

1579

DESCARTE



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE  
MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE INGENIERIA  
Dirección  
Núm. 73-1043 T  
Exp. Núm. 73/214.2/-3327

Al Pasante señor Adolfo HARISPURU IBARRA  
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el señor profesor Ingeniero Anastasio Guzmán, para que lo desarrolle como tesis en su examen profesional de Ingeniero CIVIL.

ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA APAM-HIDALGO

"Hágase un estudio de las condiciones que prevalecen en la localidad de APAM, del Estado de Hidalgo, en lo que respecta al suministro de agua, a fin de formular las modificaciones y ampliaciones y en su caso el proyecto completo, que procedan para resolver totalmente el problema de ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE de dicho lugar."

Se incluirán presupuestos y especificaciones de construcción.

Ruego a usted tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares, en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Muy atentamente,

"POR MI RAZA HABIARA EL ESPIRITU"  
México, D.F. 15 de junio de 1956  
EL DIRECTOR

---

Ing. Javier Barros Sierra

JBS:RFV: eag.



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.

## C O N T E N I D O.

### CAPITULO No. 1. Generalidades.

- a).- Ubicación e Historia de la Población.
- b).- Clima.
- c).- Aspecto general de la Población.
  - 1.- Extensión de la Población.
  - 2.- Calles.
  - 3.- Jardines.
  - 4.- Edificios.
  - 5.- Zonas de la Población.
- d).- Comunicaciones.
- e).- Situación Económica.
- f).- Servicios Públicos.
  - 1.- Agua Potable.      Captación.  
                                 Potabilización.  
                                 Conducción.  
                                 Regularización.  
                                 Distribución.
  - 2.- Alcantarillado.

### CAPITULO No. II. Población.

- a).- Población presente y cálculo de la futura.
  - 1.- Método aritmético.
  - 2.- Método geométrico.- Incrementos proporcionales cada 10 años y aplicando la fórmula del interés compuesto.
- b).- Distribución de la Población presente.
- c).- Distribución de la Población futura.

**CAPITULO III.**  
**Agua Potable.**

- a).- Dotación y demandas.
- b).- Fuente de Abastecimiento.
  - 1.- Captación.
  - 2.- Bombeo.
- c).- Conducción.
- d).- Regularización.
  - 1.- Estudio de las dimensiones de los tanques de Almacenamiento.
  - 2.- Dimensiones económicas de un tanque de -- dos cámaras.
  - 3.- Cálculos estructurales.
- e).- Normas de calidad de que debe gozar el agua - para considerarla como potable. Desinfección en tanques, depósitos y tuberías para conducción de agua.
- f).- Distribución.
  - 1.- Generalidades.
  - 2.- Cálculo de la red de distribución en sus zonas 1 y 2.
- g).- Especificaciones generales para la instala---ción de tuberías de asbesto-cemento y fierro fundido.
  - 1.- Generalidades.
  - 2.- Inspección.
  - 3.- Responsabilidades por el material.
  - 4.- Manejo del material.
  - 5.- Alineamiento y pendiente.
  - 6.- Excavación y preparación de cepas.
  - 7.- Tendido de la tubería.
  - 8.- Juntec.
  - 9.- Colocación de válvulas y piezas especia--les.
  - 10.- Colocación de hidrantes.
  - 11.- Anclajes y Atraques.
  - 12.- Pruebas hidrostáticas.
  - 13.- Rellenos.
  - 14.- Remoción, restauración y limpia de la su--perficie.
  - 15.- Tomas domiciliarias.
- h).- Presupuesto.

## C A P I T U L O I .

### GENERALIDADES.

a).- Ubicación e historia de la Población.

La Población de Apam se encuentra situada al Sur - del Estado de Hidalgo, cerca de los límites con los Estados - de Puebla, Tlaxcala y México.

Sus coordenadas geográficas corresponden a la torre de la parroquia y son: 19°42'47" de latitud Norte y ---- 98°27'18" de longitud Oeste, con respecto al meridiano de --- Greenwich. La altura media sobre el nivel del mar de la Población de Apam, es de 2,493 M.

En los alrededores de la Población de Apam se presentan superficies planas por lo general, siendo sus llanuras principales las llamadas: El Astillero, Santa Lucía, Cazadero, Llanos de Apam, El Mezquital, El Llano (Tula), y Vega de Motz titlan. La altura media sobre el nivel del mar de estas llanuras es de 2,500 M.

Etimología.- Apam viene de "atl" agua y "pam" en ó sobre, es decir que significa "en ó sobre agua". Es este uno de los nombres que ha subsistido desde un principio, y entre los cronistas antiguos hay algunos que lo escriben "Appa", con objeto - de conservar mejor su primitiva fonología nahoa.

Algunos autores atribuyen este significado a que, - según parece, en épocas precortesianas existían pequeñas lagunas que rodeaban a la población de las que todavía subsisten algunas, siendo la principal aquella que se denomina "Laguna de Apam"; éstas al desbordarse durante la estación de lluvias inundaban la Ciudad.

Por otra parte hay quien afirma que Apam viene de "a" negación y "pam" sobre agua, es decir "lugar seco o sin -- agua", cosa que no debe aceptarse, pues "pam" quiere decir simplemente "en ó sobre" como ya quedó asentado.

#### Historia de la población.

Durante la primera etapa de la conquista, aparece Apam siempre subordinada a Tepeapulco, y en consecuencia tiene poca importancia. Sin embargo, es interesante notar que fué en el hoy Estado de Hidalgo, el primer lugar sometido al dominio Español, pues el conquistador Hernán Cortés, al huir de las -- huestes aztecas hacia Tlaxcala, se posesionó de la Población. Este acontecimiento lo refiere Orozco y Berra como sigue:

"Junio 7 de 1520. Sabado. Recogido por los Castellanos el despojo abandonado por los mexicanos en el campo de batalla de Otumba prosiguieron la marcha haciendo alto aquella noche en un pequeño lugar llamado Apam. No tuvieron contratiem po sino oír de lejos la grito de los contrarios.

Julio 8 de 1520. Los españoles salen de Apam y de todo el territorio Azteca. Cortés en su siguiente carta dice: "E así salimos este día, de toda la tierra Colhua y llegamos a tierra de la dicha provincia Tascaltecatl, a un pueblo de -- ella que se llama Cualipam" (Poy Hueyotipam, Tlax.).

Más tarde cuando aconteció la destrucción de Tepe apulco, es decir en el año 1577, Apam ya comenzaba a tener alguna importancia, que se acentúa cuando aquella población de -- la que ha venido dependiendo eclesiástica y políticamente, fué reconstruida por el conde del Valle de Orizaba; pero su progre so no es muy rápido, pues a mediados del siglo XVIII es -----

apenas, en unión de Tepeapulco, Alcaldía Mayor y ciertamente, - la residencia del Alcalde.

Con respecto a esta Alcaldía, dice Villaseñor y -- Sánchez en su "Teatro Americano".

"La jurisdicción de Appa y Tepeapulco aparte términos del Arzobispo de México y Obispado de Puebla y aunque la Capital toca al Obispado de Puebla, dista de México 15 leguas al Nordeste y se compone de tres pueblos que son cabeceras de Gobernadores y Repúblicas de Indios, todos cortos y de poco ve cindario, pues apenas llegan a 300 las familias de los Indios que componen la jurisdicción; repartidas en el pueblo de Appa hay 200 poco más o menos .....

El 7 de Junio de 1862, fecha en que el Presidente Juárez elevó a la categoría de Estado con el nombre de Hidalgo, al segundo de los 3 distritos militares en que había dividido al de México, a fin de facilitar las operaciones militares contra el invasor francés, quedó Apam como cabecera del distrito de su nombre, teniendo como única subordinada la Municipalidad de Tepeapulco y, por último, al implantarse la nueva división política que previene la construcción de 1917, quedaron desli gadas ambas poblaciones, para constituir solamente la cabecera del Municipio de su mismo nombre.



b).- Clima.

El clima es templado con tendencia a ser frío, húmedo y sano, con una temperatura máxima de 25°C. y mínima de -5°C. puede decirse que es más elevada la temperatura desde mediados de la primavera hasta el principio del Otoño. El invierno es variable aunque no llega a ser riguroso. Y la atmósfera permanece casi todo el año limpia y transparente.

El régimen de lluvias puede decirse que empieza en el mes de mayo para terminar a principios de octubre con lluvias moderadas.

Los vientos que reinan en la población son muy variables, pero generalmente abundan los del Oeste y Sur-Oeste.

c).- Aspecto general de la Población.

1.- Extensión de la Población.- La Ciudad tiene -- una superficie aproximada de 169 hectáreas, con tendencia a extenderse principalmente al Noroeste y al Suroeste aunque también en una pequeña proporción en la parte Sureste. En las otras zonas no es probable un desarrollo ya que existe un lomerío que haría incosteable las construcciones.

2.- Calles.

Las calles en su gran mayoría son de trazo recto - quebrado. Su orientación aproximada es de Norte a Sur y de Este a Oeste. Únicamente se encuentran pavimentadas con macadam las Avenidas Juárez, Iturbide y aquellas que rodean al zócalo.

Los anchos de calles y banquetas son mucho muy variables habiendo calles de 5 y 6 m. de ancho, hasta de 10 a 12 M. mientras que las banquetas tienen un ancho de 1 a 2.5 M.

### 3.- Jardines.

La Población cuenta con un jardín, el que se encuentra frente al palacio de Gobierno, jardín que se encuentra en muy buen estado. Es de lamentarse que la Población cuente únicamente con dicho jardín.

### 4.- Edificios.

La Población de Apam cuenta con pocos edificios de importancia, pudiendo citarse entre aquellos más importantes, el Palacio de Gobierno, la Iglesia, así como también la Escuela de las Calles de Zaragoza. En cuanto a edificios comerciales se puede indicar el mercado entre las Avenidas Morelos y Guerrero.

Por lo general el tipo de construcción de las casas es antiguo, predominando aquellas que son nada más de un piso aunque hay algunas construcciones de más de un piso, principalmente los hoteles.

### 5.- Zonas de la Población.

No existen en la Población, zonas de planificación completamente definidas, aunque se nota que en las orillas se encuentra reunida la parte pobre de la Población. Se puede indicar que la zona comercial es la que se encuentra rodeada -- por las Avenidas Morelos, Mendoza, Iturbide y Guerrero, que es la manzana en donde se localiza el mercado y la mayor parte de los comercios se encuentran rodeando a éste.

### d).- Comunicaciones.

La Población de Apam se encuentra perfectamente -- bien comunicada con el Distrito Federal, por medio de carreteras y ferrocarril.

Por carretera tenemos la que va del Distrito Federal-Pachuca-Tulancingo, encontrándose una desviación después de Pachuca en el punto denominado el Ocote que conduce a Apam, pasando antes por Epazoyuca, Santa Mónica, Santa María, Tepeapulco, para llegar finalmente a Apam. Se cuenta también con la Carretera Distrito Federal-Los Reyes-Textcoco-Calpulalpan, donde hay una desviación a Apam, habiendo un tramo de 4 Km. que no se encuentra pavimentado perteneciente al Estado de Tlaxcala. Se cuenta con otra carretera únicamente revestida pero transitable todo el tiempo, que va de Apam a Hueyotliplan donde hay dos ramales uno para Apizaco y el otro para Tlaxcala.

La línea de ferrocarril que pasa por la Población de Apam, es aquella que hace el servicio del Distrito Federal a la Ciudad de Veracruz.

Cuenta además la Población con servicio de correos y telégrafo, así como con servicio de teléfonos y de larga distancia.

e).- Situación económica.

Puede apreciarse que la situación económica con que goza actualmente la Población es bastante buena, pues su principal producto que es el pulque, tiene una gran demanda en la mayor parte de la República, lo cual hace de esa Población una de las principales zonas del cultivo del maguey. Utilizándose también del maguey la fibra que se destina a diversos usos domésticos e industriales.

f).- Servicios Públicos.

Entre los principales servicios públicos con que cuenta la población de Apam, podemos citar los correspondien-

tes a Servicio de Agua Potable, Alcantarillado y Servicio de Energía Eléctrica.

1.- Agua Potable.- Captación.

Cuenta la Población con dos fuentes de abastecimiento. La primera y más importante es un pozo profundo situado en la Avenida Ocampo, entre la Avenida Aldama y la Avenida Juárez.

El bombeo se hace por medio de una bomba centrífuga vertical marca "Layne", de 6" de succión y 6" de descarga, para una capacidad de 9 lts. por segundo, siendo sus características las siguientes:

Modelo No. 11475 con impulsores de bronce, construidos para trabajar hasta 10.5 lts. por segundo con una altura manométrica de 100 M. eficiencia 79%, velocidad de 1450 r.p.m. y una potencia al freno de 18.6 HP. Se encuentra acoplada a la bomba un motor marca "Allen-Bradley" Modelo 709 potencia 25 HP. velocidad 1500 r.p.m., frecuencia 50 ciclos, con un interruptor electromagnético, serie No. 285977.

El pozo tiene un diámetro de 1.40 M. con una profundidad de 49.15 M.; con trabajo continuo de la bomba por 12 horas, se observa un abatimiento del nivel del agua de 0.25 M. - recuperándose en 15 minutos.

En la actualidad, debido a que el equipo de bombeo se encuentra en pésimas condiciones de trabajo, únicamente se obtiene un gasto de 9 lts. por segundo en 12 horas de bombeo - continuo, cantidad que sirve a 5,259 habitantes, lo cual nos dá una dotación de 74 lt./hab./día.

La segunda fuente de abastecimiento es la que proviene de los manantiales de Almoloya de Juárez.

Almoloya de Juárez es una población que se encuentra a 6 Km. de Apam; y tiene una elevación con respecto a --- Apam, de 52 M. El agua que se destina a Apam de estos manantiales, sirve a 1,376 habitantes con un gasto aproximado de - 2 lt./s., durante 10 horas al día, lo que nos dá una dotación de 52 lt./hab./día.

#### Potabilización.

En la actualidad la población de Apam carece totalmente de equipo potabilizador.

#### Conducción.

Se cuenta con una tubería de asbesto-cemento de 6" de diámetro que parte del pozo, sigue por la Avenida Aldama, para terminar en un tanque de almacenamiento, que se encuentra localizado en la falda del cerro; esta línea de conducción tiene una longitud de 1155 M. Además de conectar el pozo con el tanque está unida directamente a la red actual de distribución con que cuenta Apam. En dicha línea de conducción se encuentran fugas notables, debido a la pésima conexión de las instalaciones domiciliarias, lo que origina un suministro, de deficiente.

El agua proveniente de Almoloya de Juárez llega a Apam por gravedad, ya que los manantiales se encuentran a 52 M. más altos que Apam. Esta agua es conducida por medio de un acueducto de mampostería de 0.35 X 0.30 M. En dicho acueducto se encuentran derivaciones para abastecer al pueblo de Almoloya y a la Hacienda de Ocotepec.

Seguramente en la época en que se construyó el ---

acueducto se localizó sobre terrenos baldíos, pues en la actualidad muchos tramos se encuentran sobre lotes particulares, siendo de lamentarse que se haya construido sobre el acueducto y desgraciadamente en algunos casos pasa por el centro de habitaciones, dando lugar a que se hayan hecho derivaciones en pésimas condiciones que perjudican grandemente la calidad del agua. El acueducto, además de abastecer a la Población de Apam, sirve como red de distribución de la Población de Almoloya, en donde tiene siete derivaciones y a la altura del Km. 3-538 tiene una toma de importancia para la hacienda de Ocotepec. El acueducto termina en una eminencia que domina a la Población de Apam; hasta dicha eminencia tiene un desarrollo de 6 Km.

#### Regularización.

La Población de Apam cuenta con dos tanques de almacenamiento, el que recoge las aguas provenientes de los manantiales de Almoloya de Juárez y el que se supone debe almacenar y regularizar las aguas del pozo, localizado en la Avenida Ocampo.

El tanque que recoge las aguas de Almoloya de Juárez se encuentra localizado en la parte Sur de la Población sobre una loma y al Este del panteón. Tiene un desnivel aproximadamente al centro de la Población de 27 M. El tanque tiene una capacidad de 74 M3., es de una sola cámara, está construido de mampostería de piedra cubierto con una losa de concreto.

El tanque de almacenamiento de las aguas del pozo, no cumple su cometido, ya que como asentamos anteriormente, la línea de conducción está directamente ligada a la red actual de distribución, y como la cantidad de agua que se bombea es

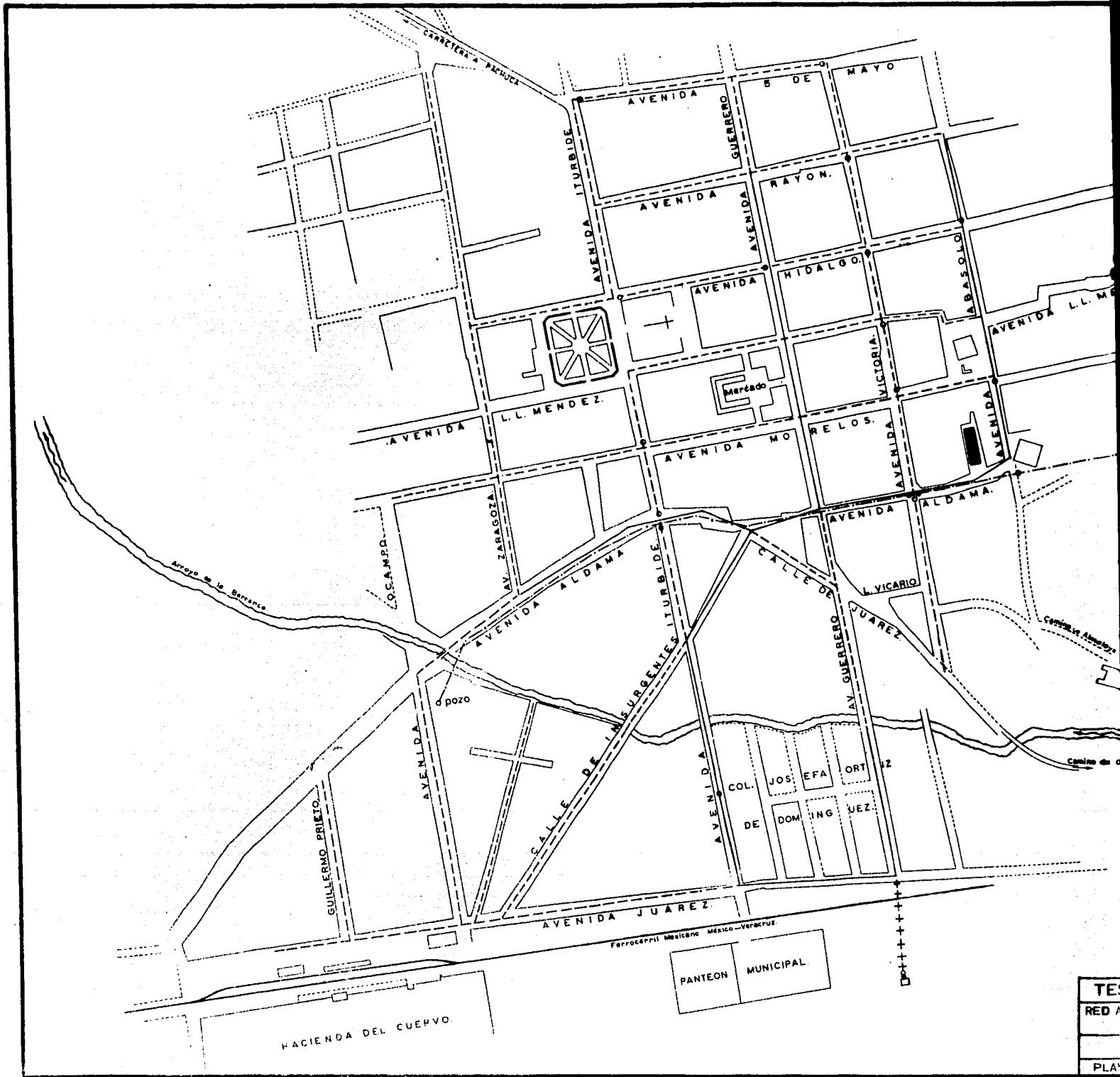
insuficiente totalmente, el agua así bombeada no llega a dicho tanque. El tanque se encuentra localizado en una loma al Este de la Población; consta como el anterior de solo una cámara, están construidas sus paredes con mampostería de piedra y se encuentra techado con una losa de concreto; tiene una capacidad de 100 M<sup>3</sup>., su alimentación es de 6" de diámetro, está conectado a la red por una tubería de 6" de diámetro; tiene un tubo de demasías de 3" al igual que un dren; este tanque carece de ventilas.

#### Distribución.

La actual red de distribución sirve actualmente a 3,992 habitantes por medio de 578 tomas; la red de distribución está formada por tuberías de 60 mm. y 75 mm. de asbesto-cemento; cuenta con 19 válvulas; carece de hidrantes contra incendio.

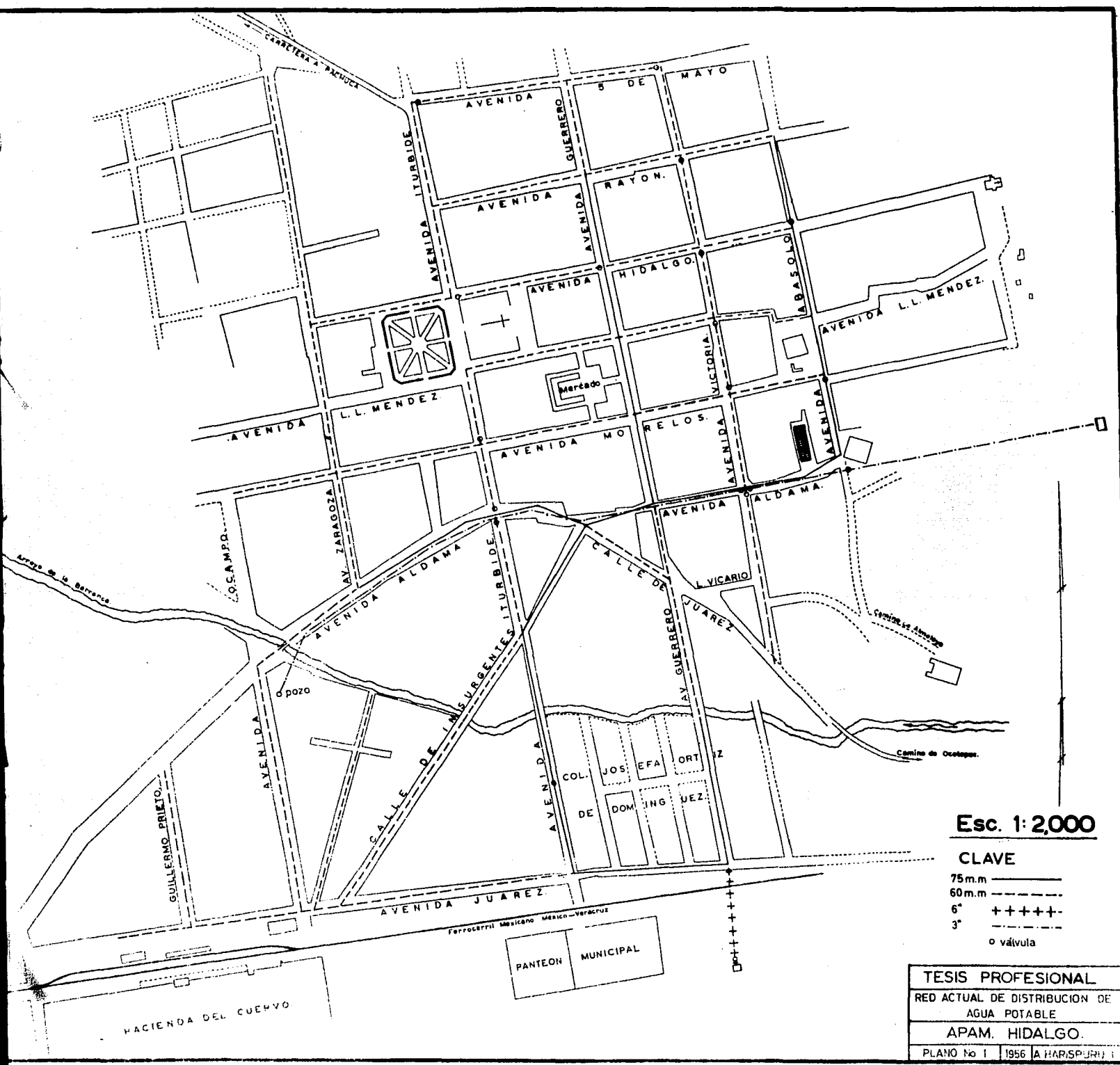
En la parte Sur de la Población, en la llamada Colonia Josefa Ortiz de Dominguez y en una nueva Colonia localizada al Norte de la Población, no se cuenta con servicio de agua potable.

(Plano No. 1).



TES
RED AG
PLAN





Esc. 1:2,000

CLAVE

- 75m.m —————
- 60m.m - - - - -
- 6" ++++++
- 3" - - - - -
- o válvula

TESIS PROFESIONAL	
RED ACTUAL DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE	
APAM. HIDALGO.	
PLANO No 1	1956 [A HARSPIRI]

## 2.- Alcantarillado.

La Población de Apam cuenta con un servicio muy de ficiente de alcantarillado, pues únicamente tiene dos colecto res en las Avenidas Aldama y Méndez, los que depositan sus -- aguas negras en el arroyo de la Barranca al Oeste de la Pobla ción. A estos colectores se les unen muy pocos ramales, que-- dando la mayor parte de la población sin 'servicio. Este sistem a de alcantarillado es separado y las aguas de lluvia, debi-- do a la pendiente de la población escurran hasta llegar al -- arroyo de la Barranca.

---

Debido al pésimo estado de conservación del sistem a de abastecimiento de agua con que cuenta la Población y a su escasez; propongo un nuevo sistema de abastecimiento de -- agua potable.

## CAPITULO II.

### POBLACION.

a).- Población presente y cálculo de la futura.

La Población actual de Apam, es según el censo de 1950 de 6,635 habitantes, de los que 3,099 son hombres y --- 3,536 mujeres.

La Población futura se puede calcular aproximadamente por varios métodos entre ellos:

1.- Método aritmético.

Tenemos los siguientes datos censales obtenidos en la Dirección General de Estadística.

<u>Año.</u>	<u>Hombres.</u>	<u>Mujeres.</u>	<u>Total.</u>
1900	1372	1545	2917
1920	1535	1852	3387
1930	1823	2136	3959
1940	2364	2608	4972
1950	3099	3536	6635

En el año de 1910 no se hizo censo, pero según datos recogidos de la Población de Apam, se estima en 3000 habitantes aproximadamente.

Con los datos proporcionados de los censos obtenemos las diferencias siguientes:

<u>Año.</u>	<u>Habitantes.</u>	<u>Diferencia.</u>
1900	2917	83
1910	3000	387
1920	3387	572
1930	3959	1013
1940	4972	1663
1950	6635	
		<hr/> 3718

$$\frac{3718}{5} = 743.6$$

Para un periodo económico de 30 años.

<u>Año.</u>	<u>Habitantes.</u>
1960	6635 + 744 = 7379
1970	7379 + 744 = 8123
1980	8123 + 744 = 8867

2.- Método geométrico.- Incrementos proporcionales cada 10 años.

De los datos anteriores y usando la fórmula:

$$AP\% = \frac{100 \times AP}{P}$$

en donde:

AP diferencias.

P Población.

incremento geométrico:

$$\frac{100 \times 83}{2917} = 2.85$$

$$\frac{100 \times 387}{3000} = 12.9$$

$$\frac{100 \times 572}{3387} = 17.0$$

$$\frac{100 \times 1013}{3959} = 25.5$$

$$\frac{100 \times 1663}{4972} = 33.5$$

91.75

$$\frac{91.75}{5} = 18.35 \%$$

Año.

Habitantes.

$$1960 \quad 6635 \times 0.1835 + 6635 = 7852$$

$$1970 \quad 7852 \times 0.1835 + 7852 = 9292$$

$$1980 \quad 9292 \times 0.1835 + 9292 = 10997$$

Aplicando la fórmula del interés compuesto.

$$Pf = Pa (1 + r)^n$$

en donde:

Pf = población futura.

$P_a$  = población actual.

$n$  = período de tiempo considerado.

Para nuestro cálculo  $n = 10$

$$P_f = P_a (1 + r)^{10}$$

$$\frac{P_f}{P_a} = (1 + r)^{10}$$

$$\log. \frac{P_f}{P_a} = 10 \log (1 + r)$$

$$\frac{\log. P_f - \log. P_a}{10} = \log (1 + r)$$

Aplicando esta última fórmula a los datos censales anteriores.

1900 a 1910

$$\log 3000 - \log 2717 = 10 \log. (1 + r_1)$$

$$3.47712 - 3.46494 = 10 \log. (1 + r_1)$$

$$0.001218 = \log (1 + r_1)$$

$$1 + r_1 = 1.003$$

$$r_1 = 0.003 \qquad 0.003$$

$$\log 3387 - \log 3000 = 10 \log (1 + r_2)$$

$$3.52982 - 3.47712 = 10 \log (1 + r_2)$$

$$0.005270 = \log (1 + r_2)$$

$$1 + r_2 = 1.012$$

$$r_2 = 0.012 \qquad 0.012$$

$$\log 3959 - \log 3387 = 10 \log (1 + r_3)$$

$$3.59759 - 3.52982 = 10 \log (1 + r_3)$$

$$0.006777 = \log (1 + r_3)$$

$$1 + r_3 = 1.016$$

$$r_3 = 0.016 \qquad 0.016$$

$$\log 4972 - \log 3959 = 10 \log (1 + r_4)$$

$$3.69653 - 3.59759 = 10 \log (1 + r_4)$$

$$0.009894 = \log (1 + r_4)$$

$$1 + r_4 = 1.023$$

$$r_4 = 0.023 \quad 0.023$$

$$\log 6635 - \log 4972 = 10 \log (1 + r_5)$$

$$3.82184 - 3.69653 = 10 \log (1 + r_5)$$

$$0.012531 = \log (1 + r_5)$$

$$1 + r_5 = 1.030$$

$$r_5 = 0.030 \quad \underline{0.030}$$

$$\Sigma r = 0.084$$

$$r = \frac{0.084}{5} = 0.017$$

$$\log P_f = \log P_a + 10 \log (1 + r)$$

$$(1 + r) = 1 + 0.017 = 1.017$$

$$\log 1.017 = 0.00732$$

$$10 \log (1 + r) = 0.0732$$

$$\log P_{1960} = \log 6635 + 0.0732 = 3.82184 + 0.0732 = 3.89504$$

$$P_{1960} = 7853 \text{ habitantes.}$$

$$\log P_{1970} = 3.89504 + 0.0732 = 3.96824$$

$$P_{1970} = 9295 \text{ habitantes.}$$

$$\log P_{1980} = 3.96824 + 0.0732 = 4.04144$$

$$P_{1980} = 11000 \text{ habitantes.}$$

b).- Distribución de la Población presente.

La Población de Apam se ha desarrollado fundamentalmente en la zona Este de la misma por lo cual en esa zona existe una mayor concentración de habitantes.

c).- Distribución de la Población futura.

El crecimiento de la población seguramente se incrementará en la zona Oeste y Noroeste aunque también en la llamada Colonia Josefa Ortiz de Domínguez, localizada al Sur de la Población.

Al Este se encuentran lomeríos, cuya altura es considerable, al Sur, pasando la Avenida Juárez se encuentran las vías del ferrocarril y el Panteón Municipal.

Los cálculos para la dotación de Agua Potable, los haré tomando en cuenta una población futura de 11,000 habitantes y un desarrollo en la zona Oeste y Noroeste de la Población.



C A P I T U L O    I I I .

AGUA POTABLE.

a).- Dotación y demandas.

La dotación de agua potable para una población, depende de varios factores, siendo:

1.- Tamaño de la Población. El standard de vida aumenta cuando se incrementa la población, ya que implica un mayor número de Industrias, Comercios, etc., estableciéndose zonas residenciales.

2.- Clima.- El clima es un factor muy importante pues determina un aumento de la dotación cuando éste es caluroso, ya que es imperioso el aseo de los habitantes y por supuesto en el caso de contar con jardines y prados en el riego más continuo de estos.

3.- La fuente de abastecimiento, es uno de los factores que se deben tomar en cuenta para fijar la dotación, ya que si para conseguir agua es necesario recurrir a zonas alejadas de la población, hace que el costo de la conducción sea elevado y en algunos casos es necesario restringir la dotación; del mismo modo la calidad del agua puede limitar la dotación pues se haría necesario un largo proceso de purificación que elevaría el costo de dicho suministro.

4.- Es de considerar también las industrias existentes en la población su situación y la cantidad de ellas.

5.- El uso de medidores en los sistemas de distribución, hace disminuir el consumo de agua en forma notable, como puede observarse fácilmente por la experiencia tenida en ciudades que se les ha instalado medidores, debido a que el usuario tiene que pagar tanto por el agua que usa como la

que desperdicia y consecuentemente procura reducir a un mínimo estos desperdicios.

En la actualidad la dotación total de la población es de 74 lt./hab./día para la parte servida por el pozo profundo y para la zona Sur de 52 lt./hab./día.

En nuestro caso la población de Apam, tiene un clima frío, son pocas las industrias que utilizan agua para usos industriales, el riego de jardines es pequeño pues existe uno solo; por estas razones debemos de considerar una dotación un poco baja de 125 lt./hab./día.

Para la obtención del gasto correspondiente debemos tomar en cuenta los siguientes factores:

Población de ..... 11,000 habitantes.

Dotación de ..... 125 lt./hab./día.

nos da un gasto

$$= \frac{11,000 \times 125}{86,400} = 16 \text{ lt./s.}$$

Se fija un coeficiente de 1.3 para determinar el gasto medio del día de máximo consumo, lo que nos da un valor de:

$$1.3 \times 16 = 20.8 \text{ lt/s.}$$

de los que 4 lt/s. serán proporcionados por los manantiales de Almoloya y el resto por el pozo profundo.

b).- Fuente de abastecimiento.

1.- Captación.

En la actualidad de los manantiales de Almoloya se obtienen 2 lt./s. pero procediendo a una limpieza en el acueducto, eliminación de las fugas y de las conexiones domicilia

rias se ha visto que se pueden tomar los 4 lt/s. durante las 24 horas, sin causar perjuicios en ninguna forma, tanto al -- pueblo de Almoloya, como a la hacienda de Ocotepec.

Del pozo profundo podemos obtener los 33.6 lt/s. - restantes durante un bombeo de 12 horas por día. De este pozo se ha extraído en su periodo de prueba hasta 40 lt/s., observándose una disminución en el espejo del agua de 40 cm., disminución que se recupera en 1 hora aproximadamente, por lo -- cual podemos contar con abastecimiento suficiente sin necesidad de recurrir a otras fuentes.

## 2.- Bombeo.

El bombeo se hará contra una altura manométrica de 100 M. sirviéndose para esto de una bomba de pozo profundo, - que no es más que una bomba centrífuga de paso múltiple, de - eje vertical.

