

870115  
26  
26j

---

---

# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

---

---

Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México

---

---

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
A LA POBLACION DE CUQUIO, JALISCO.

---

---

TESIS                    PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A  
JUAN ANTONIO MARTIN RUIZ LOZANO  
GUADALAJARA, JALISCO            MAYO 1988

---

---

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## I N D I C E

### CAPITULO I

#### INTRODUCCION

### CAPITULO II

#### ESTUDIOS PRELIMINARES

- A.- Antecedentes
- B.- Estudios preliminares
  - Localización de la población
  - Estudios topográficos
  - Estudios climatológicos
  - Estudios socioeconómicos
  - Estudios demográficos
- C.- Datos de proyecto.
  - Cálculo de la población futura
  - Dotación específica
  - Gasto máximo

### CAPITULO III

#### FUENTE DE ABASTECIMIENTO

- A.- Equipo de Bombeo
- B.- Conclusiones.
- C.- Localización de Aguas naturales.
  - Atmosféricos
  - Superficiales
  - Subterráneas

### CAPITULO IV

#### CALIDAD DEL AGUA

- A.- Tipos de aguas naturales
  - Meteoricas

- Subterráneas
- Superficiales
- B.- Propiedades físicas
- C.- Propiedades Químicas.

## CAPITULO V

### CONDUCCION

- A.- Formas de conducción
  - Canales abiertos
  - Acueductos
  - Tuberías
- B.- Averías en las tuberías
- C.- Memoria de cálculo

## CAPITULO VI

### REGULACION

Diseño y cálculo del tanque de regulación.

## CAPITULO VII

### DISTRIBUCION

- A.- Diseño y cálculo de la red de distribución.
- B.- Red de distribución actual.

## CAPITULO VIII

### CRUCEROS

- A.- Diseño de cruceros.
- B.- Válvulas de seccionamiento.

## CAPITULO IX

### PRESUPUESTO

## CAPITULO X

### PROCESO CONSTRUCTIVO

- A.- Trazado y perfil de las conducciones
- B.- Clasificación de las excavaciones
  - Excavación a mano
  - Excavación con máquinas
- C.- Colocación de las tuberías
- D.- Colocación de las válvulas
- E.- Ensayo
- F.- Conexiones Domiciliarias

## CAPITULO XI

### PLANIFICACION Y PROGRAMACION

#### BIBLIOGRAFIA

CAPITULO I

INTRODUCCION

C A P I T U L O     I

I N T R O D U C C I O N

Es el agua uno de los recursos más importantes en nuestro mundo vivo, todos los seres vivos contienen y se alimentan en forma directa o indirecta de ella. Se puede decir que el agua es la vida misma.

Toda civilización ha sido influenciada por el agua, ésta ha dado origen a grandes civilizaciones. Que han sido favorecidas por una fuente del vital líquido.

El grado de civilización de los pueblos viene dado por la cantidad de agua que disponen, así, vemos que las más famosas capitales del mundo se han localizado junto a fuentes de agua, mares, lagos, ríos, etc.

El ser humano utiliza para infinidad de usos este preciado líquido; alimentación, limpieza, generación de energía, industria. Dadas estas necesidades y bajo la situación de que un asentamiento humano no generalmente se localiza junto a un río o un lago, se hace necesario suministrar agua desde un cierto lugar y que de acuerdo a las necesidades de agua que se tengan se optaran por diferentes medios de extracción y de distribución y así como el aprovechamiento que se tenga de la misma.

El suministro de agua a ciudades se observa desde tiempos antiguos con el uso de acueductos, que utiliza.

La fuerza de gravedad y la diferencia de al turas para trasladar un volúmen de agua de un lugar a otro.

La necesidad hace al hombre, el cuál al no poder utilizar un acueducto teniendo condiciones adversas y al tener que trasladar agua de una fuente a un sitio de ma yor altura o muy lejano tiene que recurrir al uso de tube-- rías que trabajen bajo presión.

No es sino hasta el siglo XVIII cuando se em piezan a utilizar las tuberías de hierro fundido, gracias a su duración y su resistencia a rupturas y escapes.

Cuando se hace universal su uso este avance aunado a métodos de elevación del agua hace económicamente posible el actual sistema de extracción, suministro y su en trega de este líquido. Que se ve perfeccionado por los nu vos materiales para tubería como son concreto, acero, asbes to-cemento, plásticos y cobre.

Estos antecedentes dan como resultado que po damos disponer de más medios para proporcionar alimentación comodidad e higiene a pueblos que han estado limitados de un futuro mejor, y así brindar un mejor nivel de vida a las - personas.

Una obra que abastezca de agua a una pobla-- ción sin duda tendrá que velar por los intereses de futuras generaciones, así como preveer una capacidad suficiente pa ra aumentos en la población.

El gasto económico tan grande y lo intereses individuales hace necesario que sea un organismo no lucrativo el que realice este tipo de obras, cuya magnitud generall

mente solo puede ser absorbida por un gobierno ya sea municipal, estatal o federal.

Dada la necesidad de dotar a las comunidades rurales de tan indispensable servicio, he decidido realizar el siguiente trabajo, en respuesta a una de las comunidades más necesitadas en cuanto a agua potable del Estado de Jalisco se refiere.

C A P I T U L O    I I

ESTUDIOS PRELIMINARES

## C A P I T U L O    I I

## ESTUDIOS PRELIMINARES

## A.- Antecedentes:

La localidad cuenta con 4,435 habitantes se gún censo de 1980 y 384 tomas domiciliarias, operando el sistema por bombeo directo al tanque regulador y de ahí a la red de distribución.

Esta obra fué construída por la Secretaría - de Recursos Hidráulicos en el año de 1964, posteriormente - fué rehabilitada por SAHOP en 1978, quedando la fuente fal ta de protección a la contaminación y la distribución corta por falta de líneas secundarias, posteriormente han sido - construídas una planta de tratamiento y una línea de conduc- ción de la presa "El Gigante" hasta la fuente de abasteci- miento, aún realizadas las obras anteriores existen todavía una falta de agua potable, así como de un sistema de distri bución suficiente que haga posible la solución de este pro blema.

## B.- Estudios Preliminares:

Localización de la población (Geografía).

Se localiza en la región centro del Estado - de Jalisco, limita al norte con el municipio de Yahualica y el Estado de Zacatecas, al sur con los municipios de Zapotla nejo y Acatic, al oriente con los municipios de Acatic, Te patitlán y Yahualica y al poniente con el municipio de Ix

tlahuacán del Río. Su extensión geográfica es de 880.96 - Km<sup>2</sup> conteniendo una población de 24,090 habitantes. Con densidad poblacional al censo de 1980 de 27.34 habitantes/Km<sup>2</sup>.

#### ESTUDIOS TOPOGRAFICOS:

Localización geográfica de la cabecera municipal Cuquío, Latitud Norte 20° 50', Latitud Oeste 103° - 02'', Altura sobre el nivel del mar 1,349 mts.

Presenta el municipio 3 tipos de relieve, la primera corresponde a zonas accidentadas y abarca aproximadamente el 9% de la superficie. La segunda corresponde a zonas semiplanas y abarca aproximadamente el 43% de la superficie y la tercera zona corresponde a superficies planas y abarca aproximadamente el 48% de la superficie.

Las zonas accidentadas se localizan en las partes Norte, Noroeste, Este, Sur, Sureste y Noreste del municipio están formadas por alturas de 1300 a 2200 metros sobre el nivel del mar.

Las zonas planas se localizan al Norte, No- roeste, Oeste y Sur de la cabecera municipal. Están forma- das por alturas de 1600 a 1900 metros sobre el nivel del - mar.

Tiene una extensión territorial de 88096 Has. Clasificadas agrologicamente de la forma siguiente: 1,395 - Has. de riego, 3,977 Has. de temporal y humedad, 15,900 Has. de bosques, 34,173 Has. de pastizales y 2,651 Has. de tierras improductivas.

Topografía un tanto irregular, propia de la

altiplanicie central, predominan las alturas entre 1500 y 2100 metros sobre el nivel del mar, encontrándose las más elevadas en el extremo Noroeste y dos pequeñas porciones de la parte central, en donde llegan a alcanzar 2700 metros sobre el nivel del mar, y los más bajos a todo lo largo de su límite Este, coincidiendo con las márgenes del Río Verde, con altitudes entre 900 y 1500 metros sobre el nivel del mar.

Sus recursos hidrológicos son proporcionados por los ríos y arroyos que conforman las subcuencas hidrológicas "Río Santiago" (Juchipila-Verde), Río Verde Grande de Belén perteneciente a la región hidrológica "Lerma-Chapala-Santiago".

#### Estudios Climatológicos:

Municipio cuenta con un clima semi-seco y templado (según clasificación CW. Thornthwaite).

No tiene cambios térmicos bien definidos. El régimen de lluvias se presenta en su mayoría en Junio y Octubre, dando un porcentaje sobre el total anual del 89%.

Mayo y Junio son los meses más calurosos con temperaturas medias de 21.4°C y 21.2°C respectivamente. La dirección de los vientos, en general, es de norte a sur, con velocidades de 3 kilómetros por hora.

La precipitación media anual es de 840 mm. La lluvia del año más abundante representa el 134% de la precipitación media anual. Regístrase en el año de 1958; siendo la más escasa en el año de 1961 registrando un 55% de la media anual.

La lluvia máxima promedio en 24 horas es de 42 milímetros, sin embargo, se han presentado máximas de - 104 mm. y 84 mm. en los meses de Junio y Agosto.

La temperatura media anual es de 17.9°C, la temperatura máxima fué de 45°C en el mes de mayo del año - 1959, la mínima extrema fué de 7°C en el mes de febrero del año 1960.

#### Socioeconómicos:

COMUNICACIONES: La Cabecera Municipal de es te municipio es la localidad que dispone del acceso principal hacia la región de que forma parte en la zona centro - del Estado y se integra a través del ramal Ixtlahuacán del Río-Cuquío que se desprende de la carretera Guadalajara-Saltillo, que reúne las condiciones suficientes por considerar como satisfactoria su integración. No obstante, todos los demás caminos interiores del municipio son brechas que se - encuentran en mal estado de conservación y en épocas de llu vias perjudica gravemente a la intercomunicación de las lo calidades.

La red de caminos está compuesta por 26 Kms. de pavimento y 112.5 Kms de brechas a través de los cuáles se desarrolla el tráfico de carga que efectúan los 172 camiones y camionetas. El tráfico de pasajeros es activado - por medio de 29 automóviles, uno de ellos de alquiler y por un camión de servicio público de pasajeros de alquiler.

En la población de Cuquío el 60% de la es tructura vial cuenta con pavimento y este es inadecuado pa ra el crecimiento de la localidad.

Las calles son continuas en gran número y la vialidad primaria es deficiente debido a lo angosto de las calles. Es muy marcada la deficiencia en el señalamiento, lo que entorpece aún más la circulación vehicular.

La demanda de los servicios telecomunicati--vos es cubierta en forma limitada por todo el municipio. El servicio postal se proporciona en Cuquío y otras 2 localidades más, donde el servicio es despachado por una administración en la cabecera y agencias en cada una de las otras localidades. El servicio de telegrafos existe en la cabecera y otra población donde hay una administración y una agencia respectivamente; en cuanto al servicio de teléfono únicamente es proporcionado en Cuquío donde opera con 26 líneas y 16 aparatos.

#### SALUBRIDAD:

El municipio presentaba en los primeros años de la década de los 70, una mortalidad anual de aproximadamente 142 defunciones, siendo originadas principalmente por enfermedades diarreicas, neumonías y del corazón; en los últimos años (1976-80) la mortalidad ha descendido a 127 defunciones por año. Además se estima que de cada 1000 habitantes mueren 5.6, cifra inferior al promedio del estado que es de 8.4.

Instalaciones oficiales con servicios hospitalarios, únicamente hay un centro de salud en Cuquío que da atención a la población total que comprende el municipio, con 22,523 habitantes en 1978. Relacionando la población y hospitales nos da una relación igual a 0.00004 hospitales por persona, cifra inferior al promedio del Estado que es de 0.000085.

**EDUCACION:**

Durante el año de 1960, este municipio contaba con el 49.5% de población analfabeta, porcentaje que ha disminuido satisfactoriamente hasta llegar a representar en la actualidad el 36.4% de la población de 10 años y más.

Para lograr la instrucción a nivel primaria, funcionaban en el Municipio durante el ciclo 76-77, un total de 48 escuelas que contaban con 99 aulas. En éstas, 97 maestros impartieron enseñanza a 4,317 niños entre los 6 y los 14 años, que constituían el 72.6% de la demanda total.

A nivel secundaria, en el ciclo 76-77 existían 2 escuelas dotadas con 5 aulas, en éstas, 27 maestros atendieron a una población de 162 escolares.

**ACTIVIDADES ECONOMICAS:**

La actividad comercial del municipio se basa principalmente en la comercialización de productos agrope--cuarios. De la venta de estos productos sobresalen el maíz, avena, tomate de cáscara y chile seco, los cuales representan el 96.3% del valor total de la producción. Dichos productos se envían particularmente a Guadalajara y a CONASUPO. De las especies ganaderas el 78% y el 55% de la producción de carne de ganado bovino y porcino respectivamente se destinan al resto del Estado.

En cuanto a los insumos que se utilizan en la agricultura del lugar destacan los fertilizantes, herbici--das, insecticidas y semillas mejoradas, los cuales son adquiridos en la ciudad de Guadalajara. Dada la tendencia de la agricultura en el municipio es necesaria la compra de -

frutales y legumbres para el abastecimiento de la población cuyas características son las menos deplorables, debido a - su nivel económico más desahogado, pero los servicios de infraestructura son insuficientes o definitivamente no cuen--tan con ellos. Para su construcción se utilizan materiales duraderos tales como en techos: lozas de concreto, bóveda - de ladrillo, terrado enladrillado sobre vigas con muros de adobe generalmente. Evidentemente falta asesoría técnica.

El otro grupo abarca viviendas ubicadas en - las localidades restantes del municipio y presentan las siguientes características: debido al bajo nivel económico - de los habitantes, están construídas con materiales no duaderos que impiden un ambiente higiénico y un aislamiento - térmico adecuados. No presentan los requisitos mínimos de iluminación, ventilación e infraestructura necesarios para su funcionamiento como consecuencia de sus dimensiones tan reducidas, se presenta un alto índice de hacinamiento, promiscuidad y contacto con los animales domésticos.

Presento algunas estadísticas en relación a este tema:

ESTADISTICAS RESPECTO AL PORCENTAJE DE DOTACION  
DE AGUA POTABLE Y SUS RELACIONES CON RESPECTO  
A VIVIENDAS (Según X censo población SPP, 80).

Porcentaje de la población cubierta de agua potable.

URBANA	18.4	RURAL	0%
--------	------	-------	----

Totalizando un 78% de las viviendas no tie--nen agua potable.

Se requiere ampliar y rehabilitar.

Las redes de agua potable y las de drenaje - en la cabecera municipal.

A pesar de que cuenta con una producción - agrícola considerable, solo tienen una capacidad de almace- naje de 8400 toneladas por parte de CONASUPO, lo que provo- ca que las cosechas sean vendidas al tiempo.

La actividad comercial en este municipio se encuentra a un nivel medio, considerando su índice de desa- rrollo económico como en la cantidad de establecimientos y la población económicamente activa concentrada en esta acti- vidad.

Su comercio local se concentra en 89 estable- cimientos comerciales, dedicados principalmente a la venta de productos alimenticios y de vestido. Dichos productos - en su mayoría son traídos de Guadalajara, con la que guarda estrechos lazos comerciales.

La elaboración de alimentos es la actividad más importante de la industria del municipio y en ella tra- bajan el 70.8% del personal, se genera el 76.2% de la pro- ducción y se trabaja en el 60.1% de los establecimientos.

En la industria del calzado y cuero se em- plea al 17% de los trabajadores, se aporta el 18.6% del va- lor productivo y se tiene el 13.3% de los establecimientos.

Los productos metálicos ocupan el 4.9 de los empleados, se obtiene el 4.9% de la producción.

Por último, en las prendas de vestir traba- jan el 7.3% de los trabajadores.

## VIVIENDA:

Podemos clasificar en 2 grupos los tipos de vivienda. El primero es el que se ubica en la cabecera municipal

MUNICIPIO CUQUIO  
(VIVIENDAS Y # HABITANTES)

	VIVIENDAS	HABITANTES
PARTICULARES	3,135	18,467
FIJAS	3,124	18,394
REFUGIOS COMO VIVIENDAS	2	7
MOVIL	2	12
VIVIENDA COLECTIVA	7	54
HOTEL PENSION	2	18
ORFANATORIO	1	16
CONVENTOS. SEMIN.	2	12
OTRA CLASE	2	8

## RELACION DE VIVIENDAS DOTADAS CON AGUA POTABLE

# VIVIENDAS	3,128
ENTUBADAS	640
CON AGUA POTABLE DENTRO DE LA VIVIENDA	488
EN EL EDIFICIO	77
LLAVE PUBLICA	75
SIN AGUA	2,484
NO ESPECIFICADO	4

## TIPOS DE BAÑOS

	CON AGUA CORRIENTE	SIN AGUA
VIVIENDAS	184	416
HABITANTES	993	2,524

## ESTUDIOS DEMOGRAFICOS:

El municipio ha tenido a partir de 1960 un gran incremento de la población generado principalmente por la fuerte atracción demográfica. El crecimiento de la población urbana, es decir, aquella que se presenta con las siguientes características; sólo la cabecera municipal está considerada con nivel urbano desde el año de 1970, en el que representaba el 18% de la población; en 1980 ha polarizado un 19% del total municipal.

La localidad de Cuquío muestra una tasa muy dinámica de incremento demográfico: 4% promedio anual, con la cuál el número de habitantes pasará de 4,400 a 9,700 personas, durante el período 1980-2000.

De los datos anteriores se puede inferir que este municipio seguirá logrando retener a su población y aún recibirá, en poca cuantía corrientes migratorias de otras partes del Estado, que buscan oportunidades de empleo en este municipio, con amplias perspectivas de desarrollo agropecuario. Por otra parte, dentro de la región, Guadalupe es uno de los municipios de más baja densidad, por lo que no se presentará presión demográfica sobre los recursos.

### C).- DATOS DE PROYECTO.

#### CALCULO DE LA POBLACION FUTURA.

Dado que toda obra civil se construye con el fin de servir a la comunidad por un tiempo determinado, dados ciertos limitantes como son la duración de los materiales; con los cuales se construye, el desuso que pueda tener a través del tiempo, o bien por ser insuficiente su capaci-

dad original de servicio a futuro.

Dados estos limitantes, es conveniente realizar estudios acerca del tiempo útil de servicio de cualquier obra civil. Estos estudios se hacen previendo ciertos cambios como pueden ser: los de densidad poblacional, cambios en el medio ambiente o bien cambios en la funcionalidad estética del proyecto. Todo ésto lleva una relación entre el costo de la obra y el período de vida del proyecto.

Se debe obtener toda la información posible para realizar un proyecto con más apego a las necesidades futuras.

A pesar que no ha sido posible predecir exactamente el crecimiento de la población, dadas las múltiples circunstancias que afectan este hecho, se puede calcular con una aproximación muy aceptable con base en algunos métodos, siendo los más utilizados:

- a) Método Aritmético.
- b) Método geométrico.
- c) Método de incrementos.
- d) Método del interés compuesto
- e) Método gráfico.

El período de vida útil que estimaré será de 30 años, como límite a la inversión que se tendría que realizar y a la duración de los materiales.

Como antecedentes tenemos los censos realizados en Cuquío, por el gobierno desde el año de 1950, que arrojan la siguiente información:

AÑO	POBLACION
1950	1969
1960	2247
1970	2986
1980	4435

Cálculo de la población futura:

a) Método aritmético:

Este método se basa en la hipótesis de que - la tasa de crecimiento es constante; esta hipótesis se puede expresar matemáticamente de la siguiente forma:

$$K = dp / dt$$

Donde:

K es la tasa de cambio de la población con respecto al tiempo.

La población futura se puede estimar a partir de la siguiente fórmula:

$$P_f = P_o + Kt$$

Donde:  $P_f$  Población futura  
 $P_o$  Población actual  
 K Tasa cambio poblacional  
 t Tiempo en el que se hace la proyección.

en nuestro caso:

año	habitantes	K
1950	1969	27.8
1960	2247	73.9
1970	2986	

$$K \text{ promedio} = \frac{1980 \quad 4435 \quad 144.9}{27.8 + 73.9 + 144.9} = 82.2$$

$$P_{1987} = 4.435 + (82.2) (7) = 5011 \text{ habitantes.}$$

$$P_{2017} = 5011 + (82.2) (30) = 7477 \text{ habitantes.}$$

$$\underline{P_{2017} = 7477 \text{ habs.}}$$

b) Método geométrico.

La hipótesis de un porcentaje de crecimiento geométrico, supone una tasa de crecimiento proporcional a la población. Expresada de manera matemática:

$$I = \frac{P_o - P_a}{P_a} \times 100$$

donde:

I      Porcentaje de incremento poblacional.

$P_o$       Población actual

$P_a$       Población en el censo anterior.

La población futura será calculada con la siguiente fórmula:

$$P_f = P_o + N P_o I_p$$

donde:

$P_f$       Población futura

$P_o$       Población actual

N      Número de años para la proyección.

$I_p$  Porcentaje de incremento promedio -  
anual.

En nuestro caso:

AÑO	HABITANTES	I
1950	1969	14.12
1960	2247	32.89
1970	2986	48.53
1980	4435	

$$I_p = \frac{14.12 + 32.89 + 48.53}{3} = 31.85\% \text{ (en 10 años)}$$

$$I_p = \frac{31.85}{10} = 3.185\% \text{ (anual)}$$

$$P_{1987} = 4435 + 7(4435)(0.031.85) = 5424 \text{ habi-} \\ \text{tantes.}$$

$$P_{2017} = 4435 + 37(4435)(0.031.85) = 9662 \text{ habi-} \\ \text{antes.}$$

POBLACION 2017 = 9662 habitantes

c) Método de Incrementos:

Considerado el más exacto a usar.

AÑO	HABITANTES	INCREMENTO	INCREMENTO DE INCREMENTOS
1950	1969	----- 278	----- 461
1960	2247	----- 739	----- 710
1970	2986	----- 1449	
1980	4435		
		$\Sigma$ 2466	1171
		Prom. 822	585.5

Pob. 1980 = 4435 Habitantes  
 Pob. 1990 = 4435 + 822 + 585.5 = 5843 Habitantes  
 Pob. 2000 = 5843 + 1407.5 = 7250.5 = 7251 Habitantes.  
 Pob. 2010 = 7251 + 1993 = 9244 = 9244 Habitantes.  
 Pob. 2017 = 9244 + (2578.5 + 585.5)(0.7) = 12630 Habs.

Pob. 2017 = 12630 habitantes

d) Método de interés compuesto.

Un método muy usual, aunque requiere un análisis detenido, puesto que es posible que sus resultados sean muy elevados.

$$P_f = P_o (1 + r)^n$$

Donde:

$P_f$  Población futura  
 $P_o$  Población actual  
 $r$  Probable tasa de cambio por año.  
 $n$  número de años de la proyección.

Teniendo la información de censos anteriores, es posible despejar la ecuación anterior para obtener  $r$  :

$$r = \sqrt[n]{\frac{P_2}{P_1}} - 1$$

$P_2$  y  $P_1$  poblaciones de dos censos y  $n$  es el número de años entre esos dos censos.

En nuestro caso:

<u>AÑO</u>	<u>HABITANTES</u>	<u>r</u>
1950	1969	0.0133
1960	2247	0.0288
1970	2986	0.0404
1980	4435	
		0.0825
	Prom.	0.0275

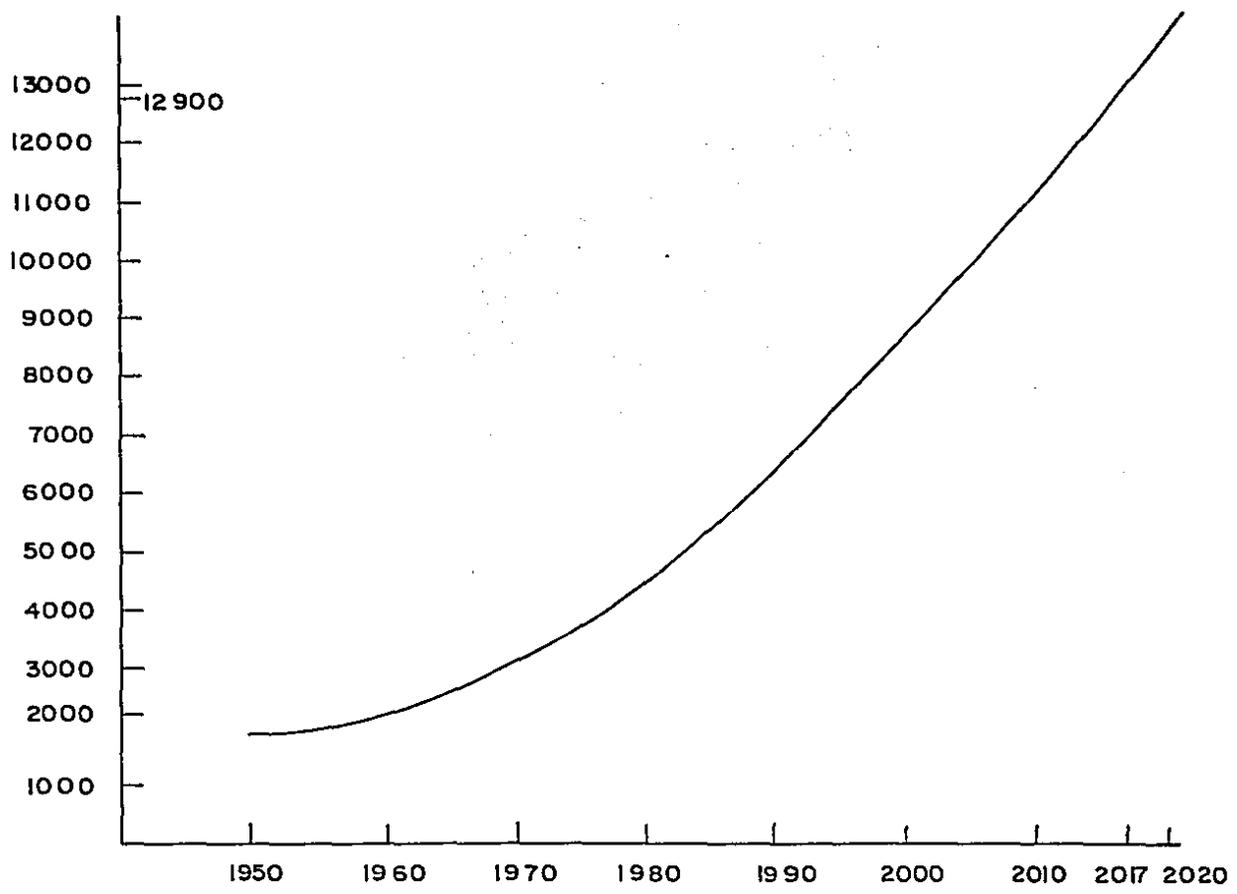
$$\text{Pob. 2017} = (4435) (1+0.0275)^{37}$$

$$\text{Pob. 2017} = \underline{\underline{12,101 \text{ Habitantes}}}$$

e).- Método gráfico

Consiste en la extrapolación de la curva de crecimiento de la población con base en los datos que se tienen de los dos censos hasta el momento

# METODO GRAFICO



**POB. 2017 = 12,900 HABITANTES**

Con el fin de obtener un resultado más estandar promediamos los resultados obtenidos.

Método Aritmético	7477
Método Geométrico	9662
Método Incrementos	12630
Método Interés Compuesto	12101
Método Gráfico	12900
	<hr/>
	$\Sigma$ 54770

$$\text{Población promedio} = \frac{54770}{5} = 10954 \text{ Hbs.}$$

≈ 11000 Hbs.

Por lo tanto consideremos 11000 habitantes, como la población de proyecto.

#### DOTACION ESPECIFICA.

El agua que se suministra a la población tiene como base, satisfacer las necesidades del individuo diariamente considerándolo como una fracción de la comunidad - cuyas necesidades comprende servicios públicos, comerciales e industriales y claro está considerando también aspectos - tales como pueden ser pérdidas, derroches o bien incendios.

Lógicamente en toda población es igual en necesidades, lo que hace que sus suministros varíen de acuerdo a ciertos parámetros como son su industrialización, su grado de desarrollo o bien las situaciones climatológicas - que se den en el lugar.

Podríamos llegar a hablar de una dotación - aproximada de 500 a 700 litros por habitante diariamente, - como se llega a planear en algunas partes de E.U.A. o bien de 100 litros en poblaciones rurales de México con pocos ha bitantes, por ejemplo: en la cercana ciudad de Guadalajara, el municipio exige cuando mínimo 300 litros diarios por ha bitante en todo proyecto nuevo, a realizar.

Los consumos diarios de agua por persona se podrían medir en las proporciones siguientes.

Consumo doméstico: Con respecto a los usos del agua en el hogar de las personas como son: sanitario, - limpieza, alimentación y mantenimiento de jardines.

Se considera un consumo variable de 80 a 150 litros diarios.

Consumo Servicios públicos:

Lo cual comprende abastecimiento de agua a - edificios públicos, conservación de parques y jardines, lim pieza en las calles. (se considerará un consumo aproximado de 20 a 50 litros diarios por habitante).

Consumo Industrial:

Es el agua que se brinda a las instalaciones comerciales y fábricas.

Pérdidas y Fraudes:

El agua que no se considera, pero que se con sume en conexiones no autorizadas, fugas en las juntas de

las tuberías, filtraciones y demás fugas causadas por la falla en la red de distribución puede variar de un 3% al 20% considerando el total aportado al circuito.

#### Incendios.

Tomando providencias en cuanto a un gasto de agua en proporción a las dimensiones de la población, el grado de industria y el número de comercios.

En nuestro caso, la población de Cuquío, Ja lisco, no manifiesta un aumento considerable en su industria o comercio a futuro. Lo cual, aunado a los pocos riesgos - de incendios, deja como punto de mayor importancia el consu mo doméstico seguido en iguales proporciones al servicio pú blico e industrial, y sin olvidar claro está, factores como incendios, fugas y fraudes.

Nuestra población presenta clima templado, - lo cual hace suponer un consumo estable en el año.

#### Gasto Máximo.

El consumo anual de agua siempre estará re- flejado por curvas, que representan mayores o menores consu mos de acuerdo a las temporadas de calor y frío respectivamente, así mismo el consumo de agua diariamente variará por la sencilla razón de que el hombre tiene hábitos de vida - muy marcados. Lo cuál nos lleva a considerar mayores consu mos a ciertas horas del día; en la mañana de 7 a 12 a.m. y en la tarde de 12 a 6 p.m. aunque en menor proporción.

De acuerdo a estos cambios, consideremos un

"coeficiente de variación horaria" de 1.5 en relación a ese posible aumento en el consumo durante las horas de máxima - demanda, así mismo.

En el transcurso de la semana es posible tener cambios en el medio ambiente o bien por cuestión de costumbres, o situación económica de la población, que para este caso adoptaremos un coeficiente de variación diario  $C_H$  de 1.2.

DOTACION ESPECIFICA: 200 litros diarios por habitante.

Consumos diarios por persona:

Doméstico            80-150 lts./ día.  
 Público             20-50 lts. /día  
 Industrial           -  
 Pérdidas y fraudes    3%-20%  
 Incendios             $Q = 4080\sqrt{p} (1-0.01\sqrt{p})$   
 donde p; población en miles.

Presento una tabla de dotación específica para poblaciones rurales:

Habitantes	Dotación Específica		
	Mínima	Media	Máxima
1-2000	50	100	150
2000-5000	100	150	200
5000-20000	150	200	250
20000 ----	200	250	300.

