

FECHA DE ADQUISICION	_____
NUM. DE INVENTARIO	_____
PROCEDENCIA	DONACION

RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE Y
PROYECTO DEL ALCANTARILLADO EN ARTEAGA,
COAH.

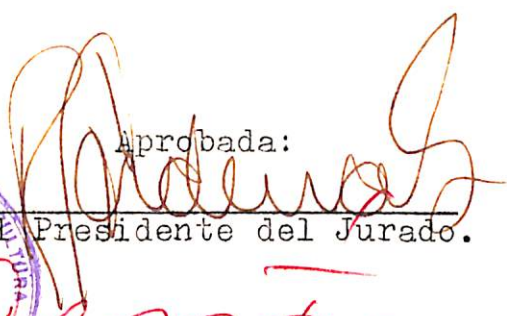
Por

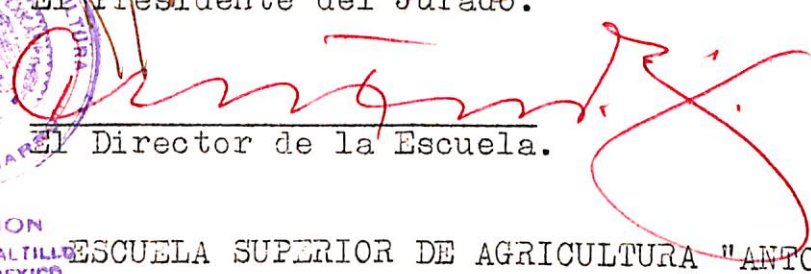
JOSE LUIS OCHOA TALAVERA

Tesis

Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador
como requisito parcial para obtener el Título de
Ingeniero Agrónomo.

Aprobada:


El Presidente del Jurado.


El Director de la Escuela.



DIRECCION
BUENAVISTA SALTILLO
COAHUILA MEXICO

ESCUELA SUPERIOR DE AGRICULTURA "ANTONIO NARRO".

Buenavista, Coah., Diciembre de 1957.

BIOGRAFIA.

El autor nació el 15 de agosto de 1934 en la ciudad de Uruapan, Michoacán.

Hizo su instrucción primaria en la Escuela "Vasco de Quiroga", de Pátzcuaro, Michoacán, de los años de 1943 a 1948.

El año de 1950 ingresó en la Escuela Práctica de Agricultura de Roque, Gto., permaneciendo en la misma hasta el año de 1951, y continuó en el año de 1952 en la Escuela Práctica de Agricultura de Champusco, Pue., para cursar el grado preparatorio.

Ingresó al año siguiente en la Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro", para seguir la carrera de Ingeniero Agrónomo, la cual terminó en Diciembre de 1957, recibiendo su Certificado de Pasante en la misma fecha.

AGRADECIMIENTO.

El autor hace patente su agradecimiento a los Señores Ing. Raúl Cárdenas C., Ing. Jesús Barba Castellanos y Dr. Roberto Rodríguez D., por las orientaciones y cooperación que me brindaron desinteresadamente, para la realización del presente trabajo.

DEDICATORIA.

A la memoria de mi madre la Sra. Guadalupe T. de Ochoa que supo encausarme y dirigirme en mis estudios.

A mí novia, la Srita. María Concepción de la Rosa V.

A mis hermanos, con afecto.

A mis maestros, que por sus consejos y enseñanza, me fué posible llegar a realizar mis anhelos.

A mí Escuela, cariñosamente.

INDICE

Página

BIOGRAFIA.	i
AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA.	iii
CONTENIDO DE TABLAS Y ANEXOS	v
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	3
Memoria de Arteaga.	3
Generalidades.	3
OBSERVACION Y ESTUDIO.	7
Abastecimiento del Agua	7
Proyecto de la Red de Distribución.	13
Captación de Agua	16
Cálculos de Construcción en la Caseta del Filtro.	17
Cálculo de Moldes para el Concreto.	21
Tanque de Almacenamiento.	23
Cálculos de Construcción del Depósito	25
Cálculo de Moldes para el Concreto	32
Cotas Piezométricas.	37
Inspección, Muestreo y Aceptación de Materiales de Construcción en la Red de Agua Potable.	38
Estimación del Costo de la Obra de Abastecimiento	46
Saneamiento de la Población.	51
Proyecto del Alcantarillado	58
Inspección, Muestreo y Aceptación de Materiales en la Red de Alcantarillado.	59
Estimación del Costo del Alcantarillado	63
CONCLUSIONES.Y RECOMENDACIONES	65
BIBLIOGRAFIA.	67

CONTENIDO DE TABLAS Y ANEXOS

Página

ANEXO	1.	Población Presente y Futura.	5
TABLA	I	Análisis de Agua.	11
TABLA	II.	Análisis de Agua	12
ANEXO	2.	Plano No. 1 Plano General.	12-a
ANEXO	3.	Plano No. 2 Plano Caseta del Filtro.	15-a
ANEXO	4.	Plano No. 3 Planos del Tanque.	22-a
ANEXO	5.	Plano No. 4 Plano de la Red Actual	37-a
ANEXO	6.	Plano No. 5 Plano del Alcantarillado	55-a

INTRODUCCION

Uno de los problemas de mayor importancia que tiene México en su población rural es la escasez de agua salubre para su abastecimiento, principalmente en el norte, debido a la escasa precipitación pluvial, y aún cuando existen corrientes naturales sucede que durante el período de lluvias, caen éstas en forma tormentosa, no siendo posible su aprovechamiento sino es por medio de obras adecuadas para éste fin.

Las corrientes naturales permanecen con su caudal mínimo y a veces secas, durante la mayor parte del año, y solo en tiempo de lluvias mantienen un nivel a veces favorable. De ahí la importancia de la construcción de tanques de almacenamiento lo suficientemente capaces, tanto para la potabilización del agua como para controlar su distribución y consumo, determinando la aprovechabilidad de éstas corrientes naturales al máximo.

La mayor parte de las poblaciones de Coahuila carecen de veneros, siendo sólo posible su abastecimiento por medio de bombeo, o bien, su resolución de acuerdo con el medio.

En las cercanías de ésta población, existen las corrientes naturales denominadas El Chorro, y El Ojo Negro, con un caudal de 165 litros por segundo, encauzadas en gran parte por el cauce natural del arroyo El Chorro, siendo canalizadas en las cercanías de Bella Unión, hasta el denominado Partidor, para su aprovechamiento en las turbinas de la Fábrica del mismo nombre.

Con el fin de proporcionarle agua potable a la población de Arteaga, se hizo el estudio, y posteriormente la construcción de la obra de almacenamiento que aquí se describe.

En éste estudio se hace una descripción de la obra, la cual

fué escogida por tratarse de la que se poseen más datos y porque en la actualidad es de las que prestan mejor servicio.

El establecimiento del alcantarillado adecuado para la población, requirió un minucioso trabajo, siendo en ésta face del problema de la población, el que exigió un cuidadoso estudio del curso del agua, en el que se van a evacuar las aguas residuales, determinándose la solución del problema imperante con sus especificaciones.

REVISION DE LITERATURA

Memoria de Arteaga.

La Villa de Arteaga, Coahuila, fué fundada el 31 de octubre de 1591 por el Capitán Francisco de Urdiñola, con el nombre de Hacienda de San Isidro de las Palomas. El fundador concedió mercedes al Indio Principal Tlaxcalteca Don Buenaventura de Paz y a Don Joaquín de Velazco Gobernador de la Nueva Tlaxcala, para dicha fundación. El 29 de diciembre de 1885 se erigió en Villa la antigua Hacienda de San Isidro de las Palomas y ranchos que estaban al oriente, con la denominación de Arteaga, en memoria del General Don José María Arteaga, por sus méritos, siendo en aquella época Gobernador de Coahuila, el General Andrés S. Viesca y su primer Presidente Municipal lo fué Don Ignacio Dávila.

Generalidades.

Es cabecera de municipio que lleva su nombre, está situada a los 25°28' de Latitud Norte y 100°51' de Longitud Oeste con una altura sobre el nivel del mar de 1728 metros.

Principales Elevaciones. La Villa de Arteaga Coahuila está circundada por la Sierra de Zapalinamé al sur., al oriente por la Sierra de la Nieve y al norte por la Sierra de las Vallas, quedando al poniente una planicie que la une con la ciudad de Saltillo. El poblado se encuentra rodeado de montañas cuyas es-tribaciones son aprovechadas para la agricultura; la población propiamente dicha es una planicie, con drenes hacia el norte, sur y oeste.

Comunicaciones. Las principales comunicaciones están forma-das por la Carretera Saltillo-Matehuala, Saltillo-Arteaga y el camino vecinal Arteaga-Carbonera. La primera de las vías citadas

la comunica con la Región de la Sierra, por medio de caminos vecinales, entre los que pueden citarse los que a San Antonio de las Alazanas, al poblado de Jamé, Ciénega del Toro, etc.

Aspecto de la Población. Es un pueblo pacífico y bien extendido. Sus construcciones son de adobe revestido, casas con amplios solares. En la carretera que le une con Saltillo y Matehuala circulan un promedio de 200 coches en 24 horas. Sus principales arterias están cubiertas de asfalto. El Parque Central es un lugar agradable, cubierto de frondosos árboles.

Clima y Lluvias. El número de días con lluvia en 1954 fué de 21, con una altura total de 300 mm. El clima puede considerarse templado, siendo el invierno bastante frío, registrándose un promedio de 43 heladas.

Industria y Comercio. La Villa de Arteaga es esencialmente agrícola, aprovechando un caudal de 165 l.p.s. derivado de los manantiales de El Chorro y El Ojo Negro, siendo el maíz, trigo y frijol los principales cultivos. La población tiene vida propia derivada de la agricultura y ganadería, así como de la Industria Textil. En el aspecto Industrial puede mencionarse la fábrica de hilados y tejidos Bella Unión, movida por fuerza hidráulica así como 5 molinos de nixtamal, dos carpinterías y dos fraguas.

Servicios Públicos Actuales. El alumbrado es suministrado por la Compañía Luz y Fuerza de la ciudad de Saltillo, siendo éste servicio durante las 24 horas del día. El servicio telefónico es inter-Municipal.

Pavimentos. Se encuentra pavimentada la Carretera de Arteaga, así como todas las principales arterias, teniendo dos conexiones con la super-carretera, una por el norte y otra por el sur.

Escuelas. Cuenta con una Escuela Primaria y un Jardín de Niños.

Mercados. No hay.

Parques. Cuenta con seis parques distribuidos en la Población.

Aprovechamiento antiguo de Agua Potable. La Villa de Arteaga se abastecía por una tubería de 2" (50.8 mm.) de fierro galvanizado el cual era una conexión al tubo de entrada de agua a la turbinas de la Fábrica de Bella Unión, dicha agua es insalubre, pues es frecuente encontrar animales muertos y otros objetos dentro de ella. Dicha tubería se extendía desde la conexión Bella Unión hasta la Villa de Arteaga, con una longitud de 3420 metros, habiendo sido muy deficiente el servicio en virtud de que se le instalaron 148 tomas de diferentes diámetros, por lo que la Población se veía obligada a tomar agua de la que pasa por los canales llamados "Usos del Pueblo", la cual es el deshecho de la turbina de la fábrica mencionada.

Población presente y futura. Los censos de población desde el año de 1920 a 1950 arrojan los siguientes datos para la Villa de Arteaga.

<u>1920</u>	<u>1930</u>	<u>1940</u>	<u>1950</u>
1,176 hab.	1,413 hab.	1,632 hab.	1,338 hab.

a). Por el método de incrementos aritméticos.

<u>Año</u>	<u>Población</u>	<u>Incremento</u>
1920	1176	
1930	1413	237
1940	1632	219
1950	1338	- 294
		<u>Σ Δ 162</u>

$$\frac{\Sigma \Delta}{30} = \frac{162}{30} = 5.4 \text{ hab/año.}$$

$$P_{1985} = 1950 + \frac{\Sigma \Delta}{np} = n.f. = 1,338 + 5.4 \times 30$$

$$P_{1985} = 1,338 + 162 = 1,500 \text{ hab.}$$

Población 1,985 = 1,500 habitantes.

b). Por el método de incrementos geométricos.

<u>Año</u>	<u>Población</u>	<u>Incremento</u>	<u>% Incremento Anual</u>
1920	1176		
1930	1413	237	0.40
1940	1632	219	0.46
1950	1338	294	- 0.34
			<u>Σ = 0.52</u>

$$r = \frac{0.52}{3} = 0.173$$

$$p_{1,985} - p_{1,950} (1 + r) = 1,338 (1 + 0.0017)^{30}$$

$$n \log 1.0017 = 35 \times 0.00043 = 0.01505$$

$$\text{anti-log. } 0.01505 = 1.035$$

$$p_{1,985} = 1,338 \times 1.035 = 1,390 \text{ hab.}$$

c). Por el método de incrementos diferenciales

<u>Año</u>	<u>Población</u>	<u>Incremento</u>	<u>% Incremento</u>
1920	1176		
1930	1413	237	
1940	1632	219	-18
1950	1338	-294	75
		<u>Σ I = 162</u>	<u>Σ Δ I = 57</u>

$$\frac{162}{3} = 54 ; \quad \frac{57}{2} = 28.5$$

$$p_{1,985} = 1,338 + (54 \times 3) + (1 + 2 + 3) (28.5)$$

$$p_{1,985} = 1,338 + 162 + 170 = 1,670 \text{ hab.}$$

Examinando los resultados anteriores puede decirse que la población futura de la Villa de Arteaga en 1985 será aproximadamente de 1500 habitantes.

OBSERVACION Y ESTUDIO.

Abastecimiento del Agua.