Cálculo aplicando la fórmula.  $N_s = N \times 0.0149 \frac{\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$

$$H = \left( \frac{0.0149 \times 1750 \times \sqrt{2016}}{90} \right)^{4/3} = 31 \text{ m.}$$

$$\frac{148}{31} = 4 + \dots 5 \text{ impulsores.}$$

por lo tanto la bomba por emplear será de 5 pasos con tubería de succión y descarga de 12" aconsejable en la práctica; acoplado irá un motor que gire a razón de 1750 r.p.m. siendo la velocidad específica de los impulsores de 90 r.p.m.

## c).- Conducción.

La conducción del pozo al tanque se hará por medio

de una tubería de asbesto-cemento de 12" de diámetro unida --  
entre sí, por medio de Juntas Gibaults, que dan más flexibili-  
dad a la unión.

Respecto al acueducto, mediante una limpieza y ---  
prohibiendo conexiones a él, podemos disponer de dicho acue--  
ducto, cuyas características se enunciaron en el Capítulo I,-  
inciso (f).

d).- Regularización.

Se proyecta un tanque de almacenamiento y regulari-  
zación que con el ya construido que tiene una capacidad de --  
100 M<sup>3</sup>. nos solucione el problema de almacenamiento.

El tanque que almacena las aguas de Almoloya es su-  
ficiente para los 4 lt/s., tal como más adelante se demuestra.

Se determina a continuación la capacidad de este -  
nuevo tanque haciendo el análisis de régimen de bombeo o de -  
entradas y el de las salidas demandadas en el concepto de que  
el gasto de bombeo es de 33.6 lt/s. durante 12 horas diarias  
de bombeo.

I	II	III	IV	V	VI
6-7	1.0	16.80	60.480	120.960	60.480
7-8	1.2	20.16	72.576	120.960	108.864
8-9	1.3	21.84	78.624	120.960	151.200
9-10	1.3	21.84	78.624	120.960	193.536
10-11	1.4	23.52	84.672	120.960	229.824
11-12	1.5	25.20	90.720	120.960	260.064
12-13	1.8	30.24	108.864	120.960	272.160
13-14	1.6	26.88	96.768	120.960	296.352
14-15	1.4	23.52	84.672	120.960	332.640
15-16	1.4	23.52	84.672	120.960	368.928
16-17	1.3	21.84	78.624	120.960	411.264
17-18	1.3	21.84	78.624	120.960	453.600
18-19	1.3	21.84	78.624		374.976
19-20	1.2	20.16	72.576		302.400
20-21	1.0	16.80	60.480		241.920
21-22	0.9	13.44	48.384		193.536
22-23	0.5	8.40	30.240		163.296
23-24	0.4	6.72	24.192		139.104
24-1	0.2	3.36	12.096		127.008
1-2	0.2	3.36	12.096		114.912
2-3	0.2	3.36	12.096		102.816
3-4	0.2	3.36	12.096		90.720
4-5	0.5	8.40	30.240		60.480
5-6	1.0	16.80	60.480		0

De los datos obtenidos en la tabla anterior, resulta que es necesario un almacenamiento de 453.600 M3. como la población de Apam cuenta con uno cuya capacidad es de 100 M3., debemos construir un tanque cuya capacidad no sea menor de -- 353.600 M3.

Cálculo del tanque que recoge las aguas provenientes de Almoloya de Juárez.

I	II	III	IV	V	VI
6-7	1.0	4	14.4	14.4	0
7-8	1.2	4.8	17.28	14.4	- 2.88
8-9	1.3	5.2	18.72	14.4	- 7.20
9-10	1.3	5.2	18.72	14.4	-11.52
10-11	1.4	5.6	20.16	14.4	-17.28
11-12	1.5	0.6	21.6	14.4	-24.48
12-13	1.8	7.2	25.92	14.4	-36.00
13-14	1.6	6.4	23.04	14.4	-44.64
14-15	1.4	5.6	20.16	14.4	-50.40
15-16	1.4	5.6	20.16	14.4	-56.16
16-17	1.3	5.2	18.72	14.4	-60.48
17-18	1.3	5.2	18.72	14.4	-64.80
18-19	1.3	5.2	18.72	14.4	-69.12
19-20	1.2	4.8	17.28	14.4	-72.00
20-21	1.0	4.	14.4	14.4	-72.00
21-22	0.8	3.2	11.52	14.4	-69.12
22-23	0.5	2.0	7.20	14.4	-61.92
23-24	0.4	1.6	5.76	14.4	-53.28
24-1	0.2	0.8	0.88	14.4	-41.76
1-2	0.2	0.8	2.88	14.4	-30.24
2-3	0.2	0.8	2.88	14.4	-18.72
3-4	0.2	0.8	2.88	14.4	- 7.20
4-5	0.5	2.0	7.20	14.4	0
5-6	1.0	4	14.4	14.4	0

En donde se desprende que la capacidad del tanque de Almoloya debe de tener cuando menos 72 M<sup>3</sup>., se cuenta con uno cuya capacidad es de 74 M<sup>3</sup>. por lo tanto no necesitamos emplear dicho tanque.

En los cuadros anteriores el significado de las columnas es el siguiente:

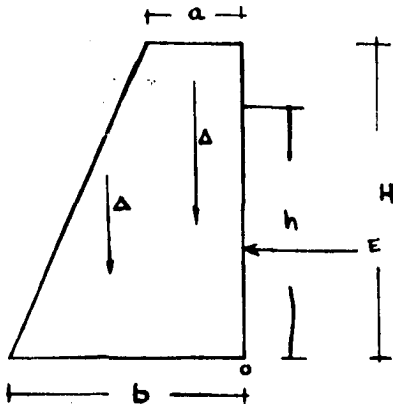
- I.- Horas.
- II.- Coeficiente de variación horaria.
- III.- Gastos en litros por segundo, según la variación horaria.
- IV.- Litros por hora demandados en M<sup>3</sup>.

V.- Entradas al tanque en M<sup>3</sup>. cada hora.

VI.- Variación en el tanque.

1.- Estudio de las dimensiones de los tanques de almacenamiento.

Muros perimetrales.- Se harán de sección trapezoidal como se indica en la figura:



Si llamamos:

$\Delta$  peso volumétrico de la mampostería.

W peso volumétrico del agua.

H altura del muro.

h altura de la base hasta el límite del agua sea igual a  $0,8 H = m H$ .

a base superior.

b base inferior.

$$E = \frac{Wh^2}{2} = \frac{W \times m^2 \times H^2}{2} \dots\dots (1)$$

Tomando momentos estáticos con respecto al punto O de todas las fuerzas, obtenemos la siguiente ecuación:



$$\frac{b-a}{2} \times H \times \Delta \times (a + \frac{b-a}{3}) + \Delta a H \frac{a}{2} + \frac{\epsilon m H}{3} = \frac{a+b}{2} \times H \times \frac{2}{3} b \Delta$$

multiplicando por 6 y dividiendo entre:  $\Delta H$

$$3(b-a)(a+\frac{b-a}{3}) + 3a^2 + 2 \frac{\epsilon m}{\Delta} = 2b(a+b)$$

$$(b-a)(2a+b) + 3a^2 + 2 \frac{\epsilon m}{\Delta} = 2b(a+b)$$

$$b^2 + ab - (a^2 + 2 \frac{\epsilon m}{\Delta}) = 0$$

que es una ecuación de 2º grado:

$$b = \frac{-a^2 \pm \sqrt{a^2 + 4(a^2 + 2 \frac{\epsilon m}{\Delta})}}{2}$$

$$b = \frac{-a \pm \sqrt{5a^2 + \frac{8 \epsilon m}{\Delta}}}{2}$$

si  $a = 0$

$$\text{entonces } b = \frac{\pm \sqrt{\frac{8 \epsilon m}{\Delta}}}{2} = \sqrt{\frac{2 \epsilon m}{\Delta}}$$

substituyendo en esta fórmula el valor de  $\epsilon$ , encontrando en la ecuación número 1, nos queda:

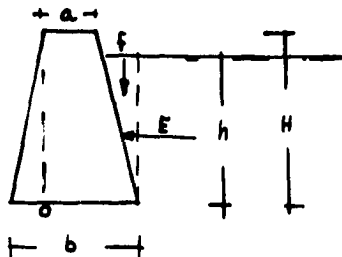
$$b = \sqrt{\frac{2 W m^2 H^2 m}{2 \Delta}} = m H \sqrt{\frac{W m}{\Delta}}$$

$$\text{si } K_1 = m \sqrt{\frac{W m}{\Delta}}$$

$$\text{entonces } b = K_1 H.$$

que nos dá el valor de la base del muro en función de su altura.

Muros interiores.- Se calcularán para el caso más desfavorable o sea cuando una cámara esté vacía y la otra llena. Estos muros se consideran de forma trapecial.



$$h = m H$$

$$P = \frac{a+b}{2} H$$

$$f = \frac{b-a}{2} m \frac{h}{2} W$$

$$E = \frac{Wh^2}{2}$$

Tomando momentos con respecto al punto O nos queda:

$$P \frac{b}{6} + f \left( \frac{2}{3} b - \frac{b-a}{6} m \right) - E \frac{b}{3} = 0$$

substituyendo en esta ecuación, los valores deducidos con anterioridad obtenemos:

$$\frac{a+b}{2} H \cdot \Delta \frac{b}{6} + \frac{b-a}{2} \frac{mh}{2} W \left( \frac{4b-bm+am}{6} \right) - E \frac{h}{3} = 0$$

$$\frac{1}{12} (a+b) H \cdot \Delta b + \frac{1}{4} (b-a) m \cdot h \cdot W \left( \frac{4-mb}{6} + \frac{am}{6} \right) - E \frac{h}{3} = 0$$

dividiendo entre H y multiplicando por 12 dá:

$$(a+b) \frac{b+12}{24} (b-a) m \frac{h}{H} W [(4-m)b+am] - 4 m E = 0$$

desarrollando:

$$a \Delta b + \Delta b^2 + \left( \frac{m^2 W b}{2} - \frac{m^2 W a}{2} \right) (4b - mb + am) - 4m E = 0$$

$$a \Delta b + \Delta b^2 + 2m^2 W b^2 - \frac{m^3 W b^2}{2} + \frac{m^3 W a b}{2} - 2 m^2 W a b +$$

$$+ \frac{m^3 W a b}{2} - \frac{m^3 W a^2}{2} - 4 m E = 0$$

$$2a \Delta b + 2 \Delta b^2 + 4m^2 W b^2 - m^3 W b^2 + 3m^3 W a b - 4m^2 W a b +$$

$$+ m^3 W a b - m^3 W a^2 - 8m E = 0$$

$$b^2 (2\Delta + 4m^2 W - m^3 W) + ab(2\Delta - 4m^2 W + 2m^3 W) -$$

$$- (m^3 W a^2 + 8m E) = 0$$

Si

$$2\Delta + 4m^2 W - m^3 W = \alpha$$

$$2\Delta - 4m^2 W + 2m^3 W = \beta$$

Entonces:

$$b^2 \alpha + ab \rho - (m^3 W a^2 + 8 E m) = 0$$

$$b = \frac{-a \rho \pm \sqrt{a^2 \rho^2 + 4 \alpha (m^3 W a^2 + 8 E m)}}{2 \alpha}$$

haciendo  $a = 0$  nos queda:

$$b = \pm \frac{\sqrt{32 \alpha E m}}{2 \alpha} = \frac{\sqrt{8 \alpha E m}}{\alpha}$$

$$b = \frac{\sqrt{8 \alpha \frac{W m^2 H^2}{2}}}{\alpha} m$$

$$b = 2mH \sqrt{\frac{Wm}{\alpha}}$$

$$\text{si } K_2 = 2m \sqrt{\frac{Wm}{\alpha}}$$

entonces:

$$b = K_2 H$$

valor de la base en función de la altura.

si:

$$\Delta = 2400 \text{ Kg/m}^3.$$

$$W = 1000 \text{ Kg/m}^3.$$

$$M = 0.8$$

obtenemos los valores para  $K_1$  y  $K_2$

$$K_1 = m \sqrt{\frac{Wm}{\Delta}} = 0.8 \sqrt{\frac{1000 \times 0.8}{2400}}$$

$$K_1 = 0.462$$

$$\text{si } \Delta = 1,800 \text{ Kg/m}^3$$

entonces:

$$K_1 = 0.528$$

$$K_2 = 2m \sqrt{\frac{Wm}{2 \Delta + 4m^2 W - m^3 W}}$$

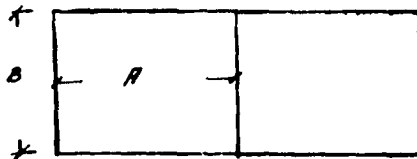
$$K_2 = 1.6 \sqrt{\frac{800}{4800 + \frac{1}{4} \times 0.64 \times 1000 - 0.512 \times 1000}}$$

$$K_2 = 0.544$$

$$\text{Si } \Delta = 1800$$

$$K_2 = 0.602$$

2.- Dimensiones económicas de un tanque de --  
dos cámaras.



Las dimensiones A y B corresponden a una sección a la mitad del tirante de agua, con el fin de no tener error debido a la inclinación de la cara del muro interior.

Hagámos:

A, B - dimensiones en planta e interiores del tanque en metros.

C - Capacidad del tanque en M<sup>3</sup>.

h - Tirante del agua en metros, igual a mH.

H - Altura del tanque en metros.

$$C = 2 ABh = 2 ABmH$$

$$A = \frac{C}{2 B Hm}$$

La relación de la sección del muro interior a la sección del muro perimetral, es igual a la relación de sus K respectivas, es decir:

$$\frac{K_2}{K_1} = 1.18$$

Si  $\Delta = 1800 \text{ Kg/m}^3$ .

$$\frac{K_2}{K_1} = 1.14$$

Si llamamos S a la sección del muro perimetral y V al volumen de mampostería, tenemos:

$$V = S (4A + 2B + 1.18B)$$

$$V = S (4A + 3.18B)$$

substituyendo el valor de A

$$V = S \left( \frac{2C}{B^2 mH} + 3.18B \right)$$

derivando respecto a B e igualando a cero, obtenemos:

$$\frac{dV}{dB} = \frac{2C mH}{B^2 H^2 m^2} + 3.18 = 0$$

multiplicando por  $B^2 mH$

$$- 2C + 3.18 B^2 mH = 0$$

$$B = \sqrt{\frac{2C}{3.18 mH}} = \sqrt{\frac{0.6289 C}{mH}}$$

$$B = 0.793 \sqrt{\frac{C}{mH}}$$

y como  $A = \frac{C}{2B mH}$

substituyendo el valor de B, queda:

$$A = \frac{C}{2 \times 0.793 \sqrt{\frac{C}{mH}} mH} = 0.631 \sqrt{\frac{C}{mH}}$$

siendo la relación de los lados de:

$$\frac{B}{A} = \frac{0.793 \sqrt{\frac{C}{mH}}}{0.631 \sqrt{\frac{C}{mH}}} = \frac{0.793}{0.631} = 1.257$$

$$B = 1.257 A$$

Relación que debe existir entre los lados del tanque para tener un volumen mínimo de mampostería.

Es necesario conocer también la relación que debe existir entre la altura del tanque y el volumen mínimo de mampostería.

Volumen de mampostería

$$V = \frac{a + b}{2} H (4A + 2B + 1.18B)$$

poniendo la ecuación en función de A nos queda:

$$V = \frac{a + b}{2} H (4A + 2.314 A + 1.483 A)$$

$$V = 3.89 HA (a + b) \dots (1)$$

pero como  $C = 2 AB Hm$

$$C = 2.514 A^2 Hm$$

obtenemos

$$A = \sqrt{\frac{C}{2.514 Hm}}$$

substituyendo este valor en la ecuación número 1, obtenemos:

$$V = 3.89 H \sqrt{\frac{C}{2.514 Hm}} (a + b)$$

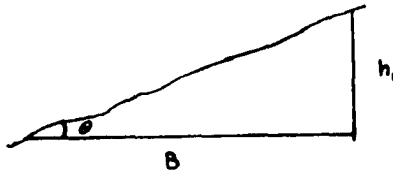
$$V = 2.45 H (a + b) \sqrt{\frac{C}{Hm}}$$

$$V = 2.45 H^{1/2} (a + b) \sqrt{\frac{C}{m}}$$

Expresión que nos da el volumen de mampostería, en función de la altura del tanque.

Como para la construcción del tanque es necesaria la excavación, vamos a encontrar a continuación la ecuación que nos liga las dimensiones del tanque con el volumen de la

excavación.



$$V = \frac{1}{2} B h_1 \quad 2A$$

en la cual  $h_1$  es la altura o profundidad de la excavación.

Si  $\theta$  es el ángulo que forma el terreno con la horizontal tenemos:

$$h_1 = B \tan \theta$$

$$V = B \cdot B \cdot A \cdot \tan \theta$$

$$V = A B^2 \tan \theta$$

como  $B = 1.257 A$

entonces tenemos:

$$V = A \cdot 1.58 A^2 \tan^2 \theta$$

$$V = 1.58 A^3 \tan \theta$$

Ahora bien, si:

$\alpha$  = costo M3 de mampostería.

$\beta$  = costo M2 de concreto losa piso, techo

$\xi$  = M3 de excavación.

$T$  = costo total.

tenemos:

Superficie de la losa:

$$S_1 = 2 AB = 2 A \cdot 1.257 A = 2.51 A^2$$

$$T = 2,45 H^{1/2} (a + K_1 H) \sqrt{\frac{C}{m}} + 2.51 A^2 \beta$$

$$+ 1.58 A^3 \tan \theta \cdot \xi$$

Vamos a poner la ecuación anterior en función de H y C.

$$A = \sqrt{\frac{C}{2.514 H m}}$$

$$T = 2.45 H^{1/2} (a + K_1 H) H^{1/2} \sqrt{\frac{C}{M}} \alpha + \frac{2.514 C}{2.514 H} \frac{\beta}{M} + 1.58 \left( \frac{C}{2.514 H m} \right)^{3/4} \tan \theta \cdot \epsilon$$

$$T = 2.45 (a + K_1 H) H^{1/2} \sqrt{\frac{C}{M}} \alpha + \frac{\beta}{H m} + 0.3964 \left( \frac{C}{m H} \right)^{3/2} \tan \theta \cdot \epsilon$$

$$\frac{dT}{dH} = 2.45 \sqrt{\frac{C}{m}} \left( \frac{1}{2} a H^{-1/2} + \frac{3}{2} K_1 H^{1/2} \right) \alpha - \frac{C}{m H^2} \beta + 0.3964 \tan \theta \frac{C^{3/2}}{m^{3/2}} \left( -\frac{3}{2} \frac{H^{1/2}}{H^3} \right) \epsilon = 0$$

efectuando las operaciones, dividiendo entre  $\sqrt{C}$  y substituyendo el valor de  $m$  por 0.8 obtenemos finalmente:

---


$$1.37 a H^{-1/2} \alpha + 4.11 K_1 H^{1/2} \alpha - 1.25 \frac{\sqrt{C}}{H^2} \beta - 0.83 \tan \theta \frac{C}{H^{5/2}} = 0$$


---

Que es la ecuación que nos liga la altura H económica de los muros.

En nuestro caso tenemos:

$$a = 0.30 \text{ m.}$$

$$\alpha = \$ 65.00 \text{ m}^3.$$

$$\beta = \$125.00 \text{ M}^3.$$

$$\epsilon = \$ 6.00 \text{ M}^3.$$

$$\tan \theta = 0.25$$



Substituyendo estos valores en la ecuación, tenemos:

$$26.72 H^{-1/2} + 123.50 H^{1/2} - 156.25 \frac{\sqrt{C}}{H^2} + 1.24 \frac{C}{H^{5/2}} = 0$$

Ecuación I.

Fórmula que utilizaremos para determinar las dimensiones económicas del tanque.

### 3.- Cálculos estructurales.

Determinación de las dimensiones económicas del tanque de almacenamiento.

Como hemos asentado anteriormente, el tanque será para almacenar 353.6 M3. pero para nuestros cálculos supondremos un almacenamiento de 360 M3.

Para la resolución de la ecuación I, la resolveremos por tanteos dando a C el valor de 360 M3. y haciendo variar el valor de H hasta que este se satisfaga.

$$C = 360 \text{ M}^3; H = 3.60; m = 0.8$$

Entonces:

$$A = \frac{C}{2 B H m} = \frac{360}{2 \times B \times 3.6 \times 0.8} = \frac{62.7}{B}$$

$$AB = 62.7$$

$$\text{pero } B = 1.257 A$$

$$1.257A^2 = 62.7$$

$$A = 7.08 \text{ M.}$$

$$B = 7.08 \times 1.257 = 8.85 \text{ M.}$$

Se van a adoptar las siguientes dimensiones definitivas.

$$C = 360 \text{ M}^3; H = 3.60 \text{ M}; \mu = 0.8$$

$$A = 7.00 \text{ M}; B = 9.00 \text{ M}$$

Diseño Estructural.

Muro Perimetral.

Aplicando la fórmula:

$$b = \frac{-a \pm \sqrt{5a^2 + \frac{8.3m}{\Delta}}}{2}$$

$$E = \frac{W \mu^2 H^2}{2}$$

$$H = 3.60$$

$$a = 0.30$$

$$\mu = 0.8$$

$$\Delta = 1800 \text{ Kg/M}^3.$$

$$E = \frac{1000 \times 0.64 \times 13.96}{2} = 4460$$

$$b = \frac{-0.30 + \sqrt{5 \times 0.09 + \frac{8 \times 4460 \times 0.8}{1800}}}{2}$$

$$b = \frac{-0.30 + \sqrt{16.30}}{2} = 1.87 \text{ M.}$$

$$B = 1.87 \text{ M}$$

Muro Intermedio.

$$b = \frac{-a\beta \pm \sqrt{a^2 \beta^2 + 4\alpha(m^3 W a^2 + 8.3m)}}{2}$$

en donde:

$$\alpha = 2 \Delta + 4m^2W - m^3W$$

$$\beta = 2 \Delta - 4m^2W + 2m^3W$$

substituyendo los valores antes aceptados.

$$\alpha = 2 \times 1,800 + 4 \times 0.8^2 \times 1000 - 0.8^3 \times 1000 = 5,648$$

$$\beta = 2 \times 1,800 - 4 \times 0.8^2 \times 1000 + 2 \times 0.8^3 \times 1000 = 2,064$$

substituyendo estos valores en la fórmula que nos da el valor de b, tenemos:

$$b = \frac{-0.30 \times 2,064 + \sqrt{383,408 + 645,905,280}}{11,296}$$

$$b = \frac{-619.20 + \sqrt{646,288,688}}{11,296}$$

$$b = \frac{-619.20 + 25,432.50}{11,296}$$

$$b = \frac{24,813}{11,296} = 2.20$$

---

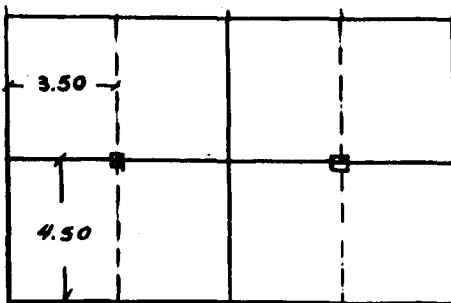
$$b = 2.20 \text{ M.}$$

---

Losa del techo.

Paraproyectar la losa, he considerado que el claro mayor no resulte de más de 5 M. y para lograrlo he usado columnas, las que reciben las trabes que soportan el techo.

Queda la distribución en la siguiente forma:



Se ha dividido tanto el claro menor como el claro mayor de cada cámara en dos partes iguales, utilizando para ello dos columnas, con las trabes necesarias que van apoyadas en las columnas y en los muros.

Carga que soporta la losa.

Peso propio de la losa..  $0.10 \times 2500 = 250 \text{ Kg/M2.}$

Peso del terrado .....  $0.10 \times 1400 = 140 \text{ Kg/M2.}$

Peso del enladrillado...  $0.05 \times 1800 = 90 \text{ Kg/M2.}$

Carga viva .....  $100 \text{ Kg/M2.}$

$T=580 \text{ Kg/M2.}$

Las losas que se forman con la distribución dada, son de dos tipos.

Continuas por 2 y 3 lados unicamente.

Para el cálculo de los momentos flexionantes, voy a utilizar los coeficientes propuestos por el Joint Committee, el cual da ciertos valores que dependen de la relación del claro corto al largo.

Constantes para el concreto.

$f_t = 140 \text{ Kg/cm}^2$ ;  $f_c = 63 \text{ Kg/cm}^2$

para el acero  $f_s = 1265 \text{ Kg/cm}^2$

con un concreto de esta clase, las constantes del cálculo varían.

$n = 15$ ;  $K = 0.4157$ ;  $j = 0.8614$ ;  $K = 10.7425$

$M = \frac{\text{claro corto}}{\text{claro largo}} = \frac{3.50}{4.50} = 0.778$

$m = 0.8$

sea:

$l =$  longitud del claro corto  $= 3.50$  M.

$p =$  carga unitaria  $= 580$  Kg/M<sup>2</sup>.

$$pl^2 = 580 \times 3.50^2 = 7,110$$

En la determinación del peralte de la losa el cual es uniforme en toda ella, para facilitar su construcción, voy a tomar el valor máximo que resulta para el momento, el cual se obtiene en las losas de dos lados discontinuas; el valor del coeficiente para este caso es de:

$$C = 0.064$$

obteniéndose para el momento flexionante un valor de:

$$M_f = 0.064 \times 7,110 = 455.04 \text{ Kg. M.}$$

$$d = \sqrt{\frac{M}{K b}} = \sqrt{\frac{455.04}{10.74 \times 1}} = 6.5 \text{ cm.}$$

recubrimiento 2 cm. Espesor de la losa por momento flexionante 8.5 cm.

Espeor mínimo de la losa dado por la especificación.

$$t = \left[ 1 + \frac{1}{m} - \frac{N}{10} \right] \left[ \frac{1}{72} \right] \sqrt[3]{\frac{176}{ft}}$$

en donde:

$t =$  espesor mínimo de la losa en cm.

$l =$  claro corto de la losa en cm.

$m = 0.8$

$N =$  longitud en centímetros del perimetro de la losa que es continua.

$$t = \left[ 350 + \frac{350}{0.8} - \frac{1600}{10} \right] \frac{1}{72} \sqrt[3]{\frac{176}{140}}$$

$$t = 9.42$$

por lo cual el refuerzo se proporcionará para un peralte mínimo de 10 cm.

Con los valores:

$$m = 0.8$$

$$pl^2 = 7,110$$

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

se procede al cálculo de las losas.

Losa continua por tres lados.

	Claro corto	Claro largo.
momento negativo 1 (lado continuo) C = 0.054	384 Kg-m.	292 Kg-m. (C = 0.041)
momento negativo 2 (lado discontinuo) C = 0.027	192 Kg-m.	150 Kg-m. (C = 0.021)
momento positivo 3 C = 0.059	278 Kg-m.	220 Kg-m. (C = 0.031)
As <sub>1</sub>	3.5 cm <sup>2</sup> . 3/8" @ 20 cm.	2.66 cm <sup>2</sup> 3/8" @ 26 cm.
As <sub>2</sub>	1.76 cm <sup>2</sup> . 3/8" @ 30 "	1.37 cm <sup>2</sup> . 3/8" @ 30 cm.
As <sub>3</sub>	2.52 cm <sup>2</sup> . 3/8" @ 28 "	2.03 cm <sup>2</sup> . 3/8" @ 30 cm.

Losa continua por dos lados.

	Claro corto	Claro largo.
momento negativo 1 (lado continuo) C = 0.064	455 Kg-m.	348 Kg-m. C = 0.049
momento negativo 2 (lado discontinuo) C = 0.032	226 Kg-m.	178 Kg-m. C = 0.025
momento positivo 3 C = 0.048	340 Kg-m.	264 Kg-m. C = 0.037
As <sub>1</sub>	4.13 cm <sup>2</sup> . 3/8" @ 17 cm.	3.20 cm <sup>2</sup> . 3/8" @ 22 cm.
As <sub>2</sub>	2.07 cm <sup>2</sup> . 3/8" @ 30 cm.	1.63 cm <sup>2</sup> 3/8" @ 30 cm.
As <sub>3</sub>	3.10 cm <sup>2</sup> . 3/8" @ 23 cm.	2.42 cm <sup>2</sup> . 3/8" @ 30 cm.

Concluyó la siguiente tabla.

Tipo Peralte	R E F U E R Z O .			
	corto 2/4 int.	1/4 exterior	largo 2/4 int.	1/4 ext.
1 10 cm.	3/8" @ 17	3/8" @ 23	3/8" @ 22	3/8" @ 30

El armado de las losas se hará con varilla corrugada de  $\phi$  3/8" alternando una recta y una doblada a los quintos del claro.

Cálculo de las trabes.

Claro largo.

Determinación de la carga:

$$2 \times \frac{4.50 + 1.00}{2} \times 1.75 \times 580 = 5,580 \text{ Kg.}$$

$$\frac{5580}{4.50} = 1238.00 \text{ Kg/m.}$$

peso propio de la trabe supuesto:

$$0.40 \times 0.20 \times 1.00 \times 2,400 = 192 \text{ Kg/m.}$$

$$\text{Carga total} = 1,430 \text{ Kg/m.}$$

Cálculo de los momentos.

$$M_1 = \frac{9}{128} \quad Wl^2 = \frac{9}{128} \times 1430 \times 4.5^2 = 2,030 \text{ Kg - m.}$$

$$M_2 = \frac{16}{128} \quad Wl^2 = \frac{16}{128} \times 1430 \times 4.5^2 = 3,610 \text{ Kg @ m.}$$

Para el diseño de la pieza se utiliza aquel momento que tenga mayor valor absoluto.

Sean:

$$r_b = 140 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$r_c = 63 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$r_s = 1265 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$n = 15$$

$$k = 0.4157$$

$$j = 0.8614$$

$$K = 10.7425$$

$$m = 0.8$$

$$M = Kbd^2$$

$$bd^2 = \frac{M}{K} = \frac{361000}{10.74} = 33700 \text{ cm}^3$$

$$\text{si } b = 25 \text{ cm.}$$

$$d^2 = \frac{33700}{25} = 1340 \text{ cm}^2.$$

$$d = 36.5 \text{ cm.}$$

$$h = 40 \text{ cm.}$$

las dimensiones de la trabe de claro largo quedan de:

$$b = 25 \text{ cm.}; \quad d = 36.5 \text{ cm.}; \quad h = 40 \text{ cm.}$$

Areas de acero.

$$As_1 = \frac{M_1}{f_s \times j \times d} = \frac{203000}{1265 \times 0.8614 \times 36.5} = 5.1 \text{ cm}^2.$$

equivalentes a  $3\phi 1/2''$  más  $2\phi 3/8''$  o  $4\phi 1/2''$ .

$$As_2 = \frac{M_2}{f_s \times j \times d} = \frac{361000}{1265 \times 0.8614 \times 36.5} = 9.1 \text{ cm}^2.$$

equivalentes a  $5\phi 5/8''$  o  $3\phi 5/8''$  más  $2\phi 1/2''$  más  $2\phi 3/8''$   
ancho minimo de colocación.

$$b_c = 5.08 (\gamma + c) + 2.54 (2.5 N - 1.5) D$$

$$b_c = 5.08 (0.75 + 0.25) + 2.54 (2.5 \times 5 - 1.5) \frac{5}{8}$$

$b_c = 22.58 \text{ cm.}$  por lo tanto quedan alojadas en el ancho  
propuesto de 25 cm.

El armado de la trabe se hará de la siguiente mane  
ra.

2 Varillas bajas corridas de  $1/2''$ , 3 varillas altas  
corridas de  $5/8''$  más 2 varillas de  $1/2''$  que se doblan a los -  
quintos del claro y 2 bastones de  $3/8''$ .



Cálculo de los estribos.

acepto que  $v_c = 0.02 f'_c = 2.8 \text{ Kg/cm}^2$

$$v = \frac{V}{b_j d}$$

$$V_E = \frac{3}{8} w_l = \frac{3}{8} \times 1430 \times 4.5 = 2420 \text{ Kg.}$$

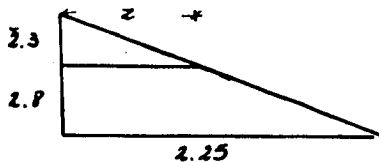
$$V_I = \frac{5}{8} w_l = \frac{5}{8} \times 1430 \times 4.5 = 4020 \text{ Kg.}$$

$$b = 0.25 \text{ M.}$$

$$j = 0.8614$$

$$d = 0.365 \text{ M.}$$

$$v = \frac{4020}{25 \times 0.8614 \times 36.5} = 5.1 \text{ Kg/cm}^2$$



$$v' = 5.1 - 2.8 = 2.3 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$z = \frac{v' \times \frac{1}{2}}{v} = \frac{2.3 \times 225}{5.1} = 100 \text{ cm.}$$

$$T = \frac{v' b z}{2} = \frac{2.3 \times 25 \times 100}{2} = 2870 \text{ Kg.}$$

Estribos  $\emptyset 1/4''$  siendo por especificación:

$$f_v = 1.125 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$A_v \times f_v = 2 \times 0.32 \times 1125 = 720 \text{ Kg.}$$

$$N = \frac{T}{A_v f_v} = \frac{2870}{720} = 4$$

se colocarán a 6 cm., 20.5 cm. 38.5 cm. 67 cm. 100 cm. del apo  
to y @ 35 cm.

nos que  $b = 20$  cm;  $d = 30$  cm;  $h = 35$  cm.

$$As_1 = \frac{N_1}{f_s j d} = \frac{104000}{1265 \times 0.8614 \times 30} = 3.2 \text{ cm}^2.$$

equivalente a 2  $\emptyset$  1/2" más 2  $\emptyset$  3/8"

$$As_2 = \frac{N_2}{f_s j d} = \frac{186000}{1265 \times 0.8614 \times 30} = 5.7 \text{ cm}^2.$$

equivalente a 2  $\emptyset$  3/8" más 4  $\emptyset$  1/2"

Armado:

2 varillas corridas bajas de 1/2"; 2 varillas altas corridas de 1/2" más 2 bastones de 1/2" más dos varillas de 3/8" que se doblan a los quintos del claro.

Cálculo de los estribos.

$$V_c = 0.02 f'_c = 2.8 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$v = \frac{V}{b j d}$$

$$V_E = \frac{3}{8} w.l. = \frac{3}{8} 1212 \times 3.50 = 1590 \text{ Kg.}$$

$$V_I = \frac{5}{8} w.l. = \frac{5}{8} 1212 \times 3.50 = 2640 \text{ Kg.}$$

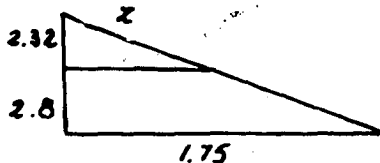
$$V_I = 2640 \text{ Kg.}$$

$$b = 20 \text{ cm.}$$

$$j = 0.8614$$

$$d = 30 \text{ cm.}$$

$$v = \frac{2640}{20 \times 0.8614 \times 30} = 5.12 \text{ Kg/cm}^2.$$



Estribos en el extremo.