Tomando nuestro caso (población 11000 habitantes) sería suficiente una dotación de 200 litros diarios por habitante.

$$\text{Gasto medio: } \frac{(11000 \text{ hrs.}) (200 \text{ lts./hab.})}{86400} = 25.46 \text{ lts./seg.}$$

Gasto máximo diario  $(25.46) (1.2) = 30.555$  litros/seg.

Gasto máximo en el día de máxima demanda.

Q máximo horario  $(30.555) (1.5) = 45.83$  litros/ seg.

Por lo tanto el gasto de diseño de la tubería será de 45.83 litros por segundo.

CAPITULO III

FUENTE DE ABASTECIMIENTO

## C A P I T U L O        I I I

## FUENTE DE ABASTECIMIENTO

La población de Cuquío ha tenido problemas - en cuanto a sus fuentes de agua potable. Anteriormente se abastecía de los subálveos captados por una galería filtrante de aproximadamente 230 metros de longitud, formada por tubería transversal de asbesto-cemento y p.v.c. de 3" de diámetro que descargan a un canal (Túnel: cubierto); todo esto en un primer tramo.

El segundo tramo está formado con tubería de 12" de diámetro de concreto ranurado, cubierta con un filtro de material graduado (grava y arena). El agua así obtenida se conduce por gravedad a través del canal, llegando a un cárcamo con desarenador anexo de aproximadamente 20 metros de longitud en conjunto.

Los muros del cárcamo, desarenador y túnel son de mampostería de piedra, contando éste último con un registro intermedio.

El agua captada se bombeaba cada 2 horas, cada día, pues el nivel tardaba en subir, para poder conducirla al tanque de almacenamiento. Esto dió como resultado - que se buscaran otras posibles fuentes de abastecimiento para satisfacer las necesidades que día a día iban en aumento. Se procedió entonces a la perforación de una serie de 12 pozos de 60 metros, y uno de 120 metros, de profundidad, además con tubo de acero de 12" de diámetro. El procedimien-

to no funcionó (Pozos negativos).

Posteriormente se perforó un pozo de 300 metros de profundidad, además en 10" de diámetro, el cuál se ubica al SW de la localidad, a unos 3.0 Kilómetros del tanque de regulación en servicio, dando resultados negativos, ya que al aforarlo reportó 2 litros por segundo únicamente.

Estas condiciones motivaron que se buscara otra opción, y ésta fué la de utilizar agua de la presa "Los Gigantes", misma que necesitaba tratamiento de potabilización por poseer características desfavorables de las que hablaré más adelante.

Se aprovecharon las aguas almacenadas por la presa "Los Gigantes". Se tomó el agua de una derivación del canal para riego que se utiliza actualmente, conduciendo por gravedad con tubería de asbesto-cemento hasta el cárcamo que almacena el agua de las galerías filtrantes. De ahí es bombeada hacia la planta potabilizadora, saliendo de ésta hacia un cárcamo de bombeo que la envía hasta el tanque de regulación.

La planta potabilizadora se compone actualmente de: almacén y controles, equipos de dosificación de sustancias químicas, cloración, tanque de sedimentación, 3 filtros con retrolavado, y tanque de aguas claras. La línea de conducción al cárcamo y la planta de tratamiento se calcularon para proporcionar un gasto de 16 litros por segundo, que es resultado de un estudio hecho por la compañía que la construyó (NICCO, S.A.), que proyectó esta obra para cubrir una necesidad a 10 años (1985-1994); actualmente esta obra tiene la capacidad de satisfacer la demanda solo 7 años más, lo que hace necesario ir previendo la construc

ción de ampliaciones a la capacidad existente.

A).- Equipo de Bombeo y Subestación Eléctrica:

Para el bombeo del agua desde el cárcamo a la planta potabilizadora, se utilizan 2 bombas que garantizan una operación continua.

Para bombear el agua hasta el tanque de regulación se instalaron 2 bombas tipo turbina vertical. La subestación eléctrica es propiedad de C.F.E.

El cálculo de la capacidad de las bombas viene escrito en el capítulo V conducción.

B).- Conclusiones.

Después de analizar las posibles y únicas fuentes de abastecimiento del lugar, llegamos a la conclusión que es necesario para poder bombear el gasto del proyecto (45.83 lps) ampliar la capacidad actual en casi 30 lps, lo que hace necesario también la construcción de otra planta potabilizadora con esta capacidad aproximada, como resultado de obtener el agua de esta fuente que es la más viable por el momento (Presa "El Gigante").

TRATAMIENTO DE POTABILIZACION.

Tiene ésto el objeto de mejorar la calidad física, química y bacteriológica del agua proveniente de las diferentes fuentes naturales, con contaminación o sin ella, a fin de entregarla al consumo apta, inocua y aprovechable para el hombre.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 Análisis Físico-Químico del Agua  
 Cortina Interior  
 Cuquío, Jalisco.

Características Generales		Normas
Temperatura de campo	17°C	
PH	7.9	6-8
Turbiedad	480	10
Color	1250.0	20
Dureza Total		
(cac03)	49.65 mg/lt	300
Dureza de Calcio	21.13 mg/lt	
Cloruros (cl)	7.44 mg/lt	250
Acidez (anaranjado metilo)		
(cac03)	0.00 mg/lt	
Acidez total		
(cac03)	6.28	
Alcalinidad (fenoftaleina)		
(cac03)	0.00 mg/lt	
Alcalinidad total		
(cac03)	42.31 mg/lt	400
Sulfatos (SO 4)	10.57 mg/lt	250
Fierro	.320 mg/lt	0.3
Manganeso		0.3
Fluoruros (F-)	.052 mg/lt	1.5
Sflice		
Sólidos totales	432 mg/lt	500-1000
Sólidos disueltos	50 mg/lt.	500
Conductividad	100 $\mu$ MHos/cm.	

Las plantas de tratamiento se diseñan conforme a las características propias del agua a tratar. Las - unidades y etapas fundamentales de los procesos de tratamiento para obtener agua potable son las siguientes, incluyendo el abastecimiento:

Fuente de abastecimiento, captación, medidor de gasto, desarenador, predecantador, aereación, coagulación, sedimentación, filtros de arena, ablandamiento, estabilización del - agua, desinfección del agua-cloración, control de olor y sabor, fluoración, remoción - de hierro y manganeso.

Por lo tanto se observa que el proceso de purificación del agua, dependerá de su nivel de pureza, lo que originará un proceso más sencillo, siendo las impurezas menores, y viceversa. En nuestro caso se obtuvo un análisis del agua en el cual se observa un alto grado de turbiedad, - color y fierro, que exceden las normas establecidas por la SAHOP:

Turbiedad	480 unidades	MAXIMO	10 unidades.
Color	1250 unidades	MAXIMO	20 unidades.
Fierro	0.32 mg/lt.	MAXIMO	0.3 mg/lt.

Lo recomendado es tratar el agua con hidróxido de sodio y sulfato de aluminio cristalizado.

PROCESO COAGULACION.- Tiene por objeto principal eliminar la turbiedad y el color (materia orgánica), - que se presenta como coloides negativos. Uno de los principales coagulantes empleados en el proceso de coagulación - son sales de aluminio o hierro de los ácidos sulfurico y -

clorhídrico. El más usado es el sulfato de aluminio - - -  $Al_2 (SO_4)_3$ . El porcentaje variará de acuerdo al PH., tiempo de proceso, partículas muy finas. Y las características químicas del agua a tratar, por lo cual se deberá ser muy cuidadoso en los estudios para determinar las cantidades exactas a usar.

#### Eliminación de Fe.-

El fierro (Fe) tiene que removerse del agua potable por varias razones:

- causa corrosión, bloquea tuberías, forma depósitos y provoca condiciones favorables para el crecimiento de ciertas bacterias.
- Afecta la apariencia del agua.
- Provoca un sabor metálico.

Este puede ser removido por clarificación convencional (método anterior). Esto generalmente se realiza entre la aereación y las unidades filtrantes. El hidróxido de sodio (Sosa cáustica) es una base que se utiliza para eliminar el fierro por proceso de intercambio de base, al igual que es usado como pretratamiento del agua.

#### C).- TIPOS DE AGUAS NATURALES.

Atmosféricas.- Las aguas de lluvia están menos expuestas a contaminación con bacterias y parásitos.

No constituyen fuentes de aprovechamiento -

constante, por lo cual deben colectarse en época de lluvias y almacenarse durante la sequía (deberán desecharse las primeras aguas).

Se aprovecharán en regiones donde la calidad del agua, es poco adecuada para el uso doméstico, o bien, no exista otra fuente de abastecimiento.

Superficiales.- Ríos, lagos, lagunas, embalse de presas. No muy común por su lejanía a poblaciones pero definitivamente una alternativa en relación a carencia de otras fuentes. Y la posibilidad de proporcionar ininterrumpidamente agua.

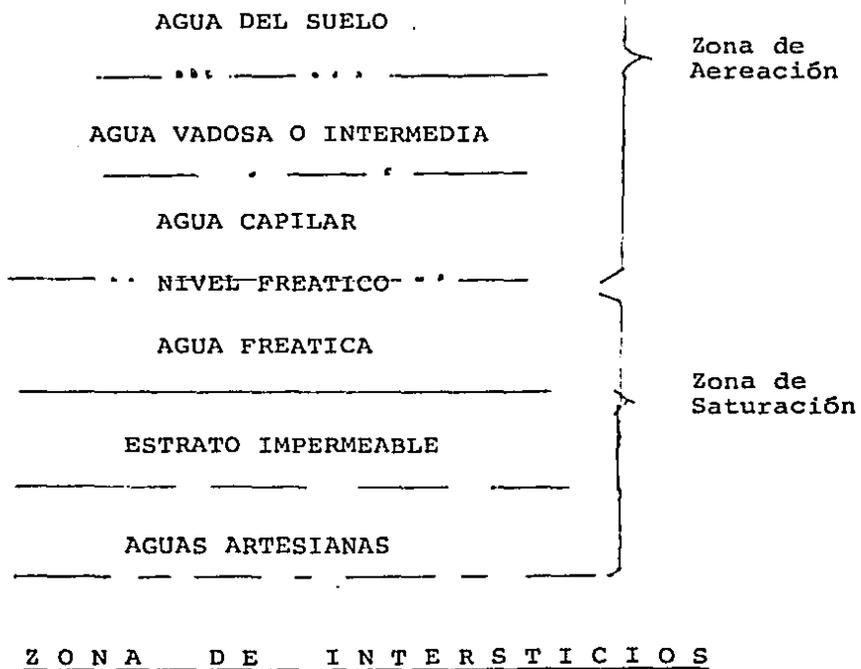
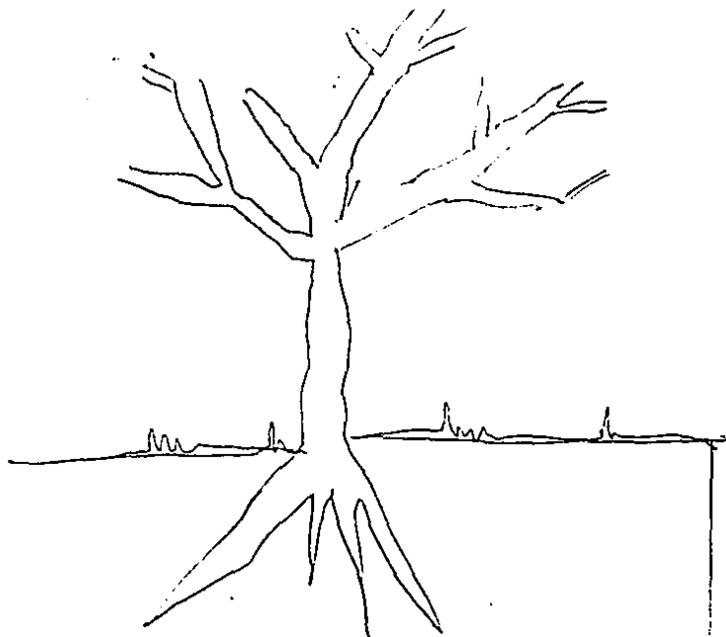
Subterráneas.- Las aguas subterráneas se localizan en una zona de cavidades conectadas entre sí, son constituidas por el agua precipitada sobre la tierra como lluvia, granizo o nieve que se filtra a través de la tierra.

Esta zona comprende: zona de saturación y zona de aereación, que quedan separadas por el nivel freático. En la zona de saturación, las cavidades, están llenas de agua bajo presión hidrostática y reciben el nombre de aguas subterráneas, las que a su vez se dividen en freáticas y artesianas.

En la zona de aereación, las cavidades están llenas principalmente de gases atmosféricos y agua, pero no bajo presión hidrostática, sino sostenida por atracción molecular, razón por la cual se llama agua suspendida. Comprende de la superficie a la profundidad: El agua del suelo aprovechada por las plantas; el agua vadosa o intermedia que es casi estacionaria o que se mueve hacia la zona de saturación. La profundidad del nivel freático depende -

de la topografía y estructura del subsuelo. Es sensiblemente paralela a la superficie del suelo y su profundidad varía desde unos cms. hasta cientos de metros.

Las aguas de la zona de saturación constituyen las fuentes subterráneas de abastecimiento.



C A P I T U L O      I V

C A L I D A D      D E L      A G U A

## C A P I T U L O    I V

## C A L I D A D    D E L    A G U A

Las aguas naturales disponibles en el medio ambiente son: aguas meteóricas, superficiales y subterráneas.

A).- Aguas Naturales.- Aquellas que se localizan en la tierra y que el hombre dispone para su vida, y necesariamente para sus actividades.

Se encuentran en estado líquido: como en ríos, lagos, lagunas y mares; en estado sólido como en los volcanes y en estado gaseoso en la atmósfera, en forma de vapor de agua.

Aguas Meteóricas.- Son aquellas procedentes directamente de la atmósfera, en forma de lluvia.

Estas aguas se captan antes que lleguen a la superficie terrestre, por medio de áreas expuestas a la precipitación pluvial, para luego almacenarlas en cisternas.

Por lo tanto para su captación es necesario tener áreas muy grandes y sólo es suficiente para pequeñas poblaciones donde no hay otro recurso.

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

en su recorrido, se van transformando de diversas maneras, ya que debido a su gran poder disolvente, recogen materiales de los diferentes suelos por los cuales pasan, que hace efectiva la modificación, además de recibir en su seno materias variadas, como desechos de poblaciones e Industrias; generalmente estas aguas se encuentran contaminadas.

Aguas Subterráneas.- Son las aguas que se filtran en el terreno pudiendo aflorar en forma de manantiales. - Se pueden captar por medio de galerías filtrantes, pozos poco profundos y pozos profundos.

También esta agua sufre modificaciones, ya que al atravesar las capas terrestres, absorbe ácido carbónico, - se mineraliza, pierde oxígeno, etc.

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

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

El ciclo del agua se completa con la evaporación de -

las aguas de los océanos, con la circulación del vapor de éstas en forma de precipitaciones.

NORMAS DE LA S.S.A.

B).- PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGUA.

Las propiedades físicas del agua potable serán:

Turbiedad máxima 10 (Escala de sílice), inodora, sabor agradable: Color máximo: 20 (Escala platino cobalto).

C).- Propiedades Químicas:

PH de 6.0 a 8.0

	miligramos por litro
Nitrógeno (N) amoniacal, hasta	0.50
Nitrógeno (N) protéico, hasta	0.10
Nitrógeno (N) de nitritos (con análisis bacteriológico aceptable) hasta	0.05
Nitrógeno (N) de nitratos, hasta	5.00
Oxígeno (O) consumido en medio ácido hasta	3.00
Sólidos totales, de preferencia hasta 500, pero tolerándose, hasta 10.00.	
Alcalinidad total, expresada en $\text{CaCO}_3$ hasta	3.
Dureza permanente o de no-carbonatos, expresada en $\text{CaCO}_3$ en aguas naturales hasta	1.50
Cloruros expresados en $\text{SO}_4$ hasta	2.50
Magnesio, expresado en Mg, hasta	1.25
Zinc, expresado en Zn, hasta	15.00
Cobre, expresado en Cu, hasta	3.00
Fluoruros expresados en Fl, hasta	1.5
Fierro y Manganeso, expresados en Fe y Mn hasta	0.30

Plomo, expresado en Pb hasta	0.10
Arsénico expresado en As, hasta	0.05
Selenio, expresado en Se, hasta	0.05
Cromo hexavalente, expresado en Cr hasta	0.05
Compuestos fenólicos, expresados en fenol, hasta	0.001
Cloro libre, en aguas cloradas, no menos de	0.2
Cloro libre, en aguas sobrecloradas, no me- nos de 0.20 ni más de 1.00.	

El agua pura es un producto artificial. Las aguas na turales siempre contienen materias extrañas en solu- - ción y suspensión en proporciones muy variables. Estas substancias pueden modificar considerablemente las pro piedades, efectos y usos del agua.

El exceso de carbonatos y bicarbonatos de calcio y mag nesio produce incrustaciones en tuberías. Causa dureza en el agua que, entre otros inconvenientes, obliga a consumos elevados de jabón.

Se considerará que una agua está libre de esos gérme-- nes patógenos cuando la investigación bacteriológica - dé como resultado final:

- a).- Menos de (20) organismos de los grupos colí y co liforme por litro de muestra, definiéndose como - organismos de los grupos colí y coliforme todos - los bacilos no esporógenos, Gram negativos, que fermenten el caldo lactosado con formación de gas.
- b).- Menos de (200) colonias bacterianas por centíme-- tro cúbico de muestra, en la placa de agar incuba da a 37°C por 24 horas.

c).- Ausencia de colonias bacterianas licuantes de la gelatina, cromógenas o fétidas, en la siembra de un centímetro cúbico de muestra en gelatina incubada a 20°C por 48 horas.

En una población como la de Cuquío, es necesario efectuar 10 pruebas bacteriológicas mensuales (para 11000 habitantes) La mitad en el momento actual.

C A P I T U L O     V

C O N D U C C I O N

## C A P I T U L O     V

## C O N D U C C I O N

Un sistema completo de aprovechamiento de agua comprende: la fuente u origen, que pueda ser un lago, un embalse natural ó artificial, un río, un pozo, etc.

Si la fuente está situada a mucha distancia de la ciudad, será necesario un acueducto, tubería o canal abierto para conducir el agua. Una estación elevadora será necesaria en muchos casos para obtener la altura suficiente para que el agua discurra a través de las canalizaciones de las calles principales.

A).- Formas de conducción.

Canales abiertos.-

Se utilizan accidentalmente para conducir el agua desde el origen hasta la instalación de elevación o la de tratamiento. Este sistema tiene la ventaja de que permite emplear materiales baratos y ahorrar con ello el coste de la cubierta. Tiene las siguientes desventajas: hay que ajustarse al nivel piezométrico del agua. Se produce una pérdida de agua por filtraciones y evaporación. Existe peligro de contaminación del agua.

Las secciones transversales que se emplean son semicírculo y el medio hexágono, o alguna otra forma trapezoidal, el medio hexágono, es el más empleado, por ser el

económico de todos.

### Acueductos.-

La palabra acueducto se utiliza con carácter restringido para las conducciones cerradas de mampostería construídas sobre el terreno. Los tipos empleados. Pueden clasificarse así:

- a).- con desmonte y cubierta, siguiendo el nivel hidrostático.
- b).- con desmonte y cubierta, por debajo del nivel hidrostático y, por ello, bajo presión;
- c).- Túnel, siguiendo la línea de nivel hidrostático y por ello, a presión.

### Tuberías.-

Se usarán tuberías para conducir grandes cantidades de agua, en cuyo caso hacen el mismo papel que los canales cubiertos y los acueductos, mencionados anteriormente.

Los materiales son tan variados que pueden ser fabricados de polivinilos (P.V.C.), metales (Fundición, Aceros, etc.) concretos o mezclas de cemento y asbestos - que generalmente son los más usuales en las redes de abastecimiento.

Las tuberías deben seguir, en general, perfil del terreno, y se colocan de la manera más favorable en cuanto al coste de construcción y presión resultante. Definido el trazado de la tubería, se instala ésta, con particular atención a la línea de nivel hidrostático, -

menor será la presión en la tubería, lo que dá como resultado un menor costo de la misma.

La velocidad de trabajo deberá ser lo suficientemente alta para evitar depósitos de fango en la tubería; 60 a 75 cms/seg, es adecuada.

En los puntos bajos de la tubería se colocan derivaciones de purga con válvulas para desaguarla. Es necesario evitar las acumulaciones de aire que por lo general se producen en todos los puntos altos en las tuberías largas. Estas acumulaciones obstruyen la normal circulación del agua.

Para decidirse acerca del tipo de tubo que se debe utilizar en una canalización de gran importancia, debe considerarse la capacidad de conducción, la duración, el costo de sostenimiento y el inicial. Ha de tenerse en cuenta, también, la clase de agua y su efecto corrosivo sobre el material del tubo.

El material del tubo que dé el menor costo anual, o capitalizado, será el más económico.

#### B).- Averías en las tuberías.-

Debido a las causas de diferencias de presiones provocados por cierres o aberturas de válvulas, es posible que las tuberías sufran fallas. Estas son motivadas por la fuerza dinámica que posee, el agua en movimiento.

Considerando un tramo de tubo y colocando válvulas al principio, algún punto intermedio y al final, notaría-

mos que al cerrar las válvulas inicial o intermedias - después de un flujo de agua, la presión producida por el agua en movimiento motiva que el espacio inmediato a este flujo de agua trate de absorber las paredes de la tubería. Esto puede producir daños en la tubería, sobre todo si ésta es de metal, por la presión negativa producida por el aire que trataría de jalar la pared del tubo hacia el centro.

En forma contraria si tratamos de parar el flujo en la parte final de la tubería en un momento provocarían - que todo ese volúmen de agua en movimiento buscase es escapar por el punto sobre el que va dirigido. O bien - en caso que ese punto soportase la presión sería inmediato un aumento en la presión en las paredes de la tubería a partir del punto de cierre, en dirección contraria al flujo. Esta presión podría inclusive destruir la tubería en dicho punto, este fenómeno se conoce como golpes de ariete.

Para evitar los peligros del golpe de ariete, deben - usarse válvulas de cierre lento. En las bombas y las - redes de tuberías, se colocan cámaras de agua en los puntos de cierre, o cerca de ellos, para absorber el - golpe de ariete.

Así mismo se colocarán en los puntos altos en las tuberías altas, válvulas de aire y vacío y las de evacu-ción de aire, las primeras se emplean para que el aire salga cuando el tubo está lleno y automáticamente en-tre cuando se vacía, lo que es de especial importancia si son tubos de acero, ya que un vacío parcial y debido a la falta de compensación de la presión exterior, - produciría averías.

Como la conducción comprenderá el uso de tuberías que trabajen por gravedad y por presión forzada por bomba, analicé los 3 casos necesarios que se dan para hacer posible el transporte del preciado líquido desde la presa "El Gigante" hasta la red de distribución:

- 1.- Por gravedad del canal de derivación de la presa "El Gigante" al cárcamo (planta potabilizadora) por tubería de asbesto cemento (complemento a una ya existente).
- 2.- Por bombeo de la planta potabilizadora al tanque de regulación; tubería de asbesto cemento (línea nueva).
- 3.- Por gravedad del tanque de regulación a la red; tubería asbesto cemento (línea nueva).

C).- Memoria de cálculo.

Línea: Presa-Planta Tratamiento

Datos:

Hf= 5.70 mts. (Diferencia alturas canal derivación presa al cárcamo).

Q= 0.030 m<sup>3</sup>/seg.

e= 0,025

L = 973 mts.

Temperatura 20° C.

1era suposición  $f = 0.02$

Para el diagrama  
de Moody.

$$D^5 = \frac{(8)(973)(0.03)^2(0.02)}{(5.70)(9.81)(3.1416)^2} \quad D^5 = \frac{8 L Q^2}{H_f g n^2} f$$

$$D = 0.191$$

$$R = \frac{(4)(0.030)}{\pi (10^{-6})(0.191)} = 199\,984.8 \quad 2 \times 10^5$$

$$R = \frac{V D}{\nu} = \frac{4 Q}{\pi \nu D}$$

viscosidad cinemática agua a 20°C es  $1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

$$\frac{E}{D} = \frac{0.025}{191} = 0.000131$$

se busca en tabla el factor de fricción  $f$

$$f = 0.0165$$

Segunda suposición

$$f = 0.0165$$

$$D = \sqrt[5]{(0.01269)(f)}$$

$$D = 0.184 \text{ metros}$$

$$R = \frac{38197}{0.184} = 207,593 \approx 2.08 \times 10^5$$

$$\frac{E}{D} = \frac{0.025}{184} = 0.000136$$

por lo tanto la diferencia es mínima.  
Se acepta. ✓

$$D = 18.4 \text{ cms. (7.24")}$$

diámetro comercial 8"

$$h_f = KLQ^2$$

fórmula de tuberías económicas.

$$d = 1.5 \sqrt{\emptyset}$$

$$d = 8.2" \approx 8"$$

$$K = 5.50$$

$$h_f = (5.50) (0.03)^2 (973) = 4.81 \text{ mts.}$$

L	K	$h_f$	cota piezometrica	cota terreno	carga disp.
973	5.5	4.81	93.89	90 mts	3.89

$$= \frac{0.030}{0.0324 \text{ m}}^2 \text{ m}^3/\text{s} = 0.9251 \text{ m/s} > 0.5 \text{ m/s} \checkmark$$

2.- Línea Planta tratamiento-tanque de regulación.

Datos de proyecto.

$$Q = 0.04583 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Longitud + 1000 metros

desnivel a tanque  $\pm$  45 metros  
 profundidad columna de succión 4 metros.  
 material asbesto-cemento  $n=0.10$

$$K = \frac{10.3 n^2}{D^{16/3}} \quad K = \frac{10.3 (0.010)^2}{0.254^{16/3}} = 1.54$$

Diametro sugerido 10" (0.254 metros)

$$h_f = (1.54)(1000)(0.04583)^2$$

$$h_f = 3.23 \text{ metros}$$

$$h_t = 3.23 + 45 + 4 = 52.23 \text{ metros}$$

Potencia necesaria de la bomba para elevar el gasto a una altura tal de 52.23 metros.

$$\text{Potencia neta} = \frac{(1000)(0.04583)(52.23)}{(76)(0.83)} = 37.95 \text{ HP}$$

La curva de eficiencia del modelo 5530 de la Faibanks Morse nos proporciona una lectura del 83% de eficiencia aproximadamente que es suficiente para proporcionar la potencia requerida.

NOTA.- Dentro del cálculo de estas tres líneas de conducción se hace la aclaración, - que la línea uno "Presa el Gigante-planta - tratamiento", se calcula en base al gasto parcial 30 lps. que es la diferencia de la tubería ya existente que aporta una cantidad - aproximada a los 16 lps restantes en los cálculos obtenidos (gasto total: 45.83 lps.).

3.- Línea tanque de regulación-red de distribución.

Datos de proyecto

$n$  : 0.010 (tubería de asbesto-cemento).

Longitud: 298 metros.

Q : 0.04583 m<sup>3</sup>/seg.

desnivel tanque red distribución:  $\pm$  33.11 metros

$h_f = (1.54)(298 \text{ metros})(0.04583)^2 = 0.96 \text{ metros.}$

L	K	$h_f$	Cota piezometrica	Cota carga dis terreno ponible
298m.	1.54	0.96m.	135.15 m.	103 m. 32.15 m.

Continuar con 10" para restar pérdidas a los circuitos puesto que con una de 8" las pérdidas pueden llegar a los 4 metros solo en este tramo y considerando que los puntos más alejados o mas altos quedarían con presio--nes sumamente bajas.

## CAPITULO VI

## REGULACION

CAPITULO VI  
REGULACION

La regularización, tiene por objeto transformar el régimen de alimentación de agua, que generalmente es constante, en régimen de demanda que es variable en todos los casos. Se almacena agua, cuando la demanda es menor que el gasto de llegada, la cual se utilizará cuando la demanda sea mayor.

El almacenamiento también se hace para disponer de una determinada cantidad de agua como reserva, con objeto de no suspender el servicio en caso de desperfectos en la captación o en la conducción, así como para satisfacer demandas extraordinarias (Incendios).

La localización de los depósitos se hará tomando en cuenta la presión que deberá tener el agua para poder llegar a todos los puntos de la red de distribución, con la presión adecuada. Por lo tanto, los depósitos se situarán en lugares naturalmente altos, o tendrán que elevarse en forma artificial.

Por su posición con respecto a la superficie del terreno, se clasifican en:

- a).- Superficiales y
- b).- Elevados.

Los depósitos superficiales se construyen de mampostería de piedra o de tabique, madera y concreto simple o reforzado. Los de mampostería tienen la desventaja de ser bastante permeables, por lo que hay necesidad de impermeabilizarlos, aplanando los muros en su pared interior, con mortero arena-cemento en proporción 3: 1 a 5: 1, terminándolos con un pulido fino de cemento. Los elevados se construyen de concreto armado, madera o metálicos.

Los depósitos se cubrirán para evitar la polución del agua que contengan; se colocarán cercas perimetrales para evitar el acceso del público y de animales.

Los tanques superficiales se protegerán en los escurrimientos de agua de lluvias construyendo zanjas o cunetas interceptoras.

Para considerar la variación de niveles en los tanques de regulación, tomaremos la tabla de demandas del Banco Nacional de Obras y Servicios, en la cuál consideramos 16 horas de bombeo.

Determinó la capacidad del tanque, suficiente para satisfacer los cambios en la demanda y de acuerdo a un período de 2 turnos de trabajo, por cada día. Los cuales se empezaran a bombear agua de la planta de tratamiento a las 5 a.m. y pararán de hacerlo a las 21 horas.

El gasto máximo de la bomba será de:

$$Q_{\text{máximo}} = \frac{24}{16} \times 30.55 = 45.83 \text{ lts/seg.}$$

$$\text{Volúmen} = \frac{31 \times 4.55 \times 3600}{1000} = 508 \text{ m}^3$$

## TABLA DE DEMANDAS

HORA	BOMBEO %	DEMANDA	DIFERENCIA	DIFERENCIA ACUMULATIVA
0-1	----	45%	-45	-45
1-2	----	45%	-45	-90
2-3	----	45%	-45	-135
3-4	----	45%	-45	-180
4-5	----	45%	-45	-225
5-6	150	60%	+90	-135
6-7	150	90%	+60	-75
7-8	150	135%	+15	-60
8-9	150	150%	+ 0	-60
9-10	150	150%	+ 0	-60
10-11	150	150%	+ 0	-60
11-12	150	140%	+10	-50
12-13	150	120%	+30	-20
13-14	150	140%	+10	-10
14-15	150	140%	+10	+10
15-16	150	130%	+20	+20
16-17	150	130%	+20	+40
17-18	150	120%	+30	+70
18-19	150	100%	+50	+120
19-20	150	100%	+50	+170
20-21	150	90%	+60	+230
21-22	----	90%	-90	+140
22-23	----	80%	-80	+60
23-24	----	60%	-60	0

El acumulado positivo = 225

El acumulado negativo = 230

---

y la capacidad es 455%

A).- Diseño y cálculo del tanque de regulación.capacidad mínima: 550 m<sup>3</sup>

Construcción en forma cuadrangular de 15m x 15m -  
con una profundidad de 2.5 m. aprovechable (3m.-  
total).

Muros de mampostería de roca basáltica con las si  
guientes dimensiones propuestas:

altura 3.50 metros  
ancho de la corona 40 cms.  
ancho de la base 1.50 m.  
Peso mampostería de basalto W

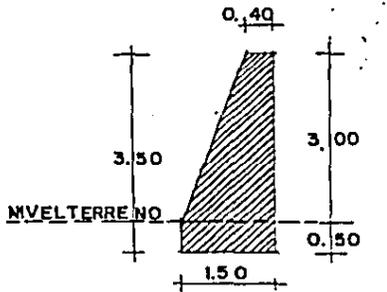
$$W = \frac{(0.40 + 1.5)(3)(2200)}{2} = 6270 \text{ Kilogramos/ml.}$$

Revisando su resistencia al vuelco calculemos pri  
mero el empuje del agua:

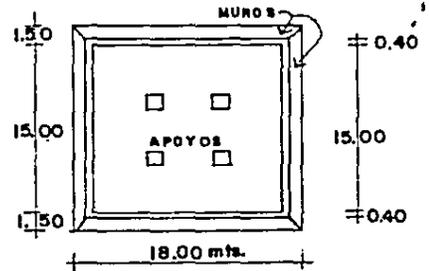
$$P = \frac{wh^2}{2} = \frac{1000(2.5)^2}{2} = 3125 \text{ Kilogramos}$$

Considerando el punto más desfavorable hagamos -  
una suma de momentos en este.