El abastecimiento del agua de una población, tiene por objeto suministrar en suficiente cantidad y con las mejores propiedades el agua que necesitan los habitantes para el consumo doméstico y para servicios públicos, así como la requerida para el consumo industrial y para el servicio de incendios, aunque ésta última, en el caso de Arteaga es obvia debido a lo reducido del pueblo y más aún por la clase de construcciones, aunque se debe considerar al ganado que aun cuando no es muy numeroso ocasiona un gasto permanente.

La cantidad de agua necesaria depende del número de habitantes, del bienestar y de las costumbres de los mismos, así como también del precio del agua, del desarrollo de la industria, de las condiciones de las calles, plazas y jardines, y del clima de la localidad.

Si hay agua en abundancia se da un gasto un tanto alzado, y si el consumo alcanza el rendimiento de la captación se establecen contadores para reducirlo al estrictamente indispensable.

En el caso particular que nos ocupa no es necesario tomar medidas con tanta precaución debido a que el agua que se suministra es suficiente y hasta de más para las necesidades del pueblo, cosa como posteriormente se verá ocasiona ciertos problemas y para evitarlos mismos se regula la entrada del agua no por ser poca sino por la falta de consumo.

Con el número de habitantes y demás consideraciones se debe obtener un consumo medio probable en las tablas respectivas que contienen los caudales requeridos para diferentes aplicaciones,

las cuales se consultan para el cálculo de la tubería como más tarde se verá.

El consumo de agua durante el año no es constante debido a que está especialmente influido por las condiciones climatológicas, siendo mínimo en los años lluviosos; variando también el consumo durante los meses del año y las variaciones en los días de la semana que son mucho más acentuados durante el día, puesto que está íntimamente ligado a las costumbres y a las ocupaciones de los habitantes.

La fuente de aprovisionamiento debe tener una cota mayor que los puntos en que a de entregarse el agua, para que pueda ser distribuida sin dificultad en todos los puntos donde se entrega.

El agua a menudo contiene impurezas, parte de las cuales es preciso eliminar, para que el agua sea potable, las cuales pueden ser las siguientes:

- 1). Impurezas no disueltas, que el agua contiene flotando o en suspensión y que consisten en sustancias inorgánicas, como tierra, arena, polvo, o materias orgánicas, como restos de plantas y animales, microorganismos (plancton), bacterias y otros.
- 2). Impurezas disueltas, de las cuales las combinaciones de calcio, magnesio, hierro, manganeso, nitrógeno y cloro son las más importantes.
- 3). Impurezas coloides, que son sustancias túmidas, medio disueltas, como los huminatos.

Las impurezas inorgánicas no disueltas se reconocen en parte y a simple vista por la mengua de transparencia y la coloración que determinan el agua; las orgánicas se reconocen por examen al microscopio. Si las primeras por sí solas carecen de importancia

las más veces desde el punto de vista higiénico, y tan solo desme-
recen el aspecto del agua, pero al estar mezcladas con las segun-
das influyen mucho en la calidad de la misma, pues en ella se
desarrollan colonias de bacterias, entre las cuales pueden hallar
se algunas especies patógenas que suelen causar graves enfermeda-
des. Un tipo de bacteria que conviene estudiar al analizar el
agua es el Bacillus coli, del cual hay variedades que viven en
los intestinos de los animales de sangre fría o caliente, y hacer
además las pruebas que el técnico en la materia debe hacer.

El agua potable debe ser completamente clara, incolora y exen-
ta de sedimentos. En capas de gran espesor debe tener color azu-
lado.

La húmina y sus derivados, el hierro y la materia orgánica
dan tono amarillento al agua. Para que ésta sea buena es preciso
que sea inodora y en ningún caso ha de desprender hedor. Es ne-
cesario además que no tenga sabor alguno pronunciado, el ácido
carbónico comunica al agua sabor refrescante, si tiene escasa du-
reza resulta insípida.

Ensayo del agua. Toda el agua que deba aprovecharse para el
abastecimiento, ha de ser analizada para asegurar su potabilidad.
Dicho ensayo debe ser llevado a cabo por un técnico.

Las muestras deben ser enviadas al laboratorio en botellas
de cristal con tapón también de cristal y lavarlas tres veces por
lo menos, con agua de la que se va a ensayar y sólo por excepción
se usan tapones de corcho nuevo; no es admisible el lacrado de
los tapones de corcho. El agua de manantiales, ríos y estanques
se recibe directamente en botellas adecuadas.

A fin de evitar que las bacterias, alcabo de largo tiempo de
almacenaje, lleguen a descomponer la materia orgánica en suspen-
sión se añaden por cada litro de agua algunas gotas de cloroformo.

Estas muestras no sirven para el análisis bacteriológico.

En el punto de toma se determina directamente la temperatura del agua mediante un termómetro con escala graduada en décimos de grado, y luego se hacen las determinaciones de transparencia, color, olor y sabor, y finalmente se procede al análisis biológico. Y en el dictámen se afirma la potabilidad del agua. En caso contrario lo que se precisa adoptar para hacerla potable. Los laboratorios de análisis han de resolver consultas acerca de la acción del agua sobre determinados materiales empleados en la tubería, a fin de que no aparezcan en el agua sales nocivas y de que no ocurra la destrucción de la tubería.

Como se puede ver, los análisis del agua indican las buenas propiedades que tiene para su consumo, mediante previa clorinación.

TABLA I.

Analisis Físico-Químico de Aguas No. 55-134
 Muestra tomada o remitida por Ing. Jesús Barba Castellanos
 Fuente: Manantial de Arteaga.
 Localidad: Arteaga.
 Fecha de muestreo: 21 de Abril de 1955.
 Fecha de analisis: 26 de Abril de 1955.

Turbidez	5	Olor	inodora	Temperatura	8.1
Color	5	No. Olor	0	pH	
Determinaciones.	Analisis	Normas	Determinaciones	Analisis	Normas
Sólidos tot.	340	750	Alcali. F	0	NH ₃ en N
Sólidos disueltos			Alcalinidad tot.	232	Nitritos en N
Perdidas por calcinación			Dureza Tot.	260	Nitratos en N
Silice			Dureza	260	0 conocido
CO ₂ libre	n.d.		CaCO ₃	260	300
Calcio (Ca)	38		Combinaciones hipotéticas en mg/litro.		
Magnesio (Mg)	59	125	Carbonato de calcio		24
Hierro (Fe)	0	0.3	Bicarbonato de calcio		113
Manganeso (Mn)			Bicarbonato de magnesio		82
Sodio (Na)	61		Sulfato de magnesio		226
Carbonato (CO ₃)	16		Sulfato de sodio		104
Bicarbonato (HCO ₃)	154		Cloruro de sodio		69
Sulfato (SO ₄)	251		A	25	ocpHa
Cloruro (Cl)	42		A		ocpHa
Fluoruro (F)	n.d.		A		°CpHa
Nitrato (NO ₃)			A		°CpHa

Resultados expresados en ppm.

Ordenado por

Analizó

Conforme

Ing. R. Rosell C.

Q.F.B.R. Maria Salas

El Jefe del Laboratorio.

TABLA II

Análisis Físico-Químico de Aguas No. 55-156
 Muestra tomada o remitida por: Ing. Jesús Barba Castellanos
 Fuente: Manantial de Arteaga.
 Localidad: Arteaga.
 Estado: Coahuila.
 Fecha de muestreo: 6 de Mayo de 1955.
 Fecha análisis: 10 de Mayo de 1955

Turbidez	0	Olor	inodora	Temperatura	7.5
Color	0	Noolor	0	pH	
Determinaciones	Análisis	Normas	Determinaciones	Análisis	Normas
Sólidos tot.	468	750	Alcalinidad F.	0	NH ₃ en N
disueltos				170	n.d.
perdidas por calcinación	n.d.		Dureza T.	320	0.05
Silice			carbonato	170	0.6
CO ₂ libre			Combinaciones hipotéticas en Mg/litro	30	3.00
Calcio (Ca)	102		Bicarbonato de calcio		n.d.
Magnesio (Mg)	16	1.25	Sulfato de calcio		0.05
Hierro (Fe)	0	0.3	Sulfato de Magnesio		5.00
Manganeso (Mn)			Sulfato de Sodio		3.00
Sodio(Na)NaCl	87		Cloruro de Sodio		
Carbonato(CO ₃)	0				
Bicarbonato (HCO ₃)	207		A 25 °CpHa	7.5	pHs
Sulfato (SO ₄)	249		A °CpHa		pHs
Cloruro (Cl)	56		A °CpHa		pHs
Fluoruro (F)	n.d.		A °CpHa		pHs
Nitrato (NO ₃)					

Resultados expresados en ppm.

Ordenado por

Analizó

Conforme

Ing. R. Rosell C.

Q.F.B.R. Maria Salas

El Jefe del Laboratorio

Proyectos de la Red de Distribución.

Trabajos topográficos. Para iniciar los trabajos topográficos es necesario hacer la determinación del lugar por estudio de las condiciones en el campo y de las probables fuentes de abastecimiento; después se procede a la designación del lugar de que ha de partir el agua para su filtrado, almacenamiento, purificación y su posterior distribución.

Teniendo en cuenta los afloramientos de agua en El Chorro y el Ojo Negro, que son conducidos en parte por el cauce natural del arroyo El Chorro, y después encauzadas las aguas en un canal abierto a la atmósfera hasta el llamado partidor de Bella Unión, que sirve para impedir la entrada de agua a las turbinas de la fábrica cuando se efectúan reparaciones. En dicho partidor se localizó el punto más favorable para el inicio de la conducción del agua.

Asignado el lugar se procedió a iniciar los trabajos topográficos para la conducción del agua por el lugar que más convino hasta el lugar destinado a su almacenamiento y potabilización, continuando con el trazo de la línea de conducción hasta la entrada del pueblo. Terminando éstos se procedió al trazo dentro del pueblo, por sus arterias más importantes.

Una vez terminados los trazos se procedió a su nivelación, colocando bancos de nivel al empezar y después cada 500 metros para las comprobaciones. Las nivelaciones se comprobaron con otros P.L. y comprobando los B.N. colocados.

Entonces en el plano de la red se calcula el caudal para cada ramal, una vez con éste dato se calcula además la línea de carga y las pérdidas por conducción para obtener el diámetro de la tubería.

Datos necesarios para el cálculo.

Censos por calles

Trazo de la red.

Longitud de la tubería
 Acotamientos respecto al plano
 Niveles piezométricos
 Caudales de distribución en cada calle
 Pérdidas por conducción.
 Determinación del diámetro de la tubería principal y secundarios

Trabajos de gabinete. Con los datos de campo en las libretas se procedió al cálculo de las cotas en las nivelaciones en la forma común. El polígono se calculó deduciendo del azimut el rumbo y multiplicando el seno y coseno de éste por su distancia.

Trazado el plano y con los datos de la población en las diferentes calles, se procedió al cálculo de la tubería.

Calculo de la tubería. Con los datos de los últimos censos en los pasados 30 años, se calculó como anteriormente se hizo por los métodos descritos, y la población en 1,985 resultó de 1,500 habitantes; para el cálculo se consideró la población como 2,000 habitantes.

En seguida se procedió a consultar las tablas de consumo de agua para diferentes fines, obteniéndose 150 litros por habitante y por día. Con éste dato se calcularon los demás gastos, dando margen de seguridad en los gastos máximos diario y horario.

Dotación -----	150 L./h/D.
Gasto medio -----	3.5 L./h/D.
Gasto máximo diario -----	4.2 L./h/D.
Gasto máximo horario -----	6.2 L./h/D.

Del gasto máximo horario, se deduce el gasto máximo diario y éste consumo se reparte entre los diferentes ramales. Dicha repartición se hace por diferentes procedimientos; el más seguro consiste en subdividir la ciudad en barrios y para cada uno de

ellos se determina el promedio lineal de calle o la densidad de la población (habitantes por hectárea) y de ellos el consumo máximo por segundo y por metro de calle.

Existen dos sistemas para la distribución del agua potable en las diferentes casas de cada una de las calles de una ciudad o pueblo, y son:

1). De la tubería principal o ramal primario parte en ramales secundarios, de los que a su vez nacen otros de tercer orden y de ellos otros cada vez menores, a la manera de nervios de una hoja. Cada punto de la red recibe el agua por un solo lado, de manera que si ocurre una avería en un punto determinado, toda la parte de la red posterior al punto averiado queda desabastecida, lo cual además de la incomodidad puede acarrear graves perjuicios. En los finales de los ramales extremos donde el consumo es a ratos muy reducido, el agua se estanca y puede perder sus buenas cualidades. Este sistema se aplica solamente en el caso de que no sea posible enlazar los extremos de las ramificaciones, para construir la red cerrada.

2). Sistema cerrado. Cada punto de la zona abastecida puede recibir agua por los dos lados y todos los ramales comunican entre sí. En caso de rotura de la tubería, basta aislar el ramal que ha sufrido la descompostura; el resto de la red queda alimentado por las tuberías enlazadas.

Al calcular los diámetros de las tuberías además del agua para el consumo se tiene en cuenta otros servicios. Además en todos los puntos de la red la presión correspondiente a la hora de mayor consumo no ha de ser inferior a determinados límites, ésta presión límite llamada carga doméstica, depende principalmente del sistema constructivo, pero en pequeñas poblaciones estas exigencias se reputan excesivas y anti-económicas.

Captación de Agua.

Para el abastecimiento del agua potable se aprovecharon las aguas superficiales del partidior que se ha hecho mención.

El agua captada para el abastecimiento, cumple todos los requisitos higiénicos. Los enturbiamientos temporales, así como la eventual coincidencia de grandes caudales con las intensas lluvias que son efectos causados por la mezcla en ella de los escurrimientos procedentes de la superficie. Para que el agua de la fuente se conservara pura, se captó en el partidior mencionado, y la zona de toma se protegió para evitar la entrada del menor número de impurezas al filtro, así como impedir la obstrucción de la malla, de entrada que está acotada a la altura más conveniente para que el agua sucia de la superficie no pueda infiltrarse. Se colocó antes de la entrada al filtro una válvula para regular la entrada del caudal, para evitar las mermas en el rendimiento de la Fábrica de Bella Unión, permitiendo la entrada del mínimo caudal de 6 litros por segundo que suple las necesidades del pueblo y mantiene un nivel favorable en el tanque de almacenamiento.