Se colocarán simétricos al anterior.

Trabe de corto claro.

Determinación de la carga.

$$2 \times \frac{3.50 \times 1.75}{2} \times 580 = 3,560 \text{ Kg.}$$

$$\frac{3560}{3.50} = 1020 \text{ Kg/m.}$$

peso propio

$$0.40 \times 0.20 \times 1.00 \times 2400 = 192 \text{ Kg/m.}$$

carga total 1212 Kg/m.

$$M_1 = \frac{9}{128} \times 1212 \times 3.5^2 = 1040 \text{ Kg-m.}$$

$$M_2 = \frac{16}{128} \times 1212 \times 3.5^2 = 1860 \text{ Kg-m.}$$

$$r_b = 140 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$r_c = 63 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$r_m = 1265 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$n = 15$$

$$k = 0.4157$$

$$j = 0.8614$$

$$K = 10.7425$$

$$m = 0.8$$

$$M = Kbd^2$$

$$bd^2 = \frac{M}{K} = \frac{186000}{10.7425} = 17,400 \text{ cm}^3.$$

si  $b = 20 \text{ cm.}$

$$d = \sqrt{\frac{17400}{20}} = 30 \text{ cm.}$$

$$h = 35 \text{ cm.}$$

$$v' = 5.12 - 2.80 = 2.32 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$z = \frac{v' \times \frac{1}{2}}{v} = \frac{2.32 \times 1.75}{5.12} = 79 \text{ cm.}$$

$$T = \frac{v' b z}{2} = \frac{2.32 \times 20 \times 79}{2} = 1830 \text{ Kg.}$$

Estribos  $\phi$  1/4".

$$fv = 1,125 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$Av fv = 2 \times 0.32 \times 1125 = 720 \text{ Kg.}$$

$$N = \frac{T}{Av fv} = \frac{1830}{720} = 2.5 \hat{=} 3$$

Se pondrán a 7 cm.; 23 cm.; 49 cm.; 79 cm.; del -- apoyo y @ 25 cm. c.a.c. Tanto en el interior como en el exterior.

Columnas.

Determinación de la carga.

$$w = 2 \times 4020 + 2 \times 2640 = 13,320 \text{ Kg.}$$

supongamos la columna de 0.25 x 0.25

entonces:

$$Pc = 0.25 \times 0.25 \times 3.60 \times 2,400 = 539 \text{ Kg.}$$

$$Pt = 13,320 + 539 = 13,859 \text{ Kg.}$$

Relación de esbeltez.

$$r = \frac{3.60}{.25} = 14.3$$

por lo tanto se trata de una columna tipo larga.

Para el cálculo de dicha clase de columnas, dan las especificaciones:

$$P' = P (1.3 - 0.03 \frac{h}{b})$$

Además de la columna va a ser de estribos, por lo que soporta menos carga que una columna en hélice, por lo tanto afectamos la fórmula anterior por un coeficiente cuyo valor es 0.80 y finalmente nos queda:

$$P = 0.18 f_c^i Ag + 0.80 Asfs.$$

en donde:

P = carga axial de trabajo de la columna.

$f_c^i$  = fatiga de ruptura del concreto, a los 28 días = 140 Kg/cm<sup>2</sup>

Ag = área total de la sección transversal = 625 cm<sup>2</sup>.

As = área total del refuerzo vertical = 625 x p; p = 0.008

fs = 1.125 Kg/cm<sup>2</sup>.

$$P = 0.18 \times 140 \times 625 + 0.8 \times 0.008 \times 625 \times 1,125$$

$$P = 15,750 + 4,500 = 20,250 \text{ Kg.}$$

La capacidad de la columna larga es:

$$P' = 20,250 (1.3 - 0.03 \times 14.3)$$

$$P' = 17,637 \text{ Kg.}$$

por lo tanto la columna será de:

25 cm. x 25 cm.

$$As = 0.008 \times 625 = 5 \text{ cm}^2.$$

$$As = 6 \text{ } \phi \text{ } 1/2''$$

con estribos de  $\phi$  1/4" @ 25 cm.

Cálculo de las zapatas.

$$P = 13,859 \text{ Kg.}$$

$$w = 1 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$f_c^i = 140 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$a = 25 \text{ cm.}$$

$$fs = 1265 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$n = 15$$

$$\Delta = 2400 \text{ Kg/m}^3.$$

$$k = 0.4157$$

$$j = 0.8614$$

$$K = 10.7425$$

Cálculo de la reacción neta del terreno (r).

Supongamos un peralte de  $h = 15$  cm.

$$r = 1 - 0.0024 \times 15 = 0.964$$

Dimensiones de la zapata.

$$A = \frac{P}{r} = \frac{13859}{0.964} = 14,400 \text{ cm}^2.$$

$$b = \sqrt{14,400} = 120 \text{ cm.}$$

Peralte por momento flexionante.

$$M = \frac{rc^2}{2} = \frac{9640 \times 0.475^2}{2} = 1080 \text{ Kg. m.}$$

$$d = \sqrt{\frac{M}{K \cdot b}} = \sqrt{\frac{108000}{10.7425 \times 120}}$$

$$d = 9.15 \text{ cm.}$$

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

Peralte por esfuerzo cortante.

$$\text{relación } \frac{V_c}{w} = 2.8$$

$$A = 14,400 \text{ cm}^2.$$

$$a = 25$$

aplicando la fórmula

$$d = \frac{1.75 \frac{V}{w} + 2}{7 \frac{V}{w} + 4} a + \sqrt{\left[ \frac{1.75 \frac{V}{w} + 2}{7 \frac{V}{w} + 4} \right]^2 + \frac{A - a^2}{7 \frac{V}{w} + 4}}$$

substituyendo

$$d = \frac{1.75 \times 2.8 + 2}{7 \times 2.8 + 4} \times 25 + \sqrt{\left[ \frac{1.75 \times 2.8 + 2}{7 \times 2.8 + 4} \times 25 \right]^2 + \frac{14400 - 625}{7 \times 2.8 + 4}}$$

$$d = 17.7 \text{ cm.}$$

Peralte por refuerzo máximo.

La separación mínima a la cual conviene poner la varilla es de 10 cm. c.a.c. para no elevar mucho su costo de colocación; como por otra parte se debe procurar usar la varilla al mayor esfuerzo posible, no es económico usar diámetros grandes sino el menor disponible. Se usarán aquí varillas de  $\phi$  3/8" que den un área por metro de 7.1 cm<sup>2</sup>.

La fatiga máxima a la cual puede hacerse trabajar la varilla de 3/8" para que no patine en el cantiliver es:

$$f_s = \frac{2 \times l \times u}{D}$$

$$f_s = \frac{2 \times 5.25 \times 47.5}{0.95} = 525 \text{ Kg/cm}^2.$$

ya que  $u = 0.0375$   $ft = 5.25$

para esta fatiga de  $f_s$  y  $f_c = 63 \text{ Kg/cm}^2$ .

las constantes son ( $n = 15$ ).

$$k = 0.645$$

$$j = 0.785$$

$$K = 15.9$$

la reacción neta en la base del cimiento, suponiendo a este un peso propio de 2400 Kg. es:

$$r = 1.0 - \frac{2400}{120 \times 120} = 0.834$$

El momento flexionante vale:

$$M = 0.85 \times 0.834 \times \frac{100 \times 47.5}{2} = 166,000 \text{ Kg. cm.}$$

$$d = \frac{M}{A_s f_s j}$$

$$d = \frac{166,000}{7.1 \times 525 \times 0.785} = 57 \text{ cm.}$$

El peralte en este caso está gobernado por la cantidad máxima de refuerzo que se puede poner:  $\therefore$   $h = 60$  cm. y  $A_s =$  varillas  $3/8'' \phi$  a 10 cm. c.a.c. en los dos sentidos.

Losa del fondo:

El espesor de la losa del fondo será de 20 cm., armándose por especificación únicamente por refuerzo debido a la temperatura.

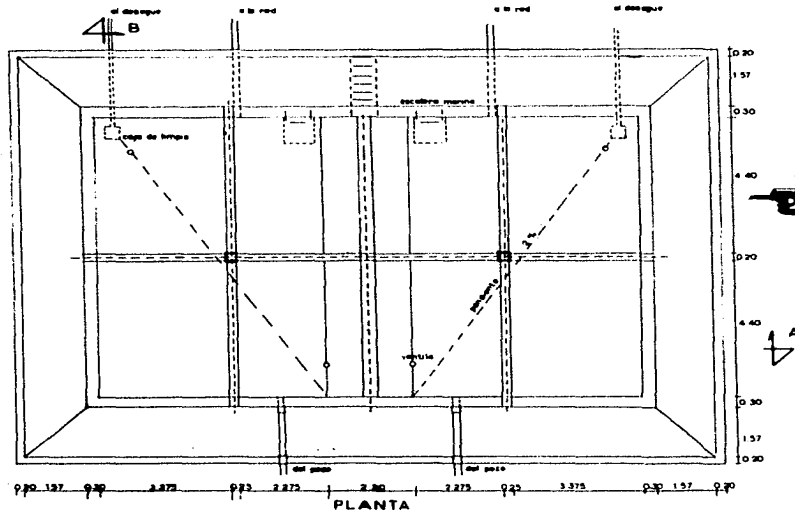
$$A_{st} = 0.002 \times b \times h = 0.002 \times 100 \times 20 = 4 \text{ cm}^2. \text{ o sea}$$

$\phi$   $3/8'' @ 18$  cm. c.a.c. en ambos sentidos, debiéndose colocar en la parte superior.

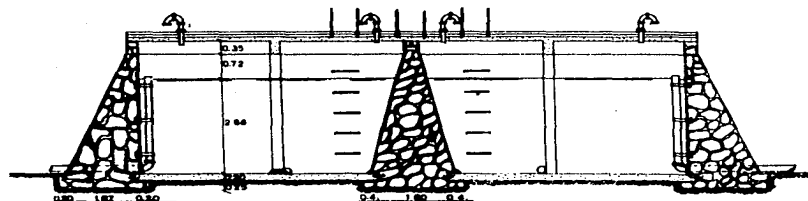
(Plano No. 2)



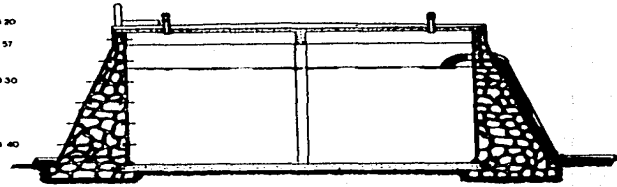
4 →



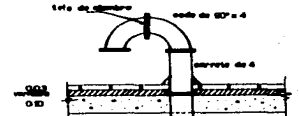
↕ B



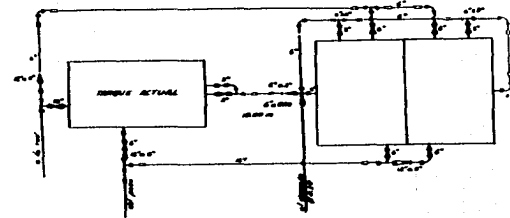
ELEVACION SEGUN A-A

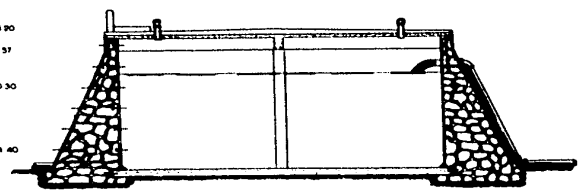
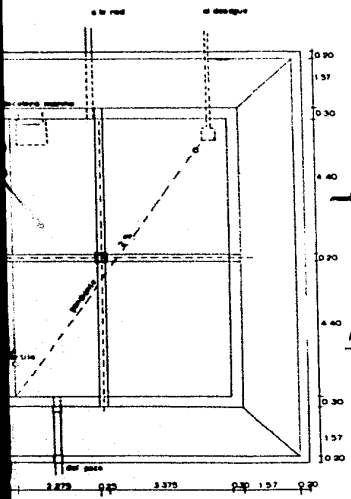


ELEVACION SEGUN B-B

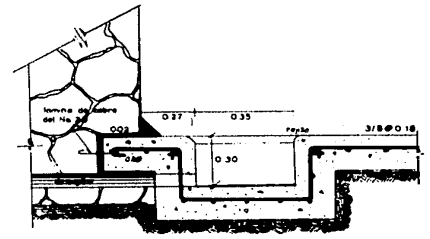


DETALLE DE LA VENTANA

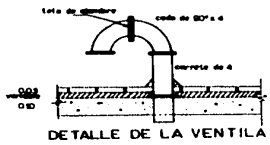




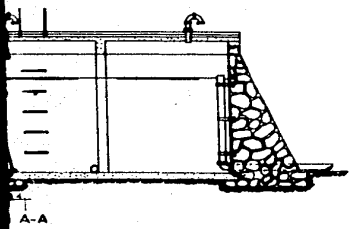
ELEVACION SEGUN B-B



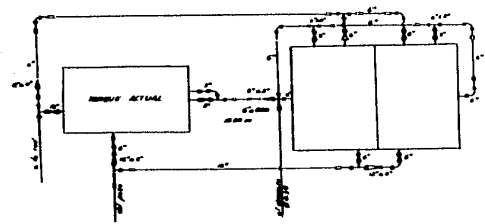
DETALLE DE LA JUNTA ENTRE LA LOSA DEL FONDO Y EL MURO. CAJA DE LIMPIA.



DETALLE DE LA VENTILA



A-A



TESIS PROFESIONAL	
TANQUE DE ALMACENAMIENTO.	
APAM, HIDALGO.	
PLANO No. 2	1956 A. HARI SPURU I

e).- Normas de calidad de que debe gozar el agua para considerarla como potable. Desinfección en tanques, depósitos y tuberías para conducción de agua.

1.- Métodos de expresión.

Es necesario antes de proceder a abordar el estudio de la calidad de que debe gozar el agua para considerarla como potable, se procure especificar, los distintos métodos de expresión, así como también sus equivalencias de unos con respecto a otros.

a.- Partes por millón (p.p.m.) Número de partes de substancia por un millón de partes de agua. Esta misma cantidad es conocida también en las siguientes dos formas:

Miligramos por litro (mg/lt.) y granos por metro cúbico ( g/m<sup>3</sup>).

b.- Granos por galón (g.p.g.) Unidad usada en los Estados Unidos de Norte América, y equivale al número de granos de substancia por galón (U.S.) de agua (1 grano es igual a 1/7000 libras y un galón (U.S.) de agua pesa 8.33 libras).

c.- Partes por cien mil (pts./100,000) Número de partes de substancia por 100,000 partes de agua.

d.- Granos por galón imperial (g.p.g.imp.) Número de granos de substancia por un galón Imperial Inglés de agua (1 grano es igual a 1/7000 libras y 1 galón Imperial de agua pesa 10 libras).

De todas las unidades anteriores la más usada es la de partes por millón, y será a la que en adelante me referiré.

En la tabla siguiente están expresadas las relaciones que existen entre las unidades arriba citadas.

1 parte por millón es igual a:

- 1.0 miligramo por litro.
- 1.0 gramo por m<sup>3</sup>.
- 0.1 parte por cien mil.
- 0.0583 granos por galón U.S.
- 0.0083 libras por 1,000 galones U.S.
- 8.33 libras por 1'000,000 galones U.S.
- 0.07 granos por galón Imperial.
- 0.01 libras por 1,000 galones imperiales.
- 10.0 libras por 1'000,000 de galones imp.



1 grano por galón U.S. es igual a:

- 17.1 partes por millón.
- 17.1 miligramos por litro.
- 17.1 granos por m<sup>3</sup>.
- 1.71 partes por cien mil.
- 0.143 libras por 1,000 galones U.S.
- 143.0 libras por 1'000,000 galones U.S.
- 1.2 granos por galón Imperial.
- 0.171 libras por 1,000 galones imperiales.
- 171.0 libras por 1'000,000 galones imp.



1 parte por cien mil, es igual a:

- 10.0 partes por millón.
- 10.0 miligramos por litro.
- 10.0 granos por m<sup>3</sup>.
- 0.583 granos por galón U.S.
- 0.0033 libras por 1,000 galones U.S.
- 33.3 libras por 1'000,000 galones U.S.
- 0.7 granos por galón Imperial.
- 100.0 libras por 1'000,000 galones imp.
- 0.1 libras por mil galones imperiales.

1 grano por galón imperial es igual a:

14.3	partes por millón.
14.3	miligramos por litro.
14.3	granos por m <sup>3</sup> .
1.43	partes por cien mil.
0.833	granos por galón U.S.
0.119	libras por 1,000 galones U.S.
119.0	libras por 1'000,000 galones U.S.
0.143	libras por 1,000 galones imperiales.
143.0	libras por 1'000,000 galones imperiales.

-----

Análisis de agua expresado en el equivalente de carbonato de calcio (Ca CO<sub>3</sub>).

Se toma como unidad el carbonato de calcio porque su peso molecular es igual a 100, siendo por lo tanto más fácil la expresión de otras sustancias tomando en cuenta su equivalencia al carbonato de calcio.

NOMBRE.	FORMULA.	p.p.m.	pts/100,000	g.p.g.	g.p.g.l
Calcio.	Ca	10	1	2.3	2.8
Oxido de Calcio.	Ca O	56	5.6	3.3.	3.9
Carbonato de Ca.	Ca CO <sub>3</sub>	100	10	5.8	7.0

-----

Bicarbonato de Ca	Ca(HCO <sub>3</sub> )	162	16.2	9.4	11.3
Cloruro de Calcio	CaCl <sub>2</sub>	111	11.1	6.5	7.8
Sulfato de Calcio	CaSO <sub>4</sub>	136	13.6	8.0	9.5
Nitrato de Calcio	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	164	16.4	9.5	11.5

-----

Análisis y características de varias fuentes de Agua. Lluvia, Nieve, Granizo menudo y grande cantidades de granizo.

Agua meteórica.- Con este nombre llamamos al agua proveniente de la lluvia, granizo nieve, etc.

Esta agua meteórica al caer, entra en contacto no únicamente con los gases de que está compuesta la atmósfera, sino que también entra en contacto con materia sólida en suspensión como: polvo, lodo, hollín y otras impurezas además de materia mineral disuelta por dichos gases o en combinación con ellos.

Obviamente la primera precipitación es la que contiene mayores impurezas que las subsecuentes, de hecho esta primera precipitación contiene muy comunmente 150 p.p.m. de materia mineral disuelta.

Agua proveniente de manantiales.

Se considera de una gran calidad, siendo en algunos casos hasta curativas sus propiedades.

PROPIEDADES FISICAS DEL AGUA.

Turbiedad, Sedimentación, Color, Materia Orgánica, Sabor, Olor y microorganismos.

El agua, además de tener disuelta materia mineral, gases disueltos, puede contener otras impurezas como son:

Turbiedad, Sedimentación, Color, Materia Orgánica, Sabor, Olor, Microorganismos, e Impurezas, que trataré en esta parte.

Turbiedad y Sedimentación.- Muchas finas y divididas partículas que pueden estar suspendidas y vistas con toda claridad en el agua son conocidas como turbiedad del agua.

Estas impurezas en suspensión pueden ser de naturaleza inorgánica así como: arcilla, salitre, cieno,  $CaCO_3$ , sílice, hidróxido ferroso, sulfatos, etc. pudiendo tener también materia orgánica en suspensión como materia vegetal, animal, aceite, grasas, microorganismos, etc. La turbiedad puede ser debida a una sola substancia o lo más comunmente a una mezcla de ellas.

El tamaño de estas impurezas en suspensión proviene desde pequeñas partículas coloidales a cuarzo.

El material arenoso únicamente se encuentra en suspensión debido a las rápidas y turbulentas corrientes. Materia que como el cuarzo cae rápidamente debido a su peso y se deposita formando sedimentaciones.

Una línea de división entre la sedimentación y la turbiedad no ha sido completamente definida. Por lo general -- se toma la muestra y se agita dejándose luego en reposo, hecho lo cual se determina la turbiedad, con el turbidímetro, designándose como sedimentación únicamente el material de cuarzo -- que no pudo ser medido por el turbidímetro.

Para determinar la turbiedad de una muestra, ésta se efectúa por medios comparativos. El más común es el llamado "Incrustación silicosa" el cual está definido por la American-Public Health Association como sigue:

"La unidad Standard de turbiedad se considera como la producida por una parte por millón de sílice (tierra de diatomeas o tierra fuller) en agua destilada".

Es obvio que lo anterior no es propiamente exacto debido a que no toda la tierra de diatomáceas es sílice y es además de un color blanco usualmente, la tierra fuller varía en consistencia, color, etc.

Hay también varios turbidímetros, el de Jackson, - por ejemplo consiste en colocar una vela y comparar su luminosidad correspondiente y las distancias a que se coloca, dándonos determinadas partes por millón de turbiedad. Ejemplos:

72.9 cm.	equivalen a	25	p.p.m.
39.8 cm.	"	" 50	p.p.m.
21.5 cm.	"	" 100	p.p.m.
10.8 cm.	"	" 220	p.p.m.
4.5 cm.	"	" 500	p.p.m.
2.3 cm.	"	" 1000	p.p.m.

Tolerancia para la determinación de la potabilidad del agua debida a la turbiedad existente en ella.

Altas turbiedades en el agua ameritan que ésta sea indeseable para la mayor parte de los usos domésticos, usándose se quizás únicamente para ciertos tipos de condensadores.

La tolerancia de turbiedad en el agua varíe con la naturaleza de la turbiedad y el fin a que se destinará.

Para el agua potable la Public Health Service de los Estados Unidos establece que:

"La turbiedad del agua para que se considere potable no debe tener más de 10 p.p.m. (incrustación silicosa) -- Las normas venezolanas y peruanas estimulan un máximo de 10 p.p.m. también para la turbiedad, mientras tanto en México se fija una aproximación cualitativa.

Color y Materia Orgánica. - El color en las aguas se encuentra principalmente en la superficie de las mismas aunque también a poca profundidad.

Las coloraciones más comunes en las aguas vienen desde un color pajizo con las variantes de café amarillento, hasta un café oscuro.

En la determinación del color del agua, el color real es el importante y nunca el color aparente (sucede lo anterior con mucha frecuencia, razón por la cual se le concede alguna importancia). La American Public Health Association, en su libro de Métodos Standars para el análisis del agua y con lo que respecta al color expresa lo siguiente:



"El color más bien expresado el color verdadero -- del agua puede ser considerado como el debido únicamente a substancias en solución, esto es, el color del agua después de -- que la materia en suspensión se halla removido. La determinación exacta del color en el agua conteniendo materia en suspensión se obtiene de una manera más exacta sometiendo nuestra muestra a una fuerza centrífuga (ya que por medio de la fuerza centrífuga eliminamos parte de la materia que se encuentra en suspensión, que es la que nos proporciona una coloración falsa).

La acción de filtros en el agua ejerce una acción decolorizante. El método de medida de color usando el platino cobalto puede ser considerado como el standard, y la unidad de color es la producida por un miligramo de platino en un litro de agua.

Para tener una solución que tenga un color de 500 p.p.m., deba hacerse la siguiente mezcla:

Disolver 1.245 gm. de cloroplatinato de potasio -- conteniendo 0.5 gm. de platino, y un gramo de clorhidrato de cobalto cristalizado que contenga 0.248 gramos de cobalto en agua de 100 mg. de ácido hidroclicó, y diluido en un litro de agua destilada.

El color en el agua existe en gran parte en forma de suspensión coloidal de partículas ultramicroscópicas, Parte del color puede ser el producido por emulsiones coloidales.

Una pequeña parte de dicho valor será probablemente el producido por materia no coloidal, ácidos orgánicos y -

sales en pequeñas cantidades. La materia colorante coloidal - sea en emulsión o en suspensión, lleva una carga electrostática. Esta carga puede ser positiva o negativa, la cual depende del carácter y nacimiento del agua, siendo por lo tanto variable en distintas aguas. El color producido por materia coloidal en el agua nos da usualmente carga negativa. Estas partículas son atraídas por los electrodos produciendo por lo tanto una disminución notable de color.

Tolerancia.- Las tolerancias en el color varían en diferentes aguas y para diferentes usos. En general las tolerancias para el color son bajas. La tolerancia propuesta en la Technical Association of Pulp and Paper Industry para la fabricación de productos de pulpa y papel de alta calidad es de únicamente 5, para productos de una menor calidad es de 15. La tolerancia de color para el agua usada generalmente en el comercio, usos domésticos y bebida, está dada por la U. S. -- Public Health Service Drinking Water Standards (publicado en 1943) como 20 (en la escala Standard de Cobalto).

### Sabor y Olor.

La prueba de olor y sabor no deberán hacerla aquellas personas que los sentidos del gusto y del olfato estén o sean prácticamente insensibles. Básicamente se ha dicho que existen cuatro sabores fundamentales, agrio, dulce, amargo y salado. Sin embargo nuestros órganos del gusto y del olfato usualmente trabajan al unísono. En aguas sulfurosas por ejemplo aparentan pruebas de sabor "terribles" cuando es únicamente el olor lo que registran nuestros sentidos.

Desde el punto de vista práctico, las observaciones por olor son más importantes que aquellas determinaciones debidas al sabor.

El olor puede desprenderse del agua ya sea sacudiendo la muestra en frío en un limitado espacio de aire o bien calentando la muestra en un frasco cerrado.

El olor depende de la naturaleza de las aguas, y está clasificado según su intensidad como sigue:

Apenas perceptible, perceptible, distinguible, notable, muy fuerte, o bien por números 0, 1, 2, 3, etc.

El olor producido por materia mineral no siempre es malo para la potabilidad del agua. Se dan casos en que estas aguas son curativas por que por lo general tienen contenidos de azufre, proveniente de manantiales, pero hay casos en que el olor se debe a que proviene de agua en descomposición, entonces debe tenerse mucho cuidado en determinar la clase de materia orgánica que esta agua lleve en su seno y ya determinando lo anterior decidir si ésta puede usarse como agua potable o no. Por lo general esta clase de agua se rechaza.

Desde el punto de vista del sabor, debe esta agua tener un sabor agradable, y no un sabor repugnante o agrio.

#### ASPECTOS BACTERIOLOGICOS.

#### ASPECTOS QUIMICOS.

#### Aspectos biológicos.

Las aguas que contengan determinada clase de organismos pueden ser las que ocasionan cierta clase de enfermedades llamadas hidricas pudiendo llegar a ser enfermedades de -

carácter epidémico, por lo cual es necesario que las aguas se encuentren en un estado de pureza perfecto o casi perfecto.

En los capítulos precedentes paso a hacer una somera explicación de diversas clases de estas enfermedades.

Fiebre tifoidea.- Las graves experiencias que la humanidad ha tenido con la fiebre tifoidea formaron causa principal para que se hicieran estudios concienzudos, minuciosos y exactos de la determinación de la Salmonella Tiphosa, organismo causante de tanta desgracia.

En la tabla siguiente se puede dar una idea un tanto clara de como se ha ido librando la humanidad de esta enfermedad.

DATOS TOMADOS DE 78 POBLACIONES DE ESTADOS UNIDOS DE 1910-1946

Año.	Población	Muerte por tifoidea.	Muerte por tifoidea, promedio en 100,000
1910	22'573,435	4,637	20.54
1915	25'713,346	2,434	9.47
1920	28'244,878	1,088	3.85
1925	31'315,598	1,079	3.44
1930	34'386,717	554	1.61
1935	35'005,351	348	0.99
1940	35'895,638	172	0.48
1945	35'895,638	80	0.22
1946	35'895,638	54	0.15

En el cuadro siguiente se expresa una relación entre el número de p.p.m. de Salmonella Tiphosa y casos de defunción debidos a la fiebre tifoidea.

Casos de fiebre tifoidea en 100,000 habitantes de prom.	1	5	10	50	100
Núm. de S. T. en p.p.m.	3	6	9	19	26

Desenteria.- Los basilos patógenos desentéricos son similares a la Salmonella Tiphosa.

Actualmente en la última década la disenteria ha ido disminuyendo gradualmente por ejemplo en 1948 se presentaron 47 casos aislados, en la ciudad de Nueva York ninguno de estos tuvo desenlace fatal.

Disenteria (debida a ambas).- Por lo general la disenteria amibásea es considerada como enfermedad tropical, encontrándose que en un 5% de la población de los puertos de los Estados Unidos se encuentren enfermos debido a la Endamoeba Histólica organismo patógeno responsable de la disenteria amibásea.

Cólera.- A principios de 1873 se dieron algunos casos en los Estados Unidos. En 1893 en Nueva York se presentaron otros casos debido a gente convaleciente de esta enfermedad traída de Hamburgo Alemania.

Afortunadamente esta enfermedad en la actualidad está desapareciendo, ya no se presenta en el continente Americano, sino en muy raras y contadas ocasiones. Esta enfermedad es debida a los deshechos de los organismos enfermos.

Gastroenteritis.- Con el nombre de gastroenteritis alcanzamos todas aquellas enfermedades llamadas diarreas y de más trastornos que tienen lugar en los conductos gastrointestinales, tales enfermedades no se han especificado por separado no pudiéndose clasificar aquellas enfermedades intestinales producidas por la mala calidad de los alimentos, con las enfermedades que se presentan por la ingestión de aguas contaminadas.

A pesar de lo cual el término es usado temporalmente para todos aquellos desórdenes bien debidos a los alimen--

tos, o bien debido al agua infectada.

Por lo tanto creo pertinente hacer algunas some---ras distinciones entre los trastornos ocasionados por las comidas y las enfermedades debidas a aguas contaminadas. Cuando se trata de alimentos, los síntomas se producen en pocas horas después de que se han ingerido éstos, pero cuando se trata de aguas, el periodo de contaminación es decir de incubación de las bacterias, es usualmente de 12 a 48 horas.

Estas bacterias son también del grupo de la *Salmonella*.

#### Aspectos químicos de las aguas.

Es necesario estudiar en las aguas, los aspectos - antes dichos, los físicos, los bacteriológicos, y además los aspectos químicos. Estos revisten una gran importancia en la potabilidad del agua, ya que la ausencia de algunos hacen a las aguas puras libres de minerales y de productos orgánicos.

Aluminio.- Es muy posible que el agua que tenga -- aluminio o sulfatos de aluminio, desaparezcan cuando pasamos las aguas a través de algún desarenador, por lo tanto es muy raro que encontremos aluminio en las aguas. Posiblemente cuando se encuentra este aluminio, sea el que proviene de depósitos de aguas que se encuentran en vasijas de aluminio. Siendo por lo tanto la concentración de aluminio, en los sistemas de abastecimiento tan pequeña que no se toma en cuenta prácticamente.

Arsénico.- Elemento muy venenoso ya sea cuando se encuentra en combinación o bien en estado de libertad.

Aparece por lo general en zonas calientes y en --- aquellas zonas industriales que tengan que usar este elemento o las combinaciones de éste con algunos metales.

En 1942 se limitó la cantidad de arsénico en las - aguas potables a 0.05 p.p.m. El Imperio Británico acepta hasta 0.2 p.p.m. Sin embargo en 1943 el Sr. Goudey encontró que \* en unos meses parte de una población que consume agua potable se encontraba esta con una concentración de arsénico de 1 p.p.m. sin efectos funestos.

No ha habido hasta la fecha defunciones, debido al arsénico que se encuentra en las aguas que sirven algunas poblaciones.

Boro.- Generalmente el boro no lo encontramos en - los abastecimientos de aguas potables. La presencia de este - elemento fué reportada en algunos lugares de Italia y de California. El Sr. Goudey encontró en 1936 que el boro que había en los abastecimientos de agua de California variaba de 0.5 a 1.5 p.p.m. Siendo hasta la concentración de 30 p.p.m. que ocasiona efectos físicos.

En pequeñas cantidades el boro es de gran importancia para la agricultura.

Calcio.- El calcio con el magnesio son los causantes de producir la dureza en el agua. Los efectos de la dureza en el agua para la bebida han sido causa de grandes debates, llegándose a la conclusión de que no perjudica.

El aumento de calcio es mucho menor de la cantidad de calcio que necesita el organismo humano, para un mejor fun

cionamiento ya que se toma de 0.7 a 1 gr. por día.

Sosa.- (alcalinidad) No se encuentra por lo general en aguas destinadas a abastecer, pero en general hay que tener cuidado porque corroe las tuberías.

Se sugieren límites que no deben pasar de 400 p.p.m. para aquellas aguas que tengan un ph. entre 8.0 y 9.6 y no debe excederse de 160 p.p.m. en aguas que tengan un ph mayor que 10.6.

Cloratos.- Se acepta 600 p.p.m. aunque se ha visto que 700 p.p.m. no llegan a ser perjudiciales a la salud. En 1925 se aceptaba nada menos que 250 p.p.m. llegando a bajar hasta 100 p.p.m. Lo anterior es debido a la sal que proporciona un sabor característico al agua.

Cobre.- Peligroso debido a las combinaciones que éste puede formar con las tuberías de conducción, siendo muy venenosa la ingestión de algunas de estas combinaciones.

La norma Americana acepta hasta 3 p.p.m. de cobre. Se estima que el hombre necesita cierta cantidad de cobre, de manda fácil de administrar con el máximo de 3 p.p.m.

Fluor.- Los Estados Unidos aceptan un límite de 1.5 p.p.m. Como el meteado o fluorosis de los dientes infantiles puede presentarse en aguas con 0.9 p.p.m. de fluor la incidencia es casi total con 2.5 p.p.m. será de recomendarse que se mantuviera el límite de 1 p.p.m. salvo que nuevas y recientes observaciones nos demuestren lo contrario.



**Hierro y Manganeso.**- Las normas de los Estados Unidos no permiten un exceso de hierro de 0.3 p.p.m. lo mismo -- que de manganeso.

Esta limitación es indudablemente basada por la -- aparición de ciertos disturbios en el organismo humano.

**Plomo.**- Siendo muy reducido el contenido de plomo, en las aguas naturales derivándose la mayor parte del que se presentara en las aguas urbanas, de la corrosión de las tuberías de plomo, tuberías que se encuentran en la instalación de las tomas domiciliarias, se considera satisfactorio el límite de 0.1 p.p.m. que tienen las normas de los Estados Unidos. Ya que se concede que en general el organismo humano es capaz de eliminar 0.3 mg. de plomo diariamente, pero ocurre una retención progresiva con la ingestión de cantidades mayores, y por lo tanto una intoxicación acumulativa.

**Nitratos.**- Deben interesarnos aquellas combinaciones que procedan de la descomposición de materia orgánica, no importándonos en el abastecimiento de agua gran cosa, debido a las formaciones nítricas y nitrosas provenientes por lo general de los alcantarillados de aguas negras.

**Selenio.**- Este elemento está limitado a las normas de los Estados Unidos de Norte América a 0.05 p.p.m. Como se conoce que es un elemento extremadamente tóxico a los animales, aunque se presenta sólo en ciertas regiones.

**Sulfatos.**- La norma Mexicana establece limitaciones para este ion. Sin embargo otros países varía de 176 a 300 p.p.m. mientras que los Estados Unidos fijan 200 p.p.m.

