

20/21  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERIA**



**DESCRIPCION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA  
POTABLE DE CIUDAD UNIVERSITARIA Y RECO-  
MENDACIONES PARA LA OPTIMIZACION DE LOS  
TIEMPOS DE BOMBEO.**

**T B S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO CIVIL**

**P R E S E N T A N :**

**JOSE BECERRIL FARIAS  
ALBERTO RICARDO ORRIN GONZALEZ**

---

**CIUDAD UNIVERSITARIA, D. F.**

**1981.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

## INDICE

		<u>Página</u>
<b>CAPITULO I</b>	<b>ANTECEDENTES</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO II</b>	<b>DESCRIPCION DEL SISTEMA ACTUAL DE AGUA POTABLE DE CIUDAD UNIVERSITARIA.</b>	<b>4</b>
	II.1 Fuente de Abastecimiento	4
	II.2 Obras de Captación	5
	II.3 Conducciones	8
	II.4 Almacenamiento y Regulación	10
	II.5 Equipos de Medición y Cloración	13
	II.6 Red de Distribución	15
	II.7 Operación Actual del Sistema	16
<b>CAPITULO III</b>	<b>HIDROGRAMAS DE ENTRADA Y SALIDA</b>	<b>39</b>
	III.1 Hidrograma	39
	III.2 Curva Masa o Diagrama de Rippl	39
	III.3 Cálculo de los Volúmenes de Almacenamiento	44
	III.4 Desarrollo General del Problema	48
<b>CAPITULO IV</b>	<b>LEY DE CRECIMIENTO</b>	<b>106</b>
<b>CAPITULO V</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>112</b>



## CAPITULO I

### ANTECEDENTES:

La Universidad Nacional Autónoma de México, estableció sus instalaciones en los terrenos de Ciudad Universitaria, en el año de 1954.

Este centro fue proyectado para albergar una población de 27,000 estudiantes, sin embargo, dada la centralización de la educación superior en el país, dicha población se ha visto incrementada actualmente en un 450 %. De los diversos problemas que este crecimiento ha originado, tiene particular importancia, el suministro de agua potable a la población.

Debido a la autonomía del sistema con la Red Municipal, éste originalmente se encontró integrado por un pozo profundo con un gasto de extracción de 30 Lt/seg., ubicado en la antigua Facultad de Ciencias Químicas (pozo No. 1), un tanque intermedio de rebombeo (tanque bajo) y un tanque de regulación (tanque alto), con capacidades netas de 1750 y 3500 M3., respectivamente.

Al adicionarse el número de salones, laboratorios, oficinas, zonas deportivas y áreas verdes, en el año de 1969, se hizo necesario realizar algunas modificaciones al conjunto; se incrementó la profundidad del pozo de Ciencias Químicas has ta obtener un gasto de 45 Lt/seg., y se perforó un segundo

pozo profundo de 105 Lt/seg., en los terrenos cercanos al Multifamiliar (pozo No. 2), integrándolo al sistema ya existente.

La operación de los equipos de extracción y rebombeo, se ha venido realizando a base de arranques y paros en el sistema, en función exclusivamente de los volúmenes en los tanques de rebombeo y regulación, sin existir programas definidos de bombeo. Esta deficiencia se ha traducido en un desaprovechamiento de la capacidad de operación de los tanques y en una disminución de la vida útil del equipo de bombeo.

En el año de 1978, la oficina de Agua Potable, dependiente de la Dirección General de Proyectos Obras y Conservación de Ciudad Universitaria, pretendiendo corregir dichas anomalías; inició una serie de estudios a los elementos del sistema, detectando que la operación del equipo de bombeo durante los meses de lluvia, se veía disminuido hasta en un 27% con respecto a la de estiaje. Debiéndose dicha diferencia al riego que se viene efectuando con el agua del sistema, a las 40 has., de áreas verdes.

El desarrollo del presente trabajo tiene como objeto describir los elementos constitutivos del sistema, analizar su funcionamiento y proponer recomendaciones actuales y futuras, que permitan optimizar el funcionamiento del subsistema captación - regulación, pretendiendo aprovechar el mayor número de los elementos existentes.

Partiendo de las diferencias detectadas en los volúmenes con

sumidos en época de lluvia y estiaje, el estudio se fundamentó en el posible establecimiento de dos o más periodos de rangos semejantes de consumo a lo largo del año, con el propósito de asignar a cada periodo un tipo específico de bombas.

Para el análisis del problema se empleó únicamente una muestra de 6 años (1973 - 1978), en virtud de no contarse con un mayor número de datos.

Por lo que se refiere al crecimiento proyectado del sistema, así como para el planteamiento de los requerimientos y recomendaciones proporcionados, se estableció un periodo de diseño de 20 años, partiendo del año de 1980.

## CAPITULO II

### **DESCRIPCION DEL SISTEMA ACTUAL DE AGUA POTABLE DE CIUDAD UNIVERSITARIA.**

**II.1 FUENTE DE ABASTECIMIENTO:** El suministro de agua potable a Ciudad Universitaria, no se realiza de la Red Municipal, desde el inicio del funcionamiento del sistema se lleva a cabo a través de la captación subterránea, por medio de los pozos profundos ubicados en los propios terrenos de Ciudad Universitaria.

Este procedimiento es posible, debido a la ubicación geohidrológica que guarda la captación (pozos profundos), dentro de la clasificación existente para las Cuencas Hidrológicas en la República Mexicana.

Ciudad Universitaria se encuentra ubicada en la Zona Hidrológica de la Ciudad de México. La formación rocosa de esta zona, a diferencia de las demás zonas arcillosas de la Cuenca, permite las extracciones de grandes volúmenes de agua almacenada en sus acuíferos, sin que se presenten asentamientos del subsuelo.

El ciclo para la carga y descarga del acuífero, se había venido efectuando adecuadamente, sin embargo, con la perforación de los pozos profundos a lo largo del Periférico Sur, la recuperación de dicho acuífero no ha sido total, tradu-

ciéndose éste, en un abatimiento en los niveles de los pozos de Ciudad Universitaria.

**II.2 OBRAS DE CAPTACION:** Como se mencionó anteriormente la captación del agua subterránea en Ciudad Universitaria se efectúa por medio de los pozos profundos enlistados a continuación:

POZO 1	CIENCIAS QUIMICAS
POZO 2	MULTIFAMILIAR
POZO 3	VIVERO ALTO

El número y nombre asignado a cada pozo, se refiere respectivamente, al orden cronológico en que fueron perforados y su localización dentro de Ciudad Universitaria.

**POZO 1 CIENCIAS QUIMICAS:** Localizado en la antigua Facultad de Ciencias Químicas, fue el primer pozo en construirse; a continuación se describen las actuales características del pozo y equipo:

**POZO**

- Profundidad Total	131.70	Metros
- Nivel Estático del Pozo	44.50	Metros
- Nivel Dinámico del Pozo	78.00	Metros

- Diámetro Tubo de Adorno 12.00 Pulgadas
- Gasto Aproximado de Extracción 45.00 Lts/seg.

### EQUIPO

- Motor Eléctrico Vertical "Fairbanks - Morse", de 100 H.P., 440 Volts, 4 Polos y 60 Ciclos.
- Cabezal de Descarga "Layne", Lubricado por Agua.
- 75 Metros de Columna, Lubricada por Agua, Compuesta de 24 Tramos de 10 Pies de Longitud y 2 Tramos de Pies de Longitud.
- Cuerpo de Tazones "fairbanks - Morse", Modelo 12 MC con 6 Cámaras de Elevación, Lubricado por Agua.

**POZO 2 MULTIFAMILIAR:** Ubicado en las cercanías del multifamiliar para maestros, por su gasto de extracción, nos representa actualmente el elemento indispensable en nuestra captación.

Las características fundamentales del pozo y su equipo son las siguientes:

### POZO

- Profundidad 120.00 Metros
- Nivel Estático del Pozo 60.00 Metros
- Nivel Dinámico del Pozo 75.50 Metros

- Diámetro Tubo de Adorno 16.00 Pulgadas
- Gasto Aproximado de Extracción 105.00 Lts/seg.

### EQUIPO

- Motor Eléctrico Vertical "U.S." , de 200 H.P., 220/440 - Volts, 4 Polos y 60 Ciclos.
- Cabezal de Descarga "Byron - Jackson" , Lubricada por Agua.
- 75 Metros de Columna, formada por 25 Tramos de 10 Pulgadas de Diámetro, con Flecha de 1 11/16 Pulgadas de Diámetro, Lubricado por Agua.
- Cuerpo de Tazones "Byron - Jackson" , Modelo 13 MQ-H, de 5 Pasos.
- Colador Cónico de 10 Pulgadas de Diámetro.
- Tubo de Succión de 10 Pulgadas de Diámetro por 10 Pies - de Longitud.

POZO 3 VIVERO ALTO: Localizado en los terrenos del Vivero - Alto, actualmente es empleado para abastecer a la Zona Cultural, Unidad de Seminarios, así como para el riego del Jardín Botánico y Viveros 1 y 2.

Las características fundamentales del pozo son las siguientes:

- Profundidad Total 107.00 Metros
- Nivel Estático del Pozo 93.50 Metros

- Nivel Dinámico del Pozo 96.40 Metros
- Diámetro Tubo de Ademe 10.00 Pulgadas
- Gasto aproximado de extracción 10.00 Lts/seg.

La evolución del pozo marca una tendencia hacia su extinción, según puede apreciarse a continuación:

	1979		1980	
	<u>ENERO</u>	<u>AGOSTO</u>	<u>FEBRERO</u>	<u>JUNIO</u>
Nivel Estático	90.00	91.80	92.00	93.50
Nivel Dinámico	93.00	94.85	96.00	96.40
Gasto	13.00		10.00	

En enero de 1979, al realizarse el reacondicionamiento del pozo, se observó que éste se azolva a una profundidad de 108.00 M., razón por la cual sería inútil cualquier modificación a sus condiciones actuales.

**II.3 CONDUCCIONES:** Considerando nuestro subsistema Captación - Regulación, nos quedan perfectamente definidas 4 conducciones, 3 de nuestras obras de captación a los elementos de regulación y almacenamiento y 1 más existente entre estos propios elementos de regulación y almacenamiento.

- a) POZO 1 - TANQUE BAJO
- b) POZO 2 - TANQUE ALTO Y/O RED
- c) POZO 3 - TANQUE ALTO Y/O ZONA CULTURAL
- d) TANQUE BAJO - TANQUE ALTO (REBOMBEO)



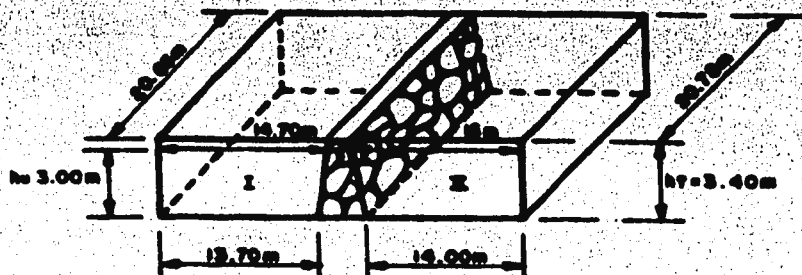
- a) POZO 1 - TANQUE BAJO: Esta conducción es a base de una tubería de fierro fundido de 12 pulgadas de diámetro y una longitud aproximada de 1500 metros, nos permite conducir el agua extraída del pozo de Ciencias Químicas al Tanque Bajo.
- b) POZO 2 - TANQUE ALTO Y/O RED: La conducción es también de fierro fundido de 10 pulgadas de diámetro y una longitud aproximada de 600 metros. En esta conducción se presentan variantes, pues una vez extraída el agua, se puede enviar directamente a la Red, al Tanque Alto o bien al Tanque Bajo. Más adelante al mencionar las operaciones actuales del sistema, se complementarán estas variantes.
- c) POZO 3 - TANQUE ALTO Y/O ZONA CULTURAL: A base de fierro fundido con 8 pulgadas de diámetro, la longitud existente entre el Pozo 3 y el Tanque Alto es de aproximadamente 1000 metros. Esta conducción actualmente no es utilizada, dado que este pozo se encuentra abasteciendo totalmente a las zonas Cultural y Vivero Alto y por su poco gasto de extracción, no permite verter demasías al Tanque Alto.
- d) TANQUE BAJO- TANQUE ALTO (REBOMBEO): Esta tubería de conducción de 12 pulgadas de diámetro y 200 metros de longitud aproximada, permite conducir el agua almacenada en el Tanque Bajo hacia el Tanque Alto en las horas de máxima demanda. Para efectuar esta conducción, se cuenta con un equipo de bombeo integrado por 3 bombas; 2 con potencias de 25 H.P., y otra de 50 H.P., localizadas en una caseta anexa al Tanque Bajo.

**II.4. ALMACENAMIENTO Y REGULACION:** En nuestro subsistema - Captación - Regulación, el almacenamiento y la regulación se realizan a través de los Tanques Bajo y Alto.

**TANQUE BAJO:** Localizado al sureste del Estadio México '68, aproximadamente a 750 metros, se encuentra integrado a base de 2 cámaras interconectadas, su construcción es de concreto armado con las dimensiones señaladas en la figura (II.4.1). Anexo a este tanque se localiza el equipo de rebombeo, asimismo las edificaciones que albergan instalaciones del equipo de cloración, del registrador de consumos y finalmente - la subestación. Analizando el funcionamiento global del sistema, el Tanque Bajo además de trabajar como un tanque de bombeo, se podría emplear como un depósito adicional en casos de emergencia, como se explica en el Capítulo V.

**TANQUE ALTO:** Este elemento fue proyectado para funcionar como almacenador y regulador, asimismo para llevar a cabo el abastecimiento a la población por gravedad. Para cumplir - estos objetivos se construyó en una de las partes más altas de Ciudad Universitaria; al poniente del Estadio México '68 a unos 500 metros aproximadamente. Su construcción es a base de concreto armado con las dimensiones señaladas en la - figura (II.4.2); se encuentra integrado al igual que el Tanque Bajo a base de 2 cámaras interconectadas.

Independientemente de las variantes en el bombeo de extracción que más adelante se explicarán, el Tanque Alto puede - recibir aportaciones del Pozo de Ciencias Químicas (Pozo 1), tanque intermedio de rebombeo (Tanque Bajo), Pozo del Multi-



**VISTA DEL TANQUE EN PERSPECTIVA**

$h_T$  = Altura total

$h_u$  = Altura útil

$V_u$  = Volumen útil

$$\text{Promedio I} = \frac{13.70 + 14.70}{2} = \frac{28.40}{2} = 14.20 \text{ m}$$

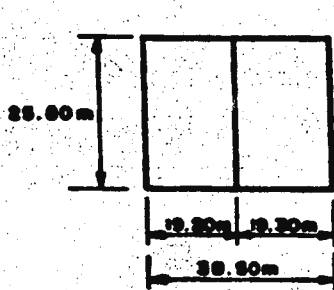
$$\text{Promedio II} = \frac{14.00 + 14.00}{2} = \frac{28.00}{2} = 14.00 \text{ m}$$

$$A_I = 14.20 \times 20.65 = 293.23 \text{ m}^2$$

$$A_{II} = 14.00 \times 20.70 = 289.80 \text{ m}^2$$

$$\text{Area total} = 583.03 \text{ m}^2$$

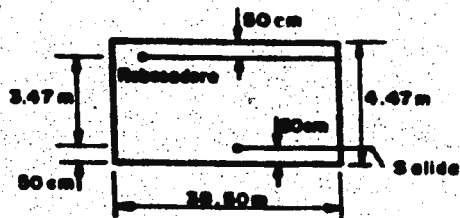
$$V_u = 583.03 \times 3 = 1749.09 \text{ m}^3$$



**VISTA EN PLANTA**

$$\text{Area} = 38.60 \times 25.60 = 993.3 \text{ m}^2$$

$$\text{V}_v = 993.3 \times 3.47 = 3446.75 \text{ m}^3$$



**VISTA LATERAL**

familiar (Poze 2) o bien del Pozo del Vivero Alto (Poze 3).

**II.5 EQUIPOS DE MEDICION Y CLORACION:** Estos equipos se refieren respectivamente al registro de los consumos horarios diarios del sistema y a la cloración suministrada al agua.

**EQUIPO DE MEDICION:** El equipo instalado en Ciudad Universitaria, es de la marca Wallace & Tiernan, el cual registra - en gráficas circulares como la mostrada en la figura (II.5.1) las variaciones de presión horarias a lo largo de las 24 horas del día, estos valores al multiplicarse por la constante  $K = 1.83$  (constante de la placa de orificios) nos proporciona los gastos horarios en unidades de Lt/seg.

El equipo se encuentra instalado anexo a la caseta de rebombeo (Fotos II.4 y II.14) y registra el volumen de agua proveniente del TANQUE ALTO a la Red de Distribución, cabe señalar que quedan excluidos de este registro los consumos que se presentan en la zona deportiva anexa al multifamiliar de profesores, así como los existentes en el Estadio México '68, Tienda de la Universidad, Obras Públicas y Talleres de Conservación. La situación anterior se presenta en virtud de la bifurcación existente para dichos suministros, antes del equipo de medición, sin embargo, empíricamente se ha determinado que estos consumos nos representan el 15% del consumo registrado.

**EQUIPO DE CLORACION:** El cloro es suministrado en 2 fases. -

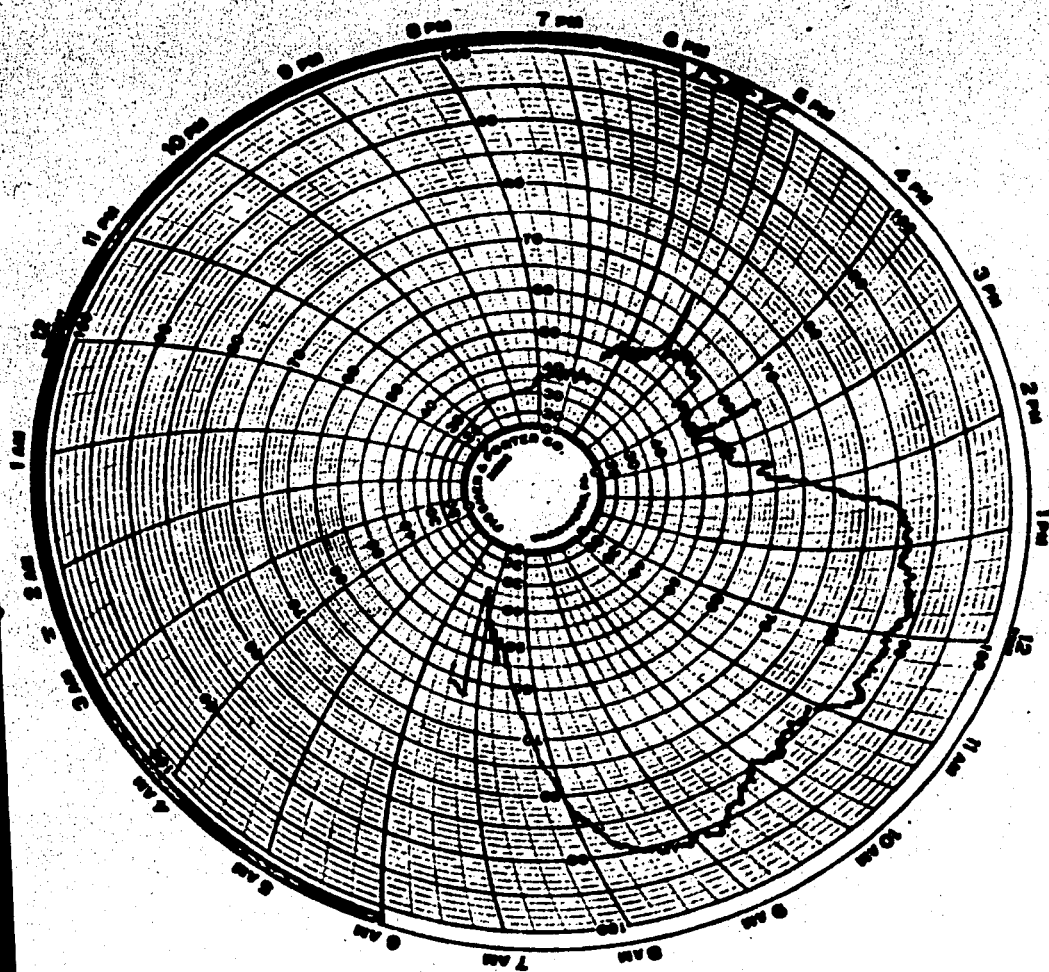


FIGURA II.5.1

la primera de ellas mediante cloro diluido en agua y depositado en cada una de las 2 cámaras del Tanque Bajo, podríamos considerar esta etapa como una precloración, la segunda fase de la cloración se presenta por inyección directa a la tubería que baja del Tanque Alto a la Red de Distribución. Este mecanismo de cloración se lleva a cabo por medio de un equipo marca Wallace & Tiernan y se encuentra instalado en la misma edificación en que se localiza el equipo de medición.

