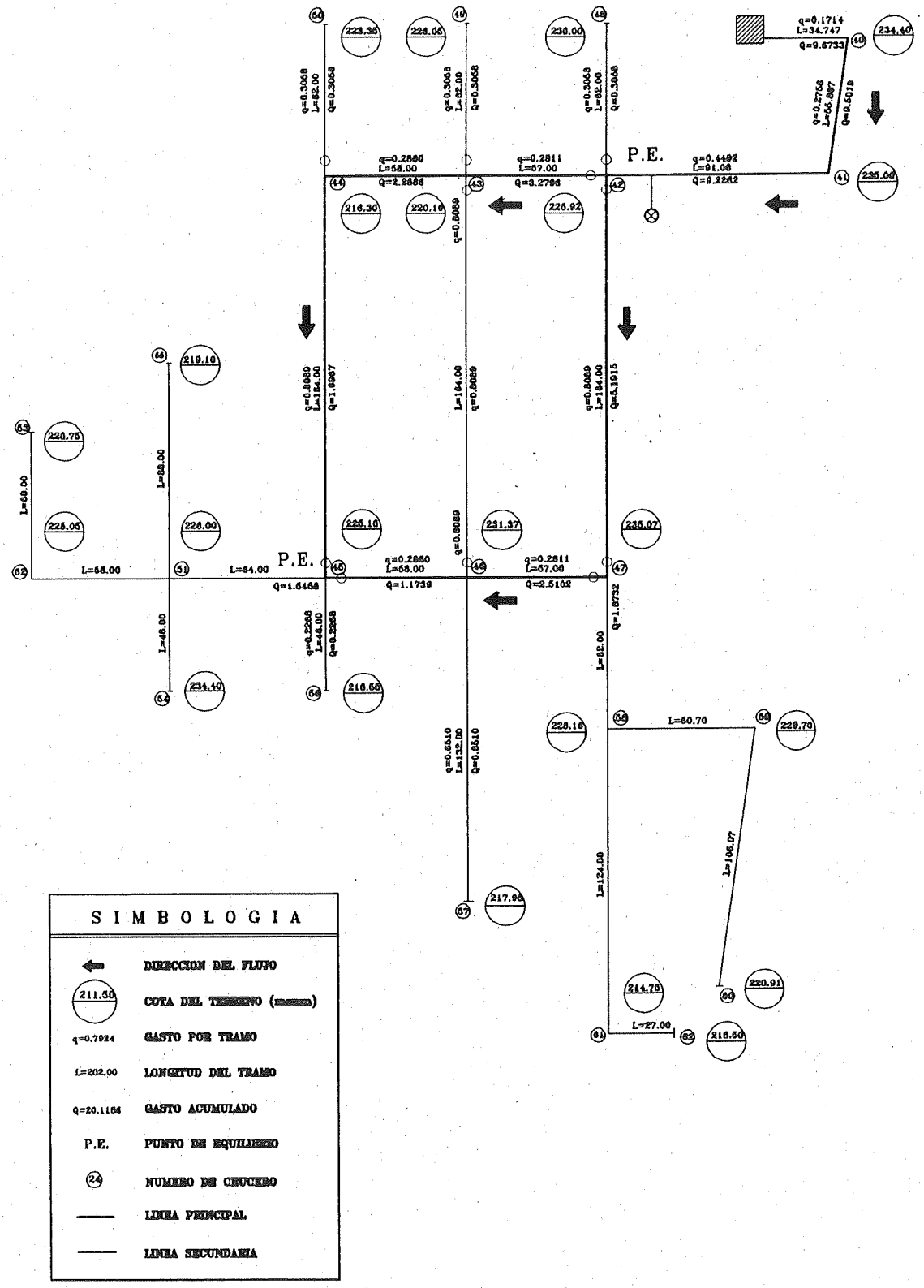


Figura 6.6.- TABLA DE CALCULO PARA RED DE DISTRIBUCION CON SISTEMA HIDRONEUMATICO

CIRCUITO																		COTAS PIEZOMETRICAS			CARGA DISPONIBLE	
PROPIO	COMUN	CRUCERO	LONGITUD	GASTO(lp,s)	DIAM(mm)	H(m)	H/Q	CORRECCION		GASTO(lp,s)	H(m)	H/Q	CORRECCION		GASTO(lp,s)	H(m)	H COMP	20 PSI.	40 PSI.	TERRENO	20 PSI.	40 PSI.
																				235.2000		
TANQUE DE REGULACION																						
		TANQUE-	34.7470	9.9673	100.0000	0.6205												248.5795	262.5795	234.4000	14.1795	28.1795
		40-41	55.8870	9.5019	100.0000	0.9070												247.6726	261.6726	235.0000	12.6726	26.6726
		41-42	91.0800	9.2263	100.0000	1.3936												246.2790	260.2790	225.9200	20.3590	34.3590
I		42-47	164.0000	5.8525	100.0000	1.0097	0.1725	-1.4236		4.4289	0.5782	0.1306	-0.2822		4.1466	0.5069	0.5069	245.7721	259.7721	235.0700	10.7021	24.7021
(+)I		47-46	57.0000	3.1712	100.0000	0.1030	0.0325	-1.4236		1.7476	0.0313	0.0179	-0.2822		1.4653	0.0220	0.0220	245.7501	259.7501	231.3700	14.3801	28.3801
I		46-45	58.0000	1.8349	100.0000	0.0351	0.0191	-1.4236		0.4113	0.0018	0.0043	-0.2822		0.1290	0.0002	0.0002	245.7499	259.7499	225.1000	20.6499	34.6499
					SUMA	1.1478	0.2241			SUMA	0.6113	0.1527			SUMA	0.5290	0.5290					
I		42-43	57.0000	2.6187	100.0000	0.1050	0.0401	1.4236		4.0423	0.1674	0.0414	0.2822		4.3246	0.1916	0.1916	246.0874	260.0874	220.1600	25.9274	39.9274
(-)I		43-44	58.0000	1.6277	100.0000	0.0413	0.0253	1.4236		3.0513	0.0971	0.0318	0.2822		3.3336	0.1159	0.1159	245.9715	259.9715	216.3000	29.6715	43.6715
I		44-45	164.0000	1.0358	100.0000	0.0472	0.0456	1.4236		2.4594	0.1783	0.0725	0.2822		2.7417	0.2216	0.2216	245.7499	259.7499	225.1000	20.6499	34.6499
					SUMA	0.1935	0.1110			SUMA	0.4428	0.1457			SUMA	0.5290	0.5290					
			SUMA DE H=	0.9543		VAR Q=	-1.4236		SUMA H=	0.1685		VAR Q=	-0.2822		SUMA H=	0.0000						
			SUMA DE H/Q=	0.3352					SUMA H/Q	0.2985												
				RAMALES																		
		42-48	62.0000	0.3058	100.0000	0.0010												246.2779	260.2779	230.0000	16.2779	30.2779
		43-49	62.0000	0.3058	100.0000	0.0010												246.0863	260.0863	226.0500	20.0363	34.0363
		44-50	62.0000	0.3058	100.0000	0.0010												245.9705	259.9705	223.3500	22.6205	36.6205
		45-51	64.0000	1.5488	100.0000	0.0276												245.7223	259.7223	226.0000	19.7223	33.7223
		51-54	46.0000	0.2269	100.0000	0.0004												245.7219	259.7219	216.1500	29.5719	43.5719
		51-55	88.0000	0.4341	100.0000	0.0030												245.7194	259.7194	219.1000	26.6194	40.6194
		51-52	56.0000	0.5722	100.0000	0.0033												245.7190	259.7190	225.0500	20.6690	34.6690
		52-53	60.0000	0.2959	100.0000	0.0009												245.7181	259.7181	220.7500	24.9681	38.9681
		45-56	46.0000	0.2269	100.0000	0.0004												245.7495	259.7495	218.5500	27.1995	41.1995
		46-57	132.0000	0.6511	100.0000	0.0101												245.7401	259.7401	217.9500	27.7901	41.7901
		47-58	62.0000	1.8732	100.0000	0.0391												245.7330	259.7330	228.1600	17.5730	31.5730
		58-61	124.0000	0.7448	100.0000	0.0124												245.7206	259.7206	214.7500	30.9706	44.9706
		58-59	60.7000	0.8226	100.0000	0.0074												245.7256	259.7256	229.7000	16.0256	30.0256
		59-60	106.0700	0.5232	100.0000	0.0052												245.7204	259.7204	220.9100	24.8104	38.8104
		61-62	27.0000	0.1332	100.0000	0.0001												245.7206	259.7206	218.5000	27.2206	41.2206

6.8.4.-Selección del equipo de bombeo para la red de distribución

Para la selección del equipo de bombeo de este sistema, se procederá de la forma vista anteriormente.

6.8.4.1.-Tubería de succión:

Como ya se mencionó con anterioridad, la tubería de succión debe ser lo más corta posible, procurando que siempre sea ascendente hasta alcanzar la bomba, el diámetro de la tubería de succión debe ser tal que la velocidad en su interior no supere lo 2.0 m/seg, para tener pérdidas por fricción bajas. El gasto necesario a conducir es de 9.675 lts/seg . De acuerdo a la fórmula de continuidad Q = V x A, se calcula el diámetro necesario en la tubería de succión, resultando de 3" de diámetro.

Para evitar la formación de vórtices la velocidad de entrada en la boca de succión, es de hasta 0.9 m/seg y una sumergencia mínima calculada en base a la velocidad de entrada.

La longitud de sumergencia mínima se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$V = \frac{Q \times 0.41}{D^2}$$

Donde:

V = Velocidad de entrada en pies/seg
Q = Gasto en G.P.M.
D = Diámetro de la boca de succión en pulgadas

Se tiene un gasto Q = 9.675 lts/seg = 153.37 G.P.M., y un diámetro de entrada D = 3", obtenemos:

V = 6.987 pies/seg = 2.13 m/seg > 0.9 m/seg

Como la velocidad en la boca de la succión supera a la permisible, se propone el diámetro comercia inmediato superior:

Considerando un diámetro de entrada D = 4 ", obtenemos una velicidad de:

V = 3.93 pies/seg = 1.198 m/seg > 0.9 m/seg

Como tampoco cumple con la velocidad permisible, se propone el siguiente diámetro comercial :

Considerando un diámetro en la boca de succión D = 6", se obtiene lo siguiente:

V = 1.74 pies/seg = 0.53 m/seg < 0.9 m/seg

Por lo tanto la velocidad en la entrada de la tubería de succión es aceptable, pues no sobrepasa la velocidad permisible.

A continuación se presenta la tabla de sumergencia mínima, en función de la velocidad de entrada en la tubería de succión.

Velocidad (Pies/seg) V	Sumergencia (Pies) H
2	1.0
3	1.5
4	2.0
5	2.5
6	3.0
7	4.0
8	4.5
9	5.5
10	6.0
11	7.5
12	9.0
15	14.0

Debido a que la velocidad de entrada en la succión resultó de 1.74 pies/seg, corresponde a una sumergencia mínima de 0.87 pies, por lo cual se considerará de 1.0 pies.

Conociendo este dato se calcula la **altura estática total de levante en la succión**, la cual resulta de 2.59 m, entendiendose por esta como la distancia vertical entre el nivel del líquido en aguas mínimas y el eje de succión de la bomba.

6.8.4.2.-Pérdidas en la tubería de succión:

Utilizando el método de longitudes virtuales, el cual fué descrito anteriormente, tenemos las piezas especiales en la tubería de succión con sus respectivas longitudes equivalentes, en base a las tablas 16-6 y 16-7 del manual de hidráulica de J.M. de Azevedo:

Codo de 3" x 90G	1.60 m
Válvula de pie de 6"	39.00 m
Reducción de 6" x 3"	0.69 m
Longitud virtual total	41.29 m

Sumando la longitud de la tubería de succión más la longitud vitual total de las piezas especiales en la succión resulta:

Longitud virtual total	41.29 m
Longitud total de tubería de succión	2.59 m
Longitud total	43.88 m

Para una diámetro de 3" y un gasto de 0.009675m3/seg corresponde una velocidad media del fluido de 2.12 m/seg, misma que al ser considerada en la obtención del coeficiente de fricción de Darcy (Según tabla 12-3 del libro antes mencionado) resulta que f = 0.025.

Las pérdidas de carga en la tubería pueden ser obtenidas, empleandose la fórmula de Darcy-Weisbach:

$$hf = \frac{fLV^2}{D2g}$$

Donde:

hf = Pérdida de carga en (m)
f = Coeficiente de fricción de Darcy
L = Longitud de la tubería en (m)
V = Velocidad media en (m/seg)
D = Diámetro del tubo en (m)
g = Aceleración de la gravedad en (m/seg^2)

Sustituyendo valores se obtiene:

$$hf = \frac{0.025 \times 43.88 \times (2.12)^2}{0.0762 \times 2 \times 9.81}$$

hf = 3.29 m Pérdida de carga en la succión.

6.8.4.3.-Cálculo de la demanda de levante dinámico total de succión (TDSL) dem.

Como se a visto anteriormente el TDSL dem. es la altura estática total de levante en la succión más las pérdidas de carga en la succión, una vez conocido lo anterior se obtiene que:

TDSL dem = he + hf

Donde:

he = altura estática
hf = pérdidas de carga en la succión.

TDSL dem = 2.59 + 3.29 = 5.88 m = 19.29 pies.

6.8.4.4.-Altura neta positiva de succión (NPSH) disponible.