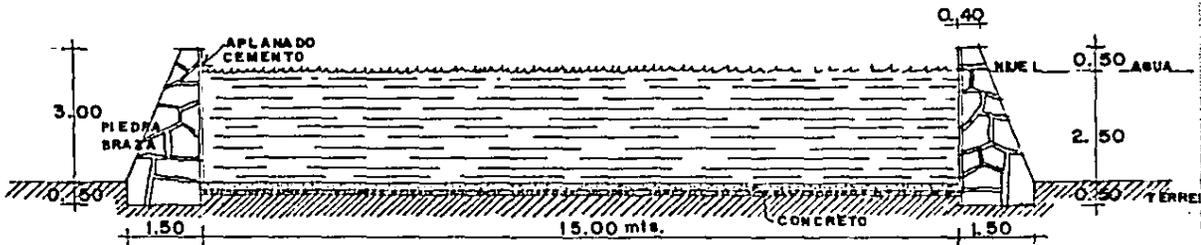
$$M_v = 3125 (2.5/3) = 2604.20 \text{ Kg.m.}$$



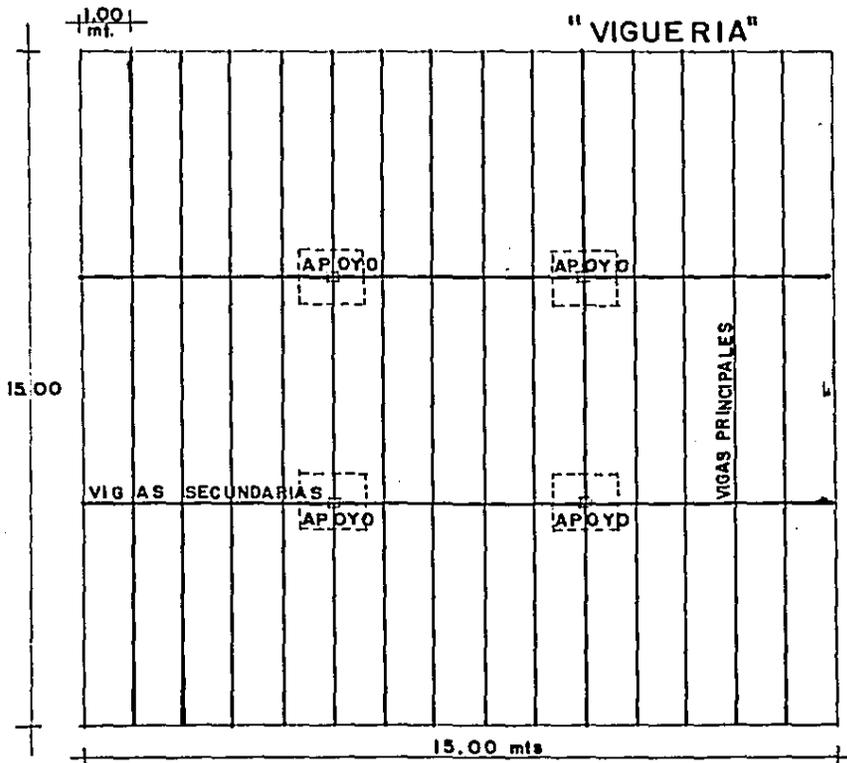
SECCION MURO



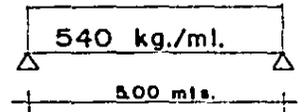
PLANTA TANQUE



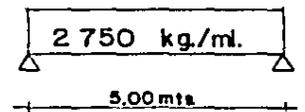
SECCION TANQUE



SECUNDARIAS



PRINCIPALES



La distancia horizontal de la fuerza del peso de la -  
mampostería con respecto al punto de vuelco es de:

$$X = \frac{(73.33)(16500) + (130)(12000)}{28500} = 97.2 \text{ cms.}$$

$$\therefore (97.7)(6270) = 609,388 \text{ Kg.} \cdot \text{cm} \text{ aprox. } 6094 \text{ Kg-m}$$

$$6094 \text{ Kg-m} > 3125 \text{ Kg-m.} \checkmark$$

Por economía se podrían reducir dimensiones, mas se re  
comienda dejardas excedidas por razones de seguridad.

Revisión por deslizamiento:

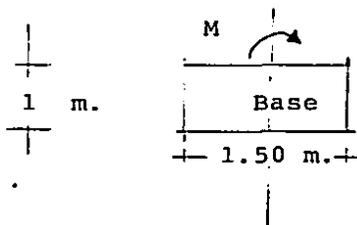
Deslizamiento lateral considerando un coeficiente  
de fricción entre la superficie de roca del muro y el  
terreno con un valor aproximado a 0.60.

$$(6270)(0.6) = 3762 \text{ Kg.} > 3125 \text{ Kgs.} \checkmark$$

Por seguridad agregaremos un dentellón a la base  
del muro de contención para dejar un margen de seguri-  
dad aceptable.

Cálculo de esfuerzos

Los muros serán construidos de mampostería, en -  
los cuáles no deben existir esfuerzos a tensión, pues  
la mampostería solo se considera útil a compresión.



Esfuerzo compresión debido a peso propio.

$$\nabla_1 = \frac{P}{A} = \frac{W_1 + W_2}{1.5 \times 1} = \frac{6270}{1.50} = 4180 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

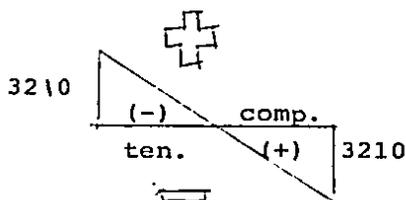
$$\nabla_2 = \frac{Mc}{I} = \frac{6270(0.192)(0.75)}{0.28125} = 3210 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$C = \frac{1.5}{2} = 0.75$$

$$4180 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} \quad \begin{array}{|l} \hline \text{Compresión} \\ (+) \\ \hline \end{array} \quad 4180$$

$$M = (6270)(0.192) = 1203.84$$

$$I = \frac{1}{12} (1.5)^3 = 0.28125 \text{ M}^4$$



$$t = \frac{P}{A} + \frac{Mc}{I} \quad \begin{array}{l} \longrightarrow 7390 \\ \longrightarrow 970 \end{array}$$



Revisando estabilidad

Haciendo sumatoria de momentos en el punto o que nos da:

$$M_o = 0$$

$$6270(0.972) - (3125)(0.83) - 6270(x) = 0$$

∴  $x = 55.8$  que si pasa por el tercio medio de base del muro. Por lo tanto la estabilidad es aceptada.

Cubierta del tanque.

El tipo a seguir será el de viga de acero y bóveda de ladrillo, con separación de ejes de cada viga - igual a 1 m. y recibiendo en las caras de los muros - con detalle en mamposteado.

Consideraciones que intervienen en el diseño.

Cargas vivas	100 Kg/m <sup>2</sup>	
Carga Muerta:	420 Kg/m <sup>2</sup>	520 Kg/m <sup>2</sup>
Bóveda ladrillo 0.14x1500=		210 Kg/m <sup>2</sup>
Entortado de Hormigón 0.15x1200		180 Kg/m <sup>2</sup>
Enladrillado		30 Kg/m <sup>2</sup>
Carga Muerta:		420 Kg/m <sup>2</sup>

Carga total = Cargas vivas + cargas muertas + peso propio.

$$\text{Carga Total} = 520 + 20 = 540 \text{ Kg/ml.}$$

### Vigas principales

Memoria de cálculo.

$$M_{\text{max.}} = \frac{wl^2}{8} = \frac{(540)(5)^2}{8} = 1688 \text{ Kg.m}$$

$$S_r = \frac{M_{\text{max.}}}{1520} = \frac{168800 \text{ Kg. cm}}{1520 \text{ Kg/cm}^2} = 111 \text{ cm}^3$$

Podemos escoger viga IPR ó IPS dependiendo de su existencia en medidas de 6" x 4" y 6" respectivamente con módulos de sección.

$$S = 119 \text{ cm}^3 \quad \text{que nos da un } S > S_r \checkmark$$

Pero con el ahorro en peso 17.90 Kg/ml (IPR) contra 18.6 (IPS) una diferencia de 700 Gr/mt. que en total nos daría una diferencia de 150 Kgs en el total de metros en las vigas principales.

Vigas secundarias

$$M_{\max} = \frac{Wl^2}{8}$$

$$W = (540) (5) + 60 \text{ Kgs/ml. (peso propio)}$$

$$W = 2750 \text{ Kg/ml}$$

$$L = 5 \text{ metros.}$$

$$M_{\max} = 8625 \text{ Kg-m.}$$

$$S_r = \frac{M_{\max}}{1520} = \frac{862500}{1520} = 567 \text{ cm}^3$$

Con una IPR de 12 x 6½" con un módulo de sección igual a:

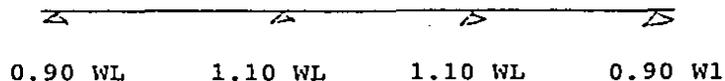
$$S > S_r. \checkmark$$

$$632.54 > 567 \checkmark$$

El peso de la IPR es de 44.7 Kg/ml.

Columnas.-

Tomando las reacciones centrales, como la carga axial.



$$W = (2760) (5) (1.10) = 15180 \text{ Kilogramos} = 15.2 \text{ tons.}$$

$$K = 1.2$$

Altura de la columna 3 metros.

Utilizaremos una sección compuesta de 2 canales soldadas de 4" sección estandar.

$$r, \text{ eje } xx = 3.97$$

$$r, \text{ eje } yy = 3.35$$

En cualquier sentido cumple, por lo cual.

$$\frac{(1.2)(300)}{3.97} = 91 < 200 \checkmark$$

$$\text{y } \frac{(1.2)(300)}{3.35} = 107 < 200 \checkmark$$

Las columnas se pintarán con pintura marina y deben cubrirse con una capa de concreto, tratado con impermeabilizante integral y thorseal de 5 cms. mínimo por la do para efecto de evitar corrosión.

La placa de apoyo de la comuna será de las siguientes dimensiones:

$$A = \frac{1520 \text{ Kg}}{35 \text{ Kg/cm}^2} = 434 \text{ cm}^2$$

$$B = 21 \text{ cms.}$$

Dimensiones (21 X 21 cms.)

$$\text{Espesor } T = \sqrt{\frac{6m}{1520}}$$

$$M = \frac{\sqrt{1}^2}{2} = \frac{34.47 (30.25)}{2}$$

$$M = 521.35 \text{ Kg.cm}$$

$$T = \sqrt{\frac{6(521.35)}{1520}}$$

$$T = 1.45 \text{ cm.}$$

Placa 5/8"

Sujetando con varillas de ½" con cuerda y tuerca en un extremo por cada esquina, una.

### Cimentaciones

En muros:

$$\text{Peso bóveda } (5)(540)(0.4) = 1080 \text{ Kg/ml.}$$

Proporción carga-apoyo

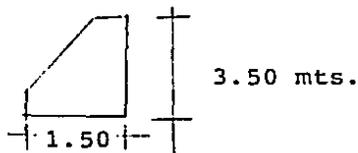
$$+ \text{ Peso propio Muro } 6270 \text{ Kg/ml}$$

$$+ \text{ Peso propio cimentación } 1650 \text{ Kg/ml.}$$

---


$$9000 \text{ Kgs/ml.}$$

Con la base que tenemos (1.50) nos dará proyectando la cimentación 0.50 cms. hacia abajo.



$$\frac{9000}{1.50} = 6 \frac{\text{tons.}}{\text{m}^2}$$

$$6 < 10 \text{ ton/m}^2 \quad \checkmark$$

10 ton/m<sup>2</sup>, capacidad de carga supuesta del terreno, en base al tipo de material del lugar y a condiciones desfavorables que se pudieren suscitar.

## Zapatas para columnas

Con un dado de 25 x 25 x 30

$$P = 15.2 \text{ Tons.} \quad W = 1 \text{ Kg/cm}^2$$

FS = 1.8 Cargas Vivas

F.S. = 1.5 peso propio

$$f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$$

$$fy = 2300 \text{ Kg/cm}^2$$

## 1.- Reacción neta

Se supone un peralte de 24 cms.

$$r = 1 - (0.0024)(24) = 0.95$$

## 2.- Dimensiones de la zapata.

$$A = \frac{P}{r} = \frac{15200}{0.95} = 16000$$

$$B = 126.5 \quad 125 \text{ cms.}$$

## 3.- Peralte por esfuerzo cortante suponiendo un peralte neto de 17 cms. y :

$$2a + 2c + d = 40 + 105 + 17 = 162$$

$$c - \frac{d}{2} = 52.5 - 8.5 = 44$$

$$a + d = 20 + 17 = 37$$

$$r = 1.8 (0.95) = 1.71$$

$$\frac{(162)(44)(1.71)}{2(37)(10)} = 16.50 \quad 16.50 \quad \text{vs} \quad 17 \quad \checkmark$$

## 4.- Adherencia

$$v_u = 100 \text{ rc}$$

$$v_u = 100 (1.71)(52.5) = 8978 \text{ Kg.}$$

Colocando varillas del # 3

$$\sum o = \frac{v_u}{\phi u_j d}$$

$$u = \frac{6.4 \sqrt{140}}{0.95} = 79.8 \text{ Kg/cm}^2 > 56 \text{ Kg/cm}$$

Se toma 56 Kg/cm u j = 0.875

$$\sum o = \frac{8978 \text{ Kgs}}{(0.85)(56)(0.875)(17)} = 12.68$$

5 varillas # 3 @ 20 cms.

5.- Peralte y armado por momento flexionante.

$$M = \frac{rc^2}{2} = \frac{(8978)(0.525)^2}{2} = 1237.30 \text{ Kg-m}$$

q = 0.18 porcentaje máximo recomendado por el reglamento.

$$d^2 = \frac{123730}{(0.9)(100)(140)(0.18)(0.89)} = 61.3$$

$$d^2 = \frac{Mu}{\phi b f_c q (1 - 0.59 q)}$$

$$d = 7.83 \text{ cms.}$$

$$7,83 < 16 \text{ cms. } \checkmark$$

valor inferior al encontrado por esfuerzo cortante.

$$h = 17 + 6 \text{ (recubrimiento mínimo) } + 1$$

$$h = 24 \text{ cms.}$$

Para ese nuevo peralte se calculará el % de esfuerzo.

$$q = 0.848 - \sqrt{0.719 - \frac{Mu}{0.53bd^2 f'c}}$$

$$\frac{Mu}{0.53bd^2 f'c} = \frac{123\ 730}{0.53(100)(18)^2 140} = 0.051$$

$$q = 0.848 - \sqrt{0.719 - 0.051}$$

$$q = 0.848 - 0.81 = 0.0306$$

$$p = q \frac{f'c}{fy} = \frac{0.031 \times 140}{2300} = 0.00187$$

$$As = 0.00187 \times 100 \times 17 = 3.20 \text{ cm}^2/\text{metro.}$$

Por lo tanto si concuerdan 5 varillas de 3/8" por metro tanto en cálculos.

#### 6.- Comprobación esfuerzos entre columna y zapata.

Son dos los esfuerzos que deben vigilarse en la transmisión de la carga de la columna a la zapata: el de aplastamiento y el de adherencia de las barras de la columna en la zona de la zapata.

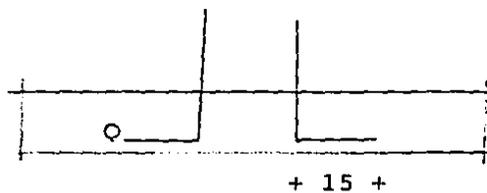
$$l_u = \frac{D fy}{\phi 4 u}$$

$$u = \frac{6.4 \sqrt{f'c}}{fy} = 29.8$$

Como se utilizarán varillas de 1/2 pulgada para el anclaje de la columna

$$l_u = \frac{1.27 \times 2300}{0.85(4)(29.8)} = 29 \text{ cms.}$$

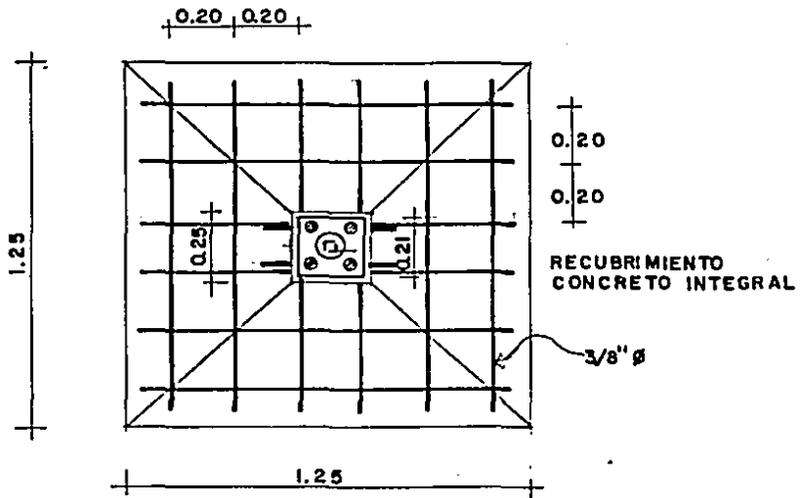
Detalles del armado



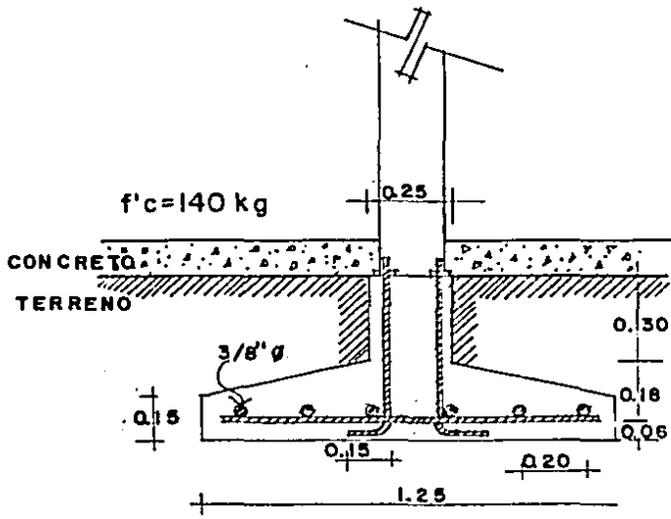
En cada sentido

$$A_s = (3.20 \text{ cm}^2) (1.25 \text{ m}) = 4 \text{ cm}^2 \text{ — } 6 \phi \# 3 \checkmark$$

$$\Sigma o = (12.68 \text{ cm}^2) (1.25 \text{ m.}) = 15.85 \text{ cm}^2 \text{ — } 6 \phi \# 3 \checkmark$$



PLANTA ZAPATA



CORTE

C A P I T U L O     V I I

D I S T R I B U C I O N

## C A P I T U L O      V I I

## D I S T R I B U C I O N

A).- Diseño y cálculo de la red de distribución.

La red de distribución comprende el conjunto de - canalizaciones que conducen el agua desde el depósito de acumulación a cada punto de la aglomeración a servir.

La distribución debe asegurar un servicio continuo. Las conducciones deben pues estar siempre llenas y la presión debe ser suficiente para permitir alimentar en cada momento y en cada sitio los elementos más elevados de los inmuebles.

Se distinguen en una red de conducciones, según su función y, prácticamente según su diámetro.

- 1.- Una (o varias) conducción maestra.
- 2.- Conducciones de tránsito
- 3.- Conducciones de alimentación.

En nuestro caso la red está constituida por ramificaciones sucesivas establecidas a partir de la conducción principal. La conducción maestra se divide en conducciones secundarias y estas conducciones se dividen a su vez en conducciones terciarias. Para que no se presente interrupción del servicio en todas las conducciones, situadas aguas abajo. Se agregará a la red una alimentación de retorno. Quedando entonces constituida la red por "Mallas" y se trans-

formará en una red de malla.

Los beneficios de esto serán:

- Beneficiar el suministro por secciones.
- Reducir los sedimentos formados por el agua.
- Realizar reparaciones por sección, sin dejar de suministrar agua, al resto de la red.

B).- Red de distribución actual.

Del tanque sale una línea de alimentación con tubería de asbesto-cemento de 6" de diámetro, la cuál descarga en un circuito principal formado con tuberías del mismo diámetro derivándose a tuberías secundarias de 3" y 4" de diámetro en P.V.C. y asbesto cemento.

El sistema principal se encuentra seccionado con 3 válvulas de compuerta de 6" de diámetro y una adicional de 4" de diámetro, las cuales se encuentran alojadas en sus respectivas cajas. Las válvulas instaladas que seccionan la red en dos, sirven para racionar el agua.

El sistema funciona por gravedad.

PROYECTO DE LA NUEVA RED

DE DISTRIBUCION

Una red de tuberías es un sistema de tuberías interconectadas entre sí, de tal manera que el gasto que se tiene a través de determinada salida puede provenir de varios circuitos. Problemas de esta naturaleza suelen ser - complicados, por lo cuál es necesario buscar soluciones - tentativas para las cuáles los circuitos elementales queden balanceados, para que posteriormente se encuentren soluciones completas que satisfagan todas las condiciones de flujo.

En una red de tuberías, se deberán satisfacer las siguientes condiciones:

1.- La suma algebraica de las caídas de presión - alrededor de un circuito deberá ser cero.

2.- El gasto que llega a cada unión debe ser igual al que sale de ella.

3.- Para cada tubería, deberá satisfacerse la ecuación de Hazen-Williams u otra fórmula equivalente de fricción de tipo exponencial; con ésto se dá a entender que para cada tubería, se debe mantener la relación adecuada entre pérdida de carga y gasto.

Como es poco práctico resolver problemas de redes a través de métodos analíticos, comunmente se utilizan los métodos de aproximaciones sucesivas. De acuerdo con el método de Hardy Cross, se supone que el gasto es a través de cada tubería, de tal manera que satisface la ecuación de - continuidad en cada unión; después de lo anterior, se calcula una corrección para el gasto en cada circuito, haciendo que éstos queden mejor balanceados.

Este método no es otra cosa que la aplicación a la

Hidráulica, del método de Cross; utilizado en Estabilidad - de Construcciones para el cálculo de momentos flexionantes en barras de sistemas hiperestáticos.

La esencia del método consiste en suponer una distribución cualquiera del gasto en los diferentes conductos de la red; a partir de esto, se calculan las pérdidas de - carga entre dos puntos cualesquiera y por diferente trayec- to. La distribución supuesta será correcta si las pérdi-- das de carga resultan iguales; de lo contrario, se modifi- cará la distribución de gastos, hasta que tal cosa suceda.

Designemos con  $h = Q^2 KL$  a las pérdidas de carga en cada tramo de la red (despreciemos a las pérdidas de car- ga locales). Después, recorreremos un contorno cerrado cual- quiera, en el sentido de las manecillas del reloj, conside- rando como positivas (como negativas) a las pérdidas que - ocurren en tramos con flujo en la dirección (en dirección - contraria) del recorrido. La suma algebraica de las pérdi- das así calculadas deberá ser nula, si la distribución de - gastos es la exacta. Como ésta es arbitraria, lo más pro- bable es que obtengamos un valor  $\sum \Delta h$ , diferente de cero, que representa a la diferencia entre las pérdidas de carga en ductos recorridos en el sentido contrario. Esta diferen- cia proviene de un error  $\Delta Q$  en la distribución de gastos.

Para calcular el error en la distribución de gas- tos en lugar de calcular directamente  $\sum h = \sum (Q^2 KL) = 0$ , - partimos de  $\sum (h + \Delta h) = \sum (Q + \Delta Q)^2 KL$ ; la que, desprecian- do términos en  $(\Delta Q)^2$ , nos conduce a:

$$\sum \Delta h = 2(\Delta Q) (\sum (QKL)).$$

y, consecuentemente, la corrección que debe hacerse al -

gasto es

$$Q = \frac{\sum \Delta h}{2 \cdot \sum (QKL)}$$

Esta corrección se hará en un sentido o en otro, según se  $\sum \Delta h$  sea positiva o negativa.

Puesto que el método es de correcciones finitas, es evidente que la solución no se obtiene en la primera iteración; siendo mayor el número de aproximaciones, cuanto más grande es la precisión deseada. Sin embargo, debido a la simplicidad de los cálculos, con una ligera sistematización de los mismos, fácilmente se llega a la solución.

EQUILIBRIOS

K (6") = 25.5

TUBERIA ASBESTO-CEMENTO

K (4") = 221.8

n = 0.010

K (3") = 1027.9

KL (TRAMOS)

1-2 = 11169	(1)	10-9 = 22845	(8)
2-3 = 6477	(2)	9-8 = 12197	(9)
3-12 = 69423	(3)	8-7 = 15419	(10)
12-13 = 2754	(4)	7-6 = 168576	(11)
13-1 = 3494	(5)	6-5 = 222026	(12)
12-11 = 18631	(6)	5-4 = 20849	(13)
11-10 = 19740	(7)	4-3 = 39037	(14)

1er. Equilibrio

## MALLA I

TRAMO	Q	D	KL	$h_f$	$f_f/\phi$	D
1-2	-22.83	6"	1	-5.82	0.255	-0.72
2-3	-14	6"	2	-1.27	0.041	-0.72
3-12	+9	4"	3	+5.62	0.624	-1.76
12-13	+21	6"	4	+1.21	0.058	-0.72
13-1	+23	6"	5	+1.85	0.080	-0.72
				<u>1.59</u>	<u>1.11</u>	

D, = -0.72

## MALLA II

3-12	-9	4"	3	-5.62	0.624	+1.76
12-11	+11	4"	6	+2.25	0.205	+1.04
11-10	+9	4"	7	+1.60	0.178	+1.04
10-9	+7	4"	8	+1.12	0.16	+1.04
9-8	+6	4"	9	+0.44	0.073	+1.04
8-7	+5	3"	16	+0.39	0.078	+1.04
7-6	+3	3"	11	+1.52	0.507	+1.04
6-5	-4	3"	12	-3.55	0.888	+1.04
5-4	-7	4"	13	-1.02	0.146	+1.04
4-3	-10	4"	14	-3.90	0.390	+1.04
				<hr/> -6.77	<hr/> 3.25	

$$D_2 = + 1.04$$

2do. Equilibrio

## Malla I

TRAMO	Q	KL	$h_f$	$h_f/\phi$	D
1-2	-23.55	1	-6.19	0.263	+0.55
2-3	-14.72	2	-1.40	0.095	+0.55
3-12	+ 7.24	3	+3.64	0.503	+0.65
12-13	+20.28	4	+1.13	0.056	+0.55
13-1	+22.28	5	+1.73	0.078	+0.55
			<hr/> -1.09	<hr/> 0.995	

$$D = +0.55$$

## MALLA II

3-12	-.724	3	-3.64	0.503	-0.65
12-11	+12.04	6	+2.70	0.224	+0.10
11-10	+10.04	7	+1.99	0.198	+0.10
10-9	+8.04	8	+1.48	0.184	+0.10
9-8	+7.04	9	+0.61	0.087	+0.10
8-7	+6.04	10	+0.56	0.093	+0.10
7-6	+4.04	11	+2.75	0.681	+0.10
6-5	-2.96	12	-1.95	0.66	+0.10

TRAMO	Q	KL	$h_f$	$h_f/\phi$	D
5-4	-5.96	13	-0.74	0.124	+0.10
4-3	-8.96	14	-3.13	0.349	+0.10
			<hr/> 0.63	<hr/> 3.103	
			D = -0.10		

3er. Equilibrio

1-2	-23.00	1	-5.91	0.257	-0.06
2-3	-14.17	2	-1.30	0.092	-0.06
3-12	+ 7.89	3	+4.32	0.548	-0.15
12-13	+20.83	4	+1.20	0.058	-0.06
13-1	+22.83	5	+1.82	0.080	-0.06
			<hr/> 0.13	<hr/> 1.035	
			D = - 0.06		

3-12	-7.89	3	-4.32	0.55	+0.15
12-11	+11.94	6	+2.66	0.22	+0.09
11-10	+9.94	7	+1.95	0.18	+0.09
10-9	+7.94	8	+1.44	0.18	+0.09
9-8	+6.94	9	+0.59	0.09	+0.09
8-7	+5.94	10	+0.54	0.09	+0.09
7-6	+3.94	11	+2.62	0.67	+0.09
6-5	-3.06	12	-2.08	0.68	+0.09
5-4	-6.06	13	-0.77	0.13	+0.09
4-3	-9.06	14	-3.20	0.35	+0.09
			<hr/> -0.57	<hr/> 3.16	

D = 0.09

Cuarto Equilibrio

## MALLA I

TRAMO	Q	KL	$h_f$	$h_f/\phi$	D
1-2	-23.06	1	-5.94	0.258	+0.04
2-3	-14.23	2	-1.31	0.092	+0.04
3-12	+7.74	3	+4.16	0.537	+0.05
12-13	+20.77	4	+1.19	0.057	+0.04
13-1	+22.77	5	+1.81	0.079	+0.04
			<u>-0.09</u>	<u>1.023</u>	

$$D = + 0.04$$

## MALLA II

3-12	-7.74	3	-4.16	0.537	-0.05
12-11	+12.03	6	=2.70	0.224	-0.01
11-10	+10.03	7	=1.99	0.198	-0.01
10-9	+8.03	8	+1.47	0.183	-0.01
9-8	+7.03	9	+0.60	0.085	-0.01
8-7	+6.03	10	+0.56	0.093	-0.01
7-6	+4.03	11	+2.74	0.680	-0.01
6-5	-2.97	12	-1.96	0.660	-0.01
5-4	-5.97	13	-0.74	0.124	-0.01
4-3	-8.97	14	-3.14	0.350	-0.01
			<u>0.06</u>	<u>3.134</u>	

$$D = -0.01$$

Quinto Equilibrio

## Malla I

1-2	-23.02	1	-5.92	0.257	0
2-3	-14.19	2	-1.30	0.092	0
3-12	+7.79	3	+4.21	0.540	0
12-13	+20.81	4	+1.19	0.057	0
13-1	+22.81	5	+1.82	0.08	0
			<u>0</u>	<u>1.026</u>	

$$D = 0$$

3-12	-7.79	3	-4.21	0.540	0.00
12-11	+12.02	6	+2.69	0.224	0.00
11-10	+10.02	7	+1.98	0.198	0.00
10-9	+8.02	8	+1.47	0.183	0.00
9-8	+7.02	9	+0.60	0.085	0.00
8-7	+6.02	10	+0.56	0.093	0.00
7-6	+4.02	11	+2.72	0.677	0.00
6-5	-2.98	12	-1.97	0.661	0.00
5-4	-5.98	13	-0.74	0.125	0.00
4-3	-8.98	14	-3.15	0.351	0.00
			<u>-0.05</u>	<u>3.137</u>	

$$D = + 0.008$$

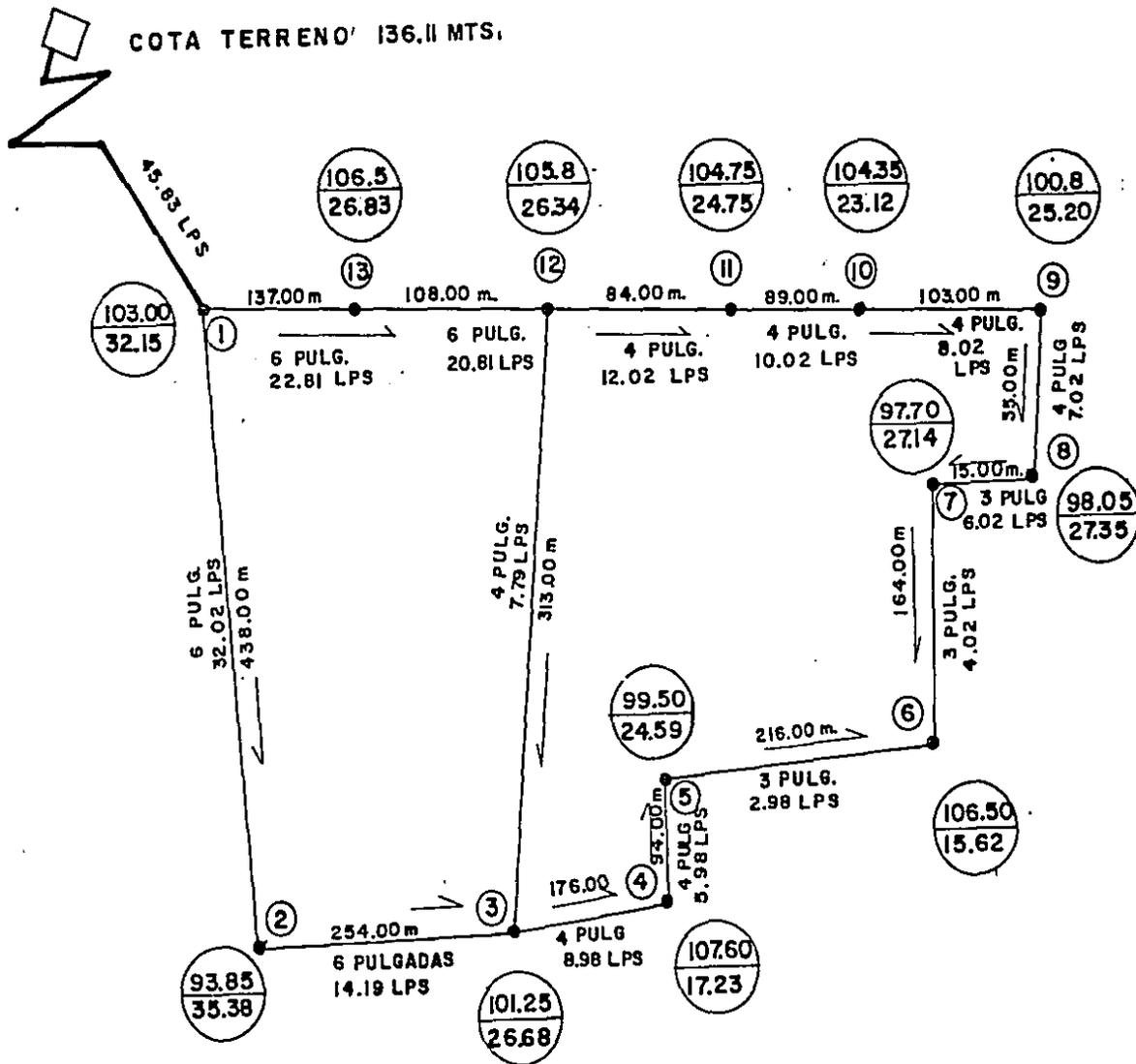
## MALLA I

TRAMO	Q	$h_f$	COTA PIEZOMETRICA	COTA TERRENO	CARGA DISPONIBLE
1-2	-23.02	-5.92	135.15	103	32.15
2-3	-14.19	-1.30	129.23	93.85	35.38
3-12	+7.79	+4.21	127.93	101.25	26.68
12-13	+20.81	+1.19	132.14	105.80	26.34
13-1	+22.81	+1.82	133.33	106.50	26.83

## MALLA II

3-12	-7.79	-4.21	127.93	101.25	26.68
12-11	+12.02	+2.69	132.14	105.80	26.34
11-10	+10.02	+1.98	129.45	104.75	24.7
10-9	+8.02	+1.47	127.47	104.35	23.12
9-8	+7.02	+0.60	126.00	100.80	25.20
8-7	+6.02	+0.56	125.40	98.05	27.35
7-6	+4.02	+2.72	124.84	97.70	27.14
6-5	-2.98	-1.97	122.12	106.50	15.62
5-4	-5.98	-0.74	124.09	99.50	24.59
4-3	-8.98	-3.15	124.83	107.60	17.23

COTA TERRENO' 136.11 MTS.