El depósito del filtro se acotó en forma tal que no fué necesario colocar un aliviadero para las excedencias de entrada, en comparación con el agua filtrada una vez usado el filtro, de manera que se puede dejar la entrada libre al caudal, el cual solo es posible hasta alcanzar la altura del nivel de las aguas del partidior debido al acotamiento, regulándose la entrada por el Principio de los vasos comunicantes, previéndose en ésta forma la Presencia de excedentes de agua.

Para el filtrado se utilizaron lozas pre-coladas reforzadas en el alma, poniendo grava sobre éstas para aumentar el grosor del filtro.

La tubería de salida parte tan cerca del fondo como fue posible, para evitar la entrada de aire en el tubo, siendo inevitable la penetración de él, cuando se suspende el filtrado.

Se limpiará el filtro por medio de aire comprimido conducido por tubos hasta la base de las losas ocasionando así el funcionamiento del filtro en el sentido inverso, dando salida a dicha agua por el tubo de desagüe, el cuál está colocado en la posición conveniente para permitir la salida de las impurezas.

Al principiar la salida de la tubería dentro de la caseta, se colocó una válvula para impedir la salida del agua para evitar los casos imprevistos que se presenten.

Cálculos de Construcción en la Caseta del Filtro.

Cálculo de la losa perimetral del techo.

$$4.4 \times 5.4 = 24.6 \text{ M}^2.$$

$$24.6 \times 0.08 = 1.97 \text{ M}^3.$$

$$1.97 \times 2,500 = 4,930 \text{ Kgs.}$$

$$4,930 \text{ Kgs.} = 5,000 \text{ Kgs.} = 200 \text{ Kgs/M}^2.$$

$$200 \text{ Kgs/M}^2. + 200 \text{ Kgs. de carga viva} = 400 \text{ Kgs/M}^2. \text{ para el cálculo.}$$

Carga en el sistema corto.

$$5 \times \frac{5.4^4}{4(5.4 + 4.4^4)} = \frac{850 \times 5}{850 + 375} = \frac{4250}{1225} = 3.47 \text{ Tons} = a 69.4\%$$

Carga en el sistema largo.

$$5.00 - 3.47 = 1.53 \text{ Tons.} = 30.6\%$$

$$\text{Relación de los lados: } \frac{5.4}{4.4} = 1.225$$

En franja de un metro, en el sistema corto.

$$4.4 \times 400 \times 0.69 = 1,215$$

$$M = 1,215 \times 440/8 = 66,900 \text{ Kgs. Cm.}$$

$$d = \sqrt{\frac{66,900}{10 \times 100}} = \sqrt{66.9} = 8.16 \text{ cm.} = 10 \text{ cm.}$$

$$As = 66,900 / 1,200 \times 0.86 \times 0.816 = \frac{66,900}{8,420} = 7.94 \text{ cm.}^2$$

Varillas $\phi \frac{1}{2}$ " 14 cm. c.a.c.

En franja de un metro, en el sistema largo.

$$5.4 \times 400 \times 0.31 = 669$$

$$M = 669 \times 540/8 = 45,000 \text{ Kgs.cm.}$$

$$d = \sqrt{\frac{45,000}{10 \times 100}} = \sqrt{45} = 6.7 \text{ cm.}$$

$$As = \frac{45,000}{1,200 \times 0.86 \times 6.7} = \frac{45,000}{6,900} = 6.52 \text{ cm.}^2$$

Varillas $\phi \frac{1}{2}$ " 20 cm. c.a.c.

Cálculo de la losa volada del frente.

$$1.2 \times 1 \times 0.08 = 0.096 \text{ M}^3.$$

$$0.096 \times 2,500 = 240 \text{ Kgs.}$$

$$b = 100 \quad d = 8$$

$$\text{Carga total} = 240 + 200 \text{ (carga viva)} = 440 \text{ Kgs.}$$

$$M = \frac{PL}{2} = \frac{440 \times 120}{2} = 25,500 \text{ Kgs. cm.}$$

$$d = \sqrt{\frac{25,500}{10 \times 100}} = \sqrt{25.5} = 5.05 \text{ cms.}$$

$$As = 25,500 / 1,200 \times 0.86 \times 5 = \frac{25,500}{5,160} = 4.94 \text{ cms.}^2$$

Varillas $\phi 3/8$ " 20 cms. c.a.c.

La red de varillas va en la parte superior.

Nota: La losa volada lateral no es necesario calcularla debido a lo pequeño, y sólo es necesario poner la varilla en la parte superior.

Cálculo de la Viga empotrada de la puerta.(Umbral).

Peso de la viga: $0.2 \times 0.4 \times 1.2 \times 2,500 = 240$ Kgs.
 Peso del muro superior: ----- 520 "
 Peso de la losa del techo ----- 340 "
 Carga viga ----- 200 "
 Total 1,300 Kgs.

Fibra neutra = $0.41 \times 20 = 8.2$ cms.
 Zona comprimida = 325 cms.2
 Coeficiente medio de trabajo de concreto = 28 Kgs/cm.2.
 Compresión = $325 \times 28.0 = 9,100$ Kgs.
 Brazo del par: $0.86 \times 20 = 17.2$ cm.
 Momento resistente: $9,100 \times 17.2 = 156,500$ Kgs.cm.
 $As = 9,100/1,200 = 7.68$ cm.2.
 4 varillas ϕ 5/8".

Cálculo del cimiento.

Carga de 2,140 Kgs/M.L.
 Ancho del muro: 0.40 M.
 $R_c = 0.250$
 Area de cimentación: $\frac{2,140}{0.25} = 8,570$ cm.²
 Ancho del cimiento por consiguiente:
 $L = \frac{8,570}{100} = 86$ cm.
 $L = 1.00$ M.

Cálculo del muro de carga:

Asignándole a la pizarra el mismo coeficiente que al tabique recocido común, 6.0 Kgs/cm.2. a la compresión.

2.5 M. de alto. 40 cm. de espesor.
 En un metro lineal

Resistencia del muro bajo:

$$P = 100 \times 40 \times 6 = 24,000 \text{ Kgs/M.L.}$$

Resistencia del muro alto:

$$p' = p(1.05 - \frac{L^2}{1,140b^2})$$

$$p' = 24,000(1.05 - \frac{250^2}{1,140b^2}) = 24,000(1.05 - \frac{625}{1,824})$$

$$p' = 24,000(1.05 - 0.343)$$

$$p' = 24,000 \times 0.607$$

$$p' = 14,000 \text{ Kgs/M.L.}$$

Como se ve el muro está sobrado, siendo suficiente para soportar la presión del agua.

Cálculo de la Loza Perimetral del piso.

Carga ----- 1.50 m. de agua.

Re. ----- 0.290 Kgs/cm²

Carga del agua ----- 1,500 Kgs/M2.

Peso de la loza ----- 250 "

Carga viva ----- 200 "

Total ----- 1,950 Kgs/M2.

Terreno 2,900 Kgs./M2.

Carga $\frac{2,000 \text{ Kgs./M2.}}{900 \text{ Kgs./M2.}}$

Porcentajes de carga: 76% y 24%

En franja de un metro

Carga en el sistema corto = $3 \times 900 \times 0.76 = 2,050 \text{ Kgs.}$

$M = 2,050 \times 300 / 8 = 77,000$

$$d = \sqrt{\frac{77,000}{10 \times 100}} = \sqrt{77} = 8.51 \text{ cm}^2$$

$$As = 77,000 / 1,200 \times 0.86 \times 8.77 = \frac{77,000}{9,050} = 8.51 \text{ cm}^2.$$

Varillas $\phi \frac{1}{2}$ " 14 cm. c.a.c.

En el sistema largo = $4 \times 900 \times 0.24 = 864$ Kgs.

$M = 900 \times 400/8 = 45,000$ Kgs cm.

$$d = \sqrt{\frac{45,000}{10 \times 100}} = \sqrt{45} = 6.71$$

$$As = 45,000 / 1,200 \times 0.86 \times 6.71 = \frac{45,000}{6,930} = 6.5 \text{ cm.}^2$$

Varillas $\phi \frac{1}{2}$ " 20 cm. c.a.c.

Cálculo de Moldes para el Concreto.

Cálculo del molde de la losa del techo.

Losa de 10.00 cm.

Espacio libre de 4 x 5 m.

Altura de 2.5 m.

Tablón de 1" x 4"

$$L = \sqrt[3]{\frac{EI}{p \times 0.0063 \times 500}} = \sqrt[3]{\frac{100,000 \times 1.3}{0.02 \times 0.0063 \times 500}}$$

$$p = 0.0025 \times 10 = 0.025 \text{ Kgs./cm.}$$

$$I = 1.3 \text{ cm.}^4$$

$$L = 200 \text{ cm.}$$

Cálculo de la Escuadría de los listones de apoyo.

$$p = 0.025 \times 200 = 5 \text{ Kgs/cm.}$$

Colocando pies derechos cada 2.5 m.

$$I = 0.0063 \times 500 \times 5 \times 2.5^3 / 100,000 = 245$$

$$I = h^4/6$$

$$h = 6.2 \text{ cm.}$$

Piezas de 2" x 4"

Cálculo de los Pies derechos.

Los del centro cargan un área de: $2.00 \times 2.5 = 5 \text{ m}^2$.

Carga = $5 \times 2.5 \times 0.10 = 1.25$ tonelada

$$I = 180 \times 1.25 \times 3.2^2 = 2,268 \text{ cm.}^4$$

Sección de 5" x 5"

Nota: Esta armazón es aplicable tanto a la losa perimetral como a las losas voladas.

Los trabajos del proyecto y cálculos respectivos se extendieron para toda la población, aún para los lugares en que no es necesaria la tubería, cosa que prácticamente es obvia debido a que la red que se tendió es del sistema ramificado, por que suelen faltar caminos de enlace para los ramales extremos y además no resulta económico la instalación de tuberías que se unan en la periferia del lugar donde la edificación es escasa.

Las dimensiones de la tubería tendida son 2", 3" y 4" de diámetro respectivamente, previendo la ampliación de la red en las posteriores extensiones del pueblo.

Cálculos.

Capacidad del filtro (almacenamiento) 16 M^3 de agua.

Carga del partidor al tubo de entrada: $h = 1.00 \text{ m.}$

$\phi = 4" \approx 102 \text{ mm.}$

Fórmula para calcular la entrada: $Q = 0.60 \text{ s } \sqrt{2gh}$

$s = 0.007856$

$h = 1.00$

$2g = 19.6$

$Q = 0.60 \times 0.007856 \times 4.44 = 21 \text{ litros/seg.}$

Fórmula para calcular la salida del agua: $Q = 0.50 \text{ s } \sqrt{2gh}$

$s = 0.007856$

$h = 1.50 \text{ (máximo)}$

$Q = 0.50 \times 0.007856 \times 5.42 = 21 \text{ litros/seg.}$

Nota: para que salgan los 21 litros/seg. es necesario que en el filtro esté la carga máxima, a menor carga es menos el gasto

de salida por lo que sí trabaja el filtro.

Al permitir sólo la entrada de 6 litros/seg. al filtro se evita que trabaje en toda su capacidad.

Tanque de Almacenamiento.

Fué preciso construir el depósito en un punto adecuado de la red de distribución para asegurar la compensación durante el día, de manera que suministrara el agua indispensable de acuerdo con el consumo, almacenando la sobrante de las horas de poco consumo.

Para determinar la capacidad del depósito, necesaria para la compensación, es preciso ante todo disponer de datos seguros acerca de la variación del consumo durante el día de máximo gasto y precisar si el caudal afluye continua y uniformemente durante las 24 horas, como ocurre en las tomas de manantial, o sólo durante un cierto número de horas como suele ocurrir en el agua llevada con bombas.

La variación del consumo depende principalmente, según se dijo, de la extensión de la localidad, del trabajo de sus habitantes y del grado de cultura de los mismos; cuanto más reducida es la población, tanto más acentuada es la oscilación del consumo por hora y tanto mayor debe ser el depósito compensador.

La determinación de la capacidad puede hacerse numérica o mejor gráficamente por el método de las curvas integrales. En este último caso, se halla partiendo de la curva de consumo horario expresado en por ciento del diario, la integral de consumos ΣV , y se traza entonces la integral de caudales afluyentes ΣZ , de modo que toque por arriba la integral de consumo. La máxima distancia vertical entre ambas curvas indica la capacidad que debe tener el depósito, en por ciento del consumo diario máximo.

Al elegir el punto en que se debe ubicar el depósito elevado, es preciso atender a que la red de distribución sea lo más económico posible y a la obtención de la máxima uniformidad de presiones en toda la zona abastecida, por lo que se procura establecerlo en cerros o lomas.

Impermeabilización de la Cubierta.

Es de suma importancia que el agua exterior no pueda entrar al depósito, y para tal efecto la cubierta recibió una pendiente de 2% para dar salida al agua que cae, y para tal objeto se revisó con un revóco asfáltico.

Recursos para impedir el estancamiento del agua.

Se debe procurar que el agua esté en circulación continua, aunque lenta, a fin de evitar que se estanque el líquido en algunos puntos del depósito, como los rincones. Para tal efecto se dispusieron los tubos de entrada y salida en la forma que más convino para hacer circular el agua.

Ventilación.

Una o varias veces al día el nivel del agua del depósito recorre el espacio comprendido entre su posición más alta y la más baja; según el sentido de este movimiento, el depósito aspira aire o lo expulsa, y para la entrada o salida del aire se instalaron en la cubierta del depósito unas chimeneas de ventilación, construídas de manera que no puedan llegar cuerpos extraños, bichos o impurezas al depósito.