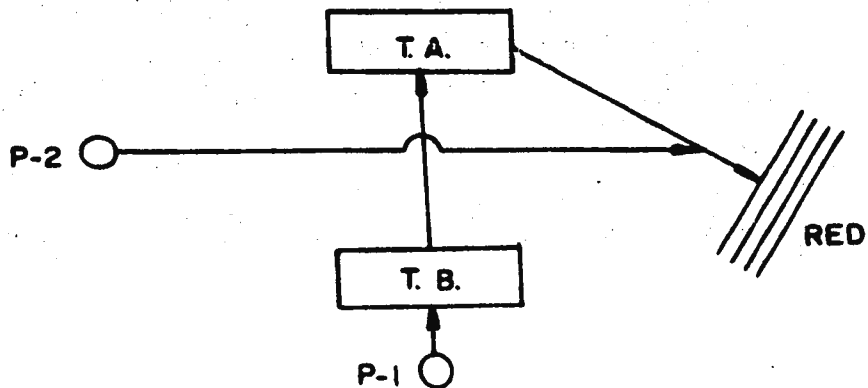
**II.6 RED DE DISTRIBUCION:** Desde el inicio del funcionamiento del sistema, la Red de Distribución se encontraba integrada por un circuito interconectado, cuyo funcionamiento se consideraba adecuado, sin embargo, los continuos crecimientos de Ciudad Universitaria originaron un anárquico incremento en las bifurcaciones de la Red de Distribución. Prueba de lo anterior, era la falta de un plano general que nos permitiera localizar las tuberías existentes. Al respecto, la oficina de agua potable ha venido elaborando dicho plano general, investigando físicamente los cruceros y las tuberías existentes en toda el área de Ciudad Universitaria. Se anexa tanto el plano general como el de cruceros, en el primero se encuentran trazadas tuberías que van desde 2 hasta 12 pulgadas de diámetro, así como la ubicación de los 205 cruceros encontrados, en el segundo se describen los elementos constitutivos de estos cruceros.

**II. 7 OPERACION ACTUAL DEL SISTEMA:** La operación del sistema se realiza manualmente, es decir el arranque y paro tanto de las bombas de los pozos como las del Tanque Bajo se encuentran en función de las variaciones de los tirantes de ambos tanques, pretendiendo contar en cualquier momento con el mayor volumen de agua almacenada.

Dado que no se cuenta con un sistema establecido, arbitrariamente se tienen registradas las siguientes variantes en el bombeo:

#### Opción 1

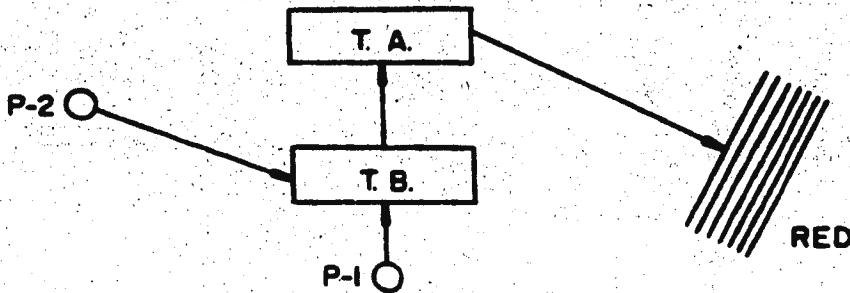
Pozo de Ciencias Químicas (P 1) al Tanque Bajo (T.B.), rebombando mediante las bombas I, II, III al Tanque Alto (T.A.), distribución a la Red. Pozo del multifamiliar (P 2) directamente a la Red o Tanque Alto.





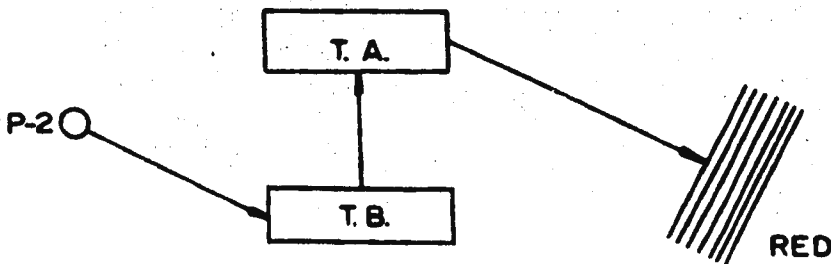
### Opción 2

Pozo de Ciencias Químicas (P 1) al Tanque Bajo (T.B.), Pozo del Multifamiliar (P 2) al Tanque Bajo, rebombee mediante las bombas I, II y III al Tanque Alto, distribución a la Red.



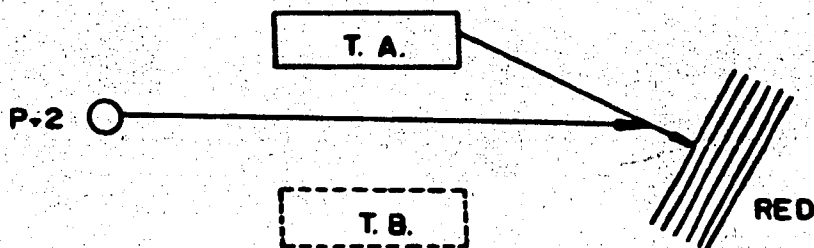
### Opción 3

Pozo del Multifamiliar (P 2) al Tanque Bajo (T.B.) rebombee mediante bombas I, II y III al Tanque Alto (T.A.), distribución a la Red.



#### Opción 4

Pozo del Multifamiliar (P 2) directamente a la Red o al Tanque Alto.



Para la vigilancia del bombeo se cuenta con tres turnos de personal a lo largo del día, considerándose como turno de guardia el nocturno, dominical, vacaciones y días festivos.

El control de los elementos del sistema se realiza mediante los registros siguientes:

**Registros de Entradas y Niveles en los Tanques:** Se llevan diariamente en una libreta anotándose a cada hora los elementos que se encuentren en funcionamiento, así como los niveles existentes en los tanques (Ver tabla II.7.1).

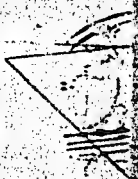
**Registros de Salidas:** El flujo de agua que pasa hacia la -

Red para su consumo queda registrado mediante el medidor registrador de flujo de diferencias de presión sobre una gráfica circular, dividida horariamente. Para transformar directamente a gastos, estos valores de diferencias de presión se multiplican por la constante ( $K = 1.83$ ) (figura II.5.1).

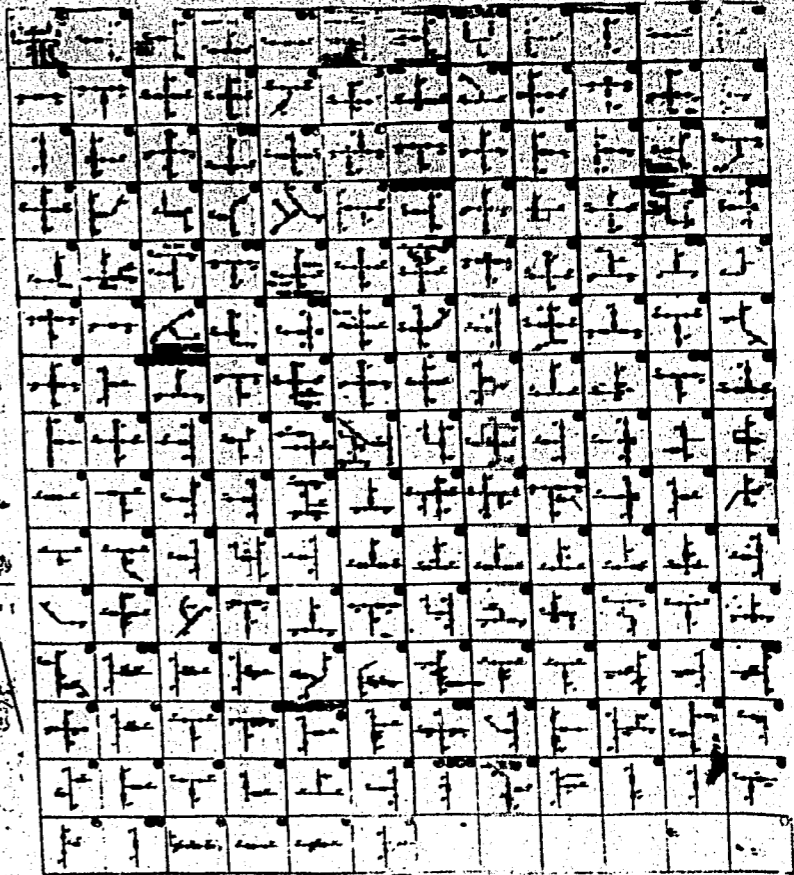
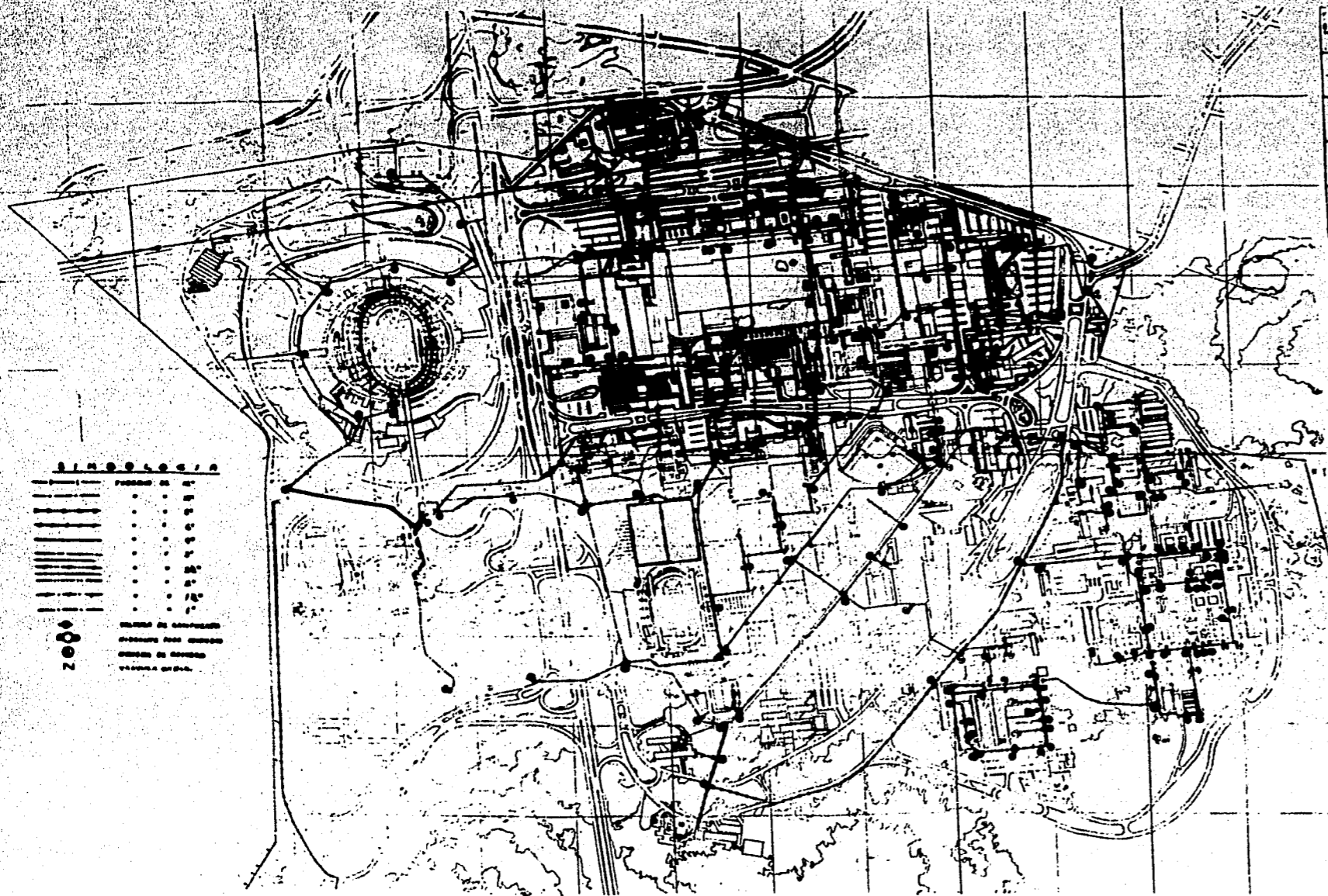
Como parte final de este capítulo, se anexan los planos: general y de cruces de la Red de Agua Potable, así como fotografías de diversos elementos integrantes del sistema.

DIA, MES, AÑO.								
HORAS	POZOS			BOMBAS			TANQUES	
	P 1	P 2	P 3	I	II	III	T B	T A
0 - 1								
1 - 2								
2 - 3								
3 - 4								
4 - 5								
5 - 6								
6 - 7								
7 - 8								
8 - 9								
9 - 10								
10 - 11								
11 - 12								
12 - 13								
13 - 14								
14 - 15								
15 - 16								
16 - 17								
17 - 18								
18 - 19								
19 - 20								
20 - 21								
21 - 22								
22 - 23								
23 - 24								

TABLA II.7.1

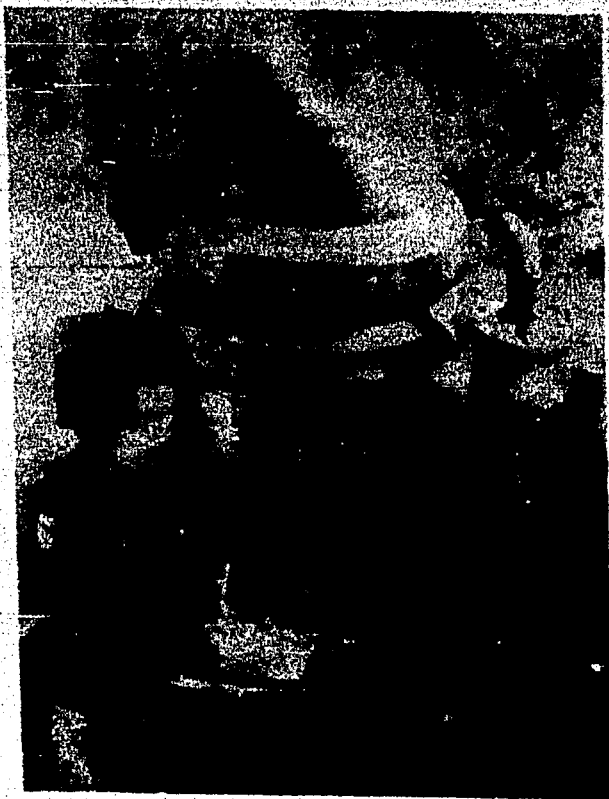


2000



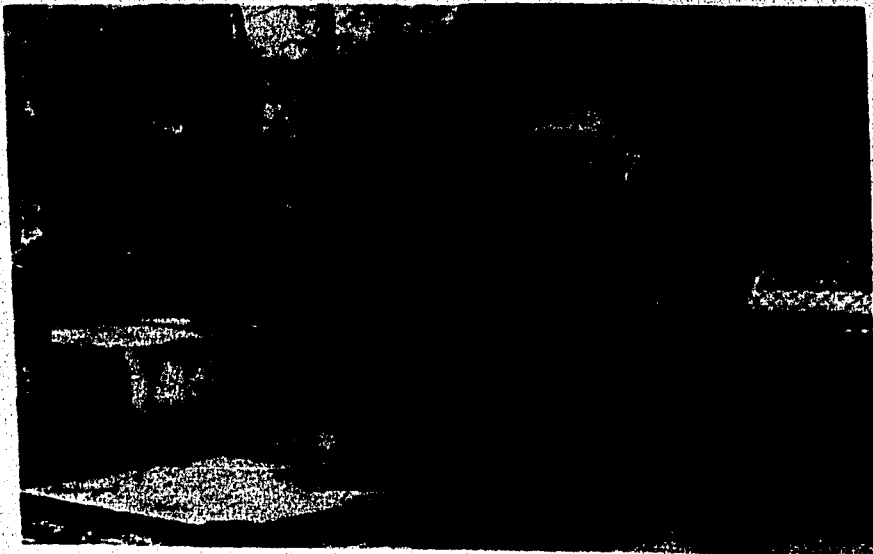
**U N A M**  
 COMISIÓN DEL PLANO DE LA CIUDAD  
 Ciudad Universitaria  
 PLANTA GENERAL





**Motor eléctrico Fairbanks - Morse, empleado en el Pozo 1 de Ciencias Químicas.**

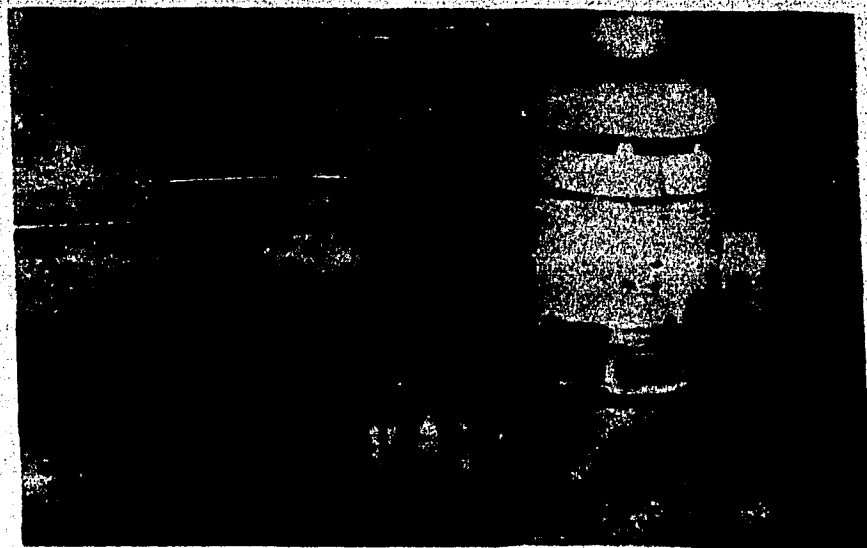
**Fotografía II.1**



Motor eléctrico U. S., instalado en el Pozo 2 Multifamiliar

Fotografía 11.2





**Equipo de extracción empleado en el Pozo 3 Vivero Alto.**

**Fotografía II.3**



Aspectos del Tanque Bajo: A la izquierda la caseta en donde se encuentra el equipo medidor - registrador de gastos y el equipo de cloración; a la derecha la losa tapa del Tanque - Bajo y; al centro el cuarto de rebombeo Tanque Bajo - Tanque Alto.

La tuberfa proveniente del Pozo del Multifamiliar que se conecta al Tanque Bajo o bien directamente a la Red de Distribución.

Fotografía II.4



Bajo el firme de concreto que se aprecia en la fotografia, - se encuentra la tuberfa de llegada del Pozo de Ciencias Quimicas al Tanque Bajo, bifurcándose la tuberfa hacia cada una de las 2 cámaras, en segundo plano se observan las válvulas de control y las tapas de los registros de las cámaras.

Fotografía 11.5



Tuberfa de descarga proveniente del Pozo de Ciencias Qufmicas en una de las cámaras del Tanque Bajo.

Fotografía II.6



**Tuberfa de reboce del Tanque Bajo, se encuentran conectada a las grietas del subsuelo.**

**Fotografía II.7**



Arrancadores automáticos instalados para el equipo de bombeo Tanque Bajo - Tanque Alto.

Este sistema a pesar de ser comúnmente usado no dió resultado en Ciudad Universitaria, actualmente se encuentra sin operar.

Fotografía II.8



Arrancadores manuales usados actualmente, para el encendido del equipo de rebombeo Tanque Bajo - Tanque Alto.

Fotografía 11.9



Tubería que viene del Pozo del Multifamiliar y las válvulas para el control del flujo en las cámaras del Tanque Bajo.

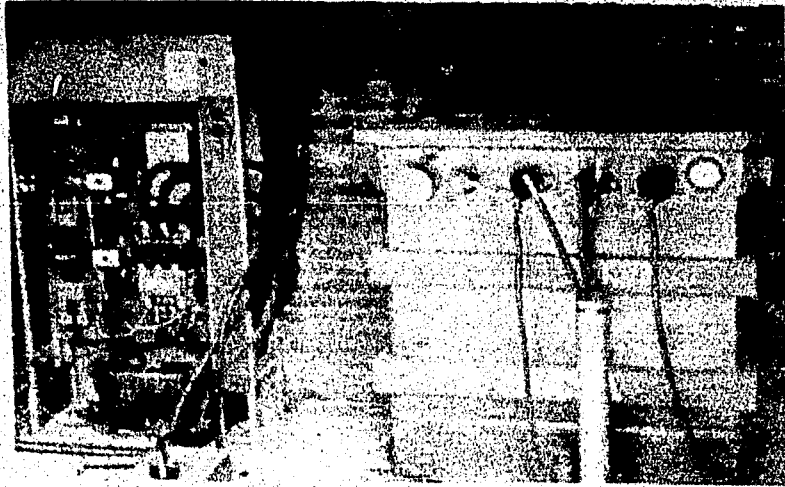
Fotografía 11.10





El equipo de rebombeo se encuentra integrado por 2 bombas de 25 H.P., y 1 bomba de 50 H.P., se observa una de las bombas de 25 H.P.

Fotografía II. 11



Subestación de 225 Kva empleada en el suministro de energía eléctrica para el equipo de rebombeo Tanque Bajo - Tanque - Alto.