CROQUIS DE CIRCUTOS  
DE  
CUQUIO, JALISCO

CAPITULO . VIII

CRUCEROS

## C A P I T U L O      V I I I

## C R U C E R O S

## A).- Diseño de cruceros.-

En nuestra red de distribución se presentan uniones, terminaciones, válvulas que presentan generalmente diferencias en cuanto a diámetros y clases de materiales, - lo que hace necesario el usar ciertos accesorios especiales que permitieran evitar las fugas de agua y aumentar la eficiencia en el uso de la red.

Existen varios tipos de canalizaciones que corresponden a los diferentes modos de unión corrientemente utilizados. Se distinguen:

Las tuberías de enchufe con juntas rígidas -  
(juntas con plomo)

Las tuberías de enchufe con uniones flexi- -  
bles (juntas de caucho o "Express").

Las tuberías de extremos lisos con uniones -  
flexibles (juntas tipo Gibault)

Las tuberías "Rapid" (con junta automática).

Las tuberías constituyen el elemento esen- -  
cial de las canalizaciones. Se completan por medio de las piezas de enlace, cada vez que el trazado presenta algún -  
punto singular tales como:

Unión de dos tramos

Cambio de dirección  
Bifurcación  
Cambio de diámetro  
Cambio del tipo de junta.

Interposición o adición de un órgano de manobra o de explotación.

Existe en cada serie de tuberías un cierto número de piezas de enlace "corrientes" que permitan realizar todas las combinaciones normales.

Las piezas especiales de las canalizaciones con enchufe para juntas rígidas o flexibles llevan, en su mayor parte, dos enchufes. Esta particularidad tiene principalmente las siguientes ventajas:

Permitir la utilización de los trozos de tubos inevitables cuando deben cortarse en puntos determinados a priori.

Tener piezas más robustas, puesto que el enchufe constituye por sí mismo un refuerzo.

Colocar más fácilmente los codos y las tees cuando haya necesidad de hacerlo.

Tees, codos y tapas ciegas llegarán atraque de concreto que variará de  $0.027 \text{ m}^3$  a  $0.070 \text{ m}^3$  en diámetros de 3 a 10 pulgadas respectivamente.

B).- Válvulas de Seccionamiento.

Se localizan en las tuberías principales o de

circuito a modo de poder derivar en un momento un mayor gas to en cierta dirección de la red o bien, detener el flujo - completamente en cierto tramo de la red.

El diseño de los cruceros de este proyecto - se localiza en la sección de planos, ubicada al final de es ta tésis.

CAPITULO IX

PRESUPUESTO

C A P I T U L O        I X  
P R E S U P U E S T O

Enero 1988

CONCEPTO	CANT.	UNID.	P.U.	P.T.
B- Red de Distribución.				
B.1 Excavación	6496	M <sup>3</sup>	9,287.00	60'328,352.00
B.2 Válvulas y accesorios				
Válvulas de compuerta				
10"	2	pza	1'298,000.00	2'596,000.00
6"	3	"	492,000.00	1'476,000.00
4"	12	"	283,000.00	3'396,000.00
3"	6	"	220,000.00	1'320,000.00
Cruceros de fierro fundido				
6"x4"	2	pza	137,000.00	274,000.00
4"x4"	2	"	98,000.00	196,000.00
4"x3"	1	"	81,000.00	81,000.00
3"x3"	1	"	68,000.00	68,000.00
Tes de fierro fundido				
10"x6"	1	pza	287,000.00	287,000.00
6"x6"	1	"	126,000.00	126,000.00
6"x4"	2	"	117,000.00	234,000.00
6"x3"	1	"	109,000.00	109,000.00
Codos de 45°				
10"	1	pza	182,000.00	182,000.00
4"	2	"	45,000.00	90,000.00
3"	3	"	29,000.00	87,000.00
Codos de 11°				
10"	1	pza	182,000.00	182,000.00
Extremidades fo. fo.				
4"	106	pza	48,000.00	5'088,000.00
3"	103	"	36,000.00	3'708,000.00

CONCEPTO	CANT	UNID	P.U.	P.T.
Reducciones de fo.				
4" x 3"	14	pza	36,000.00	504,000.00
6" x 4"	3	"	62,000.00	186,000.00
10" x 6"	1	"	132,000.00	132,000.00
Codos 22°30'				
4"	1	pza	45,000.00	45,000.00
3"	12	"	29,000.00	348,000.00
C. Tubería de bombeo (planta de tratamiento - tanque de regulación).				
C.1 Excavación y relleno				
	960	M <sup>3</sup>	15,700.00	15'072,000.00
C.2 Tubería (A-C)				
A-5	163	Tramo	30,475.00	4'967,425.00
A-7	88	Tramo	34,385.00	3'025,880.00
C.3 Accesorios				
	1	Lote	1'000,000.00	1'000,000.00
C.4 Bomba Fairbanks Morse - 5530 Mod.				
	1	pza	7'958,000.00	7'958,000.00
D. Línea por gravedad (presa-planta tratamiento)				
D.1 Excavación y relleno				
	837	M <sup>3</sup>	15,700.00	13'140,900.00
D.2 Tubería Asbesto-cemento clase A-5 8"				
	244	Tramo	22,655.00	5'527,820.00
D.3 Válvulas y Accesorios				
válvula chec 8"	1	pza	945,000.00	945,000.00
válvula compuerta 8"	1	"	863,000.00	863,000.00

CONCEPTO	CANT	UNID	P. U.	P. T.
Extremidades 8"	5	pza	113,000.00	565,000.00
Juntas Giubault 8"	5	pza	46,000.00	230,000.00
Juego Accesorios	1	lote	365,000.00	365,000.00
D.4 Caja deriva-- ción	1	pza	298,000.00	298,000.00
D.5 Caja válvulas	1	pza	183,000.00	183,000.00
A. Tanque de regu lación				
A.1 Excavación ci mentaciones	49	M <sup>3</sup>	9,287.00	455,063.00
A.2 Cimentaciones en mamposte-- ría piedra - braza	45	M <sup>3</sup>	38,000.00	1'710,000.00
A.3 Armado y cola do de zapatas	4	pza	73,000.00	292,000.00
A.4 Loza de concre to en piso	225	M <sup>2</sup>	26,000.00	5'850,000.00
A.5 Muros de mam postería con escarpio	171	M <sup>3</sup>	45,000.00	7'695,000.00
A.6 Aplanado en muros cemen to-arena 1:3 pulido	180	M <sup>2</sup>	9,300.00	1'674,000.00
A.7 Viguería y co lumnas	5300	Kgs	1,035.00	5'485,500.00
A.8 Instalación - Viguería y co lumnas	1	Lote	500,000.00	500,000.00
A.9 Embovedado	225	M <sup>2</sup>	16,000.00	3'600,000.00
A.10 Entortado	225	M <sup>2</sup>	9,600.00	2'160,000.00

CONCEPTO	CANT	UNID	P.U.	P.T.
A.11 Enjarre en bóveda	225	M <sup>2</sup>	6,300.00	
A.12 Impermeabilización	630	M <sup>2</sup>	6,500.00	4'095,000.00
A.13 Accesorios - (Drenes válvulas, accesos salidas y tapas)	1	Lote	1'000,000.00	1'000,000.00
				<u>34'516,063.00</u>

## P R E S U P U E S T O

Enero 1988

CONCEPTO	CANT	UNID	P.U.	P.T.
Codos de 90°				
4"	1	pza	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00
3"	3	pza	36,000.00	108,000.00
Juntas Giubault				
10"	4	pza	73,000.00	292,000.00
6"	11	"	36,000.00	396,000.00
4"	106	"	26,000.00	2'756,000.00
3"	103	"	19,000.00	1'957,000.00
Tapas ciegas (fo. fo).				
4"	24	pza	20,000.00	480,000.00
3"	21	"	13,000.00	273,000.00
B.3 Tubería asbes to-cemento - (Calse A 5)				
10"	75	Tramo	30,475.00	2'285,625.00
6"	235	"	18,400.00	4'324,000.00
4"	1277	"	10,235.00	13'070,095.00
3"	1005	"	9,315.00	9'361,575.00
B.4 atraques	102	pza	8,350.00	851,700.00
B.5 Relleno compactado y pavimento	6496	M <sup>3</sup>	15,000.00	97'440,000.00
B.6 Cajas para Válvulas				
Para 2 válvulas	3	pza	256,000.00	768,000.00
Para 1 válvula	17	pza	150,000.00	2'550,000.00

## R E S U M E N

1.- Excavaciones y Rellenos	\$ 185'981,252.00
2.- Tuberías y Accesorios	73'557,420.00
3.- Equipo de bombeo	7'958,000.00
4.- Tanque de Regulación	34'516,063.00
5.- Instalación de tuberías y accesorios (mano de obra) 30% del costo del material	22'067,226.00
6.- imprevistos 10%	32'407,996.00
7.- Honorarios 10%	35'648,796.00
	<hr/>
	\$ 392'136,753.00
	<hr/>

C A P I T U L O      X

P R O C E S O   C O N S T R U C T I V O

## C A P I T U L O X

## P R O C E S O C O N S T R U C T I V O

## A).- Trazado y perfil de las conducciones.

De una manera general, las conducciones, en el interior de las aglomeraciones, se colocan en zanjas a lo largo de las calles.

"Para proteger las canalizaciones contra las heladas, basta generalmente, que la generatriz superior que de por debajo del nivel del terreno de 0.80 a 1.20 m., de pendiendo la profundidad óptima, de los tipos de clima de cada región". Ahora bien, el clima de Cuquío permite una cierta tolerancia en cuanto a estas medidas.

Cuando únicamente exista una línea de abastecimiento por calle, ésta se ubicará un metro de la acera y a una profundidad no menor de 0.80 cms.

El trazo de la red, se hará de acuerdo al proyecto, en caso de suceder cambios imprevistos se deberá revisar el mismo.

Se trazará por una sola vez utilizando la perpendicular a la acera (1 m.) y formando líneas rectas. Las zanjas para las tuberías de agua deben alinearse cuidadosamente.

Cuando la excavación está casi terminada se colocan trozos de tablas atravesadas en la zanja y a inter-

valos de 7.50 metros, y se indican sus posiciones mediante señales. Pueden apoyarse en soportes de madera o ser fijados mediante montones de tierra. El eje de la tubería se indica en la tabla con un listón vertical, que debe ser siempre el del mismo lado, entonces se señalan las cotas y se coloca una marca en cada listón.

Ahora bien, en calles que no se presenten cambios considerables en cotas, se puede ir manteniendo una profundidad constante y así ir economizando el proceso de colocación de tuberías.

#### B).- Clasificación de las Excavaciones.

En los contratos, las excavaciones se dividen frecuentemente en tres clases, A, B y C. La clase A corresponde a roca sólida en su lecho original o en capas bien definidas, que únicamente pueden trabajarse mediante barrenos, y con todos los bloques de piedra de más de 0.2 metros cúbicos de volúmen. Puede también definirse la roca como un material de formación geológica, cementado en una masa por causas naturales, y cuya dureza, recién puesta al descubierto, es de 3 ó más de la escala mineral.

La excavación de la clase B, corresponde piedra caliza, desintegrada. Pizarran, esteatita, esquisto, conglomerado duro, arcilla, refractaria, gravilla y bloques menores de 0.2 y mayores de 0.03 metros cúbicos. Este material puede excavar con picos y palas, pero con alguna dificultad. La clase C, comprende los restantes terrenos.

Excavación a mano.- La excavación con pico y pala se emplea en los pequeños tajos para las clases B y C. Puede ser necesario primeramente romper una capa superfi-

cial dura. Los pavimentos se rompen con barra o pico.

El material excavado se amontona junto a la zanja y todo lo separado de ella que sea necesario, y preferiblemente dejando un espacio de 60 centímetros. Cuando la profundidad de la zanja excede de 1.50 metros, es necesario disponer un peón en la superficie por cada 2 que trabajen - en la zanja, dedicado a palear el material.

Excavación con máquinas.- Se empleará en volúmenes grandes a realizar reduciendo costos y tiempos de construcción. Se recomienda excavar una anchura no menor - de 30 cms., más que el diámetro interior del tubo, con 60 cm. como mínimo. En los empalmes se precisa ampliar la excavación.

En general las zanjas no serán suficientemente profundas para requerir entibaciones.

La rotura de pavimentos, grava muy dura, o superficies de mamposteado, se facilitará con el empleo de herramientas neumáticas.

El relleno se hace a mano o con máquina. El apisonado se efectuará hasta lograr una compactación del - 90%.

#### C).- COLOCACION DE LAS TUBERIAS.

Comprende su descarga de los camiones, el transporte hasta el lugar de colocación o el almacenaje en un patio o en la calle y su colocación en la zanja. El tubo puede colocarse directamente en la zanja sin necesidad - de arrastrarlo a lo largo de la calle. Sin una cabría, el

tubo puede resbalar desde la plataforma hasta el suelo, lo que no puede realizarse sin temor a rupturas si la calle es tá pavimentada. Para colocarlo a mano dentro de la zanja, se dispone una cuerda en cada extremo del tubo con una liga dura arrollada; debe cuidarse que el tubo descansa firmemente, con objeto de reducir al mínimo el peligro de un asiento desigual, del que resultaría un indebido esfuerzo, en las juntas y graves roturas. Las excavaciones para los empalmes de los tubos se hacen antes de colocarlos, antes de hacer las uniones, el tubo se debe romper y limpiar, qui tándole toda la tierra y materia extraña que pueda penetrar en el agua después del uso.

#### D).- Colocación de las válvulas.-

Al colocarlas y para impedir asentamientos, debe hacerse un cimientó de concreto. Las válvulas deben disponerse en una caja o registro, de modo que puedan cerrarse rápidamente. Generalmente las válvulas de más de 30 centímetros de diámetro se colocan en registros.

En las intersecciones de las grandes tuberías puede haber 2, 3 ó 4 válvulas muy próximas, en cuyo caso debe renunciarse a los registros y construir una cámara subterránea para acomodarlas a todas.

#### E).- Ensayo.-

Las pérdidas admisibles en las tuberías nuevas se especifican frecuentemente en los contratos, y varía desde 56 a 230 litros por centímetro de diámetro de tubo, por kilómetro y día, a la presión de trabajo. La pérdida admitida dependerá de las longitudes de tubo empleadas, siendo menor para los de 5.40 ó 6.00 metros de longitud que pa

ra los de 3.60 metros. Sería más lógico basar las normalizaciones sobre la pérdida admisible por cada metro de junta.

Los ensayos a presión deben ser hechos antes del terraplenado de la zanja; permiten descubrir las fugas y reparar, dado el caso, las juntas mal ejecutadas o los tu bos porosos. Se efectúan sobre trozos más o menos largos - (300 a 400 metros).

La presión de ensayo está definida en el cu ad er no de cargas, siendo a menudo, igual a la presión de ser vicio alimentada en un 50%. La puesta en presión debe len ta y progresiva, se efectuará con ayuda de una bomba de en sayo, a mano o con motor. Un manómetro con cuadrante, o re gistrador, colocado en derivación con el acoplamiento, per mite conocer la presión obtenida.

Se detiene el bombeo y se cierra la llave de admisión cuando esta presión alcanza la presión de prueba.- Sin modificar nada se observa entonces la presión indicada por el manómetro durante el tiempo establecido en el cu ad er no de cargas (a menudo, esta duración es igual a dos horas). En principio, la presión debe permanecer constante durante este tiempo; se admite, sin embargo, una pequeña baja (se tolera pérdida de  $0.2 \text{ Kg/ cm}^2$  en media hora).

Durante el ensayo se verifican con cuidado - todas las juntas. Las juntas del tipo express o Gibault - pueden apretarse fácilmente.

Las juntas defectuosas de plomo deben reha cerse incluso si sudan únicamente. Esto significa efectiva mente que el agua puede abrirse paso a través de la cuerda insuficientemente apretada sobre una profundidad también in

suficiente y que el anillo de plomo puede desprenderse como consecuencia de una inflexión del estremo liso del tubo.

F).- Conexiones Domiciliarias.-

Las tuberías que enlazan a las líneas de distribución con los inmuebles se denominarán tuberías de servicio. Antiguamente eran de hierro fundido y galvanizado, de acero, de plomo o bien combinados. La vida de estos materiales es, en el orden consignado, de unos 15 a 35 años, aunque pueden producirse averías antes, debidas a la corrosión y a grietas y fugas accidentales.

A últimas fechas el uso del bronce y el cobre han ganado terreno. El bronce tiene una vida más larga que el hierro o el acero, que alcanza vida útil aproximada a los 45 años. El cobre puro ha sido el más solicitado últimamente.

La manera usual de realizar los empates de las tuberías de servicio a las de distribución. Se rosca en la tubería de distribución una llave de bronce, la que se une a un tubo corto de plomo, el cuello de cisne, con objeto de obtener una conexión flexible entre el tubo de servicio y la llave. Si se prevee flexibilidad, un asiento desigual produciría la rotura de la unión entre las tuberías. El "cuello de cisne" se une al grifo y al tubo de servicio mediante uniones soldadas. En las aceras se dispone una llave terminal.

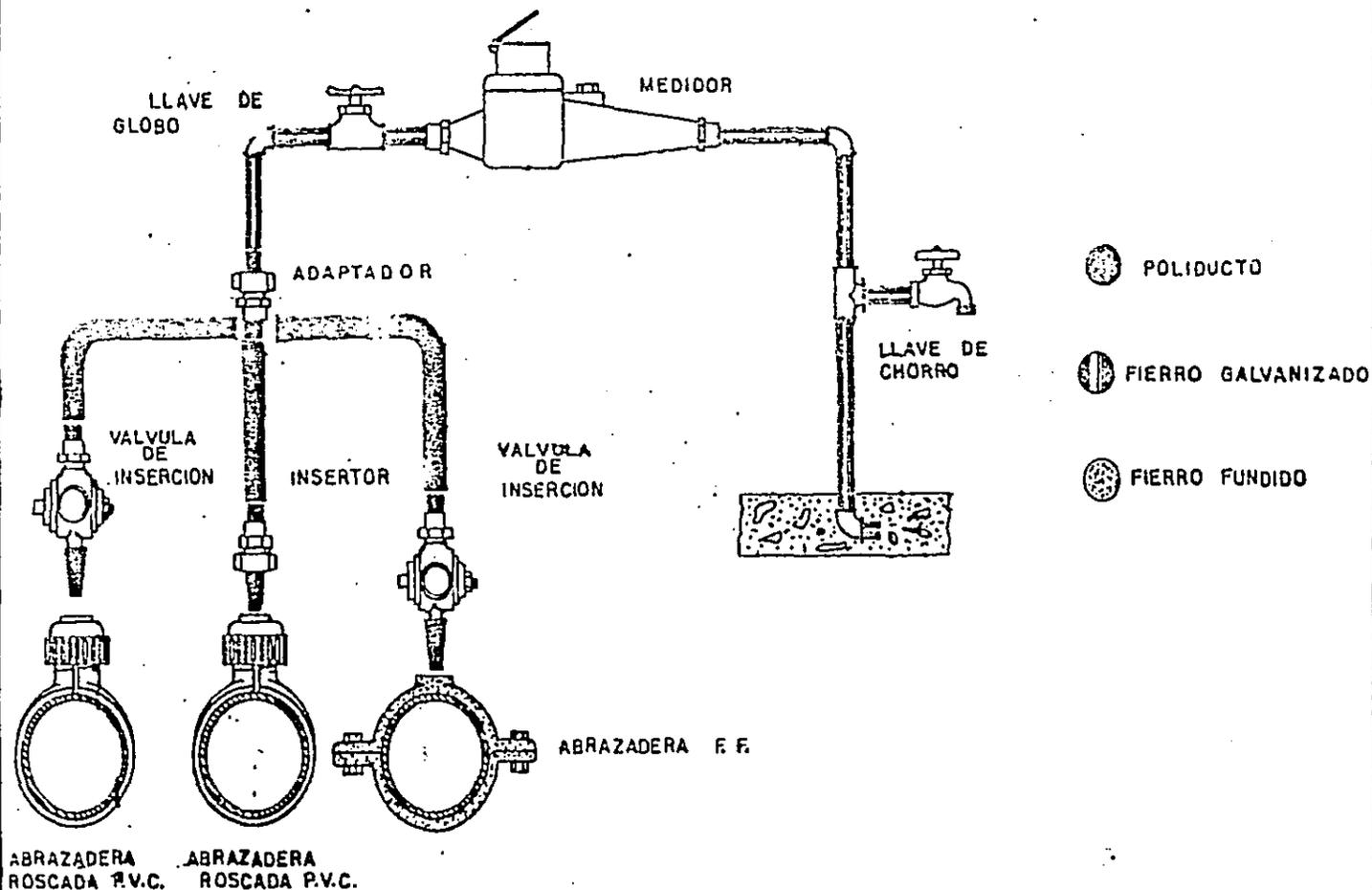
Cuando se emplea tubo de cobre, el cuello de cisne de plomo puede omitirse, dando al mismo tubo la curvatura necesaria para que sea flexible, La llave se coloca en la parte superior del tubo, para hacer más fácil la re-

# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

TESIS PROFESIONAL

ANTONIO RUIZ LOZANO

## TOMAS DOMICILIARIAS

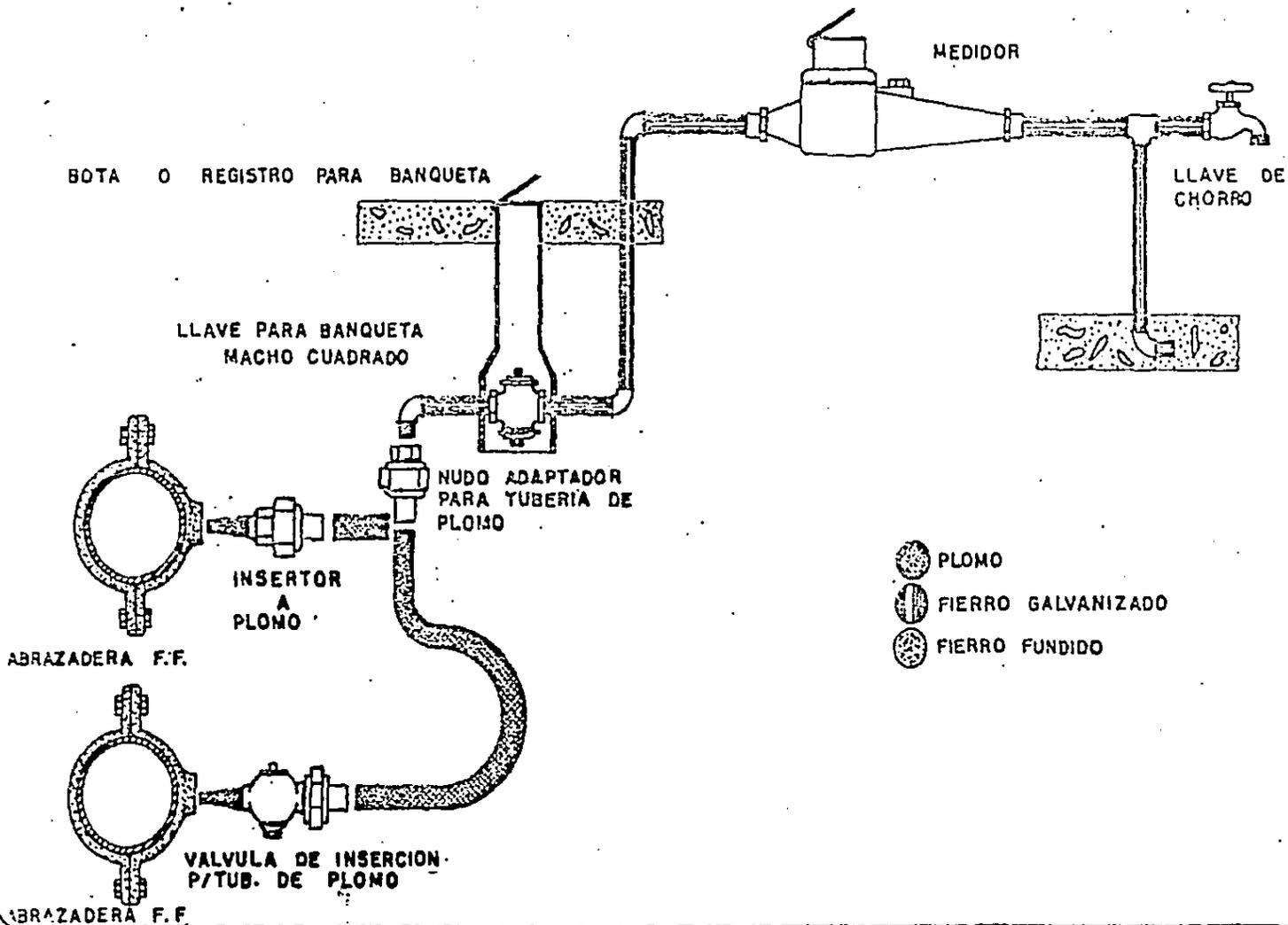


# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

TESIS PROFESIONAL

ANTONIO RUIZ LOZANO

## TOMAS DOMICILIARIAS



lización de la conexión flexible, y reducir también la posibilidad de entrada de sedimentos desde la tubería principal a la de servicio.

Las tuberías de servicio deben ser de diámetro amplio para asegurar una buena presión en el edificio - servido. No deben emplearse tubos de menos de 1.8 centímetros de diámetro, y si, tienen más de 15 metros de longitud, son necesarios diámetros de 2.5 cms. ó más para una casa de una sola familia, hasta de 3.8 cm. para casas de dos familias. Como las llaves exigen un taladro de más de 5 cms, - no se colocan en las tuberías, para evitar que se debiliten, alimentándose los servicios importantes mediante un cierto número de llaves unidas a cuellos de cisne de plomo que se empalman al principio del tubo de servicio.

C A P I T U L O    X I

P L A N I F I C A C I O N

Y

P R O G R A M A C I O N

## CAPITULO XI

## PLANIFICACION

Y

## PROGRAMACION

Planeación de un proceso productivo: Es un conjunto de decisiones que deben elaborarse para realizar - en el futuro los objetivos del proceso, de la manera más - eficiente posible.

Programación de un proceso productivo: es la elaboración de tablas o gráficas en las que se muestran los tiempos de duración, de iniciación y de terminación de las actividades que forman el proceso.

La preparación de un programa de trabajo pa-  
ra la ejecución de un proceso productivo de cualquier natu-  
raleza, no constituye ninguna novedad. El programa de tra-  
bajo se acostumbra hacer, con mayor o con menor detalle, an-  
tes de la iniciación de todo proceso.

La única herramienta generalmente usada has-  
ta hace pocos años para la preparación de un programa de -  
trabajo, era el llamado "diagrama de barras" o "diagrama de  
Gantt".

En general, la planeación y la programación  
de un proceso productivo requieren la participación de todo  
el personal directivo encargado de realizar el proceso. -  
Mientras más cuidadosa sea la planeación y la programación

de éste, mejor será el aprovechamiento de los recursos disponibles, y por lo tanto, mayor será la eficiencia de la - ejecución del proceso.

En este caso considero algunos puntos tales como el número de trabajadores que laboran, sin estorbarse unos a otros y también el número es variable dependiendo - del trabajo y los tramos a realizar. (actividades).