Zinc.- Se fija un máximo de 15 p.p.m. Si esta norma se aumentara el zinc le daría al agua un aspecto lechoso, y si se aumentase todavía más, le daría un aspecto francamente metálico.

MÉTODOS PARA DESINFECTAR  
TANQUES Y DEPÓSITOS PARA AGUA.

Una investigación casual de la literatura al respecto, reveló pocas referencias para la desinfección de los nuevos tanques y depósitos.

Aún en las normas adoptadas recientemente por la sección California "Normas de requisitos mínimos para una práctica segura en la producción y entrega de agua para usos domésticos", ha faltado hacer mención específica de este requisito, aunque en ellos se asienta que "todas las tuberías y conductos deberán desinfectarse completamente antes de ser puestas en servicio de acuerdo con el procedimiento de la A.W. W.A. para la desinfección de redes de distribución."

Con objeto de cumplir con estos requisitos o meramente con el fin de seguir una buena práctica en Ingeniería Sanitaria, se necesita hacer la desinfección adecuada de los nuevos depósitos o tanques a través de los cuales pasa el agua, sin que exista cloración posterior a su salida.

Hay razón para discutir sobre cuál debe ser una dosis de desinfección segura para cada tanque o depósitos en particular. Desde un punto de vista estrictamente científico, la concentración deberá depender quizás, de la contaminación presente. Indudablemente que se han obtenido muestras exentas

de organismos coliformes de tanques nuevos que no se han desinfectado totalmente, pero la concentración de desinfección más generalmente aceptada es de 50 p.p.m. de cloro residual.- Las prácticas tentativas de la A.W.W.A. para inspeccionar, reparar y repintar tanques elevados de metal, depósitos y tubos de alimentación de los mismos, incluye una nota recomendando que antes de poner el tanque en servicio deberá desinfectarse llenándolo con agua a la cual se ha agregado suficiente cloro para dar una concentración de 50 p.p.m.

La desinfección puede hacerse de varias maneras, pero de acuerdo con este estudio, deben clasificarse bajo tres métodos:

- 1.- Desinfección con compuestos de cloro agregados directamente al depósito durante su llenado.
- 2.- Desinfección con cloro puro, añadiéndolo al agua con que se está llenando el tanque y
- 3.- Rociando las paredes, pisos y techo con una solución de cloro.

PRIMER METODO.- El primer método agregando un compuesto de cloro directamente al tanque mientras se está llenando, o después de que está lleno es quizá, el más fácil y simple que se puede aplicar a tanques pequeños que son accesibles.

De los compuestos de cloro de que se dispone, lógicamente deberá seleccionarse, bajo muchas circunstancias, el hipoclorito de calcio que tiene una concentración de cloro aprovechable de 70% (H TH., perchlorón). El polvo deberá es-

parciarse uniformemente sobre la superficie del agua cuando el tanque se está llenando, aunque puede hacerse cuando el tanque ya esté lleno. Un tanque de 37.954 lt. puede necesitar 3.26 Kg. del polvo para dar una dosis de 60 p.p.m. la cual producirá una concentración de cloro residual de aproximadamente 50 p.p.m. - después de que la demanda de cloro haya sido satisfecha.

Con una distribución de material razonablemente uniforme se obtendrá una buena difusión del cloro. No se necesita equipo especial, aunque el operador debe usar anteojos para --evitar la posibilidad de que el polvo pueda caer en los ojos,-- y un respirador o máscara para evitar la irritación de las membranas de la nariz y de la garganta.

Si el diámetro del tanque es grande, para obtener --una distribución uniforme del polvo por esparcimiento, el com--puesto debe disolverse en agua y la solución se rocía sobre el área donde no se ha alcanzado a esparcir el polvo seco. Si se va a usar alguno de los compuestos líquidos de cloro, éstos --pueden rociarse sobre la superficie del agua con cualquier bonba de mano.

Como una variante de este método, puede agregarse --al agua que está entrando al tanque si se dispone del equipo --necesario, cualesquiera de los compuestos de cloro mencionados, aunque tal método debe preferirse solamente cuando exista al--gún peligro o alguna dificultad particular, para lograr que el material se difunda de la entrada normal a la parte superior --del tanque.

Aunque la desinfección es prácticamente instantánea con una concentración de cloro residual de 50 p.p.m., debe adoptarse algún factor de seguridad. Las especificaciones para tanques de la A.W.W.A. mencionadas previamente, recomiendan que se conserve el agua en el tanque por lo menos 6 horas y si es posible, 24 horas antes de vaciarla.

SEGUNDO METODO.- El segundo método implica la adición de cloro puro (ya sea en forma de gas o en solución), al agua que entra mientras el tanque se está llenando, este método requiere el uso de algún tipo especial de equipo portátil. Los desifcadores de solución, son indudablemente, los más -- usados. El equipo portátil, necesita incluir la bomba, la manguera necesaria para la succión de aquella y para la descarga de la solución de cloro. También necesita cilindros de cloro y las conexiones necesarias para obtener el suministro de --- agua al clorador y para descargar la solución de cloro a la - tubería de entrada del tanque. La dosis de cloro debe ser la necesaria para obtener un residuo de 50 p.p.m. en el agua que entra durante todo el llenado del tanque o puede usarse una - dosis grande de cloro, deteniendo el tratamiento tan pronto - como se haya agregado la suficiente cantidad para dar una do- sis de 50 p.p.m. de cloro residual cuando el tanque esté com- pletamente lleno.

Con este método, el tiempo necesario para la desinfección del tanque depende, en primer lugar, de la capacidad del equipo clorador y de la cantidad de cloro que pueda sacarse del cilindro sin que haya congelación de éste. Si se usan

grandes dosis de aplicación, se deberá adoptar algún método para calentar el cilindro. Un método muy simple para lograr lo anterior, es bañar el cilindro con un chorro de agua continua; en esta forma se puede alimentar el cloro de un cilindro de 68 kg. de capacidad, a una velocidad de 20½ Kg. por 2½ horas, vaciándolo hasta unas ¾ partes de su contenido.

Si las circunstancias lo permiten, pueden introducirse el cloro en forma de gas en el agua que entra con la ayuda de un equipo de alimentación directa y de un difusor apropiado, suministrando los medios necesarios para vencer la contrapresión que exista en el punto de aplicación. Actualmente, el cloro puede alimentarse directamente del cilindro y a través de un difusor en el agua que entra sin equipo de ninguna clase, haciendo como medida de control, pruebas de cloro residual en el agua del tanque. Desde el punto de vista del control, este método es tosco y además peligroso, ya que si por alguna circunstancia entra agua al cilindro, puede resultar fuga del gas o algún deterioro del equipo si el cilindro se vuelve a usar sin antes haberlo limpiado y secado completamente.

Como una última innovación de este método, se puede tapar el tubo vertedor de demasiadas y agregar más agua con el objeto de desinfectar todas las partes del tanque que están por debajo de las aberturas de ventilación. Esto es particularmente útil, cuando los techos del tanque han estado sujetos a contaminación debido a desviaciones de los pájaros, durante su construcción. La experiencia que el autor ha obtenido con el 2o. método, ha demostrado que es muy eficiente. Aplicando el método fueron desinfectados durante la última guerra, -

400 tanques de agua potable montados en lanchas, y ninguno fué rechazado por las autoridades sanitarias.

TERCER METODO.- El tercer método. Lavado continuo - de las paredes, pisos y aún de los techos, rociándolos con agua que contiene 500 p.p.m. de cloro- se cree que se ha usado solamente durante los últimos años. No se han encontrado en la literatura referencias a tal método, y su uso fué impuesto por las circunstancias cuando por primera vez fué utilizado por el Departamento de Aguas de San Francisco. Tenia que ponerse en servicio inmediato un tanque de 945 M<sup>3</sup>. que había sido erigido algunos años atrás. El tiempo de que se disponia, no permitia llenar completamente el tanque y vaciarlo después de un periodo de retención de 24 horas. Además, no se disponia de facilidades para la rápida canalización de esta cantidad de agua en el área en que estaba situado el tanque. Por tal motivo, se decidió usar el método del rociado y el tanque fué desinfectado en esta forma, en el mes de junio de 1943.

Sin ningunos antecedentes como guia, se adoptó un periodo de rociado de 2 horas con una concentración de cloro de 200 p.p.m. Sin embargo, cuando se roció el tanque, se probaron concentraciones mayores sin que el operador experimentara ninguna dificultad. En trabajos subsecuentes, se usaron -- concentraciones de 350 - 700 p.p.m. sin efectos perjudiciales. Como indudablemente no se mantiene durante todo el tiempo que dura el rociado la concentración máxima de cloro, se adoptó - la cifra intermedia de 500 p.p.m. como la concentración recomendada en el rociado para el tanque y paredes del depósito -

por un periodo de 2 horas. Esta concentración parece ser que es la que dá un factor de seguridad mayor para la desinfección sin ocasionar perjuicio en las capas protectoras de pintura u otras materiales que se utilizan en estos casos.

El equipo necesario para la aplicación de este método, es: un clorador de alimentación por solución con accesorios para alta presión, una bomba para dar el abastecimiento de agua necesario, manguera de succión para la bomba, manguera de suficiente longitud para descargar la solución de cloro y que cuente con un chiflón para el rociado eficiente del tanque, una máscara de gas y un impermeable para el operador que esté en el tanque. Como medida de seguridad, deberá suministrarse una máscara de gas, adicional, cuerdas y un cinturón de seguridad de los que usan las personas que reparan las líneas eléctricas.

Normalmente se necesitan 3 hombres para ejecutar el trabajo, uno que se encarga del equipo clorador, otro en el tanque se encarga del rociado y un hombre de reserva que se sitúa en la parte superior del tanque y observa las operaciones. El hombre que se encarga del rociado del tanque y que está equipado con botas, impermeable y máscara de gas, generalmente encuentra el trabajo incómodo y pesado, por lo que ordinariamente debe cambiar de lugar a intervalos de 20 minutos. Cada operador debe probar su máscara de gas antes de entrar al tanque y aunque el trabajo no es particularmente peligroso, el operador del rociado como medida de precaución lleva el cinturón de seguridad el cual se ata a una cuerda que corre a través del acceso del tanque a la parte superior del mismo.



Si la entrada al tanque se hace a través de un orificio por el que pueda caber un hombre y éste está situado -- cerca del fondo del tanque, las operaciones se simplifican, - pudiendo en este caso ejecutarse el trabajo con toda facilidad, con 2 hombres solamente.

El techo y las paredes del tanque se rocían por 2 - horas teniendo las válvulas de desfogue del tanque completamente cerradas, permitiendo en esta forma, que el agua altamente clorada se deposite en el fondo. Si en las paredes o techo del tanque se encuentran partículas gruesas contaminadas, pueden - desprenderse mediante el lavado y dejarse en el piso en donde pueden recibir, aún más de 2 horas el contacto con el agua clorada. Después de la operación del rociado, el agua puede drenar se inmediatamente del tanque o si el tiempo lo permite, puede - posponerse para el día siguiente.

Este método se aplica a depósitos de cualquier tamaño, si se cuenta con la manguera de suficiente longitud para - descargar la solución de cloro. Sin embargo, para grandes depósitos, pueden necesitarse chorros mayores o puede dividirse el agua para que puedan operar 2 rociadores lo cual es útil para acelerar el trabajo.

#### PROCEDIMIENTO PARA DESINFECTAR CONDUCTOS.

Este procedimiento fué aprobado como norma por la - A.W.W.A., en septiembre 30 de 1947 y publicado en la revista - de esta misma Asociación de febrero de 1948.

El "procedimiento para desinfectar tuberías para -- conducción de agua" está basado en la experiencia y se debe --

usar bajo condiciones normales, no debiendo tener uso ilimitado bajo todas las condiciones que se presenten. La corrección que se siga en cualquier abastecimiento de agua, debe aprobarla y supervisarla la autoridad responsable de la construcción y mantenimiento de acueductos de la localidad interesada.

#### P R E A M B U L O.

Durante los últimos 10 años, gran parte de la atención de los ingenieros sanitarios se ha enfocado hacia la calidad del agua que se obtiene de un sistema de distribución recientemente tendido o reparado.

Las estadísticas publicadas nos demuestran que no existe ningún procedimiento para el tratamiento de tales sistemas que haya universalmente satisfactorio. Existen muchas oportunidades para la contaminación de los sistemas de distribución, todas ellas inherentes al manejo de las tuberías y a su colocación en el terreno. No hay razón por la cual las bacterias patógenas no se puedan transmitir de esta manera. En el agua que circula por las cañerías recientemente tendidas pueden encontrarse diversos tipos de bacterias que indican una contaminación. Ya que las pruebas de laboratorio no pueden determinar su origen, es necesario tomar las precauciones necesarias para que no se introduzcan en la tubería, o para destruirlas cuando las pruebas demuestran que ya están presentes en ella.

Cuando se tienden las tuberías, éstas pueden contener en su interior polvo y basura dependiendo su cantidad de la manera como se han manejado y limpiado. Las partículas de

materiales sólidos pueden encerrar bacterias. La operación de limpiado por medio de un chorro de agua puede ayudar a remover gran parte de tales sólidos, pero no hay razón para suponer -- que este arrastre deje limpio el interior del tubo. Si una -- bomba de agua produce 3,785 lt.p.m. durante el limpiado del -- tubo, la velocidad que se alcanza con este caudal en una tubería de 6" es de 3.53 M/seg. y en una de 20" de 0.3048/seg.

Aún la velocidad más alta no arrastra el lodo seco de la pared interna del tubo. Alguna parte de los materiales sólidos pueden permanecer sobre las paredes interiores del tubo y sus conexiones.

La antigua práctica de depositar polvo de hipoclorito en cada sección de la tubería cuando se está colocando, -- ha resultado ineficaz según la opinión de numerosas autoridades, debido a que con este procedimiento no se obtiene una -- distribución uniforme del cloro en el agua, con la que se llenna el tubo. Aún cuando se toman máximas precauciones al llenar el tubo, el hipoclorito es arrastrado hacia el extremo de la tubería recientemente tendida dejando la mayor parte de la -- nueva línea sin cloro en su interior.

El comité ha formulado el siguiente procedimiento después de tener en cuenta todos los reportes publicados y de efectuar una gran cantidad de trabajos experimentales, con él se obtienen los mejores resultados y la producción de agua segura para beber de los sistemas de distribución tendidos o reparados recientemente.

Todo el trabajo de lavado y desinfección de las tuberías tendidas o reparadas recientemente, debe hacerse bajo la dirección de un técnico competente. No debe confiarse la ejecución de estos trabajos a gentes inexpertas como son los hombres que trabajan en la reparación y tendido de la tubería.

Generalidades.- Mantenimiento de limpieza en la tubería.

El interior de todos los tubos, piezas especiales y demás accesorios deberá conservarse siempre libre de polvo y materiales extraños.

El tubo debe ser limpiado y tratado.

El día que se vayan a colocar las tuberías, todo el polvo y los materiales extraños deben removerse de él, debiendo limpiarse con un escobillón impregnado con un bactericida eficiente.

Colocación de la tubería.

Deberán tomarse todas las precauciones necesarias para proteger el tubo contra la entrada de materiales extraños, antes que sea colocado en la nueva línea. Al terminar el día de trabajo, o cuando el trabajador se ausente de él, la última sección de tubo colocada deberá obturarse con un tapón o gorro metálico o cualquier otro dispositivo que cierre herméticamente con objeto de evitar la entrada de material extraño de cualquier naturaleza.

Si el contratista, o la cuadrilla de trabajadores no puede colocar el tubo en la cepa sin introducir tierra en él, el inspector puede exigir que antes de bajar el tubo a la cepa se coloque un pedazo de lona avitelada de tamaño adecuado

sobre cada extremidad y se deje ahí hasta que se haga la conexión al tubo adyacente.

Se impedirá que el agua de las cepas entre a la tubería.

A veces, cuando no se esté efectuando la colocación de las tuberías, deberán taparse las extremidades del tubo con un tapón impermeable o cualquier otro objeto aprobado por el inspector.

Las juntas de los tubos deberán colocarse o juntarse en las cepas antes de suspender el trabajo. Las juntas que no puedan solarse deberán calafatearse con empaques para hacerlos lo más impermeable que sea posible. Esta medida deberá aplicarse durante la hora del medio día así como en la noche. Si hay agua en la cepa, la empaquetadura deberá permanecer en su lugar hasta que el agua de la zanja se bombee y ésta quede completamente seca.

#### Material de empaque.

Al colocar los tubos de fierro fundido de macho y campana, es necesario poner en el espacio entre la campana y el macho dentro del cuerpo del tubo, alguna substancia que evite el escurrimiento del material permanente de junteado, tal como plomo derretido o algún otro material fundido. Aún cuando la necesidad de usar este material es puramente temporal, no deberá quitarse del tubo hasta después de que se haya colocado el material del junteado. Pueden usarse los siguientes materiales con este objeto en orden descendente de adaptabilidad: (1) Anillos de hule moldeado o tubular. (2) Cuerdas de asbesto. --

(3) Cuerda de papel tratado. (4) Algodón prensado. (5) Cáñamo. Todos estos materiales deberán manejarse con cuidado con objeto de evitar la contaminación y deberán secarse cuando se coloquen en su lugar en la junta. El material que se use, no deberá contener aceite, alquitrán o sustancias grasas.

De todos los materiales señalados, el cáñamo es el menos indicado, y si se usa deberá tratarse con un agente bactericida que sea útil para evitar o retardar la podredumbre del material y consecuentemente el crecimiento bacteriano correspondiente. En la siguiente nota, se recomiendan los métodos para desinfectar los derivados vegetales tales como el algodón prensado y el cáñamo.

#### Lavado de cañerías terminadas.

##### Lavado preliminar.

Antes de la cloración, deberá lavarse la cañería tan concienzudamente como sea posible y con toda el agua a presión de que se disponga. Debe entenderse que este lavado remueve únicamente los sólidos más ligeros y que no debe suponerse que quite el material pesado que se ha introducido en la cañería durante su colocación. Si no se ha instalado un hidrante de desagüe en el extremo de la cañería, deberá colocarse una toma de suficiente capacidad para producir una velocidad en ella de 0.76 M/seg. como mínimo.

##### Válvulas estropeadas por materiales extraños.

A menos de que se tenga sumo cuidado o de que se practique una inspección acuciosa durante el tendido de las tuberías, las piedras pequeñas, pedazos de concreto, particu-

la de metal u otros materiales extraños, pueden ganar acceso a las redes de distribución recientemente colocadas o reparadas.

Si se cree que estos materiales se encuentran en el interior de las tuberías, deben inspeccionarse y lavarse cuidadosamente todos los hidrantes de todas las líneas para cerciorarse de que el mecanismo que opera la válvula completa de cada hidrante está en buenas condiciones.

Cloración de cañerías terminadas.

De el cloro y medio de aplicación.

Todo los nuevos sistemas de distribución o las porciones reparadas o ampliaciones que se hagan a los ya existentes, deben ser cloradas antes de ser puestas en servicio. Si el agua de que se dispone es alcalina con un pH mayor de 8.0, el tiempo que debe permanecer en las cañerías deberá aumentarse a juicio del inspector.

Manera de aplicar el cloro.

Debe seguirse alguno de los siguientes procedimientos (arreglados en orden de preferencia) sujetos a la aprobación del inspector:

Cloro líquido mezcla de gas en agua.

Alimentación directa de Mezcla de hipoclorito de sodio o de calcio en agua.

Mezcla de cal clorada ( $\text{CaO}$ .  $\text{CaOCl}_2$ .  $3\text{H}_2\text{O}$ ) en agua.

Cloro líquido.

Se debe aplicar una mezcla de gas cloro y agua por medio de un dispositivo para cloración del tipo de alimentación

por solución, o si lo aprueba el inspector, puede alimentarse directamente gas seco por medio de dispositivos adecuados para regular la velocidad de alimentación y proporcionar la difusión efectiva del gas en el agua que se encuentra dentro de la tubería que está siendo tratada. Los dispositivos cloradores para alimentar solución o gas cloro en agua o el gas seco, deberán contar con los medios necesarios para evitar la contracorriente de agua dentro del cilindro de cloro.

Compuestos que generan cloro en agua.

Con la aprobación del Inspector y como una alternativa, puede substituirse el cloro líquido por una mezcla de agua y algún compuesto que genere cloro y cuyo contenido de esta substancia sea conocido.

Compuestos que generan cloro.

Los compuestos que generan cloro y que pueden usarse son: (1) Hipoclorito de calcio, como "HTH", Perchloron y Pittchler. (2) Cal clorada. Cloruro de cal y conocida en la industria como polvo de blanquear. (3) Hipoclorito de sodio.

Proporciones de las mezclas.

Debe prepararse una solución del polvo al 5% que consistirá de 5% de la substancia y 95% de agua en peso, al preparar la solución se deberá tener en cuenta el contenido de cloro del producto usado. Esta mezcla de agua e hipoclorito de calcio o cal clorada, se hace primero en forma de pasta y luego se diluye con agua clara hasta obtener una suspensión que se inyecta o bombea dentro de la cañería recientemente colocada después que haya sido lavada.



Si se usa hipoclorito de sodio, la solución tal como se obtiene en el mercado se mezcla con agua para obtener la concentración deseada de cloro y se alimenta en la cañería que se va a tratar en la misma forma que se alimentan los otros hipocloritos.

#### Punto de aplicación.

Durante la aplicación del cloro, deberá controlarse el agua del sistema de distribución existente así como la de cualquier otra fuente de abastecimiento a fin de que fluya lentamente dentro de la cañería recientemente colocada. La velocidad a que debe alimentarse la mezcla del cloro deberá ser en tal proporción que la dosis de cloro aplicada al agua que entra a la nueva tubería produzca en ella por lo menos una concentración de 40 o 50 p.p.m. o la necesaria para satisfacer los requisitos del período de retención. Esto puede demandar hasta 100 p.p.m. de cloro en el agua que se deja en la tubería después de la cloración. Un método útil para determinar la velocidad de escurrimiento en la línea que se va a tratar, es empezar con la tubería llena de agua y medir la velocidad de descarga en un hidrante con un medidor Pitot. Se puede obtener gran flexibilidad suministrando una serie de orificios para que den buenas lecturas en los medidores a grandes y pequeños escurrimientos.

Se deberá evitar la inversión de la corriente.

Deberán manipularse las válvulas necesarias para que la solución concentrada de cloro en la línea que se está tratando, no regrese dentro de la línea de abastecimiento de agua.

### Periodo de retención.

El agua tratada deberá retenerse en la tubería el tiempo necesario para destruir todas las bacterias no esporuladas; este periodo debe ser por lo menos de 24 horas y preferentemente mayor. Después de que el agua tratada con cloro ha ya sido retenida en la tubería el tiempo necesario, el cloro residual que se obtenga en los extremos de dicha tubería o en cualquier otro punto representativo, deberá ser por lo menos de 25 p.p.m.

Se ha reconocido por las Autoridades en la materia, que ningún método del tratamiento para cañerías de agua se ha usado continuamente o ha tenido un éxito universal. Se ha tenido algún éxito con un método de tratamiento en el cual se ha pasado a través del sistema de distribución, agua ligeramente clorada a una velocidad tal, que se pueda mantener siempre en todas las partes del sistema, un residuo disponible de cloro libre. Este método tiene la desventaja de originar el desperdicio de gran cantidad de agua, pero puede ser más económico que las repetidas aplicaciones de soluciones concentradas de cloro. También tiene la ventaja de permitir que el agua de un nuevo sistema o nueva tubería pueda usarse más pronto que en otros métodos. Este procedimiento puede usarse más fácilmente en los nuevos sistemas que en las ampliaciones que se hacen de los antiguos.

El comité sugiere basándose en la información de - que dispone el siguiente procedimiento: debe mantenerse en el punto o puntos más distantes de la red, un residuo permanente

de cloro libre disponible (pero no de cloro combinado disponible) entre 0.5 y 1.0 p.p.m. Esto se logra combinando el caudal y la velocidad de aplicación de cloro al agua que entra a la tubería que está siendo tratada. La condición anterior debe mantenerse por un periodo de tiempo considerable, probablemente un mes. Después de reanudar la operación, deberán examinarse algunas muestras frecuentemente por una semana o por diez días.

#### Cloración de válvulas e hidrantes.

Mientras dure el proceso de cloración de las tuberías colocadas recientemente, todas las válvulas y demás accesorios deberán operarse cuando la tubería esté llena con el agente clorante.

#### Lavado fina y prueba.

Después de la cloración, toda el agua del tratamiento deberá vaciarse completamente de la nueva línea por sus extremidades hasta que el agua con que se vuelva a llenar acuse durante las pruebas en toda su longitud una calidad comparable a la calidad del agua servida al público del abastecimiento de agua existente y que haya sido aprobado por la Autoridad de Salubridad Pública que tenga jurisdicción en esa localidad. La calidad del agua producida por la nueva cañería deberá continuar invariable por un periodo mínimo de dos días, lo que se demostrará por exámenes de laboratorio en muestras que se hayan tomado en una llave localizada e instalada en tal forma que se evite la contaminación exterior.

Nunca deberán tomarse muestras de mangueras sin esterilizar o de hidrantes para incendio, debido a que tales -- muestras rara vez se admiten en las normas bacteriológicas.

#### Repetición del procedimiento.

Si con el tratamiento inicial no se ha podido obtener las condiciones especificadas, se repetirá el procedimiento de cloración hasta que se obtengan tales resultados.

Procedimientos que se aplican cuando se verifican reparaciones o cortes -- dentro de las líneas existentes.

---

#### Generalidades.

No se puede predecir la localización de una ruptura. La distribución de las válvulas y la posición de las interrupciones y rupturas relativas a los hidrantes, presenta una gran variedad de combinaciones. Solamente podrá hacerse cargo de la desinfección de una cañería después de que se haya abierto por accidente o por haber necesidad de efectuar algún trabajo en ella, una persona concienzudamente entrenada, ingeniosa y con experiencia.

#### Contaminación debido a la cepa.

Si se abre una tubería antigua ya sea por accidente o por necesidad de efectuar en ella algún trabajo, la excavación que se hace está siempre húmeda y frecuentemente muy -- contaminada. Al planear la desinfección, debe tomarse en cuenta la probabilidad de que existe una contaminación muy seria.

### Necesidad de activar los trabajos.

Es de gran importancia activar los trabajos para volver a poner en servicio la línea antigua. La importancia del servicio prestado por la línea es un factor significativo al determinar el método de desinfección que se deba usar.

### Tubería y material de empaque.

El material de empaque, tuberías, piezas especiales y válvulas, se deben tratar en la misma forma que como se ha recomendado para las nuevas cañerías. Deberá tratarse un lote de materiales de empaque de todos los tamaños y tenerlos listos para usarlos en cualquier momento.

### Lavado.

La primera operación después del cierre de una cañería, deberá ser siempre el lavado a chorro de agua, es muy útil lavarlas en dos direcciones si las válvulas y colocación de los hidrantes lo permiten. El lavado deberá continuarse -- hasta que sea eliminada completamente el agua clorada. Es más conveniente el lavado a través de los hidrantes existentes pero en algunos casos deberán instalarse tomas especiales para el lavado.

### Desinfección.

En las localidades en donde se conozca la dirección de la corriente y en donde las pruebas demuestren que el agua que circula dentro de las tuberías y piezas especiales recientemente instaladas, contiene un residuo de cloro libre disponible (aproximadamente 0.5 p.p.m.) es probable que la contaminación no llegue al consumidor.

Deberá tomarse en consideración la proximidad de las tomas domiciliarias y el período de contacto que resulte de esta longitud.

#### Aplicación de cloro.

La forma de aplicación preferida es el cloro líquido pero pueden usarse hipocloritos. El método de desinfección más simple, pero a la vez menos efectivos, es la aplicación directa de hipoclorito en polvo o una especie de pasta de él a uno y otro lado de la abertura antes de que se instale la nueva tubería o accesorios si éstos son necesarios.

#### Introducción del cloro.

La solución de cloro o la suspensión de hipocloritos puede introducirse a través de una toma hecha a propósito o más convenientemente a través de un hidrante para incendio, cuando se disponga de alguno en situación ventajosa.

#### Distribución y lavado.

El cloro debe agregarse en tal forma que se asegure una alta concentración de él (aproximadamente 100 p.p.m.) que alcance cada una de las partes de la sección aislada de la tubería, agitando el agua que contiene el agente generador de cloro invirtiendo la corriente o por cualquier otro medio con objeto de conseguir el mismo fin.

#### Tiempo de contacto y lavado.

Deberá usarse el máximo tiempo de contacto permisible después del cual el agua que contiene el cloro concentrado debe desagüarse antes de que la tubería vuelva a ponerse en servicio.

### Muestreo.

Con objeto de desarrollar la confianza en la eficacia de los procedimientos empleados y para obtener un registro histórico de protección, el muestreo y los exámenes de laboratorio del agua deberán hacerse por los días que el inspector encargado juzgue conveniente:

A-menos de que los resultados sean desfavorables, una sola muestra tomada inmediatamente después de la cloración no es informativa.

### N O T A S.

1.- Se hacen las siguientes observaciones en relación con los procedimientos para la desinfección del cáñamo y otros derivados vegetales que se usan como material de empaque.

El mejor agente bactericida que se ha probado hasta hoy es un compuesto mercurial orgánico cuyo nombre de fábrica es "Klerol" (lo produce la Wyandotte Chemical Corp.) -- Destruye las bacterias presentes en el material de empaque continuando el efecto bactericida en el cáñamo por un período de tiempo considerable después de que se ha colocado en las juntas de los tubos. La esterilización del cáñamo por medio del calor es inútil ya que no ofrece protección para las contaminaciones subsecuentes. El Klerol o cualquier otro agente bactericida semejante deben usarse solamente siguiendo las instrucciones del fabricante.

La concentración de la solución que se recomienda para limpiar el interior de los tubos y accesorios y para tra

tar el material de juntado es de una parte de solución de Klerol agregada a 24 partes de agua, en volumen. Las soluciones de Klerol no pueden hacerse o almacenarse en recipientes metálicos debido a que el ingrediente activo se deposita sobre las superficies metálicas. Se recomienda usar los barriles o tanques de madera o barriles y tanques de metal que se hayan cubierto con una capa de pintura asfáltica. Al tratar el interior del tubo y sus accesorios, puede usarse toda la solución a menos que se llegue a poner muy sucia, en cuyo caso se debe deshechar. La solución que se ha usado para tratar cáñamo no debe volver a usarse debido a que el cáñamo absorbe de la solución mayor cantidad del ingrediente activo que la representada por el agua absorbida. Cuando se tratan los empaques es necesario solamente mantener el cáñamo en la solución el tiempo necesario para que se empape. Con 18.927 lt. de solución se pueden tratar 48.77 lt. de empaque de cáñamo trenzado de 5/8". Es conveniente antes de empaparlo en la solución cortar pedazos de la longitud que sea necesaria para una junta. Pueden usarse mayores longitudes para usos diversos. Después del período del empapado que puede ser hasta de 12 horas, debe colgarse todo el cáñamo para secarlo en un lugar aerado y libre de polvo. Después de que se haya secado, debe almacenarse en paquetes trenzados cerrados herméticamente y tratados con Klerol en la misma forma que el cárcamo.

2.- Desde que se terminó el trabajo experimental efectuado por el comité, se han obtenido excelentes resultados con el uso de "Polymine D" que contiene un 5% de un germicida de amonio cuaternario como ingrediente activo que es el



monoclorohidrato de la 2 - 2 - 4 - 4 - tetra-metil-butil-fenoxi-  
etoxi-etil-dimetil-bencil-amonio, combinado en forma sólida con  
un álcali moderado con lo cual se aumenta su poder germicida.

Se recomienda usar para el tratamiento del cáñamo  
solo, una libra de Polymine D por cada galón de agua. Para --  
tratar tuberías tendidas anteriormente, se usa una libra de --  
Polymine D por cada 11.36 H. de agua, con esta dilución se --  
han obtenido muy buenos resultados utilizando un periodo de --  
contacto de una semana. El aire acumulado y la espuma deben --  
quitarse todos los días reemplazándolos con solución fresca.-  
La aplicación ocasional de presión a la línea que se está trata  
tando acelera la penetración del material de las juntas. Parece  
ser que el Polymine D puede dar excelente resultado para -  
limpiar los tubos antes de colocarlos.

## f).- Distribución.

## 1.- Generalidades.

Como ya se acentó en capítulos anteriores, es necesaria la construcción de una nueva red de abastecimiento de agua para la población.

La red que se proyecta, soluciona de una vez por todas el problema de abastecimiento de agua de la población, -- así como sus ampliaciones con el fin de que, para en el futuro se tenga una distribución eficiente de agua potable.

Consta la red proyectado de un desarrollo de ---- 17,570 m. correspondientes a los siguientes diámetros:

Tubería de 12"	1224 m.
" " 8"	126 m.
" " 6"	4508 m.
" " 4"	2718 m.
" " 60mm.	6994 m.

Con el fin de controlar las fugas debidas a la rotura de la red contamos con 76 válvulas situadas convenientemente. Tenemos también cuatro hidrantes contra incendio colocados en los sitios que merecen mayor atención.

(Escuela, Mercado, Iglesia, Palacio Municipal)

## 2.- Cálculo de la red de distribución.

Para el cálculo hidráulico contamos con un gasto de 16.8 lt/s. provenientes del pozo profundo y con 4 lt/s. -- de los manantiales de Almoloya, lo que nos da un total de --- 20.8 lt/s. que sirven a una población futura de 11,000 habitantes, y con un desarrollo de la red de distribución de --- 17,570 m.

Para calcular el gasto horario máximo afectamos - los 20.8 lt/s. de un coeficiente cuyo valor es de 1.8, resul - tando por lo tanto:

$$4 \times 1.8 = 7.2 \text{ lt/s.}$$

$$16.8 \times 1.8 = 30.24 \text{ lt/s.}$$

En seguida procedí a hacer la repartición de los - gastos y determiné el gasto acumulativo correspondiente a cada tramo. para lo cual calculé previamente el gasto por metro, di - viendiendo el gasto horario máximo entre el desarrollo de la red - menos los tramos correspondientes a las conexiones de los tan - ques a los cruceros 74 y 115.

Gasto por metro.