Cámaras de Llaves del Depósito.

En el depósito, como sin indispensables tuberías para poder conducir el agua a donde convenga durante el servicio normal y los trabajos de limpieza y reparación, se construyeron unas cámaras, cada una de ellas en comunicación con las tuberías de alimen-

tación y de toma y además la del aliviadero y la del desagüe, todas las cuales se reúnen cada una en una cámara, donde se hallan las llaves y las piezas especiales que se necesitan para su uso.

Conforme se dijo, cada cámara de un depósito tiene una tubería de desagüe con su llave, que parte del punto más bajo del mismo, hacia cuyo punto converge con pendiente de 2% el fondo del depósito.

El aliviadero o tubo de demasías es de superficie, presentando la forma de codo invertido al salir, por medio del cual se pierde el agua al llenarse el depósito.

Para un depósito de una forma dada, las dimensiones exigidas para determinada cabida, dependen del precio de un metro cuadrado + solera + cubierta + terraplen en relación con el de las paredes; la altura del agua será tanto mayor cuanto más prepondere el primer precio sobre el segundo, pero las condiciones prácticas limitan las alturas admisibles. Así por razones de impermeabilidad no se pasará de los 5 m. sino solo por gran necesidad, y por más que esté vacío debe tenerse, en todos los puntos de la zona abastecida, la presión indispensable para el máximo consumo, de suerte que pierda toda importancia la diferencia entre los niveles máximo y mínimo.

A partir de una cabida de 25 M³., los depósitos constan de dos cámaras cuando menos, para que no sea preciso interrumpir el servicio durante la limpieza o las reparaciones.

Cálculos de Construcción del Depósito.

Cargas consideradas.

Peso propio.

Peso de la tierra y empuje.

Empuje del agua.

Carga viva sobre la losa del techo.

Pesos volumétricos. Kg/M3.

Tierra y enladrillado ----- 1,600

Agua ----- 1,000

Concreto ----- 2,400

Fierro ----- 7,800

Mampoastería ----- 2,200

Esfuerzos unitarios admisibles.

Kg/cm.

Carga de ruptura a los 28 días para el concreto -- 140

Compresión en el concreto----- 45

Esfuerzo cortante sin refuerzo en el alma ----- 42

Tensión en el refuerzo longitudinal del techo. ---- 1,500

Tensión en el refuerzo longitudinal del piso. ---- 1,350

Sin anclaje ----- 7.0

Adherencia

Con anclaje ----- 10.5

Presión de tierra por metro de muro $p = W h \left(\frac{1 - \text{Sen } \phi}{1 + \text{Sen } \phi} \right) (h+h)$

$p = 4,381$ Kgs/metro de muro.

Angulo de reposo de la tierra $\phi = 30^\circ$

Cálculo estático del muro de retención

Pesos volumétricos.

Mampostería----- 2,200 Kgs/M3.

Agua ----- 1,000 " = w

Datos:

$H = 3.20$ m.

$h = 2.80$ m.

$B = 2.50$ m.

$\mu = 0.57$

$b = 0.40$ m.

$h = 1.40$ m.

Area = $\frac{(B + b)}{2} h = \frac{(2.5 + 0.4)}{2} 3.2 = 16$ M2.

$$W = 16 \text{ M}^3. \times 2,200 = 35,200 \text{ Kgs.}$$

$$F = w h S = 1,000 \times 1.40 \times 2.8 = 3,920 \text{ Kgs.} = R_t.$$

$$F \frac{h}{3} = W L$$

$$L = \frac{F h}{3 W} = \frac{3,920 \times 2.8}{3 \times 35,200} = \frac{10,976}{105,700} = 0.104$$

$L = 0.104$, por lo que el momento $F R_t$ es contrarrestado por el momento del par $W R_n$.

Momento máximo del par $W R_n$.

$$W \frac{B}{2} = 2,200 \times 1.4 = 3,040 \text{ Kgs.}$$

Momento de volteamiento actual.

$$F \frac{h}{3} = \frac{3,920 \times 2.8}{3} = 3,920 \times 0.93 = 3,646 \text{ Kgs.}$$

Coefficiente de seguridad contra el volteamiento.

$$\frac{\text{Momento máximo}}{\text{Momento actual}} = \frac{3,040}{3,646} = 0.845 \text{ (prácticamente 1.0)}$$

El R_t máximo que puede oponerse al deslizamiento del muro es:

$$W_p = 35,200 \times 0.57 = 20,020 \text{ Kgs.}$$

y la fuerza actual que tiende a producir deslizamiento es:

$$F = 3,920 \text{ Kgs.}$$

Coefficiente de seguridad contra el deslizamiento.

$$\frac{R_t \text{ máximo}}{R_t \text{ actual}} = \frac{20,020}{3,920} = 5.13$$

Empuje de la tierra en el muro.

Tierra comprimida húmeda 1,600 Kgs/M³.

Angulo de reposo de la tierra (ϕ) 30°

Presión de la tierra por metro de muro:

$$p = W h \left(\frac{1 - \text{Sen } \phi}{1 + \text{Sen } \phi} \right) (h + h)$$

$$h = 3.70 \text{ m.}$$

$$w = 1,600 \text{ Kgs.}$$

$$p = 1,600 \times 3.7 \times \frac{(1 - 0.5)}{1 + 0.5} (3.7 + 3.7)$$

$$p = 5,970 \times 0.1 \times 7.4 = 4,381 \text{ Kgs/M2.}$$

Losa en que descansa el muro de retención

El área del trapecio del muro de retención es 9.86 M^2 , según se ve en el cálculo de su estabilidad y un metro de muro corresponden 9.86 M^3 .

$$\text{Peso} = 9.86 \times 1,800 = 17,748 \text{ Kgs.}$$

$$\text{Peso de la losa del techo} = 500 \text{ Kgs/M2.}$$

$$\text{Total} = 18,242 \text{ Kgs/M2.}$$

Como este peso recae sobre la base del trapecio del muro es necesario transformarla en el lado de un cuadrado para sacar el peso por metro cuadrado.

$A \neq L.a$ (en la que se desconoce a)

$$a = \frac{A}{L} = \frac{9.86 \text{ (Area)}}{3.4 \text{ (alto del muro.)}} = 2.9 \text{ M.}$$

y estos 2.9 m. son m2. por que es un muro de un metro de largo.

Sacando el peso por metro cuadrado se tiene:

$$18,248/2.9 = 6,290 \text{ Kgs/M2.} = 6,500 \text{ Kgs/M2.}$$

La losa se calcula como viga ensanchada.

$$\text{Carga considerada} = 6,500 \times 2.5 \text{ (claro de cimentación)} = 16,250 \text{ Kgs.}$$

$$M = \frac{16,250 \times 250}{8} = 508,000 \text{ Kgs. cm.}$$

$$d = \sqrt{508,000 / (10 \times 100)} = \sqrt{508} = 22.54 \text{ cm.}$$

$$As = 508,000 / (1,200 \times 0.86 \times 23) = \frac{508,000}{23,700} = 21.4 \text{ cm}^2.$$

Varillas ϕ de 3/4" 12 cm. c.a.c.

Losa del piso.

Peso del Agua.

$$h = 2.80 \text{ m.}$$

$$2.8 \times 60 \text{ M}^2. = 168 \text{ M}^3. \text{ de agua.}$$

$$168 \times 1,000 = 168,000 \text{ Kgs.}$$

Peso del concreto.

$$60 \text{ M}^2. \times 0.20 \text{ cm} = 12 \text{ M}^3. \text{ de concreto.}$$

$$12 \times 2,500 = 30,000 \text{ Kgs.}$$

Peso total que recibe la losa.

$$168,000 \text{ Kgs. del agua.}$$

$$30,000 \text{ Kgs. del concreto armado.}$$

$$\underline{39,000 \text{ Kgs. del lodo acumulado}}$$

$$237,000 \text{ Kgs}/60 \text{ M}^2.$$

$$237,000/60 = 3,958 \text{ Kgs}/\text{M}^2. = 4,000 \text{ Kgs}/\text{M}^2.$$

Para el cálculo de la losa se le considera como viga ensanchada. Para aumentar la resistencia se calcula con doble armadura, para que el fierro trabaje a la compresión.

Fierro para la compresión.

$$\text{Recubrimiento de } 2 \text{ cm.} \quad b = 100 \text{ cms.} \quad d = 18 \text{ cms.}$$

$$R_c \text{ del terreno} = 747 \text{ gr}/\text{cm}^2.$$

$$\text{Momento de flexión} = 7,470 \text{ Kgs}/\text{M}^2. - 4,000 = 3,470 \text{ Kgs}/\text{M}^2.$$

$$3,470 \text{ Kgs}/\text{M}^2. = 347,000 \text{ Kgs.cms.}$$

Resistencia del concreto solo:

$$10 b d^2 = 10 \times 100 \times 18^2 = 324,000 \text{ Kgs.cms.}$$

$$\text{Momento tomado por el fierro} = 347,000 - 324,000 = 23,000 \text{ Kgs.cms.}$$

Distancia de la fibra extrema a la neutra:

$$0.41 \times 20 = 8.2 \text{ cms.}$$

Trabajo del concreto donde se encuentran las varillas:

$$23 \times 8/10 = 18 \text{ Kgs}/\text{cm}^2.$$

Coefficiente asignado al fierro:

$$18 \times 14 = 252 \text{ Kgs}/\text{cm}^2 \quad (14 = (n - 1)).$$

Brazo del par de la viga virtual de fierro:

$$0.86 \times 20 = 17 \text{ cms.}$$

Compresión en el fierro:

$$23,000/17 = 1,350 \text{ Kgs.}$$

Area del fierro en compresión:

$$1,350/252 = 5.36 \text{ cm.}^2$$

Varillas ϕ 1/2" 30 cms. c.a.c.

Fierro para la tensión.

Para obtener el equilibrio del concreto la cantidad de fierro necesaria debe ser igual al momento que lleva, entre su brazo del par:

: Cantidad de fierro necesario:

$$23,000 / (0.86 \times 18) = \frac{23,000}{15.48} = 1,488 \text{ Kgs.}$$

La sección del fierro que corresponde a la sección virtual será igual a la compresión. (1,350 Kgs.)

$$1,488 + 1,350 = 2,838 \text{ Kgs.}$$

Area del fierro en tensión

$$2,838/1,200 = 2.36 \text{ cm.}^2$$

Varillas ϕ 1/4" 12.5 cm. c.a.c.

Cálculo de la viga auxiliar en el techo del tanque.

Pesos unitarios utilizados:

Ladrillo común = 1,500 Kgs.M3. Concreto armado = 2,500 Kgs/M3.

Se proyecta el peso de la losa con 10 cms. de ladrillo, 10 cms. de grosor y carga viva.

Claro de la losa: 12.80 m., de donde el área es 164 M2.

Peso del ladrillo: $164 \times 0.10 \times 1,500 = 24,600 \text{ Kgs.}$

Peso del concreto: $164 \times 0.10 \times 2,500 = 41,000 \text{ Kgs.}$

$$65,600 \text{ Kgs.}/164 \text{ M2.}$$

Losa del techo ----- 400 Kgs/M2.

Peso del techo sobre la viga-----2400 Kgs/6 m.

Peso de la viga -----1000 "

Carga viva -----1200 "

Total ----- $\frac{4,600 \text{ Kgs}}{6} = 768 \text{ Kgs/M. Lineal}$

$$b = 20 \quad d = 33$$

$$M = \frac{P L}{8} = \frac{4,600 \times 600}{8} = 346,000 \text{ Kgs. cms.}$$

Momento que resiste el concreto solo:

$$M = 10 b d^2 = 10 \times 20 \times 30^2 = 180,000 \text{ Kgs. cms.}$$

Momento que debe ser tomado por el fierro en compresión:

$$346,000 - 180,000 = 166,000 \text{ Kgs.cms.}$$

Distancia de la fibra extrema a la neutra:

$$Kd = 0.41 \times 30 = 12.3 \text{ cms.}$$

Trabajo del concreto donde se encuentran las varillas:

$$56 \times 9.3/12.3 = 42.3 \text{ Kgs/cms}^2.$$

Coefficiente asignado al fierro:

$$42.3 \times 14 = 592 \text{ Kgs/cm}^2$$

(Se tomó 14 en vez de 15 para descontar el concreto desalojado)

Brazo del par de la viga virtual del fierro:

$$(0.86 \times 30) + 1.4 = 27.2 \text{ cms.}$$

Compresión en el fierro:

$$\frac{166,000}{27} = 6,150 \text{ Kgs.}$$

Area del fierro en compresión:

$$\frac{6,150}{532} = 10.4 \text{ cms}^2.$$

4 varillas ϕ 3/4"

Fierro en tensión

La cantidad de fierro es igual al momento que lleva el concreto, entre su brazo del par:

$$\frac{180,000}{25.8} = 7,000 \text{ Kgs.}$$

$$\text{Tensión} = \text{Compresión} (6,150) \\ 7,000 - 6,150 = 13,150 \text{ Kgs.}$$

As en tensión:

$$\frac{13,150}{1,200} = 11.0 \text{ cm}^2.$$

4 varillas ϕ 3/4"

Momento que resiste la viga calculada con simple armadura.

$$B = 20 \quad d = 30 \text{ (recubrimiento de 3 cms.)}$$

Fibra neutra a 12 cms.

$$Z_{\text{cna comprimida}} = 20 \times 12 = 240 \text{ cm}^2.$$

$$\text{Coeficiente medio del concreto} = 28 \text{ Kgs/cm}^2.$$

$$\text{Compresión} = 240 \times 28 = 6,720 \text{ Kgs.}$$

$$\text{Brazo del par} = 0.86 \times 30 = 26 \text{ cm.}$$

$$\text{Momento resistente} = 6,720 \times 26 = 174,500 \text{ Kgs. cms.}$$

$$\text{Tensión} = \text{Compresión} = 6,720 \text{ Kgs.}$$

$$As = 6,720 / 1,200 = 5.6 \text{ cm}^2$$

2 varillas ϕ 3/4"

De donde se deduce que es más conveniente económicamente la viga del segundo cálculo que la del primero.