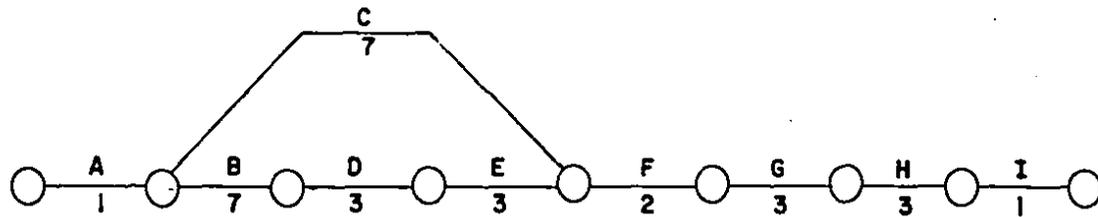
T A N Q U E		R E D	
ACTIVIDAD	TIEMPO	ACTIVIDAD	TIEMPO
A Limpiar y trazar	1 día	A Trazo	5 días
B Excavación cimentación	3 días	B Excavación de zanja	60 días
C Construcción cimentación	4 días	C Colocación de de - tuberías y cama de arena	60 días
D Muros de Piedra	10 días	D Construcción de ca jas para válvulas	5 días
H Colocación de vi guería	2 días	E Colocación de vál vulas y piezas es peciales	8 días
G Zapatas	2 días	F Colocación conexio nes domiciliarias	20 días
F Columnas coloca ción	3 días	H Prueba de la red	5 días
I Colocación loza piso	2 días	G Relleno apisonado	10 días
J Enjarre paredes internas	5 días	I Construcción del tanque	40 días
K Embovedado	10 días	J Limpieza	5 días
L Enjarre de bóveda	6 días	K Planta de Trata-- miento	90 días
M Entortado de azo tea	2 días	L Línea de conduc-- ción presa-planta t.	18 días
N Colocación de tu berías y válvulas	1 día	M Línea de conduc-- ción planta t.-tan que de regulación	23 días
O Impermeabilizante	2 días		
P Limpieza	1 día		

## Línea Planta-Tanque de regulación.

	ACTIVIDAD	TIEMPO (DIAS)
A	Limpia y trazo	1
B	Excavación de la zanja	7
C	Colocación de tuberías y cama de arena	7
F	Prueba de la red	2
D	Construcción de cajas para válvulas y accesorios	3
E	Instalación válvulas y accesorios	3
G	Relleno y apisonado	3
I	Limpieza	1
H	Construcción de las cajas de derivación y adaptaciones a tanque	3

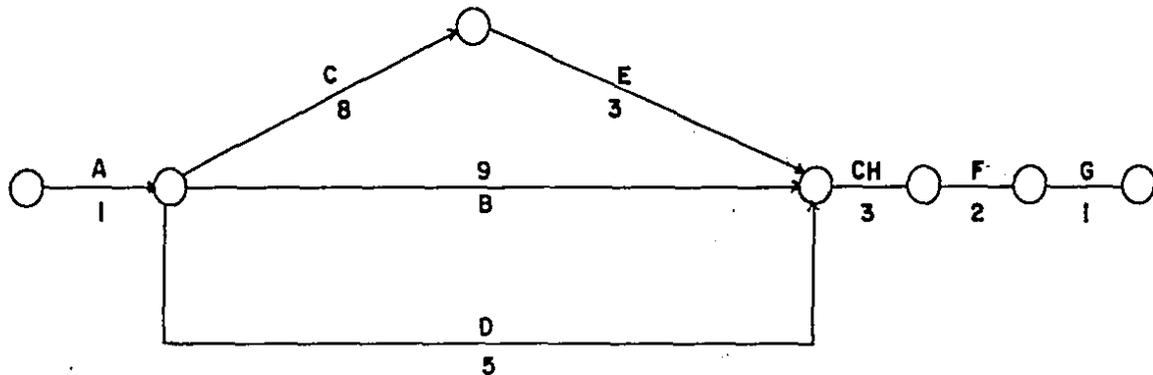
## Línea Presa-planta de tratamiento

A	Limpia y trazo	1
B	Excavación de la zanja	9
C	Colocación de tubería y cama de arena	8
CH	Prueba de la tubería	3
D	Construcción detalles de concreto	5
E	Recibir tuberías en el cárcamo	3
F	Rellenar y pavimentar	2
G	Limpieza	1



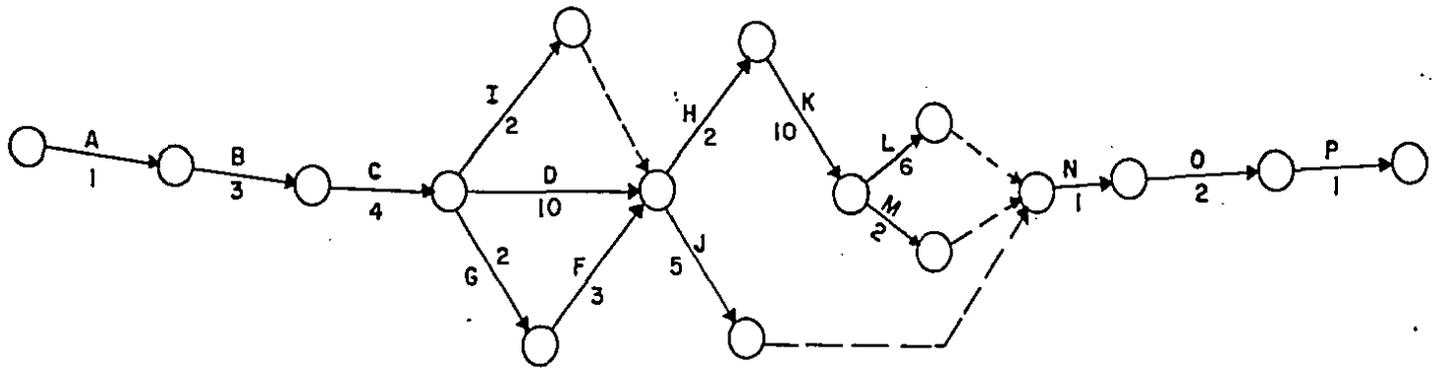
TIEMPO TOTAL 23 DIAS

= LINEA DE CONDUCCION=  
 PLANTA TRATAMIENTO  
 TANQUE DE REGULACION  
 DIAGRAMA DE FLECHA  
 Y RUTA CRITICA



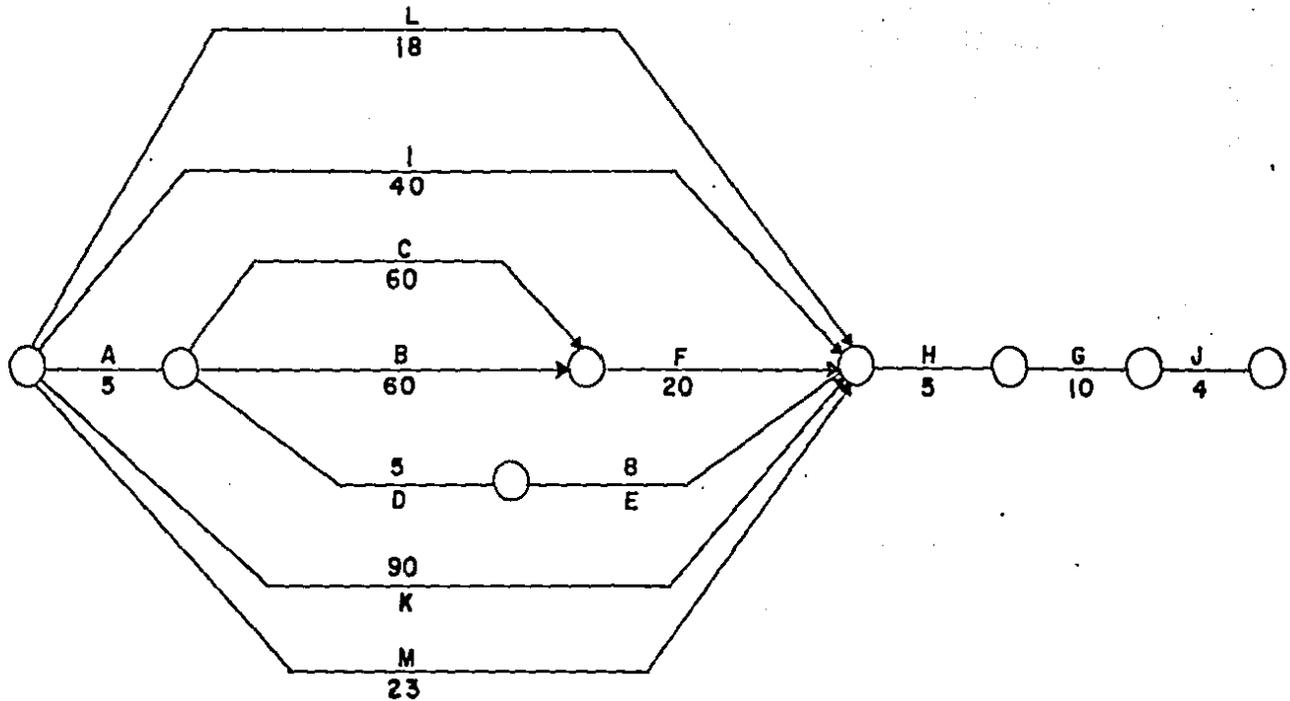
TIEMPO TOTAL 18 DIAS

LINEA DE CONDUCCION  
 CANAL DERIVACION  
 PRESA EL GIGANTE  
 PLANTA TRATAMIENTO



TIEMPO TOTAL 40 DIAS

▣ TANQUE DE REGULACION=  
 DIAGRAMA DE FLECHA  
 Y RUTA CRITICA



TIEMPO TOTAL 109 DIAS

= RED DE DISTRIBUCION=  
 DIAGRAMA DE FLECHAS  
 Y RUTA CRITICA

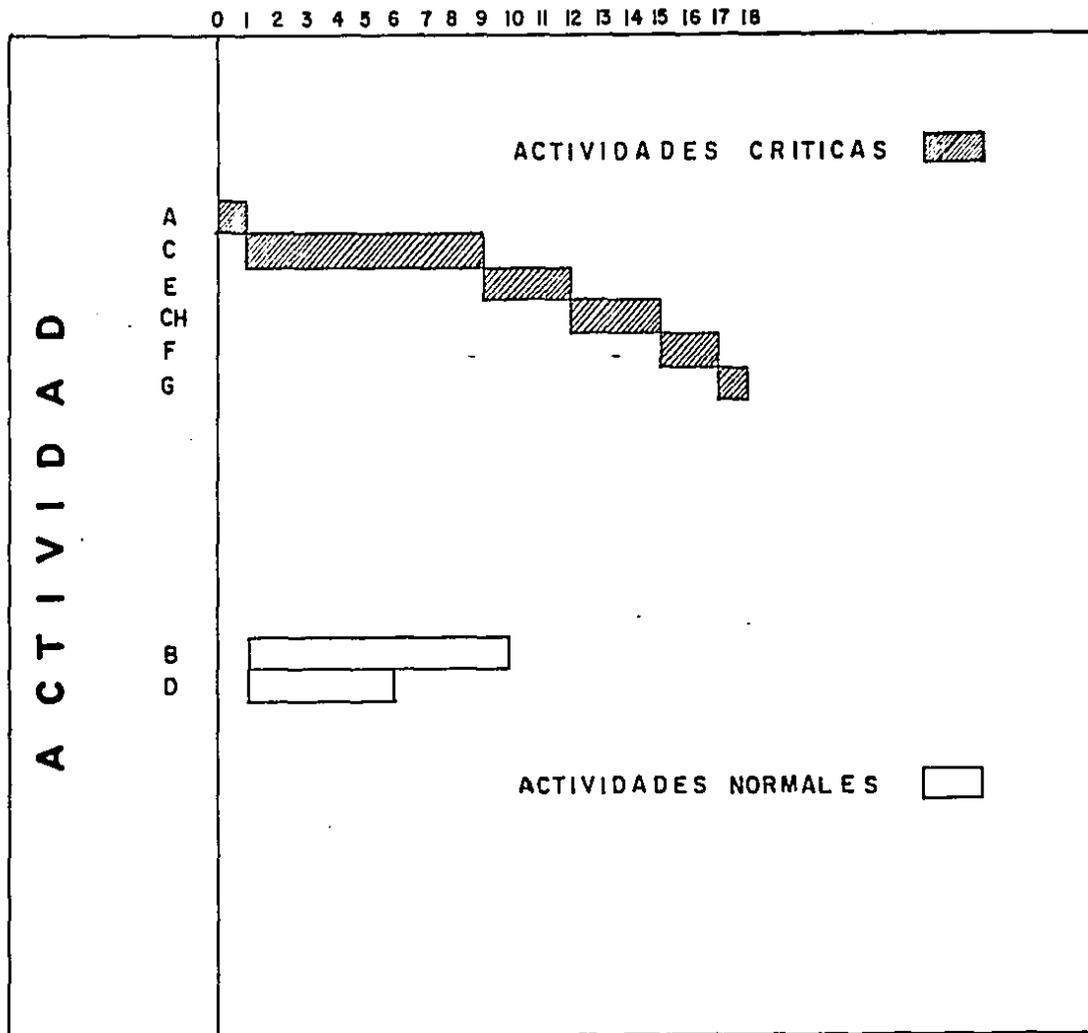


DIAGRAMA DE BARRAS  
 - LINEA DE CONDUCCION-  
 "PLANTA TRATAMIENTO  
 CANAL DE RERIVACION"

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23

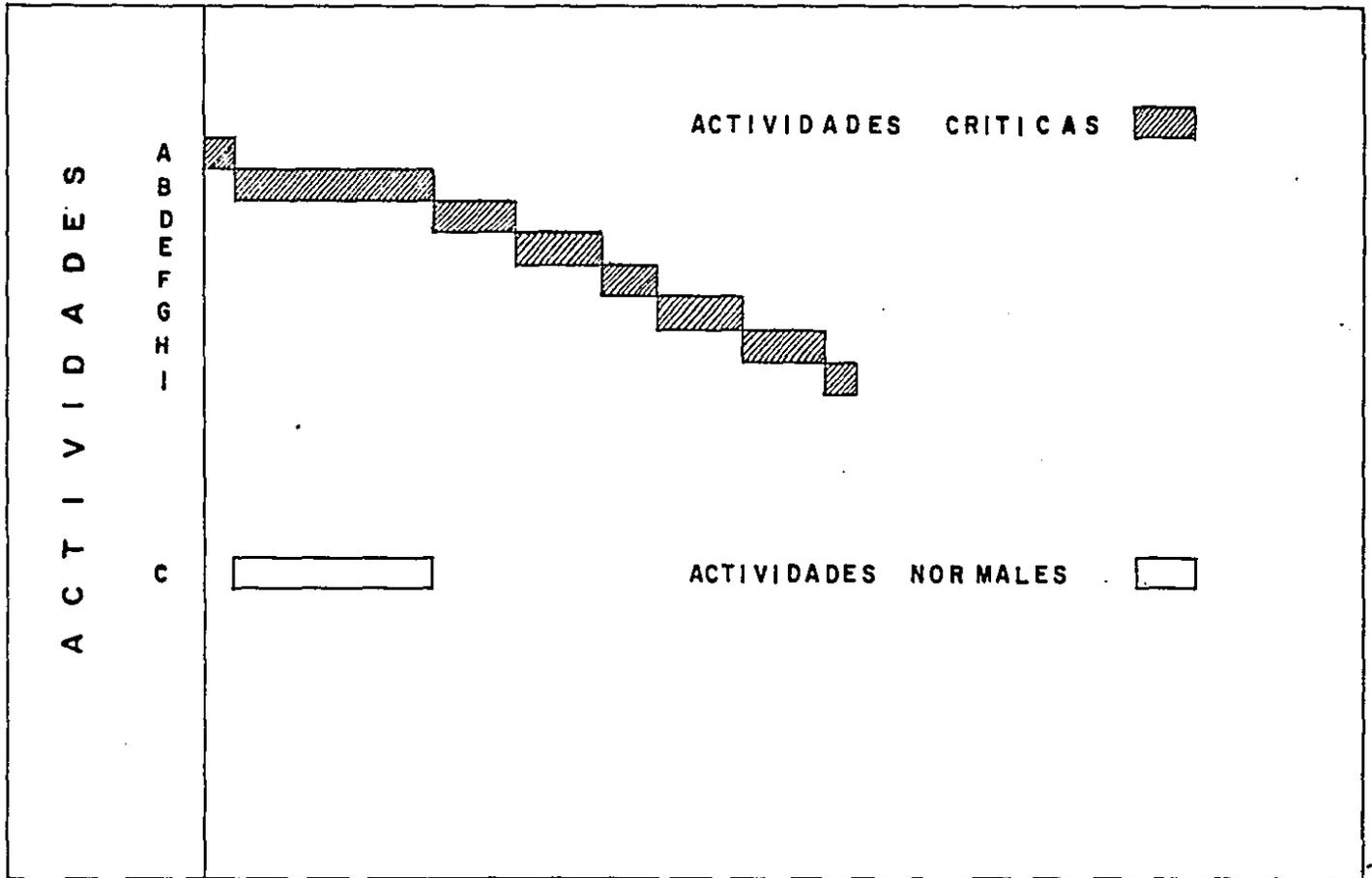


DIAGRAMA DE BARRAS  
-LINEA DE CONDUCCION-  
"PLANTA TRATAMIENTO"  
TANQUE DE REGULACION



TIEMPO (D I A S)

0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110  
 T T T T T T T T T T T T T T T T T T T T T T T T T

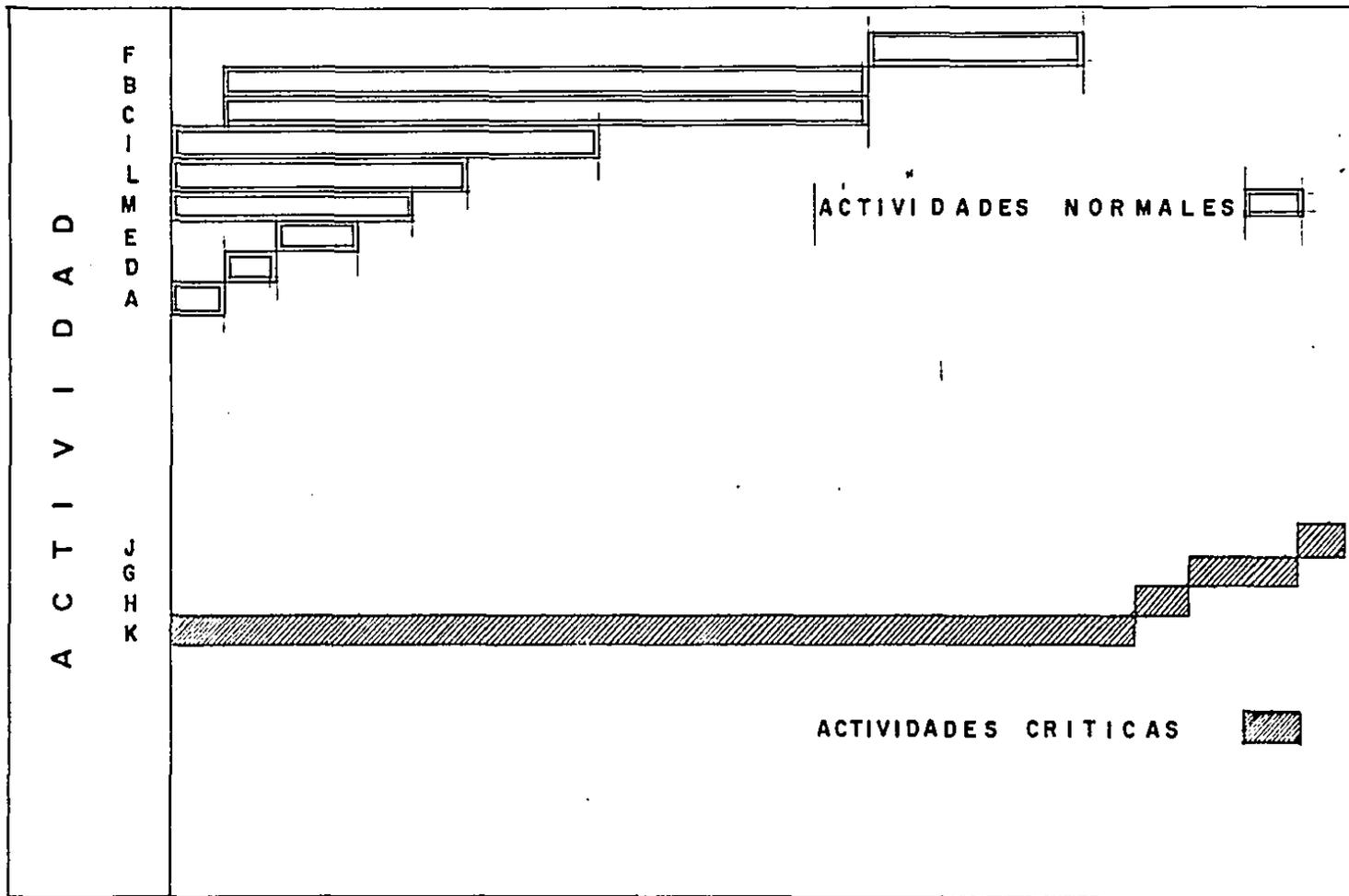
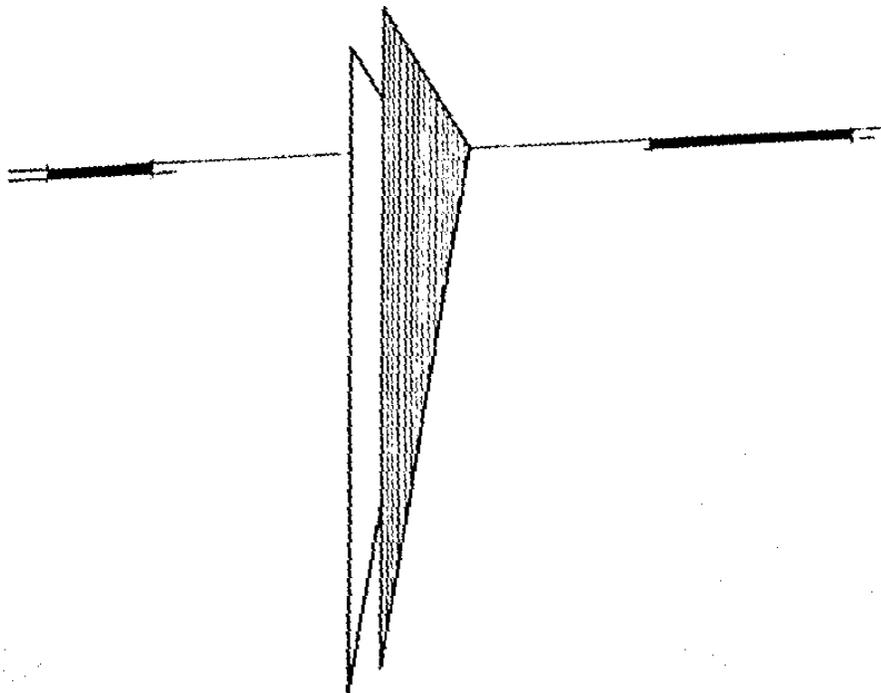
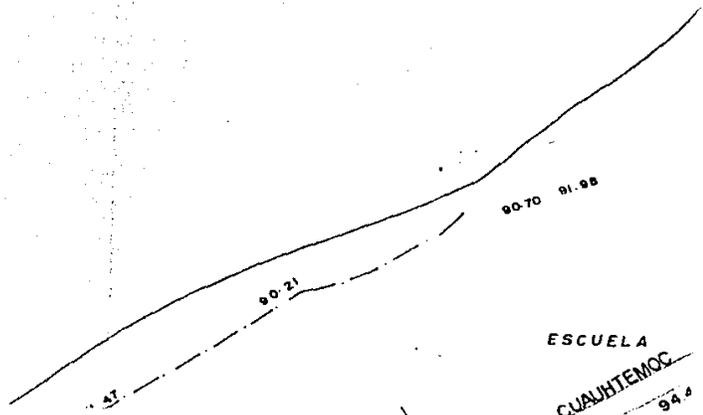


DIAGRAMA DE BARRAS  
 = RED DE DISTRIBUCION-  
 DATOS COMPLETOS

## B I B L I O G R A F I A

- 1.- Métodos Modernos de Planeación, Programación y Control de Procesos Productivos, aplicación de en ingeniería. Rodríguez Caballero, Limusa, 1981.
- 2.- Ingeniería Sanitaria aplicada a saneamiento y salud pública. Francisco Unda Opazo.
- 3.- Abastecimiento de Agua y Alcantarillado, Ernest W. Steel-Terence J. Mc. Ghee.
- 4.- Distribución de agua en las aglomeraciones. André Cauvin.
- 5.- Mecánica de los fluidos. Streeter-Wylie.
- 6.- Hidráulica General. Gilberto Sotelo Avila.
- 7.- X Censo de Población 1980 S.P.P.
- 8.- Estudios Político-económicos de la población de Cuquío, Jalisco. Partido Revolucionario Institucional.
- 9.- Hidráulica Ing. Albert Schlag 1966, Limusa Wiley, S.A.