Fotografía II.12



Clorador manual empleado para la cloración del agua, se realiza directamente en la tubería que va a la Red de Distribución.

Fotografía 11.13



**Equipo de cloración automático, marca Wallace & Tiernan.**

**Fotografía 11.14**



Tanque con cloro gas utilizado en la desinfectación del agua que se consumirá en Ciudad Universitaria.

Fotografía II.15



Fotografía tomada al Tanque Alto, desde el camino de acceso.

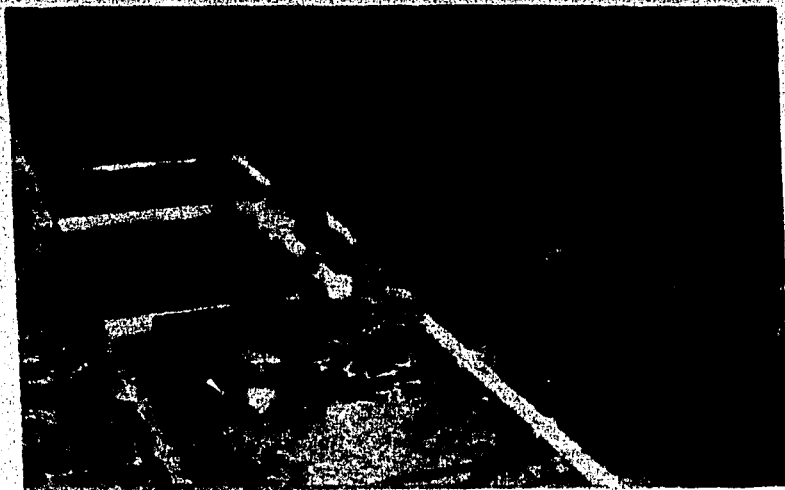
Este al igual que el Tanque Bajo se encuentra integrado por 2 cámaras de almacenamiento.

Fotografía II.16



**Losa tapa del Tanque Alto, se observa la tuberfa de reboce,  
al fondo horizontalmente la tuberfa proveniente del Pozo -  
del Vivero al Tanque Alto.**

**Fotografía II.17**



**Sistema de tuberías del Tanque Bajo - Tanque Alto (entradas)  
y de éste a la Red de Distribución (salidas).**

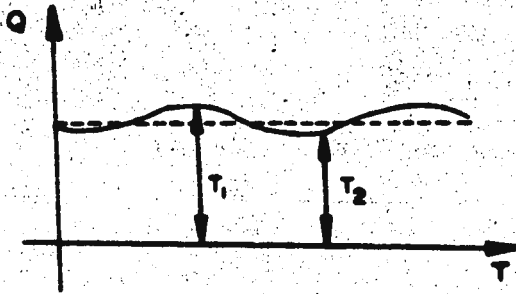
**Fotografía II.18**



## CAPITULO III

### HIDROGRAMAS DE ENTRADA Y SALIDA:

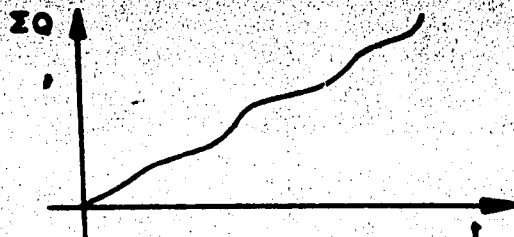
**III.1 HIDROGRAMA:** Si consideramos la sección transversal de una tubería o corriente de agua y construimos una gráfica de las variaciones de los gastos con relación al tiempo, la curva resultante se llama **HIDROGRAMA** (figura 1). El área bajo un hidrograma entre 2 tiempos, es el volumen de agua escurrido en un intervalo. Los hidrogramas nos permiten calcular los volúmenes escurridos por la sección considerada. Con estos datos se puede construir la Curva Masa o Diagrama de Rippl.



(Figura 1)

**III.2 CURVA MASA O DIAGRAMA DE RIPPL:** Si en un sistema de ejes coordenados se trazan los volúmenes acumulados escurri-

dos con relación al tiempo, la curva resultante se llama Curva Masa o Diagrama de Rippl (figura 2).

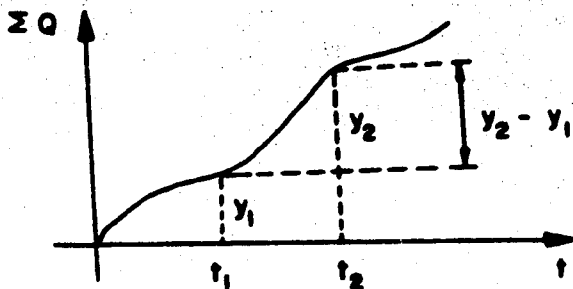


(Figura 2)

III 2.1 CARACTERISTICAS DE LA CURVA MASA; Como principales podemos mencionar las siguientes:

- 1) La diferencia de ordenadas para 2 tiempos dados, mide el volumen escurrido en ese intervalo (figura 3).

$y_2 - y_1 =$  Volumen escurrido entre  $t_1$  y  $t_2$

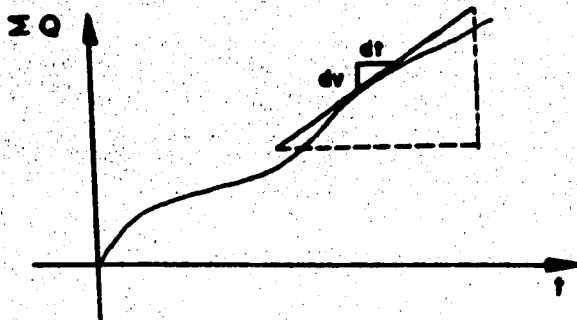


(Figura 3)

- 2) La pendiente de la tangente en un punto de la curva, nos representa el gasto en ese punto (figura 4).

$$Q = \frac{dv}{dt}$$

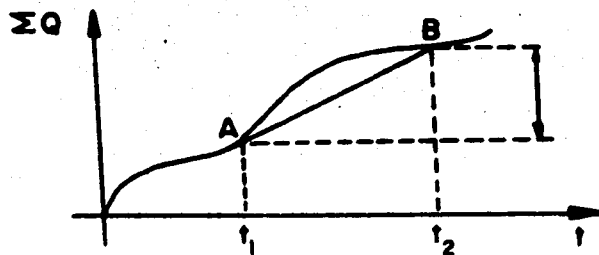
En una Curva Masa, obviamente no puede haber pendientes negativas, cuando mucho iguales a cero.



(Figura 4)

- 3) Si unimos 2 puntos de la Curva Masa por medio de una recta, su pendiente es el gasto medio entre esos puntos (figura 5).

$$Q_m = \frac{\text{Volumen escurrido}}{t_2 - t_1}$$



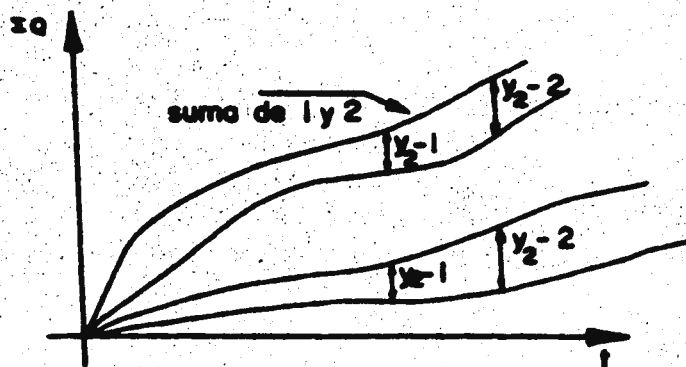
Volumen Escurrido entre  
 $t_2$  y  $t_1$

(Figura 5)

**III 2.2 DIAGRAMAS MULTIPLES:** En la práctica se pueden tener combinaciones de diagramas de masa para el cálculo de almacenamiento que tengan varias entradas y demandas de agua.

De todas formas, los diagramas de entradas y demandas se sumarían por separado para tener finalmente un diagrama doble. Ésto es, sólo 2 curvas, una que indicaría los volúmenes acumulados y entrantes y otra los salientes.

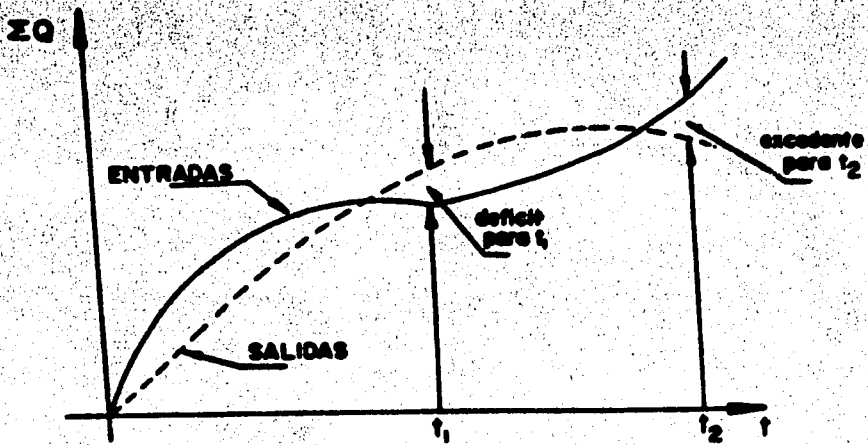
**SUMA DE DIAGRAMAS:** Consistente simplemente en sumar las ordenadas de cada uno para los mismos tiempos (figura 6).



(Figura 6)

En un diagrama doble, la diferencia de ordenadas entre las 2 curvas para un tiempo dado, representa el excedente o el déficit de agua para ese tiempo, según que la curva de entradas

esté por arriba o por abajo a la de demandas, respectivamente (figura 7).



(Figura 7)

**III.3 CALCULO DE LOS VOLUMENES DE ALMACENAMIENTO:** Para abastecimiento de agua, casi siempre la regulación de una ley de entradas y salidas se hace diariamente. Los diagramas tienen la particularidad de que sus ordenadas máximas, es decir, los volúmenes acumulados máximos son iguales, lo que significa que la cantidad de agua extraída diariamente debe ser igual a la cantidad que ha entrado. Para su determinación existen dos métodos el gráfico y el analítico, por ser el segundo el más usado, será el que se describa.

**Método Analítico:** El método consiste en practicar una simulación del subsistema bombeo - tanque - demandas en la red, se propone una ley de entradas (bombeo) y la ley de salidas (demandas horarias). El método se realiza en forma tabular a lo largo de las 24 horas del día, se puede trabajar con volúmenes o bien con porcentajes. En la primera columna se numeran las horas del día, en la segunda el bombeo, en la tercera la demanda horaria, en la cuarta las diferencias (de la columna dos menos la tres) y en la quinta las diferencias acumuladas (suma algebraica de la columna cuatro). En la columna cinco se señalan los valores extremos (máximo déficit y máximo excedente), la suma de éstos nos dará directamente la capacidad del tanque, cuando se trabaja con volúmenes, si se trabaja con porcentajes, se multiplicará por el gasto máximo diario.

**Ejemplo:** A continuación se presenta un caso donde se propone un bombeo de 8 horas, una ley de demandas horarias, la cual se obtuvo de la tabla III 3.1 y se desea encontrar el volumen del tanque.

## DEPOSITOS DE DISTRIBUCION

Ley de Demandas Horarias: Consumo de agua en poblaciones mexicanas.

Variaciones del consumo horario en porcentaje del consumo medio horario.

Horas	Pobl. Pequeñas	Irapuato	Torreón	Cd. México
0 - 1	45	50	53	61
1 - 2	45	50	49	62
2 - 3	45	50	44	60
3 - 4	45	50	44	57
4 - 5	45	50	45	57
5 - 6	60	50	56	56
6 - 7	90	120	126	78
7 - 8	135	180	190	128
8 - 9	150	170	171	152
9 - 10	150	160	144	152
10 - 11	150	140	143	141
11 - 12	140	140	127	138
12 - 13	120	130	121	138
13 - 14	140	130	109	138
14 - 15	140	130	105	138
15 - 16	130	140	110	141
16 - 17	130	140	120	114
17 - 18	120	120	129	106
18 - 19	100	90	146	102
19 - 20	100	80	115	91
20 - 21	90	70	75	79
21 - 22	90	60	65	73
22 - 23	80	50	60	71
23 - 24	60	50	53	57

TABLA III 3.1

**Tomas**

Hora	Q. Bombas en %	Demanda Horaria en %	Diferencias	Diferencias Acumuladas
0 - 1	0	45	- 45	- 45
1 - 2	0	45	- 45	- 90
2 - 3	0	45	- 45	- 135
3 - 4	0	45	- 45	- 180
4 - 5	0	45	- 45	- 225
5 - 6	0	60	- 60	- 285
6 - 7	0	90	- 90	- 375 x
7 - 8	300	135	+ 165	- 210
8 - 9	300	150	+ 150	- 60
9 - 10	300	150	+ 150	+ 90
10 - 11	300	150	+ 150	+ 240
11 - 12	300	140	+ 160	+ 400
12 - 13	300	120	+ 180	+ 580
13 - 14	300	140	+ 160	+ 740
14 - 15	300	140	+ 160	+ 900 x
15 - 16	0	130	- 130	+ 770
16 - 17	0	130	- 130	+ 640
17 - 18	0	120	- 120	+ 520
18 - 19	0	100	- 120	+ 420
19 - 20	0	100	- 100	+ 320
20 - 21	0	90	- 90	+ 230
21 - 22	0	90	- 90	+ 140
22 - 23	0	80	- 80	+ 60
23 - 24	0	60	- 60	0

Tomas:  $C_t = 375 + 900 = 1275 \%$

$C = 12.75 \times \frac{3600}{1000} \times Q = 45.90 \frac{Q}{t}$

$Q_t = Q \text{ M}^3 \text{ diario en l/seg.}$

$C = \text{Capacidad en m}^3.$



**III 3.1 REGULARIZACION Y ALMACENAMIENTO:** El agua que se capta de la fuente de abastecimiento no se obtiene con el régimen que se requiere para el consumo de la población, ya que la extracción puede ser constante las 24 horas del día o sólo durante unas horas; en cambio el régimen de demandas es variable en todos los casos, el sitio donde se modifican los regímenes es el tanque que puede ser de regularización cuando únicamente sirve para ese objeto y de almacenamiento cuando se retienen volúmenes de agua destinados a otros fines.

Con el tanque se logra mantener una determinada presión del agua en la Red de Distribución, así como de cierta cantidad de agua como reserva, con el fin de abastecer a la población durante el tiempo que se suspende el servicio de la conducción por alguna falla en la captación.

Es conveniente proyectar el tanque para que sirva para los - 2 casos, teniendo siempre en cuenta las condiciones económicas de la población y si éstas no lo permiten, entonces deberá hacerse la regularización únicamente.

Los tanques de regularización y almacenamiento se clasifican de la siguiente manera:

- 1) Por su forma.
- 2) De acuerdo con los materiales con que se construyen.
- 3) De su situación con relación a la superficie del terreno.
- 4) De su localización respecto a la Red de Distribución.

- 1) **Por su forma:** La más apropiada será la que dé para un mismo volumen la menor superficie o el menor perímetro y pueden ser: esféricos, de planta circular, rectangulares de una o más cámaras, cilíndricos, de fondo esférico o elipsoidal.
- 2) **De acuerdo con los materiales con que se construyen:** Pueden ser de acero, de concreto, de mampostería y concreto reforzado.
- 3) **Por su situación con relación a la superficie del terreno:** Superficiales y elevados.
- 4) **Por su localización respecto a la Red de Distribución:** - Se dividen en: tanque alimentador, por el cual pasa el gasto antes de entrar a la red y tanque de equilibrio, - el cual puede estar situado en el lado opuesto a la alimentación de la red, o bien otro punto de ella que se considere conveniente y sólo recibe el agua sobrante y - sirve como regulador de presiones y gastos.

La altura del tanque debe ser de tal magnitud que se proporcione la carga mínima en la red. Se acostumbra considerar 15 metros, como carga mínima en poblaciones de regular importancia y de 10 metros en poblaciones pequeñas.

**III.4 DESARROLLO GENERAL DEL PROBLEMA:** Como se mencionó anteriormente, al observar diferencias considerables en los tiempos de operación del equipo de bombeo en época de estia-

o y lluvia, se pensó en la posibilidad de establecer 2 o más periodos de consumo durante el año, a efecto de asignar a cada uno de ellos tiempos definidos en el bombeo. Para obtenerlos, en primer lugar se seleccionaron gráficamente los periodos de rangos semejantes de consumo y posteriormente haciendo un planteamiento estadístico, determinar para cada período su Ley de Demanda Horaria característica.

**SELECCION GRAFICA DE LOS PERIODOS DE CONSUMO:** Para la obtención de los valores de consumo diario, fue necesario vaciar la información que se tenía de los registros del medidor-registrador, en formatos tabulares para facilitar su manejo y poder contar con los datos mensualmente.

Se procedió a dividir en columnas los días del mes, subdividiéndose en hábiles (de lunes a viernes) y no hábiles (sábados y domingos). Verticalmente se dividió en 24 renglones - que representan las horas del día (ver tabla III.4.1)

En cada uno de los espacios se anotaron los valores promedio horarios de las diferencias de presión a lo largo de cada día. Esta operación se realizó hasta contar con todos los datos del mes, posteriormente del año y de los años en estudio (1973 a 1978).

En virtud del considerable volumen de datos por analizar, se elaboró un programa de computadora en lenguaje Fortran, el cual realiza la suma diaria de los valores de diferencias de presión y los multiplica por la constante  $K = 1.83$ , para obtener de esta manera el volumen de consumo diario ( ver dia-

ANO:  
MES:

S E P T A N A

	PRIMERA										SEGUNDA										TERCERA										CUARTA										QUINTA																
	L	M	M	J	V	PHSH	S	D	PSI	L	M	M	J	V	PHSH	S	D	PSI	L	M	M	J	V	PHSH	S	D	PSI	L	M	M	J	V	PHSH	S	D	PSI	L	M	M	J	V	PHSH	S	D	PSI	PHSH	PSI										
0 - 1																																																									
1 - 2																																																									
2 - 3																																																									
3 - 4																																																									
4 - 5																																																									
5 - 6																																																									
6 - 7																																																									
7 - 8																																																									
8 - 9																																																									
9 - 10																																																									
10 - 11																																																									
11 - 12																																																									
12 - 13																																																									
13 - 14																																																									
14 - 15																																																									
15 - 16																																																									
16 - 17																																																									
17 - 18																																																									
18 - 19																																																									
19 - 20																																																									
20 - 21																																																									
21 - 22																																																									
22 - 23																																																									
23 - 24																																																									

- PHSH = MEDIA HORARIA SEMANAL HABIL
- PSI = MEDIA HORARIA SEMANAL INHABIL
- PHSH = MEDIA HORARIA MENSUAL HABIL
- PSI = MEDIA HORARIA MENSUAL INHABIL

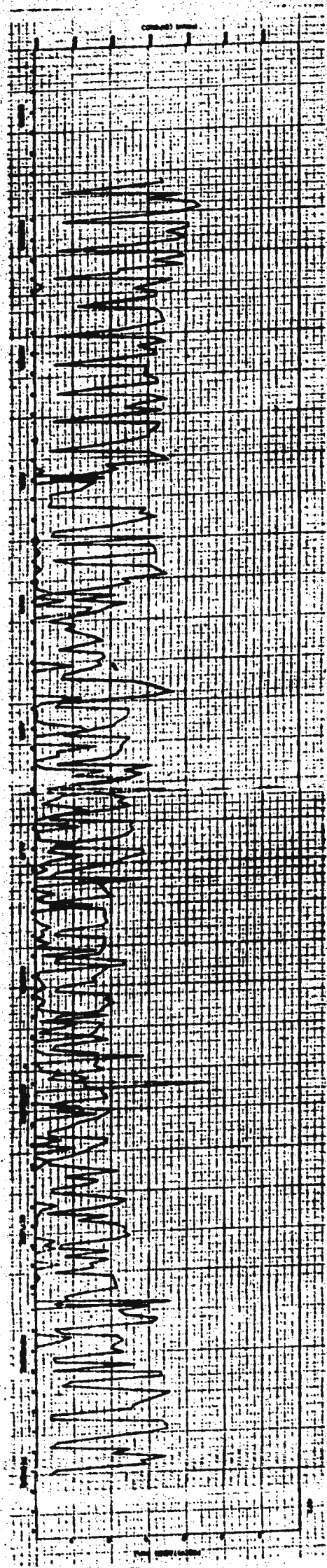
TABLA III.4.1

grano III.1 y su codificación correspondiente).