Cálculo de la losa perimetral del techo.

$$\text{Peso de la losa: } 400 \text{ Kgs/m}^2$$

$$\text{Carga viva: } 200 \text{ Kgs/m}^2.$$

Longitud de los lados 6 x 6

Relación de los lados: 1:1

Porcentajes de carga: 50% y 50%

Cálculo en franja de un metro.

Carga considerada en cualquier sentido.

$$6 \times 600 \times 0.5 = 1,800 \text{ Kgs.}$$

$$M = 1,800 \times 600 / 8 = 135,000 \text{ Kgs. cms.}$$

$$d = \sqrt{\frac{135,000}{10 \times 100}} = \sqrt{135} = 11.62 \text{ cms.}$$

$$As = 135,00 / (1,200 \times 0.86 \times 11.62) = \frac{1.350}{120} = 11.2 \text{ cm}^2$$

Varillas ϕ 3/4" 26 cms. c.a.c.

Cálculo de los Moldes Para Concreto

Cálculo del molde de la losa del techo.

Losa de concreto: 10 cms.

Espacios libres: 5,20 x 5.90 m.

Altura: 3.20 m.

Se dispone de tablón de 1" x 6"

Como los tabloncillos trabajan como vigas continuas su flecha está dada por la fórmula:

$$F = 0.0063 p L^4 / E I$$

y como no debe pasar de $L/500$, por consiguiente la condición es:

$$0.0063 p L^4 / E I = L/500$$

$$L = \sqrt[3]{\frac{E I}{0.0063 \times 500 \times p}}$$

Considerando un centímetro de ancho del tablón:

$$p = 0.0025 \times 5 = 0.0125 \text{ Kgs/cms.}$$

$$I = b h^3 / 12 = 1 \times 2.5^3 / 12 = 1.3 \text{ cm}^4.$$

$$E = 100,000 \text{ Kgs/cm}^2$$

$$L = \sqrt[3]{\frac{100,000 \times 1.3}{0.0063 \times 500 \times 0.0125}} = \sqrt[3]{\frac{1,300}{0.000790}}$$

$$L = \sqrt[3]{1,660,000} = 119.2 \text{ cms.}$$

$$L = 120 \text{ cms.}$$

De donde se corresponde 4 claros en el sentido de la longitud de 5.20 m. disponiéndose los tabloncillos paralelos al lado corto de la losa y los listones de apoyo paralelos al más largo.

Escuadría de los listones de apoyo.

La carga sobre cada listón de apoyo es aproximadamente de:

$$p = 0.0250 \times 120 = 3 \text{ Kgs/cm.}$$

Para calcular estas piezas se supondrá que se van a colocar pies derechos a cada 1.48 cms. ($\frac{5.90}{4 \text{ claros}} = 1.48$). De la fórmula de la flecha para viga continua de 4 claros que con poco error puede aplicarse a éste caso:

$f = 0.0063 p L^4 / E I$, y con la condición $f = L/500$ se obtiene el momento de inercia de la pieza:

$$I = 0.0063 \times 500 p L^3 / E$$

Sustituyendo los datos:

$$p = 3 \text{ Kgs/cm.}$$

$$L = 1.48 \text{ m.}$$

$$E = 100,000$$

$$I = 0.0063 \times 500 \times 3 \times 1.48^3 / 100,000$$

$$I = 307 \text{ cm}^4.$$

Si el listón tiene un ancho de la mitad del peralte:

$$I = h^4 / 6 = 307. \text{ de donde:}$$

$$h = 6.64 \text{ cm.} = 7 \text{ cm.}$$

Se usarán piezas de 3" x 4".

Pies derechos.

Cada listón de apoyo de los cuales hay que poner 4 claros, (3 claros de 1.50 m.), va soportado por 4 pies derechos, de éstos, los de los extremos llevan la mitad de la carga de los del centro. Como los listones de las orillas cargan solo la mitad que la de los listones centrales, se tienen cuatro tipos de pies derechos:

a). Los cuatro pies derechos del centro de los listones centrales cargan un área de:

$$1.50 \times 1.48 = 2.22 \text{ m}^2; \text{ y por consiguiente una carga de:}$$

$$p = 2.22 \times 2.5 \times 0.10 = 0.5 \text{ toneladas.}$$

b). Los cuatro pies derechos de las orillas de los listones centrales cargan la mitad de los anteriores:

$$p = 0.25 \text{ toneladas.}$$

c). Los cuatro pies derechos del centro de los dos listones de apoyo de las orillas cargan la mitad de los del tipo a:

$p = 0.25$ toneladas.

d). Los cuatro pies derechos de las esquinas cargan la mitad de la que cargan los anteriores.

$p = 0.125$ toneladas.

Los momentos de inercia y las secciones teóricas necesarias para cada tipo de pie derecho son:

$$a). \quad I = 130 \times 0.5 \times 3.2^2 = 666 \text{ cm}^4$$

Sección de 4" x 4".

$$b). \quad I = 130 \times 0.25 \times 3.2^2 = 336 \text{ cm}^4$$

Sección de 3" x 3".

$$c). \quad I = 336 \text{ cm}^4$$

Sección de 3" x 3".

$$d). \quad I = 130 \times 0.125 \times 3.2^2 = 133 \text{ cm}^4$$

Sección de 3" x 3".

El molde de la losa va provisto de juntas de dilatación para que al hincharse la madera por la humedad no se abombe hacia arriba o, caso de que se tenga libertad para este movimiento, que no se hingue en el alma de las vigas.

La junta se acostumbra dejarla de 1.5 cms. por metro de luz.

Cálculo del molde de la viga central.

La suponemos como losa que tiene 30 cms. de espesor (20 de la viga y 10 de la losa del techo) y con espacio libre de 5.20 m. y altura de 3 m.

Se dispone de tablón de 1" x 4".

Flecha = $f = 0.0063 p L^4 / E I$, y con la condición, $L/500$:

$$L = \sqrt[3]{\frac{E I}{0.0063 \times 500 \times p}}$$

Substituyendo los datos:

$$p = 0.0025 \times 30 = 0.075 \text{ Kgs/cm.}$$

$$I = b h^3 / 12 = 25.3^3 = 1.3 \text{ cm}^4.$$

$$E = 100,000 \text{ Kgs/cm. tenemos:}$$

$$L = \sqrt[3]{\frac{100,000 \times 1.3}{0.0063 \times 500 \times 0.075}} = \sqrt[3]{550,100} = 90.7 = 100 \text{ cms.}$$

Tomamos $L = 100 \text{ cms.}$, porque la dimensión 90.7 está muy cerca a 1.00 m., que sería la necesaria para tener 5 claros en el sentido de la longitud de 5.20 m.

Escuadría de los listones de apoyo.

$$I = 0.0063 \times 500 p \quad L^3/E$$

$$p = 0.075 \times 100 = 7.5 \text{ Kgs/cm.}$$

$$L = 148.7$$

$$I = \frac{0.0063 \times 500 \times 148.7^3}{100,000} = \frac{0.315 \times 3300}{1}$$

$$I = 780 \text{ cm}^4.$$

Haciendo el ancho de la mitad del peralte del listón:

$$h^4 = 6I = 780 \times 60$$

$$h = \sqrt[4]{46800} = 4.67 = 5 \text{ cms.}$$

Se usarán piezas de 2" x 4"

Pies derechos.

a). Los tres pies derechos del centro cargan un área de 1.00 x 1.40 = 1.40 m² y por consiguiente una carga de:

$$p = 1.40 \times 2.5 \times 0.10 = 0.350 \text{ toneladas.}$$

b). Los pies derechos de las orillas del listón central cargan la mitad de los anteriores:

$$p = 0.175 \text{ toneladas.}$$

$$a). \quad I = 0.80 \times 0.35 \times 900 = 252 \text{ cm}^4.$$

Sección de 3" x 3".

$$b). \quad I = 0.80 \times 0.175 \times 9 = 126 \text{ cm}^2.$$

Sección de 3" x 3".

Cotas Piezometricas.

Desnivel del filtro al tanque, 23 metros.

Pérdida de carga por frotamiento:

$$H_f = \frac{f L}{d} + \frac{v^2}{2g}$$

Datos:

$$f = 0.02 \quad v^2 = 19.66$$

$$L = 950 \text{ m.} \quad 2g = 19.62$$

$$d = 102 \text{ mm.}$$

$$H_f = 0.02 \times 9500 \times 0.10 = 19 \text{ m.}$$

Luego a 950 metros el nivel del agua es 19 m. más abajo del filtro.

Hasta el tanque:

Datos:

$$f = 0.02 \quad v^2 = 19.66$$

$$L = 190 \text{ m.} \quad 2g = 19.62$$

$$d = 102 \text{ mm.}$$

$$H_f = 0.02 \times 1900 \times 0.10 = 3.8 \text{ m.}$$

La cota piezométrica se encuentra a 22.8 m. abajo del filtro. Calculando en el tubo de entrada al tanque, el gasto es de 15.6 litros por segundo, en toda su capacidad.

Capacidad del tanque: 360 m^3 . (40 m^3 menos por el muro central)

Se necesitan 6 horas 20 minutos para llenarlo.

Entrando al filtro 6 litros llegan al tanque 3.12 litros, y se necesitan 32 horas para llenarlo, sin tener salida.

Gasto de salida del tanque de almacenamiento.

$$Q = 0.5 \text{ s} \sqrt{2gh}$$

$$h = 2.00 \text{ m.}$$

$$g = 9.81$$

$$s = 0.007856$$

$$Q = 0.5 \times 0.007856 \times 6.25 = 25 \text{ litros/seg.}$$

Red de Agua Potable.

Con el plano proyectado se sometió a discusión para saber cuales eran los ramales que podían ser de mayor utilidad, así como anexarle los que fueran convenientes en los lugares que tienen mayor probabilidad de poblarse, siendo necesaria esta modificación por la construcción de la carretera Saltillo-Matehuala.

Determinados los lugares de la colocación de la tubería, tanque de almacenamiento y filtro, se iniciaron los trabajos.

Inspección, Muestreo Y Aceptación de Materiales de Construcción en la Red de Agua Potable.

Todos los materiales que se emplearon en la construcción fueron examinados y ensayados para su empleo, siendo por cuenta del contratista el costo, acarreo, transporte y otros.

Antes de emplear el cemento se comprobó que los sacos estuvieran intactos y no pasados, así como las buenas cualidades del agua para su utilización y contando con agregado fino y grueso para el mortero.

El acero de refuerzo para concreto no debe estar escamado ni doblado o cualquier otra causa no favorable a las exigencias del concreto.

Las juntas y piezas especiales llenaron los requisitos exigidos para las tuberías, estando pintadas tanto interior como exteriormente con productos que llenan las especificaciones para esa

pintura, (tapa - poros, esmalte, etc.)

El agua para el concreto fué limpia y exenta de cualquier cantidad objetable de materias orgánicas, álcalis, sales y otras impurezas que pudieran reducir la resistencia, durabilidad y otras cualidades del concreto o de los morteros.

La arena para concreto o mortero estaba formada por partículas sanas, duras, resistentes, que pasan por la malla de 4.76 mm. (No. 4) de orificios cuadrados y satisfaciendo los requisitos siguientes:

a. Las partículas no tienen formas lajeadas o alargadas, sino aproximadamente esféricas o cúbicas.

b. La densidad absoluta es menor de 2.45.

c. El contenido de partículas suaves, tepetate, pizarra, pómez, etc. sumado con el contenido de arcilla y limo, no excede del 6 por ciento en peso.

d. La arena al ser cribada en un cedazo normal No. 4, no dejó sobre el mismo un residuo superior a 10 por ciento en peso y su módulo de finura no es menor de 2.50 ni mayor de 3.00. La proporción retenida entre cualquiera de los cedazos y el inmediato inferior no fué superior del 35 por ciento en peso. La arena se lavó siempre.

El agregado grueso está constituido por fragmentos de roca, duros y resistentes que quedaron retenidos en la malla No. 4 de orificios cuadrados y satisfaciendo los requisitos siguientes:

a. Las partículas no tienen formas lajeadas o alargadas, sino aproximadamente esféricas o cúbicas.

b. La densidad absoluta no es menor de 2.40

c. El contenido de arcilla y limo determinado por la prueba

de la decantación no excede del 1 por ciento en peso.

d. El contenido de partículas suaves no excede del 5 por ciento en peso.

e. El agregado grueso tal como se emplea en el concreto, tiene una composición granulométrica que permitió lograr una revoltura con facilidad de manejo adecuada, sin tener que recurrir al uso de cantidades excesivas de arena, agua o cemento, para lograr un concreto de la densidad y resistencia requeridas.

f. El agregado grueso pasó totalmente por una malla que tiene aberturas cuadradas de 38 mm. por lado, y fué retenida en su totalidad en una malla que tiene una abertura de 4.76 mm. por lado. Se le separó en dos tamaños usando mallas que tienen aberturas cuadradas de 19 mm. por lado.

Colocación del refuerzo para el concreto. Para el refuerzo del concreto se dejaron ahogados en éste, varillas de acero corrugado, previamente dobladas, exactamente con la forma y dimensiones mostradas por los planos. Las separaciones entre varillas se midieron de centro a centro y se colocaron precisamente en la posición y con los espaciamientos mostrados en los planos. Todas las varillas de acero se doblaron en frío y se aseguraron firmemente en su lugar de manera de prevenir cualquier desplazamiento durante el vaciado del concreto. Antes de colocar el acero de refuerzo en su posición, se limpiaron completamente de polvo, grasa o escamas de óxido u otros materiales que pudieran reducir la adherencia entre éste y el concreto.