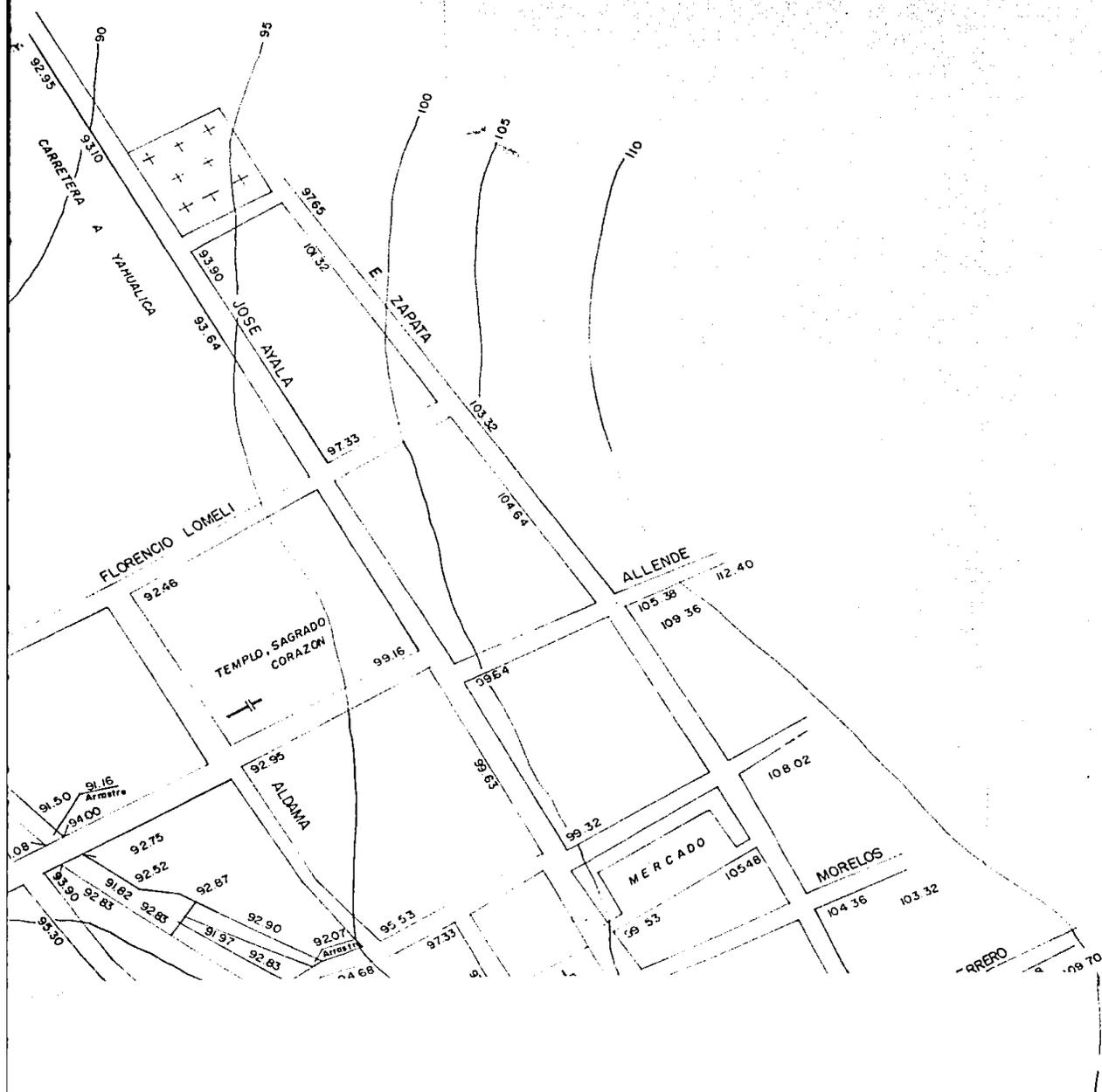


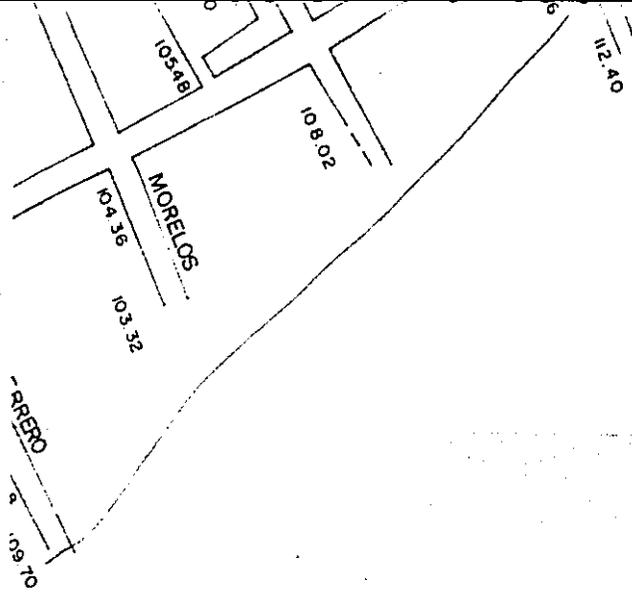
ESCUELA

CUAHTEMOC

944









80.70

81.41

80.42

80.24

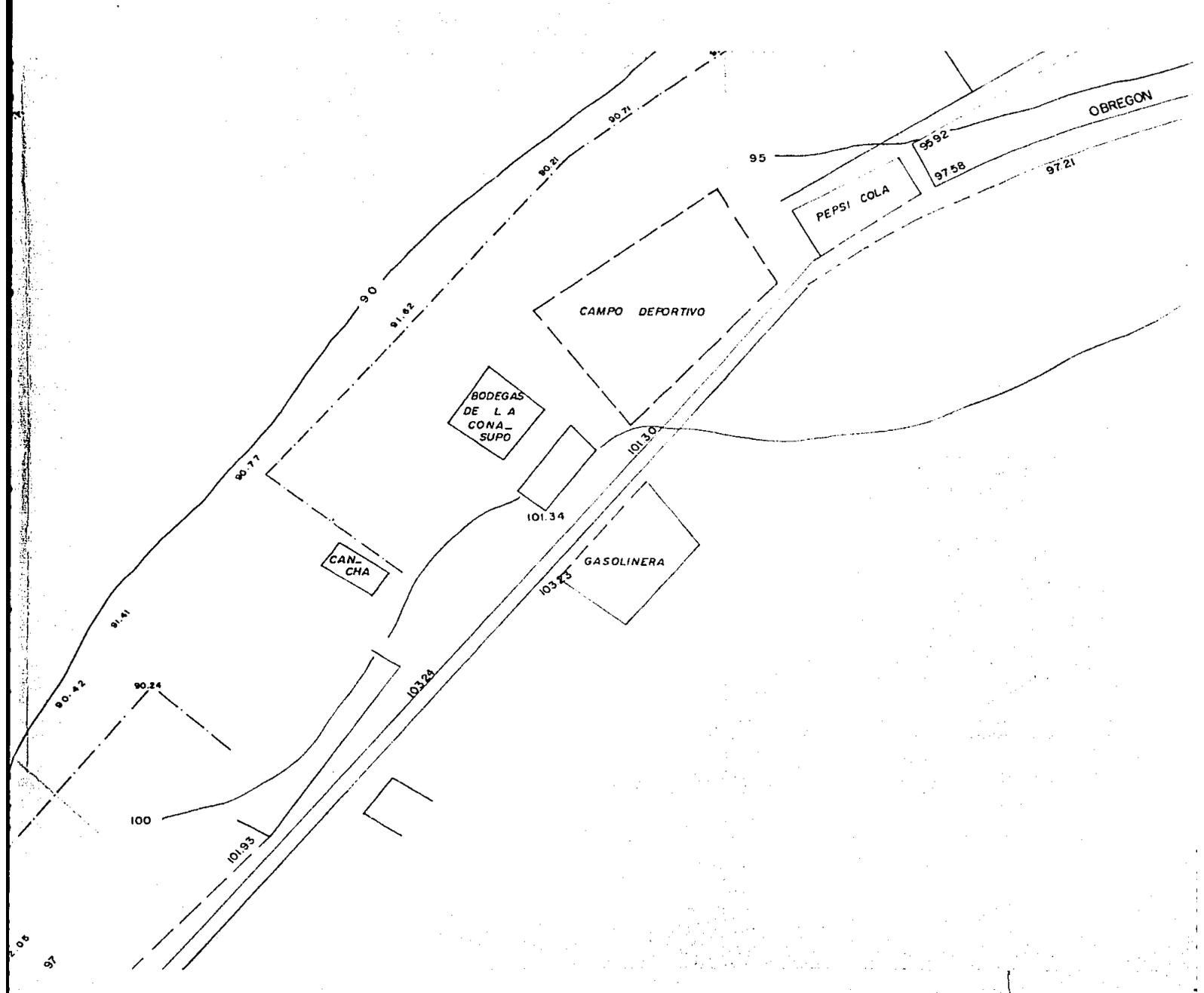
80.70

82.05

87

100

101.95



OBREGON

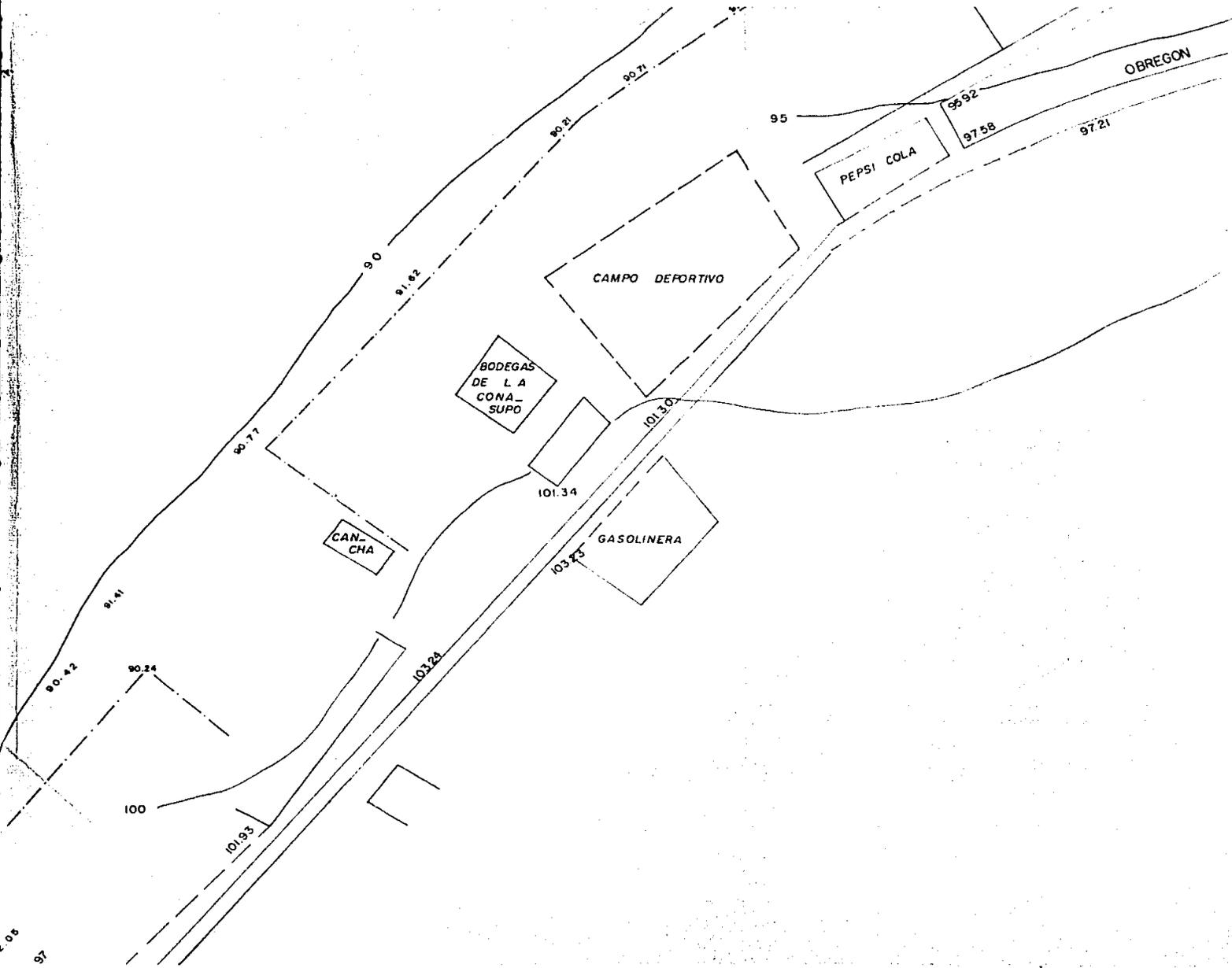
PEPSI COLA

CAMPO DEFORTIVO

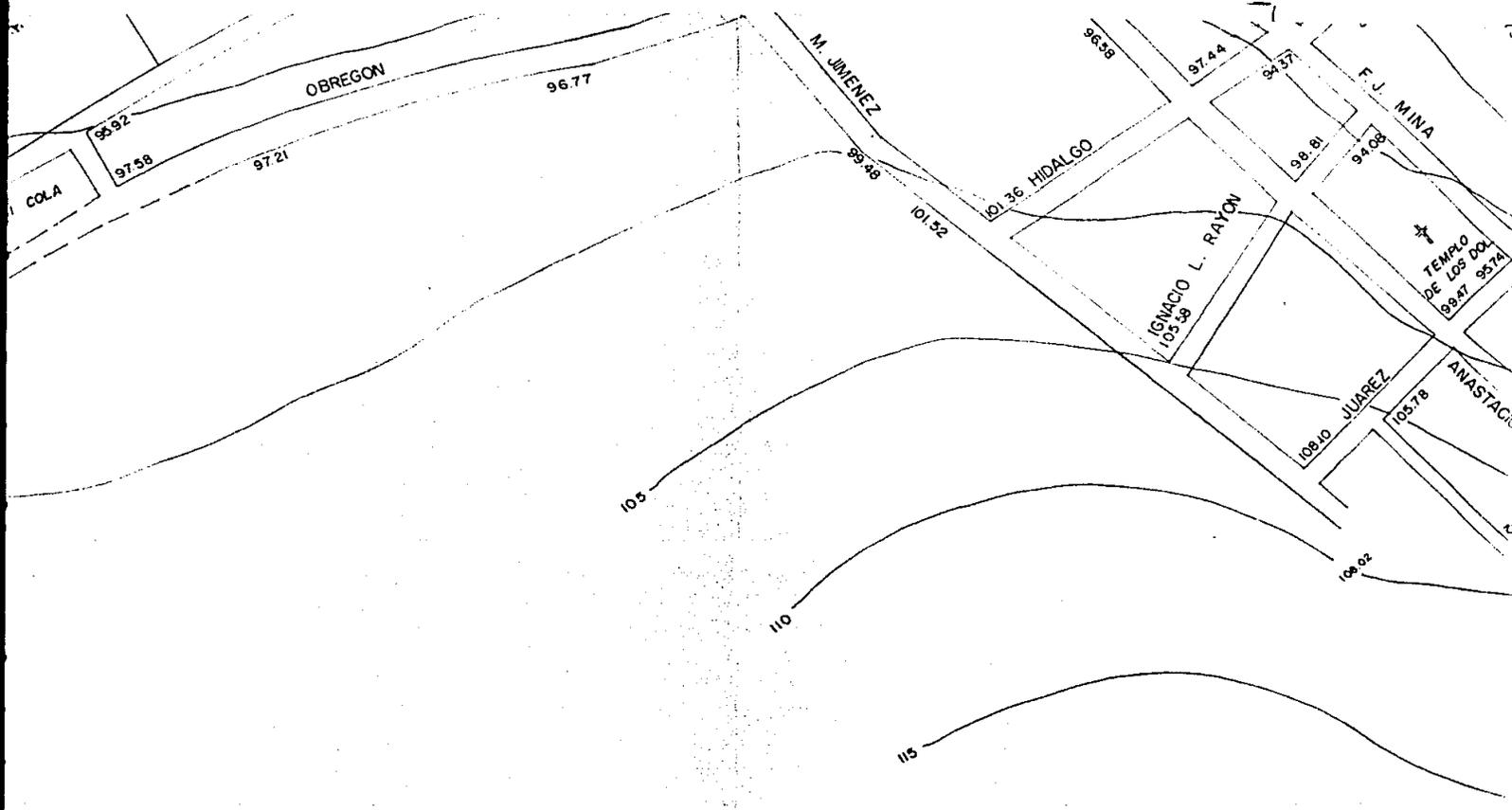
BODEGAS  
DE LA  
CONA-  
SUPO

CAN-  
CHA

GASOLINERA



97  
016



OBREGON

M. JIMENEZ

HIDALGO

F. J. MINA

IGNACIO L. RAYON

JUAREZ

ANASTASIO

TEMPLO DE LOS DO...  
99.47 95.74

COLA

96.77

96.39

97.44

94.37

98.81

94.08

101.36

101.52

105.39

108.10

105.78

108.02

97.21

97.58

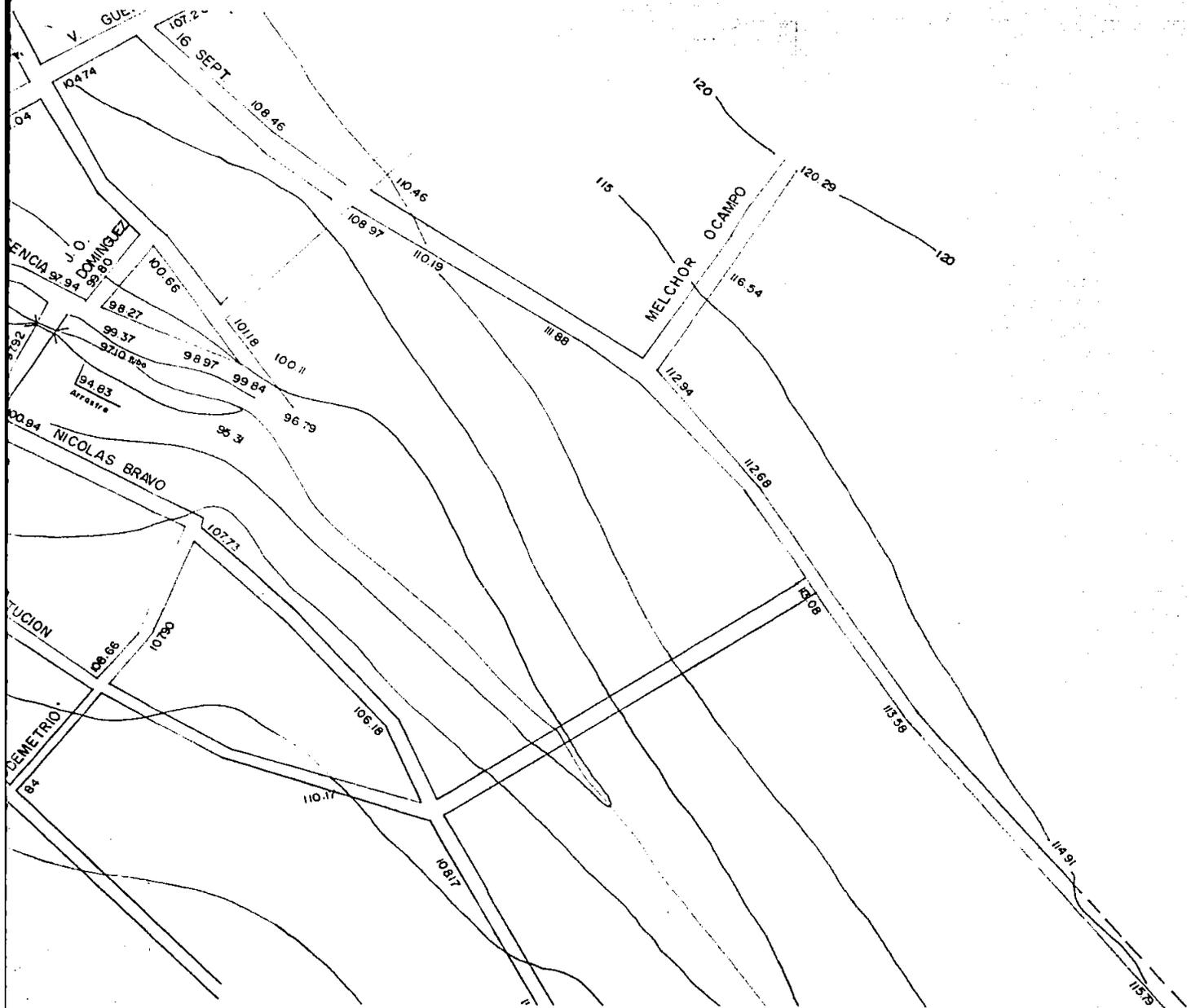
95.92

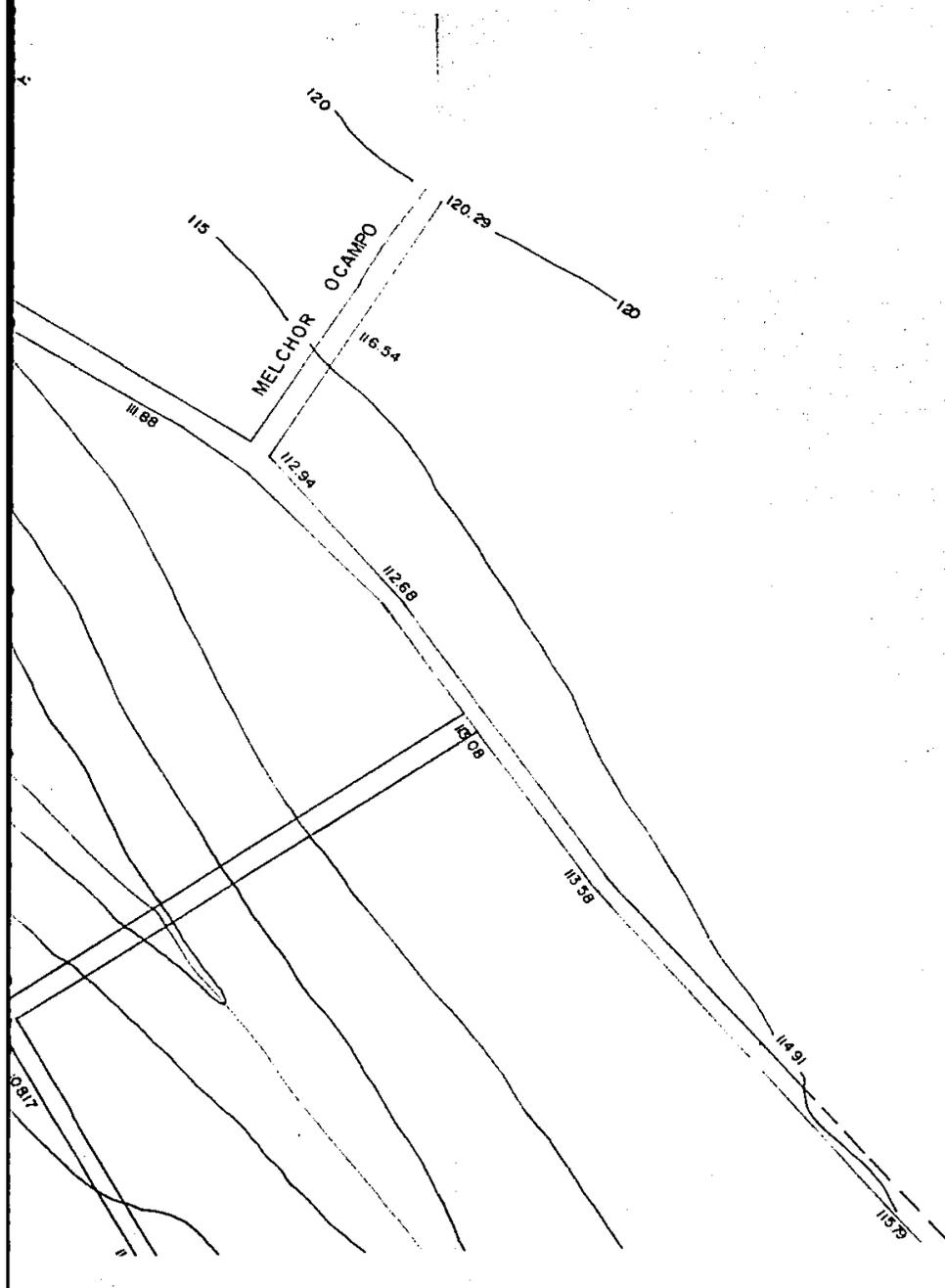
105

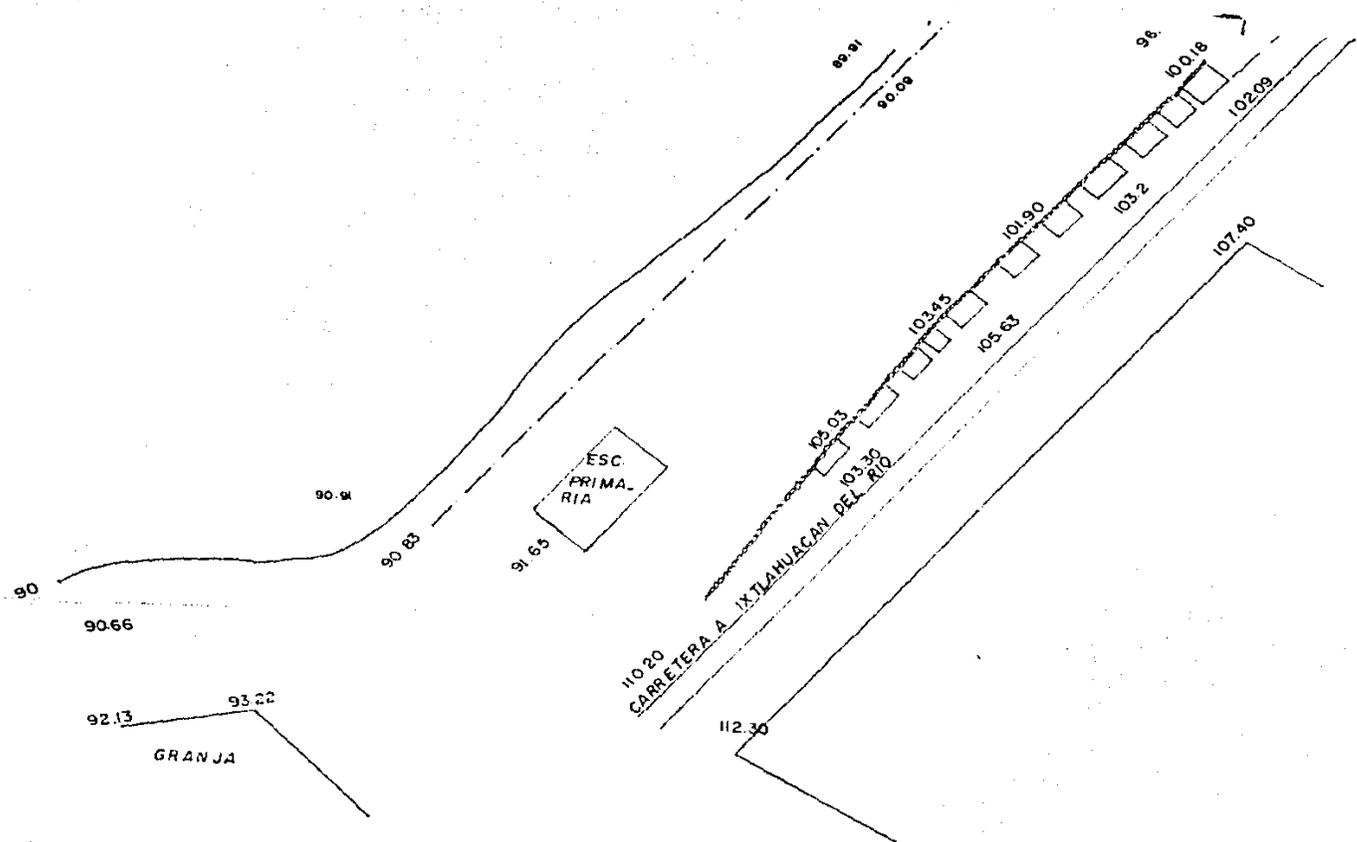
110

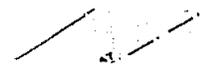
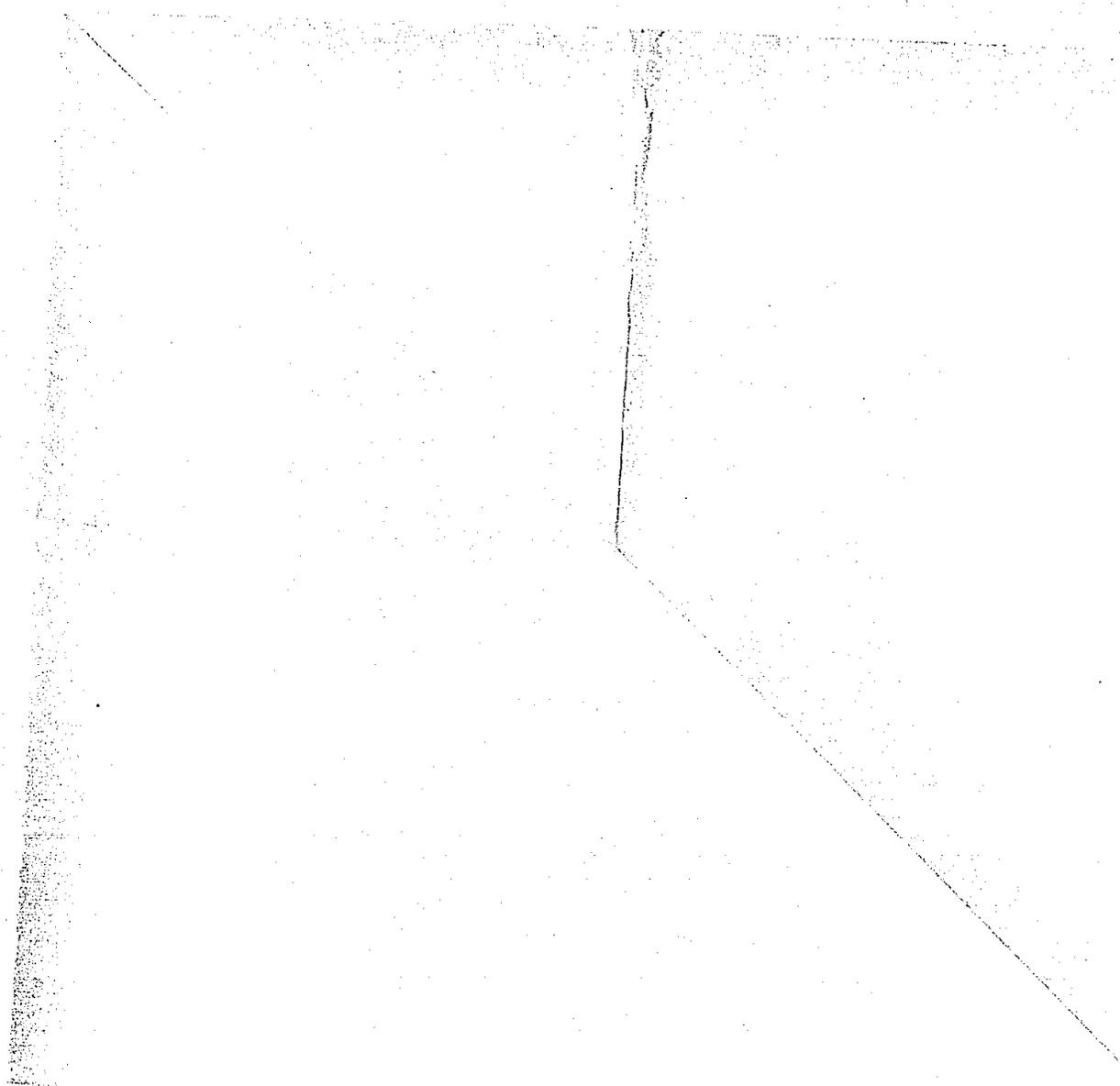
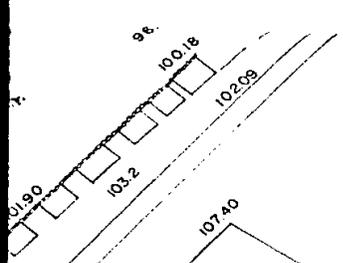
115