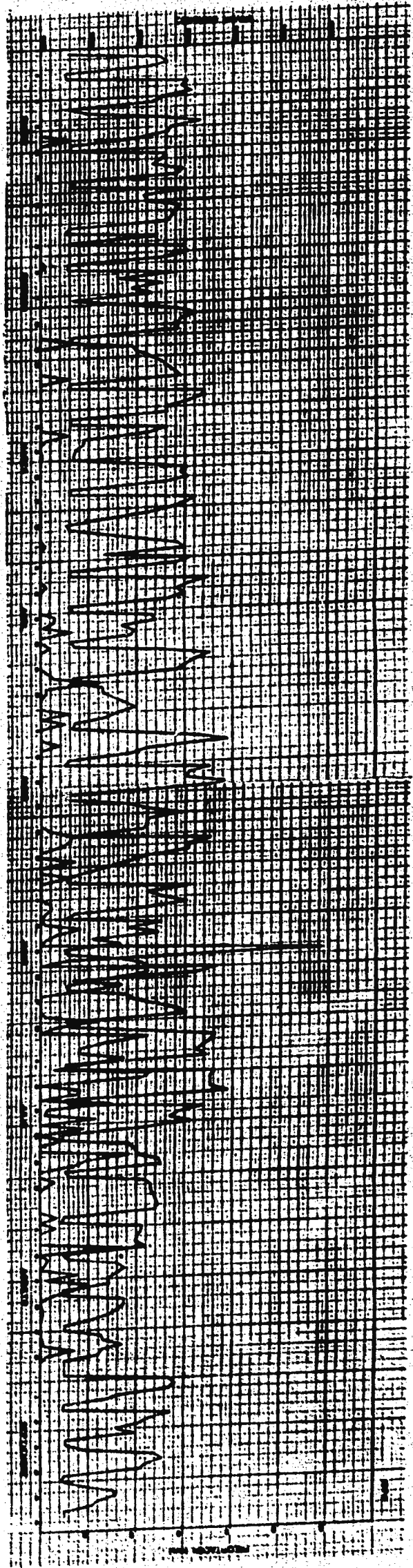
Una vez obtenidos los valores de los consumos diarios a lo largo de los años en estudio, se procedió a graficarlos, en el eje de las abscisas los días del año y en el eje de las ordenadas los valores de consumo diario (ver gráficas). Del estudio de estas gráficas, se determinaron aquellos periodos de consumo semejante, detectándose una disminución en el consumo durante los meses de junio a octubre, lapso en el que generalmente se presenta la época de lluvias en el Distrito Federal.

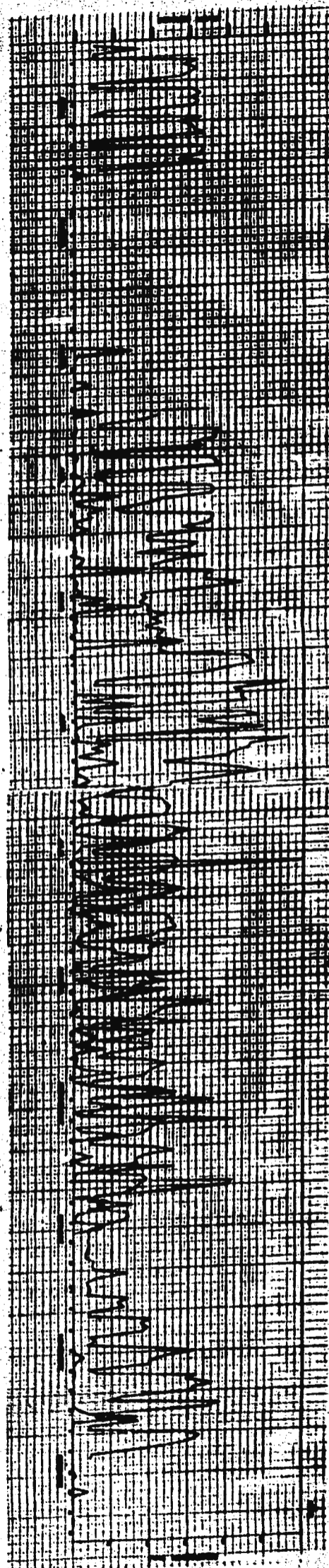
Con el objeto de apoyar esta observación, se consultó en el Instituto de Geografía de la UNAM los registros de precipitación para la estación climatológica de Ciudad Universitaria (ver tablas anexas), los cuales una vez obtenidos, fueron superpuestos a escala diferente en la gráfica de consumos, observándose efectivamente, que aquellos meses de menor consumo correspondieron a los de mayor precipitación. Es importante señalar que existen años lluviosos y secos, que en ocasiones las lluvias se adelantan o se atrasan, por lo que los periodos definidos anteriormente servirán únicamente como índice.

**DETERMINACION DE LAS LEYES DE DEMANDAS HORARIAS:** Para analizar el funcionamiento del subsistema, bombeo almacenamiento-demandas en la red, fue necesario determinar la Ley de Demanda Horaria en cada periodo (estiaje y lluvias), a lo largo de los años en estudio. Para tal fin, se realizó un planteamiento estadístico utilizando el método de frecuencias relativas acumuladas, pretendiendo encontrar los consumos de fre

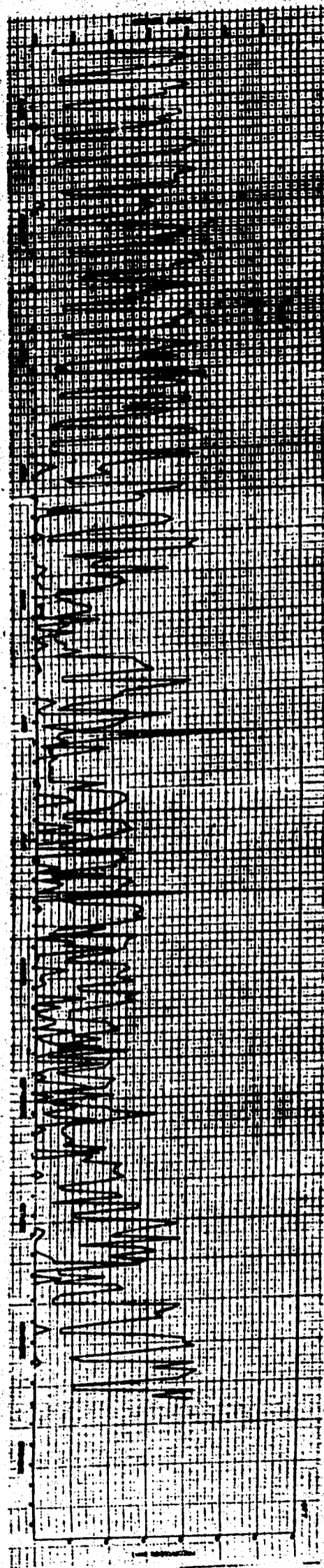


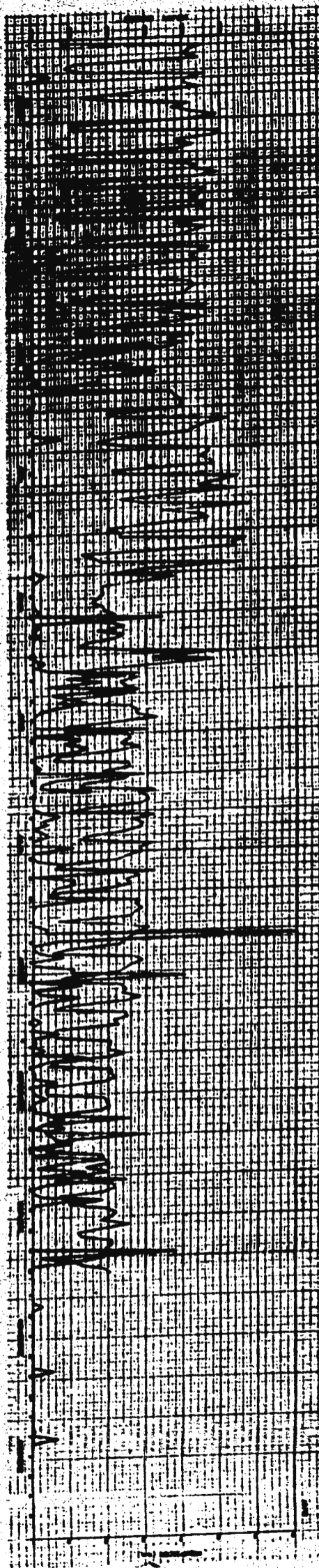


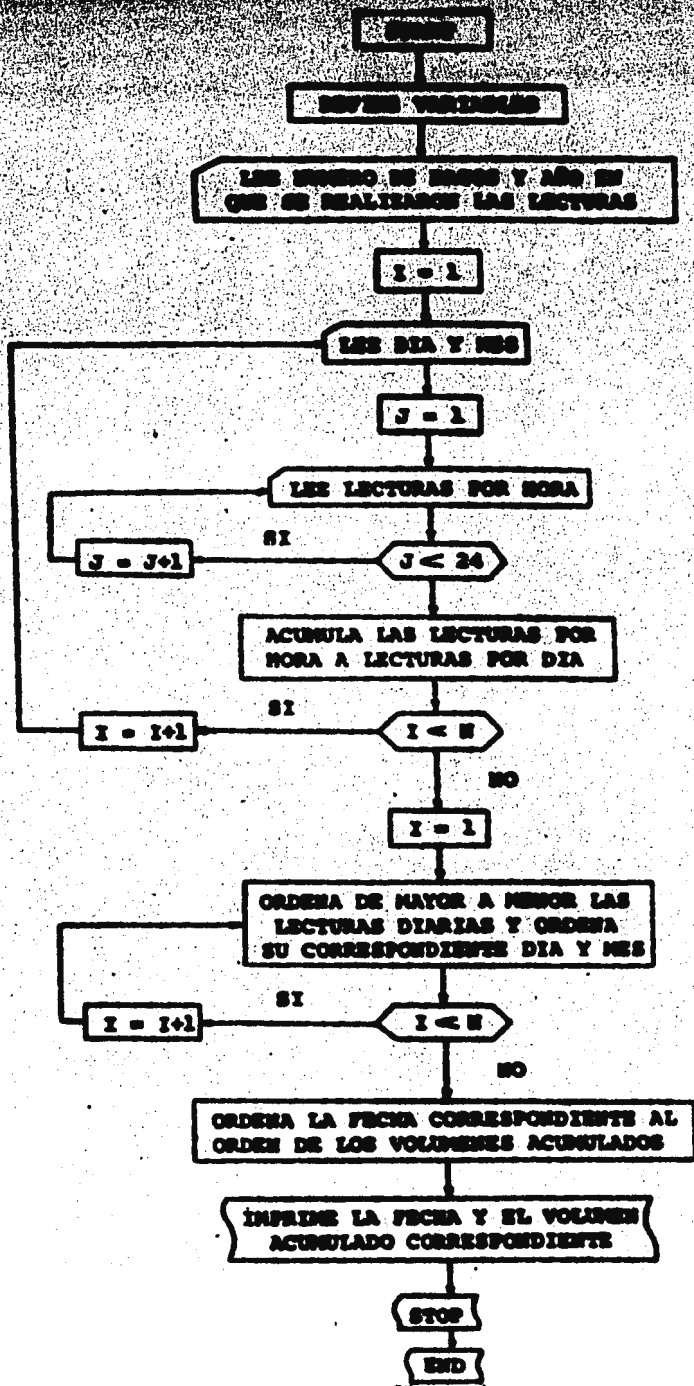














cuencia relativa acumulada óptima en cada período y posteriormente calcular la Ley Característica de Demanda o Consumo. Partiendo de las gráficas de volúmenes acumulados diarios anuales anteriormente descritas, se localizaron los días de mayor y menor consumo en cada período, quedando de esta manera establecido el recorrido o rango de la muestra, se seleccionó un tamaño de intervalo de 100 metros cúbicos, a fin de dividir el recorrido o rango en un determinado número de intervalos definidos, con estos intervalos y la ayuda del listado de valores de volúmenes acumulados proporcionados por la computadora, se señaló con que frecuencia se presentaron cada uno de los consumos diarios anuales en los intervalos seleccionados, procediendo a calcular enseguida las frecuencias relativas y las frecuencias relativas acumuladas.

Se seleccionó posteriormente un valor de frecuencia relativa acumulada, observándose el número de frecuencias de la muestra que cayeron en ese intervalo y conociéndose con precisión del listado proporcionado por la computadora el día y la fecha de cada una de las frecuencias anteriores, se desglosaron horariamente sus respectivos gastos, obteniéndose el gasto medio horario de las frecuencias, su consumo medio horario y finalmente su Ley Característica de Demanda o Consumo.

A continuación se calcula la Ley Horaria Porcentual en estiaje y lluvia para los años en estudio, con el objeto de proporcionar finalmente la Ley Característica de Consumos o Demandas para los períodos de estiaje y lluvia.

PRECIPITACION (en milímetros)

1973

DIAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1						1.0	34.4					
2							7.3	1.3				
3					1.2		5.0	4.0	3.2		35.6	
4							1.6	1.6	28.5			
5				0.5			9.2	2.2		1.2		
6					1.7		13.5			-1.7		
7							5.6	3.6		10.0		
8						12.3		16.0		13.8		
9						1.7		1.8		46.0	5.5	
10					0.8		11.0	4.3		1.7		
11						0.5	0.7	24.0		1.0	9.4	
12					1.1	0.5	0.9	23.0			6.0	
13				2.3	5.0		10.7	1.0		0.5		
14						2.6	12.0	5.0				
15				18.0	7.5	14.0	3.2	1.0	11.5			
16							12.4	1.8	6.0			
17					15.0		4.6	2.5	16.0			
18					13.4		1.0			5.0		
19						16.2	2.9			2.4		
20						5.8		2.5		5.0		
21						6.3		1.3				
22							27.5					
23								6.2	6.9			
24								19.2		6.2		
25						2.7	5.0	1.2	10.5			
26						18.0		11.1				
27		2.2				10.5	2.0	5.5		1.0		
28						25.0	14.8	1.0	3.6			
29						12.0		15.0	1.7			
30				1.0		3.3						
31					9.2	8.2						

Altura Anual Llovida = 801.3 MM



DIAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECEMBRE
1			6.0	1.0		6.1	22.4		2.7			
2					5.8		13.5					
3							8.3	3.5				
4					5.0		8.0					
5							17.3	3.2				
6						2.0	10.5					
7						2.2	2.7					
8					3.8	0.8	22.8					
9		0.9		1.3		0.0	21.2	17.0	2.5			
10						1.0			6.8			
11						8.2	8.2	1.6	2.2			
12			5.9			3.1	7.7	1.0	5.0			
13			1.1			1.0			16.4			
14							14.7	7.7				
15				3.0		29.0	1.5	1.2	1.3			
16			0.3	2.8		58.7	0.9	9.7	16.7			
17				0.5		6.0	11.5	6.7	7.1			
18	6.3			6.5				2.7				
19						36.8	8.9					
20						32.5			10.4	4.		
21				2.0		6.6	4.4	0.5	4.8		10.4	
22						16.8		0.3	3.8			
23						10.7			13.0			
24		7.8					18.2	5.1				
25					1.8		9.6	4.3	1.8			
26				1.5	6.5		6.5		2.7			
27				2.8	6.0			0.4	5.5			
28				12.4	3.6	1.0		0.6				
29				1.1		12.0	3.1	7.0	1.2	5.8		
30				1.1		3.4	1.0	1.4				
31					7.1							
	6.3	8.7	13.3	36.0	39.2	211.8	222.9	72.9	92.2	9.8	10.4	

Altura Nual Lillovida = 723.50 MM

DIAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1								3.5	4.8			
2		0.2			5.2	3.8	5.1		3.2			
3							5.6	14.4	4.2			
4		0.3					0.9	22.2	0.5			
5								15.6	36.6	17.2		
6				13.6	1.2	21.0		2.5				
7						30.3						
8						40.8	9.5	10.6	3.9	1.5		
9						14.0	14.8	10.1	8.2	0.4		
10					2.9	22.8		2.2	1.6			
11					5.9	3.8	1.8	4.2	1.9	3.3		
12					1.6	6.3	0.2	5.1	15.6			
13					5.2	9.6		14.7	2.4	22.3		
14						1.1	2.1					
15					5.6	1.4		2.1				
16					1.4	0.5	12.4	0.8	33.5			
17							4.5		5.0	11.0		
18						5.0		30.1	1.0			
19	0.3		0.2			3.4						
20	10.3			0.4	2.2	7.0	8.3	1.7				
21	18.7				9.5	51.7	11.2	3.7				
22	6.3				1.1	0.3	2.3	1.2				
23					6.2	8.1	5.4	2.3				
24					12.6	11.3	0.2	9.9				
25					0.0	6.6	0.4	7.9				
26				6.5	6.1	1.0	0.0	4.6				
27				1.4	0.0	0.0	4.1	0.0		18.3		
28				0.5	3.1	0.0	0.0	15.4		0.0		
29					3.0	5.6	0.0	3.8		0.5		
30	21.0				16.4	3.0	8.8	13.3				
31	1.6				3.2			0.3				
	56.6	0.5	0.2	22.4	88.4	252.4	97.6	200.0	139.9	74.5		

Altura Anual Llovida = 928.10 MM



1974												
DIAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1		1.7					0.4		4.4	2.1		4.3
2							17.0	5.3		26.2		17.8
3							11.6	3.8	8.4	0.6		
4				0.4	0.3		5.4	11.0		0.2		
5							0.8	5.3	1.0			
6					2.5		2.5	4.0	0.4	41.4		
7					1.8		2.4	1.0	0.3	4.0		
8							1.3	1.0	3.0	24.6		
9					19.3	16.8	5.0	1.6	11.0		8.9	
10						1.4	14.2	10.4		6.5		
11				0.9		15.5	1.6	10.9		9.3		
12					0.9			20.3	2.5			
13							5.7	1.5	14.3	1.3		
14					1.5				26.7	0.4		
15					0.6	17.7	26.9		12.8	0.2	0.4	0.8
16			15.0	1.9	8.7	2.1	2.0	28.4	36.5	8.1	0.4	0.8
17			0.7	2.7	1.2		1.4	0.4	2.4	6.7	2.7	
18				1.5	17.5			4.9			0.6	
19					0.8	0.7		4.8	1.8			4.0
20							1.5	24.7	25.1			
21				12.4	0.9	9.1	66.0	15.0	41.4		0.3	
22						4.1		1.7	0.6			
23				0.9	0.5	7.2			2.1			
24			4.3	7.8		0.5	3.3	1.9	12.5			
25				3.5		6.6	5.1					
26				4.5		11.1	7.1	1.0				
27				0.4	27.5	0.4	16.5	20.0				0.2
28				0.5				29.4				
29				3.8		2.0	0.5	0.3	4.7		1.4	
30						3.6		2.1				
31			6.7				13.5			0.1		

1.7 26.7 41.2 84.0 98.8 212.7 320.6 233.5 183.4 5.4 27.3

Altura Anual Llovida = 1235.30 MM

PRECIPITACION (en milímetros)

1977

DIAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1						0.5	0.5	1.33				
2						1.3			1.8			
3									5.5			
4									17.6			
5							7.7		4.7	2.1		
6							9.5	18.5				
7								12.4				
8						2.9		0.1	17.9			
9		2.7			1.4	0.4		9.1	3.6		0.1	
10					0.1	5.3		7.4				
11						2.8		20.2	2.6			
12						1.3	9.1	0.3			2.4	
13				5.6	1.3	1.7		0.5	9.7			
14				1.3	17.9	35.3	14.1		15.3			
15						22.8	14.8		0.7			
16					9.2	1.4		8.2	2.7			
17					0.5	4.7		1.5				
18					1.5	12.9	25.6	1.1	11.1			
19					1.6	56.4	0.2	2.6	10.1	2.4	0.6	
20	1.4					15.4	0.6		1.9	2.1	1.6	
21				0.4	16.8	1.1			3.0	0.6		
22	0.1	0.2			0.4	19.0	6.4		16.0			
23					1.0	11.0		13.3				
24				12.0	9.7		17.1		1.3			
25				1.1	1.0		1.1	6.7		2.2		
26				0.3			7.2			4.8		
27					3.15		5.1	0.9		5.3		
28					0.3			5.0		27.4		
29							38.8	5.0				
30				2.2			0.5		16.9			
31							10.3			7.1		
	1.5	3.9		22.9	70.05	192.0	157.8	125.63	142.4	53.8	4.5	

(Altura Mensual)

Obtenido del Colegio de Geografía de la UNAH

Altura Anual Llovida = 774.4 mm

PRECIPITACION (en milímetros)

1978

DIAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1						3.0	2.0	0.6		8.2		
2						0.7	1.6		6.9			
3						4.0	12.8			18.8		
4						27.7			0.8	7.8		
5						6.7	0.4			1.2		
6						17.6			3.2	12.2		
7		0.7		7.8		4.2		3.5		2.0		
8						26.0		3.6	14.1	24.8	2.7	
9	5.2					4.8	2.0	69.8	4.4	4.0		8.3
10					3.1	9.5	7.0	7.0				
11					1.6	12.0	2.7	0.3				6.7
12						7.7	3.5		0.5	2.4		
13						1.8		1.8	0.3	12.0		
14							2.6	7.9	6.4	0.5		
15			1.0				4.2					
16			33.0									
17			5.8					10.9	0.8			
18			4.5		0.3	29.5	10.6	10.4	3.6			
19					1.5			43.0				
20					0.6	12.5			0.4			
21					34.5	8.2	1.0	12.9	0.5			
22		9.8				14.2	7.8	0.4	5.7			
23		1.2			1.4	11.3	8.2	1.9	25.8			
24		0.6	2.0				32.2	12.4	3.3		5.8	
25					1.2		0.6	3.5	0.5			
26						0.1	10.8		5.0	38.2		
27			7.0			1.7	11.0		32.0	2.3		
28						0.2	6.1		9.0	12.7		
29			0.5			29.2	5.1		7.0			
30					0.4	6.3	4.1	2.2				
31					0.6	2.0	14.3					

5.2 12.3 53.8 7.8 45.2 242.9 150.6 192.1 130.2 147.1 8.2 7.0  
 (Altura Mensual) Obtenido del Colegio de Geografía de la UNAM Altura Anual Llovido = 1002.4 mm 60

## ESTIAJE 1973

Estiaje 1973 (meses enero, febrero, marzo, abril, mayo, noviembre y diciembre) días hábiles.