El NPSH disponible es una característica del sistema y la determina el proyectista. Es la presión en el líquido arriba de su presión de vapor en la brida se succión de la bomba. Se calcula con el valor de la presión atmosférica disponible después de rectificar según la altura de instalación, menos la altura dinámica total de succión (TDSL dem), restando la presión de vapor y un factor de seguridad de 2 pies.

A) Presión atmosférica al nivel del mar	33.90 pies
B) Presión atmosférica corregida para una altura de 768.70 pies	33.25 pies
Factores negativos que tienen impacto sobre la presión atmosférica:	
1.- Levante dinámico total en la succión (TDSL)	19.29 pies
2.- Presión de vapor del líquido	1.00 pies
3.- Factor de seguridad (problemas de clíma)	2.00 pies
C) Suma de deducciónes netas	22.29 pies
D) Altura neta positiva de succión disponible (NPSH)	**10.96 pies**

6.8.4.5.-Condiciones para el seleeccionamiento del equipo de bombeo.

Para la selección de la bomba adecuada, se tomarán las siguientes consideraciones:

- La presión en el punto más critico de la red deberá ser mayor a la presión mínima permitida de 10 m.c.a., es decir, que la bomba deberá suministar la presión suficiente en dicho punto para asegurar que en toda la red existira la carga hidráulica adecuada.

- En base a la carga disponible en el punto más critico se calculo el rango operación del sistema, el cual resulto de 20 psi - 40 psi, por lo que se deduce que la bomba se encenderá cuando baje hasta 20 psi y se interrumpirá el funcionamiento cuando se alcance una presión de 40 psi.

- La bomba suministrará el gasto máximo horario cuando la presión se encuentre en 20 psi., en caso de no ser posible, deberá ser un gasto mayor al Qmh.

- El equipode bombeo contará con un sistema hidroneumático , el cual es necesario debido a la variación que existe en el consumo del agua. Este sistema protegerá al equipo de bombeo, ya que suministrará flujo de agua, aun cuando la bomba no este operando; ahorrando energía y alargando la vida del motor. El sistema además disminuye el número de arranques y minimiza el ciclo del sistema.

6.8.4.6.-Carga dinámica total

Para calcular la carga en el crucero más critico y en el punto de encendido de la bomba, se debe de tomar en cuenta las pérdidas en la tubería de succión de la bomba y la carga estática en la misma, además de incluir la carga disponible en el punto más critico de la red trabajando a 20 psi. De lo anterior se deduce lo siguiente:

Altura dinámica total en el punto más critico	10.7021 m
Pérdidas de carga en la succión	3.2900 m
Altura estática de levante en la succión	2.5900 m
	16.5821 m

Entonces para el punto de encendido de la bomba se deberá tener como carga dinámica total mínima los 16.5821 m y el gasto máximo horario, esto es para asegurar que en el día de máxima demanda a la hora de mayor demanda se tenga la capacidad en el sistema para suministrar el agua necesaria arriba de la presión mínima permitida.

6.8.4.7.-Selección de la bomba.

En función de las condiciones mencionadas anteiormente, se seleccionó la siguiente bomba:

Marca	Goulds
Modelo	3 SS
Succión	2 " diam.
Descarga	1 1/2 " diam.
Impulsor	5 1/4 " diam.
Velocidad motor	3500 RPM
Potencia del motor	3 HP

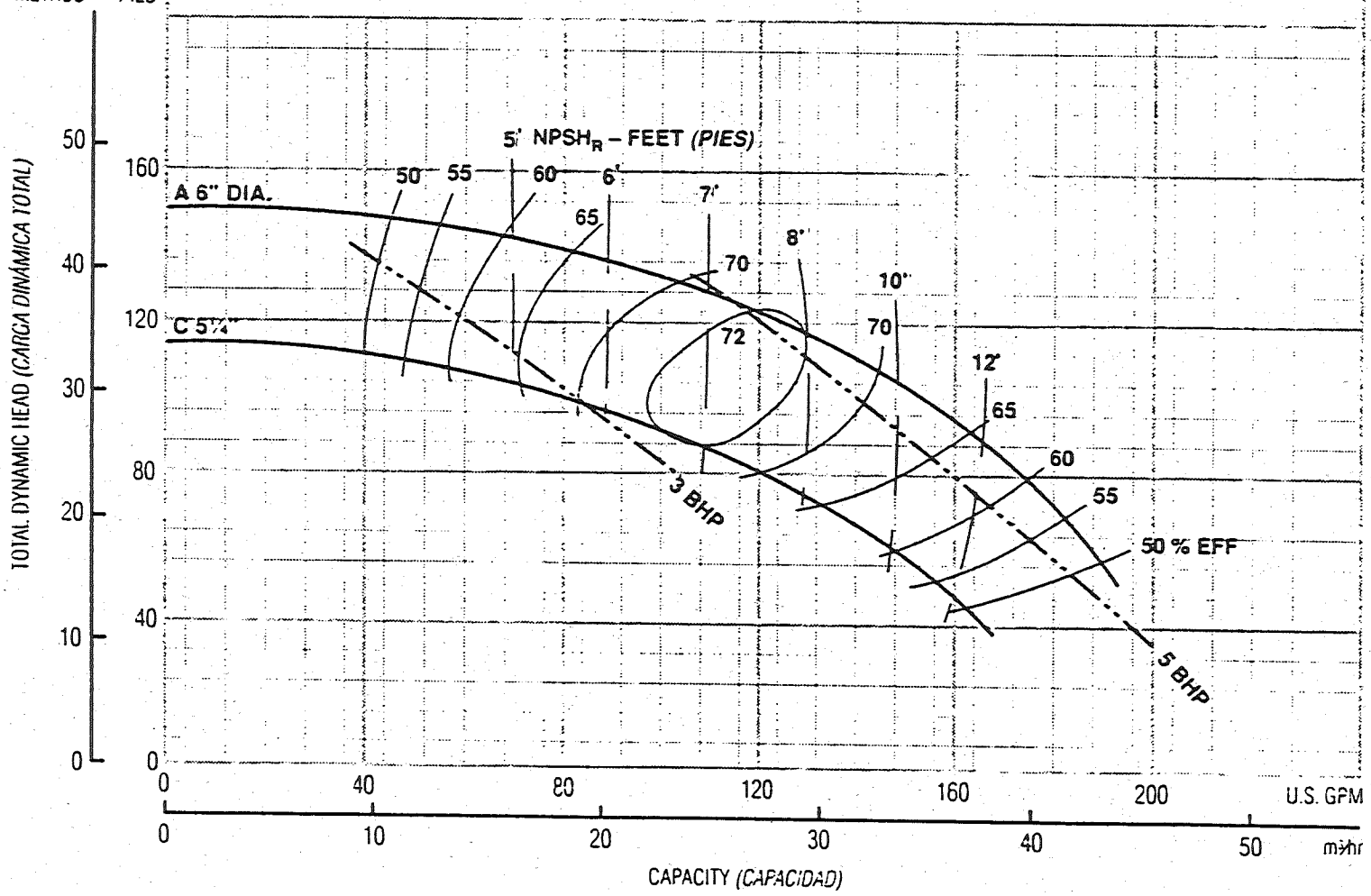
La curva característica de la bomba, nos permite predecir el gasto de descarga de la bomba para diversas alturas de impulsión, su eficiencia respecto al gasto para velocidad de funcionamiento constante, además de incluir el diámeto del impulsor, el NPSH requerido en función del gasto se muestran a continuación.

Model 3657/3757 / Size *(Tamaño)* 1½ x 2-6: 3 SS

RPM 3500 Curve *(Curva)*

IMP. DWG. No. 118-67, IMP. DIAS. for 1.15 S.F. and 1.25 S.F.

NOTE: Not recommended for operation beyond printed H-Q curve.
NOTA: *No se recomienda para funcionamiento más allá del indicado en la curva H-Q.*



Optional Impeller, Impulsor Opcional	
Ordering Code, Código de Pedido	**Dia.**
A	6"
C	5¼

6.8.4.8.-Rango de operación del sistema

Para evaluar el funcionamiento real de la red con el sistema de bombeo hidroneumático es necesario conocer la altura dinámica total en el punto más crítico y a la presión a la que se interrumpirá el funcionamiento de la bomba (40 psi.) para poder establecer el rango de operación real del sistema. Por lo tanto:

Para una presión de 40 psi.

Altura dinámica total en el punto más critico.	26.6222 m.
Pérdidas de carga en al succión.	1.4678 m.
Altura estática de levante en la succión.	2.5900 m.
Altura dinámica total	30.6800 m. = 100 .66 pies.

Una vez obtenido el valor de la carga dinámica total se puede conocer el gasto que se tendrá cuando se tengan 40 psi de presión en el punto más critico.

En la figura No. 6.7, se muestra el rango de operación del sistema donde: el punto P1 indica que al alcanzar la carga HT1 se tendrá el gasto Q1 y se interrumpirá el funcionamiento de la bomba. El punto P3 nos muestra la carga HT3 y el gasto Q3 en el momento en que se iniciará la operación de la bomba y el punto P2 representa el gasto promedio de operación Q2 a una carga promedio HT2.

6.4.8.9.-Revisión del equipo de bombeo.

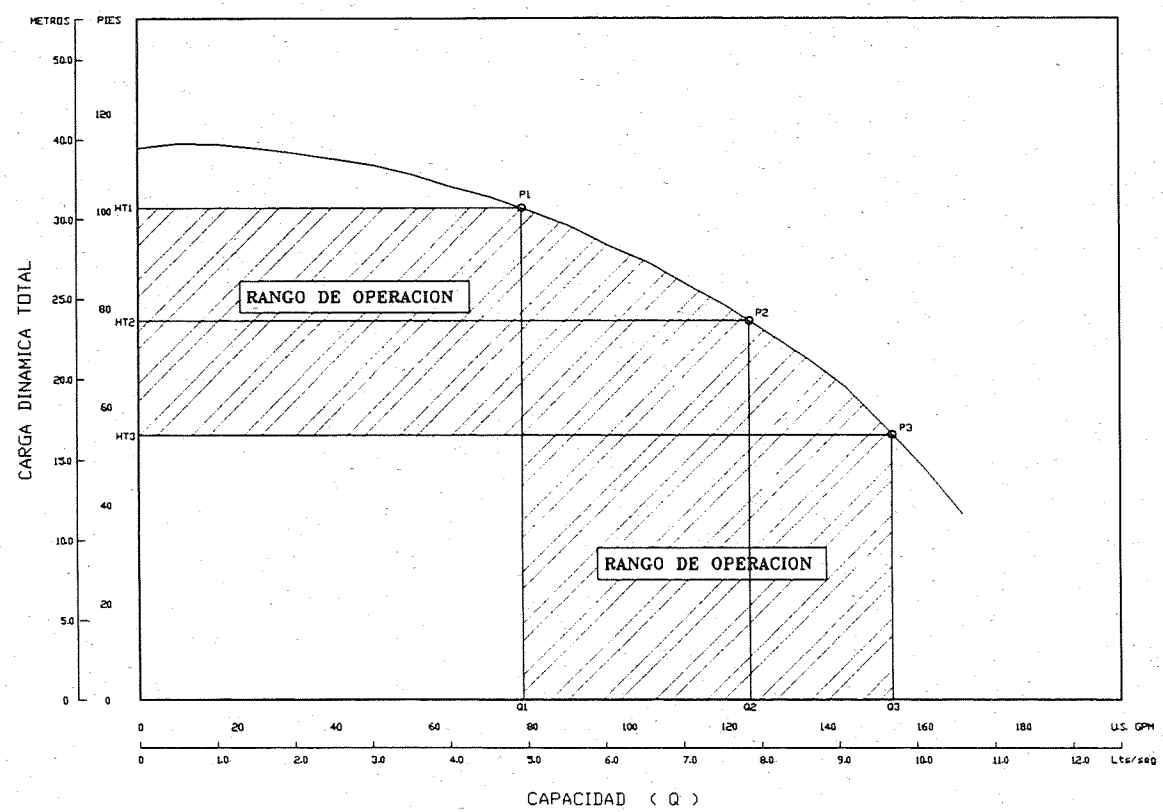
De la curva característica de la bomba obtenemos el NPSHr y comparandolo con el NPSH disponible calculado anteriormente, tenemos:

NPSHr = 10.80 pies
NPSHd = 10.96 pies

NPSHr < NPSHd

La altura neta positiva de succión con que se dispone (NPSHd) es suficiente para evitar cavitación, cuando la bomba esta suministrando el gasto máximo horario, ya que a mayor gasto aumenta el valor del NPSHr.

FIG. 6.7.- CURVA CARACTERISTICA DE LA BOMBA Y RANGO DE OPEACION DEL SISTEMA



	GASTO		CARGA DINAMICA TOTAL	
	G.P.M.	LT/S	PIES	METROS
P1	78.24	4.935	100.66	30.68
P2	124.53	7.868	77.65	23.66
P3	153.57	9.687	54.59	16.63

A GOULDS PUMPS COMPANY

MODELO 3657/3757 / Tamaño 1 1/2 x 2-6: 3 SS
3500 RPM CURVA
IMP. DWG. No. 118-67, IMP. DIAS for 1.15 S.F. Y 1.25 S.F.

6.8.4.10.-Sistema de bombeo resultante.

De acuerdo a las características hidráulicas del sistema, se encontró una bomba que cumple con las condiciones necesarias, es decir que suministrará el gasto Qmh y una carga hidráulica deseada.