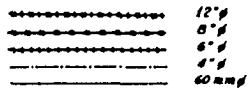
$$\frac{7.2}{5074} = 0.00142 \text{ lt/m. (circ. N° I)}$$

$$\frac{30.24}{11,992} = 0.00253 \text{ lt/m. (circ. N° II y III)}$$

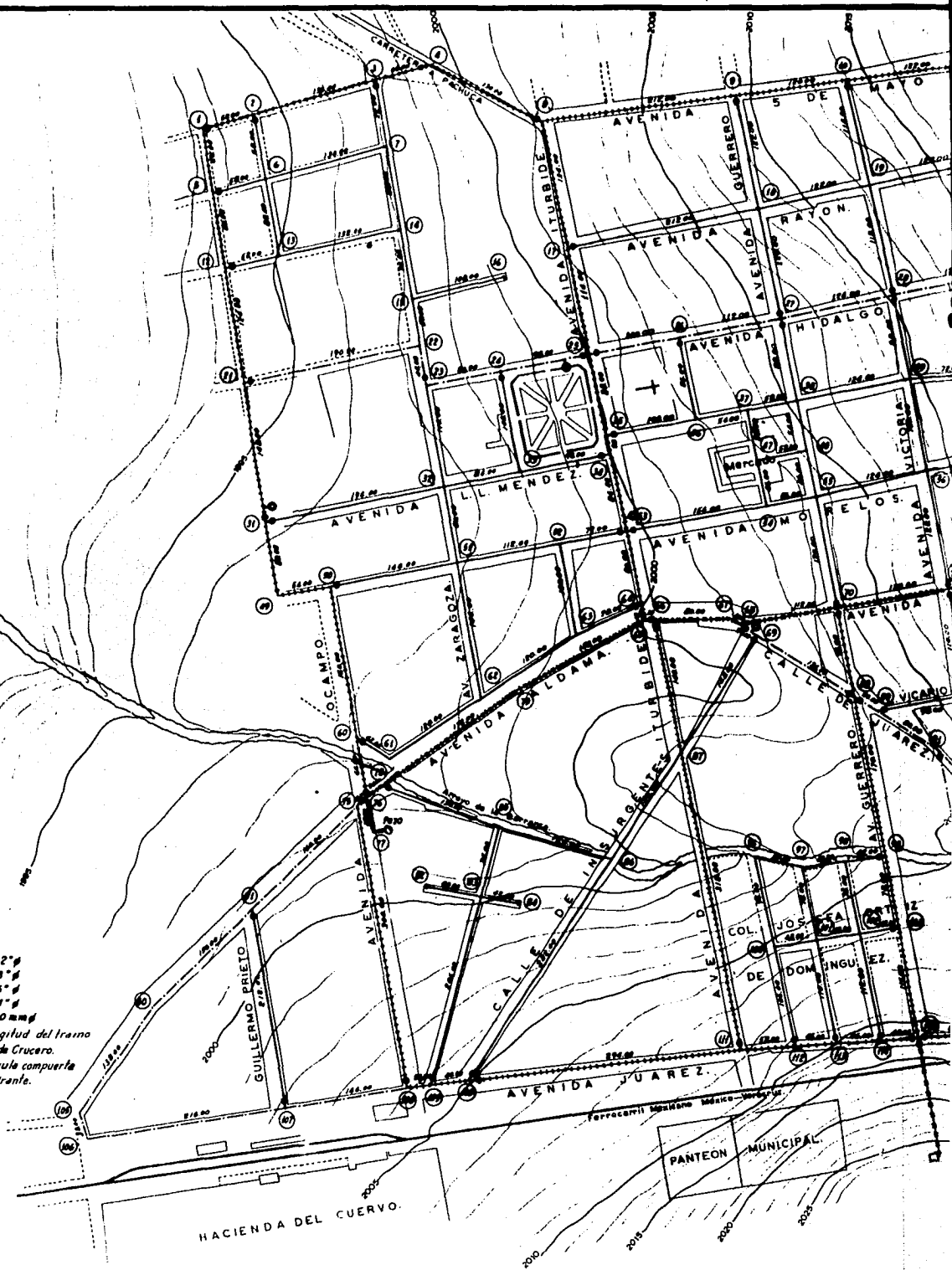
Con los elementos anteriores calculé la red por - el método de Cross, hasta lograr la compensación de las pre--- siones en todos los cruceros de la red.

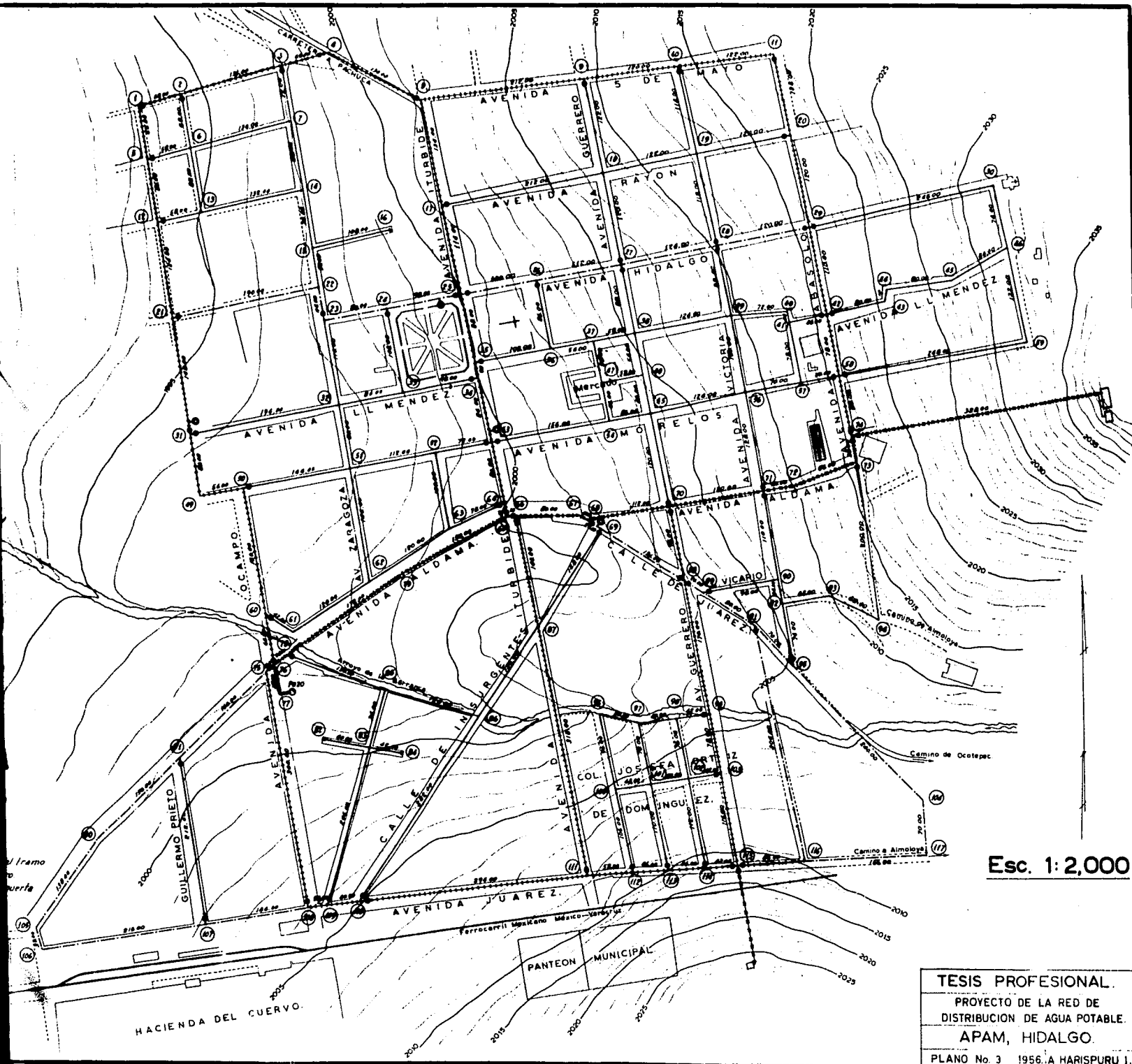
(Planos 3 y 4 )

**CLAVE:**



Longitud del trazo  
Nº de Crucero.  
Válvula compuerta  
Hidrante.





Esc. 1:2,000

TESIS PROFESIONAL.  
 PROYECTO DE LA RED DE  
 DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE.  
 APAM, HIDALGO.  
 PLANO No. 3 1956.A HARISPURO I.

<p>1-11.</p> <p>1 Codo 90° x 60 mm 1 Válv. 6" 2 P.E. 6" 2 J.P. 6" 3 J.P. 6" 24 Tornillos 5/8" x 3/4" 1 Atrague 1 C.T. 1-1-A</p>	<p>2-3-5-9-10-12-17-20-34-35-64-99-103 112-113-114.</p> <p>1 Te 6" x 60 mm 1 Válv. 6" 1 P.E. 6" 1 J.P. 60 mm 1 P.E. 60 mm 1 J.G. 60 mm</p>	<p>4</p> <p>1 Codo 45° x 6" 2 P.E. 6" 2 J.G. 6" 2 J.P. 6" 16 Tornillos 5/8" x 3/4" 1 Atrague</p>	<p>6-18-19-32-38-39-51-55-56-83-101-102.</p> <p>1 Cruz 60 mm x 60 mm 4 P.E. 60 mm 4 J.P. 60 mm 4 J.P. 60 mm 16 Tornillos 5/8" x 3/4"</p>	<p>7-13-14-15-23-24-37-41-47-48-52-54 57-58-90-92-94-100.</p> <p>1 Te 60 mm x 60 mm 3 P.E. 60 mm 3 J.P. 60 mm 12 Tornillos 5/8" x 3/4" 1 Atrague</p>
<p>21.</p> <p>1 Te 6" x 4" 1 Válv. 6" 2 P.E. 6" 1 P.E. 6" 2 J.G. 6"</p>	<p>22.</p> <p>1 J.G. 4" 2 J.P. 6" 2 J.P. 6" 1 Te 4" x 4" 1 Red. 4" x 60 mm 2 P.E. 4" 1 P.E. 60 mm 2 J.G. 4"</p>	<p>23.</p> <p>1 J.G. 60 mm 2 J.P. 6" 1 Te 4" x 4" 1 Válv. 4" 1 Red. 4" x 60 mm 2 P.E. 4" 1 P.E. 60 mm 2 J.G. 4"</p>	<p>24-26-107.</p> <p>1 J.G. 60 mm 2 J.P. 6" 1 Te 4" x 60 mm 1 Válv. 60 mm 2 P.E. 4" 1 P.E. 60 mm 2 J.G. 60 mm 1 J.G. 60 mm</p>	<p>25.</p> <p>2 J.G. 6" 2 P.E. 6" 2 J.P. 6" 1 Cruz 6" x 4" 1 Te 4" x 4" 3 Válv. 6" 2 P.E. 6" 1 C.T. 4-3-A</p>
<p>30-40-43-44-39-61.</p> <p>1 Codo 45° x 60 mm 2 P.E. 60 mm 2 J.G. 60 mm 2 J.P. 60 mm 8 Tornillos 5/8" x 3/4" 1 Atrague</p>	<p>31.</p> <p>1 Te 6" x 60 mm 1 Te 6" x 4" 2 J.P. 60 mm 2 J.P. 60 mm 24 Torn. 5/8" x 3/4" 16 " 5/8" x 3/4" 8 " 5/8" x 3/4" 3 Atragues 1 P.Q. Chorro 1 P.E. 60 mm 1 C.T. 4-3-A.</p>	<p>42-58.</p> <p>1 J.G. 60 mm 2 J.P. 6" 2 J.P. 60 mm 1 Te 6" x 60 mm 2 Válv. 60 mm 2 P.E. 6" 16 " 5/8" x 3/4" 1 C.T. 5-2-A</p>	<p>45-93.</p> <p>2 J.G. 6" 2 J.G. 60 mm 2 J.P. 6" 2 J.P. 60 mm 8 Tornillos 1/2" x 3/4" 1 Atrague</p>	<p>46-62-63.</p> <p>1 Te 60 mm x 160 mm 1 Codo 45° x 160 mm 3 P.E. 60 mm 3 J.G. 60 mm 4 J.P. 60 mm 16 Tornillos 1/2" x 3/4" 2 Atragues</p>
<p>53.</p> <p>2 J.G. 60 mm 2 J.P. 6" 2 J.P. 60 mm 1 Te 6" x 6" 16 " 5/8" x 3/4" 1 Válv. 6" 2 Atragues 2 P.E. 60 mm 2 J.G. 6"</p>	<p>60.</p> <p>1 P.E. 60 mm 2 J.G. 6" 1 J.G. 60 mm 2 J.P. 6" 3 J.P. 60 mm 16 Torn. 5/8" x 3/4" 12 " 5/8" x 3/4" 1 Válv. 60 mm 1 Codo 45° x 60 mm 2 P.E. 6"</p>	<p>65.</p> <p>1 P.E. 6" 2 J.G. 12" 1 J.G. 6" 2 J.P. 12" 2 J.P. 6" 16 Torn. 5/8" x 3/4" 1 Te 12" x 6" 1 Codo 45° x 12" 1 Válv. 6" 2 P.E. 12"</p>	<p>66.</p> <p>1 P.E. 6" 2 J.G. 12" 2 J.P. 6" 2 J.P. 12" 2 J.P. 6" 48 Torn. 3/8" x 24" 16 " 5/8" x 3/4" 2 Atragues 1 Válv. 12" 2 P.E. 12" 1 C.T. 1-1-A</p>	<p>67-72-79.</p> <p>1 Codo 45° x 12" 2 P.E. 12" 2 J.G. 12" 2 J.P. 12" 24 Torn. 3/8" x 24" 1 Atrague.</p>
<p>70.</p> <p>1 Cruz. 12" x 6" 1 Red. 6" x 60 mm 1 Válv. 6" 1 Válv. 60 mm 2 P.E. 12" 1 P.E. 6" 1 P.E. 60 mm 2 J.G. 12" 1 J.G. 6"</p>	<p>71.</p> <p>1 Cruz. 12" x 12" 1 Red. 12" x 60 mm 2 J.P. 60 mm 2 J.P. 60 mm 24 Torn. 3/8" x 24" 16 " 5/8" x 3/4" 2 J.G. 12" 1 C.T. 2-2-B</p>	<p>73.</p> <p>1 P.E. 60 mm 2 J.G. 12" 1 J.G. 60 mm 2 J.P. 12" 2 J.P. 60 mm 16 Torn. 3/8" x 24" 1 Te 12" x 12" 1 Red. 12" x 60 mm 1 Válv. 60 mm 2 P.E. 12"</p>	<p>74.</p> <p>1 P.E. 60 mm 2 J.G. 12" 1 J.G. 60 mm 2 J.P. 12" 2 J.P. 60 mm 16 Torn. 3/8" x 24" 1 Te 12" x 12" 1 Red. 12" x 60 mm 2 Válv. 12" 1 Válv. 6" 1 C.T. 3-3-A</p>	<p>75.</p> <p>1 P.E. 6" 2 J.G. 6" 1 J.G. 6" 4 J.P. 6" 1 J.P. 6" 32 Torn. 5/8" x 3/4" 1 Codo 45° x 6" 8 " 5/8" x 3/4" 1 Red. 6" x 4" 2 Atragues.</p>
<p>76.</p> <p>2 J.G. 12" 2 J.P. 60 mm 2 J.P. 12" 3 J.P. 60 mm 34 Torn. 3/8" x 24" 12 " 5/8" x 3/4" 1 Válv. 60 mm 2 Atragues 2 P.E. 12" 1 C.T. 1-1-A</p>	<p>80.</p> <p>1 Codo 22 1/2" x 4" 2 P.E. 4" 2 J.G. 4" 2 J.P. 4" 16 Tornillos 5/8" x 3/4" 1 Atrague</p>	<p>81-89-95.</p> <p>1 Te 4" x 60 mm 1 Codo 45° x 60 mm 1 Válv. 60 mm 16 Torn. 5/8" x 3/4" 2 P.E. 4" 1 P.E. 60 mm 2 J.G. 4"</p>	<p>86.</p> <p>1 J.G. 60 mm 2 J.P. 4" 2 J.P. 60 mm 16 Torn. 5/8" x 3/4" 2 P.E. 4" 2 Atragues 1 C.T. 1-1-A</p>	<p>87.</p> <p>1 Te 60 mm x 60 mm 1 Codo 45° x 60 mm 3 P.E. 60 mm 3 J.P. 60 mm 4 J.P. 60 mm 16 Torn. 5/8" x 3/4" 2 Atragues.</p>
<p>94-96.</p> <p>1 Codo 90° x 60 mm 1 " 45° x 60 mm 2 P.E. 60 mm 2 J.G. 60 mm 3 J.P. 60 mm 12 Torn. 1/2" x 3/4" 2 Atragues</p>	<p>97.</p> <p>1 Te 60 mm x 60 mm 1 Codo 45° x 60 mm 3 P.E. 60 mm 3 J.G. 60 mm 4 J.P. 60 mm 12 Tornillos 1/2" x 3/4" 2 Atragues</p>	<p>104-105.</p> <p>1 Codo 45° x 4" 2 P.E. 4" 2 J.G. 4" 2 J.P. 4" 16 Tornillos 5/8" x 3/4" 1 Atrague</p>	<p>106-117.</p> <p>1 Codo 90° x 4" 2 P.E. 4" 2 J.G. 4" 2 J.P. 4" 16 Tornillos 5/8" x 3/4" 1 Atrague.</p>	<p>108.</p> <p>2 P.E. 6" 1 P.E. 4" 2 J.G. 6" 1 J.G. 4" 4 J.P. 6" 1 J.P. 6" 32 Torn. 5/8" x 3/4" 8 " 5/8" x 3/4" 1 Red. 6" x 4" 1 Válv. 6" 1 C.T. 1-1-A</p>
<p>111.</p> <p>1 Te 6" x 6" 1 Válv. 6" 3 P.E. 6" 3 J.G. 6" 4 J.P. 6" 32 Tornillos 5/8" x 3/4" 1 Atrague. 1 C.T. 1-1-A</p>	<p>115.</p> <p>1 Cruz 8" x 6" 1 Válv. 8" 2 " 8" 1 Red. 8" x 6"</p>	<p>116.</p> <p>1 J.G. 6" 2 J.P. 6" 2 J.P. 6" 16 Torn. 5/8" x 3/4" 16 " 5/8" x 3/4" 1 Atrague.</p>	<p><b>SIGNOS</b></p> <p>  Cruz.   Válvula   Te.   Codo   Reducción   Plab. Quebrachorro   Atrague   Junta Gibault   Tapa ciega   No del Crucero </p>	

<p>61-99-103 1 J.P. 6" 2 J.P. 60mm 3 Torn 3/8"x3" 4 " 1/2"x3"</p> <p>1 Codo 45° x 4" 2 P.E. 6" 2 J.G. 6" 2 J.P. 6" 16 Tornillos 5/8"x3" 1 Ataque</p>	<p>6-18-19-32-38-39-51-55-56-83-101-102.</p> <p>1 Cruz 60mm x 60mm 4 J.P. 60mm 4 J.G. 60mm 4 J.P. 60mm 16 Tornillos 1/2"x3"</p>	<p>7-13-14-15-33-35-37-41-47-48-52-56 57-85-90-92-98-100.</p> <p>1 Te 60mm x 60mm 3 J.G. 60mm 3 J.P. 60mm 12 Tornillos 1/2"x3" 1 Ataque</p>	<p>8.</p> <p>1 Te 6" x 6" 1 Codo 45° x 6" 1 Válv. 6" 3 J.G. 6" 5 J.P. 6" 40 Torn 5/8"x3" 2 Ataque 1 CT 1-1-A.</p>	<p>16-02-04</p> <p>1 P.E. 60mm 1 J.G. 60mm 1 J.P. 60mm 1 T.Ciego 60mm 4 Torn 1/2"x3" 1 Ataque</p>
<p>23.</p> <p>1 J.G. 60mm 1 J.P. 6" 2 J.P. 60mm 14 Torn 3/8"x3" 4 " 1/2"x3" 1 Ataque.</p> <p>1 Te 4" x 4" 4 J.P. 6" 1 J.P. 60mm 1 Red 4" x 60mm 32 Torn 3/8"x3" 2 P.E. 6" 1 Ataque 2 J.G. 4"</p>	<p>24-26-107.</p> <p>1 Te 4" x 60mm 2 J.P. 4" 60mm 1 Válv. 60mm 2 J.P. 60mm 1 P.E. 4" 16 Torn 3/8"x3" 1 P.E. 60mm 2 J.G. 6" 2 J.G. 60mm 1 CT 1-1-A.</p>	<p>25.</p> <p>2 J.G. 6" 2 J.P. 6" 2 J.P. 6" 2 J.P. 6" 1 Cruz 6" x 6" 1 Te 4" x 4" 3 Válv. 6" 2 P.E. 6" 2 P.E. 4" 1 CT 4-3-A.</p> <p>16 Torn 3/8"x3" 16 Torn 3/8"x3" 1 P.Q. Chorro 16 Tornillos 1/2"x3" 2 Ataque</p>	<p>27-28.</p> <p>2 J.G. 6" 2 J.G. 6" 2 J.G. 60mm 2 J.P. 6" 4 J.P. 60mm 1 Cruz 6" x 60mm 2 Válv. 60mm 2 P.E. 6" 2 P.E. 60mm</p> <p>16 Torn 3/8"x3" 16 " 1/2"x3" 1 CT 2-B-A 1 CT 2-B-A</p>	<p>29.</p> <p>1 J.G. 6" 1 J.G. 4" 1 J.G. 60mm 2 J.P. 6" 2 J.P. 60mm 1 Válv. 60mm 1 Red 4" x 60mm 2 P.E. 6" 1 P.E. 4" 1 P.E. 60mm</p> <p>1 Cruz 6" x 4" 1 Válv. 60mm 16 Torn 3/8"x3" 1 Red 4" x 60mm 2 P.E. 6" 1 P.E. 4" 1 CT 2-B</p>
<p>42-58.</p> <p>1 J.G. 60mm 1 J.P. 6" 2 J.P. 60mm 14 Torn 3/8"x3" 4 " 1/2"x3" 3 Ataque 1 P. Chorro 1 CT 3-3-A.</p> <p>1 Cruz 6" x 60mm 2 Válv. 60mm 16 " 3/8"x3" 1 CT 2-B-A</p>	<p>45-93.</p> <p>1 J.G. 6" 2 J.G. 60mm 2 J.P. 6" 4 J.P. 60mm 1 Cruz 6" x 60mm 2 Válv. 60mm 16 " 3/8"x3" 1 CT 2-B-A</p> <p>1 Codo 22 1/2" x 60mm 2 P.E. 60mm 2 J.G. 60mm 2 J.P. 60mm 2 Tornillos 1/2"x3" 1 Ataque</p>	<p>46-62-63.</p> <p>1 Te 60mm x 60mm 1 Codo 45° x 60mm 2 J.G. 60mm 2 J.P. 60mm 4 J.P. 60mm 16 Tornillos 1/2"x3" 2 Ataque</p> <p>1 Te 60mm x 60mm 1 Codo 45° x 60mm 2 J.G. 60mm 2 J.P. 60mm 16 Tornillos 1/2"x3" 2 Ataque</p>	<p>49.</p> <p>1 Codo 90° x 6" 2 P.E. 6" 2 J.G. 6" 2 J.P. 6" 16 Tornillos 3/8"x3/8" 1 Ataque</p>	<p>50.</p> <p>1 Te 6" x 6" 1 Válv. 60mm 1 Red 6" x 60mm 1 P.E. 60mm 2 J.G. 60mm</p> <p>1 J.G. 40mm 2 J.P. 60mm 24 Torn 3/8"x3/8" 8 " 1/2"x3" 1 CT 1-A 1 CT 1-A 1 Ataque</p>
<p>65.</p> <p>1 P.E. 60mm 1 J.G. 60mm 2 J.P. 6" 2 J.P. 60mm 16 Torn 3/8"x3" 12 " 1/2"x3" 2 Ataque 1 CT 1-1-A</p> <p>1 Te 12" x 6" 1 Codo 45° x 12" 1 Válv. 12" 2 P.E. 12"</p>	<p>66.</p> <p>1 P.E. 6" 2 J.G. 6" 1 J.G. 6" 3 J.P. 12" 2 J.P. 6" 16 Torn 3/8"x3" 1 Te 12" x 6" 1 Codo 45° x 12" 1 Válv. 12" 2 P.E. 12"</p> <p>1 P.E. 6" 2 J.G. 12" 4 J.P. 12" 2 J.P. 6" 24 Torn 3/8"x3" 1 Te 12" x 6" 1 Codo 45° x 12" 1 Válv. 12" 2 P.E. 12"</p>	<p>67-72-79.</p> <p>1 Codo 45° x 12" 2 P.E. 12" 2 J.G. 12" 2 J.P. 6" 24 Torn 3/8"x3" 1 Ataque</p>	<p>68.</p> <p>2 P.E. 12" 1 P.E. 6" 2 J.G. 12" 2 J.G. 4" 4 J.P. 12" 44 Torn 3/8"x3" 1 Te 12" x 12" 1 Codo 45° x 12" 1 Red 12" x 4" 1 Válv. 4"</p>	<p>69.</p> <p>2 J.G. 4" 2 J.G. 60mm 2 J.P. 60mm 1 Te 4" x 4" 1 Te 4" x 6" 1 Válv. 4" 1 Válv. 60mm 2 P.E. 60mm 1 P.E. 60mm</p> <p>2 J.G. 4" 2 J.G. 60mm 2 J.P. 60mm 1 Te 4" x 4" 1 Te 4" x 6" 1 Válv. 4" 3 Ataque 1 P.Q. Chorro 2 P.E. 60mm 1 CT 3-2-B</p>
<p>73.</p> <p>2 J.G. 60mm 1 J.G. 12" 4 J.P. 60mm 18 Torn 3/8"x3" 16 " 1/2"x3" 1 CT 2-2-B</p> <p>1 Te 12" x 12" 1 Red 12" x 60mm 1 Válv. 60mm 2 P.E. 12"</p>	<p>74.</p> <p>1 P.E. 60mm 2 J.G. 72" 2 J.G. 12" 2 J.P. 12" 2 J.P. 60mm 16 Torn 3/8"x3" 1 Te 12" x 12" 1 Red 12" x 60mm 1 Ataque 1 CT 1-1-A</p>	<p>75.</p> <p>1 Red 12" x 6" 1 P.E. 12" 2 P.E. 60mm 1 J.G. 6" 2 J.P. 12" 2 J.P. 60mm 40 Torn 3/8"x3" 1 Te 12" x 12" 16 " 3/8"x3" 1 Ataque 1 CT 3-3-A</p>	<p>76.</p> <p>1 P.E. 4" 2 J.G. 4" 1 J.G. 6" 2 J.P. 12" 2 J.P. 60mm 32 Torn 3/8"x3" 8 " 3/8"x3" 2 Ataque</p> <p>1 Cruz 12" x 12" 1 Codo 45° x 12" 1 Codo 45° x 6" 2 Válv. 6"</p>	<p>77.</p> <p>2 Red 12" x 6" 2 P.E. 12" 2 P.E. 60mm 2 J.G. 6" 2 J.P. 12" 2 J.P. 60mm 40 Torn 3/8"x3" 1 Te 12" x 12" 1 Codo 90° x 12" 2 J.G. 12" 2 J.G. 12" 24 Tornillos 3/8"x4" 1 Ataque</p>
<p>81-09-95.</p> <p>22 1/2" x 6" 4" 6" 16 Tornillos 3/8"x3" Ataque</p> <p>1 Te 4" x 60mm 1 Codo 45° x 60mm 1 Válv. 60mm 2 P.E. 60mm 2 J.G. 4"</p>	<p>86.</p> <p>1 Te 60mm x 60mm 1 Codo 45° x 60mm 3 P.E. 60mm 3 J.P. 60mm 4 J.P. 60mm 16 Torn 3/8"x3" 2 Ataque</p> <p>1 Te 12" x 12" 16 " 3/8"x3" 1 Ataque 1 CT 3-3-A</p>	<p>87.</p> <p>2 J.G. 60mm 2 J.P. 6" 1 Cruz 6" x 60mm 2 Codos 45° x 60mm 2 P.E. 6" 16 " 1/2"x3" 2 P.E. 60mm 2 J.G. 6"</p>	<p>88.</p> <p>2 P.E. 4" 2 J.G. 6" 2 J.G. 6" 2 P.E. 6" 16 Torn 3/8"x3" 40 Torn 3/8"x3" 2 Ataque 1 CT 2-2-A.</p> <p>1 Cruz 6" x 6" 2 Codos 45° x 6" 2 Válv. 6" 2 P.E. 6"</p>	<p>89.</p> <p>1 Te 4" x 4" 2 Codos 45° x 4" 1 Válv. 4" 3 P.E. 4" 3 J.G. 4" 2 J.P. 4" 40 Torn 3/8"x3" 3 Ataque 1 CT 1-1-A</p>
<p>104-105</p> <p>60mm x 60mm 45" x 160mm 60mm 60mm 60mm 16 Tornillos 3/8"x3" Ataque</p> <p>1 Codo 45° x 4" 2 P.E. 4" 2 J.G. 4" 2 J.P. 4" 16 Tornillos 3/8"x3" 1 Ataque</p>	<p>106-117.</p> <p>1 Codo 90° x 4" 2 P.E. 4" 2 J.G. 4" 2 J.P. 4" 16 Tornillos 3/8"x3" 1 Ataque</p>	<p>108.</p> <p>2 P.E. 6" 1 P.E. 6" 1 J.G. 6" 2 J.P. 6" 2 J.P. 60mm 32 Torn 3/8"x3" 8 " 3/8"x3" 1 Ataque 1 CT 1-1-A</p> <p>1 Te 6" x 6" 1 Red 4" x 4" 1 Válv. 6"</p>	<p>109.</p> <p>1 P.E. 60mm 2 J.G. 60mm 1 J.G. 60mm 2 J.P. 60mm 16 Torn 3/8"x3" 12 " 1/2"x3" 2 Ataque 1 Codo 45° x 60mm 2 P.E. 6"</p>	<p>110.</p> <p>1 P.E. 6" 1 P.E. 60mm 1 J.G. 60mm 2 J.P. 60mm 2 Ataque 16 Torn 3/8"x3" 12 " 3/8"x3" 1 Red 60mm 1 CT 3-2-B</p>

**SIGNOS**

- Cruz.
- Válvula
- Pieza Extremidad
- Junta Gibull
- Reducción
- Plab Quebracho chorro
- Ataque
- 76 N° del Crucero
- Tapa ciega

**TESIS PROFESIONAL.**

**CRUCEROS DE LA RED**

**APAM, HIDALGO.**

**PLANO No. 4. 1956. A. HARRISPURU. I.**

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD	DIAMETRO	Q	H	H/Q	l	Q <sub>1</sub>	H <sub>1</sub>
I	115-103	116	6"	1.653	0.01	0.00	+ 0.048	1.701	0.01
	103- 99	78	6"	1.290	0.00	0.00	+ 0.048	1.338	0.01
	99- 88	170	6"	.630	0.00	0.00	+ 0.048	.678	0.00
	88- 69	126	4"	.389	0.00	0.00	+ 0.048	.437	0.01
	69- 87	148	60 mm.	.210	0.00	0.00	+ 0.048	.258	0.00
	87- 86	136	60 mm.	.193	0.00	0.00	+ 0.048	.241	0.00
					<u>0.01</u>				<u>0.03</u>
	115-114	42	6"	4.217	0.02	0.047	- 0.048	4.169	0.02
	114-113	46	6"	3.991	0.02	0.050	- 0.048	4.943	0.02
	113-112	46	6"	3.770	0.01	0.026	- 0.048	3.722	0.01
	112-111	58	6"	3.555	0.01	0.028	- 0.048	3.507	0.01
	111-110	294	6"	2.892	0.06	0.207	- 0.048	2.844	0.07
	110- 86	282	60 mm.	0.400	0.07	1.750	- 0.048	+ 0.352	+ 0.10
					<u>0.09</u>	<u>2.108</u>			<u>0.03</u>

$$C = \frac{0.18}{1.85 \times 2.108} = 0.0482$$

No. Crucero.	Cota Pieza.	Cota Terreno	Carga Disponible.
115	2026.82	2012.00	14.82
103	2026.81	2006.90	19.91
99	2026.80	2004.50	22.30
88	2026.80	2002.80	24.00
69	2026.79	2000.70	26.09
87	2026.79	2002.20	24.59
86	2026.79	1999.50	27.29
115	2026.82	2012.00	14.82
114	2026.80	2012.00	14.80
113	2026.78	2010.00	16.78
112	2026.77	2009.30	17.47
111	2026.76	2007.80	18.96
110	2026.69	2004.90	21.79
86	2026.79	1999.50	27.29



CIRCUITO.	TRAMO.	LONGITUD.	DIAM.	Q	H	H/Q	l	Q <sub>1</sub>	H <sub>1</sub>	
II	74-58	80.00	6"	5.400	0.07	0.130	+ 0.108	5.508	0.09	
	58-42	78.00	6"	3.762	0.03	0.081	+ 0.108	3.870	0.05	
	42-29	110.00	6"	2.570	0.02	0.078	+ 0.108	2.678	0.04	
	29-20	120.00	6"	1.179	0.02	0.170	+ 0.108	1.287	0.04	
	20-11	104.00	6"	0.571	0.01	0.175	+ 0.108	0.679	0.02	
	11-10	122.00	6"	0.612	0.01	0.163	+ 0.108	0.720	0.02	
	10- 9	120.00	6"	0.304	0.01	0.330	+ 0.108	0.412	0.02	
					0.17				0.28	
	74-73	30.00	12"	24.840	0.01	0.004	- 0.108	24.732	0.00	
	73-72	86.00	12"	24.039	0.04	0.016	- 0.108	23.931	0.02	
	72-71	40.00	12"	24.022	0.02	0.008	- 0.108	23.914	0.01	
	71-70	120.00	12"	20.368	0.04	0.019	- 0.108	20.260	0.02	
	70-68	112.00	12"	18.430	0.03	0.016	- 0.108	18.322	0.01	
	68-67	10.00	12"	18.087	0.00	0.000	- 0.108	17.979	0.00	
	67-66	80.00	12"	18.062	0.02	0.011	- 0.108	17.954	0.00	
	66-65	14.00	12"	17.506	0.00	0.000	- 0.108	17.398	0.00	
	65-64	16.00	6"	14.800	0.07	0.047	- 0.108	14.692	0.06	
	64-53	80.00	6"	7.171	0.12	0.170	- 0.108	7.063	0.10	
	53-34	84.00	6"	5.667	0.06	0.011	- 0.108	5.559	0.04	
	34-35	20.00	6"	4.721	0.01	0.021	- 0.108	4.613	0.00	
	35-25	88.00	6"	4.133	0.04	0.009	- 0.108	4.025	0.02	
	25-17	114.00	6"	2.706	0.01	0.037	- 0.108	2.598	0.00	
	17- 8	134.00	6"	1.861	0.00	0.000	- 0.108	1.753	0.00	
	8-9	212.00	6"	0.536	0.00	0.000	- 0.108	0.428	0.00	
					0.47	1.496			0.28	

$$C = \frac{0.30}{1.85 \times 1.496} = 0.108$$

CIRCUITO.	TRAMO.	LONGITUD.	DIAM.	Q	H	H/Q	l	Q <sub>1</sub>	H <sub>1</sub>
II	74-58	80.00	6"	5.400	0.07	0.130	+ 0.108	5.508	0.09
	58-42	78.00	6"	3.762	0.03	0.081	+ 0.108	3.870	0.05
	42-29	110.00	6"	2.570	0.02	0.078	+ 0.108	2.678	0.04
	29-20	120.00	6"	1.179	0.02	0.170	+ 0.108	1.287	0.04
	20-11	104.00	6"	0.571	0.01	0.175	+ 0.108	0.679	0.02
	11-10	122.00	6"	0.612	0.01	0.163	+ 0.108	0.720	0.02
	10-9	120.00	6"	0.304	0.01	0.330	+ 0.108	0.412	0.02
						0.17			0.28
	74-73	30.00	12"	24.840	0.01	0.004	- 0.108	24.732	0.00
	73-72	86.00	12"	24.039	0.04	0.016	- 0.108	23.931	0.02
	72-71	40.00	12"	24.022	0.02	0.008	- 0.108	23.914	0.01
	71-70	120.00	12"	20.368	0.04	0.019	- 0.108	20.260	0.02
	70-68	112.00	12"	18.430	0.03	0.016	- 0.108	18.322	0.01
	68-67	10.00	12"	18.087	0.00	0.000	- 0.108	17.979	0.00
	67-66	80.00	12"	18.062	0.02	0.011	- 0.108	17.954	0.00
	66-65	14.00	12"	17.506	0.00	0.000	- 0.108	17.398	0.00
	65-64	16.00	6"	14.800	0.07	0.047	- 0.108	14.692	0.06
	64-53	80.00	6"	7.171	0.12	0.170	- 0.108	7.063	0.10
	53-34	84.00	6"	5.667	0.06	0.011	- 0.108	5.559	0.04
	34-35	20.00	6"	4.721	0.01	0.021	- 0.108	4.613	0.00
	35-25	88.00	6"	4.133	0.04	0.009	- 0.108	4.025	0.02
	25-17	114.00	6"	2.706	0.01	0.037	- 0.108	2.598	0.00
	17-8	134.00	6"	1.861	0.00	0.000	- 0.108	1.753	0.00
8-9	212.00	6"	0.536	0.00	0.000	- 0.108	0.428	0.00	
					0.47			0.28	
						1.496			

$$C = \frac{0.30}{1.85 \times 1.496} = 0.108$$

No. Cruceiro.	Cota Piza.	Cota Terreno.	Carga Disponibile.
74	2039.00	2015.50	23.50
58	2038.91	2015.60	23.31
42	2038.84	2015.60	23.26
29	2038.82	2015.70	23.12
20	2038.78	2017.00	21.78
11	2038.76	2018.50	20.26
10	2038.74	2014.00	24.74
9	2038.72	2009.20	29.52
74	2039.00	2015.50	23.50
73	2039.00	2015.60	23.40
72	2038.98	2010.00	28.98
71	2038.97	2007.50	31.47
70	2038.97	2004.00	34.97
68	2038.96	2000.80	38.16
67	2038.96	2000.70	38.26
66	2038.96	2000.20	38.76
65	2038.96	2000.10	38.86
64	2038.90	1999.90	39.00
53	2038.80	1999.60	39.20
34	2038.76	2000.00	38.76
35	2038.76	2000.00	38.76
25	2038.74	2000.10	38.64
17	2038.74	2001.10	37.64
8	2038.74	2001.20	37.54
9	2038.74	2009.20	29.74