Valor máximo de consumo diario: 8366 M3. (Jueves 6 febrero).

Valor mínimo de consumo diario: 4768 M3. (viernes 2 de noviembre).

Redondeando Valores:

Máximo 8400 M3.  
Mínimo 4800 M3.

Rango 3600 M3.

18 intervalos

Intervalos	Frecuencias	Frecuencias Relativas	Frecuencias Relativas Acumuladas
4800 - 4999	3	2.61	2.61
5000 - 5199	4	3.48	6.09
5200 - 5399	2	1.74	7.83
5400 - 5599	2	1.74	9.57
5600 - 5799	6	5.22	14.79
5800 - 5999	5	4.35	19.14
6000 - 6199	5	4.35	23.49
6200 - 6399	6	5.22	28.71
6400 - 6599	6	5.22	33.93
6600 - 6799	8	6.96	40.89
6800 - 6999	9	7.83	48.72
7000 - 7199	18	15.65	64.37
7200 - 7399	19	16.52	80.89
7400 - 7599	10	8.70	89.59
7600 - 7799	3	2.61	92.20
7800 - 7999	5	4.35	96.55
8000 - 8199	2	1.74	98.29
8200 - 8399	2	1.74	100.03
	115	100.00 %	100.00 %

Si consideramos un diseño para una frecuencia relativa acumulada del 90%, caemos en el intervalo 7400 - 7599, cuya frecuencia es 10 y sus consumos los siguientes:

<u>Fecha</u>	<u>Consumo</u>
Miércoles 11 de abril	7553 M3.
Lunes 26 de noviembre	7546 M3.
Miércoles 14 de febrero	7495 M3.
Martes 27 de marzo	7481 M3.
Miércoles 9 de mayo	7481 M3.
Martes 4 de diciembre	7474 M3.
Miércoles 5 de diciembre	7474 M3.
Martes 13 de marzo	7438 M3.
Miércoles 11 de diciembre	7423 M3.
Jueves 8 de marzo	7416 M3.

Meses lluvia 1973 (suma de los meses de mayo a octubre) días hábiles.

Valor máximo de consumo durante 1973 M3. (suma de los meses de mayo a octubre).

Valor mínimo de consumo durante 1973 M3. (suma de los meses de mayo a octubre).

Redondeando Valores:

Máximo 7800 M3.

Mínimo 4800 M3.

16 intervalos

Intervalos	Frecuencias	Frecuencias Relativas	Frecuencias Relativas Acumuladas
4800 - 4999	4	3.84	3.84
5000 - 5199	1	0.87	4.71
5200 - 5399	7	6.19	10.90
5400 - 5599	9	7.99	18.89
5600 - 5799	18	15.98	34.87
5800 - 5999	24	21.44	56.31
6000 - 6199	16	14.03	70.34
6200 - 6399	10	8.69	79.03
6400 - 6599	13	11.32	90.35
6600 - 6799	0	0.00	90.35
6800 - 6999	3	2.61	92.96
7000 - 7199	3	2.61	95.57
7200 - 7399	1	0.87	96.44
7400 - 7599	1	0.87	97.31
7600 - 7799	1	0.87	98.18
		100.00	100.00

110

100.00 %

100.00 %

64

relativa acum  
99, cuya fre--

Consumo

6595 M3.  
6581 M3.  
6581 M3.  
6516 M3.  
6494 M3.  
6487 M3.  
6487 M3.  
6480 M3.  
6473 M3.  
6473 M3.  
6430 M3.  
6415 M3.  
6415 M3.



LLUVIA 1973A (MOBILES)

HORAS	LUNES 9 JULIO	LUNES 4 JUNIO	MIÉRCOLES 11 JULIO	LUNES 16 JUNIO	LUNES 11 JUNIO	JUEVES 28 JUNIO	MARTES 10 JULIO	JUEVES 18 OCTUBRE	MARTES 12 JUNIO	JUEVES 5 JULIO	JUEVES 12 JULIO	MIÉRCOLES 13 JUNIO	MARTES 9 OCTUBRE	C. PROMEDIO 13 FRECUENC.	C. PROMEDIO 13 FRECUENC.	C. HORARIO PORCENTUAL
0 - 1	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	180	67
1 - 2	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	180	67
2 - 3	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	180	67
3 - 4	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	180	67
4 - 5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	180	67
5 - 6	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	180	67
6 - 7	104	78	52	52	54	50	52	110	50	86	54	52	110	70	250	93
7 - 8	74	80	74	70	110	74	68	88	72	106	84	78	70	80	206	106
8 - 9	84	98	90	90	88	86	90	104	92	78	88	96	92	98	325	121
9 - 10	86	116	102	96	96	96	90	124	104	86	98	102	86	98	353	131
10 - 11	94	120	108	112	102	114	106	124	108	106	110	104	84	100	364	142
11 - 12	96	100	112	120	116	120	112	110	114	114	106	100	90	118	423	157
12 - 13	92	98	104	116	102	98	112	108	110	108	100	100	88	102	370	137
13 - 14	90	94	100	110	108	50	104	96	100	102	98	100	88	98	354	131
14 - 15	100	92	96	98	82	92	94	94	94	82	98	98	76	92	333	124
15 - 16	102	94	96	94	94	94	94	84	94	86	94	94	70	92	331	123
16 - 17	94	108	98	96	92	96	96	74	92	88	92	94	68	92	329	122
17 - 18	98	86	96	90	92	112	90	86	86	88	88	88	64	88	318	118
18 - 19	96	74	84	84	82	82	84	60	84	84	84	84	58	80	318	118
19 - 20	78	70	82	76	72	82	78	50	76	74	74	74	52	72	289	107
20 - 21	76	64	74	64	64	72	62	50	66	58	68	62	50	64	257	95
21 - 22	68	58	60	54	56	56	62	50	58	50	58	52	50	56	202	75
22 - 23	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	180	67
23 - 24	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	180	67

Consumo Medio Horario = 270 M3/hra.  
Gasto Medio Horario = 75 Lts/seg.

6474 M3/día

### ESTIAJE 1974

Estiaje 1974 (meses, enero, febrero, marzo, abril, mayo, noviembre y diciembre) días hábiles.

Valor máximo de consumo diario: 7884 M3. (miércoles 6 de mayo)

Valor mínimo de consumo diario: 4752 M3. (viernes 15 marzo).

Redondeando Valores:

Máximo 8000 M3.

Mínimo 4600 M3.

Rango 3400 M3.

17 intervalos

Intervalos	Frecuencias	Frecuencias Relativas	Frecuencias Relativas Acumuladas
4600 - 4799	1	0.93	0.93
4800 - 4999	2	1.86	2.79
5000 - 5199	—	—	2.79
5200 - 5399	5	4.65	7.44
5400 - 5599	—	—	7.44
5600 - 5799	4	3.72	11.16
5800 - 5999	11	10.23	21.39
6000 - 6199	5	4.65	26.04
6200 - 6399	10	9.30	35.34
6400 - 6599	13	12.09	47.43
6600 - 6799	9	8.37	55.80
6800 - 6999	17	15.81	71.61
7000 - 7199	16	14.88	86.44
7200 - 7399	7	6.51	93.00
7400 - 7599	5	4.65	97.65
7600 - 7799	—	—	97.65
7800 - 7999	2	1.86	99.51

107

100.00 %

100.00 %



Si consideramos un diseño para una frecuencia relativa acumulada del 95%, las frecuencias y sus valores de consumo son los siguientes:

<u>Fecha</u>	<u>Consumo</u>
Lunes 4 de marzo	7380 M3.
Martes 5 de marzo	7344 M3.
Martes 15 de enero	7308 M3.
Martes 7 de mayo	7272 M3.
Martes 19 de febrero	7236 M3.
Lunes 25 de marzo	7236 M3.
Miércoles 24 de abril	7236 M3.

ESTIAJE 1974

HORAS	LUNES 4 MARZO	MIÉRCOLES 5 MARZO	VIERNES 15 ENERO	VIERNES 7 MAYO	VIERNES 19 FEBRERO	LUNES 25 MARZO	VIERNES 24 ABRIL	B. PIEDO HORARIO	C. PIEDO HORARIO	VALOR PROMEDIO
0 - 1	50	50	50	50	50	50	50	50	150	50
1 - 2	50	50	50	50	50	50	50	50	150	50
2 - 3	50	50	50	50	50	50	50	50	150	50
3 - 4	50	50	50	50	50	50	50	50	150	50
4 - 5	50	50	50	50	50	50	50	50	150	50
5 - 6	50	50	50	50	50	50	50	50	150	50
6 - 7	50	50	50	50	50	50	50	50	150	50
7 - 8	120	120	120	100	100	100	60	100	150	120
8 - 9	150	150	160	150	140	140	150	140	533	175
9 - 10	150	150	150	150	140	140	150	140	533	175
10 - 11	150	150	150	150	140	140	150	152	547	180
11 - 12	150	160	150	150	150	150	150	152	547	180
12 - 13	150	160	150	150	150	150	140	134	482	150
13 - 14	140	140	120	120	130	150	110	104	374	123
14 - 15	100	110	90	100	100	120	100	94	330	111
15 - 16	90	80	90	100	100	80	80	85	310	102
16 - 17	80	80	90	90	100	80	80	85	286	98
17 - 18	80	70	80	80	70	70	70	74	266	90
18 - 19	70	60	60	80	70	60	60	65	230	78
19 - 20	70	60	60	50	60	60	50	58	200	68
20 - 21	50	50	60	50	60	50	50	52	167	55
21 - 22	50	50	50	50	50	50	50	50	150	50
22 - 23	50	50	50	50	50	50	50	50	150	50
23 - 24	50	50	50	50	50	50	50	50	150	50

7286 M3/día

Consumo Medio Horario = 304 M3/hra.  
Gasto Medio Horario = 84 Lts/seg.

## LLUVIA 1974

Luvia 1974 (meses junio, julio, agosto, septiembre y octubre)  
días hábiles.

Valor máximo de consumo diario: 7884 M3. (viernes 12 de julio).

Valor mínimo de consumo diario: 6824 M3. (lunes 23 de septiembre).

Redondeando Valores:

Máximo 8000 M3.  
Mínimo 4800 M3.

Range 3200 M3.

16 intervalos

Intervalos	Frecuencias	Frecuencias Relativas	Frecuencias Relativas Acumuladas
4800 - 4999	2	2.33	2.33
5000 - 5199	6	6.98	9.30
5200 - 5399	4	4.65	13.95
5400 - 5599	8	9.30	23.26
5600 - 5799	9	10.47	33.72
5800 - 5999	6	6.98	40.70
6000 - 6199	11	12.79	53.49
6200 - 6399	9	10.47	63.95
6400 - 6599	8	9.30	73.26
6600 - 6799	4	4.65	77.91
6800 - 6999	4	4.65	82.56
7000 - 7199	4	4.65	87.21
7200 - 7399	3	3.49	90.70
7400 - 7599	5	5.81	96.51
7600 - 7799	2	2.33	98.84
7800 - 7999	1	1.16	100.00

86

100.00 %

100.00 %

Si consideramos para una frecuencia relativa acumulada del 95%, las frecuencias y sus valores de consumo son los siguientes:

<u>Fecha</u>	<u>Consumo</u>
Martes 2 de julio	7560 M3.
Martes 9 de julio	7524 M3.
Miércoles 10 de julio	7524 M3.
Jueves 11 de julio	7524 M3.
Viernes 5 de julio	7452 M3.

LIVIA 1974

HORAS	MARTES 25 JULIO	MARTES 9 JULIO	MIÉRCOLES 10 JULIO	JUEVES 11 JULIO	VIERNES 5 JULIO	G. MEDIO HORARIO	C. MEDIO HORARIO	VARIAC. PORCENTUAL
0 - 1	50	50	50	50	50	50	100	57
1 - 2	50	50	50	50	50	50	100	57
2 - 3	50	50	50	50	50	50	100	57
3 - 4	50	50	50	50	50	50	100	57
4 - 5	50	50	50	50	50	50	100	57
5 - 6	50	50	50	50	50	50	100	57
6 - 7	50	50	50	50	50	50	100	57
7 - 8	120	100	100	100	100	104	374	120
8 - 9	120	100	100	120	100	100	300	120
9 - 10	120	140	150	120	120	130	460	140
10 - 11	140	140	150	140	140	142	511	163
11 - 12	140	140	150	140	140	142	511	163
12 - 13	140	140	150	140	150	144	510	160
13 - 14	120	140	150	140	150	140	504	161
14 - 15	120	140	120	120	140	132	475	152
15 - 16	120	120	120	140	120	124	445	143
16 - 17	120	120	120	120	100	116	410	133
17 - 18	100	100	80	120	100	100	300	110
18 - 19	100	100	80	60	80	84	302	87
19 - 20	80	60	60	60	80	68	245	78
20 - 21	60	50	60	50	50	54	194	62
21 - 22	50	50	50	50	50	50	100	57
22 - 23	50	50	50	50	50	50	100	57
23 - 24	50	50	50	50	50	50	100	57

Consumo Medio Horario = 313 M3/hra.  
 Gasto Medio Horario = 87 Lts/seg.

7515 M3/49a

## ESTADÍSTICA 1976

### DETERMINACION DE LA LEY DE DEMANDAS HORARIAS:

Estadística 1976 (meses enero, febrero, marzo, abril mayo, noviembre y diciembre) días hábiles.

Valor máximo de consumo diario: 8444 M3. (jueves 31 mayo).

Valor mínimo de consumo diario: 4376 M3. (martes 2 noviembre)

Redondeando Valores:

Máximo 8400 M3.  
Mínimo 4400 M3.

Rango 4000 M3.

20 intervalos

Intervalos	Frecuencias	Frecuencias Relativas	Frecuencias Relativas Acumuladas
400 - 4599	5	5.32	5.32
600 - 4799	3	3.19	8.51
800 - 5199	1	1.06	9.57
200 - 5399	1	1.06	10.63
400 - 5599	1	1.06	11.69
600 - 5799	6	6.38	18.07
800 - 5999	7	7.45	25.52
1000 - 6199	4	4.26	29.78
200 - 6399	5	5.32	35.10
400 - 6599	3	3.19	38.29
600 - 6799	4	4.26	42.55
800 - 6999	6	6.38	48.93
1000 - 7199	13	13.83	62.76
200 - 7399	9	9.57	72.33
400 - 7599	14	14.89	87.22
600 - 7799	9	9.57	96.79
800 - 7999	1	1.06	97.85
1000 - 8199	0	0.00	97.85
200 - 8399	0	0.00	97.85
400 - 8599	2	2.13	99.98
	94	100.00 %	100.00 %

Si consideramos un diseño para una frecuencia relativa acumulada del 97%, caemos en el intervalo 7600-7799, cuya frecuencia es 9 y sus consumos los siguientes:

<u>Fecha:</u>	<u>Consumo</u>
Lunes 5 de abril	7747 M3.
Martes 13 de abril	7718 M3.
Miércoles 14 de abril	7711 M3.
Miércoles 7 de abril	7675 M3.
Martes 20 de abril	7654 M3.
Lunes 10 de mayo	7632 M3.
Miércoles 24 de noviembre	7625 M3.
Martes 6 de abril	7618 M3.
Lunes 26 de abril	7610 M3.

ESTIAJE 1976

HORAS	LUNES 5 ABRIL	MARTES 13 ABRIL	MIÉRCOLES 14 ABRIL	MIÉRCOLES 7 ABRIL	MARTES 20 ABRIL	LUNES 10 MAYO	MIÉRCOLES 24 NOVIEN	MARTES 6 ABRIL	LUNES 26 ABRIL	S. PRIM. 9 FEBR.	C. PRIM. 9 FEBR.	E. PRIM. FEBRERO
0 - 1	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	50
1 - 2	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	50
2 - 3	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	50
3 - 4	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	50
4 - 5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	50
5 - 6	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	50
6 - 7	60	62	60	60	62	102	90	60	60	50	100	50
7 - 8	84	90	84	90	84	110	120	84	100	84	200	70
8 - 9	118	114	112	116	106	114	154	118	140	122	300	120
9 - 10	154	146	150	156	140	116	160	154	130	146	400	160
10 - 11	162	160	160	164	154	120	154	162	144	150	504	170
11 - 12	172	170	164	168	168	118	154	172	150	100	576	170
12 - 13	174	172	170	172	170	118	142	174	152	100	576	170
13 - 14	140	150	154	142	144	110	116	140	146	130	400	160
14 - 15	110	114	126	114	116	108	106	110	120	130	400	160
15 - 16	104	106	104	102	104	104	94	104	98	102	360	144
16 - 17	96	94	100	94	100	104	86	96	90	96	348	144
17 - 18	84	86	78	80	92	102	90	84	80	86	310	120
18 - 19	74	78	78	78	80	100	72	74	80	78	280	100
19 - 20	68	72	72	72	74	100	66	68	74	74	260	100
20 - 21	60	70	66	64	70	90	60	60	72	60	240	70
21 - 22	56	60	60	60	64	96	54	56	64	64	230	72
22 - 23	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	50
23 - 24	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	50

7704 H3/470

Consumo Medio Horario = 321K3/hra.  
Gasto Medio Horario = 89 Lts/seg.



### LLUVIA 1976

Luvia 1976 (meses junio, julio, agosto, septiembre y octubre)  
días hábiles.

Valor máximo de consumo diario: 9554 M3. (lunes 7 de junio).

Valor mínimo de consumo diario: 4362 (miércoles 20 de octubre)

Redondeando Valores:

Máximo 9600 M3.  
Mínimo 4200 M3.

Rango 5400 M3.

27 intervalos

Intervalos	Frecuencias	Frecuencias Relativas	Frecuencias Relativas Acumuladas
4200 - 4399	5	4.72	4.72
4400 - 4599	7	6.60	11.32
4600 - 4799	1	0.94	12.26
4800 - 4999	0	0.00	12.26
5000 - 5199	1	0.94	13.20
5200 - 5399	2	1.89	15.09
5400 - 5599	6	5.66	20.75
5600 - 5799	8	7.55	28.30
5800 - 5999	14	13.21	41.51
6000 - 6199	10	9.43	50.94
6200 - 6399	12	11.32	62.26
6400 - 6599	11	10.38	72.64
6600 - 6799	4	3.77	76.41
6800 - 6999	2	1.89	78.30
7000 - 7199	1	0.94	79.24
7200 - 7399	1	0.94	80.18
7400 - 7599	0	0.00	80.18
7600 - 7799	1	0.94	81.12
7800 - 7999	4	3.77	84.90
8000 - 8199	2	1.89	86.78
8200 - 8399	2	1.89	88.67
8400 - 8599	6	5.66	94.33
8600 - 8799	2	1.89	96.22
8800 - 8999	2	1.89	98.11
9000 - 9199	1	0.94	99.05
9200 - 9399	0	0.00	99.05
9400 - 9599	1	0.94	99.99

106

100.00 %

100.00 %

Se consideramos un disco para una frecuencia relativa según  
Toda del 86%, como en el intervalo 7800-7999, cuya frecuen-  
cia es 4 y sus consumos los siguientes:

<u>Fecha</u>	<u>Consumo</u>
Viernes 25 de junio	7992 M3.
Jueves 3 de junio	7949 M3.
Jueves 17 de junio	7949 M3.
Miércoles 30 de junio	7819 M3.

LLUVIA 1976

HORAS	VIERNES 25 JUNIO	JUEVES 3 JUNIO	JUEVES 17 JUNIO	MIÉRCOLES 30 JUNIO	B. PROMEDIO 4 FRECUENC.	C. PROMEDIO 4 FRECUENC.	C. PROMEDIO PORCENTUAL
0 - 1	50	50	50	50	50	100	53
1 - 2	50	50	50	50	50	100	53
2 - 3	50	50	50	50	50	100	53
3 - 4	50	50	50	50	50	100	53
4 - 5	50	50	50	50	50	100	53
5 - 6	50	50	50	50	50	100	53
6 - 7	50	102	104	112	92	331	90
7 - 8	86	120	104	114	130	468	130
8 - 9	142	136	82	134	124	446	132
9 - 10	130	128	92	142	124	446	132
10 - 11	132	126	100	144	126	464	134
11 - 12	144	126	116	122	128	461	136
12 - 13	136	130	138	114	130	468	130
13 - 14	132	128	138	138	134	482	143
14 - 15	130	122	138	136	132	476	141
15 - 16	126	104	136	132	124	446	132
16 - 17	126	76	140	110	114	416	121
17 - 18	126	90	134	86	110	396	117
18 - 19	120	118	128	78	112	483	119
19 - 20	112	110	128	80	108	380	116
20 - 21	80	100	118	70	92	331	90
21 - 22	70	92	64	60	72	280	77
22 - 23	50	50	50	50	50	100	53
23 - 24	50	50	50	50	50	100	53

0106 M3/día

Consumo Medio Horario = 338 M3/hra.  
Gasto Medio Horario = 94 Lts/seg.