CUALTEM.  
94.45

CUAUJITEMA

94 45

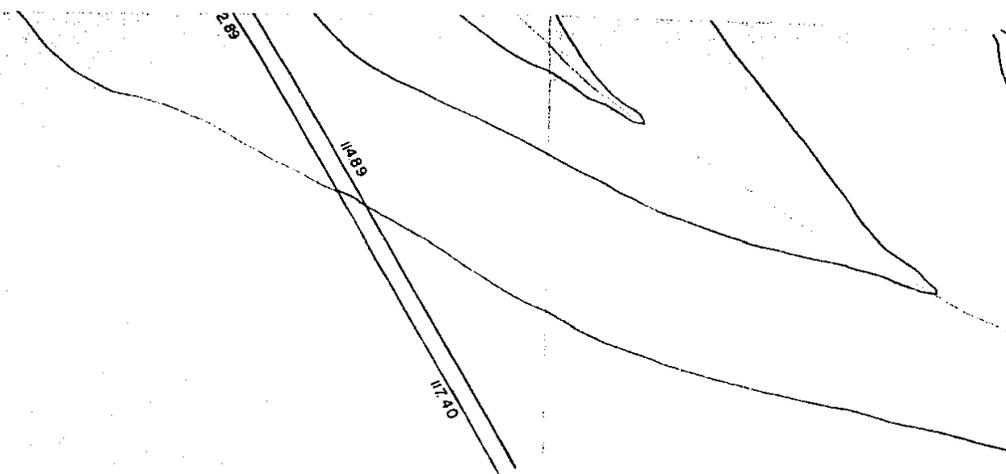
95

920

Arreola

Arreola





UNIVERSIDAD AU  
DE GUADALAJARA

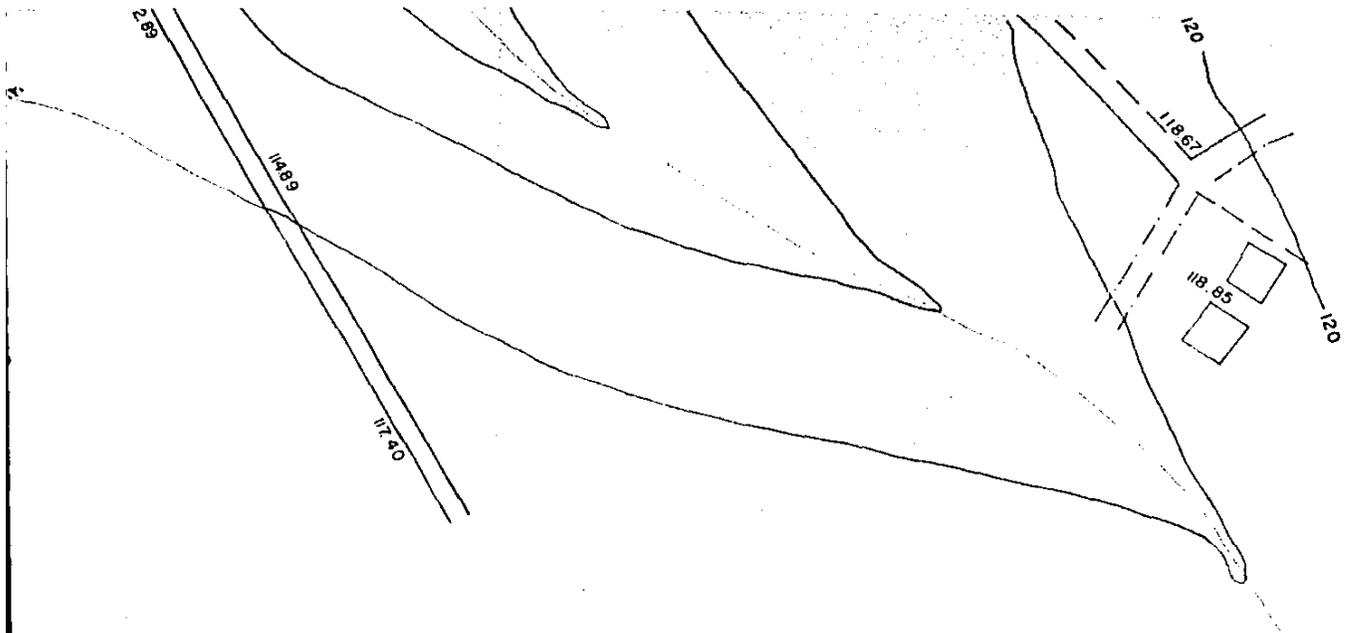
PLANO TOPOGRAFICO  
DE LA POBLACION DE CUERNAVACA

TESIS PROFESIONAL  
ANTONIO RUIZ LOPEZ

ESCALA: 1:2000

FECHA: ENERO

ARRERO  
1970



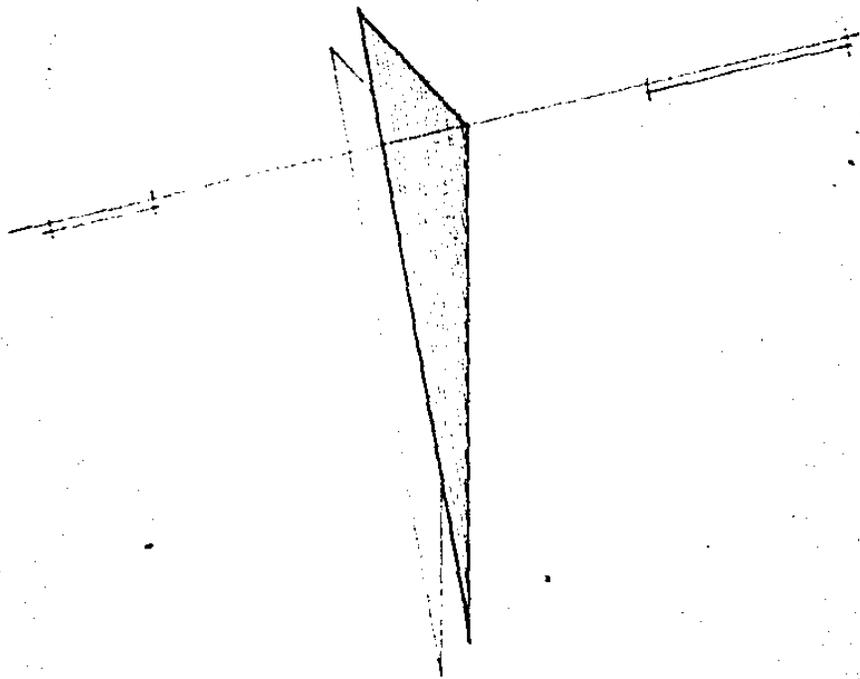
UNIVERSIDAD AUTONOMA  
DE GUADALAJARA

PLANO TOPOGRAFICO  
*DE LA POBLACION DE CUQUIO JALISCO*

TESIS PROFESIONAL  
ANTONIO RUIZ LOZANO

ESCALA: 1:2000

FECHA: ENERO '88



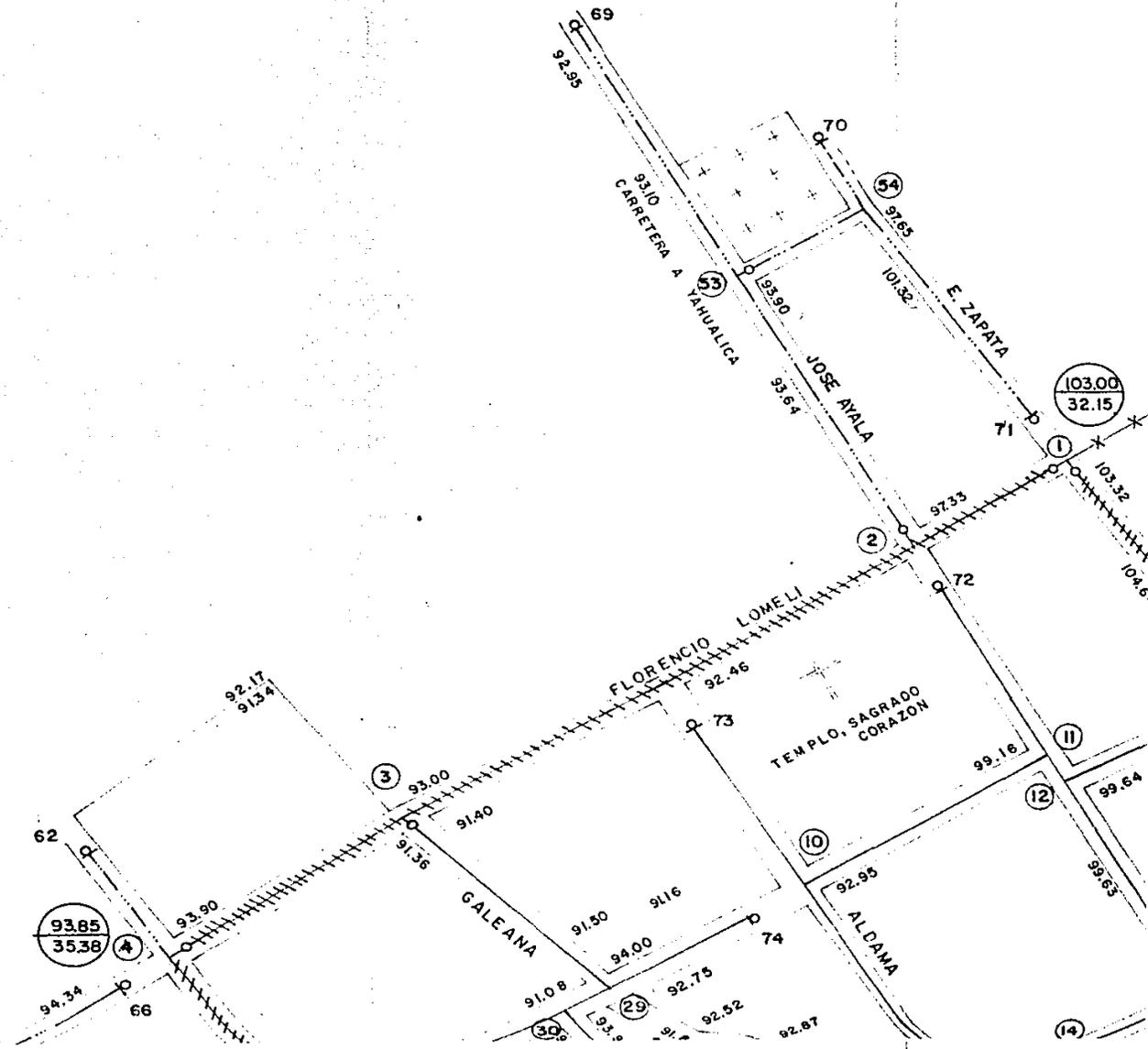
62

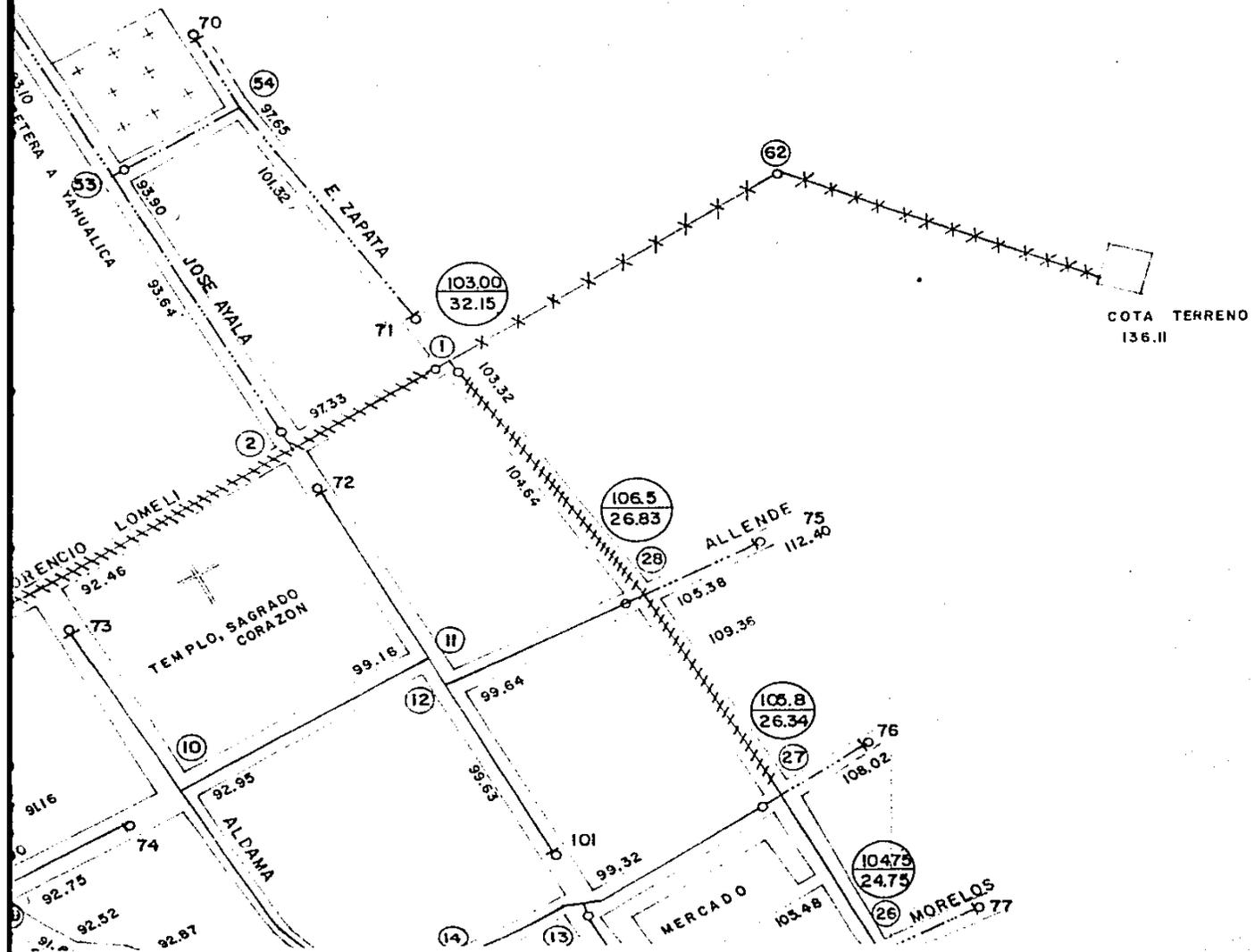
93.85  
35.38

94.34

ACUELA

9 CUELA



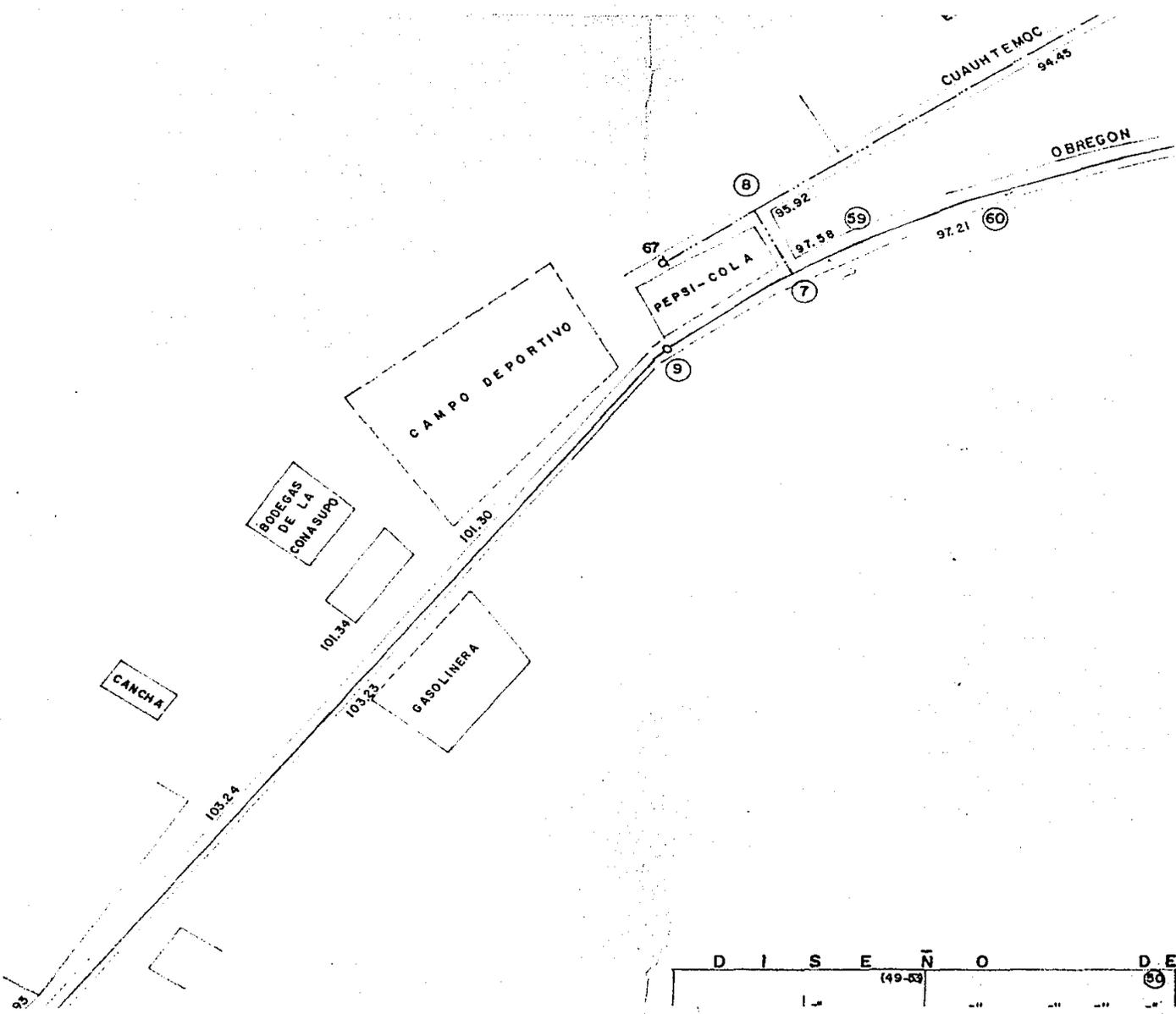




COTA TERRENO  
136.11

05  
077

CANC



CANCHA

BODEGAS  
DE LA  
COMASUPO

CAMPO DEPORTIVO

GASOLINERA

PEPSI-COLA

CUAUHTEMOC

OBREGON

95

103.24

101.34

103.23

101.30

67

8

95.92

7

97.58

59

97.21

60

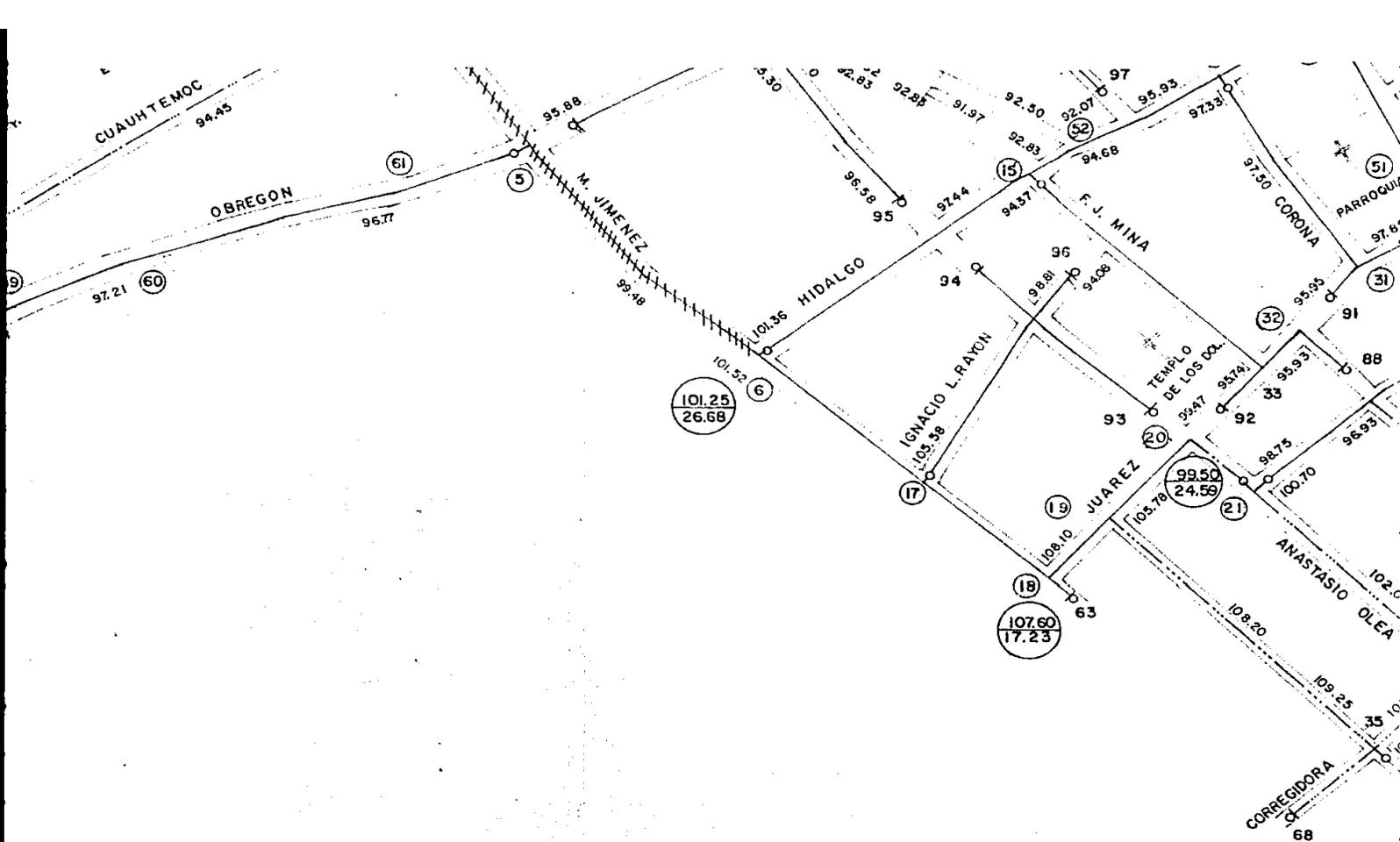
94.45

D I S E Ñ O

(49-53)

D E

59

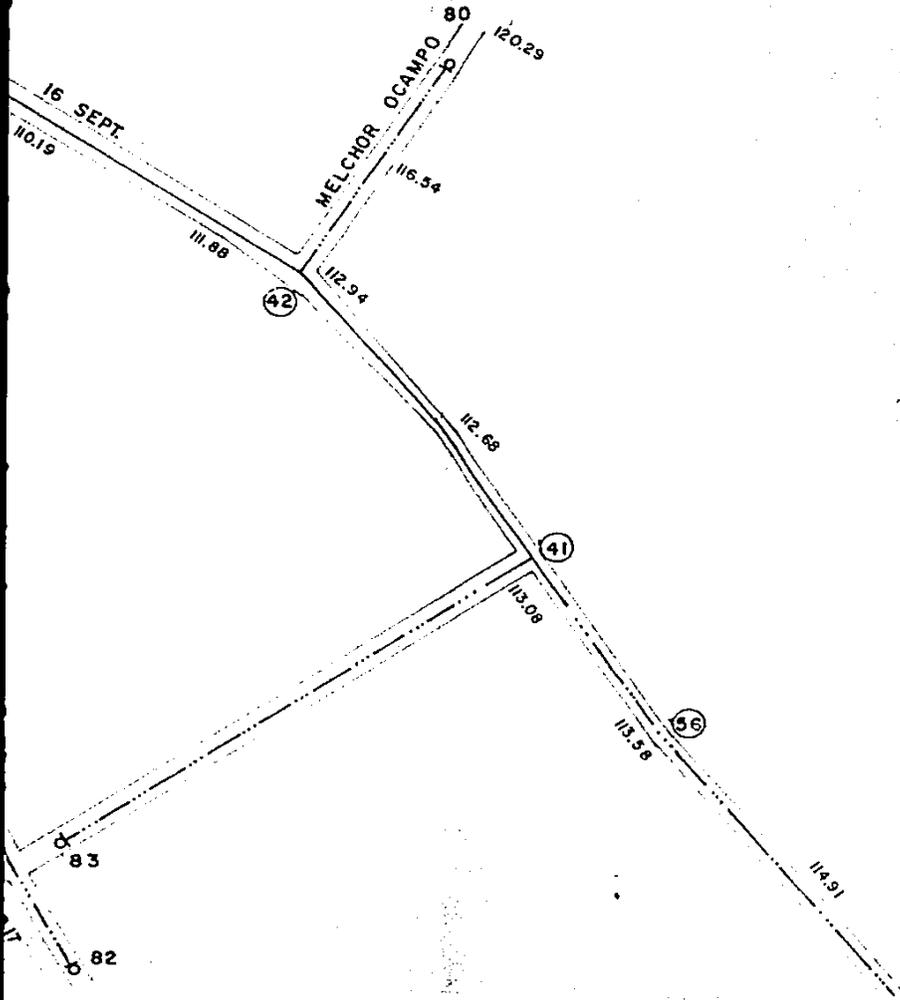


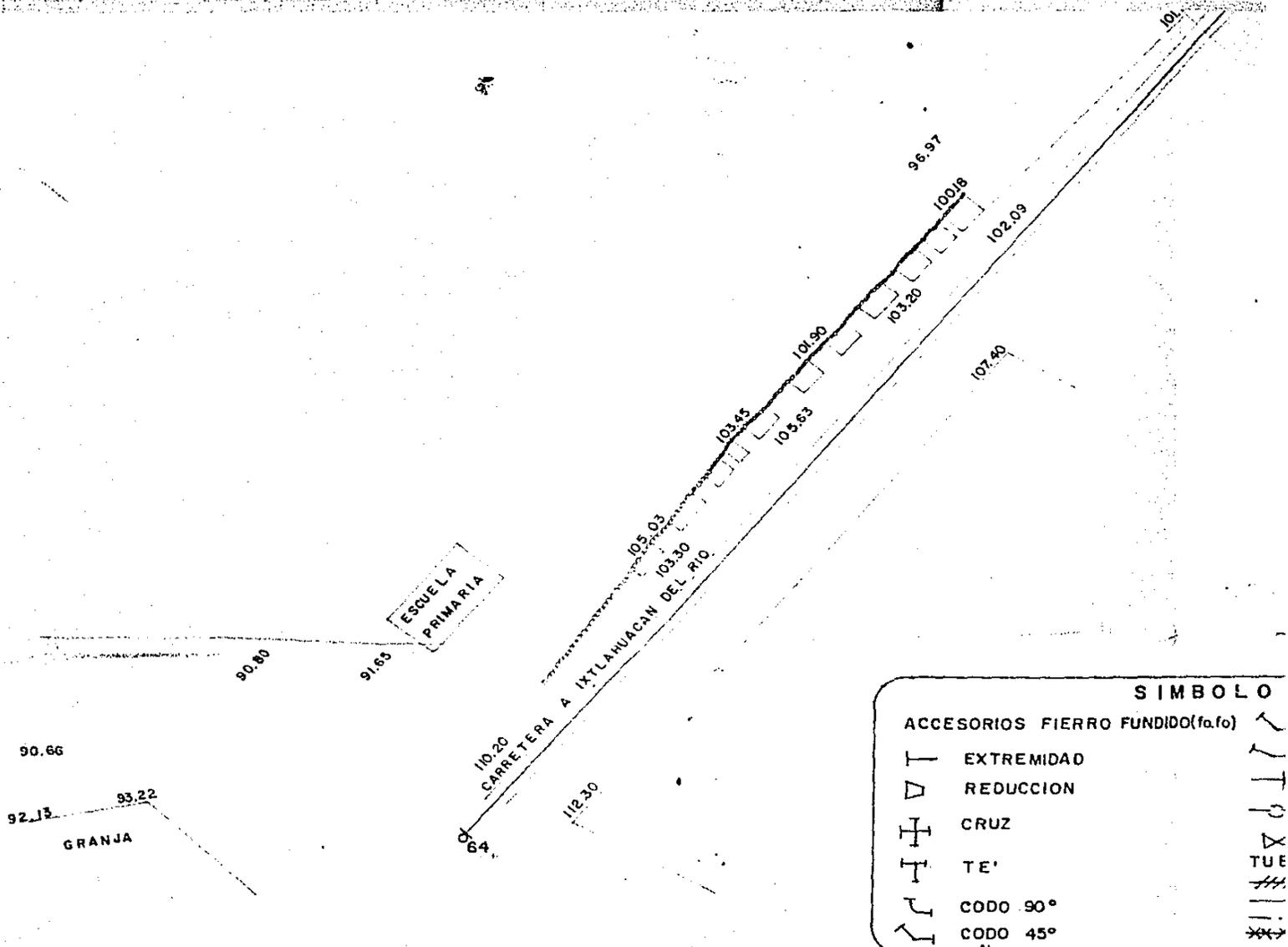
E N O D E C R U C E R O S

(49-53)	(54)	(55-59)	(60-62)	(63...65)(72...79) (87...97)(101-102)	(66...71)(75...86) 98-100
---------	------	---------	---------	------------------------------------------	------------------------------



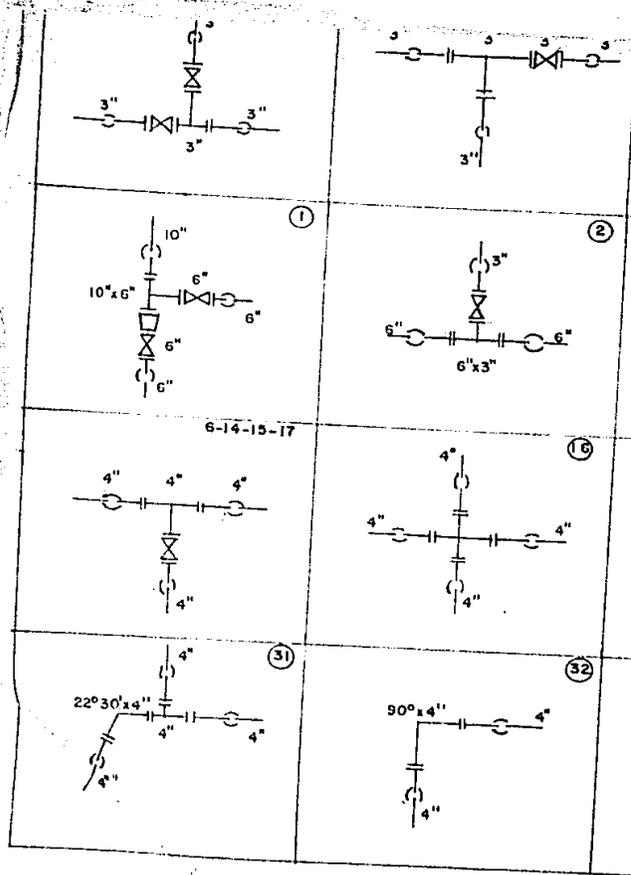




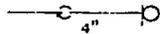
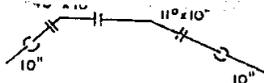
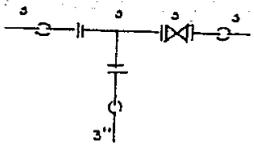


SIMBOLO	
ACCESORIOS FIERRO FUNDIDO (fa, fo)	
EXTREMIDAD	
REDUCCION	
CRUZ	
TE'	
CODO 90°	
CODO 45°	

SIMBOLOGIA		
OS FIERRO FUNDIDO (fa.fo)		CODO 22°3'
REMIDAD		CODO 11°
UCCION		EXTREMIDAD CON TAPA CIEGA
Z		JUNTA GIBAULT
		VALVULA
		TUBERIA (ASBESTO CEMENTO)
		6"
		4"
		3"
		10"



6-14-15-17



1

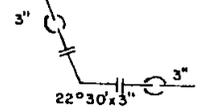
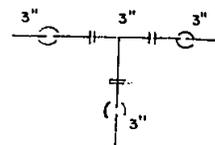
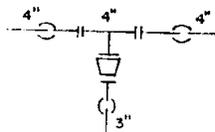
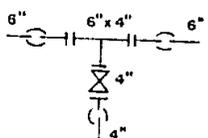
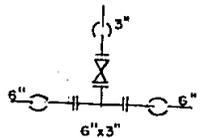
2

3

7-19-22-23-26  
4 2

8-34-36-37-54

9-38-40-44-52  
(55...61)



17

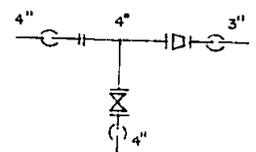
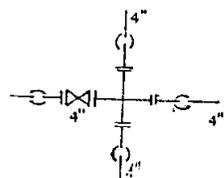
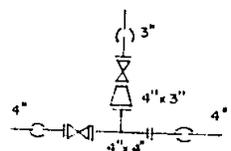
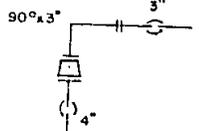
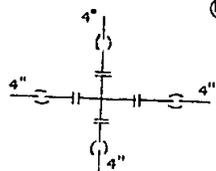
18

19

20

21

22



31

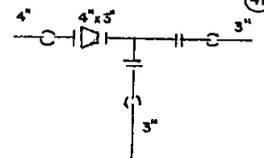
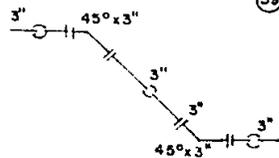
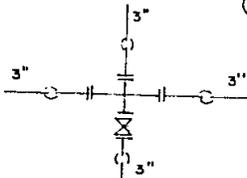
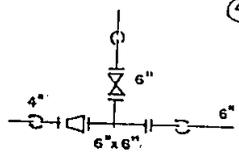
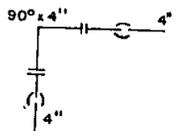
32

33

34

35

36



39

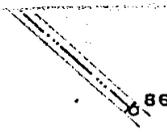
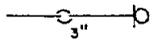
40

41

42

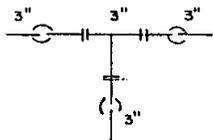
43

44

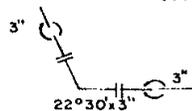


26  
42

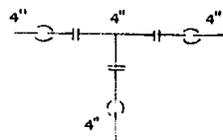
8-34-36-37-54



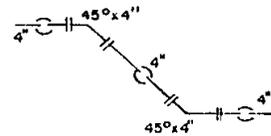
9-38-40-44-52  
(55...61)



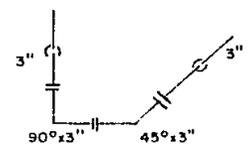
10-11-12-29-30-18-33  
51



(13)

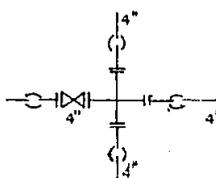


(46)

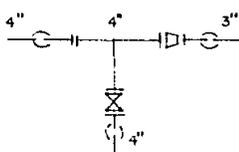


(21)

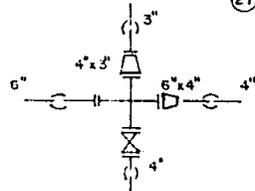
(24)



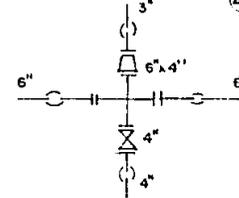
(25)



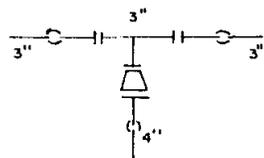
(27)



(28)

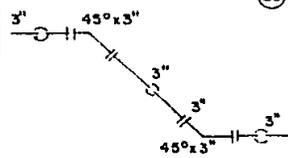


(47)

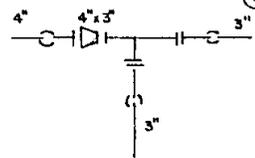


(35)

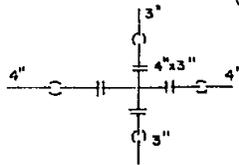
(38)



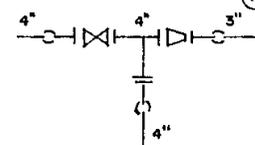
(41)



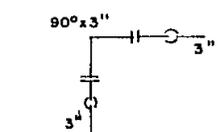
(43)



(45)

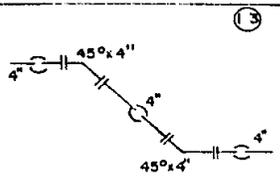


(48)