Proporcionamiento del concreto. El concreto se fabricó con cemento, agregados naturales y agua, de las cualidades requeridas en estas especificaciones, mezclando los materiales entre sí lo suficiente para obtener una consistencia apropiada y una resisten-

cia a la compresión a la edad de 28 días no menor del limite fijado.

Mezclado del concreto. La cantidad de agua que se puso en la mezcladora para formar el concreto fué justamente la correspondiente a la relación agua-cemento, y la cantidad total de agregados es aquella que con el tiempo normal de mezclado, produjo un concreto que pudo trabajarse convenientemente en el lugar, sin que haya segregación con los métodos de compactación estipulados, produciendo la densidad y superficies lisas deseadas. No se permitió al mezclado mayor tiempo del normal para obtener la consistencia requerida del concreto. La cantidad de agua se cambió de acuerdo con las variaciones de la humedad contenida de los agregados, de manera de producir un concreto de la consistencia uniforme adecuada.

Transporte y colocación del concreto. Se usaron los procedimientos de transporte y colocación con el equipo disponible, asegurando el vaciado del concreto y con la consistencia apropiada, sin producir segregaciones. Se tomaron las debidas precauciones para evitar la separación del agregado grueso del concreto, debido al choque contra el refuerzo o los moldes al caer el concreto.

Curado del concreto. Las superficies expuestas del concreto se protegieron contra los rayos directos del sol, por cuatro días, conservándose húmedo durante dos semanas después de vaciado. Las superficies horizontales se protegieron con una capa de arena.

Mezcla del mortero. Se mezclaron en seco el cemento y la arena hasta obtener un color uniforme, agregando en seguida el agua, haciéndolo a mano y siempre en cantidades menores o iguales a las correspondientes a un saco de cemento en cada caso. Una vez fabricado el mortero no se permitió la adición de más agua.

Consistencia del mortero. La cantidad de agua empleada fué la

correspondiente a la relación agua - cemento y la cantidad de arena fué tal que con el tiempo normal del mezclado se produjo un mortero trabajable en el lugar de su empleo y que después de acabado tuvo la densidad y las superficies lisas deseadas. A veces sufrió alteración su plasticidad y para recuperarla se varió la cantidad de arena y no la relación agua-cemento.

Curado del mortero. El curado se hizo protegiendo al mortero contra toda clase de perjuicios y de los rayos directos del sol por cuatro días conservándolo húmedo por dos semanas.

Conceptos de la red de agua potable.

Conservación del tránsito. Se dejaron libres las aceras y el arroyo de la calle lo más posible para el libre tránsito de peatones y vehículos, y se tomaron precauciones para proteger contra accidentes a unos y otros.

Trazos. Se localizaron las líneas de tuberías con estacas cada 20 m. sin colocar estacas en los cruceros por no ser necesario.

Ruptura de pavimentos. Se excavó y levantó en la cantidad estrictamente indispensable el pavimento sobre las líneas mostradas por el trazo, retirando el material excavado conforme se iba efectuando la ruptura del pavimento para que no se mezclara con otros materiales. La cantidad de trabajo que se pagó por este concepto correspondió a la cantidad de metros cuadrados de pavimento roturados y removidos. La estimación de esa cantidad de trabajo se hizo midiendo el pavimento en su lugar antes de su remoción.

Naturaleza de las excavaciones. Se hicieron a cielo abierto, de acuerdo con los planos del proyecto, haciéndose durante la construcción las modificaciones que se juzgaron necesarias.

Dimensiones de las cepas. Las cepas en que se instalaron las tuberías son las siguientes: La profundidad mínima fué de 60 cms.

más el diámetro de la tubería instalada. El ancho fué de 60 a 80 cms.

El producto de la excavación se depositó a ambos lados, y a veces buscando la mínima obstrucción de la calle, así como la prevención de los derrumbes.

Los últimos 10 cms. de profundidad en la excavación se hicieron inmediatamente antes del tendido de la tubería, y el fondo de la excavación permitió que la tubería se apoyara en la cepa en toda su longitud.

Antes de bajar las tuberías a las cepas, se excavó a mano las vaciadas o conchas para alojar las campanas de los tubos c las juntas, de manera apropiada para permitir el junteo en todo el contorno de las mismas y para que el cuerpo del tubo descansara en toda su longitud en el fondo de la cepa.

Clasificación de materiales excavados. Según su naturaleza se clasifican en (a) excavaciones en tierra, (b) excavaciones en roca suelta y (c) excavaciones en roca fija. En las excavaciones en roca fija si se encuentra mezclada o alterada con roca suelta, el conjunto se clasifica como roca fija cuando ésta sea por lo menos el 75 por ciento del volumen total cubicado. En la localidad, por falta de ordenamiento en el manejo de los explosivos, se procedió de acuerdo con la práctica y experiencia de los barreteros.

La cubicación del material excavado se hizo de acuerdo con la sección tipo, sin tomar en cuenta el abundamiento.

Relleno de excavaciones. Se hizo con tierra libre de piedras, cuidadosamente colocada y comprimida abajo y a ambos lados de la tubería, continuando así hasta a 30 cm. sobre el lomo de la misma, colocando después en capas de 15 cm. de espesor máximo siendo cuidadosamente apisonados con pisones de mano, humedeciéndolo el

terreno cuando fué necesario, colocando sobre ella un montículo de 15 cm. de altura máxima.

Cubicación de rellenos de excavaciones. Para la instalación de rellenos de excavaciones se consideró el volumen que resultó para las secciones netas de las excavaciones correspondientes ya pagadas, descontando el volumen de tuberías, cimientos, estructuras, etc.

Escombros. Conforme se fueron terminando las obras de cada calle se fué limpiando en su totalidad, removiendo toda clase de tierra, escombros, desperdicios, etc.

Colocación y junteo de tuberías. La tubería y las piezas especiales fueron bajadas al fondo de la cepa, de modo de evitar roturas o daños. Los tubos se colocaron con la campana hacia aguas arriba, cuidando de que no penetrara tierra en ellos o al interior de la campana.

Una vez colocado el primer tubo y estando bien anclado, se enrollaba un cordón de estopa alquitranada alrededor del macho del segundo tubo y se enchufaba éste en el primero hasta el fondo de la campana; después se calafateaba la estopa hasta lograr que el macho quedara sujeto y firme concéntricamente en la campana. El resto entre estos dos se llenaba más tarde con mortero de cemento preparado de acuerdo con lo prescrito en estas especificaciones, mojando antes las superficies con que quedaba en contacto. La aplicación del mortero se hizo con la mano protegida de modo de lograr que el espacio anular entre el macho y la campana quedara lleno por completo, haciendo un chaflán a 45 grados para unir el borde de ésta con el tubo macho.

Las juntas se colocaron de manera que el eje de los tubos por juntar quedara de acuerdo con el alineamiento de cada tubo. Los

tornillos de las juntas Gibault se apretaron de manera que la presión fuera la misma en cada uno de ellos y cuidando de que la tubería quedara con el alineamiento y pendiente debidos.

Anclaje definitivo y provisional de tuberías. En los codos, cambios de dirección y pendiente, tees y extremidades ciegas, la tubería quedó anclada con atraques de concreto de la forma y dimensiones necesarias, siendo esto efectivo para evitar movimientos ocasionados por la presión hidrostática normal en el interior de la tubería, por los golpes de ariete producidos dentro de ella.

Para anclar la tubería provisionalmente se hizo el relleno en la parte media del cuerpo del tubo, dejando al descubierto las juntas para permitir la observación en el momento de la prueba.

Prueba de impermeabilidad de la tubería. Una vez notificada la terminación del junteo de la tubería en cada calle, al creerse conveniente, se hacía la prueba hidrostática para comprobar la impermeabilidad del conducto. La tubería se encontraba limpia, sin piedras y sin obstrucciones en toda su longitud.

Prueba de tuberías. Todos los tubos y accesorios que no tenían piezas móviles, se sujetaron a pruebas hidrostáticas individuales antes de su instalación, con una presión de 10 Kgs/cm^2 ($142.23 \text{ lbs/pulg.}^2$) Las válvulas y los accesorios con piezas móviles se sujetaron previamente a su instalación a pruebas de presión hidrostática de 20 Kgs/cm^2 ($284.46 \text{ lbs/pulg.}^2$) Cada tramo al irse a probar se llenaba lentamente de agua, eliminando el aire del interior de los tubos para evitar la formación de tapones de aire. La presión requerida se aplicaba en el extremo del nivel inferior y se examinaba cuidadosamente cada uno de los tubos, válvulas, tees, codos, juntas y piezas especiales, para localizar y eliminar posteriormente cualquier fuga o defecto, ya sea sustituyendo

las piezas defectuosas o desarmando y reajustando las juntas y uniones hasta hacerlas estancas.

La prueba se continuó durante media hora cuando menos, considerándose como satisfactorio al no haber disminución o variación en la presión manométrica, prescrita y aplicada, sin haberse observado fugas.

Las pruebas se hicieron con las válvulas abiertas y usando tapas ciegas para cerrar los extremos de la tubería probada.

Conexiones domiciliarias. Las conexiones domiciliarias se instalaron a partir del paramento interior de las casas. Las conexiones formaron preferentemente un ángulo de 45 o 90 grados tanto en la planta como en el perfil, usando codos.

Instalación de tomas domiciliarias. Los diámetros de las inserciones de las tomas fueron de $\frac{1}{2}$ pulgada.

Instalación de campanas para operación de válvulas. Las cajas de válvula son de fierro fundido y constan de tres partes.

a). Una base en forma de campana.

b). Una sección central cilíndrica, móvil y ajustable a la superficie del terreno, que en su parte superior remata en un marco con una tapa marcada con la leyenda "S. R. H." Agua. La sección superior es ajustable en elevación y se coloca de manera de permitir movimiento verticales hacia arriba o hacia abajo del nivel del terreno.

Estimación del Costo de la Obra de Abastecimiento.

Para estimar el costo de la obra se toman en cuenta los datos de los materiales necesarios en total, dando un margen de seguridad; por la naturaleza del terreno para las excavaciones y por el transporte de las materias primas a los puntos distantes

y aún al mismo pueblo, en la forma que se anota.

Se obtiene del catálogo de precios unitarios todos los conceptos necesarios para la estimación.

Concepto	Unidad	Precio unitario.
1. Excavación en material de clase I hasta 1.50 m. de profundidad.	M3.	\$ 3.70
2. Excavación en material clase II hasta 1.50 m. de profundidad.	M3.	" 5.90
3. Excavación en material clase III hasta 1.50 m. de profundidad.	M3.	" 23.00
4. Tendido, colocación, junteo y prueba de tubería de fo.fo de 4" (102 mm.)	M.L.	" 4.30
5. Tendido, colocación, junteo y prueba de tubería de fo.fo de 3" (76 mm.)	M.L.	" 3.00
6. Colocación, junteo, y prueba de piezas especiales de fo.fo.excepto válvulas.	Kg.	" 0.85
7. Relleno y apisonado de cepas.	M3.	" 1.80
8. Colocación de válvulas de compuerta de 4" (102 mm.)	Pza.	" 20.00
9. Colocación de válvulas de compuerta de 3" (76 mm.).	Pza.	" 15.00
10. Concreto ciclópeo incluyendo materiales y mano de obra.	M3.	"415.00
11. Mampostería, material y mano de obra.	M3.	"113.00
12. Suministro y colocación de fo.corrugado, alambrón, alambre, etc.	Ton.	2900.00
13. Acarreo de tubería de 4" (102 mm.) en una distancia de 18 km.	M.L.	" 0.25
14. Acarreo de tubería de 3" (76 mm.) en una distancia de 18 km.	M.L.	" 0.20

15.	Suministro de piezas especiales de fo.fo	kg.	\$ 5.60
16.	Suministro y colocación de válvulas de compuesta de 4" (102 mm.)	Pza.	" 525.00
17.	Suministro y colocación de válvulas de compuerta de 3" (76mm.)	Pza.	" 425.00

Trabajos por administración.

Bonificación sobre precios de adquisiciones
de lista de raya, etc.