La bomba a instalarse será:

Marca	Goulds
Modelo	3 SS
Succión	2 " diam.
Descarga	1 1/2 " diam.
Impulsor	5 1/4 " diam.
Velocidad motor	3500 RPM
Potencia del motor	3 HP

6.8.5.-Diseño del tanque hidroneumático:

Un tanque hidroneumático es el dispositivo capaz de almacenar una determinada cantidad de energía para restituirla total o parcialmente en un instante dado.

El tanque hidroneumático es, pues, un dispositivo que permite almacenar un fluido (generalmente agua o aceite) a presión y suministrarlo en un tiempo mínimo cuando las necesidades de la instalación lo requieren.

El principio consiste en un tanque de acero, en cuyo interior existe una cámara de aire delimitada por una membrana elástica de caucho sintético. La presión del aire obliga a la membrana a dilatarse hasta ocupar todo el espacio que deja libre el líquido. Sobre éste actua siempre, por tanto, la presión reinante en el interior de la cámara.En estas circunstancias se comprende que al abrir la válvula, el aire comprimido dentro de la cámara expulsará el líquido del tanque con la presión existente en el interior del la misma.

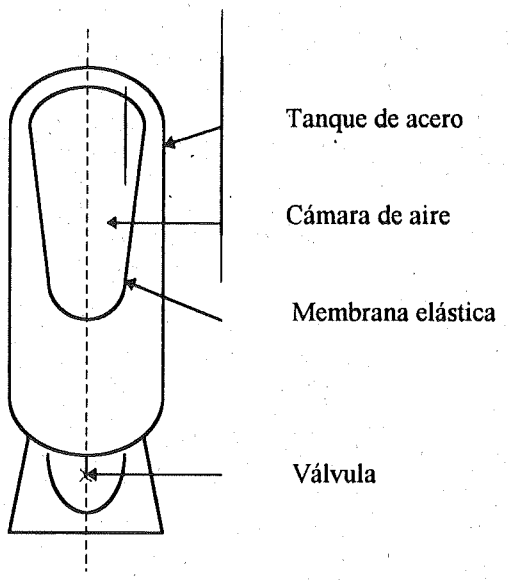


Fig. 6.8 Tanque hidroneumático

En el sistema hidroneumático se utilizará el tanque Aqua - Air, con un rango de presión de 20 - 40 psi. el cual suministrará suficiente flujo de agua, aun cuando la bomba no esté operando; esto con el fin de ahorrar energía y alargar la vida del motor minimizando el número de arranques, para proteger los componentes del sistema reduciendo el ciclo de encendido-apagado de motor.

El sistema hidroneumático trabajará en un rango de presión de 20 - 40 psi, conforme el agua entra en el tanque, el aire que se encuentra arriba del diafragma es comprimido y su volumen se reduce en el mismo volumen del agua que entra. La presión en el tanque se eleva. El agua continua entrando hasta

que se alcanza la presión de 40 psi. que corta el funcionamiento de la bomba. La bomba se para y ahora el tanque se encuentra lleno.

La presión en la cámara de aire forza la entrada del agua en el sistema cuando se demanda sin que la bomba opere de inmediato. Cuando la presión en la cámara de aire finalmente disminuye a 20 psi. el cual es el punto donde se activa la bomba, el interruptor prende la bomba y repite el ciclo de llenado.

6.8.5.1.-Selección del tanque hidroneumático:

Con el procedimiento que a continuación se presenta, se seleccionará el tanque adecuado a las condiciones del sistema, de acuerdo al manual de la Goulds para tanques con sistema de agua Aqua - Air:

a).- Capacidad del flujo del sistema	153.57 GPM
b).- Tiempo mínimo deseado de funcionamiento de las bomba	2.00 Min.
c).- Presión de encendido de la bomba	20.00 Psi.
d).- Presión de apagado de la bomba	40.00 Psi.
e).- Cantidad de agua extraida (a x b)	307.14 GPM
f).- Usando la tabla 2 anexa, encontar el factor de presión	0.37
g).- Volumen mínimo total requrido (e / f)	830.11 GPM

h).- Usando la tabla 1 anexa, seleccione el modelo que tenga un un volumen más grande que el de la línea "g". El volumen total de extracción mostrado en la línea "e" debe ser menor que el mostrado en la columna C de la tabla. Si no resulta asi usar el modelo siguiente más grande.

Como en este caso el volumen mínimo total requerido 830.11 GPM, no apaece dentro de los valores de la tabla 1.

El número de hidoceles se obtiene:

$$\frac{\text{Vol mínimo total requerido} = 830.11 \text{ GPM}}{\text{Vol. mínimo por hidrocell} = 83.56 \text{ GPM}}$$

No. Hid. = 9.94 piezas

Por lo tanto:

Se instalarán 10 Hidroceles del modelo V-250 con un volúmen por hidrocell de 83.56 GPM y una capacidad total de 835.60 GPM. (Fig. 6.9)

Goulds

Tank Selection

TECHNICAL DATA

Aqua-Air Tanks

TABLE 1—TANK SPECIFICATIONS

AQUA-AIR Model No.	Dimensions (Inches) Diameter	Dimensions (Inches) Height	Col. A Total Volume (Gals.)	Col. B Drawdown in Gals. at System Operating Pressure Range of 20/40 PSIG	30/50 PSIG	40/60 PSIG	Col. C Max. Drawdown Vol. (Gals.)	System Connection	Shipping Weight Lbs.
W-6P	8	11 13/16	2.0	0.7	0.6	0.5	1.2	¾" NPTM	7.5
W-15P	11	13 15/16	4.5	1.7	1.4	1.2	2.7	¾" NPTM	11.9
W-25P	11	23 1/16	8.2	3.1	2.6	2.2	4.5	¾" NPTM	21.1
W-45P	15⅜	21 1/16	13.9	5.1	4.3	3.7	8.4	1" NPTM	23.8
W-45B	15⅜	21 1/16	13.9	5.1	4.3	3.7	8.4	1" NPTM	22.6
W-45	15⅜	24 15/16	13.9	5.1	4.3	3.7	8.4	1" NPTF	23.4
W-45MP	15⅜	25 11/16	13.9	5.1	4.3	3.7	8.4	¾" NPTF	27.8
W-60	15⅜	32⅜	19.9	7.3	6.1	5.3	12.1	1" NPTF	33.7
W-60B	15⅜	28½	19.9	7.3	6.1	5.3	12.1	1" NPTM	32.9
W-60MP	15⅜	33⅛	19.9	7.3	6.1	5.3	12.1	¾" NPTF	40.0
W-100	15⅜	47¼	31.8	11.8	9.9	8.6	13.8	1" NPTF	51.7
W-140	22	36 9/16	45.2	16.5	13.9	12.1	27.3	1¼" NPTF	64.1
W-140B	22	32 9/16	45.2	16.5	13.9	12.1	27.3	1¼" NPTM	62.3
W-200	22	48⅝	65.1	23.9	20.0	17.4	39.3	1¼" NPTF	88.9
W-200B	22	44¼	65.1	23.9	20.0	17.4	39.3	1¼" NPTM	86.9
W-260	22	60 11/16	84.9	31.2	26.2	22.8	44.7	1¼" NPTF	113.0

PM=Pipe Mounted B=Buried MP=Mounted Pump

TABLE 2—PRESSURE FACTORS

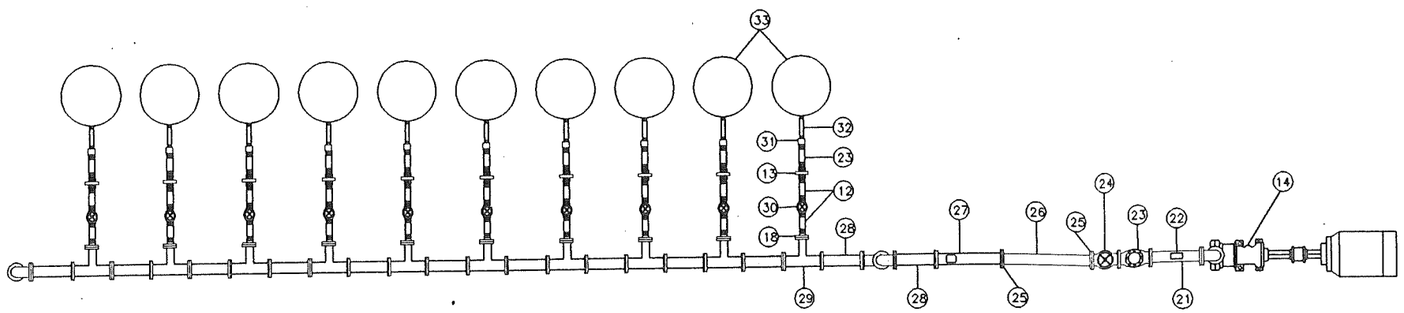
PUMP CUT-OUT PRESSURE—PSIG	PUMP CUT-IN PRESSURE—PSIG 20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
30	.22														
35	.30	.20													
40	.37	.27	.18												
45	.42	.34	.25	.17											
50	.46	.39	.31	.23	.15										
55	.50	.43	.36	.29	.22	.14									
60	.54	.47	.40	.33	.27	.20	.13								
65		.50	.44	.38	.31	.25	.19	.13							
70		.53	.47	.41	.35	.30	.24	.18	.12						
75			.50	.45	.39	.33	.28	.22	.17	.11					
80			.53	.48	.42	.37	.32	.26	.21	.16	.11				
85				.50	.45	.40	.35	.30	.25	.20	.15	.10			
90				.53	.48	.43	.38	.33	.29	.24	.19	.14	.10		
95					.50	.46	.41	.36	.32	.27	.23	.18	.14	.09	
100					.52	.48	.44	.39	.35	.31	.26	.22	.17	.13	.09

To determine tank drawdown of operating pressure ranges other than those listed in Table 1, use following procedure:

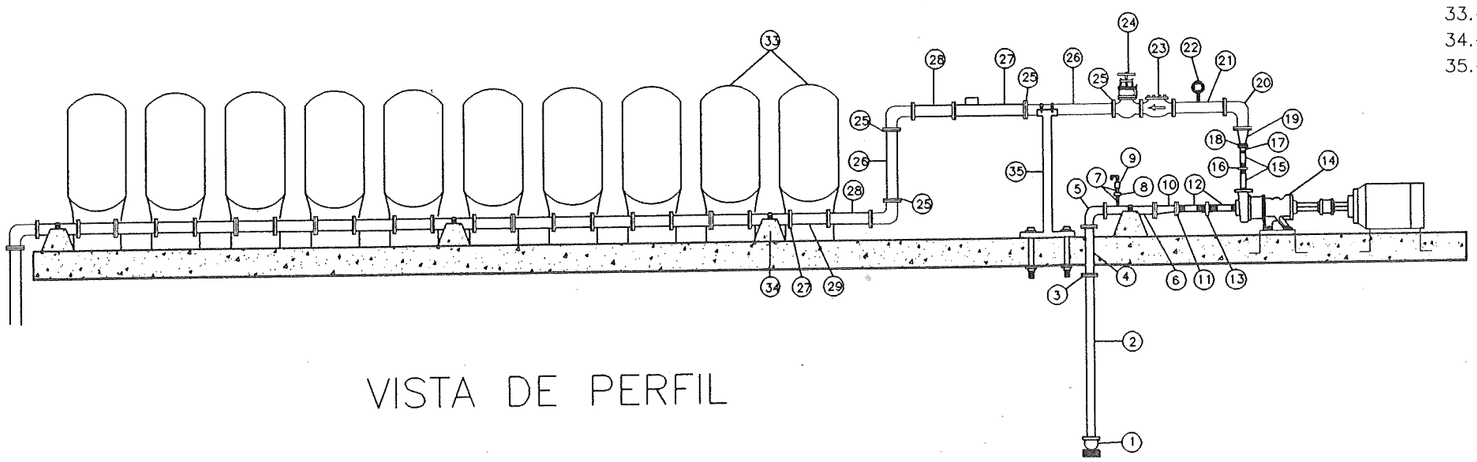
Multiply total tank volume (Table 1, Column A) by pressure factor (Table 2)

Example: Operating range: 35/55
Tank being used: V-200

65.1 = Total volume of tank (Table 1)
× .29 Pressure factor (Table 2)
18.9 = Drawdown in gals. at 35/55 PSI operating range.