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD.	DIAM.	Q.	H.	
III	65-64	16.00	6"	14.692	0.06	
	64-53	80.00	6"	7.063	0.10	
	53-54	84.00	6"	5.559	0.04	
	34-35	20.00	6"	4.613	0.00	
	35-25	88.00	6"	4.025	0.02	
	25-17	144.00	6"	2.598	0.00	
	17- 8	134.00	6"	1.753	0.00	
	8- 4	130.00	6"	0.986	0.01	
	4- 3	66.00	6"	0.657	0.01	
	3- 2	136.00	6"	0.490	0.01	
	2- 1	58.00	6"	0.146	0.00	
					<u>0.25</u>	
		65-79	158.00	12"	2.671	0.00
		79-78	172.00	12"	2.272	0.00
		78-76	24.00	12"	0.228	0.00
		76-60	66.00	6"	0.167	0.00
		60-60	160.00	6"	6.063	0.14
		50-49	54.00	6"	5.092	0.02
		49-31	80.00	6"	4.955	0.04
		31-21	148.00	6"	3.873	0.03
		21-12	124.00	6"	2.432	0.02
		12- 5	80.00	6"	1.209	0.00
		5- 1	66.00	6"	0.167	0.00
					<u>0.25</u>	

No. Grucero.	Cota Pieza.	Cota Terreno.	Carga Disponibile.
65	2038.96	2000.10	38.86
64	2038.90	1999.90	39.00
53	2038.80	1999.60	39.20
34	2038.76	2000.00	38.76
35	2038.76	2000.00	38.76
25	2038.74	2000.10	38.64
17	2038.74	2001.10	37.64
8	2038.74	2001.20	37.54
4	2038.73	1999.20	39.53
3	2038.72	1997.00	41.72
2	2038.71	1994.50	44.21
1	2038.71	1993.50	45.21
65	2038.96	2000.10	38.86
79	2038.96	1998.80	40.16
78	2038.96	1997.50	41.46
76	2038.96	1997.60	41.36
60	2038.96	1997.10	41.86
50	2038.82	1996.50	42.32
49	2038.80	1996.30	42.50
31	2038.76	1995.70	43.06
21	2038.73	1994.40	44.33
12	2038.71	1994.20	44.51
5	2038.71	1993.50	45.21
1	2038.71	1993.50	45.21

Según puede apreciarse los puntos más desfavorables de la red alimentada por el tanque de almacenamiento cuya agua proviene de los manantiales de Almoloya, corresponde al crucero No. 115 con carga disponible de 14.92 M. suficiente para alimentar casas hasta 3 pisos de altura y en los circuitos II y III el punto más desfavorable corresponde al crucero No. 11 con una carga de 20.26 M.

6.- ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA INSTALACION DE TUBERIAS DE ASEBTO+CEMENTO Y FIERRO FUNDIDO.

CAPITULO I.

1.- RELACION DON EL CONTRATO.- Estas especificaciones y sus anexos aqui incluidos, forman parte de los documentos contractuales.

2.- LO COMPRENDIDO EN EL TRABAJO.- El contratista, a menos que se especifique lo contrario, deberá suministrar todos los materiales de construcción, equipo, herramientas y ma no de obra necesarios para la ejecución del trabajo contratado, así como el transporte, acarreo, carga, descarga y distribución de todos los materiales que se vayan a utilizar, según la ejecución de la obra. El contratista deberá remover o levantar los pavimentos como se estipula en estas especificaciones, trazos y excavación de cepas y fosos con las dimensiones requeridas; construir y mantener los puentes y pasos para el control de tráfico, proveer de barreras, avisos señales, luces de advertencia, veladores y cuando seanecesario para la seguridad de los transeuntes y trabajadores; ademar, troque-- lar y apuntalar los suelos, estructuras o edificios para sostenerlos, soportarlos, cuando sea necesario; drenar y manejar el agua freática o brotante del suelo; probar, tender e instalar las tuberías, piezas especiales, válvulas, hidrantes y todos sus aditamentos y accesorios; rellenar y consolidar las cepas y fosos; restaurar pavimentos, si no se estipula lo contrario; remover y acarrear sobrantes del material excavado; mantener limpias las calles o superficies de trabajo y dejar las en la forma que se especifica.

El contratista, debe también proporcionar todo el equipo, herramientas, materiales y trabajo necesarios, para -

reparar tuberías, ductos, remales y conexiones de obras de al cantarillado, ductos telefónicos y eléctricos y todas las estructuras que se descubran o dañen con sus trabajos, de acuerdo con los diseños y estipulaciones de los propietarios o interesados.

3.- ESPECIFICACIONES PARA TUBERIAS Y ACCESORIOS. - -

Todas las tuberías, piezas especiales, válvulas, hidrantes y aditamentos, además de ser de la clase especificada en fábrica, deberán satisfacer las normas de la Sria. de Economía Nacional y las especificaciones federales en vigor de los Estados Unidos, o en su defecto de la A.S.T.M.

4.- ESPECIFICACION PARA MATERIALES. - Todos los ma-

teriales, fuera de los nombrados en el inciso anterior y empleados en la obra, además de ser de primera calidad, deberán satisfacer las normas y especificaciones dadas por ellos, por la Sria. de Economía Nacional o la A.S.T.M. En caso de no existir especificaciones dadas por estas autoridades, para algún material, deberán ajustarse a las federales de E.U. o en su defecto a las que indiquen las de la American Water Works Association y en último caso a las ya consagradas por la costumbre en nuestro país.

CAPITULO II.- INSPECCION.

1.- MATERIALES EN FABRICA. - Todos los materiales suministrados por el contratista, podrán ser inspeccionados, a discreción del contratante, en la fábrica manufacturadora, para su aprobación, debiendo ser los gastos de esta inspección por cuenta del contratante, si éstos cumplen con la calidad --



especificada y por cuenta del contratista en caso de que los materiales sean rechazados.

2.- INSPECCION DE CAMPO.- Todas las tuberías o tramos de ellas deberán ser tendidas, junteadas y probadas bajo presión, para suprimir defectos y fugas, en la forma que se especifica más adelante y en presencia del inspector, quien deberá dar su aprobación, en su caso.

3.- MATERIAL DEFECTUOSO.- Durante el proceso de trabajo, todo el material que se encuentre dañado por grietas rajaduras, desportilladuras, abolladuras, hendeduras, etc., - deberá ser rechazado por el Ingeniero Inspector, Todos los materiales defectuosos suministrados por el contratista deberán ser prontamente removidos por él y a su costa, del lugar del trabajo. Cualquier material suministrado por el dueño que se encuentre defectuoso deberá ser apartado y removido del lugar posteriormente por él, si se proporcionó en el lugar de la obra.

### CAPITULO III.- RESPONSABILIDADES POR EL MATERIAL.

#### 1.- DEL MATERIAL SUMINISTRADO POR EL CONTRATISTA.-

El contratista será el responsable de todo el material suministrado por él y deberá reemplazar a sus expensas, todo el que se encuentre defectuoso por su manufactura, o por el manejo sufrido después de la entrega hecha a él por el fabricante. Esto incluirá el suministro de todo el material, así como el trabajo requerido para la sustitución del material instalado que se ha encontrado defectuoso antes de la aceptación final del trabajo.

2.- DEL MATERIAL SUMINISTRADO POR EL DUEÑO.- La responsabilidad del contratista con respecto al material suministrado por el dueño, principia al recibirlo por entrega que le hagan el dueño o la casa manufacturadora que lo suministra. -- Los materiales que se encuentren en el lugar de la obra, quedarán bajo la responsabilidad del contratista desde el día en que se firme el contrato. El contratista al recibir cualquier material, suministrado por el dueño en el lugar y tiempo de la entrega deberá rechazar todo el que se encuentre defectuoso. Cualquier material suministrado por el dueño o instalado por el -- contratista, sin que se le hayan descubierto defectos, al encontrarse defectuoso antes de la recepción final, deberá ser reemplazado por material de buena calidad suministrado por el dueño, pero a costa del contratista, quien deberá proporcionar todas las facilidades, mano de obra y accesorios necesarios para remover el material defectuoso y reemplazarlo por el bueno, en forma satisfactoria para el Inspector.

3.- RESPONSABILIDAD POR ALMACENAMIENTO.- El contratista será responsable del buen almacenamiento de todo el material suministrado por él o por el dueño y aceptado por él, hasta que haya sido empleado en la obra. El interior de todos los tubos y sus accesorios deberá ser conservado libre de suciedad y materias extrañas en todo tiempo. Las válvulas e hidrantes deberán ser almacenadas en forma de protegerlas de daños tales como oxidación, congelación, roturas o cualquiera otra causa de deterioro.

4.- REPOSICION DEL MATERIAL DAÑADO.- Cualquier material suministrado por el dueño, que sufra daños antes de su empleo en la obra después de su aceptación por el contratista, deberá ser reemplazado a costa de éste.

CAPITULO IV.- MANEJO DEL MATERIAL.

1.- ACARREOS.- Todos los materiales suministrados por el contratista deberán ser distribuidos por él al lugar de su empleo. Los materiales entregados por el dueño deberán ser recogidos en sitios que él señale, acarreados y distribuidos por el contratista hasta el lugar de su empleo. Los tubos de fierro fundido, de asbesto-cemento, aditamentos, válvulas, hidrantes y accesorios deberán ser manejados con polipastos o aparejos o bien deslizarlos en patines de madera, en forma de evitar choques y daños. Bajo ninguna circunstancia el material deberá dejarse caer. El tubo que para su acomodo haya necesidad de rodarlo o deslizarlo, deberá rodarse o deslizarse sobre rodillos, pero nunca sobre los tubos que se encuentren en el piso.

2.- LUGAR DE DESCARGA EN LA OBRA.- Al llevarse el material al sitio de su colocación, cada pieza deberá descargarse lo más cerca posible del lugar donde deberá instalarse.

3.- MANEJO Y DAÑOS.- El tubo deberá manejarse en forma de no dañar su pintura o capa protectora, y si cualquier parte resulta dañada, la reparación deberá hacerse a expensas del contratista, en forma satisfactoria aprobada por el Inspector.

CAPITULO V.- ALINEAMIENTO Y PENDIENTE.

1.- GENERALIDADES.- Las tuberías de conducción y - distribución deberán ser colocadas conservando los alineamientos y pendientes especificados en el proyecto; las válvulas - e hidrantes deben instalarse verticalmente, a menos que en casos especiales se especifique lo contrario.

2.- DESVIACIONES POR OTRAS ESTRUCTURAS.- Donde --- quiera que se encuentren obstrucciones no señaladas en los -- planos, que se interfieran en forma que se haga necesario una alteración de los planos del proyecto, el Inspector tendrá autoridad para modificarlos y ordenar una desviación del alineamiento o pendiente, o bien para tratar con los dueños de las estructuras, la remoción de éstas y su relocalización y construcción en forma de eliminar la obstrucción. Si del cambio - del proyecto resulta una alteración en la cantidad de trabajo para el contratista, deberá ejecutarlo, en la inteligencia de que si su costo es mayor que el contratado se le pagará la diferencia como trabajo extraordinario, y si es menor, se le -- descontará la diferencia por disminución de trabajo, debiendo se tener en cuenta, en el caso de remoción de las estructuras, la intervención de su propietario, porque habrá casos en que él haga por cuenta del contratante la remoción y reconstruc-- ción de su estructura, debiendo en ese caso el Inspector delimitar los trabajos y responsabilidades de las partes en el - convenio que se tenga.

3.- PRECAUCIONES AL EXCAVAR.- El contratista deberá proceder en precaución al excavar y preparar las cepas, en

forma de que su localización no dañe las estructuras subterráneas, conocidas o desconocidas, haciéndosele responsable de la reparación de dichas estructuras cuando sean dañadas o rotas por falta de cuidado o negligencia de su parte.

4.- EXPLORACIONES SUBSUPERFICIALES. - Cuando el Inspector encuentre necesario explorar o excavar con el objeto de determinar la localización de alguna estructura bajo tierra, el contratista deberá hacer las exploraciones y excavaciones con estos propósitos, Si al contratista se le requiere para ejecutar trabajo adicional en las excavaciones y exploraciones, se le dará compensación extra por este trabajo.

5.- PROFUNDIDAD DE LA TUBERIA. - Toda la tubería deberá colocarse conforme a los planos del proyecto y no se permitirá variación alguna a no ser por orden escrita del Inspector o del dueño. La profundidad mínima a que quedará el lomo del tubo, salvo especificación en contrario, será de 80 cm. - con las pendientes que marquen los planos.

#### CAPITULO VI.- EXCAVACION Y REPARACION DE CEPAS.

1.- DESCRIPCION. - La cepa, zanja o trinchera, deberá excavar en forma que el tubo pueda colocarse con el alineamiento y profundidad requeridas y sólo deberá excavar -- hasta 200 M. adelante del lugar en donde se esté colocando el tubo. Sólo se permitir a un avance mayor cuando el Inspector de la obra lo autorice. La cepa, si se ejecuta en material -- deleznable, deberá adensarse (véase inciso VI-12) y drenarse -- en forma que el trabajo pueda ejecutarse segura y eficiente--

mente. Es esencial que el desagüe de las cepas sea conducido por canales, drenes o desfuegos o alcantarillados ya existentes, o que se construyan con este objeto.

2.- ANCHO DE LAS CEPAS. - El ancho de las cepas deberá tener una amplitud tal que pueda colocarse y juntarse - el tubo en forma fácil y apropiada. Cuando sea necesario ademar las cepas, deberán tener un ancho suficiente que a juicio del Inspector permita la colocación de soportes, tablas o tornapuntas necesarios para el adome, dejando espacio para la -- ejecución eficiente del trabajo. Los anchos normales de las - cepas serán como promedio los siguientes:

Diámetro tuber en pulgadas.	Ancho de la Cepa, en metros.
2	0.50
3	0.50
4	0.50
6	0.55
8	0.60
10	0.65
12	0.70
14	0.75
16	0.80
18	0.85
20	0.90
24	0.95
30	1.05
36	1.20
42	1.40
48	1.55
54	1.75
60	1.90

Estas anchuras son para cuando se emplean juntas - simples o de macho y campana. Cuando se empleen juntas "Gibault a los anchos especificados se aumentarán 10 cm. En caso de que sea necesario variar estas dimensiones por causas imprevistas el criterio del Inspector es el que deberá fijar las variaciones correspondientes.

3.- EXCAVACION PARA CAMPANAS O JUNTAS.- El lecho - bajo del tubo deberá descansar directamente sobre el fondo de las cepas o del colchón que se construya especialmente para - ello, ejecutándose rebajes suficientemente amplios para permi - tir su enchufe mediante la junta que se especifique. Cuando - se trate de campanas, el rebaje deberá ser lo suficientemente - amplio para permitir un trabajo de junteado correcto.

4.- CLAROS PARA EXCAVACION EN ROCA.- Si en las ce - pas se encuentran intrusiones aisladas de roca, cantos roda - dos grandes o mañosterías, deberán ser removidas para dar a - la cepa, las dimensiones ya especificadas. En caso de que di - chas intrusiones sean muy numerosas, a juicio del Inspector, - los rebajes serán cuando menos de 25 cm. en los paramentos y - de 1 cm. en el fondo, en tubos, válvulas y aditamentos de 24" - de diámetro o menores. Para diámetros mayores de 24", los re - bajes no serán menores de 30 cm. a los paramentos y de 20 en - el fondo.

Los rebajes y claros especificados como mínimos, - son las menores distancias que se permitirán entre cualquier - parte del tubo que se coloque a sus aditamentos y las protube - rancias más salientes de los paramentos de la cepa.

5.- EXCAVACION DEL FONDO DE LA CEPA.- La cepa debe - rá excavarse a la profundidad requerida, en forma de constituir - un asiento continuo y uniforme para el tubo en suelo virgen, - sin excavar ni rellenar, excepto en los puntos donde se exca - ven los rebajes para las campanas o uniones de la tubería. --

necesario, en el centro del tubo, para poder introducir y quitar las cadenas o cuerdas que sirven para manejarlo y levantarlo. El acabado del relleno del fondo debe ejecutarse acuciosamente por medio de herramientas de mano, no debiéndose tolerar prominencias mayores de 1 cm.

La excavación abajo del nivel del fondo proyectado para la cepa, que deba rellenarse posteriormente, sólo se ejecutará cuando el suelo contenga piedras, arcilla seca, pizarras o conglomerados no uniformes.

7.- EXCAVACION CON FONDO INESTABLE Y RELLENO.- Cuando el fondo de la cepa a la profundidad deseada se encuentre inestable, por incluir cenizas, carbones, basuras, materia orgánica o grandes piezas o fragmentos de material inorgánico, que a juicio del Inspector deban ser removidas, el contratista deberá excavar y remover ese material indeseable en todo el ancho de la cepa, hasta la profundidad que ordene el Inspector. Antes de la colocación del tubo, el fondo de la cepa deberá ser rellenado a la altura proyectada por medio del material aprobado por el Inspector y en capas consolidadas no mayores de 20 cm. de espesor, Las capas deberán ser humedecidas y apisonadas para formar un lecho uniforme y continuo que soporte el tubo en toda su longitud excepto en las oquedades necesarias para las juntas. No se permitirá remoción alguna que dañe la superficie de esta capa, más que la necesaria, en el centro del tubo en longitud no mayor de 45 cm. indispensable para introducir y sacar la cadena o lazo que sirva para el manejo del tubo. El acabado de esta capa se hará a mano, no permitiéndose prominencias ni oquedades mayores de 1 cm.



Sólo se permitirá al centro del tubo una excavación ligera -- que nunca será mayor de 45 cm. de largo para poder introducir la cadena o lazos necesarios para levantar o manejar el tubo. Cualquier parte del fondo de la cepa que se excave más abajo de la profundidad necesaria deberá ser corregida con material apropiado, que deberá consolidarse perfectamente, todo ello -- bajo la vigilancia del Inspector. El acabado del fondo de la excavación con la pendiente necesaria para el tubo, deberá -- ejecutarse acuciosamente, por medio de herramientas manuales, no debiendo tener prominencias ni oquedades mayores de 1 cm.

Si en opinión del Inspector, las condiciones del -- suelo encontrado en el fondo de la cepa, requieren en total o en parte un trabajo que deba ejecutarse de acuerdo con el inciso VI(6), el Inspector tiene la autoridad necesaria para ordenar que el trabajo se haga por cuenta del contratista al -- cual deberá compensársele por trabajo adicional.

6.- EXCAVACION INFERIOR AL FONDO DE LA CEPA.- Cuando el subsuelo lo requiera, deberá excavar-se cuando menos 10 cm. abajo del nivel del fondo, pero no más de 15 cm. con el -- objeto de consolidar el suelo. Antes de que el tubo sea colocado, el fondo deberá rellenarse con material apisonado por -- cepas de 15 a 20 cm. de espesor que deberán ser humedecidas -- como el Inspector indique, para proveer un fondo uniforme y -- continuo, que soporte al tubo en toda su longitud, excepto en las campanas o juntas, no debiéndose remover este fondo, ni -- dañar su superficie bajo ningún concepto, excepto si se hace

8.- CIMIENOS EN FONDO INESTABLE.- Si el fondo de la cepa a la profundidad deseada es de material inadecuado - al grado de que en opinión del Inspector se haga necesario - removerlo, se reemplazará por material apropiado y compactado en el lugar. Si se hace necesario, el Contratista deberá construir un cimiento que puede consistir en pilotes, losas de concreto y otro material que esté de acuerdo con las determinaciones que tome el Inspector, en la inteligencia de -- que este trabajo le será liquidado al contratista, considerán-- dolo como extraordinario.

9.- FONDOS EN ROCA.- Cuando el material que se excava sea roca o cantos rodados grandes, se dejarán los claros - especificados en el inciso VI-4 y el fondo de la cepa se consolidará con un relleno de material adecuado, por capas de 15 a 20 cm. de espesor que se humedecerán como el Inspector indique para consolidarse una después de otra, en forma de proporcionar al final un lecho continuo para soportar el tubo en toda su longitud excepto en los rebajes necesarios para las uniones. No es permitido alterar o excavar esta capa si no es en el centro del tubo, en una longitud no mayor de 45 cm. para poner o quitar la cadena o cable necesarios para levantar y manejar el tubo. El acabado del fondo debe ejecutarse a mano acuciosamente y en tal forma, que no queden prominencias ni - coquedades mayores de 1 cm.

10.- EXCAVACION EN ROCA.- Por roca se entiende el material duro y compacto que requiera para removerse, ser perforado, dinamitado, el empleo de quebradoras, cuñas o barretas como mampostería de piedra o roca sólida. No entra en esta --

clasificación ninguna roca suave o disgregada que pueda removerse con pico y pala o por una pala mecánica excavadora, como por ejemplo roca previamente dinamitada o rellenos de piedra suelta, aún cuando por economía o por facilidad de ejecución, se empleen explosivos o maquinaria para su remoción o extracción.

11.- VOLADURAS. - El uso de explosivos para excavación de cepas, se permitirá únicamente, cuando el Inspector haya cerciorauose minuciosamente de que han sido tomadas todas las precauciones necesarias para proteger a las personas y propiedades que pudieran afectarse como consecuencia de las explosiones. La hora para ejecutar la voladura o tronada, deberá ser fijada por el Inspector. Cualquier daño causado por la voladura será reparado por cuenta del contratista. Los métodos o procedimientos empleados para las voladuras por el contratista, deberán ser conforme a las leyes federales de los Estados o por órdenes Municipales.

12.- ADEMES. - Cuando se haga necesario, las cepas a cielo abierto deberán ademarse en forma de proteger vidas y propiedades. Cuando se requiera tabla-estacado, éste se ejecutará en forma de impedir que el suelo adyacente penetre a la cepa ya sea por la parte inferior o por los paramentos a través de los ademes. Donde se emplee ademe, el ancho de la cepa deberá aumentarse de acuerdo con el espacio requerido para éste.

El Inspector tendrá el derecho de ordenar y decidir si el tabla-estacado debe llevarse hasta la total profundidad de la cepa o más abajo todavía para la protección del trabajo.

Cuando el suelo en los límites inferiores de la cepa adquiriera la estabilidad necesaria, el Inspector a discreción puede permitir al contratista que el tabla-estacado sólo llegue hasta determinada altura del fondo de la cepa, sin embargo, este -- permiso del Inspector no releva al contratista de ninguna responsabilidad.

El ademe que se ordene sea dejado en el lugar, deberá ser cortado y removido 90 cm. abajo de la superficie que se establezca para el terreno medido desde sus partes más bajas. El ademe que se retire, deberá ser removido después de que el relleno haya llegado a tal elevación, que permita su extracción en forma que asegure una completa protección a las estructuras adyacentes o superficiales de cualquier clase que sean.

El costo de proporcionar, colocar y remover los -- ademes o dejarlos en su lugar, debe ser incluido en los precios unitarios del contrato. Cuando el Inspector haya ordenado que los ademes queden en su lugar y se hayan especificado lo contrario en el contrato, se tendrá un arreglo con el contratista para el pago de ellos, incluyendo el corte a 90 cm. de profundidad que se haga necesario.

13.- SELECCION DEL MATERIAL EXCAVADO.- Todos los materiales excavados o superficiales que en opinión del Inspector sirvan para restaurar la superficie y fondos de las cepas, deberán ser colocados o apilados separadamente de los demás en la forma que el Inspector indique.

14.- COLOCACION DEL MATERIAL EXCAVADO.- Todo el material excavado deberá ser apilado o amontonado en forma que no dificulte el trabajo y evite obstrucciones en las banquetas

y pasos. Los hidrantes, cajas de válvulas, tomas de incendio, teléfonos y todas las instalaciones de servicio, deberán quedar sin obstrucciones y accesibles mientras se ejecuta el trabajo. Las atarjeas y cualquier otro desagüe deberán permanecer limpios y libres durante el trabajo: ningún cauce natural de agua deberá ser obstruido.

15.- MÉTODOS Y EXCAVACION.- Las excavaciones se ejecutarán a mano, cuando la delicadeza de la obra lo requiera, pudiéndose emplear maquinaria en donde su actuación no cause daños.

16.- SEÑALES Y BARRERAS DE PROTECCION.- Para proteger a las personas y evitar daños a las propiedades, deberán colocarse y mantenerse durante el proceso de construcción, barreras adecuadas, avisos de construcción, linternas rojas o antorchas y los veladores o cuidadores que se hagan necesarios hasta que el peligro desaparezca y pueda reanudarse el tránsito normal.

Todos los montones de material, equipo, tubería y cuanto pueda servir de obstrucción al tránsito, deberá colocarse donde menos estorbe y abanderarse por medio de barreras, avisos con luces, etc., para impedir accidentes. Las órdenes y reglamentos expedidos por las Autoridades que especifiquen las precauciones que deban tomarse, deberán ser acatadas.

17.- MANTENIMIENTO DEL TRANSITO.- El contratista deberá llevar el trabajo en forma que cause la menor interrupción al tránsito, no debiendo cerrar más de dos cruces de calles seguidos, ni impedir el tránsito en más de dos calles consec

tivas. Donde el tránsito cruce cepas abiertas, el contratista deberá construir a su costa, puentes adecuados. El contratista deberá colocar donde el Inspector señale, signos visibles que indiquen que la calle está cerrada y en donde se establezcan desviaciones para el correcto mantenimiento del tránsito.

18.- PROTECCION DE LAS ESTRUCTURAS.- El contratista deberá ejecutar, a su costa, las construcciones necesarias y adecuadas para proteger y mantener todas las estructuras que se encuentren bajo tierra, como albañales, alcantarillados, líneas de teléfonos, etc. Las estructuras que hayan sido dañadas serán reparadas por cuenta del contratista y bajo la dirección del Inspector, como complemento del trabajo.

19.- PROTECCION DE PROPIEDADES AJENAS.- Los árboles, setos vivos, verjas, postes y cualquier otra propiedad o estructura superficial deberá protegerse, a no ser que sea removida con autorización del Inspector y de su propietario. Cuando sea necesario cortar raíces, ramas de árboles, etc., se hará bajo la supervisión y dirección del Inspector.

20.- INTERRUPCION DE SERVICIOS.- Si existe un sistema de conducción de agua o de alcantarillado en la localidad, donde se ejecutan trabajos, ninguna válvula ni cualquier otro control de los sistemas existentes, deberá ser operado por el contratista cualquiera que sea el objeto que se persiga. Sólo el propietario deberá operar las válvulas, hidrantes y cualquiera otra elemento de control.

CAPITULO VII.- TENDIDO DE TUBERIA.

1.- MANEJO DE LAS TUBERIAS.- El contratista deberá proporcionar para la obra las herramientas y maquinaria en cantidad suficiente, que aseguren su conveniente y seguro desarrollo. Todo el tubo, sus aditamentos, válvulas e hidrantes deberán ser bajados a las copas, pieza por pieza, por medio de garruchas, cuerdas o cualquier otro medio de suspensión -- apropiado, de manera de no causar daños a los materiales ni a sus capas protectoras y pinturas. Bajo ninguna circunstancia deberán maltratarse o dejarse caer dentro de la cepa.

2.- PRUEBA AL SONIDO. Tanto el tubo como sus aditamentos, deberán ser inspeccionados, al bajarse a la cepa. --- mientras se encuentren colgados, golpeándolos suavemente con un martillo ligero, con el objeto de localizar rajaduras e -- grietas.

3.- LIMPIA DE LA TUBERIA.- Antes de colocar el tubo en la cepa para tenderlo, se deberá limpiar quitándole del macho y de la campana o junta, todos los budoques y ampollas formados por el exceso de pintura protectora. El exterior de los machos y el interior de las campanas o juntas de otra clase, deberán cepillarse con cepillo de alambre y colocarse y e limpiarse en forma de que queden secas y libres de aceite y - grasa antes de enchufar los tubos.

4.- TENDIDO.- Cuando se coloque el tubo, deberá to marse toda precaución posible para impedir que penetre en él, material extraño. Si la cuadrilla que tiende la tubería, no -

puede colocarla en su lugar, sin que le entre tierra, el inspector deberá exigir que los extremos del tubo se tapen, antes de bajarlo a la cepa, con bolsas de lona amarrada, las que sólo se quitarán, al hacer el enchufe de cada extremo. Durante el tendido, no deberán colocarse herramientas, trapos, desechos, desperdicios u otros materiales dentro del tubo.

Después de colocar en la cepa un pieza de tubería, si la unión es de macho y campana, el macho deberá centrarse en la campana, forzándolo después a que entre a su lugar, alineando el tubo inmediatamente después y asegurándolo mediante un relleno parcial en el centro del tubo. Si la unión es medianta junta "Gibault" "Simplex" u otra, se ejecutará el enchufe, haciendo que los extremos de la tubería queden bien centrados a la separación debida, alineando la tubería posteriormente y asegurándola con un relleno parcial en el centro del tubo. Este relleno nunca deberá cubrir o afectar las juntas, las que deberán quedar siempre libres, cualquiera que sea su clase; en cambio se cubrirá y asegurará el resto del tubo. Cuando el tendido de la tubería no esté en proceso, los extremos abiertos deberán cerrarse, mediante tapones impermeables que apruebe el Inspector.

En uniones de macho y campana, en las que no se pueda verter plomo fundido, el emplomado deberá efectuarse con lana de plomo, retacándola hasta hacerla impermeable.

Si en la cepa hay agua, los tapones de la tubería, no deberán ser removidos, sino hasta que el agua haya sido de salojada completamente.



5.- TUBOS TENDIDOS ANTES DEL JUNTEO.- Si para la unión de macho y campana se especifica el cemento como material para efectuar la junta, deberán colocarse 6 o más tubos en su lugar antes de proceder a ejecutar el junteo.

6.- CORTES.- El corte de tubos necesario para insertar válvulas, piezas especiales u otros aditamentos, deberá ser neto y limpio, formando ángulo recto con el eje del tubo y en forma de no dañarlo y dejar el extremo completamente liso.

En tubo de fierro fundido, cuando se trate de cortar tubería de 20" o de mayor diámetro y no sea posible cortarlo con máquina, se permitirá el corte mediante arco eléctrico, debiendo ejecutar esta operación sólo trabajadores especializados. No se permitirá efectuar el corte mediante soplete de oxiacetileno.

7.- POSICION DE LOS TUBOS TENDIDOS.- Cuando se tienda tubo de macho y campana, la campana deberá ir aguas arriba en relación al escurrimiento hidraulico normal a menos que el Inspector autorice lo contrario.

8.- DEFLEXIONES PERMITIDAS.- Donde sea necesario hacer curvas o deflexiones con el tubo, desviando éste de la línea recta, ya sean un plano vertical u horizontal, el ángulo de deflexión permitido de un tubo con respecto a otro, no deberá exceder el requerido para satisfacer un buen recalado en la junta y deberá ser aprobado por el Inspector.

La desviación o deflexión de tubos adyacentes, se obtiene abriendo las juntas en forma de permitir que un punto

del extremo del tubo se aparte de su lugar hasta que el punto diametralmente opuesto al primero toque al tubo en que se enchufa. Esto deberá ejecutarse dejando siempre profundidad suficiente en la parte donde los tubos se separan para asegurar un junteo bueno e impermeable. Tratándose de tubos de macho y campana, el macho debe tocar el fondo de la campana en que se enchufa. Las deflexiones máximas se estipulan en la tabla adjunta y determinan los límites que se aceptan. En tubos de asbesto-cemento, deberá tenerse en cuenta la separación -- que debe existir entre dos tubos adyacentes para absorber su dilatación por efecto de hidratación.

DEFLEXIONES MAXIMAS EN TUBOS DE ASBESTO-CEMENTO CON JUNTA "SIMPLEX".