15%

El proyecto de colocación se efectúa para toda la población así como los cálculos de la tubería, pero debido a que las circunscripciones del consumo no son necesarias en todo el perímetro de la población ni es costeable su colocación en los barrios poco poblados, se hace el proyecto para las porciones en que es necesario suministrar el agua potable, previniendo por los diámetros de la tubería la posterior ampliación de la red;

Lista de piezas especiales.	Precio.
Tubería de fo.fo de macho y campana de 8" (200 mm.)	\$ 55.75
Juntas Gibault completas de 8" (200 mm.).	" 58.00
Extremidades de fo.fo de 8" (200 mm.)	" 103.85
Válvulas de compuerta de 8" (200 mm.) . .	" 907.50
Empaques de hule de 8".	" 11.45
Empaques de plomo de 8".	" 11.45
Tubería de fo.fo de macho y campana de 6" (152 mm.)	" 37.19
Juntas Gibault de 6" (152 mm.).	" 38.50
Extremidades de fo.fo de 6" (152 mm.) . .	" 81.80
Empaques de hule 6"	" 5.00
Empaques de plomo 6".	" 6.85

Válvulas de compuerta de 6" (152 mm.).	\$	517.00
Tubería de fo.fo. macho y campana de 4" (102mm.) "	"	26.72
Juntas Gibault completas 4" (102 mm.).	"	23.65
Extremidades de fo.fo. de 4" (102 mm.)	"	52.10
Válvulas de compuerta 4" (102 mm.).	"	343.75
Empaques de hule de 4".	"	5.00
Empaques de plomo 4".	"	5.00
Tubería de fo.fo. de macho y campana de 3"		
(76 mm.).	"	22.67
Juntas Gibault completas de 3" (76 mm.).	"	16.60
Extremidades de fo.fo. de 3" (76 mm.).	"	24.75
Válvulas compuerta de 3" (76 mm.).	"	258.50
Empaques de hule 3".	"	4.00
Empaques de plomo 3"	"	5.00
Tees de 4" a 3".	"	71.70
Tee de 4" con una reducción a 3"	"	71.70
Codos de fo.fo. de 6" (60° y 90°).	"	76.80
Codos 3" (45°).	"	56.00
Cruces 4" a 3"	"	81.60
Tees de 3"	"	45.80
Cruces de 3"	"	59.35
Y de 3".	"	89.80
Tee de 6" con 2 reducciones de 4".	"	98.60
Tapas ciegas de 3"	"	16.10

Excavaciones (considerada como roja fija)

	M3	Unidad	Precio
Caseta	38	\$	874.00
Tanque.. . . .	386	"	5,750.00
Línea de conduccion.	2,248	"	51,704.00
Pueblo	3,414	"	78,522.00

Materiales necesarios para la obra.	Precio.
Varilla corrugada según plano.	\$ 1,600.00 Ton.
Una grifa para doblar fierro	" 7.00
Alambre recocido para amarrar fierro	" 2.60 Kg.
Cemento.	" 225.00 Ton.
La revolvedora	
En que o con que acarrear agua para la construc	
ción.	
Cribas para seleccionar la arena y la grava, 1/2"	1.25
Un botiquín de emergencia para los trabajadores "	200.00
Una lampara de viento para el velador.	325.00
24 tablones de 2" x 12" x 14' para andamios sin	
labrar.(pié).	1.20
50 barrotes de 4" x 4" x 16' para pies derechos	
sin labrar.	1.20
60 barrotes 4" x 4" x 12' para camas simbra sin	
labrar.	1.20
140 piezas de 1" x 6" x 14' para simbra	1.20
Clavo de 6"Kg."	2.60
Clavo de 4""	2.60
Clavo de 2½"."	2.60
4 bolas de mecahilo de tres cabos	.
6 madejas de cordón delgado de algodón (25 m.) "	7.00
12. cubetas de lámina # 14 o botes de hojas	
Grasa o combustible para la revolvedora.	
Mangos para marros 6 Lbs.	" 6.50
Mangos para zapapicos	" 6.50
Tornillo de 16 x 64 mm. (5/8" x 2½").Kg."	1.10
Tornillo de 16 x 15 mm. (5/8" x 3")"	1.15
Tornillo de 16 x 85 mm.(5/8" x 3½")"	1.25
Caja para operación en válvulas de banqueta	" 12.00

Toma domiciliaria de $\frac{1}{4}$ " (13 mm.) Pza. \$ 175.00

Con los datos anteriores, se procede a hacer el cálculo aproximado de la obra:

Trabajos topográficos.	5,000.00
Trabajos gabinete.	1,800.00
Excavación.	136,850.00
Tuberías.	151,966.00
Piezas especiales	174,499.00
Materiales (caseta, tanque y muros intermedios)	156,729.00
Imprevistos 10%	72,584.00
Contratista 10%	72,584.00
	\$ 750,373.00
Costo de la obra.	\$ 751,000.00

Saneamiento de la Población

Objeto e importancia del saneamiento. Tiene por objeto la eliminación de las materias residuales de un núcleo habitado.

Dichas materias, integradas por los desechos caseros, aguas utilizadas en las industrias y aguas de los desagües de calles y piezas y de las precipitaciones atmosféricas, contienen elementos líquidos y sólidos que van incorporados a los líquidos y que no pueden separarse directamente de los mismos.

Según la extensión del lugar y las ocupaciones de sus habitantes, el desagüe tiene lugar de manera diferente: en pequeños pueblos se deságüan separadamente las aguas negras y las de lluvia, al paso que en la mayoría de las ciudades se evacúan juntamente las aguas sucias y las llovedizas. El primer sistema se llama, de canalizaciones separadas y el segundo, de canalización única. En el sistema de canalizaciones separadas las aguas pluviales son conducidas en zanjias y canales por la superficie o por alcantarillas

enterradas.

El problema de decidir el sistema que conviene a éste lugar viene influido por una serie de circunstancias. En la localidad cuyos escasos habitantes se dedican principalmente a la agricultura, el empleo de fosas para las materias fecales es muy común y las aguas de lluvia se vierten por medio de las superficies de las calles a los arroyos. En este caso conviene que las aguas negras se evacúen por alcantarillas, y el agua de lluvia se recoja en ellas sólo cuando haya dificultad o por alguna otra circunstancia, pero lo más conveniente es conducirla en zanjias abiertas.

La red de alcantarillado único, que es la escogida, es la de más sencilla instalación y de servicio; se tiene un solo ramal de cloaca en cada calle y, en general, un solo albañal para cada casa. Efectuando una comparación de valores entre los dos sistemas, en el de canalizaciones separadas, los albañales resultan desde una y media hasta doble del precio de los que se necesitan con la red única; asimismo, ambas cloacas de una calle han de conducir el mismo caudal que una sola alcantarilla de esta última red. Para que el sistema de red única sea posible reducir a un mínimo el diámetro del emisario, se descarga este con aliviaderos de lluvia, los cuales entran en acción cuando las aguas residuales se diluyen de dos a ocho veces su volumen, depurando los desagües. El río en que serán conducidas las aguas es de corriente temporal con medianas avenidas, por lo que no hay peligro en desaguar las aguas negras ni que sus sedimentos ocasionen estancamientos permanentes de agua. Finalmente, el inconveniente en las alcantarillas de red única es de que quedan poco llenas durante las sequías, dando lugar a sedimentaciones, mientras que las cloacas de aguas negras alcanzan diariamente el caudal máximo, queda compensado por la ventaja de que el agua de los chaparrones barre con fuerza las cloacas.

A la red de alcantarillado deben tener acometida todas las casas, y los pozos o fosas de excreta existentes deben ser siempre abandonados; si las casas están muy lejos de la cloaca más próxima y no es posible la acometida, se toleran los pozos negros o las fosas sépticas.

Lo mismo que en el abastecimiento de aguas, todas las instalaciones de saneamiento cuya ampliación ulterior originará serios gastos o graves dificultades se calculan para un periodo de 25 a 40 años, al paso que los demás elementos se disponen para los caudales probables en 10 o 15 años.

Determinación del caudal que reciben las alcantarillas. Por las alcantarillas, según se acaba de explicar, se evacúan los residuos líquidos de la vida cotidiana, es decir las aguas negras y parte de las pluviales. El caudal procedente de la limpieza casera corresponde aproximadamente al consumo de agua potable. De ahí que el caudal horario máximo que afluye a las cloacas importa aproximadamente la décima parte del consumo medio diario y puede obtenerse de los datos del abastecimiento del agua potable, pudiendo elevarse hasta un quinto del consumo medio diario. El caudal que afluye a una alcantarilla no se calcula por el número de habitantes de cada casa sino por la extensión de la zona tributaria de la cloaca, medida en hectáreas, y por la densidad de la población que le atañe.

Las aguas de lluvia que afluyen a las alcantarillas son, en un año, notablemente inferiores en caudal a las aguas negras. No obstante, en los casos de aguaceros recios los caudales por segundo pueden llegar a más de cien veces el máximo de aguas sucias, y por esto dichas precipitaciones excepcionales han de servir de norma para el cálculo de las cloacas en la red única.

Las cuencas de los diferentes ramales de la misma se determinan fácilmente en el plano de la localidad mediante curvas de nivel. Como algunas partes del terreno no son muy inclinadas, las superficies correspondientes entre las alcantarillas se reparten entre los ramales, pero donde la pendiente es pronunciada, es preciso tomar en consideración la repartición de superficies tributarias.

El límite de la zona que debe ser desaguada está formada por las divisorias de la cuenca, que comprende dicha zona.

El agua llovediza de esta zona, sin embargo, no ha de ser evacuada directamente por las cloacas; en muchos casos es posible recoger los desagües de dicho barrio en zanjas que, bordeando la localidad, los llevan al río, y limitar el saneamiento por alcantarillado a los distritos edificados al presente y en lo porvenir.

La experiencia demuestra que los caudales máximos por segundo son debidos a los aguaceros de corta duración. Por razones económicas al calcular las cloacas se prescinde de las precipitaciones máximas rara vez alcanzadas y se parte de la llamada "lluvia para el cálculo" que depende de la importancia económica del barrio, que es la lluvia probable que se precipita una vez al año, y en los suburbios o en el campo con casas aisladas puede ser indispensable adoptar precipitaciones ocurridas o rebasadas varias veces al año.

Es de gran importancia la fijación de la lluvia para el cálculo de la red, porque entre todos los factores que influyen en el coste de las cloacas, es decisivo el antedicho.

Al revés de lo que ocurre en Meteorología, la cantidad de lluvia, en el saneamiento de poblaciones, no se expresa en mm/min sino en litros/seg./ha.

Para reducir un valor a otro obsérvese que:

1 mm/min = 167 litros/seg./ha.

$$1 \text{ litro/seg/ha.} = 0.0001 \text{ mm/seg.} = 0.006 \text{ mm./min.} \\ = 0.36 \text{ mm/hora.}$$

Para el cálculo de toda red se partía antes de un chubasco, pero la experiencia ha probado que no es correcta esta sencilla consideración. En efecto, los aguaceros violentos dan el caudal máximo en las cloacas cortas, al paso que para alcantarillas largas, le producen las lluvias más prolongadas pero menos intensas.

El número de días con lluvia en 1954 fué de 21 con una altura total de 300 mm.

$$300 \text{ mm} = 300 \text{ litros/m}^2.$$

$$\frac{300}{21 \text{ días}} = 14.28 \text{ mm/día.}$$

$$\frac{14.28}{1440} = 0.0101 \text{ mm/min.}$$

$$1 \text{ mm/min} = 167 \text{ litros/seg./ha.}$$

$$0.0101 \text{ mm/min} = 1.69 \text{ litros/seg./ha.}$$

De la precipitación total (N), solo una parte (yN), corre por las alcantarillas; la parte restante se filtra o se evapora. Al calcular el caudal de las mismas se admiten los siguientes coeficientes medios de reducción.

$$\text{En el centro del pueblo} \text{ ----- } y = 0.50$$

$$\text{En los barrios de pocas casas} \text{ ----- } y = 0.30$$

En especial los que rigen para la escorrentía de terrenos sueltos no son alcanzados en caso de aguaceros breves, al paso que si la lluvia es duradera y el terreno es poco permeable y esta saturado de agua, son rebasados notablemente, sobre todo cuando es regular la pendiente.

De la cantidad de agua escurrida (yN) y de la extensión (F) de la cuenca puede deducirse fácilmente el caudal máximo por segundo, yNF , para una alcantarilla corta. Si la cloaca es muy larga, puede ocurrir el fenómeno de "retraso de desagüe", que debe tenerse en cuenta en el cálculo de la red recolectora porque permite a veces reducir las secciones del alcantarillado.

Para determinar los caudales afluentes que han de servir como base para el cálculo de cada una de las alcantarillas de la red, se fija primero la velocidad y y luego del caudal obtenido, se deduce la sección de la cloaca y de ella la velocidad de la corriente a tubo lleno; el valor hallado difiere mucho del primeramente aceptado y hay que hacer un nuevo tanteo con el valor y corregido. Entonces se considera el ramal contiguo calculado y se determina la lluvia y el gasto correspondiente a ambas en junto para calcular y el ramal siguiente y así sucesivamente.

Naturaleza de las residuales. Las aguas que corren por el alcantarillado, organizado por el sistema de canalización única, contienen todos los residuos de excretas líquidos y sólidos que no pueden separarse directamente de los mismos, así como las aguas de lluvia y las de limpieza doméstica; si no se han descompuesto son casi inodoras y presentan un color gris amarillento turbio, que permite reconocer en ellas los diferentes componentes.

Tanto el caudal de las aguas sucias como la cantidad de impurezas que contienen siguen una ley de variación diaria característica para cada población, que es parecida a la del consumo de agua potable y que depende de las costumbres de sus habitantes. La cantidad de materias sedimentables importa del 3 al 9 por ciento de las aguas sucias.

Canalización de las Aguas Sucias.

Atarjeas domésticas. Por estos conductos se evacúan las

materias fecales, las aguas del lavado y las de lluvias precipitadas en techos y patios de las casas, para acometer directamente en la alcantarilla de la calle. El diámetro de dichos conductos no ha de ser inferior a 4" y su pendiente mínima de 2 por ciento, si por ellos pasan las aguas de la limpieza casera, a fin de que no dejen sedimentos. Las acometidas a las cloacas deben tener una anchura de 6".

Los desagües de cocinas, baños y retretes han de estar dotados de cierre inodoro que impida el acceso de los gases procedentes de las alcantarillas; el cierre se obtiene con sifones de fundición o de plomo. Los cierres hidráulicos se verifican quemando alquitrán y azufre y se observa si en algún punto aparece humo o se nota el olor del gas sulfuroso.

Desagüe de las calles. La lluvia precipitada en las aceras y en los arroyos de las calles se conduce a las cloacas por imbornales dispuestos junto a la corona de las aceras. Para que las aguas se escurran a lo largo de la calzada ésta recibe una pendiente de 3 a 5 por ciento en macadam corriente, de 1.5 a 4 por ciento en adoquinado y de 0.75 a 2 por ciento en asfalto. Los bordes del empedrado del arroyo se adoquinan en una faja mínima de 0.5 m. con el intento de evitar el arrastre del firme por el agua que corre hacia los imbornales. La corona de la acera se sitúa de 0.10 a 0.15 m. más alta que el fondo del canalizo o cuneta del arroyo y paralelo al eje de la calle. No se aplican alturas de bordillo inferiores a 0.10 m. Junto a los sumideros, por excepción, puede llegar a 20 cm. La velocidad del agua junto al bordillo no conviene que pase de 2 m./seg. A fin de impedir que la corriente pase sobre el imbornales es oportuno disponer contra pendiente.