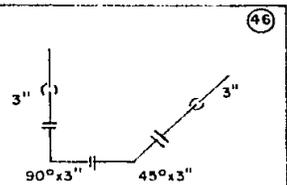


112

33  
51

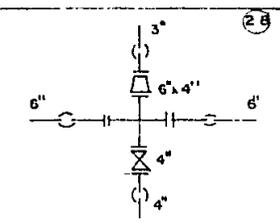


46

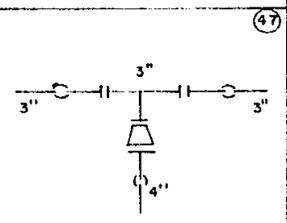


47

27

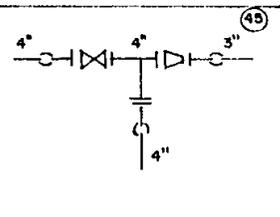


48

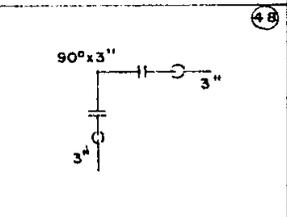


49

43



50



51

86

112.89

115.79

114.89

117.40

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADAJALAJARA

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

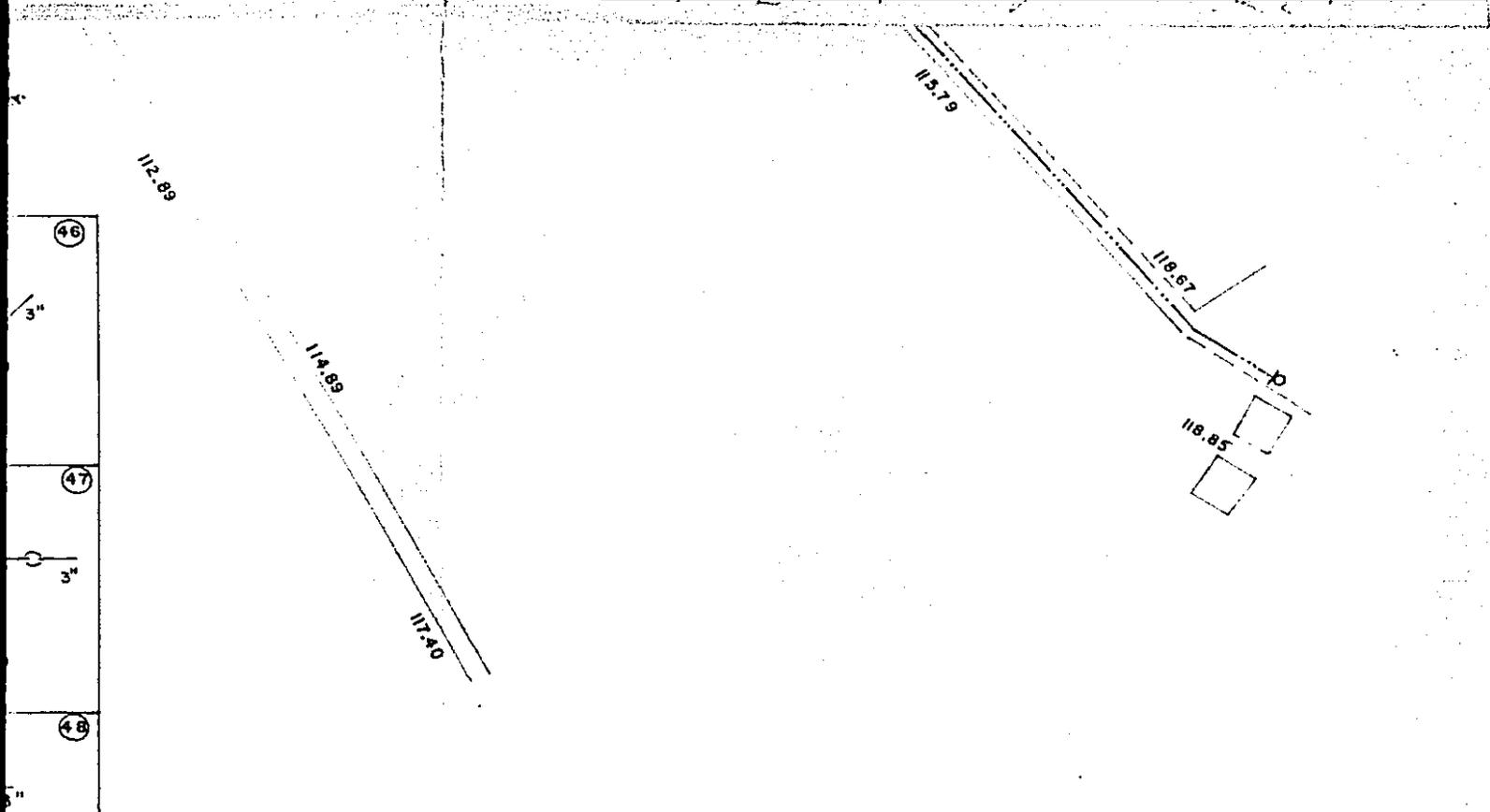
J. ANTONIO RUIZ LOZANO

RED DE DISTRIBUCION Y CRUCE

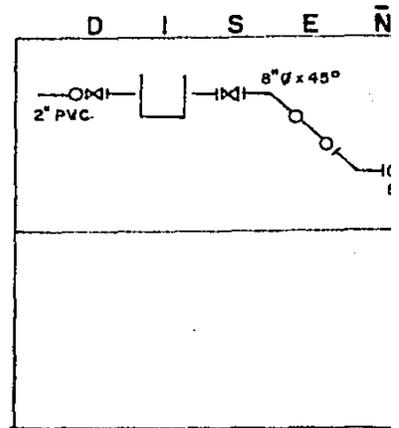
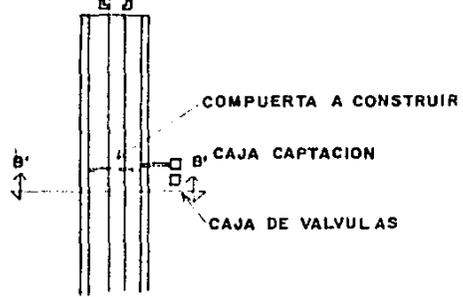
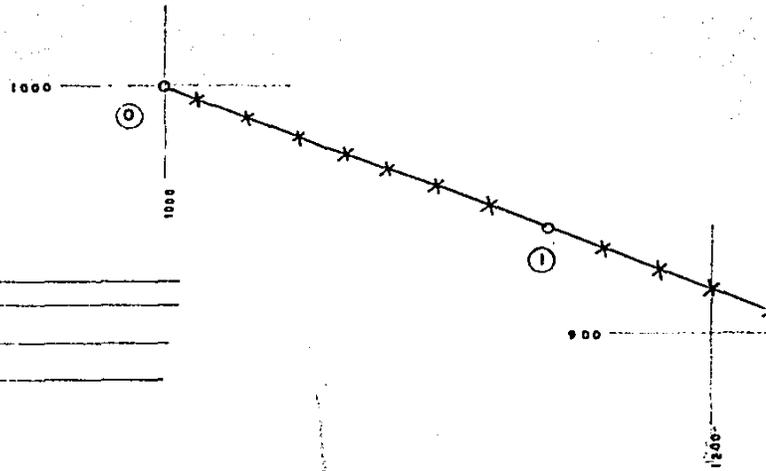
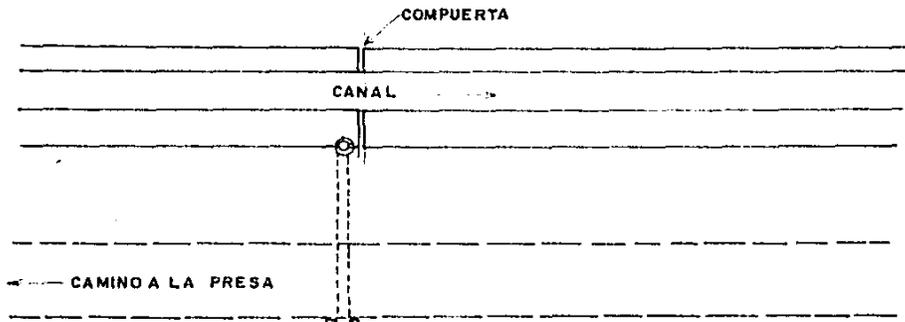
POBLACION CUQUIO, JALISCO

ENERO 1988

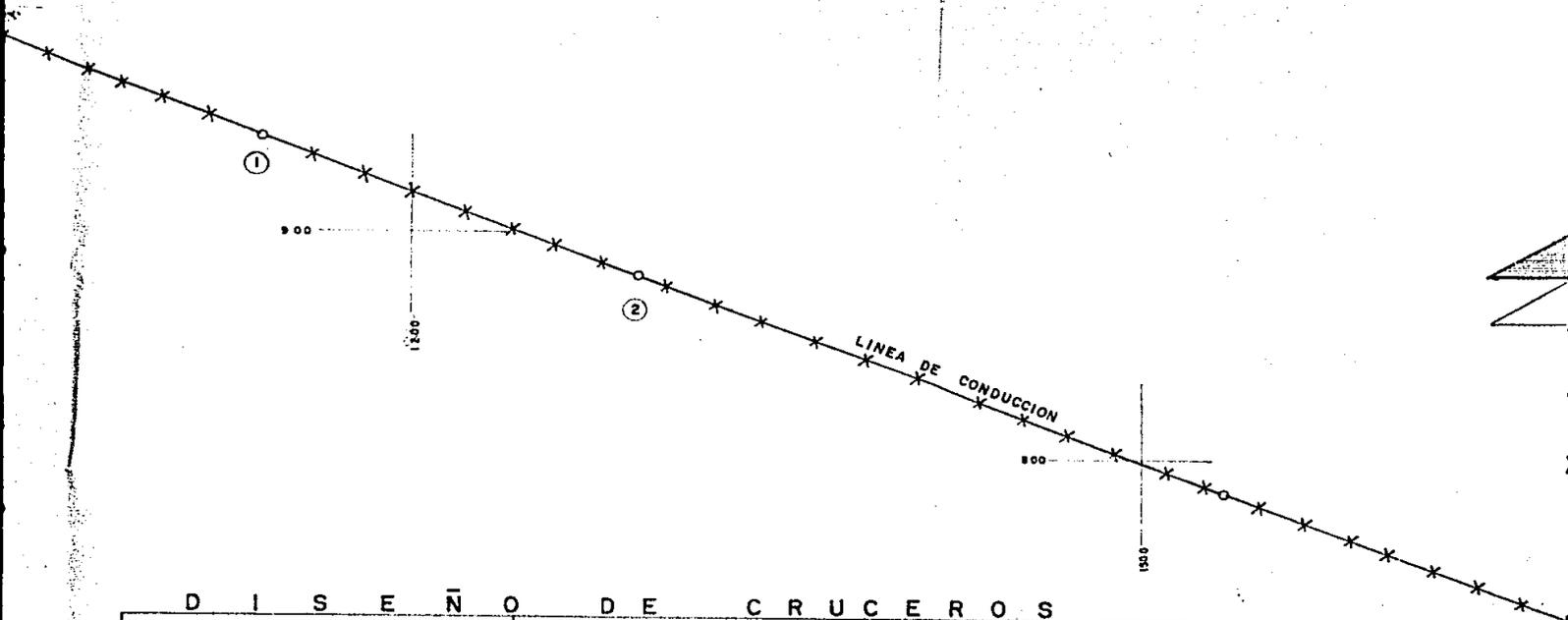
ESCALA 1:20



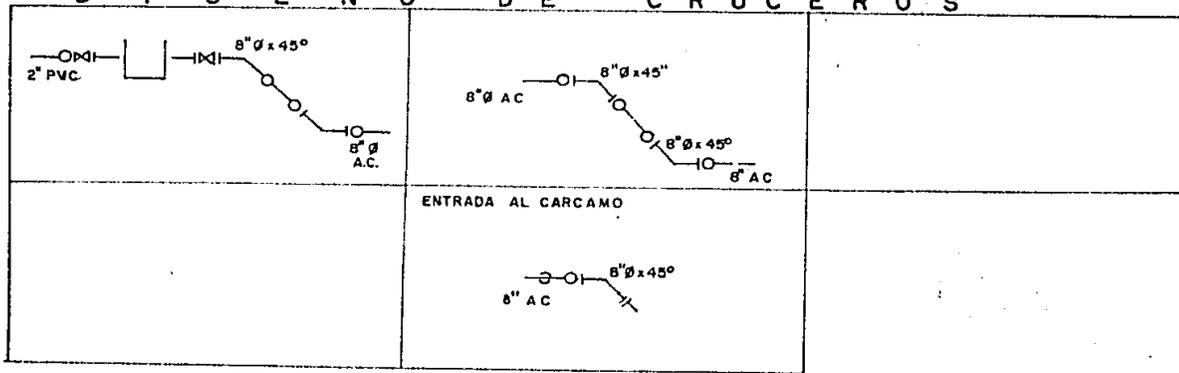
<b>UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA</b>	
<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>	
<b>TESIS PROFESIONAL</b>	
<b>J. ANTONIO RUIZ LOZANO</b>	
<b>RED DE DISTRIBUCION Y CRUCEROS</b>	
<b>POBLACION CUQUIO, JALISCO</b>	
<b>ENERO 1988</b>	<b>ESCALA 1:2000</b>

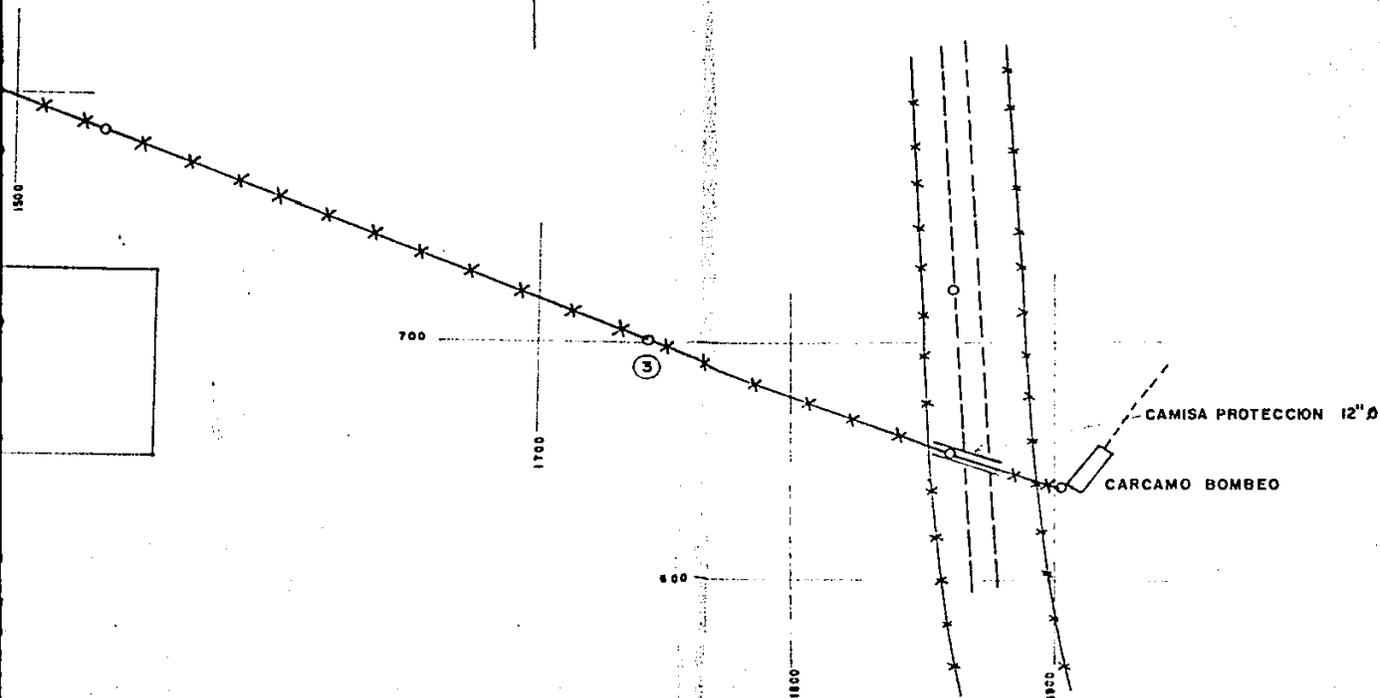
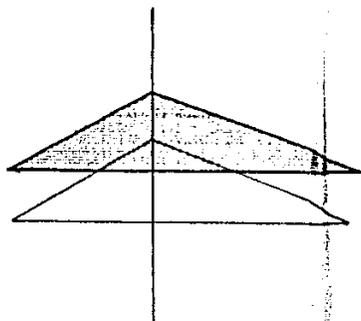


CANAL  
100.00, LA



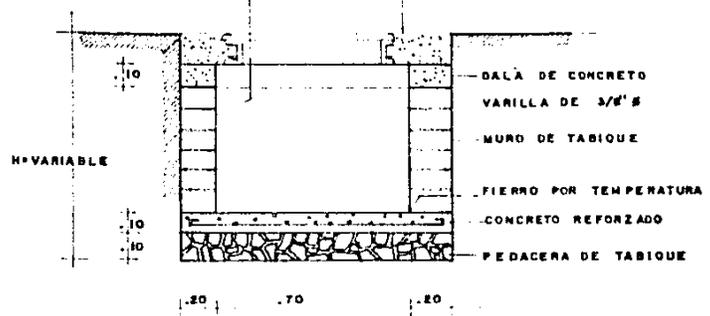
D I S E Ñ O D E C R U C E R O S



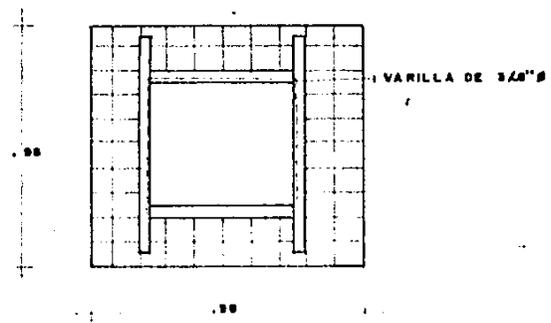


APLANADO DE CEMENTO  
DE 1 CM. DE ESPESOR

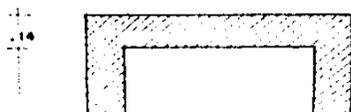
-NIVEL DE LA CALLE



CORTE CAJA VALVULAS

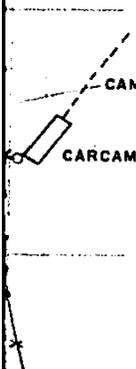


LOSA Y CONTRAMARCO  
CAJA VALVULAS

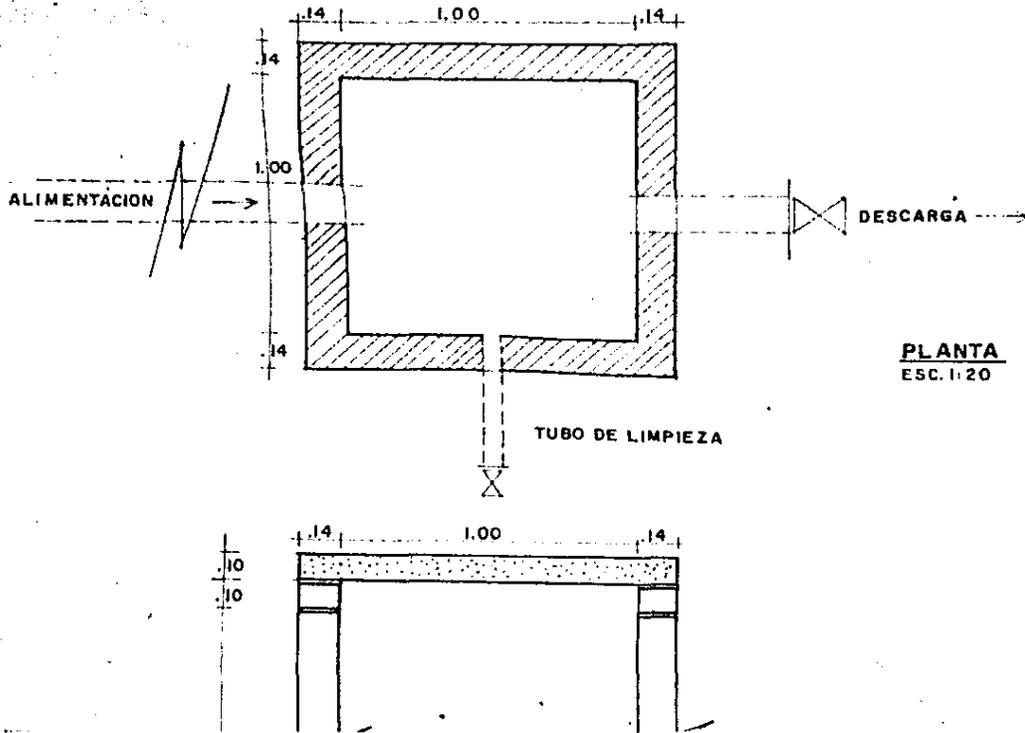


CAMISA PROTECCION 12" Ø

CARCAMO BOMBEO



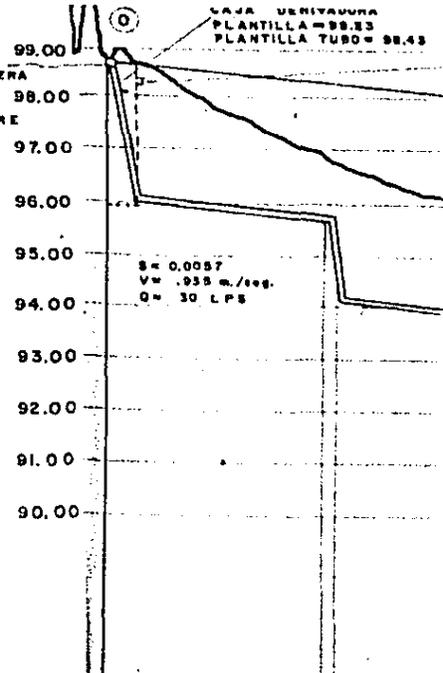
# DETALLE CAJA DERIVADORA



PLANTILLA CANAL 99.00  
 CAJA DERIVADORA  
 PLANTILLA = 99.83  
 PLANTILLA TUBO = 98.43

PLANTILLA RESADERA 98.33

CAIDA LIBRE



PLANTA  
 ESC. 1:20

COTA DE PLANTILLA TUBO	COTA DE TERRENO
95.97	98.70
95.62	97.00

CAJA DEBIDA  
PLANTILLA = 98.25  
PLANTILLA TUBO = 98.43

LUGAR PREPARADO CON DESNIVEL  
PARA FUTURAS UNIDADES FILTRANTES

97.14

LINEA PIEZOMETRICA

$S = 0.0057$   
 $V = .335 \text{ m./seg.}$   
 $C = 30 \text{ LPS}$

$S = 0.0057$   
 $V = .335 \text{ m./seg.}$   
 $C = 30 \text{ LPS}$

95.37  
98.70

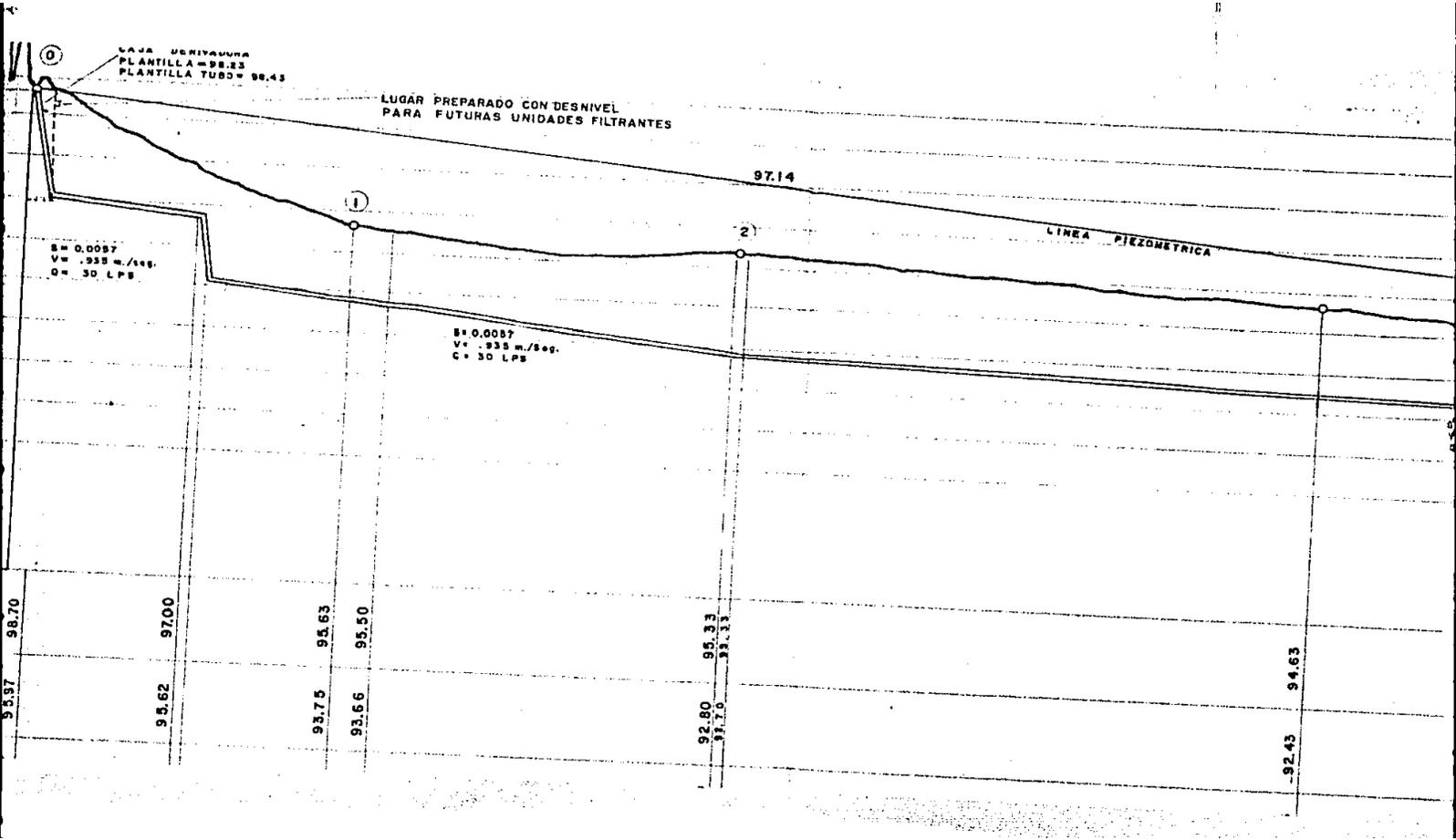
95.62  
97.00

93.75  
94.63

93.66  
95.50

92.80  
93.70  
95.33

92.43  
94.63



PIEZOMETRICA

S = 0.0012  
V = 0.933 m./seg.  
Q = 30 LPS

0 92.10 93.82  
1 92.11 93.80

2 92.11 93.40  
3 92.10 94.38

4 92.00 93.97

94.74

CARRETERA

95.00

CORONA TANQUE = 93.97

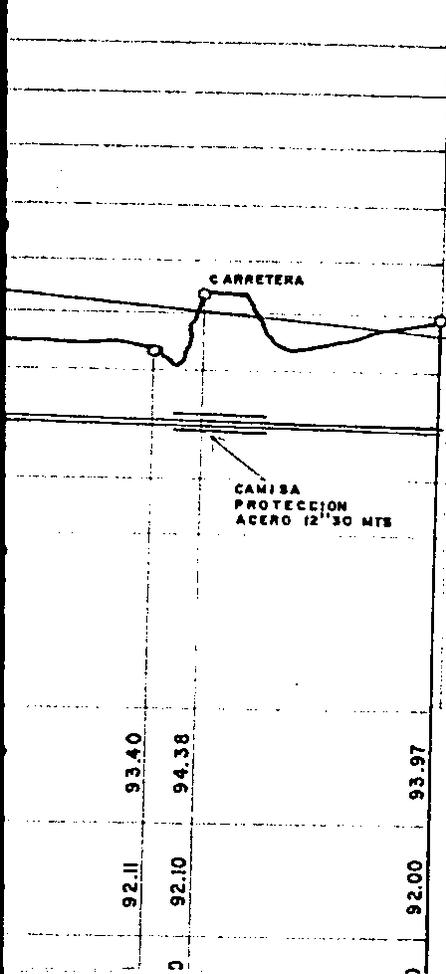
93.89

CARCAMO DE BOMBEO = 90.00  
H = 5.00

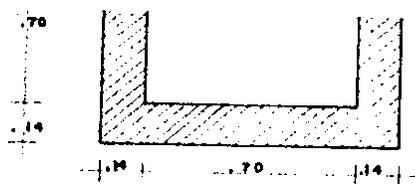
PLANTILLA TANQUE = 88.87

CANISA  
PROTECCION  
ACERO 12" 30 MTS

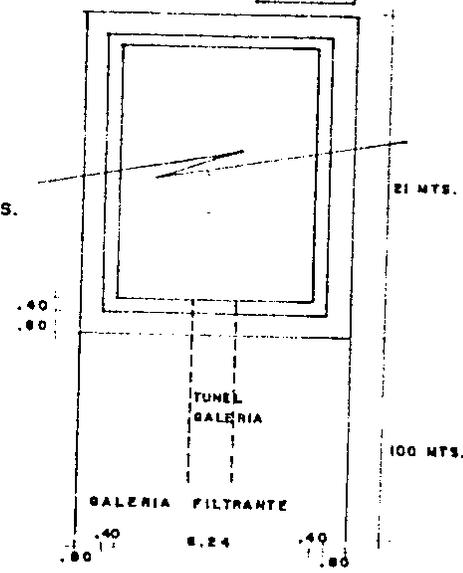
92.43 94.63



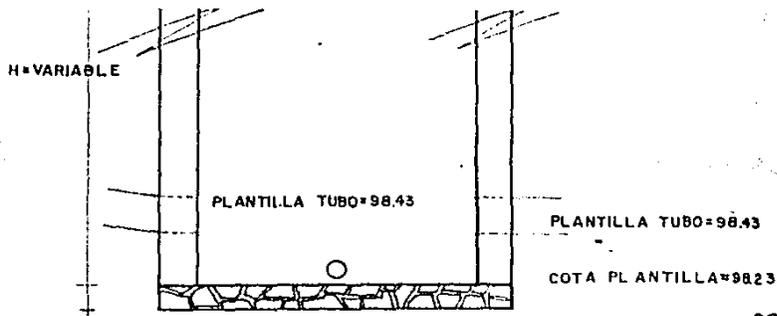
95.00  
 CORONA TANQUE = 93.97  
 93.89  
 CARCAMO DE BOMBEO = 90.00  
 H = 5.00 MTS.  
 PLANTILLA TANQUE = 88.87



**DETALLE CARCAMO**  
 ESC. 1:200



**CORTE CARCAMO EXISTENTE**



**CORTE**  
ESC. 1:20

ESTACION	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA DE ZANJA
0-A	17.50	17.50	98.81
0-B	65.50	83.00	95.52
0-D	62.50	150.00	93.65

**SIMBOLOGIA CONVENCIONAL**

	JUNTA UNIVERSAL G.P.B
	EXTREMIDAD DE F.F.
	VALVULA DE COMPUERTA
	CODO DE 45°
	REDUCCION
	TUBERIA DE 8" Ø

0-B	65.50	83.00	95.52
-----	-------	-------	-------

0-D	62.50	150.00	93.65
-----	-------	--------	-------

0-E	15.00	165.00	93.56
-----	-------	--------	-------

I	151.00	316.00	92.70
---	--------	--------	-------

I-A	5.00	321.00	93.50
-----	------	--------	-------

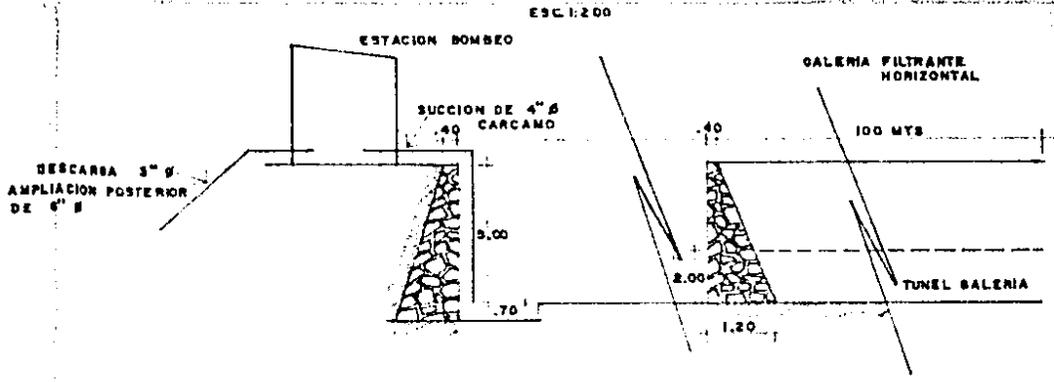
2	254.00	575.00	92.30
---	--------	--------	-------

2	254.00	575.00	92.33
3	253.00	800.00	92.0
3-B	108.00	908.00	92.0
4	20.00	928.00	92.0
CARCAMO		45.00	973.00
			91.9

DESARROLLO 3° Y  
AMPLIACION POSTERIOR  
DE 4° B.

UNIVERSIDAD  
L  
ENERGIA

3-B	108.00	908.00	92.01
4	20.00	928.00	92.0
CARCAMO	45.00	973.00	91.91



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**TESIS PROFESIONAL**  
**ANTONIO RUIZ LOZANO**  
**LINEA CONDUCCION PRESA**  
**EL GIGANTE**  
**POBLADO: CUQUIO**

<b>ENERO 1988</b>	<b>ESCALA 1:2000</b>
-------------------	----------------------