VISTA EN PLANTA



VISTA DE PERFIL

PIEZAS ESPECIALES

1.- VALVULA DE PIE DE Fo.Fo. CON CONEXION HEMBRA
2.- TUBO DE ACERO DE 3"ø
3.- BRIDA SOLDABLE DE 3" ø
4.- CARRETE CORTO DE Fo.Fo. DE 3" ø
5.- CODO DE Fo.Fo. DE 3" ø
6.- CARRETE LARGO DE Fo.Fo. DE 3" ø
7.- NIPLE DE Fo.Go. DE 1/2" ø
8.- VALVULA TIPO GLOBO DE 1/2" ø
9.- VALVULA EXPULSORA DE AIRE DE 1/2" ø
10.- REDUCCION EXCENTRICA DE 3" x 2" ø DE Fo.Fo. C/BRIDA
11.- BRIDA ROSCADA DE 2" ø
12.- NIPLE DE Fo.Go. DE 2" ø C/ROSCA
13.- TUERCA UNION DE 2" ø
14.- BOMBA CENTRIFUGA MARCA GOULDS, MODELO 3657/3757 DE. 1 1/2 x 2-6: 3SS
15.- NIPLE DE Fo.Go. DE 1 1/2" C/ROSCA
16.- TUERCA UNION DE 1 1/2" ø
17.- REDUCCION BUSHING DE 2" x 1 1/2" ø%
18.- BRIDA ROSCADA DE 2" ø
19.- REDUCCION DE Fo.Fo. C/BRIDA DE 4" x 2" ø
20.- CODO DE Fo.Fo. DE 4" x 90
21.- CARRETE LARGO DE Fo.Fo. DE 4" ø
22.- MEDIDOR DE PRESION
23.- VALVULA CHECK CON BRIDA DE 4" ø
24.- VALVULA DE SECCIONAMIENTO DE 4" ø DE VASTAGO ASCENDENTE
25.- BRIDA SOLDABLE DE 4" ø
26.- TUBO DE ACERO DE 4" ø
27.- MEDIDOR DE GASTO MARCA McCROMETER DE 4" ø MODELO MW-500
28.- CARRETE CORTO DE 4" ø
29.- TEE DE Fo.Fo. DE 4" x 2" ø
30.- VALVULA DE VOLANTE DE 2" ø
31.- REDUCCION BUSHING DE 2" x 1 1/4"
32.- NIPLE DE Fo.Go. DE 1 1/4" ø C/ROSCA
33.- TANQUE AQUA-AIR MARCA GOULDS MODELO V-250
34.- SOPORTE DE CONCRETO
35.- SOPORTE DE TUBO DE AERRO DE 3" ø CON BASE DE PLACA DE ACERO DE 1/4" Y SECCION SEMICIRCULAR P/APOYO DE DESCARGA.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA	ESCALA: SIN ESCALA
OBRA: SISTEMA DE BOMBEO HIDRONEUMATICO	ACOTACIONES: MTS.
PROYECTO: TESIS	FECHA: FEB. '97
ELABORO: ROSENDO GARZA C. RAFAEL ALCANTAR C.	CONTENIDO: o DETALLE CONSTRUCTIVO o LISTA DE PIEZAS ESPECIALES
ESC. INGENIERIA	FIGURA: 6.9

VII.- CATALOGO DE CONCEPTOS

CATALOGO DE CONCEPTOS

TESIS:

PROYECTO ALTERNATIVO DE LINEA DE CONDUCCION Y RED DE DISTRIBUCION PARA EL FRACCIONAMIENTO POPULAR 1989, EN ENSENADA BAJA CALIFORNIA

UBICACION:

FRACCIONAMIENTO POPULAR 1989, ENSENADA, BAJA CALIF.

No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
	SISTEMA DE BOMBEO (LINEA DE CONDUCCION)		
1	SUMINISTRO E INSTALACION DE BOMBA CENTRIFUGA MARCA BERKELEY MODELO 4EP, DIRECTAMENTE ACOPLADA A MOTOR DE 10 HP DE 1800 RPM	PZA	2.00
2	SUMINISTRO VALVULA DE PIE FOFO CON REJILLA Y CONEXION HEMBRA DE 8" DE DIAMETRO	PZA	2.00
3	REDUCCION DE FOFO CON BRIDA DE 8" x 6"	PZA	2.00
4	TUBO DE ACERO SOLDABLE GRADO "B" SIN COSTURA, CED-40 DE 6" DE DIAMETRO, INCLUYE: SUMINISTRO E INSTALACION	ML	8.00
5	SUMINISTRO E INSTALACION DE BRIDA SOLDABLE DE 6" DE DIAMETRO	PZA	17.00
6	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CODO DE FOFO DE 6" x 90 G	PZA	2.00
7	SUMINISTRO Y COLOCACION DE REDUCCION EXCENTRICA DE FOFO DE 6" x 5"	PZA	2.00
8	SUMINISTRO Y COLOCACION DE NIPLE DE FOGO DE 5" x 50 CM	PZA	2.00
9	SUMINISTRO Y COLOCACION DE BRIDA ROSCADA DE 5" DE DIAMETRO	PZA	4.00
10	SUMINISTRO Y COLOCACION DE NIPLE DE FOGO DE 4" x 20 CM	PZA	4.00
11	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUERCA UNION DE 4" DE DIAMETRO	PZA	2.00
12	SUMINISTRO Y COLOCACION DE BRIDA ROSCADA DE 4" DE DIAMETRO	PZA	2.00
13	REDUCCION DE FOFO CON BRIDA DE 6" x 4"	PZA	2.00
14	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CODO DE FOFO DE 6" DE DIAMETRO DE 45 G	PZA	3.00
15	SUMINISTRO Y COLOCACION DE VALVULA CHECK MARCA CLA VAL MODELO B16 - 02 DE 6" DE DIAMETRO, CLASE 125	PZA	2.00

CATALOGO DE CONCEPTOS

TESIS:

PROYECTO ALTERNATIVO DE LINEA DE CONDUCCION Y RED DE DISTRIBUCION PARA EL FRACCIONAMIENTO POPULAR 1989, EN ENSENADA BAJA CALIFORNIA

UBICACION:

FRACCIONAMIENTO POPULAR 1989, ENSENADA, BAJA CALIF.

No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
16	SUMINISTRO Y COLOCACION DE VALVULA DE SECCIONAMIENTO DE VASTAGO ASCENDENTE DE FOFO CLASE 125 DE 6" DE DIAMETRO, MARCA MUELLER O SIMILAR.	PZA	2.00
17	SUMINISTRO Y COLOCACION DE YEE DE FOFO C/B DE 6" x 6"	PZA	1.00
18	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MEDIDOR DE GASTO MARCA McCROMETER MODELO MW-500 DE 6" DE DIAMETRO	PZA	1.00
19	CONSTRUCCION DE SOPORTE DE CONCRETO DE 43 x 43 x 30 CM. INCLUYE: ANCLAS DE 5/8", MATERIALES Y MANO DE OBRA NECESARIA.	PZA	4.00
20	CONSTRUCCION DE SOPORTE A BASE DE TUBO DE ACERO DE 3" DE DIAMETRO, CON BASE DE PLACA DE ACERO DE 1/4" DE ESPESOR Y SECCION SEMICIRCULAR PARA APOYO DE DESCARGA. INCLUYE: MATERIALES Y MANO DE OBRA NECESARIA.	PZA	1.00
21	SUMINISTRO DE EMPAQUES DE PLOMO DE 4" DE DIAMETRO	PZA	2.00
22	SUMINISTRO DE EMPAQUES DE PLOMO DE 5" DE DIAMETRO	PZA	4.00
23	SUMINISTRO DE EMPAQUES DE PLOMO DE 6" DE DIAMETRO	PZA	23.00
24	SUMINISTRO DE EMPAQUES DE PLOMO DE 8" DE DIAMETRO	PZA	2.00
25	SUMINISTRO DE TORNILLOS C/CABEZA Y TUERCA HEXAGONAL DE 5/8 " x 3 "	PZA	232.00
25	SUMINISTRO DE TORNILLOS C/CABEZA Y TUERCA HEXAGONAL DE 5/8 " x 3 1/2 "	PZA	16.00

CATALOGO DE CONCEPTOS

TESIS:

PROYECTO ALTERNATIVO DE LINEA DE CONDUCCION Y RED DE DISTRIBUCION PARA EL FRACCIONAMIENTO POPULAR 1989, EN ENSENADA BAJA CALIFORNIA

UBICACION:

FRACCIONAMIENTO POPULAR 1989, ENSENADA, BAJA CALIF.

No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
27	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MANOMETRO DE PRESION C/CARATULA DE 4.5" CON AGUJA SUMERGIDA EN GLICERINA CON RANGO DE OPERACION HASTA 150 PSI, DE 6.3 MM (1/4") DE DIAMETRO DE SALIDA, INCLUYE ACCESORIOS.	PZA	1.00

CATALOGO DE CONCEPTOS

TESIS:

PROYECTO ALTERNATIVO DE LINEA DE CONDUCCION Y RED DE DISTRIBUCION PARA EL FRACCIONAMIENTO POPULAR 1989, EN ENSENADA BAJA CALIFORNIA

UBICACION:

FRACCIONAMIENTO POPULAR 1989, ENSENADA, BAJA CALIF.

No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
	LINEA DE CONDUCCION		
1	TRAZO Y NIVELACION	ML	334.00
2	EXCAV. C/MAQUINA EN MAT. "B" EN ZONA "B"EN SECO DE 0 A 4 M DE PROFUNDIDAD	M^3	198.00
3	EXCAV. C/MAQUINA EN MAT. "C" EN ZONA "B"EN SECO DE 0 A 4 M DE PROFUNDIDAD	M^3	132.00
4	PLANTILLA APIS. C/PISON DE MANO EN ZANJA, INCLUYE: SELECCION DEL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION	M^3	23.38
5	INST., JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA DE 6" DE DIAMETRO, DE PVC C900 NORMA AWWA CLASE 100, INCLUYE: BAJADO DEL MATERIAL, EQUIPO PARA PRUEBA, FLETES Y MANIOBRAS LOCALES.	ML	334.00
6	RELLENO ACOSTILLADO Y APISONADO A MANO HASTA 30 CM SOBRE LOMO DE TUBO CON MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION, INCLUYE: INCORPORACION DE HUMEDAD, TENDIDO Y COMPACTADO AL 85% PROCTOR.	M^3	99.31
8	RELLENO APISONADO Y COMPACTADO AL 95% PROCTOR CON EQUIPO MANUAL EN CAPAS DE 20 CM DE ESPESOR, INCLUYE: INCORPORACION DE HUMEDAD	M^3	201.41
9	CARGA Y ACARREO DE LOS MATERIALES PRODUCTO DE LA EXCAVACION HASTA UNA DISTANCIA PROMEDIO DE 2 KM. ABUNDADO.	M^3	8.00
10	INSTALACION DE PIEZAS ESPECIALES DE FOFO HASTA 12" DE DIAMETRO, INCLUYE: LIMPIEZA, PRUEBA HIDROSTATICA, ACARREOS Y MANIOBRAS LOCALES.	KG	1,037.00
11	SUMINISTRO DE TUBERIA PVC CL 100 C-900 NORMA AWWA DE 6" DE DIAMETRO	ML	334.00
12	SUMINISTRO DE TUBERIA DE ACERO SOLDABLE CED-40 GRADO " B " DE 6" DE DIAMETRO, SIN COSTURAS	ML	6.00
13	SUMINISTRO DE VALVULA DE VOLANTE DE VASTAGO FIJO DE 3"DE DIAMETRO, MARCA MUELLER O SIMILAR	PZA	1.00

CATALOGO DE CONCEPTOS

TESIS:

PROYECTO ALTERNATIVO DE LINEA DE CONDUCCION Y RED DE DISTRIBUCION PARA EL FRACCIONAMIENTO POPULAR 1989, EN ENSENADA BAJA CALIFORNIA

UBICACION:

FRACCIONAMIENTO POPULAR 1989, ENSENADA, BAJA CALIF.

No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
14	SUMINISTRO DE TEE DE FOFO DE 6" x 3" CON BRIDA CLASE 125	PZA	1.00
15	SUMINISTRO DE CODO DE FOFO DE 6" x 90G CON BRIDA, CLASE 125	PZA	2.00
16	SUMINISTRO DE CODO DE FOFO DE 6" x 45G CON BRIDA, CLASE 125	PZA	2.00
17	SUMINISTRO DE CODO DE FOFO DE 3" x 90G CON BRIDA, CLASE 125	PZA	1.00
18	SUMINISTRO DE CODO SOLDABLE DE FONO 6" x 90G	PZA	5.00
19	SUMINISTRO DE CODO SOLDABLE DE FONO 6" x 45G	PZA	2.00
20	SUMINISTRO DE CARRETE CORTO DE FOFO DE 3" DE DIAMETRO	PZA	2.00
21	SUMINISTRO DE JUNTAS GIBAULT DE 6" DE DIAMETRO	PZA	12.00
22	SUMINISTRO DE EXTREMIDAD DE FOFO DE 6" DE DIAMETRO	PZA	12.00
23	SUMINISTRO DE BRIDA SOLDABLE DE 6" DE DIAMETRO	PZA	22.00
24	SUMINISTRO DE EMPAQUE DE PLOMO DE 3" DE DIAMETRO	PZA	4.00
25	SUMINISTRO DE EMPAQUE DE PLOMO DE 6" DE DIAMETRO	PZA	23.00
26	SUMINISTRO DE TORNILLOS CON CABEZA Y TUERCA HEXAGONAL DE 5/8" x 2 1/2"	PZA	16.00
27	SUMINISTRO DE TORNILLOS CON CABEZA Y TUERCA HEXAGONAL DE 5/8" x 3"	PZA	184.00
28	CONSTRUCCION DE SOPORTE DE CONCRETO DE 43 x 43 x 30 CM. INCLUYE: ANCLAS DE 5/8", MATERIALES Y MANO DE OBRA NECESARIA.	PZA	3.00
29	CONSTRUCCION DE ATRAQUES, F'C= 150 KG/CM². INCL.: MATERIAL Y MANO DE OBRA EN PZAS. ESPEC. DE : 150 mm (6") DE DIAM.	PZA	6.00

CATALOGO DE CONCEPTOS

TESIS:

PROYECTO ALTERNATIVO DE LINEA DE CONDUCCION Y RED DE DISTRIBUCION PARA EL FRACCIONAMIENTO POPULAR 1989, EN ENSENADA BAJA CALIFORNIA

UBICACION:

FRACCIONAMIENTO POPULAR 1989, ENSENADA, BAJA CALIF.