En las calles de escasa pendiente se calcula la distancia entre imbornales de modo que a los mismos afluya el agua caída en

una superficie de 300 a 800 m² o a lo sumo un caudal de 5 a 10 litros/seg.

Proyecto del Alcantarillado.

Para el proyecto se dispone del plano con curvas de nivel equidistantes a 1.00 m. marcándose las cotas de las encrucijadas. Para las calles en que se asigne cloaca se dibujarán perfiles con tínuos. Simultáneamente con el levantamiento topográfico se determinaron las condiciones del terreno y se buscarán los datos necesarios para fijar el caudal evacuado (número de habitantes, aumento de población, consumo de agua potable, frecuencia e intensidad de aguaceros, naturaleza de la cuenca desaguada) y las condiciones agrológicas del río que a de recibir el desagüe.

En el plano se dibuja la red de alcantarillado, aprovechando en lo posible la pendiente del terreno, señalándose con flechas la dirección de las aguas.

Para sanear la población se establecerá una alcantarilla en cada calle y las diferentes cloacas se enlazarán formando la red en la que se aprovecha la pendiente de las calles para llevar de modo más rápido y por el camino más corto las aguas residuales a la desembocadura en el río que ha de recibirlas.

Las alcantarillas de las calles se enlazarán siguiendo la configuración del terreno para lograr que el ramal sea adecuado como colector de todos los ramales laterales.

El sistema de red adoptado dependió de las condiciones topográficas de la población y de la situación del río en que desagua rá.

Por razones de salubridad no se permitirá desaguar las alcantarillas en el río dentro de la población, ni aguas arriba de la misma.

La forma de sección es la circular por ser la más económica, usual y superior desde los puntos de vista hidráulico y estático.

Determinación de los diámetros. Las acometidas a las cloacas deben ser de 6" de diámetro, a fin de evitar anomalías en el drenaje o insuficiencia de gasto en caso de aguaceros violentos.

Las cloacas de las calles tendrán un gasto máximo de 30 litros por segundo al unirse con la cloaca principal, por lo que deben tener diámetros de 8" y 10", teniendo margen de seguridad para evitar que trabajen a presión los ramales.

La cloaca principal en la que desembocan las cloacas secundarias deberá tener un diámetro de 16" de diámetro desde el punto en que convergen los ramales secundarios hasta su desembocadura.

Inspección, Muestreo y Aceptación de Materiales. En la Red de Alcantarillado.

Se dejará expedito el paso de los vehículos en las esquinas y en los lugares donde haya entrada para ellos, así como para el libre tránsito de los peatones, previendo accidentes.

Trazos. Se localizarán las líneas de tuberías con estacas cada 20 metros y con una estaca en cada crucero, de acuerdo con los planos que para tal fin se hagan.

Ruptura de pavimentos. El contratista excavará y levantará el pavimento en la cantidad estrictamente indispensable, en las líneas mostradas en los planos, debiendo retirar el material excavado conforme vaya efectuando la ruptura del pavimento, para que éste no se mezcle con el producto de la excavación del suelo y para determinar el que se empleará posteriormente en la repavimentación.

Naturaleza de las excavaciones. Las excavaciones se harán a cielo abierto de acuerdo con los planos, pudiendo hacerse las

modificaciones que se juzguen necesarias. Se excavará en galería, en los sitios que a juicio del ingeniero lo ameriten.

Dimensiones de las cepas. Las dimensiones de las cepas en que se instalará la tubería son las siguientes: La profundidad será la fijada por los planos; el ancho será tal que deje libres 15 cms a cada lado de la campana del tubo, nunca será menor de 60 cms y variará con la profundidad de la cepa.

Longitud de las cepas. Las cepas se irán excavando en una longitud que no sea de 100 metros, adelante del tramo en que ya es tén instalando la tubería.

Niveles para la determinación y afinado de excavaciones. Cuando se haya hecho la excavación hasta una profundidad cercana a la definitiva, se mandarían colocar puentes de madera a cada 15 metros, con una sección mínima de 10 x 15 cm, los que se empotrarán firmemente en el terreno para fijar niveles de madera con sección de 10 x 15 cm. Las niveletas servirán para fijar el alineamiento y la pendiente que deberá tener en cada tramo el alcantarillado, marcándose las cotas en las niveletas.

Terminación y afinado de las excavaciones. Cuando hayan sido colocadas las niveletas, se completará la excavación, exceptuando los últimos 10 cm. de profundidad para el afinado de las cepas que se hará inmediatamente antes del tendido de la tubería. El fondo de las cepas deberá ser redondeado, de manera que el tubo apoye en toda su longitud en su cuadrante inferior, sobre suelo inalterado.

Cuando se excave abajo del nivel señalado, el relleno consolidará perfectamente y será de tierra, arena, grava o concreto. Antes de bajar las tuberías a las cepas deberán excavar cuidadosamente a mano las vaciadas o conchas para alojar la campana de

los tubos o las juntas de manera apropiada para permitir el junteo en todo el contorno de las mismas y para que el cuerpo del tubo pueda descansar, en toda su longitud, en el fondo de la cepa.

Revisión de las excavaciones. En las cepas del alcantarillado será suficiente una tolerancia de 5 mm en los niveles del fondo de la cepa para su aceptación, siempre que no sea en exceso y que se corrija al hacer el tendido de la tubería, por medio de apisonamiento o rebajamiento. Se verificarán las dimensiones de la cepa, por lo menos cada 15 m; la profundidad se comprobará por medio de un escantillón en los mismos lugares y en todos los demás que se estime conveniente.

Profundización de las excavaciones. Cuando el terreno carezca de suficiente resistencia, se removerá y reemplazará con tierra, grava, piedra quebrada, pedacería de tabique u otro material, el cual deberá ser cuidadosamente apisonado hasta llegar a la cota necesaria. Si el fondo de la excavación es roca suelta o fija, se profundizará 10 cms, los cuales se rellenarán posteriormente con relleno apisonado de cualquiera de los productos anteriores.

Clasificación de los materiales excavados. La excavación por su naturaleza se clasificará en igual forma que al tratar de la red de agua potable.

Cubicación del material excavado. La cubicación del material excavado se hará de acuerdo con la sección tipo original, sin tomar en cuenta el abudamiento.

Relleno de excavaciones. El relleno se hará con tierra libre de piedras y deberá ser cuidadosamente colocado y compactado a ambos lados de la tubería, hasta una altura de 30 cms sobre el lomo de la misma; después se colocará en capas de 15 cms que serán apisonadas con pisones de mano, humedeciéndolo si fuera necesario para apisonarlo .

Cubicación de rellenos. Se considera el volumen que resultó para las secciones netas de las excavaciones y se les descuenta el volumen de la tubería, cimientos estructuras, etc.

Colocación y junteo de tuberías del alcantarillado. La tubería y las piezas especiales serán bajadas al fondo de la cepa de modo de evitar que sufran roturas o daños.

El tendido se hará de acuerdo con las cotas y pendientes y siempre de aguas abajo hacia aguas arriba.

Los tubos se colocarán con la campana hacia aguas arriba, cuidando de que no entre tierra en ellos o al interior de la campana.

Una vez colocado el primer tubo y estando bien anclado, se enrollará un cordón de estopa alquitranada alrededor del macho del segundo tubo y se enchufará éste en el primero hasta el fondo de la campana; después se calafateará la estopa hasta lograr que el macho quede sujeto y firme concéntricamente en la campana; el resto del hueco entre estos dos se llenará más tarde con mortero de cemento preparado de acuerdo con lo prescrito.

No se permitirá colocar los tubos sobre piedras, maderos u otro soporte.

En los sitios que señalen los planos conexión de albañales o acometidas de coladeras pluviales, se pondrán yeas con un brazo de 15 cms de diámetro, inclinado hacia arriba aproximadamente 45°.

Prueba de impermeabilidad de la tubería. Se hará la prueba hidrostática para comprobar la impermeabilidad de los conductos.

Conexiones domiciliarias. Se instalarán a partir del paramento interior de las casas, en el sitio que señalen los planos, y se terminarán colocando al tubo de alcantarillado en el brazo correspondiente de la ye previamente preparada.

Para las conexiones se usará tubo de concreto o barro vitrificado de 15 cm de diámetro, aumentándose dicho diámetro en casos necesarios.

Estimación del Costo del Alcantarillado.

Todos los conceptos necesarios para la estimación del costo se obtuvieron del catálogo de precios unitarios.

Concepto.	Unidad	Precio Unitario.
1. Excavación en material clase I hasta 1.50 m. de profundidad.	M3.	\$ 3.70
2. Excavación en material clase II hasta 1.50 m. de profundidad.	M3.	" 5.90
3. Excavación en material clase III hasta 1.50 m. de profundidad.	M3.	" 23.00
4. Tendido, colocación, junteo y prueba de tubería de concreto (153 mm) 6" .	M.L.	" 6.50
5. Tendido, colocación, junteo y prueba de tubería de concreto (254 mm) 10" . .	M.L.	" 13.00
6. Tendido, colocación, junteo y prueba de tubería de concreto (406 mm) 16".	M.L.	" 25.00
7. Concreto ciclópeo, incluyendo mano de obra y materiales.	M3.	"415.00
8. Mampostería, material y mano de obra.	M3.	"113.00
9. Acarreo de tubería de 6" a una distancia de 18 Km.	M.L.	" 0.35
10. Acarreo de tubería de 10" a una distancia de 18 Km.	M.L.	" 0.50
11. Acarreo de tubería de 16" a una distancia de 18 Km.	M.L.	" 0.85
12. Suministro y colocación de piezas especiales.	Kg.	" 5.50

13.	Ruptura y reposición de pavimento.	M2.	\$	10.00
14.	Excavación en pavimento.	M3.	"	3.00
	Trabajos por administración, sobre precios de adquisiciones, lista de raya etc.			15%

Con los datos anteriores se procede a hacer el cálculo aproximado de la obra del alcantarillado.

Trabajos topográficos.	\$	10,000.00
Trabajos de gabinete	"	2,000.00
Excavación.	"	120,000.00
Tubería	"	180,000.00
Piezas especiales	"	15,000.00
Materiales.	"	50,000.00
Imprevistos	"	38,000.00
Contratista	"	38,000.00
Costo aproximado de la obra del alcantarillado.	\$	443,000.00

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Por el arroyo El Chorro bajan avenidas poco considerables, necesitándose el encauzamiento total del agua en un canal que debe recubrirse para evitar las pérdidas por conducción y lograr su mayor aprovechamiento, porque en lo futuro dicha agua es probable se encauce hasta Saltillo para su consumo.

De colocarse en el filtro la bomba compresora para efectuar el limpiado de las losas precoladas cada vez que se requiera.

Como en la población de Bella Unión la red de agua potable es la antigua que llegaba a Arteaga, es probable que por ahorrar tubería y tener agua filtrada, traten de colocar tomas en el sifón que une al filtro con el tanque de almacenamiento, cosa que debe evitarse porque impedirían que trabajara el sifón y sólo tendrían dificultades para el abastecimiento de la población.

Como el almacenamiento en el tanque es sobrado, es posible hacer su red de distribución, tomando el origen en la salida del tanque de almacenamiento.

Es necesario que se haga la instalación esterilizadora por gas cloro, para evitar los excesos y deficiencias en la aplicación de clorohipoclorito de calcio.

Como el gasto de salida del tanque es sobrado en relación al consumo, la regulación de éste se debe hacer en la válvula de salida del tanque más no en las válvulas generales, para evitar que trabaje con alta presión la conducción principal y poder eludir las fallas por el uso.

La red de distribución se colocó en forma tal que no hay lugar que no pueda tener acceso a su uso, mediante prolongación de ramales secundarios, por requerirlo así lo secundario del problema.

En todo cambio de dirección, se colocaron tapas ciegas con dirección a los lugares en que se pueda necesitar su prolongación.

Las válvulas impiden la circulación en forma adecuada para el caso de efectuar reparaciones.

Las tomas domiciliarias carecen de regulación por lo que se deben colocar por ser posible su aplicación posteriormente.

El proyecto del alcantarillado es costoso, debido a la nueva pavimentación efectuada el presente año, y por las condiciones económicas del pueblo es difícil hagan su colocación.

Para efectuar su tendido son necesarios nuevos trabajos topográficos, debido a las mejoras hechas en el pueblo y por las condiciones escrupulosas en que se debe efectuar su instalación.

La salida de las aguas del drenaje deben salir por el lado poniente únicamente, por lo que en los lugares en que no sea posible su encauzamiento se colocarán fosas sépticas, o de creerlo conveniente se instalarán obras adecuadas al caso.

BIBLIOGRAFIA.

Creixell, J. 1988. Estabilidad de las Construcciones. Tomo V, pp. 18-19, 28-29, 42,44, 55-56, 58-59; Tomo VII, pp, 1-6; Tomo XVI, pp. I-4; Tomo XVII, pp. 1,10-11.

Dozal, P.J. 1938. Hidráulica D.A.P.P. México.

Hoyos R., Manuel de. 1951-52 Concreto. Tomos I, II, III.

Schoklitsch, A. 1945 Arquitectura Hidráulica. Tomo I, Editorial G. Gili, Barcelona, pp. 231-449.

Secretaría de Recursos Hidráulicos. Manual de Requisitos.

Soares Banco A. G. 1949, Hidráulica Práctica, Editorial Dossat, S.A. pp 105-196.

Steel, E. W. 1953 Abastecimiento de agua y alcantarillado, Editorial G. Gili, S.A.

Trautwine, J. C. 1951. Manual del Ingeniero. Editora Nacional, S.A. pp 549-572.