## ESTIAJE 1977

### DETERMINACION DE LA LEY DE DEMANDAS HORARIAS:

Estiaje 1977 (meses enero, febrero, marzo, abril, mayo, noviembre y diciembre) días hábiles.

Valor máximo de consumo diario 8489 M3. (martes 22 marzo).

Valor mínimo de consumo diario: 4414 M3. (viernes 8 abril).

Redondeando valores tenemos:

Máximo 8400 M3.  
Mínimo 4400 M3.

Rango 4000 M3.

20 intervalos

Intervalos	Frecuencias	Frecuencias Relativas	Frecuencias Relativas Acumuladas
4400 - 4599	8	6.25	6.25
4600 - 4799	4	3.13	9.38
4800 - 4999	2	1.56	10.94
5000 - 5199	1	0.78	11.72
5200 - 5399	1	0.78	12.50
5400 - 5599	3	2.34	14.84
5600 - 5799	1	0.78	15.62
5800 - 5999	4	3.13	18.75
6000 - 6199	3	2.34	21.09
6200 - 6399	6	4.68	25.77
6400 - 6599	2	1.56	27.33
6600 - 6799	5	3.90	31.23
6800 - 6999	9	7.03	38.26
7000 - 7199	7	5.46	43.72
7200 - 7399	10	7.81	51.53
7400 - 7599	5	3.90	55.43
7600 - 7799	16	12.50	67.93
7800 - 7999	13	10.16	78.09
8000 - 8199	14	10.92	89.01
8200 - 8399	14	10.92	99.93

128

100.00 %

100.00 %

Para una frecuencia relativa acumulada del 50.0%  $\Sigma$ , en el intervalo 8000 - 8199, cuyo frecuencia es 14 y sus acumuladas las siguientes:

<u>Fecha</u>	<u>Consumo</u>
1 Martes 5 abril	8194 M3.
2 Martes 8 marzo	8186 M3.
3 Miércoles 30 noviembre	8172 M3.
4 Martes 15 febrero	8165 M3.
5 Miércoles 4 mayo	8150 M3.
6 Martes 11 enero	8114 M3.
7 Martes 4 enero	8107 M3.
8 Miércoles 26 enero	8107 M3.
9 Lunes 28 marzo	8093 M3.
10 Lunes 7 marzo	8078 M3.
11 Jueves 24 noviembre	8078 M3.
12 Martes 3 mayo	8050 M3.
13 Martes 29 marzo	8035 M3.
14 Jueves 24 marzo	8014 M3.

ESTIAJE 1977

HORAS	MARTES 5 ABRIL	MARTES 8 MARZO	MIÉRCOLES 30 NOVIEM.	MARTES 15 FEBRERO	MIÉRCOLES 4 MAYO	MARTES 11 ENERO	MARTES 4 ENERO	MIÉRCOLES 26 ENERO	MARZO	LUNES 7 MARZO	JUEVES 24 NOVIEMBRE	MARTES 3 MAYO	MARTES 29 MARZO	JUEVES 24 MARZO	G. PROMEDIO 14 FRECUENC.	C. PROMEDIO 14 FRECUENC.	C. HORARIO PORCENTUAL
0 - 1	80	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	53
1 - 2	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	53
2 - 3	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	53
3 - 4	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	53
4 - 5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	53
5 - 6	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	53
6 - 7	101	181	91	103	97	64	86	72	64	74	111	70	101	76	89	219	94
7 - 8	145	175	121	131	135	113	113	125	127	131	131	131	131	147	133	478	141
8 - 9	183	173	161	167	179	163	161	163	177	167	137	106	167	187	168	609	179
9 - 10	173	171	161	165	175	169	168	168	181	167	147	171	169	173	167	681	177
10 - 11	167	179	161	167	161	165	165	155	167	157	147	161	165	165	163	587	172
11 - 12	177	173	161	188	159	167	165	169	177	177	157	167	169	175	169	609	179
12 - 13	175	191	171	167	183	165	165	167	179	181	151	167	173	173	167	601	177
13 - 14	153	107	141	149	149	147	147	137	188	151	131	183	157	151	145	522	153
14 - 15	117	95	111	113	121	115	115	111	121	115	107	119	117	107	113	406	119
15 - 16	97	97	111	99	115	103	103	105	93	97	787	113	97	89	101	262	106
16 - 17	89	87	111	95	105	103	103	102	88	97	101	91	87	87	97	346	102
17 - 18	76	83	91	91	75	95	95	95	81	91	101	72	87	72	87	312	92
18 - 19	64	72	81	74	65	85	85	85	70	74	101	70	70	62	76	275	81
19 - 20	62	64	81	70	64	81	81	83	64	64	81	64	60	66	70	254	75
20 - 21	56	56	81	64	98	70	70	72	55	60	81	58	54	52	64	232	68
21 - 22	52	52	60	56	52	62	62	60	50	50	50	52	50	50	56	203	60
22 - 23	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	189	53
23 - 24	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	180	53

0167 113/31a

Consumo Medio Horario = 340 M3/Hra .  
Gasto Medio Horario = 94 Lts/seg.



## LAVIA 1977

### DETERMINACION DE LA LEY DE DEMANDAS HORARIAS:

Luvia 1977 (meses junio, julio, agosto, septiembre, octubre) días hábiles.

Valor máximo de consumo diario: 6984 M3. (jueves 17 de octubre).

Valor mínimo de consumo diario 4320 M3. (jueves 30 junio).

Redondeando valores:

Máximo 7000 M3.  
Mínimo 4200 M3.

Rango 2800 M3.

14 intervalos

Intervalos	Frecuencia	Frecuencias Relativas	Frecuencias Relativas Acumuladas
4200 - 4399	8	7.70	7.70
4400 - 4599	2	1.92	9.62
4600 - 4799	2	1.92	11.54
4800 - 4999	6	5.77	17.31
5000 - 5199	1	0.96	18.27
5200 - 5399	0	0.00	18.27
5400 - 5599	0	0.00	18.27
5600 - 5799	3	2.88	21.15
5800 - 5999	17	16.35	37.50
6000 - 6199	18	17.39	54.89
6200 - 6399	21	20.18	75.07
6400 - 6599	10	9.61	84.68
6600 - 6799	9	8.65	93.33
6800 - 6999	7	6.74	100.07
	104	100.00 %	100.00 %

Para una frecuencia relativa acumulada del 93.33 %, caemos en el intervalo 6600 - 6799, cuya frecuencia es 9 y sus consumos los siguientes:

<u>Fecha</u>	<u>Consumo</u>
1 Jueves 13 octubre	6782 M3.
2 Jueves 9 junio	6764 M3.
3 Viernes 18 noviembre	6746 M3.
4 Jueves 22 agosto	6739 M3.
5 Viernes 14 octubre	6710 M3.
6 Miércoles 1 junio	6703 M3.
7 Jueves 1 agosto	6682 M3.
8 Jueves 8 agosto	6682 M3.
9 Miércoles 24 agosto	6602 M3.

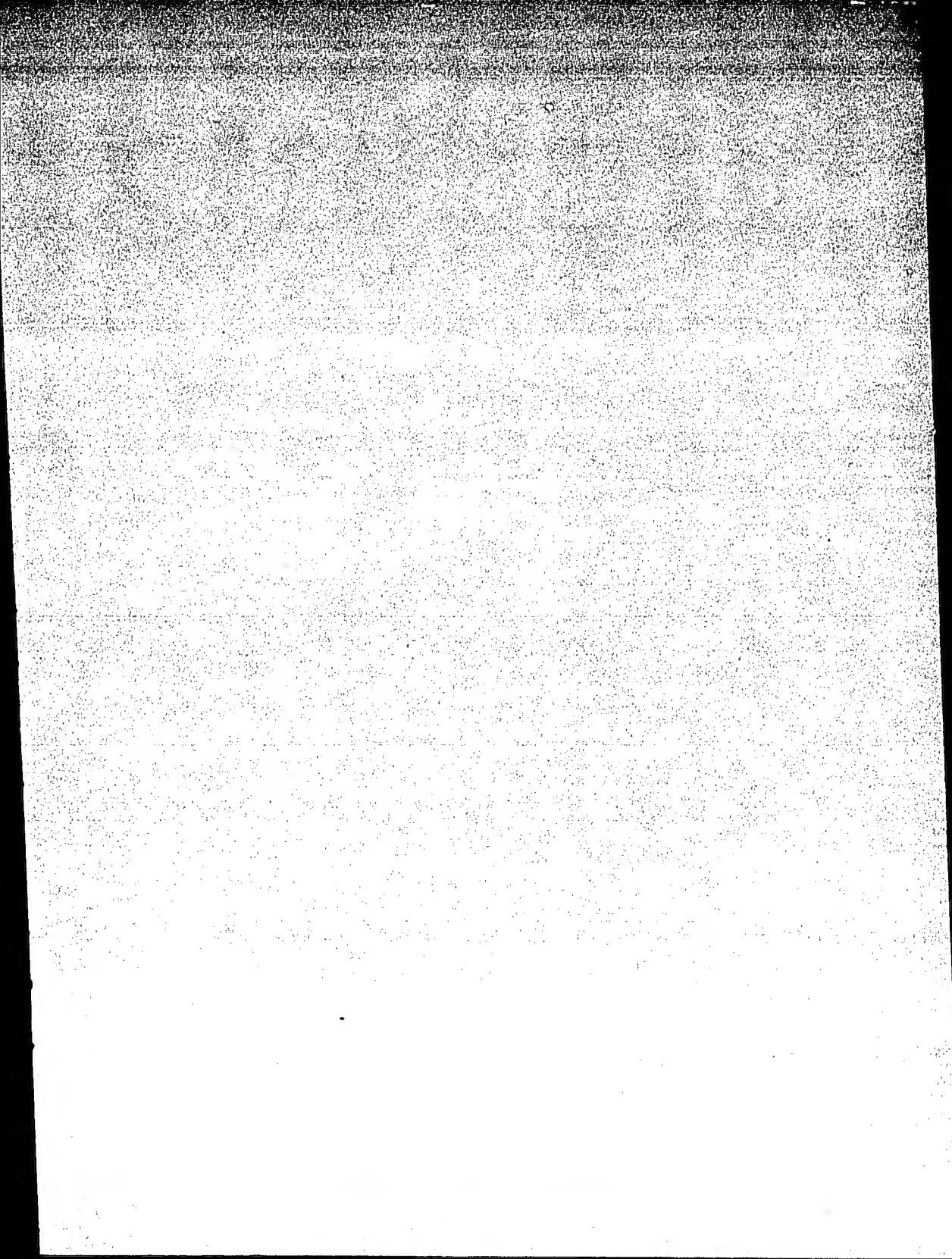


LLUVIAS 1977

HORAS	JUEVES 13 OCT.	JUEVES 9 JUNIO	VIERNES 18 NOV.	JUEVES 22 ABR.	VIERNES 16 OCT.	MIÉRCOLES 1° JUNIO	JUEVES 1° ABR.	JUEVES 8 ABR.	MIÉRCOLES 24 ABR.	C. PREC. 9 PREC.	C. PREC. 9 PREC.	C. PREC. 9 PREC.
0 - 1	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	64
1 - 2	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	64
2 - 3	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	64
3 - 4	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	64
4 - 5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	64
5 - 6	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	64
6 - 7	60	121	50	131	56	139	66	66	111	85	318	112
7 - 8	141	101	50	81	70	85	81	81	76	87	318	112
8 - 9	167	127	111	91	161	125	97	97	91	119	427	151
9 - 10	141	127	131	97	171	133	101	101	101	123	441	156
10 - 11	91	111	131	101	97	131	101	101	107	107	306	136
11 - 12	91	105	131	97	107	135	107	107	101	109	301	136
12 - 13	91	97	131	107	111	95	111	111	107	107	306	136
13 - 14	91	85	121	107	107	91	107	107	107	103	309	136
14 - 15	97	95	91	101	91	91	107	107	101	96	347	123
15 - 16	91	93	91	97	87	81	101	101	91	92	313	117
16 - 17	87	93	91	97	81	81	101	101	91	90	328	118
17 - 18	87	81	81	91	81	76	91	91	87	84	328	107
18 - 19	76	72	76	87	70	70	87	87	81	78	302	109
19 - 20	70	68	70	81	70	60	87	87	76	74	288	94
20 - 21	66	60	70	70	66	60	76	76	70	60	246	87
21 - 22	60	56	60	66	60	60	66	66	60	62	256	79
22 - 23	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	64
23 - 24	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	64

6706 M3/día

Consumo Medio Horario = 282 M3/hra.  
 Gasto Medio Horario = 78.4 Lts/seg.



Si consideramos un diseño para una frecuencia relativa acumulada del 90%, caemos en el intervalo 8800 - 8999, cuya frecuencia es 6 y sus consumos los siguientes:

<u>Fecha</u>	<u>Consumo</u>
1 Martes 18 abril	8993 M3.
2 Jueves 2 febrero	8942 M3.
3 Jueves 19 enero	8921 M3.
4 Jueves 13 febrero	8899 M3.
5 Martes 24 enero	8820 M3.
6 Viernes 14 abril	8806 M3.

ESTIAJE 1978

HORAS	MARTES 18 ABRIL	JUEVES 2 FEBRERO	JUEVES 19 ENERO	JUEVES 13 FEBRERO	MARTES 24 ENERO	VIERNES 14 ABRIL	G. PROMEDIO G. FRECUENC.	C. PROMEDIO G. FRECUENC.	C. HORARIO PORCENTUAL
0 - 1	50	50	50	50	50	50	50	180	49
1 - 2	50	50	50	50	50	50	50	180	49
2 - 3	50	50	50	50	50	50	50	180	49
3 - 4	50	50	50	50	50	50	50	180	49
4 - 5	50	50	50	50	50	50	50	180	49
5 - 6	50	50	50	50	50	50	50	180	49
6 - 7	137	147	99	119	117	119	123	442	119
7 - 8	141	153	149	147	145	131	143	515	139
8 - 9	171	157	169	171	187	165	171	616	166
9 - 10	171	167	171	173	177	165	169	609	164
10 - 11	165	185	167	171	167	157	167	601	162
11 - 12	167	167	165	175	171	161	167	601	162
12 - 13	173	165	165	175	171	165	169	609	164
13 - 14	165	145	151	161	151	155	153	551	149
14 - 15	115	111	129	127	125	129	121	435	117
15 - 16	125	111	121	111	111	121	115	413	112
16 - 17	123	121	125	105	111	111	115	413	112
17 - 18	111	113	121	109	101	107	109	391	106
18 - 19	93	111	115	105	97	101	103	370	100
19 - 20	91	91	95	91	87	95	91	326	86
20 - 21	85	81	81	81	81	85	83	297	80
21 - 22	81	64	70	66	66	85	70	254	68
22 - 23	50	50	50	50	50	50	50	180	49
23 - 24	50	50	50	50	50	50	50	180	49

8883 M3721a

Consumo Medio Horario = 370 M3/Hra.  
Gasto Medio Horario = 103 Lts/seg.

## LLUVIAS 1978

### DETERMINACION DE LA LEY DE DEMANDAS HORARIAS:

Lluvia 1978 (meses junio, julio, agosto, septiembre y octubre) días hábiles.

Valor máximo de consumo diario: 7272 M3. (Jueves 15 junio).

Valor mínimo de consumo diario 4385 M3. (viernes 15 septiembre)

Redondeando valores:

Máximo 7400 M3  
Mínimo 4400 M3

Rango 3000 M3.

15 intervalos

<u>Intervalos</u>	<u>Frecuencias</u>	<u>Frecuencias Relativas</u>	<u>Frecuencias Relativas</u>
4400 - 4699	3	2.83	2.83
4600 - 4799	2	1.89	4.72
4800 - 4999	1	0.94	5.66
5000 - 5199	1	0.94	6.60
5200 - 5399			6.60
5400 - 5599	1	0.94	7.54
5600 - 5799	2	1.89	9.43
5800 - 5999	15	14.15	23.58
6000 - 6199	18	16.98	40.56
6200 - 6399	12	11.32	51.88
6400 - 6599	20	18.87	70.75
6600 - 6799	15	14.15	84.90
6800 - 6999	9	8.49	93.39
7000 - 7199	6	5.66	99.05
7200 - 7399	1	0.94	99.99
	106	100.00 %	100.00 %

Si consideramos un diseño para una frecuencia relativa acumulada del 93.99 %, caemos en el intervalo 6890 - 6999, cuya frecuencia es 9 y sus consumos los siguientes:

Fecha

Consumo

1	Miércoles 5 julio	6970	M3.
2	Miércoles 12 julio	6905	M3.
3	Martes 15 agosto	6906	M3.
4	Miércoles 19 julio	6890	M3.
5	Miércoles 2 agosto	6890	M3.
6	Jueves 24 agosto	6854	M3.
7	Martes 25 julio	6826	M3.
8	Jueves 13 julio	6811	M3.
9	Martes 18 julio	6804	M3.

LLUVIA 1978

HORAS	MIÉRCOLES 5 JULIO	MIÉRCOLES 12 JULIO	MARTES 15 AGOST	MIÉRCOLES 19 JULIO	MIÉRCOLES 2 AGOSTO	JUEVES 24 AGOST.	MARTES 25 JULIO	JUEVES 13 JULIO	MARTES 18 JULIO	S. PROM. FREC.	C. PROM. FREC.	CONSUMO HORARIO
0 - 1	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	63
1 - 2	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	63
2 - 3	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	63
3 - 4	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	63
4 - 5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	63
5 - 6	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	63
6 - 7	117	62	93	64	64	105	117	81	60	85	304	100
7 - 8	89	79	76	85	81	101	85	125	133	113	400	141
8 - 9	93	117	95	125	147	93	85	101	131	108	377	131
9 - 10	103	117	95	105	97	95	99	103	107	115	413	143
10 - 11	109	129	125	143	105	119	101	101	105	107	394	139
11 - 12	105	105	109	101	101	101	99	107	105	100	391	136
12 - 13	103	125	109	101	135	101	101	105	105	100	391	136
13 - 14	131	125	105	99	107	101	101	99	101	103	370	130
14 - 15	99	99	101	123	101	95	121	93	97	99	365	125
15 - 16	93	95	99	101	101	95	127	93	93	97	363	125
16 - 17	93	91	97	95	95	95	89	91	80	93	333	116
17 - 18	97	89	93	95	93	93	85	91	87	87	312	100
18 - 19	87	85	91	86	85	93	83	87	72	81	290	94
19 - 20	85	81	87	81	83	76	83	87	72	72	261	90
20 - 21	81	72	74	70	74	70	70	74	60	60	217	75
21 - 22	66	60	62	54	29	60	60	60	54	60	180	63
22 - 23	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	63
23 - 24	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	63

0021 M3/d10

Consumo Medio Horario = 288 M3/hra.  
Gasto Medio Horario = 80 Lts/seg.



Una vez calculadas las leyes horarias de demandas porcentuales en estiaje y lluvia para cada uno de los años en estudio; se obtienen los valores promedio, los cuales finalmente nos representan las leyes características de consumos o demandas en días hábiles, los cuales se enlistan a continuación:

LLUVIA HÁBILES								ESTIAJE HÁBILES								LEY DE DEMANDA HORAR.
	73	74	75	76	77	78	LEY DE DEMANDA HORAR.		73	74	75	76	77	78		
0 - 1	67	57		53	64	63	61	0 - 1	58	59		56	53	49	86	
1 - 2	67	57		53	64	63	61	1 - 2	58	59		56	53	49	86	
2 - 3	67	57		53	64	63	61	2 - 3	58	59		56	53	49	86	
3 - 4	67	57		53	64	63	61	3 - 4	58	59		56	53	49	86	
4 - 5	67	57		53	64	63	61	4 - 5	58	59		56	53	49	86	
5 - 6	67	57		53	64	63	61	5 - 6	58	59		56	53	49	86	
6 - 7	93	57		98	112	106	93	6 - 7	81	58		76	94	119	86	
7 - 8	106	120		139	110	111	117	7 - 8	118	128		105	141	139	128	
8 - 9	121	124		132	151	141	134	8 - 9	164	175		137	179	166	164	
9 - 10	131	149		132	156	131	140	9 - 10	168	175		164	177	164	178	
10 - 11	142	163		134	135	143	143	10 - 11	171	175		173	172	162	171	
11 - 12	157	163		136	138	133	145	11 - 12	168	180		179	179	162	174	
12 - 13	137	166		139	135	136	143	12 - 13	168	180		179	177	164	182	
13 - 14	131	161		143	130	130	136	13 - 14	143	159		155	153	149	152	
14 - 15	124	152		141	123	128	134	14 - 15	125	123		146	119	117	128	
15 - 16	123	143		132	117	123	128	15 - 16	118	111		114	106	112	112	
16 - 17	122	133		121	115	121	122	16 - 17	118	102		108	102	112	108	
17 - 18	118	115		117	107	116	115	17 - 18	102	88		96	92	106	87	
18 - 19	107	97		119	100	108	106	18 - 19	85	78		87	81	100	88	
19 - 20	95	78		115	94	101	97	19 - 20	76	69		83	75	88	78	
20 - 21	85	62		98	87	90	84	20 - 21	69	62		76	68	88	66	
21 - 22	75	57		77	79	75	73	21 - 22	65	59		72	68	88	66	
22 - 23	67	57		53	64	63	61	22 - 23	58	59		56	53	49	86	
23 - 24	67	57		53	64	63	61	23 - 24	58	59		56	53	49	86	



La obtención de las Leyes Características de consumo en los periodos de estiaje y lluvia para los días inhábiles, se realizó de la manera siguiente:

Se observó en los años en estudio, que los consumos en sábados y domingos no han tenido variaciones considerables, no obstante de los aumentos en la población y en la dotación; - por tal motivo, se seleccionó únicamente aquel año cuyos valores de consumo fueron los máximos, resultando ser el año de 1978, y con dichos valores llevar a cabo los cálculos para los días inhábiles. De tal manera las leyes encontradas, nos representan directamente las Leyes Características de consumo y demandas en estiaje y lluvia para los días inhábiles.