No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
30	CAJA P/OPERACION DE VALV. C/LOSA DE CONCRETO F'c=200KG/CM² DE 12 CM DE ESPESOR C/VAR. #3 A.C. 10 CM EN AMBOS SENTIDOS, C/MUROS DE TABIQUE DE 7x14x28 CM, JUNTEADO Y EMPLASTE CON INTERIOR C/MORTERO CEMENTO ARENA PROP. 1:3, C/PISO DE CONCRETO DE F'c= 200 KG/CM² DE 10 CM DE ESPESOR Y VARS. #3 A.C. 20 CM EN AMBOS SENT. CIMENT. DE PEDACERIA DE TABIQUE UNIDO C/MORT. CEM.ARENA PROP. 1:5, DALA D/CONC. F'c=200 KG/CM² C/VARS. #3 Y TAPA DE FOFO DE 50x50 CM MARCO Y CONTRAMARCO. INCL.:MATERIAL Y MANO DE OBRA.	PZA	1.00

CATALOGO DE CONCEPTOS

TESIS:

PROYECTO ALTERNATIVO DE LINEA DE CONDUCCION Y RED DE DISTRIBUCION PARA EL FRACCIONAMIENTO POPULAR 1989, EN ENSENADA BAJA CALIFORNIA

UBICACION:

FRACCIONAMIENTO POPULAR 1989, ENSENADA, BAJA CALIF.

No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
	SISTEMA DE BOMBEO CON HIDRONEUMATICO PARA LA RED DE DISTRIBUCION		
1	SUMINISTRO E INSTALACION DE BOMBA CENTRIFUGA MARCA GOULDS MODELO 3657/3757 DE 1 1/2" x 2-6 3SS DIRECTAMENTE ACOPLADA A MOTOR DE 3 HP DE 35000 RPM	PZA	1.00
2	SUMINISTRO VALVULA DE PIE FOFO CON REJILLA Y CONEXION HEMBRA DE 3" DE DIAMETRO	PZA	1.00
3	TUBO DE ACERO SOLDABLE GRADO "B" SIN COSTURA, CED-40 DE 3" DE DIAMETRO, INCLUYE: SUMINISTRO E INSTALACION	PZA	3.00
4	SUMINISTRO Y COLOCACION DE BRIDA SOLDABLE DE 3" DE DIAMETRO	ML	6.00
5	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CODO DE FOFO DE 3" x 90 G	PZA	1.00
6	SUMINISTRO Y COLOCACION DE NIPLE DE FOGO DE 1/2" x 10 CM.	PZA	2.00
7	SUMINISTRO Y COLOCACION DE VALVULA TIPO CLOBO DE 1/2" DE DAIMETRO	PZA	1.00
8	SUMINISTRO Y COLOCACION DE VALVULA EXPULSORA DE AIRE DE 1/2" DE DAIMETRO	PZA	1.00
9	SUMINISTRO Y COLOCACION DE REDUCCION EXCENTRICA DE 3" x 2" C/ BRIDA	PZA	1.00
10	SUMINISTRO Y COLOCACION DE BRIDA ROSCADA DE 2" DE DIAMETRO	PZA	12.00
11	SUMINISTRO Y COLOCACION DE NIPLE DE FOGO DE 2" x 20 CM	PZA	32.00
12	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUERCA UNION DE 2" DE DIAMETRO	PZA	11.00
13	SUMINISTRO Y COLOCACION DE NIPLE DE FOGO DE 1 1/2" x 20 CM	PZA	2.00
14	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUERCA UNION DE 1 1/2" DE DIAMETRO	PZA	1.00

CATALOGO DE CONCEPTOS

TESIS:

PROYECTO ALTERNATIVO DE LINEA DE CONDUCCION Y RED DE DISTRIBUCION PARA EL FRACCIONAMIENTO POPULAR 1989, EN ENSENADA BAJA CALIFORNIA

UBICACION:

FRACCIONAMIENTO POPULAR 1989, ENSENADA, BAJA CALIF.

No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
15	SUMINISTRO Y COLOCACION DE REDUCCION BUSHING DE 2"x 1 1/2" DE FO.GO.	PZA	1.00
16	SUMNINISTRO Y COLOCACION DE REDUCCION DE FO.FO. CON BRIDA DE 4" x 2"	PZA	1.00
17	SUMNINISTRO Y COLOCACION DE CODO DE FO.FO. CON BRIDA DE 4" x 90	PZA	5.00
18	TUBO DE ACERO SOLDABLE GRADO "B" SIN COSTURA, CED-40 DE 4" DE DIAMETRO, INCLUYE: SUMINISTRO E INSTALACION	M.	6.00
19	SUMINISTRO Y COLOCACION DE BRIDA SOLDABLE DE 4" DE DIAMETRO	PZA	8.00
20	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MANOMETRO DE PRESION C/CARATULA DE 4.5" CON AGUJA SUMERGIDA EN GLICERINA CON RANGO DE OPERACION HASTA 150 PSI, DE 6.3 MM (1/4") DE DIAMETRO DE SALIDA, INCLUYE ACCESORIOS.	PZA	1.00
21	SUMINISTRO Y COLOCACION DE VALVULA CHECK MARCA CLA VAL MODELO B16 - 02 DE 4" DE DIAMETRO, CLASE 125	PZA	1.00
22	SUMINISTRO Y COLOCACION DE VALVULA DE SECCIONAMIENTO DE VASTAGO ASCENDENTE DE FOFO CLASE 125 DE 4" DE DIAMETRO, MARCA MUELLER O SIMILAR.	PZA	1.00
23	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MEDIDOR DE GASTO MARCA McCROMETER MODELO MW-500 DE 4" DE DIAMETRO	PZA	1.00
24	SUMNINISTRO Y COLOCACION DE CARRETE CORTO DE 4" DE FOFO C/ BRIDAS	PZA	12.00
25	SUMNINISTRO Y COLOCACION DE TEE DE FO.FO. CON BRIDA DE 4" x 2"	PZA	10.00
26	SUMNINISTRO Y COLOCACION DE VALVULA DE VOLANTE DE 2"	PZA	10.00
27	SUMNINISTRO Y COLOCACION DE REDUCCION DE FO.GO. ROSCADA DE 2" x 1 1/4"	PZA	10.00

CATALOGO DE CONCEPTOS

TESIS:

PROYECTO ALTERNATIVO DE LINEA DE CONDUCCION Y RED DE DISTRIBUCION PARA EL FRACCIONAMIENTO POPULAR 1989, EN ENSENADA BAJA CALIFORNIA

UBICACION:

FRACCIONAMIENTO POPULAR 1989, ENSENADA, BAJA CALIF.

No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
28	SUMINISTRO Y COLOCACION DE NIPLE DE FOGO DE 1 1/4" x 20 CM	PZA	10.00
29	SUMNINISTRO Y COLOCACION DE TANQUE AQUA-AIR MARCA GOULDS, MODELO V-250	PZA	10.00
30	CONSTRUCCION DE SOPORTE DE CONCRETO DE 43 x 43 x 30 CM. INCLUYE: ANCLAS DE 5/8", MATERIALES Y MANO DE OBRA NECESARIA.	PZA	4.00
31	CONSTRUCCION DE SOPORTE A BASE DE TUBO DE ACERO DE 3" DE DIAMETRO, CON BASE DE PLACA DE ACERO DE 1/4" DE ESPESOR Y SECCION SEMICIRCULAR PARA APOYO DE DESCARGA. INCLUYE: MATERIALES Y MANO DE OBRA NECESARIA.	PZA	1.00
32	SUMNINISTRO DE EMPAQUES DE PLOMO 4"	PZA	35.00
33	SUMNINISTRO DE EMPAQUES DE PLOMO 3"	PZA	5.00
34	SUMNINISTRO DE EMPAQUES DE PLOMO 2"	PZA	12.00
35	SUMINISTRO DE TORNILLOS C/CABEZA Y TUERCA HEXAGONAL DE 5/8 " x 2 1/2 "	PZA	48.00
36	SUMINISTRO DE TORNILLOS C/CABEZA Y TUERCA HEXAGONAL DE 5/8 " x 3 "	PZA	320.00

CATALOGO DE CONCEPTOS

TESIS:

PROYECTO ALTERNATIVO DE LINEA DE CONDUCCION Y RED DE DISTRIBUCION PARA EL FRACCIONAMIENTO POPULAR 1989, EN ENSENADA BAJA CALIFORNIA

UBICACION:

FRACCIONAMIENTO POPULAR 1989, ENSENADA, BAJA CALIF.

No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
	RED DE AGUA POTABLE		
1	TRAZO Y NIVELACION	ML	7,124.00
2	EXCAV. C/MAQUINA EN MAT. "B" EN ZONA "B"EN SECO DE 0 A 4 M DE PROFUNDIDAD	M^3	2,608.00
3	EXCAV. C/MAQUINA EN MAT. "C" EN ZONA "B"EN SECO DE 0 A 4 M DE PROFUNDIDAD	M^3	1,743.00
4	PLANTILLA APIS. C/PISON DE MANO EN ZANJA, INCLUYE: SELECCION DEL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION	M^3	432.00
5	INST., JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA DE 4" DE DIAMETRO, DE PVC C900 NORMA AWWA CLASE 100, INCLUYE: BAJADO DEL MATERIAL, EQUIPO PARA PRUEBA, FLETES Y MANIOBRAS LOCALES.	ML	6,829.00
6	INST., JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA DE 8" DE DIAMETRO, DE PVC C900 NORMA AWWA CLASE 100, INCLUYE: BAJADO DEL MATERIAL, EQUIPO PARA PRUEBA, FLETES Y MANIOBRAS LOCALES.	ML	295.00
7	RELLENO ACOSTILLADO Y APISONADO A MANO HASTA 30 CM SOBRE LOMO DE TUBO CON MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION, INCLUYE: INCORPORACION DE HUMEDAD, TENDIDO Y COMPACTADO AL 85% PROCTOR.	M^3	1,686.37
8	RELLENO APISONADO Y COMPACTADO AL 95% PROCTOR CON EQUIPO MANUAL EN CAPAS DE 20 CM DE ESPESOR, INCLUYE: INCORPORACION DE HUMEDAD	M^3	2,173.00
9	CARGA Y ACARREO DE LOS MATERIALES PRODUCTO DE LA EXCAVACION HASTA UNA DISTANCIA PROMEDIO DE 2 KM. ABUNDADO.	M^3	103.65
10	INSTALACION DE PIEZAS ESPECIALES DE FOFO HASTA 12" DE DIAMETRO, INCLUYE: LIMPIEZA, PRUEBA HIDROSTATICA, ACARREOS Y MANIOBRAS LOCALES.	KG	6,492.00

CATALOGO DE CONCEPTOS

TESIS:

PROYECTO ALTERNATIVO DE LINEA DE CONDUCCION Y RED DE DISTRIBUCION PARA EL FRACCIONAMIENTO POPULAR 1989, EN ENSENADA BAJA CALIFORNIA

UBICACION:

FRACCIONAMIENTO POPULAR 1989, ENSENADA, BAJA CALIF.

No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
11	CONSTRUCCION DE ATRAQUES, F'C= 150 KG/CM².		
	INCL.: MATERIAL Y MANO DE OBRA EN PZAS. ESPEC.		
	DE : 100 mm (4") DE DIAM.	PZA	53.00
	DE : 200 mm (8") DE DIAM.	PZA	4.00
12	CAJA P/OPERACION DE VALV. C/LOSA DE CONCRETO F'c=200KG/CM² DE 12 CM DE ESPESOR C/VAR. #3 A.C. 10 CM EN AMBOS SENTIDOS, C/MUROS DE TABIQUE DE 7x14x28 CM, JUNTEADO Y EMPLASTE CON INTERIOR C/MORTERO CEMENTO ARENA PROP. 1:3, C/PISO DE CONCRETO DE F'c= 200 KG/CM² DE 10 CM DE ESPESOR Y VARS. #3 A.C. 20 CM EN AMBOS SENT. CIMENT. DE PEDACERIA DE TABIQUE UNIDO C/MORT. CEM.ARENA PROP. 1:5, DALA D/CONC. F'c=200 KG/CM² C/VARS. #3 Y TAPA DE FOFO DE 50x50 CM MARCO Y CONTRAMARCO. INCL.:MATERIAL Y MANO DE OBRA.	PZA	27.00
13	SUMIN. E INST. DE HIDRANTE MARCA MUELLER DE 4" DE DIAM.		
	INCLUYE:		
	TEE DE FOFO DE 4"	PZA	1.00
	EXTREMIDAD DE FOFO DE 4" DE DIAM.	PZA	4.00
	JUNTA GIBAULT COMPLETA DE 4" DE DIAM	PZA	4.00
	EMPAQUE DE PLOMO DE 4" DE DIAM.	PZA	5.00
	TORNILLOS DE 5/8" x 3"	PZA	40.00
	BASE DE HIDRANTE	PZA	1.00
	CARRETE ESP. DE 4" DE DIAM.	PZA	1.00
	BARRIL O COLUMNA	PZA	1.00
	VALV. DE SECC. C/B DE 4"	PZA	1.00
	CAJA P/OPERACION DE VALVULAS TIPO 1 (0.7x0.7m)	PZA	1.00
	ATRAQUE DE CONC. F'C=200 KG/CM² (0.4x0.4x0.4M)	PZA	1.00
		LOTE	3.00

CATALOGO DE CONCEPTOS

TESIS:

PROYECTO ALTERNATIVO DE LINEA DE CONDUCCION Y RED DE DISTRIBUCION PARA EL FRACCIONAMIENTO POPULAR 1989, EN ENSENADA BAJA CALIFORNIA

UBICACION:

FRACCIONAMIENTO POPULAR 1989, ENSENADA, BAJA CALIF.