De-- fle- xión en °	DEFLEXION.				ABERTURA DE LA JUNTA EN MILIMETROS.												
	1M.	2M.	3M.	4M.	3"	4"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"	24"	30"	36"
1	.017	.035	.052	.070	1.3	1.8	2.7	3.5	4.4	5.3	6.2	7.1	8.0	8.9	10.6	13.3	16.0
2	.035	.070	.105	.140	2.7	3.5	5.3	7.1	8.9	10.6	12.4	14.2	15.9	17.7	21.3	26.6	31.9
3	.052	.105	.157	.210	4.0	5.3	8.0	10.6	13.3	16.0	19.0	21.3	23.9	26.6	31.9	39.9	47.9
4	.070	.140	.210	.280	5.3	7.1	10.6	14.2	17.7	21.3	24.8	28.4	31.9	35.5	42.5	53.2	63.8
5	.087	.175	.262	.350	6.6	8.9	13.3	17.7	22.2	26.6	31.0	35.5	39.9	44.3	53.2	66.5	79.8
6	.105	.210	.315	.420	8.0	10.6	16.0	21.3	26.6	31.9	37.2	42.6	47.8	53.2	63.8	79.8	95.7
7	.123	.246	.368	.491	9.3	12.4	18.6	24.8	31.0	37.2	43.4	49.6	55.8	62.0	74.4	93.0	111.7
8	.140	.281	.422	.562	10.6	14.2	21.3	28.3	35.4	42.6	49.6	56.7	63.8	70.9	85.0	106.3	127.6
9	.158	.317	.475	.634	11.9	15.9	23.9	31.9	39.9	47.9	55.8	63.8	71.7	79.7	95.6	119.6	143.5
10	.176	.353	.529	.705	13.2	17.7	26.6	35.4	44.3	53.2	62.0	70.9	79.7	88.6	106.2	132.9	159.4
11	.194	.389	.583	.778	14.6	19.5	29.2	38.9	48.7	58.5	68.1	77.9	87.6	97.4	116.8	146.1	175.3
12	.213	.425	.633	.850	15.9	21.2	31.9	42.4	53.1	63.8	74.3	85.0	95.5	106.2	127.4	159.3	191.2
13	.230	.462	.693	.923	17.2	23.0	34.5	46.0	57.5	69.1	80.5	92.0	103.5	115.0	138.0	172.5	207.0
14	.249	.499	.748	.997	18.5	24.7	37.2	49.5	61.9	74.3	86.6	99.1	111.4	123.8	148.6	185.7	222.9
15	.268	.536	.804	1.072	19.8	26.5	39.8	53.0	66.3	79.6	92.8	106.1	119.3	132.6	159.1	198.9	238.7
16	.287	.574	.860	1.147	21.2	28.3	42.4	56.5	70.7	84.9	98.9	113.1	127.2	141.4	169.6	212.1	254.5
17	.306	.611	.917	1.223	22.5	30.0	45.1	60.0	75.1	90.2	105.1	120.2	135.1	150.2	180.2	225.3	270.3
18	.325	.650	.975	1.300	23.8	31.8	47.7	63.5	79.5	95.4	111.2	127.2	143.0	158.9	190.7	238.4	286.1
19	.344	.689	1.033	1.377	25.1	33.5	50.3	67.0	83.8	100.7	117.4	134.2	150.9	167.7	201.2	251.5	301.9
20	.364	.728	1.092	1.456	26.4	35.3	53.0	70.5	88.2	105.9	123.5	141.2	158.7	176.4	211.7	264.6	317.6

DEFLEXIONES MAXIMAS EN TUBOS DE ASBESTO CEMENTO CON JUNTAS "SIMPLEX"

De- fle- xión en	R A D I O S D E G I R O.											
	3"				4"				6"			
	1 Mt.	2 Mt.	3 Mt.	4 Mt.	1 Mt.	2 Mt.	3 Mt.	4 Mt.	1 Mt.	2 Mt.	3 Mt.	4 Mt.
1	57.308	114.582	171.845	229.129	57.320	114.593	171.867	229.141	57.354	114.628	171.901	229.175
2	28.677	57.675	85.951	114.588	28.688	57.325	85.962	114.599	58.711	57.348	85.985	114.522
3	19.129	38.220	57.311	76.403	19.141	38.232	57.323	76.415	19.168	38.259	57.548	76.441
4	14.356	29.009	42.992	57.311	14.370	28.688	43.007	57.325	14.396	28.714	43.033	57.351
5	11.491	22.943	34.395	45.847	11.457	22.955	34.407	45.859	11.528	22.980	34.432	45.881
6	9.578	28.659	28.659	38.199	9.592	19.132	28.672	33.212	9.616	19.157	28.697	38.237
7	8.213	16.388	24.563	32.739	8.226	16.401	24.577	32.752	8.250	16.426	24.601	32.776
8	7.189	14.339	21.488	28.639	7.201	14.351	21.502	28.652	7.226	14.376	21.526	28.676
9	6.391	12.745	19.098	25.451	6.504	12.757	19.111	25.464	6.429	12.783	19.136	25.489
10	5.753	11.468	17.183	22.897	5.766	11.481	17.196	22.911	5.792	11.506	17.221	22.936
11	5.231	10.424	15.616	20.809	5.244	10.436	15.629	20.821	5.268	10.461	15.654	20.846
12	4.795	9.553	14.310	19.069	4.809	9.566	14.324	19.081	4.833	9.591	14.348	19.106
13	4.426	8.814	13.210	17.591	4.439	8.827	13.216	17.604	4.465	8.853	13.241	17.629
14	4.111	8.183	12.255	16.328	4.124	8.196	12.268	16.341	4.148	8.220	12.293	16.365
15	3.836	7.634	11.432	15.230	3.849	7.647	11.445	15.243	3.874	7.672	11.470	15.268
16	3.594	7.153	10.711	14.269	3.609	7.167	10.724	14.282	3.634	7.192	10.729	14.307
17	3.384	6.729	10.075	13.421	3.396	6.742	10.088	13.433	3.422	6.767	10.113	13.459
18	3.195	6.352	9.509	12.666	3.208	6.365	9.522	12.679	3.233	6.390	9.547	12.704
19	3.026	6.014	9.002	11.990	3.039	6.027	9.015	12.003	3.064	6.052	9.040	12.028
20	2.874	5.709	8.545	11.380	2.887	5.722	8.558	11.393	2.919	5.747	8.583	11.418

9.- CRUCES CON VIAS FERREAS.- En los cruces de vias de ferrocarril o tranvias, el trabajo se hará de acuerdo con las especificaciones, procedimientos y horas de trabajo, señalizadas por las compañías propietarias de las vias que se cruzan. Si el trabajo lo ejecutan las compañías, el contratista sólo tenderá y juntará los tubos para hacer el cruce, ejecutando el relleno de la cepa hasta alcanzar una capa de 60 cm. de espesor, debiendo los dueños de las vias ejecutar el resto del trabajo. Todo lo anterior, se especifica para cuando el contratista no establezca un convenio previo con los propietarios de las vias para ejecutar el trabajo, en cuyo caso, dicho convenio será hecho a satisfacción de los propietarios de las vias, y del dueño de la obra.

10.- EN DONDE NO DEBE TENDERSE TUBERIA.- En ningún caso deberá tenderse tubería cuando la opinión del Inspector considere que las condiciones de la cepa son inadecuadas para ello.

#### CAPITULO VIII.- JUNTEO.

1.- ELPAQUES.- El material para empacar las juntas podrá ser cualesquiera de los siguientes:

- 1).- Anillos de goma redondos o cuadrados moldeados.
- 2).- Cuerda de asbesto.
- 3).- Cuerda de papel tratado y alquitranado.
- 4).- Estopa alquitranada.
- 5).- Cemento y
- 6).- Plomo.

Todos los materiales mencionados deberán ser tratados con cuidado para prevenir su contaminación y al ser colo-

cados en su lugar, deberán estar secos y libres de aceite, alquitrán en exceso y substancias grasosas. Cuando se trate de juntas con cemento, el material de empaque podrá ser omitido si así se especifica en el contrato.

2.- COLOCACION DE EMPAQUES.- El material de empaque en tubos de macho y campana se colocará alrededor del macho y deberá tener las dimensiones apropiadas para centrarlo dentro de la campana o para hacer concordar cada extremo con el alineamiento del tubo anterior. Cuando se trate de tubos de extremos lisos o con bridas; cuando el extremo del tubo se empuja para enchufarlo dentro de la campana o dentro de la junta, el material de empaque deberá quedar sujeto y apretado -- firmemente entre la superficie exterior del macho en el extremo del tubo y la superficie interior de la campana o junta, -- debiendo quedar a una distancia uniforme del exterior, y en todo el perímetro de la junta. Cuando no se trate de anillos de goma, el material de empaque deberá ser recalcado en el interior de la junta mediante herramienta apropiada, para satisfacer los requisitos anteriores. Cuando se use una sola cuerda como material de empaque, sus extremos deberán cruzarse en la parte alta del tubo no más de 5 cm.; si se usa más de una cuerda o cordón, cada cuerda o cordón deberá cortarse de la longitud necesaria para que sus extremos queden a tope sin -- cruzarse, debiendo estar a tope, encontrarse en cadauno de -- los anillos así formados diametralmente opuestos en el tubo. Los cordones de material y empaque deberán recalcarse uno después de otro, separadamente.

3.- PROFUNDIDAD DE LOS EMPAQUES.- Cuando se trate de juntas de plomo, deberán dejarse a una profundidad no menor de 6 cm. para vaciar el plomo en tubos de diámetro nominal de 500 mm. (20") o menos y de 6 1/2 cm. en tubos de 600 mm. (24") a 914 mm. (36") de diámetro y de 7 1/2 cm. en tubos mayores de 914 mm. (36") de diámetro.

El espacio necesario para la profundidad de la junta, cuando se trate de juntas de cemento, nunca deberá ser menor de 8 cm.

4.- EMPLEO DE JUNTAS DE PLOMO O CEMENTO.- De no especificarse en el contrato el empleo de juntas de cemento, deberán emplearse juntas de plomo, cuando se trate de tubo de macho y campana, dejando de aplicarse lo especificado aquí para juntas de cemento y viceversa.

5.- CALIDAD DEL PLOMO.- El plomo, para propósito de recalcar las juntas, deberá contener no menos de un 99.73% de plomo puro. Las impurezas no deberán exceder de los siguientes límites:

Antimonio, arsénico y estaño, juntos...	0.015%	
Cobre .....	0.08	%
Zinc .....	0.002	%
Fierro .....	0.002	%
Bismuto .....	0.25	%
Plata .....	0.02	%

El nombre del productor o marca industrial del plomo deberá estar claramente estampado sobre cada pieza.

6.- VERTIDO DEL PLOMO.- El plomo deberá ser calentado y fundido en una olla o cazo propio para el objeto, colocado en punto fácil de alcanzar, desde el lugar donde deba --

ser vertido, en forma y manera que el metal fundido no se enfrie al ser acarreado a donde va a vaciarse y en donde deberá tener la temperatura adecuada para que al escurrir muestre un rápido cambio en su color. Antes de vaciarse deberá removerse toda la espuma que tenga. Cada junta deberá hacerse en una sola vaciada vertiendo continuamente el plomo hasta llenar completamente la junta. Las juntas que resulten imperfectas o esponjosas deberán ser destruidas y vueltas a vaciar.

7.- RETEN PARA EL PLOMO.- El borde del aro, masilla o cuerda que se coloca contra la cara de la campana, en el exterior de ella, para formar la represa necesaria para fundir la junta, deberá estar embarrada de arcilla y avenirse perfectamente al tubo, para impedir fugas o escurrimientos y deberá tener en la parte superior del tubo, una boca apropiada para poder ejecutar el relleno de la junta al verter el plomo.

8.- RECALCADO.- Después de que el plomo se ha enfriado a la temperatura del tubo, las juntas de plomo deberán ser recalçadas con herramientas neumáticas o de mano, operadas por trabajadores competentes, hasta que tales juntas sean compactadas y quedan impermeables. El acabado de la junta deberá mostrar una superficie dura y uniformemente martillada. Deberá tenerse cuidado de no sobrecargar las campanas durante el recalcado.

9.- CALIDAD DEL CEMENTO.- Si se trata de juntas de cemento, el que se emplee deberá ser de una marca que satisfaga



ga las especificaciones de la A.S.T.M. para cemento Portland.

10.- MORTARO.- La proporción de agua-cemento será - do 58% en peso de agua con relación al cemento.

La mezcla será tal que cuando se comprima ligeramente con la mano una pelota y ésta se rompa en dos piezas, la - quebradura sea lisa. Si la mano queda ligeramente mojada, entonces la mezcla es muy húmeda, y si hay evidencia de desmoronamiento en la quebradura, la mezcla está muy seca, La mezcla de cemento deberá tener sonido metálico al ser recalcada.

11.- CAUSAS DE RECHAZO.- Ningún cemento deberá usar se después de una hora de haberse humedecido o mojado.

12.- RECALCADO DE JUNTAS DE CEMENTO.- El cementado de la junta deberá ejecutarse empezando por rellenar el fondo con cemento para rematar en la parte alta, recalcando también de abajo a arriba, y volviendo luego a llenar y a recalcar el espacio de la junta que quede libre después de la operación - anterior hasta enrasar con el borde de la campana. La mezcla deberá estar compactada en forma de obtener una junta compacta e impermeable sin sobrecargar por el recalcado a la campana.

13.- AGUA EN LA CIFA.- No se permitirá que el agua toque a la junta hasta que el cemento haya fraguado, y tenga por lo menos 24 horas de colado.

14.- HUMEDAD PARA LAS JUNTAS. - Una vez terminada la junta de cemento, deberá cubrirse ésta con un trapo húmedo u otro material aceptado por el Inspector, para asegurar su com

pleta hidratación. En tiempo frío deberán tomarse precauciones para evitar la congelación de la mezcla del cemento antes y después de que la junta haya sido ejecutada.

15.- INTERVALO PARA EL RELLENO.- La tubería tendida con juntas de cemento no deberá llenarse de agua sino hasta que hayan transcurrido cuando menos 12 horas después de que la última junta haya sido hecha. La presión del agua en la tubería no deberá levantarse sino hasta 36 horas después.

#### CAPITULO IX.- COLOCACION DE VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES.

1.- GENERALIDADES.\* Las válvulas, piezas especiales y aditamentos deberán ser instalados como aquí se especifica y en el sitio que marquen los planos.

2.- INSTALACION DE VALVULAS.- Cada válvula deberá ir provista de una caja de metal o mampostería para protegerla y facilitar su manejo. Esta caja deberá ir enterrada y provista de tapa al nivel del piso, con resistencia adecuada para que no transmita a la válvula, los choques ni esfuerzos que reciba por el tránsito. Además, la válvula deberá estar centrada y a plomo. De no especificarse en los planos altura distinta para la tapa de las cajas, éstas deberán ir al nivel del pavimento o suelo del lugar donde se construya. Para las válvulas que tengan para ser operadas, "Mecanismos" como engranes, fuera de su propio armazón de fierro fundido, se deberán construir cajas de mampostería que permitan el libre funcionamiento a los mecanismos y que dejen accesible la válvula

a través de la entrada o tapa de la caja. Estas cajas deberán ser construidas de tal manera, que no sólo protejan la válvula contra choques y esfuerzos del tránsito, sino que también permitan hacer reparaciones sin obstáculos.

3.- DRENES.- En donde indiquen los planos, se construirán drenes para las tuberías principales, los que deberán ir provistos de válvulas de compuerta.

Así mismo, las válvulas de aire o de cualquier mecanismo que arrojen agua de las tuberías principales, deberán ir provistas de drenes.

4.- EXTREMOS MUERTOS.- Los extremos muertos de las tuberías deberán ir cerrados con cachuchas, tapas ciegas o tapones de rosca o atraques que puedan tener o no llaves de purga; en el primer caso, deberán estar provistos de drenes.

#### CAPITULO X.- COLOCACION DE HIDRANTES.

1.- LOCALIZACION.- Los hidrantes deberán ir colocados en forma tal que sean completamente accesibles y de tal manera, que la posibilidad de daños que pueda causarles el tránsito de vehículos o de peatones sea disminuido al mínimo. Cuando se coloquen detrás de una curva, el cuerpo del hidrante deberá quedar en forma de que su porción más saliente quede entre 1 y 30 cm. adentro de la guarnición de la banquetta. Cuando se coloque en las banquetas ninguna porción saliente del hidrante deberá estar a menor distancia de 15 cm. a partir de la guarnición de la banquetta.

2.- POSICION.- Todos los hidrantes deberán estar colocados a plomo y sus bocas mirando hacia la orilla de la banqueta, exepcto los hidrantes de dos bocas, las cuales deberán quedar cada una formando un ángulo de  $45^{\circ}$  con la orilla de la banqueta. Las bocas deberán quedar a 30 cm. arriba del nivel de la banqueta. Todo lo anterior se refiere a hidrantes que sobresalgan del suelo.

3.- CONEXION.- Cada hidrante deberá ser conectado a la tubería de distribución con tubo de 4" de diámetro mediante válvula de compuerta de 4", a no ser que en los planos se especifique otra cosa.

4.- DRENES.- Si se coloca un hidrante en suelo permeable, para su drenaje, deberá proveerse en su base de un relleno de grava gruesa o piedra quebrada con arena gruesa que llegue desde el fondo de la cepa hasta 15 cm. arriba de su abertura de desperdicios y a una distancia de 30 cm. alrededor del codo. Si el hidrante se coloca en suelo impermeable, deberá excavarse un foso de 60 a 90 cm. de diámetro abajo del hidrante, que deberá ser relleno en forma compacta con grava gruesa o piedra quebrada para que le sirva de dren, debiendo este foso llegar hasta el fondo de la cepa.

#### CAPITULO XI.- ANCLAJES Y ATRAQUES.

1.- ANCLAJES DE HIDRANTES.- Los hidrantes deberán ir anclados y atracados al terreno sin excavar ya sea mediante una losa de concreto, al extremo de la cepa y rellenos de concreto o bien tirantes de acero con muertos o cualquier otra forma --

que asegure su completa estabilidad y fijeza. Estas instalaciones deberán ser revisadas por el Inspector y aprobadas por él.

2.- LO QUE DEBE ATRACARSE.- Todos los extremos, -- Tes, codos y curvas de mayor de  $22 \frac{1}{2}^{\circ}$  en tuberías de 8" o más de diámetro, deberán ir provistas de atraques que absorban el empuje de la tubería, impidiendo sus movimientos. Si se ha ce necesario, se usarán abrazaderas y varillas para asegurar la tubería.

3.- ATRAQUES.- Los atraques deberán ser de concreto de una proporción no menor de 1:  $2 \frac{1}{2}$ : 5 debiendo tener una resistencia mínima a la compresión de 140 kilos por centímetro cuadrado a los 25 días. Los atraques deberán colocarse entre el suelo sólido y el aditamento que debe ser atracado, debiendo el área de reacción, tanto en el tubo como en el suelo, ser calculada y aprobada por el Inspector de la obra. Los atraques deberán ser colocados en forma y manera que las juntas de la tubería y aditamentos de ellas puedan fácilmente repararse.

4.- ANCLAJES.- Podrán reemplazarse los atraques mediante tirantes, abrazaderas, etc., con la adecuada resistencia para impedir los movimientos siempre y cuando el Inspector de la obra lo autorice, debiendo estos accesorios, ser de fierro galvanizado y pintados con pintura anticorrosiva.

## CAPITULO XII.- PRUEBAS HIDROSTATICAS.

1.- PRUEBAS REQUERIDAS.- El contratista deberá ---

efectuar dos pruebas hidrostáticas en la tubería ya colocada, a saber: La prueba de presión, para localizar escapes o fugas cuando la tubería solamente se encuentre parcialmente cubierta y la prueba de cuanteo de fugas, que se ejecutará cuando la tubería se encuentre totalmente instalada y cubierta.

2.- PRUEBA A PRESION.- La prueba de presión se hará cuando el tubo se encuentre ya tendido, con la cepa parcialmente rellena como se especifica más adelante en el inciso XIII-5 habiéndose además atracado cada tubo mediante un relleno parcial de la cepa y en el centro de olla conforme el inciso ---- XIII-6, que deje visibles y libres absolutamente todas las juntas. (Véase inciso VII-4).

La presión hidráulica a que deberá someterse la tubería será igual a una y media veces la presión estática máxima a que se encontrará sometida la tubería de la red conforme a los cálculos del proyecto en su punto más desfavorable, no debiendo ser nunca esta presión hidrostática de prueba menor del 67% de la presión de prueba de la tubería en fábrica.

Después de ejecutada la prueba anterior y rellena la copa como se especifica en el inciso XIII-7, deberá ejecutarse la prueba de cuanteo de fugas bajo la presión máxima de trabajo a que vaya a estar sometida la tubería, en su punto más desfavorable, no debiendo ser esta presión nunca menor del 40% de la presión de prueba en la fábrica de tubería.

3.- DURACION.- La duración de cada prueba no deberá ser nunca menor de una hora.

4.- PROCEDIMIENTO. - Se deberá emplear el siguiente procedimiento: Cada sección de la red, aislada por válvulas de la misma, deberá llenarse de agua. Cuando se trate de tubo de asbesto-cemento, deberá permanecer la tubería llena cuando menos 96 horas antes de efectuar la prueba. Se levantará la presión dentro de la tubería inyectando agua por medio de una bomba de presión accionada a mano, que se conectará a la tubería en forma satisfactoria y mediante una válvula de check, - todo ello con aprobación del Inspector. La bomba para la prueba, tubería, conexiones, medidores y aditamentos necesarios, - deberán ser proporcionados por el contratista. El contratante podrá proporcionar los manómetros necesarios para las pruebas si no está de acuerdo con los proporcionados por el contratista. Los taladros necesarios que deben ejecutarse en la tubería para instalación de la bomba de prueba, así como el procedimiento empleado para llenar de agua la tubería y el procedimiento de prueba, deberán ser aprobados por el Inspector, --- quien previamente se pondrá de acuerdo con el contratista para localizar los taladros y aprobar los procedimientos de ejecutarlos, así como los necesarios para efectuar la prueba.

5.- EXPULSION DEL AIRE. - Antes de aplicar la presión especificada para la prueba, deberá ser expulsado todo el aire de la tubería. Si no hay llaves e hidrantes en las partes altas de ella, que sirvan para el caso, se ejecutarán los taladros necesarios antes de la prueba y hecha ésta se taparán mediante tapones con rosca, fijándolos, en caso de la tubería - de asbesto-cemento con una abrazadera.

6.- INSPECCION DURANTE LA PRUEBA.- Durante la prueba de presión deberán examinarse cuidadosamente todas las juntas construidas, válvulas, tubos e hidrantes. Si las juntas acusen fugas deberán corregirse por procedimientos adecuados ya sea apretando los tornillos, recalcando el plomo o cambiando gomas; pero cuando se trate de juntas hechas con cemento, si muestran fugas, deberán destruirse y reemplazarlas por cuenta del contratista a satisfacción del Inspector. Cualquier tubo, pieza especial, válvula o hidrante que muestre rajaduras, porosidades o defectos, deberá ser removido y reemplazado por cuenta del contratista, en la forma que se especifica en el capítulo III.- Después de reparados todos los defectos, la prueba deberá repetirse hasta que resulte correcta a satisfacción del Inspector.

7.- PRUEBA DE CUANTEO DE FUGAS.- La prueba de cuan-  
teo de fugas se ejecutará posteriormente a la prueba de presión cuando las cepas estén completamente rellenas. Los materiales, herramienta y mano de obra necesarios para ella, deberán ser proporcionados por el contratista en la misma forma y condiciones estipuladas para la prueba anterior. La duración de cada prueba de fuga deberá ser cuando menos de 2 horas, durante las cuales deberá sostenerse la presión antes especificada, dentro de la tubería.

En la prueba de fugas, la pérdida de agua se define como la cantidad de agua que es necesario inyectar en la tubería mediante la bomba de prueba para que se sostenga la presión especificada dentro de la línea que se prueba.

Ningún tubo ni sección de tubería se aceptará hasta



que la pérdida por fugas sea menor que el número de litros -- por hora que se obtenga aplicando la siguiente fórmula:

$$F = \frac{ND P}{488.716} \quad \text{en la que}$$

F = es la fuga valuada en litros por hora.

N = el número de juntas en la tubería probada.

D = diámetro nominal de tubería en pulgadas.

P = la presión de prueba en lbs/pulg.<sup>2</sup>

Se adjunta una tabla calculada a diferentes presiones y para diferentes diámetros de tubería.

8.- CORRECCIONES.- Si en cualquier prueba de fugas la tubería probada muestra una pérdida mayor que la especificada, el contratista por su propia cuenta, deberá reparar el tramo hasta que la prueba resulte satisfactoria. En caso contrario se considerará como no ejecutada la obra, ni recibidos los materiales.

9.- TIEMPO QUE DEBE TRANSCURRIR ANTES DE LA PRUEBA.

Las pruebas de presión y de cuenteo de fugas, cuando haya atraques, no se ejecutarán sino hasta 5 días después de que se hayan construido totalmente. Si se usa cemento de fraguado rápido para el concreto de los atraques, las pruebas hidráulicas podrán hacerse pasados 2 días después de ejecutados totalmente.

10.- TIEMPO PARA PRUEBA DE JUNTAS DE CEMENTO.- Las tuberías junteadas con cemento no deberán sujetarse a las --- pruebas hidrostáticas sino después de 36 horas de haberse hecho la última junta y haberse llenado de agua la tubería como

FUGAS MAXIMAS PERMISIBLES EN TUBERIAS  
DE ABASTECIMIENTO DE AGUA  
POR HORA Y EN LITROS POR CADA 100 JUNTAS.

$f = \frac{NDNP}{488716}$

A - Fuga en litros por hora.  
B - No. de juntas en la tubería a probar.  
D - Diámetro nominal tubería en pulgadas.  
P - Presión en lbs. x pul<sup>2</sup> de prueba.

Si la tubería se compone de varios diámetros, las fugas máximas se presentarán en el punto de la suma de las que correspondan para los tramos de cada diámetro.

PRESION EN PSI	PRESION EN ATMOSFERAS	DIAMETRO DEL TUBO EN PULGADAS.																	
		2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	30	36	42	48	54	60
105	150	501	752	1002	1504	2005	2506	3007	3508	4010	4511	5012	6014	7518	9022	10525	12029	13533	15036
10.2	145	493	739	985	1478	1971	2464	2957	3449	3942	4435	4928	5913	7392	8870	10348	11827	13305	14783
9.8	140	484	726	968	1453	1937	2421	2905	3390	3874	4358	4842	5810	7263	8716	10168	11621	13074	14526
9.5	135	475	713	951	1426	1902	2377	2853	3328	3804	4279	4755	5706	7132	8559	9985	11412	12838	14265
9.1	130	467	700	933	1400	1866	2333	2800	3266	3733	4199	4666	5599	6999	8399	9799	11198	12598	13998
8.8	125	458	686	915	1373	1830	2288	2745	3203	3660	4118	4575	5490	6863	8236	9608	10981	12354	13726
8.4	120	448	672	897	1345	1793	2241	2690	3138	3586	4035	4483	5380	6724	8069	9414	10759	12104	13449
8.1	115	439	658	878	1317	1755	2194	2633	3072	3511	3950	4389	5266	6583	7899	9216	10533	11849	13166
7.7	110	429	644	858	1288	1717	2146	2575	3004	3434	3863	4292	5151	6438	7726	9013	10300	11589	12876
7.4	105	419	629	839	1258	1677	2097	2516	2935	3355	3774	4193	5032	6290	7548	8806	10064	11322	12528
7.0	100	409	614	818	1228	1637	2046	2455	2865	3274	3683	4092	4911	6138	7366	8594	9822	11049	12277
6.7	95	399	598	798	1197	1595	1994	2393	2792	3191	3590	3989	4786	5983	7180	8376	9573	10770	11966
6.3	90	388	582	776	1165	1553	1941	2329	2718	3106	3494	3882	4659	5824	6988	8153	9318	10482	11647
6.0	85	377	566	755	1132	1509	1886	2264	2641	3018	3396	3773	4528	5659	6791	7923	9055	10187	11319
5.6	80	366	549	732	1098	1464	1830	2196	2562	2928	3294	3660	4392	5490	6589	7687	8785	9883	10981
5.3	75	354	532	709	1063	1418	1772	2126	2481	2835	3190	3544	4253	5316	6379	7443	8506	9569	10632
4.9	70	342	514	685	1027	1370	1712	2054	2397	2739	3082	3424	4109	5136	6163	7190	8217	9245	10272
4.6	65	330	495	660	990	1320	1650	1980	2310	2639	2969	3299	3959	4949	5939	6929	7918	8908	9898
4.2	60	317	475	634	951	1268	1585	1902	2219	2536	2853	3170	3804	4755	5706	6657	7608	8559	9510
3.9	55	303	455	607	910	1214	1517	1821	2124	2428	2731	3035	3642	4552	5463	6373	7284	8194	9105
3.5	50	289	434	579	868	1157	1447	1736	2026	2315	2604	2894	3472	4341	5209	6077	6945	7813	8681
3.2	45	275	412	549	824	1098	1373	1647	1922	2196	2471	2745	3294	4118	4941	5765	6589	7412	8236
2.8	40	259	388	518	776	1035	1294	1553	1812	2071	2329	2588	3106	3882	4659	5435	6212	6988	7765
2.5	35	242	363	484	726	968	1211	1453	1695	1937	2179	2421	2905	3632	4358	5084	5811	6537	7263

Comité de la A.M.A. Technical Standards Specifications. Dec 1943

se especificó en los incisos VIII-15, VII-4 y XII-4. Las tuberías deberán permanecer llenas de agua hasta que la prueba se efectúe, debiendo observarse los plazos señalados en el párrafo anterior, cuando se construyan atraques.

### CAPITULO XIII.- RELLENOS.

1.- MATERIAL PARA RELLENOS.- Todo el material de relleno deberá estar libre de cenizas, basura, material orgánico o vegetal, cantos rodados o rocas, piedras y de todo --- aquel material que en opinión del Inspector no sea adecuado. Sin embargo, desde 30 cm. arriba del tubo hasta la superficie de la cepa se permitirá material con piedra hasta de 20 cm.- en su dimensión.máxima, a no ser que se especifique de otro modo en el contrato.

2.- MATERIAL EXCAVADO EMPLEADO PARA RELLENO.- Cuando el tipo del material de relleno no se especifique en los dibujos o planos, el contratista podrá rellenar con el material excavado, con tal de que éste consista en tierra, limo, arcilla, grava, arena u otros materiales que en opinión del Inspector sean apropiados para ello. Donde el material excavado sea desechado en parte, por especificarlo así los planos o dibujos o por mala calidad de éste para el objeto que se destina, el contratista deberá suministrar la cantidad requerida de material apropiado.

3.- RELLENOS DE ARENA Y GRAVA.- Donde no se especifique relleno de arena o grava, y el Inspector juzgue necesario el uso de esta clase de relleno, el contratista deberá su

ministrarlo y ejecutar el relleno conforme a las instrucciones del Inspector, cobrando extra por este trabajo.

4.- RELLENOS DE CALIZA.- En donde se especifique o donde el Inspector indique la necesidad de encajonar la tubería en un relleno de piedra caliza hasta 30 cm. arriba del tubo y rellenar el resto de la cepa con material corriente, el contratista deberá colocar la caliza en capas de 15 cm. de espesor y compactarlas teniendo en cuenta lo especificado en los incisos VI-7 y VI-8. El apisonado de la caliza deberá hacerse con cuidado al llegar a un nivel superior a medio tubo para que éste no sufra las consecuencias de los golpes pudiéndose emplear agua para humedecer y tener una buena compactación. El contratista cobrará extra, cuando tenga que excavar y colocar la camisa de caliza en los puntos que ordene el Inspector y que no estén especificados.

5.- RELLENOS DEBAJO DEL TUBO.- En todas las cepas donde el tubo y piezas especiales descansen en el fondo, de acuerdo con lo especificado en el inciso VI-5, deberá rellenarse hasta la altura de medio tubo, con arena, grava u otro material apropiado, colocándolo en capas de 10 cm. de espesor máximo y compactado con pisón. El relleno deberá ser depositado a todo lo ancho de la cepa llenando los espacios entre sus paramentos y el tubo, en ambos lados simultáneamente.

6.- RELLENOS SOBRE EL TUBO.- De la altura de medio tubo o piezas especiales hasta 30 cm. arriba del lomo de la tubería, la cepa deberá rellenarse a mano, por métodos mecáni

cos aprobados al caso. El contratista deberá tener especial cuidado en colocar esta porción del relleno en tal forma que evite daños o movimientos en el tubo. El material para este relleno en tal forma que evite daños o movimientos en el tubo. El material para este relleno podrá consistir en arena, grava, o materiales excavados adecuados al objeto y aprobados por el Inspector. Deberá colocarse en capas apisonadas de 10 cm. de espesor máximo.

7.- RELLENO HASTA LA SUPERFICIE.- El relleno de la cepa desde 30 cm. arriba del lomo del tubo hasta la subrasante del pavimento o superficie del terreno, deberá ejecutarse a mano o por métodos mecánicos apropiados. El material podrá ser el mismo excavado si lo aprueba el Inspector, como se especifica en el inciso XIII-2 y deberá ser colocado en capas apisonadas de un espesor no mayor de 20 cm. empleando la humedad necesaria para tener una compactación completa. La inundación de la cepa se hará cuando ésta haya sido completamente rellenada, debiendo ejecutarse esta inundación, siempre que sea posible.

8.- SUBRASANTE.- Dónde la excavación se haya hecho bajo pavimentos permanentes, el relleno para formar la subrasante deberá consolidarse con arena, grava y pedacería, apisonando hasta conseguir la consistencia necesaria para recibir el pavimento y soportar las cargas que el tránsito origina.

9.- LOMOS.- En los lugares que especifiquen los planos o lo exija el Inspector, el relleno de la cepa se con-

tinuará arriba de la superficie natural del terreno con el material excavado, hasta una altura sobre el suelo, suficiente para que después del asentamiento del relleno quede la superficie de la cepa al nivel del terreno con la resistencia adecuada. Esta altura será de 30 cm. como mínimo, de acuerdo con la naturaleza del material.

10.- MATERIAL CONGELADO.- En tiempo muy frío, no deberá ejecutarse el relleno con material helado, ni deberá permitirse rellenar las excavaciones cuando el material que las forma esté congelado.

11.- ARENA PARA RELLENOS.- La arena que se use para rellenos, deberá ser natural de bancos, debidamente graduada en fina y gruesa. No deberá contener escorias, cenizas, basuras o escombros ni otro material que en opinión del Inspector sea impropio. No deberá contener más del 10% en peso de limo o arcilla ni cualquier otro material que no pueda pasar a través de una malla de 19 mm. ( $3/4''$ ), ni tampoco que exceda en un 5% del que sea retenido en la malla número 4.

12.- GRAVA PARA RELLENOS.- La grava usada para rellenos deberá ser de bancos naturales, graduada de fina a gruesa en una proporción razonable sin cantos rodados y sin piedras mayores de 5 cm. ( $2''$ ). Deberá estar libre de basura, escorias, calizas o cualquier otro material impropio. No deberá contener más de un 15% de su peso, de material fino que pase por la malla número 200.

13.- PIEDRA CALIZA PARA RELLENOS.- La piedra cali-

za para rellenos deberá consistir en un producto obtenido de quebrar piedra caliza o dolomita y deberá estar libre de pizarras, polvo o cantidades excesivas de arcilla u otro material indeseable. Todo el material deberá pasar por un corredor de 13 mm. (1/2") y no más del 25% en peso deberá pasar por la malla número 100.