LLUVIA (INHABILES)

0 - 1	81
1 - 2	81
2 - 3	81
3 - 4	81
4 - 5	81
5 - 6	81
6 - 7	146
7 - 8	143
8 - 9	117
9 - 10	117
10 - 11	117
11 - 12	114
12 - 13	117
13 - 14	114
14 - 15	111
15 - 16	107
16 - 17	101
17 - 18	98
18 - 19	88
19 - 20	88
20 - 21	88
21 - 22	85
22 - 23	81
23 - 24	81

ESTIAJE (INHABILES)

0 - 1	71
1 - 2	71
2 - 3	71
3 - 4	71
4 - 5	71
5 - 6	71
6 - 7	110
7 - 8	144
8 - 9	157
9 - 10	106
10 - 11	94
11 - 12	120
12 - 13	140
13 - 14	123
14 - 15	121
15 - 16	113
16 - 17	108
17 - 18	106
18 - 19	106
19 - 20	104
20 - 21	99
21 - 22	81
22 - 23	71
23 - 24	71

## ESTIAJE 1978

Estiaje 1978 (meses enero, febrero, marzo, abril, mayo, noviembre y diciembre) días inhábiles.

Valor máximo de consumo diario: 3,182.40 M3. (domingo 9 de abril).

Valor mínimo de consumo diario: 2,239.20 M3. (sábado 28 de enero).

Redondeando Valores:

Máximo 3200 M3.  
Mínimo 2000 M3.

Range 1000 M3.

10 intervalos

Intervalos	Frecuencias	Frecuencias Relativas	Frecuencias Relativas Acumuladas
2200 - 2300	2	4.88	4.88
2300 - 2400	4	9.76	14.63
2400 - 2500	6	14.63	29.27
2500 - 2600	9	21.95	51.22
2600 - 2700	4	9.76	60.98
2700 - 2800	3	7.32	68.29
2800 - 2900	1	2.44	70.73
2900 - 3000	4	9.76	80.49
3000 - 3100	4	9.76	90.24
3100 - 3200	4	9.76	100.00
	41	100.00 %	100.00 %

Si consideramos un diseño para una frecuencia relativa acumulada del 90%, caemos en el intervalo 3000 - 3100, cuya frecuencia es 4 y sus consumos los siguientes:

<u>Fecha</u>	<u>Consumo</u>
Sábado 20 de mayo	3,096.00 M3.
Sábado 18 de abril	3,049.20 M3.
Domingo 15 de enero	3,049.20 M3.
Sábado 29 de abril	3,002.40 M3.

ESTIAJE 1978 (IMBILES)

HORAS	SABADO 20 MAYO	SABADO 15 ABRIL	DOMINGO 15 ENERO	SABADO 29 ABRIL	G. PROMEDIO 4 FRECUENC.	C. PROMEDIO	C. MEDIO PORCENTUAL
0 - 1	50	50	50	50	50	180	71
1 - 2	50	50	50	50	50	180	71
2 - 3	50	50	50	50	50	180	71
3 - 4	50	50	50	50	50	180	71
4 - 5	50	50	50	50	50	180	71
5 - 6	50	50	50	50	50	180	71
6 - 7	50	50	106	104	78	281	110
7 - 8	98	68	132	110	102	367	144
8 - 9	154	84	120	86	112	406	167
9 - 10	86	92	50	72	76	270	105
10 - 11	82	84	50	50	64	239	94
11 - 12	82	86	120	50	84	304	120
12 - 13	88	92	130	86	100	356	140
13 - 14	92	94	68	94	88	313	123
14 - 15	92	92	66	92	86	308	121
15 - 16	86	86	64	84	80	288	113
16 - 17	78	80	64	82	76	274	108
17 - 18	72	80	66	80	74	268	105
18 - 19	70	78	66	84	74	268	105
19 - 20	70	80	66	78	74	265	104
20 - 21	70	78	66	66	70	252	99
21 - 22	50	70	60	50	58	207	81
22 - 23	50	50	50	50	50	180	71
23 - 24	50	50	50	50	50	180	71

6100 M3/día

Consumo Medio Horario = 254 M3/hra.  
Gasto Medio Horario - 71 Lts/seg.

## LLUVIA 1978

Lluvia 1978 (meses junio, julio, agosto, septiembre y octubre) días inhábiles.

Valor máximo de consumo diario: 2,682.00 M3. (domingo 4 de junio).

Valor mínimo de consumo diario: 2,160.00 M3. (domingo 24 de septiembre).

Redondeando Valores:

Máximo 2700 M3.  
Mínimo 2100 M3.

Rango 600 M3.

6 intervalos

Intervalos	Frecuencias	Frecuencias Relativas	Frecuencias Relativas Acumuladas
2100 - 2200	5	12.50	12.50
2200 - 2300	8	20.00	32.50
2300 - 2400	10	25.00	57.50
2400 - 2500	8	20.00	77.50
2500 - 2600	3	7.50	85.00
2600 - 2700	6	15.00	100.00
	40	100.00 %	100.00 %

Si consideramos un diseño para una frecuencia relativa acumulada del 100%, caemos en el intervalo 2600 - 2700, cuya frecuencia es 6 y sus consumos los siguientes:

<u>Fecha</u>	<u>Consumo</u>
Domingo 4 de junio	2,682.00 M3.
Sábado 1 de julio	2,664.00 M3.
Domingo 29 de octubre	2,664.00 M3.
Domingo 22 de octubre	2,649.60 M3.
Domingo 2 de julio	2,613.60 M3.
Domingo 16 de julio	2,602.80 M3.

LLUVIA 1978 (TRIMESTRES)

HORAS	DOMINGO 4 JUNIO	SABADO 1° JULIO	DOMINGO 29 OCTUBRE	DOMINGO 22 OCTUBRE	DOMINGO 2 JULIO	DOMINGO 16 JULIO	G. PROMEDIO 6 FRECUENC.	C. PROMEDIO	C. HORARIO PORCENTUAL
0 - 1	50	50	50	50	50	50	50	100	01
1 - 2	50	50	50	50	50	50	50	100	01
2 - 3	50	50	50	50	50	50	50	100	01
3 - 4	50	50	50	50	50	50	50	100	01
4 - 5	50	50	50	50	50	50	50	100	01
5 - 6	50	50	50	50	50	50	50	100	01
6 - 7	58	140	60	52	104	120	90	324	146
7 - 8	64	60	80	52	122	106	88	317	143
8 - 9	70	52	80	84	86	94	72	290	117
9 - 10	78	94	76	72	60	54	72	290	117
10 - 11	82	90	70	72	60	54	72	292	114
11 - 12	90	70	74	72	62	58	72	290	117
12 - 13	90	70	74	74	60	58	70	232	114
13 - 14	80	68	74	74	60	58	68	248	111
14 - 15	76	64	72	74	60	58	66	230	107
15 - 16	68	62	68	68	64	58	62	223	101
16 - 17	60	60	66	68	64	58	60	216	98
17 - 18	58	50	64	70	58	56	54	194	88
18 - 19	54	50	58	50	58	54	54	194	88
19 - 20	54	50	56	52	56	54	54	194	88
20 - 21	54	50	54	50	50	52	52	187	85
21 - 22	54	50	54	50	50	50	50	180	81
22 - 23	50	50	50	50	50	50	50	180	81
23 - 24	50	50	50	50	50	50	50	180	81

5314 M3/61a

Consumo Medio Horario = 721 M3/hra.  
Gasto Medio Horario = 62 Lts/seg.



Al encontrar la ley de demandas horarias, obtuvimos un consumo promedio de estiaje y de lluvias para cada año analizado. de éstos, dado que conocemos la población existe para cada año y con el objeto de conocer la dotación correspondiente, se dividió el volumen de consumo promedio de estiaje y lluvia entre la población del año analizado.

ANOS	POBLACION (HAB)	PERIODO	CONSUMO PROMEDIO (Lts / Día)	DOTACION (Lts / Hab. / Día)
1978	126,447	ESTIAJE LLUVIA	8883000 6921000	70 55
1977	125,366	ESTIAJE LLUVIA	8167000 6766000	65 54
1976	118,925	ESTIAJE LLUVIA	7704000 6105000	65 52
1975	126,855	ESTIAJE LLUVIA		
1974	126,855	ESTIAJE LLUVIA	7286000 7515000	58 59
1973	106,623	ESTIAJE LLUVIA	7491000 6474000	71 61

TABLA III 4.2



Para justificar el valor de la detección así obtenida se juzga conveniente mencionar a continuación algunos conceptos necesarios que intervienen en los proyectos de un sistema de abastecimiento de agua potable.

**CONSUMO:** Podemos considerar como consumo de agua, el volumen requerido para satisfacer las necesidades vitales para el mantenimiento y desarrollo del ser humano.

En el caso de Ciudad Universitaria, se tienen los siguientes tipos de consumo:

- Bebida
- Comida
- Aseo Personal
- Limpieza de Utensilios
- Laboratorios
- Riego de Jardines
- Protección contra incendio
- Recreación y Ornato

Los consumos de agua por habitante varían ampliamente en las poblaciones, dependiendo de ciertos factores fundamentales, entre los cuales se encuentran: la importancia de la ciudad, presencia, tipo de industrias, calidad de agua, costo, presión, clima y características particulares de la población.

Se ha observado que el consumo de agua por habitante aumenta conforme el tamaño de la ciudad es mayor, esto se debe a que

el nivel de vida en estas es más elevado y las necesidades de agua se van incrementando.

**PÉRDIDAS Y FUGAS:** Dado que en nuestra ley de demandas horarias, tanto de estiaje como de lluvias, los consumos nocturnos son altos. Cabe señalar que independientemente del tipo de consumo, las pérdidas y fugas que se presentan en los sistemas de abastecimiento de agua potable representan un volumen considerable, por lo que no es posible manejar el término consumo, sin considerar las pérdidas y fugas en el sistema.

Al respecto recuérdese la semejanza que tuvieron las leyes de demandas obtenidas con las que se muestran en la tabla III 3.1, donde se puede apreciar el alto consumo nocturno que se tiene para diferentes tipos de población.

**DOTACION:** Es el volumen de agua que se asigna a cada habitante y que comprende todos los posibles consumos de los servicios que se realizan en un día medio anual, se expresa en Lts/hab/día.

La determinación de la dotación se encuentra sujeta a las características particulares de cada localidad, sin embargo, dada la dificultad que esto representa, se han elaborado tablas con valores que facilitan la elección de ésta.

A continuación se presentan algunos valores:

A) En función del clima y del número de habitantes considerados en la población de proyecto, se sugieren los siguientes valores:

<u>Población</u>	<u>Cálida</u>	<u>Tipo de Clima Templado</u>	<u>Frio</u>
De 4000 a 10000 Hab.	150	125	100
De 10000 a 30000 Hab.	200	150	125
De 30000 a 70000 Hab.	250	200	175
de 70000 a 150000 Hab.	300	250	200
Más de 150000 Hab.	350	300	250

B) Para diferentes tipos de edificaciones:

Habitación tipo popular	150 Lts/pers/día
Residencias	250 Lts/pers/día
Oficinas (Edificios) (1)	70 Lts/emple/día
Hotels	500 Lts/huesp/día
Cines	2 Lts/espect/func.
Fábricas (Sin industria)	100 Lts/obrero/turno
Baño Público	500 Lts/bañista/día
Escuelas	100 Lts/alumno/día
Clubes (Baños) (2)	500 Lts/bañista/día
Restaurantes	10 Lts/comida/turno
Lavanderías	40 Lts/Kg. ropa
Riego y Jardines	5 Lts/M <sup>2</sup> /día
Hospitales	350-1000 Lts/cama/día
Garage Público (3)	5000 Lts/edificio

- (1) En el caso de oficina puede estimarse también a razón - de 10 Lts/M2/años rentable.
- (2) En los clubes hay que adicionar las dotaciones por concepto de bañistas, restaurantes, riego jardines, auditorios, etc.
- (3) Almacenamiento mínimo 5 Lts/M2 de superficie/piso, para servicio contra incendio exclusivamente.

Por lo anteriormente dicho y dado que, como se verá en el capítulo siguiente, donde se elige un período de revisión del subsistema de 20 años, para Ciudad Universitaria se supuso - que la dotación se verá incrementada en 1 litro cada 3 años, para que éste alcance finalmente en el estiaje del año 2000 un valor de 78 Lts/habitante/día. De la tabla obtenida de dotaciones se eligió el valor correspondiente al año de 1978, asignándosele al trienio 1976-77-78.

<u>Año</u>	<u>Dotación</u> <u>Lts/hab/día</u>
1976-77-78	70
1979-80-81	71
1982-83-84	72
1985-86-87	73
1988-89-90	74
1991-92-93	75
1994-95-96	76
1997-98-99	77
2000	78

	NOTACION			
	DIAS HOSTILES ESTIAJE (1)	LLUVIA (2)	DIAS ENRIQUES ESTIAJE (3)	LLUVIA (4)
		(1)	(2)	(3)
1976-77-78	70	55	48	43
1979-80-81	71	56	49	43
1982-83-84	72	57	50	44
1985-86-87	73	57	50	44
1988-89-90	74	58	51	45
1991-92-93	75	59	52	46
1994-95-96	76	60	52	47
1997-98-99	77	61	53	47
2000	78	61	54	47

TABLA III 4.3



## CAPITULO IV

### LEY DE CRECIMIENTO

El propósito de este capítulo es el de establecer una ley de crecimiento para satisfacer las futuras demandas, para la determinación de dichos volúmenes, debemos conocer la población a servir, para ésto es necesario establecer el período económico de diseño, siendo éste el lapso de tiempo en el cual se estima que las obras por construir serán eficientes. Se selecciona tomando en cuenta los siguientes factores:

- 1) La vida útil de las estructuras y equipos, considerando lo obsoleto que lleguen a ser, así como su desgaste.
- 2) La facilidad o dificultad para ampliar las obras existentes o planeadas.
- 3) Previsión de la razón de crecimiento de población, incluyendo posibles ajustes en el desarrollo.
- 4) Tasas de interés.
- 5) Rendimiento de las obras durante los primeros años cuando no estarán operando a toda su capacidad.

Existen algunas recomendaciones de acuerdo al tipo de pobla-

ción, para seleccionar los períodos de proyecto en los países de América Latina, que son:

- A) Para localidades con población hasta 4000 habitantes, 5 - años.
- B) Para localidades de 4000 a 10000 habitantes, 10 años.
- C) Para localidades urbanas de 10000 a 70000 habitantes, 15 años.
- D) Para localidades urbanas mayores de 70000 habitantes, 20 años o más, de acuerdo con el estudio de factibilidad técnica y económica que se haga.

En particular, para Ciudad Universitaria, se eligió analizar el subsistema captación - regulación para un período de 20 - años.

**DETERMINACION DE LA POBLACION FUTURA:** En general resulta incierto el cálculo del crecimiento de la población. De los - problemas más frecuentes que se presentan en la estimación - de la población futura, es el hecho de que en muchos casos - no se cuenta con datos precisos y completos de la evolución demográfica.

Para estimar las poblaciones futuras se utilizan métodos ana

lógicos y gráficas. Usualmente los análisis se apoyan en censos anteriores de las localidades en estudio o en registros de localidades similares. Las estimaciones se basan fundamentalmente en una extensión de las tendencias del crecimiento de la localidad en cuestión, dadas las características de Ciudad Universitaria, los métodos citados no pueden ser aplicables totalmente. Por otra parte para conocer la política de expansión de la Universidad Nacional Autónoma de México, se sostuvo una plática con el Jefe de la Oficina del Plano Regulador de esta institución, indicando que la política que tiene la Universidad Nacional Autónoma de México, desde la toma de posesión del anterior Rector doctor Guillermo Soberón Acevedo, en materia de población, es la de no expansión, indicando también, que se pretende que la población disminuya. Además indicó que los terrenos propiedad de la Universidad Nacional Autónoma de México se han dividido en 4 zonas, que son:

- 1) Zona Escolar o Ciudad Universitaria
- 2) Zona Ecológica
- 3) Zona Cultural
- 4) Zona de Productos

Las zonas 2, 3 y 4 tendrán su abastecimiento de agua potable propio, completamente independiente del de Ciudad Universitaria, provisionalmente la Zona Cultural se provee con agua del Pozo del Vivero Alto.



Aunque se pretenda que la población disminuya, la experiencia ha demostrado que aún con esta política se sigue construyendo en los terrenos de Ciudad Universitaria y la población aumenta año con año, por lo que para el cálculo de la población futura, se emplearon los siguientes métodos:

A) Gráfico

B) Ajuste por regresión lineal o mínimos cuadrados; y

C) Cuatro cálculos con tasas de crecimiento bajas que fueron del 1%, 2% y 2.5% anual.

**POBLACION FUTURA**

AÑO	P O B L A C I O N					
	I	II	III	IV	V	VI
1969	72830	72830	72830	72830	72830	72830
1970	81254	81254	81254	81254	81254	81254
1971	94481	94481	94481	94481	94481	94481
1972	105871	105871	105871	105871	105871	105871
1973	106623	106623	106623	106623	106623	106623
1974	126855	126855	126855	126855	126855	126855
1975	115824	115824	115824	115824	115824	115824
1976	118925	118925	118925	118925	118925	118925
1977	125366	125366	125366	125366	125366	125366
1978	126447	126447	126477	126477	126477	126477
1979	129782	131218	127711	128343	128975	129608
1980	132575	135049	128988	130268	131555	132848
1981	135368	138880	130278	132222	134186	136169
1982	138160	142711	131581	134206	136870	139573
1983	140953	146542	132897	136219	139607	143063
1984	143746	150373	134226	138262	142399	146639
1985	146539	154204	135568	140336	145247	150305
1990	160504	173359	142483	151181	160364	170058
1995	174769	192514	149751	162865	177055	192403
2000	188434	211669	157390	175452	195483	217686

I. Ajuste por regresión lineal o mínimos cuadrados utilizando de 6 años de la muestra.

II. Ajuste por regresión lineal o por mínimos cuadrados utilizando 4 años de la muestra.

Coefficiente de correlación  $r = 0.97$

III. Considerando una tasa de crecimiento del 1% anual.

IV. Considerando una tasa de crecimiento del 1,5% anual.

V. Considerando una tasa de crecimiento del 2% anual.

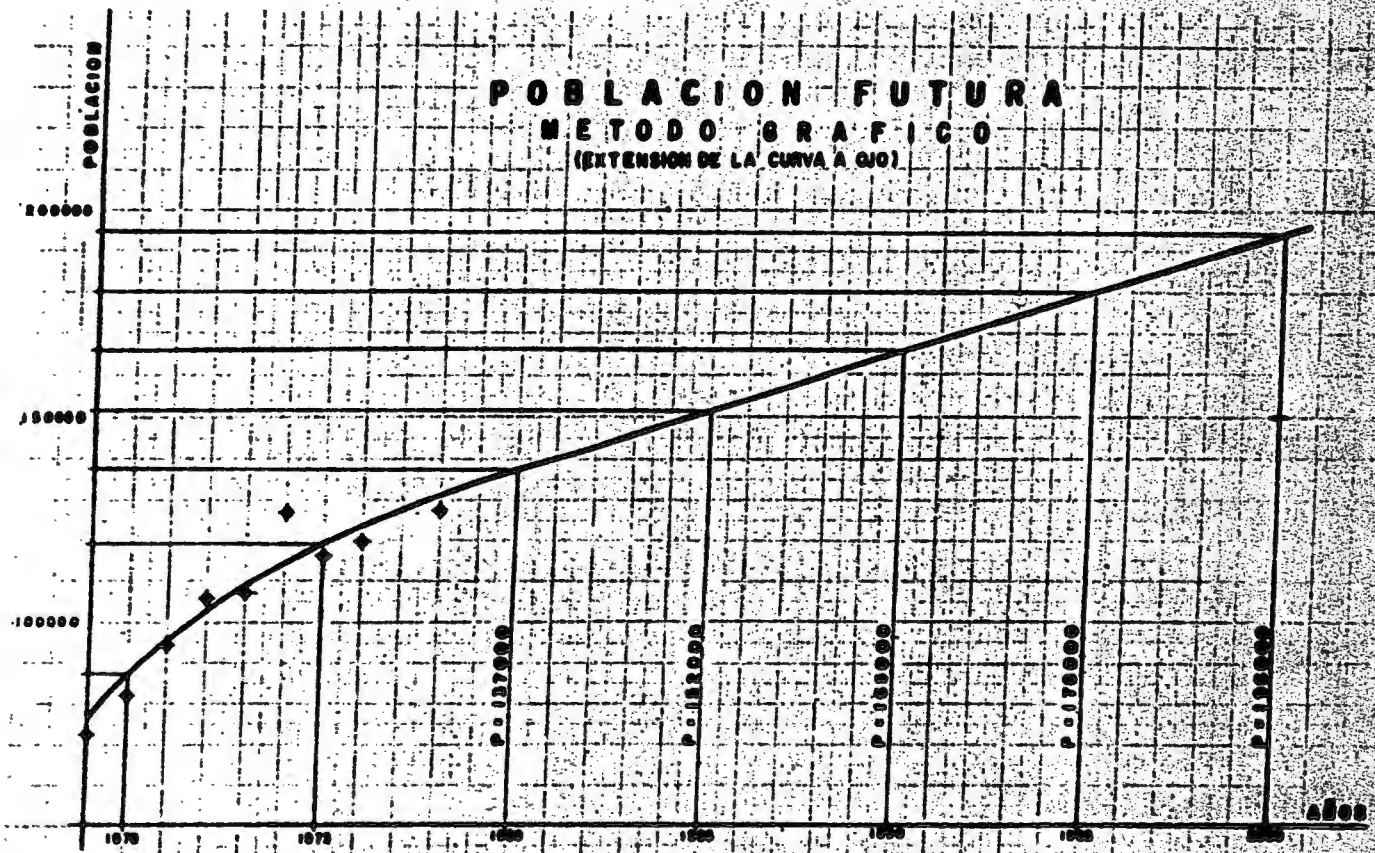
VI. Considerando una tasa de crecimiento del 2,5% anual.