No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
14	SUMIN. DE CODO DE FOFO CON BRIDA DE:		
	4"x90G	PZA	11.00
	4"x45G	PZA	2.00
	4"x11G	PZA	6.00
	8"x45G	PZA	4.00
15	SUMIN. DE TEE DE FOFO CON BRIDA DE:		
	4" x 4"	PZA	12.00
	8" x 4"	PZA	1.00
16	SUMIN. DE REDUCCION DE FOFO C/B CL-125 DE 8" x 4"	PZA	1.00
17	SUMIN. DE CARRETE LARGO DE FOFO CL-125 DE 8" DE DIAMETRO	PZA	2.00
18	SUMIN. DE EXTREMIDAD DE 40 CM DE FOFO CL 125 DE 4" DE DIAMETRO	PZA	133.00
19	SUMIN. DE EXTREMIDAD DE 40 CM DE FOFO CL 125 DE 8" DE DIAMETRO	PZA	8.00
20	SUMIN. DE JUNTA GIBAULT COMPLETA DE 4" DIAM		
	INCL.: EMPAQUES Y TORNILLERIA	PZA	133.00
21	SUMIN. DE JUNTA GIBAULT COMPLETA DE 8" DIAMETRO, INCLUYE: EMPAQUES Y TORNILLERIA.	PZA	8.00
22	SUMIN. DE VALV. D/SECC. VASTAGO FIJO CL-125		
	DE: 4" DE DIAM DE FOFO	PZA	27.00
	DE: 8" DE DIAM DE FOFO	PZA	1.00
23	SUMIN. DE TAPA CIEGA DE FOFO DE 4" DE DIAM.	PZA	25.00
24	SUMIN. DE CRUZ DE FOFO CL 125 DE 4" x 4"	PZA	10.00
25	SUMIN DE EMPAQUES DE PLOMO DE 4" DE DIAM.	PZA	171.00
26	SUMIN DE EMPAQUES DE PLOMO DE 8" DE DIAM.	PZA	9.00
27	SUMIN DE TORNILLOS DE CABEZA Y TUERCA HEXAG.		
	DE 5/8" x 3" (DIAM x LONG) P/PZAS. DE 4"	PZA	1,368.00
	DE 5/8" x 3 1/2" (DIAM x LONG) P/PZAS. DE 8"	PZA	72.00
28	SUMIN. DE TUBERIA DE 4" DE DIAM. PVC. CED-900		
	NORMA AWWA CLASE 100	ML	6,829.00
29	SUMIN. DE TUBERIA DE 8" DE DIAM. PVC. CED-900		
	NORMA AWWA CLASE 100	ML	295.00

VIII.- CONCLUSION

VII.- CONCLUSION

El objetivo principal de este proyecto ha sido cumplido satisfactoriamente, ya que se buscó fuese funcional y a la vez económico sin omitir las normas y especificaciones señaladas por las dependencias normativas, cuidando que en todo momento las instalaciones y el equipo calculado fueran acordes a las necesidades más generales de la población de dicho asentamiento y satisfacer así la demanda a mediano y largo plazo.

En base a lo anterior y de acuerdo a los alcances del proyecto y a los términos de referencia proporcionados por la Comisión Nacional del Agua, se desarrolló este trabajo.

En el presente proyecto como ya se ha mencionado anteriormente, esta compuesto por diferentes unidades independientes que funcionando en conjunto forman un sistema de abastecimiento de agua potable.

Estas unidades son:

- Linea de conducción (funcionando por bombeo)
- Equipo de bombeo para la linea de conducción
- Tanque regulador
- Red de distribución por gravedad
- Red de distribución por bombeo
- Equipo de bombeo para la red de distribución

Considerando las características propias del Fraccionamiento Ampliación Popular 1989, después de un análisis resulto lo siguiente:

- **Linea de conducción**

Esta consta de una longitud de 334 m, para la cual se utilizará tubería de PVC de Clase 100 C-900 de 6" de diámetro, la línea transportará un gasto de 20.04 lps del tanque de 500 m3 existente, ubicado a una elevación de 219 m.s.n.m. al tanque de proyecto localizado en la cota 232 m.s.n.m.

- **Equipo de bombeo para la línea de conducción**

Según el gasto a transportar y la diferencia de altura en los tanques mencionados, resultó el siguiente equipo de bombeo:

Tipo	Berkeley
Modelo	4EP
Succión	5 pulg
Descarga	4 pulg
Impulsor	8-11/16 pulg
Velocidad del motor	1800 RPM
Potencia del motor	10 HP

La estación de bombeo funcionará bajo el sistema alternativo de bombas 1 + 1, es decir, trabajarán dos bombas con las mismas características alternadamente. Cuando una de las bombas deje de funcionar, la otra bomba encenderá cuando la presión en la tubería disminuya al mínimo de encendido y dejará de funcionar cuando la presión de la tubería llegue al máximo de encendido.

- **Tanque regulador**

El tanque tendrá una capacidad de regulación de hasta 300 m3, esto es considerando 24 horas de bombeo y una variación en consumo diario establecida para poblaciones pequeñas, de acuerdo al manual de la C.N.A. Las dimensiones del tanque serán de acuerdo al tanque tipo de 300 m3 de la C.E.S.P.E.

- **Red de distribución por gravedad**

En la red de sistribución por gravedad se instalarán tuberías de PVC CL 100 C-900 de 8"y 4" de diámetro, considerando una carga hidráulica mínima de 10 m.c.a. en la toma domiciliaria.

La red consta de hidrantes contra incendios, los cuales se ubicarán en puntos estratégicos, donde se debe contar con una presión de 20 psi (14 m.c.a.). En condiciones de emergencia se acepta que el sumunistro a la red de distribución se destine a la zona de conflicto, mediante el manejo de válvulas y disminuyendo el servicio a los usuarios.

Las válvulas que se instalarán serán de vastago fijo del diámetro correspondiente, mismas que serán ubicadas en los cruceros que sean necesarios, para una buena operación de la red.

La longitud de la red de distribución por gravedad es de 5,162.49 m, la cual abastecerá a 720 predios, mismos que correponden a una población de 4320 habitantes con una dotación de 225 lts/hab/día.

- **Red de distribución por bombeo**

Esta abastecerá las zonas altas del fraccionamiento, debido a que no llega el agua al sitio de toma con la presión mínima necesaria de operación, la cual es de 10 m.c.a.

La red por bombeo contará con una longitud de 1961.48 m, la cual será capaz de abastecer a 344 predios, con una población de 2,064 habitantes y una dotación de 225 lts/hab/día.

Las tuberías que se instalarán serán de PVC CL 100 C-900 de 4" de diámetro, las válvulas de seccionamiento que se utilizarán serán de vastago fijo de 4"de diámetro, ubicadas con el mismo criterio de operación como en la red por gravedad.

- **Equipo de bombeo para la red de distribución**

Para lograr que la red de distribución por bombeo cumpla con el fin que se propuso, el equipo que deberá instalarse de acuerdo a las características hidráulicas del sistema, el cual estará compuesto por una bomba que cumple con las condiciones necesarias, es decir que suministrará el gasto Qmh y una carga hidráulica deseada, así como también un conjunto de tanques hidroneumáticos, las características del equipo se describe a continuación:

La bomba a instalarse será:

Marca	Goulds
Modelo	3 SS
Succión	2 " diam.
Descarga	1 1/2 " diam.
Impulsor	5 1/4 " diam.
Velocidad motor	3500 RPM
Potencia del motor	3 HP

Se instalarán 10 Hidroceles del modelo V-250 con un volúmen por hidrocell de 83.56 GPM logrando una capacidad total de 835.60 GPM.

VIII.- BIBLIOGRAFIA

1.- TITULO: Manual de Normas y Proyectos para Obras de Aprovisionamiento de Agua Potable en Localidades Urbanas de la República Mexicana
AUTOR: Facultad de Ingeniería U.N.A.M.
EDITADO: Universidad Nacional Autónoma de México

2.- TITULO: Especificaciones Generales para la Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado
AUTOR: Gerencia de Normas Técnicas de C.N.A.
EDITADO: Comisión Nacional del Agua

3.- TITULO: Manual de Normas para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario
AUTOR: Departamento de Proyectos de C.E.S.P.T.
EDITADO: Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana

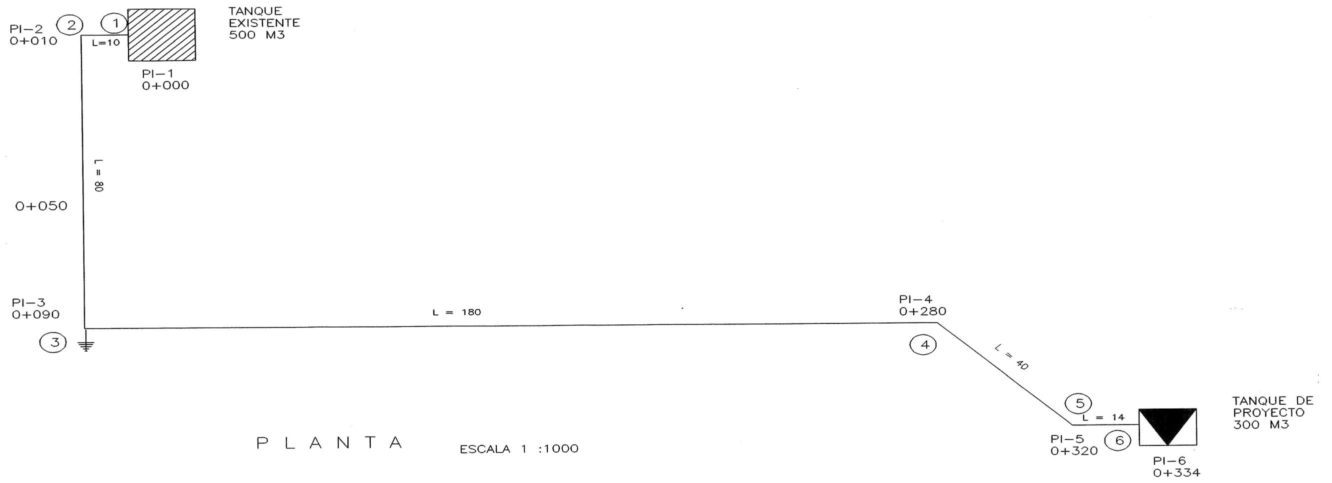
4.- TITULO: Lineamientos Técnicos para la Elaboración de Estudios y Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario
AUTOR: Subdirección General de Infraestructura Hidráulica Urbana e Industrial
EDITADO: Comisión Nacional del Agua

5.- TITULO: Abastecimiento de Agua y Alcantarillado
AUTOR: E. W. Estecl and Terence J. McGhec
EDITADO: Gustavo Gili S.A.

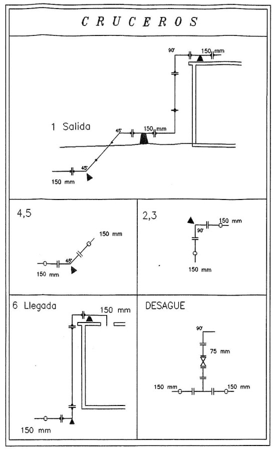
6.- TITULO: Biblioteca de las Instalaciones; Agua Tomo I
AUTOR: Francisco Ascencio Cerver
EDITADO: Atrium

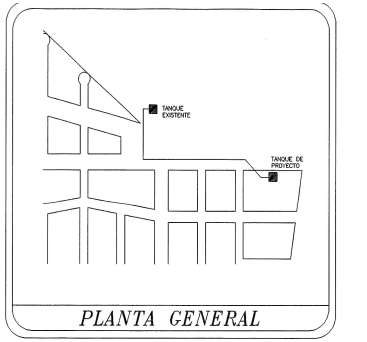
7.- TITULO: Manual de Hidráulica
AUTOR: J.M. de Azevedo, Guillermo Acosta A.
EDITADO: Harla

8.- TITULO: Manual del Ingeniero Civil, Tomo IV
AUTOR: Frederick S. Merritt
EDITADO: McGraw-Hill (Segunda edición en español)