14.- AFLORAMIENTOS DE TUBOS.-- Cuando las tuberías afloren, por algún accidente topográfico a la superficie del suelo, o lleguen a tener un colchón menor de 60 cm. necesario para su protección y sea imprescindible su tendido en esa posición, el relleno deberá continuarse arriba del terreno, formando terraplén, con la altura y sección que marquen los planos, debiéndose construir las obras necesarias para el mantenimiento y conservación del terraplén. Si el caso no ha sido previsto, será el Inspector quien dictamine sobre la sección, altura, material y longitud del terraplén, así como de las obras de protección necesarias, estando el contratista obligado a ejecutarlas mediante compensación extra por el trabajo, que acepte el Inspector.

15.- PLAZO PARA RELLENOS.-- Todas las excavaciones deberán ser rellenas tan pronto como las estructuras construidas en ellas, hayan adquirido un grado conveniente de resistencia conforme a estas especificaciones, o a juicio del Inspector, si no estaba previsto lo anterior y cuando las tuberías tendidas hayan sido debidamente inspeccionadas, probadas y aceptadas. Una vez iniciado el trabajo de relleno, deberá éste ser continuado con toda actividad y sin interrupción.

CAPITULO XIV.- REMOCION, RESTAURACION  
Y LIMPIA DE LA SUPERFICIE.

1.- REMOCION DE PAVIMENTOS.- El contratista deberá remover los pavimentos de calles y superficies de carreteras, como una parte de la excavación de cepa. La cantidad removida dependerá del ancho especificado, y de la longitud del pavimento cruzado, así como del área requerida para la instalación de válvulas y estructuras especiales. El ancho del pavimento removido a lo largo de la cepa para la instalación del tubo, no deberá exceder del ancho especificado para la cepa, más de 15 cm. a cada lado. Así mismo, el ancho y largo del pavimento removido para la instalación de caja de válvulas y estructuras especiales, no deberá exceder de 15 cm. a cada lado de las dimensiones lineales de éstas. Donde quiera que en opinión del Inspector, existan condiciones que hagan necesario remover cantidades mayores o adicionales de pavimento, el contratista las removerá, como el Inspector indique, recibiendo compensación extra por este trabajo adicional, siempre y cuando esto no haya sido previsto en los planos. El contratista usará métodos tales que aseguren la rotura de pavimento a lo largo de líneas rectas, debiendo ser los paramentos de éstos cortes -- aproximadamente verticales. (Si el contratista remueve o daña pavimentos fuera de los especificados, tales que aseguren la rotura de pavimento a lo largo de líneas rectas, debiendo ser los paramentos de éstos cortes aproximadamente verticales) Si el contratista remueve o daña pavimentos fuera de los especificados, tales superficies deberán ser reemplazadas o reparadas a expensas del propio contratista.



2.- RESTAURACION DE LA PROPIEDAD DAÑADA.- En donde cualquier pavimento, árboles, arbustos, cercas, pretilos, postes u otras estructuras hayan sido dañadas, removidas o perjudicadas por el contratista, deberán ser reemplazadas o reparadas a expensas de él. Si existen Leyes o Reglamentos Estatales o Municipales que establezcan multas u otras sanciones al respecto, el contratista estará obligado a acatarlas y será el responsable en caso de incumplimiento.

3.- REPOSICION DE PAVIMENTOS.- A no ser que se especifique en otra forma en el contrato, el contratista deberá reponer todos los pavimentos, banquetas, pretilos, ductos, -- cercas, cetos, postes o cualquier otra propiedad o estructura superficial o subterránea que haya sido removida o perjudicada en el trabajo, dejándola en condiciones iguales a las que tenía antes de ser dañada, debiendo proporcionar la obra de mano y materiales necesarios para ello. La restauración de -- los pavimentos deberá hacerse conforme a las condiciones que indiquen los propietarios o responsables de ellos, no debiendo empezar esta reparación hasta que en opinión del Inspector los rellenos estén en condiciones de soportar estos pavimentos y las cargas originadas por el tránsito sobre ellos.

4.- REPOSICION DE ESTRUCTURAS.- Si los propietarios de las estructuras dañadas a que se refiere el inciso anterior insisten en ejecutarlas o repararlas por su cuenta, podrá el contratista establecer arreglos privados, para que ellos las ejecuten, absorbiendo el contratista, todas las responsabilidades por su exclusiva cuenta.

5.- LIMPIA DE LA SUPERFICIE.- Todos los materiales sobrantes proporcionados por el contratista y todas las herramientas y estructuras temporales, por él proporcionados o ejecutados, deberán ser removidas del lugar por el propio contratista. Todo desperdicio, basura y exceso de tierra de las excavaciones, deberá ser transportado por el contratista al lugar que el contratante designe para ello a fin de que el sitio o lugar de la construcción quede limpia a satisfacción -- del Inspector.

Todo el material sobrante proporcionado por el contratante o dueño y entregado al contratista en cualquier lugar deberá ser removido y transportado por el contratista a donde designe el dueño. Todos los trabajos y transportes necesarios para la limpia de la superficie, salvo especificación en contrario, se efectuarán con cargo al contratista.

#### CAPITULO XV.- TOMAS DOMICILIARIAS.

1.- GENERALIDADES.- Las tomas domiciliarias, para dar servicio de agua potable a los predios, se ejecutarán según el plano relativo, que forma parte del contrato y con el tipo de material que en él se indica. El diámetro específico para cada una de las tomas será el que el Inspector señale -- en cada caso al contratista, pudiendo el Inspector elegir solamente entre los siguientes diámetros: 13 mm. (1/2"), 19 mm. (3/4"), 25 mm. (1 1/2") y 51 mm. (2").

2.- EXCAVACION.- Para la excavación y relleno de las cepas necesarias para tender las conexiones, regirán las

especificaciones establecidas en los capítulos VI, XIII y XIV, sólo que estas conexiones se alojarán en cepas de 50 cm. de ancho, con profundidad, que variará en una pendiente uniforme, desde la cota, que tenga el lomo de la tubería de la red alimentadora hasta 6 cm. como mínimo de profundidad ala orilla de la banqueta y a 40 cm. mínimo dentro de la banqueta.

3.- INSERCIONES. - La llave o el niple de inserción para conectarse a la tubería alimentadora deberá ser de bronce, con cuerda cónica, y tendrá tuerca de unión para tubo de plomo en su otro extremo, o tuerca unión para tubo de cobre cuando se use éste para la conexión. El bronce deberá ser sin poros, duro y resistente a la corrosión, debiendo las piezas haber sido probadas en fábrica a 17.5 atmósferas de presión y ser aptas para ser insertadas en las tuberías mediante máquinas "Mueller".

Su inserción en la tubería alimentadora, deberá hacerse en taladro cónico con rosca hecha en la tubería, poniendo pintura de azarcón en el macho de la llave o niple al hacerse la inserción en forma firme, pero no al grado de deteriorar las roscas. En tuberías de asbesto-cemento, (imprescindible en las de marca Eureka), se empleará para fijar y hacer la inserción, abrazaderas de fierro fundido con empaque de hule entre ésta y el tubo.

4.- CUELLOS DE GANSO. - La conexión de la llave o niple de inserción al "cuello de ganso", hecho con tubo de plomo o de cobre deberá recalcarse en la extremidad del tubo,

formando un flange o brida, mediante herramientas apropiadas aprisionándolo con la tuerca unión de la llave o niple de inserción, haciendo impermeable la conexión. La longitud mínima de tubo de plomo o cobre que forme el "cuello de ganso" será de 50 cm.

5.- TUBERIAS DE PLOMO O COBRE.- Cuando se trate de conexiones con tubo de plomo o cobre, tipo flexible, la tubería deberá tenderse, sin uniones desde la llave o niple de inserción, hasta la llave de banquetta, formando el "cuello de ganso" inmediatamente después de la llave o niple de inserción. Como máximo, el Inspector, tolerará una sola unión en este tramo, solamente cuando el contratista trate de aprovechar los extremos del tubo de las piezas, de las cuales se corten los tramos necesarios y en ese caso, la unión se ejecutará mediante soldadura o tuerca unión de presión de bronce, haciendo -- bridas en los extremos del tubo dentro de la tuerca. El tipo de tubo que deberá emplearse en estas conexiones es el "K" para tubo de cobre y el "AA" para tubo de plomo conforme a las especificaciones de la A.S.T.M.

6.- TUBERIAS DE FIERRO GALVANIZADO.- Cuando se trate de conexiones con tubo de fierro galvanizado, el "Cuello de ganso" deberá hacerse con el tubo de plomo especificado antes, con una longitud no menor de 60 cm. y cuyo extremo se -- unirá al tubo de fierro galvanizado mediante tuerca unión de bronce apropiada para ello.

Las uniones del tubo galvanizado se harán con rosca poniendo en ellas pintura de azarcón. El tubo que se emplee será standard. Los extremos del tubo deberán ir rimados interiormente a fin de evitar la rebaba interior y deberá ser cortado con segueta.

7.- LLAVES Y CAJAS DE BANQUETA.- Las llaves de banqueta se colocarán aproximadamente a 35 cm. de su borde exterior y deberán protegerse por medio de una "caja de banqueta". Las llaves de banqueta deberán ser de cono invertido esmerilado en su propio asiento, con conexiones de tuerca de presión para tubo de plomo o cobre, o con roscas hembras si se usa -- tubo galvanizado para la toma. Deberá tener casquillo protector contra el polvo, mineral de hierro separable, provisto de prisionero y empaque de cuero en la base del cono, sujeto con casquillo enroscado. La llave será de bronce con prueba de fábrica a 17.5 atmósferas de presión.

La caja de banqueta será de preferencia de fierro fundido, de longitud ajustable; pueden aceptarse también de concreto prevaciado. Deberá tener, en el primer caso, brocal de fierro fundido de 15 cm. x 15 cm. Los modelos serán aprobados previamente por el Inspector o el contratante. Las cajas de cualquier tipo que sean, en ausencia de banquetas de cemento, deberán protegerse con un vaciado de concreto simple en forma de losa cuadrada de 20 cm. de espesor mínimo por 40 cm. de lado, quedando el lecho alto de la losa al ras de la tapa de la caja.

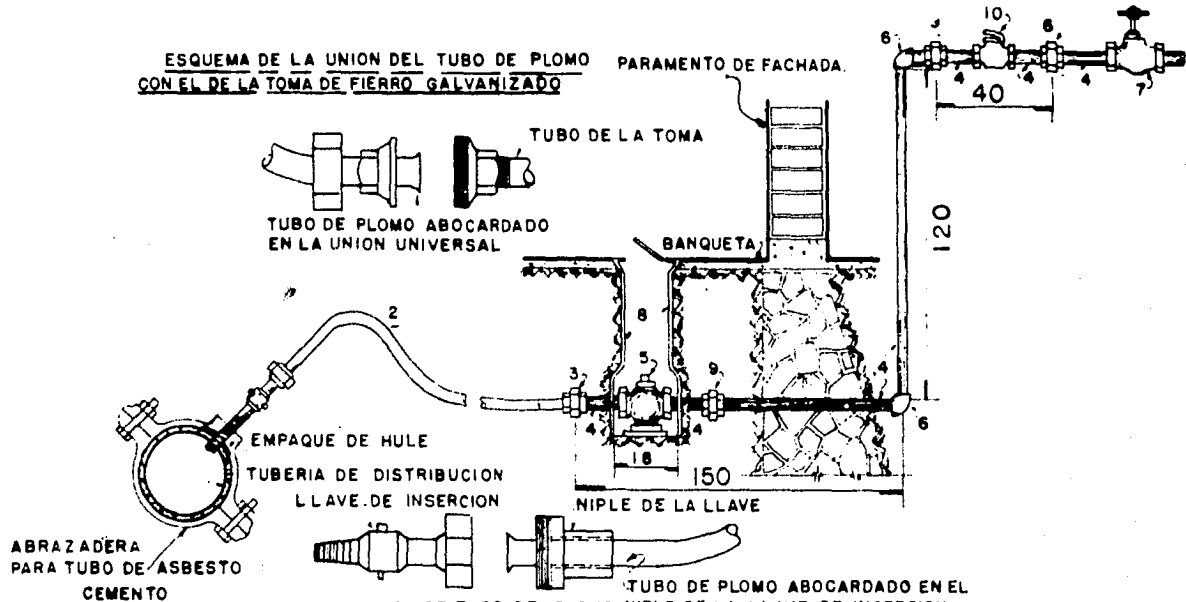
8.- CUADROS.- El "cuadro" de la toma en el interior de las casas, deberá ser construido con tubo galvanizado standard conforme al plano, instalando el medidor especificado o

dejando un niple en su lugar cuando no se instale medidor. La llave debe ser de globo, de material de bronce, probada en fábrica a 17.5 atmósferas y de modelo aprobado por el contratante o por el Inspector.

9.- INSPECCION.- El inspector revisará que el trabajo se ejecute correctamente; pero a su juicio, podrá someter la instalación a una prueba de presión hidrostática interior de 12 kilos por centímetro cuadrado, para lo que se cerrará la llave de inserción y se conectará la bomba de prueba por la llave de globo, para llenar y probar.

10.- PRUEBAS.- Las tomas deberán cubrir las pruebas especificadas para la tubería en el capítulo XII.

**ESQUEMA DE LA UNION DEL TUBO DE PLOMO  
CON EL DE LA TOMA DE FIERRO GALVANIZADO**



**ESQUEMA DE UNION DE TUBO DE PLOMO  
CON LA LLAVE DE INSERCIÓN**

- 1.- LLAVE DE INSERCIÓN
- 2.- TRAMO DE TUBO DE PLOMO EN FORMA DE CUELLO DE GANSO
- 3.- UNIONES UNIVERSALES DE F. GALVANIZADO C/J. DE PRESION
- 4.- TRAMOS DE TUBO DE FIERRO GALVANIZADO
- 5.- LLAVE DE CUADRO DE BANQUETA
- 6.- CODOS DE FIERRO GALVANIZADO
- 7.- LLAVE DE GLOBO
- 8.- CAJA DE FIERRO FUNDIDO O DE CONCRETO CON TAPA DE 5/16 DE ESPESOR PARA LA LLAVE DE CUADRO
- 9.- UNIONES UNIVERSALES DE FIERRO GALVANIZADO
- 10.- MEDIDOR.

NOTA: -

EL DIAMETRO DE LAS  
PIEZAS Y TUBERIA SERA  
EL MISMO DE LA TOMA RE  
QUERIDA. LA CAJA SERA  
IGUAL PARA AMBAS TOMAS

TESIS PROFESIONAL.

ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
TOMA DOMICILIARIA TIPO

1956  
A. HARISPURU I.

h).- Presupuesto.

	CANTIDAD.	P.UNITARIO.	TOTAL.
Tubería de 12" $\emptyset$ de asbesto-cemento, colocada y probada en la obra .....	1224.00 m.	\$ 102.00	\$ 124,848.00
Tubería de 8" $\emptyset$ de asbesto-cemento colocada y probada en la obra .....	126.00 m.	78.00	9,328.00
Tubería de 6" $\emptyset$ de asbesto-cemento colocada y probada en la obra .....	4500.00 m.	43.34	195,370.72
Tubería de 4" $\emptyset$ de asbesto-cemento colocada y probada en la obra .....	2718.00 m.	30.38	82,572.94
Tubería de 60 mm. $\emptyset$ de asbesto-cemento colocada y probada en la obra .....	8994.00 m.	23.83	214,327.02

PIEZAS ESPECIALES.

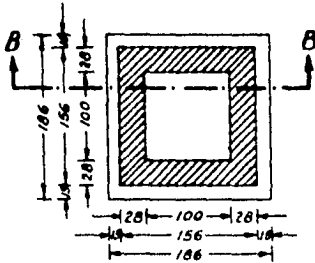
Cruz 12" x 12" .....	2 Pza.	\$ 648.40	\$ 1,296.80
12" x 6" .....	2 "	467.40	934.80
9" x 6" .....	1 "	261.87	261.87
6" x 4" .....	3 "	241.30	723.90
6" x 60 mm. ....	4 "	198.80	795.20
4" x 60 mm. ....	2 "	164.95	329.90
60mm x 60 mm. ....	12 "	72.25	867.00
Te 12" x 12" .....	4 Pza.	\$ 467.40	\$ 1,869.60
12" x 6" .....	2 "	437.30	874.60
6" x 6" .....	5 "	194.60	973.00
6" x 4" .....	4 "	205.10	820.40
6" x 60 mm. ....	20 "	200.00	4,000.00
4" x 4" .....	5 "	155.90	779.50
4" x 60 mm. ....	7 "	140.30	1,038.10
60 mm x 60 mm. ....	20 "	55.75	1,115.00
Codos 90° x 12" .....	1 Pza.	\$ 337.75	\$ 337.75
90° x 6" .....	3 "	93.55	280.65
90° x 4" .....	2 "	63.45	126.90
90° x 60 mm. ....	2 "	39.15	78.30
45° x 12" .....	7 "	307.75	2,154.25
45° x 4" .....	6 "	43.45	260.70
45° x 6" .....	4 "	73.55	294.20
45° x 60 mm. ....	22 "	29.15	641.30
22° 1/2 x 4" .....	1 "	22.30	22.30
22° 1/2 x 60 mm. ....	2 "	18.10	36.20



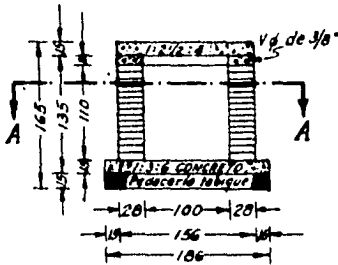
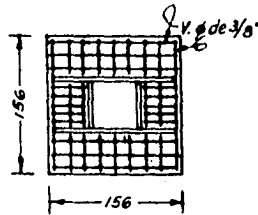
		CANTIDAD.	P.UNITARIO.	TOTAL.
Válvulas	12" .....	3	\$ 2,255.20	\$ 6,765.60
	8" .....	1	1,104.75	1,104.75
	6" .....	19	629.45	11,959.55
	4" .....	13	410.50	5,440.50
	60 mm.....	44	314.75	13,849.00
Reducciones	12" a 6"	2	\$ 205.10	\$ 410.20
	12" a 4"	1	159.90	159.90
	12" a 60 mm.	4	143.30	573.20
	8" a 6"	1	135.45	135.45
	6" a 4"	3	63.45	190.35
	6" a 60 mm.	2	42.25	84.50
	4" a 60 mm.	3	31.10	93.30
P.E.	12" .....	26	\$ 271.40	\$ 7,056.40
	8" .....	1	126.45	126.45
	6" .....	86	99.65	8,569.90
	4" .....	46	63.45	2,918.70
	60 mm.....	188	30.10	5,658.80
J.G.	12" .....	26	\$ 102.85	\$ 2,674.10
	8" .....	1	70.60	70.60
	6" .....	86	46.85	4,029.10
	4" .....	46	29.80	1,324.80
	60 mm.....	188	20.20	3,797.60
J.P.	12" .....	41	\$ 13.15	\$ 539.15
	8" .....	3	8.70	26.10
	6" .....	110	6.30	693.00
	4" .....	72	4.05	291.60
	60 mm.....	242	2.80	677.60
Tornillos	3/4" x 4" ..	516	\$ 0.84	\$ 433.44
	5/8" x 3 1/2"	880	0.67	589.60
	5/8" x 3" ..	576	0.64	368.64
	1/2" x 3" ..	968	0.22	212.96
C.T.	1-1-A .....	39	\$ 763.27	\$ 29,767.53
	2-2-A .....	5	1,286.27	6,431.35
	2-2-B .....	3	1,343.98	4,031.94
	3-2-B .....	3	1,608.24	4,824.72
	3-3-A .....	2	1,770.25	3,540.50
	4-3-A .....	3	1,776.89	5,330.67
Atraques .....	127	\$ 15.00	\$ 1,905.00	
P.Q. ....	4	\$ 20.00	\$ 80.00	
Tanque de almacenamien to con aditamentos...	1	\$ 64,480.00	\$ 64,480.00	
T O T A L .....			\$	\$ 849,081.35

(Este presupuesto importa la cantidad de \$ 849,081.35 (OCHOCIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL OCHENTA Y UN PESOS 35/100).)

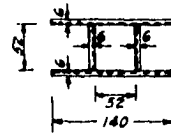
**CORTE A-A.**



**LOSA DE CONCRETO.**



**CORTE B-B.**



**CONTRAMARCO FIERRO U  
152 PES.**

**MATERIAL:**

Excavación.	10.813 m <sup>3</sup>
Afirmado pedacería fabique.	0.519 m <sup>3</sup>
Losa concreto simple 1:3:6	0.919 m <sup>3</sup>
Muros.	5.632 m <sup>3</sup>
Solera concreto.	0.144 m <sup>3</sup>
Aplanado.	5.800 m <sup>3</sup>
Losa concreto armado 1:2½:4	0.324 m <sup>3</sup>
Contramarcos:	
1 Sencillo centr.	1.40
Marco.	1
Tapas	1 A.P.

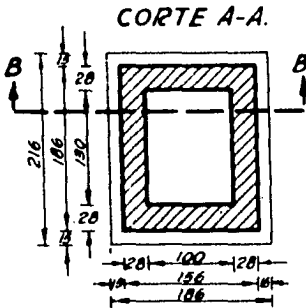
**TESIS PROFESIONAL**

**1-1-A.**

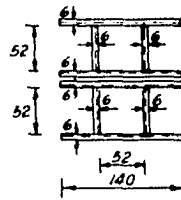
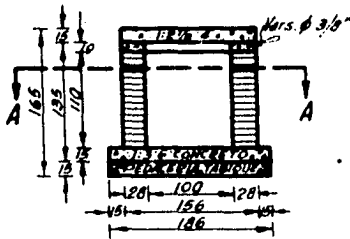
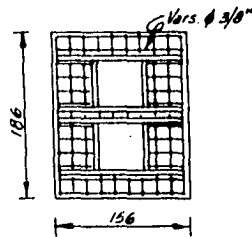
**CAJA PARA VALVULAS TIPO.**

1956

A. HARISPURU I.



**LOSA DE CONCRETO**



**CORTE B-B**

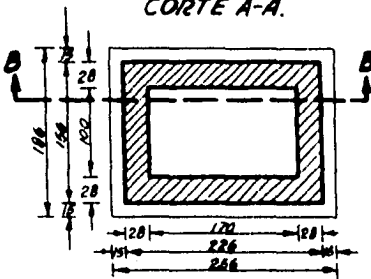
**CONTRAMARCOS FIERRO**  
152 PES.

**MATERIAL.**

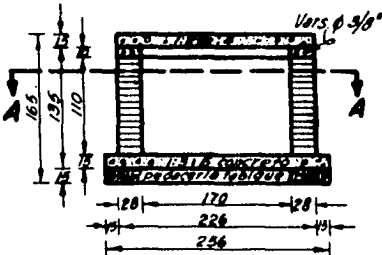
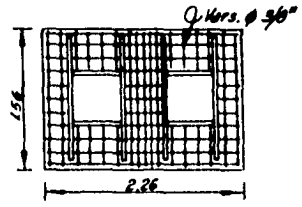
- Excavación..... 12.080 m<sup>3</sup>
- Alfomado pedacera tabique... 0.603 m<sup>3</sup>
- Losa concreto simple 1:3:6... 0.603 m<sup>3</sup>
- Muros..... 6.292 m<sup>2</sup>
- Solera concreto..... 0.160 m<sup>3</sup>
- Aplanado..... 6.820 m<sup>2</sup>
- Losa concreto armado 1:2 1/2:4... 0.353 m<sup>3</sup>
- Contramarcos:
- 2 sencillos contr. 140 Peso... 177.18 Kg.
- Marcos..... 2
- Tapas..... 2 A.P.

<b>TESIS PROFESIONAL</b>	
<b>CAJA PARA VALVULAS TIPO</b>	
<b>2-2-A.</b>	
1956	A. HARIS PURU I.

**CORTE A-A.**

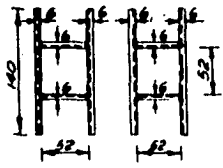


**LOSA DE CONCRETO**



**CORTE B-B**

**CONTRAMARCOS FIERRO U**  
152 PES.

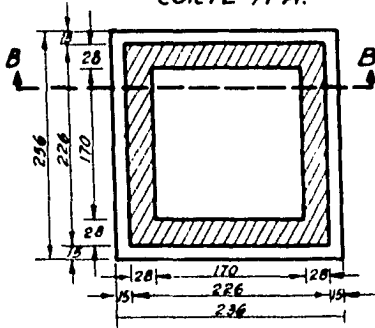


**MATERIAL.**

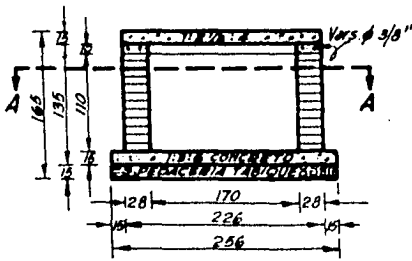
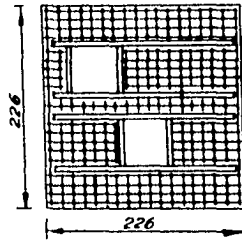
- Excavación..... 13.770m<sup>3</sup>
- Afirmado pedacera tabique... 0.714 m<sup>3</sup>
- Losa concreto simple 1:3:6... 0.714 m<sup>3</sup>
- Muros..... 7.172 m<sup>2</sup>
- Solera concreto..... 0.183 m<sup>3</sup>
- Aplanado..... 8.180 m<sup>2</sup>
- Losa concreto armado 1:2 1/2:4... 0.647 m<sup>3</sup>
- Contramarcos
- 2 Sencillos centr. 140 Peso. 177.18 Kg.
- Marcos..... 2.
- Tapas..... 2 A.P.

<b>TESIS PROFESIONAL</b>	
<b><u>CAJA PARA VALVULAS TIPO</u></b>	
<b><u>2-2-B.</u></b>	
1956	A. HARISPURU I.

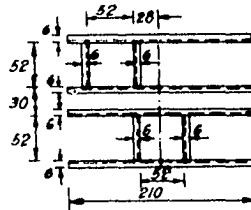
CORTE A-A.



LOSA DE CONCRETO.



CORTE B-B.



CONTRA MARCOS DE FIERRO U  
152 PES.

**MATERIAL.**

Excavación	17.536 m <sup>3</sup>
Afirmado pedacera tabique	0.983 m <sup>3</sup>
Losa concreto simple 1:3:6	0.983 m <sup>3</sup>
Muros	8.712 m <sup>2</sup>
Solera concreto	0.222 m <sup>3</sup>
Apilado	11.050 m <sup>2</sup>
Losa concreto armado 1:2 1/2:4	0.684 m <sup>3</sup>
Cal.	61 Kg.
Cemento	773 Kg.
Arena	2071 m <sup>3</sup>
Confiteño.	1.688 m <sup>3</sup>
Pedacera tabique	1082 m <sup>3</sup>
tabiques 7x14x28 millares.	0.665
Fierro varillas 9.5 m.m. $\phi$ Kg.	54 Kg.
Alambre # 16	0.56 Kg.
Contramarcos 1 sencillo centr. 210	
1 sencillo descentr. 210	
Pesc.	193.80 Kg.
Marcos	2
Tapas	2 A.P.

TESIS PROFESIONAL

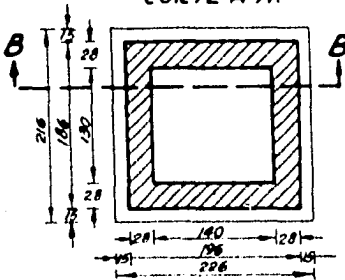
CAJA PARA VALVULAS TIPO

3-2-B.

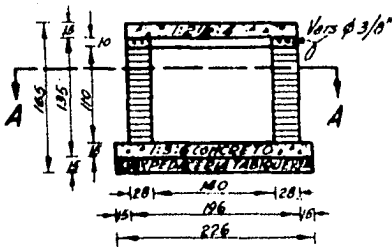
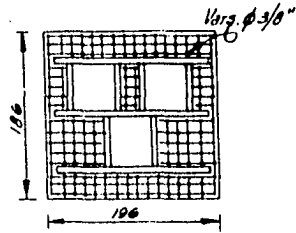
1956

A. HARISPURU I.

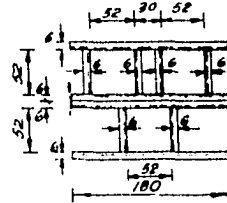
CORTE A-A.



LOSA DE CONCRETO



CORTE B-B.



CONTRAMARCOS FIERRO U  
152 PES.

**MATERIAL.**

Excavación: \_\_\_\_\_ 13.968 m<sup>3</sup>  
 Afirmado pedacera labique. 0.732 m<sup>3</sup>  
 Losa concreto simple 1:3:6 \_ 0.732 m<sup>3</sup>  
 Muros \_\_\_\_\_ 7.172 m<sup>2</sup>  
 Solera concreto \_\_\_\_\_ 0.183 m<sup>3</sup>  
 Aplanado \_\_\_\_\_ 8.300 m<sup>2</sup>  
 Losa concreto armada 1:2 1/2:4: 0.424 m<sup>3</sup>  
 Contramarcos: \_\_\_\_\_

1-sencillo centr. 180

1-doble centr. 180

Peso \_\_\_\_\_ 23808 Kg.

Marcos \_\_\_\_\_ 3

Tapas \_\_\_\_\_ 3 A.P.

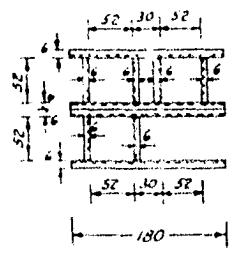
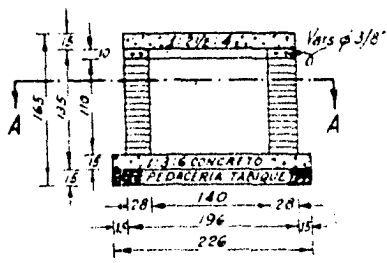
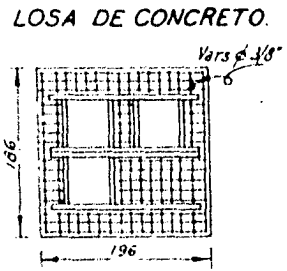
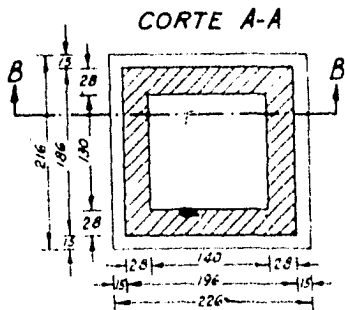
TESIS PROFESIONAL

CAJA PARA VALVULAS TIPO

3-3-A.

1956

A. HARISPURU I.

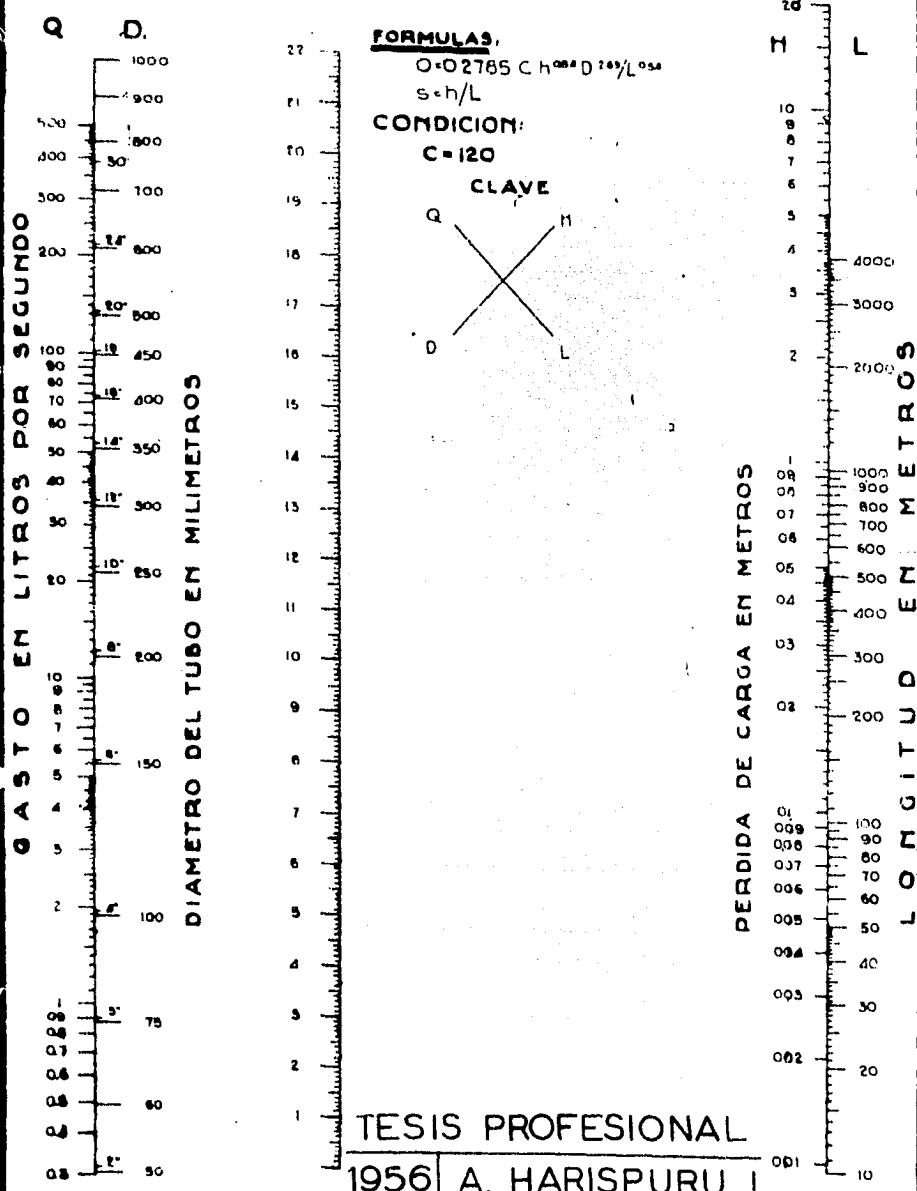


**MATERIAL.**

- Excavación..... 13.968 m<sup>3</sup>
- Afirmado pedaceria tabique..... 0.732 m<sup>3</sup>
- Losa concreto simple 1:3:6..... 0.732 m<sup>3</sup>
- Muros..... 7.172 m<sup>2</sup>
- Solera concreto..... 0.183 m<sup>3</sup>
- Aplanado..... 8.300 m<sup>2</sup>
- Losa concreto armado 1:2 1/2:4..... 0.424 m<sup>3</sup>
- Contramarcos:—
- 1. doble centr..... 180
- 1. sencillo descentr..... 180
- Peso..... 238.08 Kg.
- Marcos..... 3.
- Tapas..... 3 A.P.

<b>TESIS PROFESIONAL</b>	
<b><u>CAJA PARA VALVULAS TIPO</u></b>	
<b><u>4-3-A.</u></b>	
1956	A. HARISPURU I.

# NOMOGRAMA DE LA FORMULA DE WILLIAMS Y HAZEN



TESIS PROFESIONAL  
1956 | A. HARISPURU |