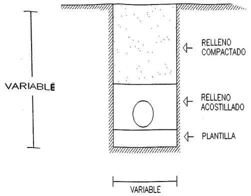
P L A N T A ESCALA 1 :1000





SECCION DE EXCAVACION

DIAMETRO NOMINAL		ANCHO	PROFUNDIDAD
mm.	Pulgadas.	M.	M.
150	6	0.70	1.10

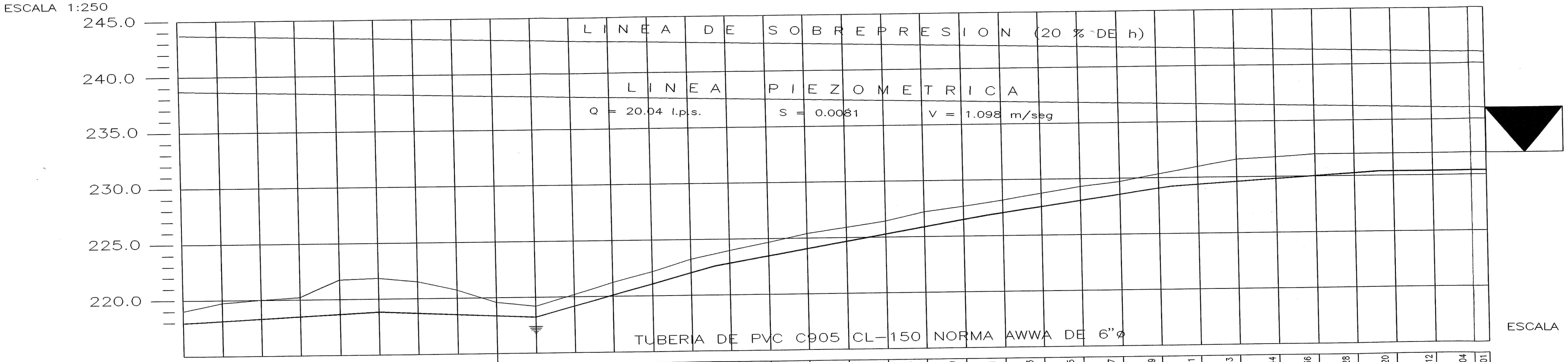


LISTA DE MATERIALES

SIMB.	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD
	TUBERIA PVC CL 100 C-900 NORMA AWWA DE 6" (150 mm) DIAM.	334	M.
	TUBERIA DE ACERO SOLDABLE CED. 40 DE 6" (150 mm) DIAM.	6	M.
	VALVULA DE VOLANTE DE VASTAGO FIJO MARCA MUELLER O SIMILAR DE 6" (150 mm)	1	PZA
	TEE DE FoFo. DE 6" (150 mm) C/ BRIDA	1	PZA
	CODO DE FoFo. DE 6" x 90 C/ BRIDA	2	PZA
	CODO DE FoFo. DE 6" x 45 C/ BRIDA	2	PZA
	CODO DE FoFo. DE 3" x 90 C/ BRIDA	1	PZA
	CODO SOLDABLE DE FoNo. DE 6" x 90	5	PZA
	CODO SOLDABLE DE FoNo. DE 6" x 45	2	PZA
	CARRETE DE FoFo. DE 3" (75 mm) DE DIAM.	2	PZA
	JUNTA GIBAULT DE 6" (150 mm) DE DIAM.	12	PZA
	EXTREMIDAD DE FoFo. DE 6" (150 mm) DE DIAM.	12	PZA
	BRIDA SOLDABLE DE 6" (150 mm) DE DIAM.	22	PZA
	EMPAQUES DE PLOMO DE 3" (75 mm) DE DIAM.	4	PZA
	EMPAQUES DE PLOMO DE 6" (150 mm) DE DIAM.	23	PZA
	TORNILLOS CON CABEZA Y TUERCA HEXAGONAL DE 5/8" x 2 1/2"	16	PZA
	TORNILLOS CON CABEZA Y TUERCA HEXAGONAL DE 5/8" x 3"	184	PZA

S I M B O L O G I A

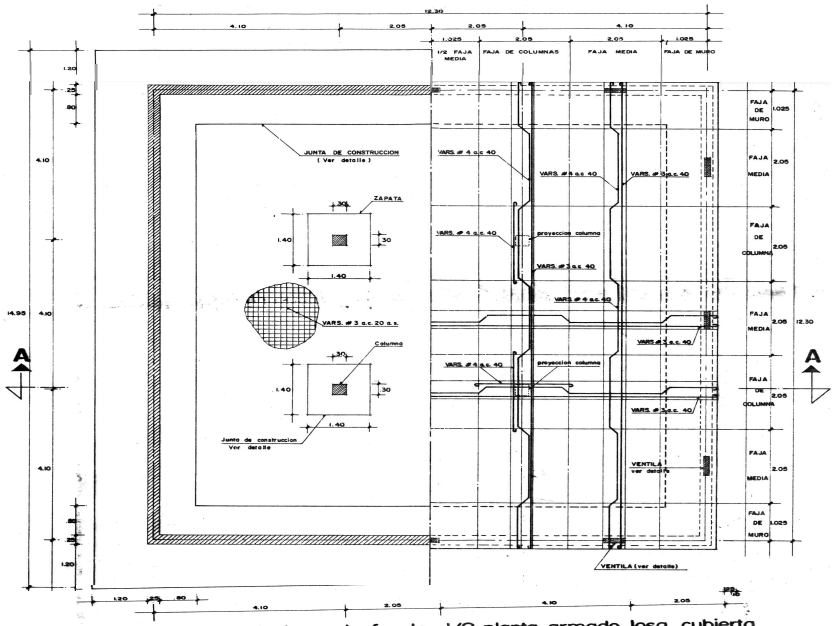
L=10	LONGITUD DEL TRAMO
(2)	NUMERO DE CRUCERO
	DESAGUE
	TANQUE REGULADOR DE EXISTENTE (500 M3)
	TANQUE REGULADOR DE PROYECTO



ESCALA 1:1000

ESTACION	COTAS: TERRENO NATURAL	COTAS: LINEA PIEZOMETRICA	PUNTOS DE INFLEXION HORIZONTAL
0+000	219.00	238.71	PI-1
0+010	219.75	238.63	PI-2
0+020	219.95	238.55	
0+030	220.20	238.47	
0+040	221.80	238.39	
0+050	221.90	238.31	
0+060	221.57	238.23	
0+070	220.75	238.14	
0+080	219.62	238.06	
0+090	219.20	237.98	PI-3
0+100	220.20	237.90	
0+110	221.25	237.82	
0+120	222.15	237.74	
0+130	223.20	237.66	
0+140	224.00	237.58	
0+150	224.70	237.50	
0+160	225.35	237.42	
0+170	225.95	237.33	
0+180	226.45	237.25	
0+190	227.15	237.17	
0+200	227.72	237.09	
0+210	228.15	237.01	
0+220	228.75	236.93	
0+230	229.30	236.85	
0+240	229.80	236.77	
0+250	230.32	236.69	
0+260	230.95	236.61	
0+270	231.62	236.53	
0+280	231.80	236.44	PI-4
0+290	232.00	236.36	
0+300	232.00	236.28	
0+310	232.00	236.20	
0+320	232.00	236.12	PI-5
0+330	232.00	236.04	
0+334	232.00	236.01	PI-6

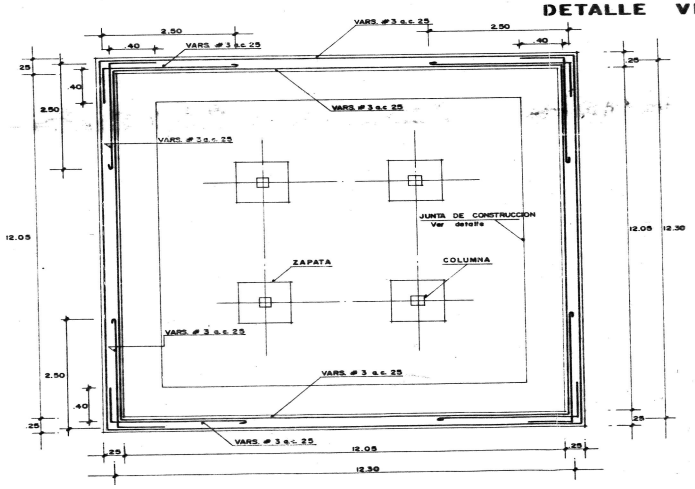
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA	ESCALA: 1:1000
OBRA: LINEA DE CONDUCCION	ACOTACIONES: MTS.
PROYECTO: TESIS	FECHA: FEB. '97
ELABORO: ROSENDO GARZA C. RAFAEL ALCANTAR G. — ESC. INGENIERIA	CONTENIDO: o PERFIL o PLANTA o CRUCEROS DE LA LINEA — PLANO No. 3



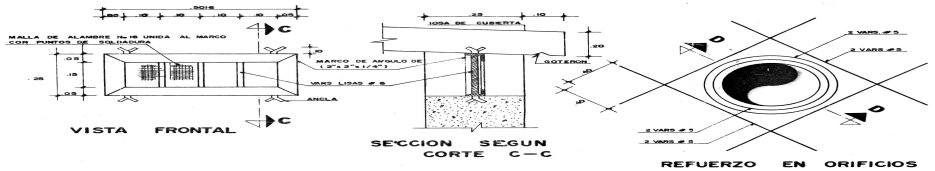
1/2 planta armado losa de fondo (h = 15 cm.)

1/2 planta armado losa cubierta (h = 20 cm.)

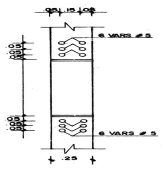
PLANTA GENERAL



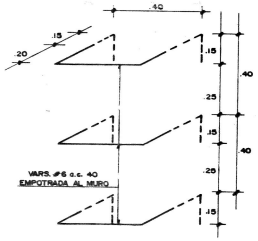
ARMADO HORIZONTAL SEGUN CORTE B-B



DETALLE VENTILA



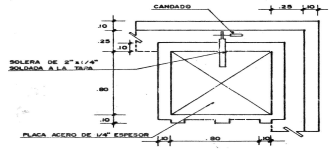
ELEVACION SEGUN CORTE D-D



DETALLE DE ESCALERA MARINA

NOTAS

- TODAS LAS ACOTACIONES ESTAN EN METROS
- EL CONCRETO (EXCEPTO EL DE PLANTILLA) SE DOSIFICARA PARA OBTENER UNA RESISTENCIA DE f'c = 200 Kg/cm2 CON UN REVENIMIENTO DE 8 A 10 cm. Y TAMANO MAXIMO DEL AGREGADO DE 2.54 cm. (1") VIBRADO Y CURADO CON MEMBRANA.
- EL ACERO DE REFUERZO SERA DE VARILLA CORRUGADA DE fy = 4000 Kg/cm2 EXCEPTO LAS VARILLAS No 2 QUE SERAN LISAS Y DE fy = 2530 Kg/cm2.
- LA CIMBRA EN MURO PODRA SER RETIRADA A LOS 7 DIAS, DEL COLADO, EN LOSA DE CUBIERTA Y TRABES A LOS 28 DIAS SALVO EN CASO DE UTILIZAR ACELERANTES DE FRAGUADO
- LA LOSA DE FONDO SE DESPLANTARA SOBRE UNA PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE DE f'c = 100 Kg/cm2 Y 5 cm. DE ESPESOR.
- EN LAS JUNTAS DEL COLADO, ANTES DE PROCEDER AL NUEVO COLADO, LA SUPERFICIE DE JUNTA DEBERA LIMPIARSE PERFECTAMENTE CON CEPILLO DE ALAMBRE Y AGUA A PRESION CON EL OBJETO DE OBTENER UN ELEMENTO MONOLITICO Y QUEDARA A JUICIO DEL ING. RESIDENTE EL EMPLEAR BANDA DE PVC DE 6" (15cm.) EN DICHA JUNTA.
- EN EL ANALISIS SE CONSIDERO AL TERRENO CON UNA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE 1.0 Kg/cm2
- TODO EL CONCRETO EMPLEADO EN LA ESTRUCTURA (EXCEPTO EL DE LA PLANTILLA) SE LE ADICIONARA IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL APLICAR 1.5Kg DE FESTERGAL POR CADA SACO DE CEMENTO O SIMILAR EN LA PROPORCION CORRESPONDIENTE.



DETALLE DE REGISTRO

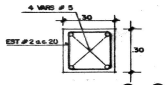
TABLA DE RECUBRIMIENTOS

ELEMENTO	CARA SUPERIOR	CARA INFERIOR	LATERAL
LOSA SUPERIOR	3	3	—
LOSA DE FONDO	10	10	—
MUROS	—	—	5

TABLA DE GANCHOS Y EMPALMES

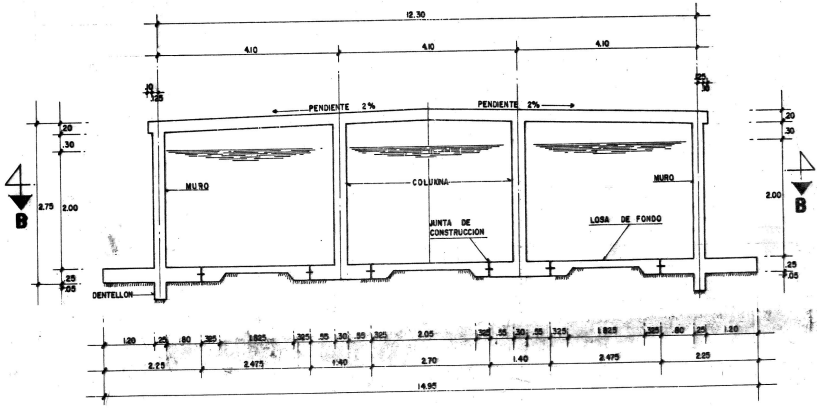
DIAMETROS			a	b	d	e
No.	PULG.	Cm.				
2	1/4	0.63	2	12	7	30
3	3/8	0.95	6	15	8	30
4	1/2	1.27	8	18	9	30
5	5/8	1.59	10	21	11	40

NOTA: SI EN UNA SECCION SE EMPALMA MAS DE LA TERCERA PARTE DEL REFUERZO LA LONGITUD DE EMPALME "e" SE INCREMENTARA UN 50 %

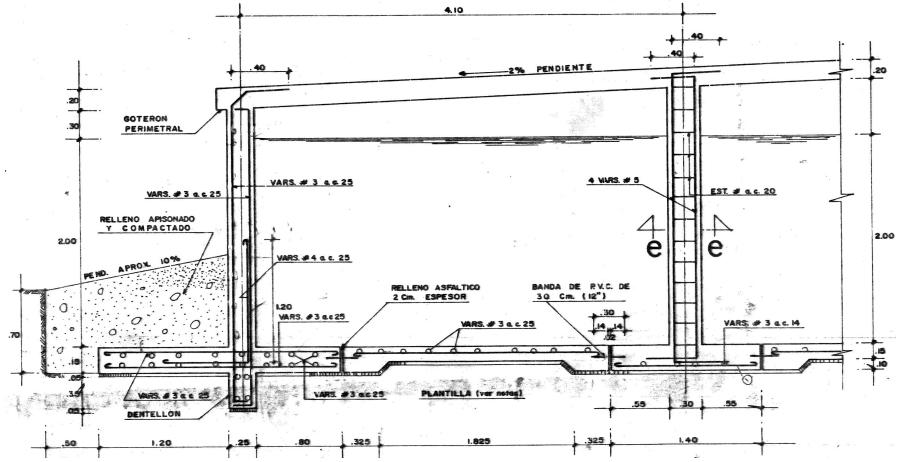


CORTE e-e

SECCION COLUMNA



ELEVACION CORTE A-A



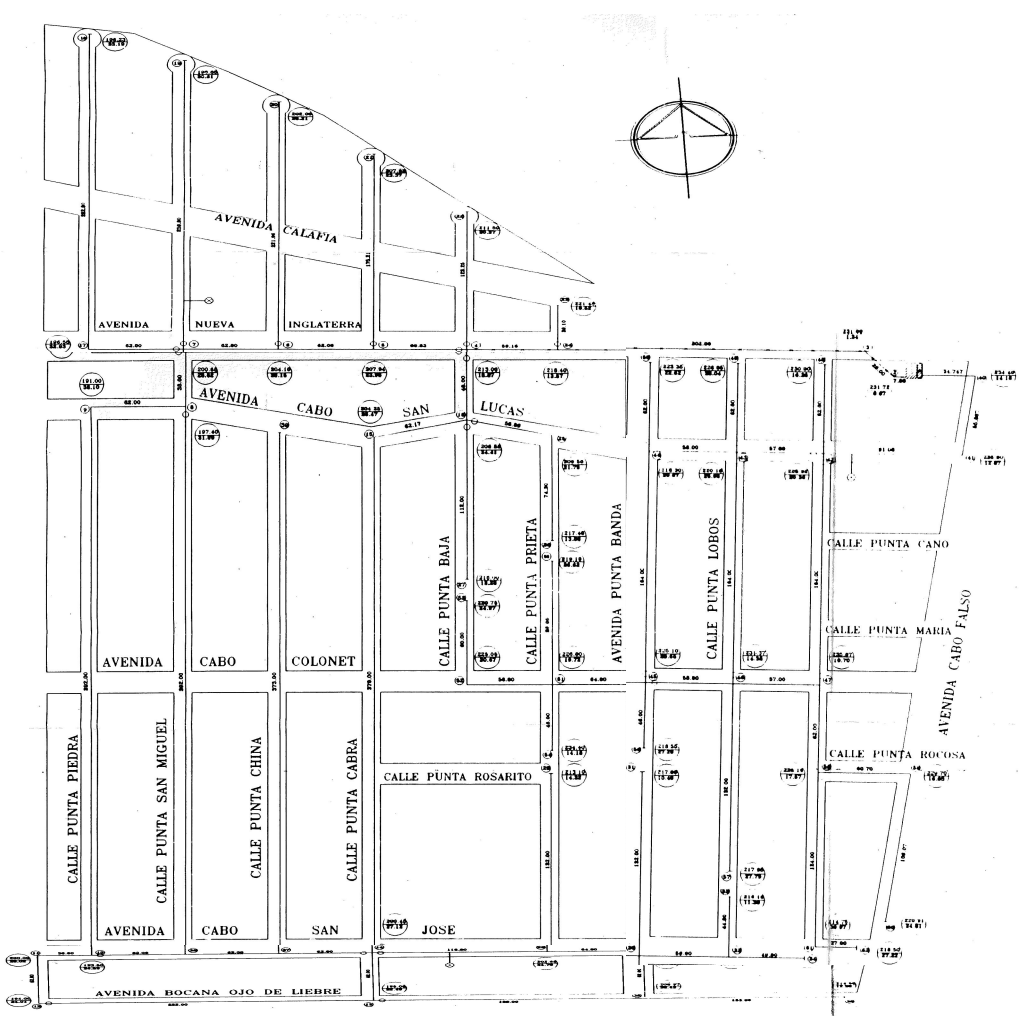
ELEVACION DETALLE JUNTA DE CONSTRUCCION, ARMADO DE MURO, COLUMNA, ZAPATA Y LOSA DE FONDO

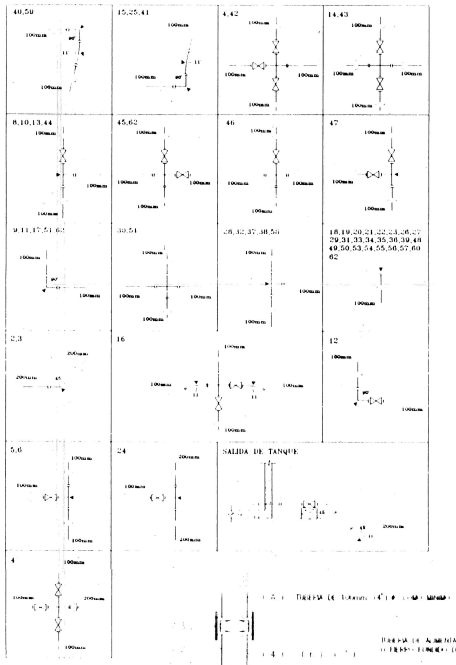
CESPE — COMISION ESTATAL DE SERVICIOS PUBLICOS DE ENSENADA

Contiene:

TANQUE SUPERFICIAL DE CONCRETO

CAPACIDAD 300 m3





DATOS DE PROYECTO

POBLACION DE PROYECTO	6,414 habitantes
DOTACION	225 lts/hab/dia
C.V.D.	1.2
C.V.H	1.5
Qmed	16.70 l.p.s.
QMD	20.04 l.p.s.
QMH	30.07 l.p.s.

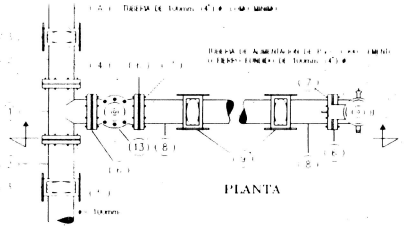
LISTA DE PIEZAS ESPECIALES

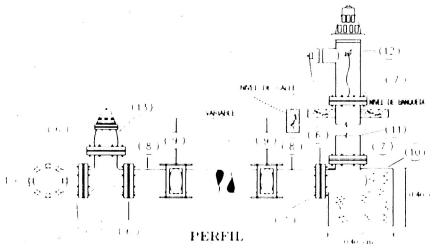
SIMB.	CONCEPTO	CANT.	UNIDAD
	CRUZ DE Fo.Fo. CON BRIDA; DE:		
	100 mm. x 100 mm. (4"x4") DE DIAM.	10	PZA
	TEE DE Fo.Fo. CON BRIDA;DE:		
	200 mm. x 100 mm. (8"x4") DE DIAM.	1	PZA
	100 mm. x 100 mm. (4"x4") DE DIAM.	12	PZA
	CODO DE Fo.Fo. CON BRIDA;DE:		
	90° x 4" (100 mm) Ø	11	PZA
	45° x 8" (200 mm) Ø	4	PZA
	11° x 4" (100 mm) Ø	7	PZA
	TAPA CIEGA DE Fo.Fo. DE:		
	100 mm (4") Ø	25	PZA
	REDUCCION DE Fo.Fo. CON BRIDA;DE:		
	200 mm x 100 mm (8"x4") Ø	1	PZA
	VALVULA DE SECC. DE VASTAGO FIJO MARCA MUELLER O SIMILAR CLASE 125 CON BRIDA;DE:		
	200 mm (8") Ø	1	PZA
	100 mm (4") Ø	27	PZA
	CARRETE DE Fo.Fo. DE:		
	200 mm (8") DE DIAM. x 50 cms	2	PZA
	EXTREMIDAD DE Fo.Fo. DE:		
	200 mm (8") Ø	8	PZA
	100 mm (4") Ø	124	PZA
	JUNTA GIBAULT COMPLETA DE:		
	200 mm (8") Ø	8	PZA
	100 mm (4") Ø	124	PZA
	EMPAQUES DE PLOMO DE:		
	200 mm (8") Ø	21	PZA
	100 mm (4") Ø	156	PZA
	TORNILLOS CON CABEZA Y TUERCA HEXAGONAL DE:		
	3/4"x3 1/2" (DIAM.xLONG.) P/PZAS 8" Ø	168	PZA
	5/8"x3" (DIAM.xLONG.) P/PZAS. 4" Ø	1248	PZA

SIMBOLOGIA

PROYECTO

- TUBERIA PVC NORMA AWWA C905 DE 8" Ø
- TUBERIA PVC NORMA AWWA C900 DE 4" Ø
- VALVULA DE SECCIONAMIENTO TIPO COMPUERTA DE VASTAGO FIJO
- HIDRANTE CONTRA INCENDIO
- TANQUE
- HIDRONUMATICO
- NUMERO DE CRUCERO
- COTA DEL TERRENO
- CARGA DISPONIBLE



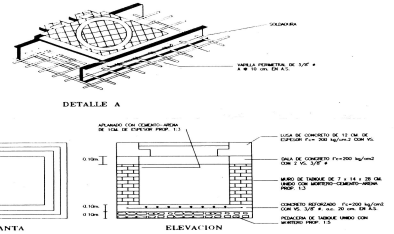


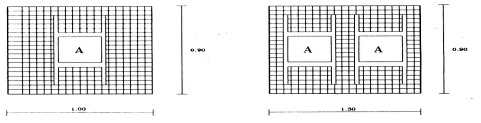
MATERIALES POR HIDRANTE

1	TEE DE Fo.Fo. DE 100mm x 100mm Ø	1 PZA
2	EXTREMIDAD DE Fo.Fo. c/b DE 100mm Ø	2 PZAS
3	JUNTA GIBAULT COMPLETA DE 100mm Ø	2 PZAS
4	EMPAQUES DE PLOMO DE 100mm Ø	2 PZAS
5	TORNILLOS DE PLOMO DE 100mm Ø	2 PZAS
6	EMPAQUES DE PLOMO DE 100mm Ø	3 PZAS
7	TORNILLOS PARA BRIDA DE 100mm Ø	40 PZAS
8	EXTREMIDADES DE Fo.Fo. c/b DE 100mm Ø	2 PZAS
9	JUNTAS GIBAULT COMPLETAS DE 100mm Ø	2 PZAS
10	BASE PARA HIDRANTE	1 PZA
11	CARRETE ESPECIAL	1 PZA
12	BARRIL O COLUMNA	1 PZA
13	VALVULA DE SECCIONAMIENTO DE Fo.Fo. DE 100 mm DE Ø	1 PZA

NOTAS:

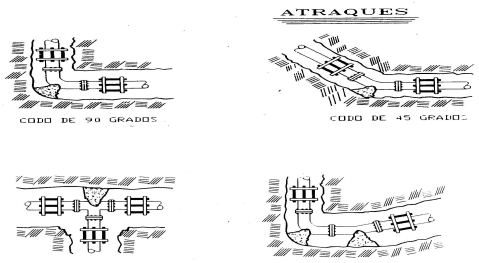
1. ACOTACIONES EN CENTIMETROS.
2. LA VALVULA DE SECCIONAMIENTO LLEVARA CAJA TIPO 1 DE 70 x 70 cm.
3. EL HIDRANTE TENDRA DOS TRAMOS PARA MANGUERAS DE 6.4mm (2 1/2") Y UNA TOMA DE 102mm (4 1/4") PARA BOMBA MOVIL.
4. LA PRESION DE TRABAJO DEL HIDRANTE DEBERA SER DE 15 kg/cm² (15 mts.) Y LA PRUEBA DEL DOBLE

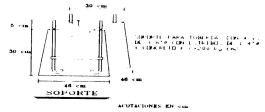




TIPO 2 TIPO 5

CAJA PARA OPERACION DE VALVULAS SIN ESCALA.





DIMENSIONES DE LOS ATRAQUES DE CONCRETO PARA LAS PIEZAS ESPECIALES DE F.F.

DIAM. NOMINAL PZA. ESP.		ALTURA	LADO "A"	LADO "B"	VOL. POR ATRAQUE
MILIMETROS	PULGADAS	EN cm.	EN cm.	EN cm.	EN m3
200	8"	40	40	30	0.0[illegible]4
100	4"	35	30	30	0.0[illegible]

DETALLE DE HIDRANTE CONTRA INCENDIOS

SIN ESCALA.

DETALLE DE ZANJA SIN ESCALA.

TABLA DE EXCAVACIONES

DIAMETRO NOMINAL		ANCHO	PROFUNDIDAD	VOL./m l.
MILIMETROS	PULGADAS	EN cm.	EN cm	EN m3
100	4	60	100	0.60
200	8"	75	115	0.86

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

ESCALA: 1:2500

OBRA: RED DE DISTRIBUCION DEL FRACC. AMPL. 1989

ACOTACIONES: MTS.

PROYECTO: TESIS

FECHA: ENERO '97

ELABORO: ROSENDO GARZA C. RAFAEL ALCANTAR C.

ESC. INGENIERIA

CONTENIDO:
- RED DE DISTRIBUCION POR GRAVEDAD
- RED DE DISTRIBUCION POR BOMBEO

PLANO: 5