Se juzgo prudente elegir como ley de crecimiento para el análisis del subsistema captación - regulación, la obtenida mediante incrementos del 2% anual, ya que los valores que arroja, no se estatizan ni se disparan.

# POBLACION FUTURA

## METODO GRAFICO

(EXTENSION DE LA CURVA A OJO)



## CAPITULO V

### CONCLUSIONES:

El objetivo de este capítulo es el de capitalizar la información recopilada, así como los análisis del subsistema captación-regulación, desarrollados anteriormente.

Para tal fin, procederemos en el orden empleado para el desarrollo del estudio, señalando las deficiencias detectadas en el funcionamiento de los diferentes elementos integrantes de dicho subsistema, realizando las críticas correspondientes a cada elemento, seguidas por las recomendaciones necesarias que permitan optimizar su operación.

Finalmente, se presentan algunas propuestas adicionales, que de aplicarse, serían de gran utilidad para el mejor aprovechamiento del agua potable.



## **FUENTE DE ABASTECIMIENTO:**

Del estudio efectuado en los Capítulos II y III, sobre las captaciones de Ciencias Químicas (Pozo 1) y Multifamiliar (Pozo 2), encontramos que el máximo volumen posible diario de captación es de 11,000 M3., en época de estiaje, es del orden de 9,500 M3.

Asimismo, fue señalado que el consumo diario actual de la población en época de estiaje es del orden de los 9,500 M3., correspondiendo el 27% de este volumen al riego de las 40 has. de áreas verdes, o sean 2,400 M3., aproximadamente.

Analizando estas cifras, detectamos que la máxima captación posible diaria resulta ser más o menos igual al consumo diario. De tal manera, el equipo de bombeo requiere actualmente trabajar aproximadamente 18 horas al día.

Lo anterior representa una probabilidad muy grande de dejar a la población sin agua, ya que de fallar cualquiera de los pozos, el abastecimiento se vería seriamente afectado.

El Pozo 1 presenta problemas más frecuentes, empleándose para su reparación en promedio una semana, esta situación actualmente es resuelta operando el Pozo 2 las 24 horas del día, sin embargo, de existir una descompostura en éste, cuya aportación es del 70% de la total, el resultado sería una carencia casi total de agua potable en Ciudad Universitaria.

Las observaciones mencionadas, nos conducen a señalar la urgencia que existe por disminuir los consumos e incrementar el volumen de captación.

Existiendo la posibilidad de efectuar el riego a las áreas verdes con agua tratada, se proyectó una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (P.T.A.R.) y un sistema independiente de riego, con lo cual una vez que entre en funcionamiento, se logrará disminuir en un 27% el consumo diario en época de estiaje. Actualmente esta planta con capacidad de 40 l.p.s., se encuentra en construcción en la parte oriente de Ciudad Universitaria (en la intersección de la Calle Cerro del Agua y el Circuito Interior). Dicha planta, de acuerdo con las demandas calculadas para el riego trabajará al 69% de su capacidad instalada en 1981, 77% en 1985, 86% en 1990, 97% en 1995 y para el año 2000 se tendrá un déficit del 11%. Esto representa que la capacidad de operación de la P.T.A.R., estará sobrada para los requerimientos de riego en 1981 y si la proyección efectuada se comporta realmente, será hasta el año 2000 cuando la P.T.A.R., presente un déficit aproximado del 11%.

Bajo las condiciones anteriores, en base a la ley de crecimiento de la población calculada y sus respectivas dotaciones se elaboró la tabla V.1, que nos permite conocer el volumen de agua potable requerido al aumentar la población, así como los incrementos necesarios en las fuentes de abastecimiento. Para la formulación de esta tabla, se consideró que los pozos y el equipo de rebombeo, tienen la misma probabilidad de falla, pretendiendo en todo momento suministrar el abastecimiento aún sin contar con alguno de los elementos del equipo de extracción, satisfaciendo las demandas con el equipo res-



ante. La tabla V.1 se integra con los datos siguientes:

- AÑO Representa el año en estudio
- POBLACION Representa la población en estudio (hab.)
- DOTACION Representa la dotación del año en estudio (Lt/hab/día).
- CONSUMO Representa el consumo diario en estiaje (M<sup>3</sup>/día).

Los encabezados de la columna 1 a la 3 representan los gastos de extracción en (lt/seg), provenientes de los pozos profundos. En la columna 1 los existentes actualmente, en la 2 y 3 los proyectados dentro de los terrenos propiedad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

1. Captación con que se cuenta actualmente.
2. Captación incrementada con un pozo de 45 (lt/seg).
3. Captación incrementada con un pozo de 105 (lt/seg).

Las columnas a,b,c, que aparecen debajo de cada uno de los -

encabezados, nos indican tiempos de operación en horas, de acuerdo a las combinaciones siguientes:

- a) Con todo el equipo en operación.
- b) Sin operar el /0 uno de los pozo(s) de menor gasto.
- c) Sin operar el /0 uno de los pozo(s) de mayor gasto.

Al estudiar la tabla V.1, advertimos la necesidad de contar de inmediato con otra fuente que proporcione aproximadamente un gasto de 105 (Lt/seg), encabezado 3, para satisfacer la demanda hasta el año 2000.

Se ha mencionado que el Departamento del Distrito Federal ha ofrecido proporcionar una toma municipal, sin embargo, sabemos que actualmente no cuenta con el volumen suficiente para derivarlo a Ciudad Universitaria. Resulta más viable pensar que la propia Universidad Nacional Autónoma de México solicite a la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos permiso para perforar un pozo profundo, o bien una reposición, ya que el pozo del vivero (Pozo 3), por su bajo gastos, está próximo a dejarse de explotar.

AÑO	POBLACION	DOTACION (LTS/HAB/DIA)	CONSUMO DIA- RIO (M3).	1			2			3		
				45 LTS/SEG	45 LTS/SEG	105 LTS/SEG	45 LTS/SEG	45 LTS/SEG	105 LTS/SEG	45 LTS/SEG	45 LTS/SEG	105 LTS/SEG
				a	b	c	a	b	c	a	b	c
1980	131,555	56	7367	14	19	45	10	14	23	8	10	14
1985	145,247	57	8279	15	22	51	12	15	26	9	11	16
1990	160,364	58	9301	17	25	57	13	17	29	10	12	17
1995	177,055	60	10623	20	28	66	15	20	33	12	14	20
2000	195,483	61	11924	22	32	74	17	22	37	13	16	22

**TABLA V.1** Tiempos requeridos en el bombeo dependientes del equipo que se encuentre en operación, regando las áreas verdes con agua tratada.

(Días hábiles)

## **OPTIMIZACION DE LOS TIEMPOS DE BOMBEO:**

Una vez conocidos los incrementos en la captación para el periodo de diseño, se hace tabularmente el funcionamiento del subistema captación - regulación, definiendo los niveles y tiempos de operación óptimos, resultados del estudio.

Al contarse con la P.T.A.R., ya no se tendrán 4 leyes de demandas horarias (estiaje y lluvia para días hábiles e inhábiles) calculadas en el Capítulo III, serán únicamente 2: días hábiles e inhábiles, pues en estiaje las demandas y la dotación se verán reducidas, transformándose a los valores obtenidos en lluvia. Por lo tanto, se tendrán exclusivamente 2 tipos de bombeo durante el año.

Se presentan 4 tablas para cada quinquenio de 1980 al 2000, 4 para días hábiles y 4 para inhábiles, con las variantes en el funcionamiento descritas a continuación:

### **DIAS HABILES:**

Tabla 1: Encabezado 3-b de la Tabla V.1, sin operar el pozo de menor capacidad y considerando como volumen inicial en el tanque alto (cero), encontrando de esta manera el volumen necesario de tanque de acuerdo al bombeo propuesto.

Tabla 2: Encabezado 3-b de la Tabla V.1, sin operar el pozo de menor capacidad, con un volumen aprovechable en el tanque

alto, de aproximadamente 1/2 de su capacidad. El inicio del bombeo será a las 7:00 AM, ya que a esta hora se presentan las mayores demandas en la red, suspendiéndose la operación de alguno de ellos, a la mitad del tiempo requerido que se indica en la Tabla 1, Columna 4.

Tabla 3: Encabezado 3-c Tabla V.1, sin operar uno de los pozos de mayor capacidad, considerando como volumen inicial en los tanques (cero), determinando de esta manera la capacidad de tanques de acuerdo al bombeo propuesto.

Tabla 4: Encabezado 3-c Tabla V.1, sin operar uno de los pozos de mayor capacidad, considerando que el tanque bajo estuviera lleno y el alto aproximadamente a la mitad de su capacidad.

#### DIAS INHABILES:

Tabla 5: Encabezado 1-b de la Tabla V.2, operando uno de los pozos de mayor capacidad, considerando como volumen inicial en el tanque alto (cero), encontrando de esta manera el volumen necesario de tanque de acuerdo al bombeo propuesto.

Tabla 6: Encabezado 1-b de la Tabla V.2, operando uno de los pozos de mayor capacidad, con un volumen aprovechable en el tanque alto de aproximadamente la mitad de su capacidad. El bombeo en estos días se realiza sin utilizar el tanque bajo, pretendiendo simplificar la operación.

Al pose nuevo lo llamaremos PH, proponiendo se lleve un sistema operativo rotatorio, para dar el mantenimiento adecuado a cada uno de los elementos integrantes y además para que el equipo no se deteriore por falta de uso. Creemos conveniente se lleven programas semanales, los ciclos podrían formarse como sigue:

Primera Semana  
Segunda Semana  
Tercera Semana  
Cuarta Semana

P 1            -            P 2  
P 2            -            P N  
P N            -            P 1

Igual a la primera, etc.



AÑO	POBLACION	DOTACION (LTS/HAB/DIA)	CONSUMO DIA RIO (M3.)	1			2			3		
				45 LTS/SEG 105 LTS/SEG			45 LTS/SEG 45 LTS/SEG 105 LTS/SEG			45 LTS/SEG 105 LTS/SEG 105 LTS/SEG		
				a	b	c	a	b	c	a	b	c
1980	131,555	43	5657	10	15	35	8	10	17	6	7	10
1985	145,247	44	6391	12	17	39	9	12	20	7	8	12
1990	160,364	45	7216	13	19	45	10	13	22	8	10	13
1995	177,055	47	8322	15	22	51	12	15	26	9	11	16
2000	195,483	47	9188	17	24	57	13	17	28	10	12	17

**TABLA V.2** Tiempos requeridos en el bombeo dependientes del equipo que se encuentre en operación regando las áreas verdes con agua tratada.

( Días Inhabiles)



DIAS HABLES

TABLA 1

1980  
OPERACION COLUMNA 3-b

HORAS	1		2 (1-3)		3		4		5 (3+4-6)		6	7
	ENTRADAS AL TANQUE BAJO Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE BAJO		ENTRADAS AL TANQUE ALTO (SALIDAS TANQUE BAJO) Q S/L V/H		Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE ALTO		EXTRACCION TANQUE ALTO	LEY DE BOM. HORARIA EN S
0 - 1										1439	187	61
1 - 2										1252	187	61
2 - 3										1065	187	61
3 - 4										878	187	61
4 - 5										691	187	61
5 - 6										504	187	61
6 - 7										317	205	93
7 - 8						210	756			398	358	117
8 - 9						210	756			744	410	134
9 - 10						210	756			1072	428	140
10 - 11						210	756			1390	438	143
11 - 12						210	756			1702	444	145
12 - 13						210	756			2020	438	143
13 - 14						210	756			2360	416	136
14 - 15						210	756			2706	410	134
15 - 16						210	756			3070	392	128
16 - 17						210	756			3453	373	122
17 - 18										3101	352	115
18 - 19										2772	328	106
19 - 20										2480	297	97
20 - 21										2223	257	84
21 - 22										2000	223	73
22 - 23										1813	187	61
23 - 24										1626	187	61

POBLACION = 131,555 Hab.  
DOTACION = 56 Lts/hab/día

10 Hrs 7560 M3.

7367 M3.

VOLUMEN TANQUE ALTO = (3453 + 0000) = 3453 M3.

$$Q_m = \frac{D \times F}{86400} = 85 \text{ Lts/seg} = 306 \text{ M3./Hr.}$$

DIAS HABILDES

TABLA 2

1980  
OPERACION COLUMBA 3-6

HORAS	1		2 (1-3)		3		4		5 (3+4-6)		6		7	
	ENTRADAS AL TANQUE BAJO Q L/S V/H		VOLUMEN INT CIAL TANQUE BAJO		ENTRADAS AL TANQUE ALTO (SALIDAS TAN QUE BAJO Q S/L V/H		Q L/S V/H		VOLUMEN INT CIAL TANQUE ALTO		EXTRACCION TANQUE AL TO		LEY DE DEP. HORARIA EN S	
0 - 1										2811		187		61
1 - 2										2624		187		61
2 - 3										2437		187		61
3 - 4										2250		187		61
4 - 5										2063		187		61
5 - 6										1876		187		61
6 - 7										1690		285		93
7 - 8							210	756		2148		358		117
8 - 9							210	756		2484		410		134
9 - 10							210	756		2622		428		140
10 - 11							210	756		3140		438		143
11 - 12							210	756		3452		444		145
12 - 13							105	378		3392		438		143
13 - 14							105	378		3354		418		138
14 - 15							105	378		3322		410		134
15 - 16							105	378		3308		392		128
16 - 17							105	378		3313		373		122
17 - 18							105	378		3339		362		115
18 - 19							105	378		3393		324		106
19 - 20							105	378		3474		297		97
20 - 21							105	378		3595		257		84
21 - 22										3372		223		73
22 - 23										3185		187		61
23 - 24										2998		187		61

7367 M3.

POBLACION = 131,555 Hab.  
DOTACION = 56 Lts/heb/día

$Q_m = D \times P$   
86400 = 85 Lts/seg = 306 M3/hr.

123

DIAS HABILES

TABLA 3

1960  
OPERACION COLUMNA 3-C

HORAS	1		2 (1-3)		3		4		5 (3+4-6)		6	7
	ENTRADAS AL TANQUE BAJO Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE BAJO		ENTRADAS AL TANQUE ALTO (SALIDAS TANQUE BAJO) Q S/L V/H		Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE ALTO		EXTRACCION TANQUE ALTO	LEY DE GEN. HORARIA EN S
0 - 1										1115	187	61
1 - 2										928	187	61
2 - 3										741	187	61
3 - 4										554	187	61
4 - 5										367	187	61
5 - 6										180	187	61
6 - 7			0000	*						000	*	61
7 - 8	45	162	- 54	60	216	105	378			236	358	117
8 - 9	45	162	- 108	60	216	105	378			420	410	138
9 - 10	45	162	- 162	60	216	105	378			588	428	168
10 - 11	45	162	- 216	60	216	105	378			742	438	143
11 - 12	45	162	- 270	60	216	105	378			892	444	165
12 - 13	45	162	- 324	60	216	105	378			1048	438	183
13 - 14	45	162	- 378	60	216	105	378			1226	418	138
14 - 15	45	162	- 432	60	216	105	378			1410	418	138
15 - 16	45	162	- 486	60	216	105	378			1612	382	128
16 - 17	45	162	- 540			105	378			1617	373	122
17 - 18	45	162	- 594			105	378			1643	362	115
18 - 19	45	162	0000			105	378			1697	324	108
19 - 20						105	378			1778	297	97
20 - 21						105	378			1889	*	88
21 - 22										1676	223	73
22 - 23										1488	187	61
23 - 24										1302	187	61

12 Hrs. 1944 M3.

9 Hrs. 1940M3 146Hrs 5292M3.

7367M3.

POBLACION = 131,555 Hab.  
DOTACION = 56 Lts/hab/dfaVOLUMEN TANQUE BAJO = (0+486) = 486 M3.  
VOLUMEN TANQUE ALTO = (-105+1699) = 2004 M3. $Q_m = \frac{D \times P}{86400} = 85 \text{ Lts/seg} = 306 \text{ M3/Hr}$

DIAS HABILES

TABLA 4

1960  
OPERACION COLUMNA 3-c

HORAS	1		2 (1-3)		3		4		5 (3+4-6)		6	7
	ENTRADAS AL TANQUE BAJO Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE BAJO		ENTRADAS AL TANQUE ALTO (SALIDAS TANQUE BAJO) Q S/L V/H		Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE ALTO		EXTRACCION TANQUE ALTO	LEY DE DEN. HORARIA EN %
0 - 1										3080	187	61
1 - 2										2893	187	61
2 - 3										2706	187	61
3 - 4										2519	187	61
4 - 5										2332	187	61
5 - 6										2145	187	61
6 - 7				1750						1958	286	93
7 - 8	45	162		1696	60	216	105	378		1985	359	117
8 - 9	45	162		1642	60	216	105	378		2169	410	134
9 - 10	45	162		1588	60	216	105	378		2355	428	140
10 - 11	45	162		1534	60	216	105	378		2491	438	143
11 - 12	45	162		1480	60	216	105	378		2641	444	145
12 - 13	45	162		1426	60	216	105	378		2797	438	143
13 - 14	45	162		1372	60	216	105	378		2975	416	136
14 - 15	45	162		1318	60	216	105	378		3199	410	134
15 - 16	45	162		1264	60	216	105	378		3361	392	128
16 - 17	45	162		1210			105	378		3566	373	122
17 - 18	45	162		1156			105	378		3808	352	115
18 - 19	45	162		1102			105	378		4092	328	108
19 - 20							105	378		4434	297	97
20 - 21							105	378		4844	257	84
21 - 22										5341	223	73
22 - 23										5944	187	61
23 - 24										6267	187	61

12Hrs. 1944 M3.

9 Hrs. 1944M3. 14Hrs. 5292 M3.

DIAS INHABILES

TABLA 5

1990  
OPERACION COLUMNA 1-b

HORAS	1		2 (1-3)		3		4		5 (3+4-6)		6	7
	ENTRADAS AL TANQUE BAJO Q L/S	V/H	VOLUMEN INI- CIAL TANQUE BAJO	ENTRADAS AL TANQUE ALTO (SALIDAS TAN- QUE BAJO Q S/L	V/H	Q L/S	V/H	VOLUMEN INI- CIAL TANQUE ALTO	EXTRACCION TANQUE AL- TO	LEY DE DEN- SIFICACION EN S		
0 - 1									1343		190	01
1 - 2									1153		190	01
2 - 3									963		190	01
3 - 4									773		190	01
4 - 5									583		190	01
5 - 6									393		190	01
6 - 7									203		342	106
7 - 8						105	378		43		335	103
8 - 9						105	378		147		274	117
9 - 10						105	378		251		274	117
10 - 11						105	378		355		274	117
11 - 12						105	378		459		267	114
12 - 13						105	378		570		274	117
13 - 14						105	378		681		267	114
14 - 15						105	378		789		260	111
15 - 16						105	378		897		253	108
16 - 17						105	378		1009		246	105
17 - 18						105	378		1118		239	102
18 - 19						105	378		1226		232	99
19 - 20						105	378		1332		225	96
20 - 21						105	378		1437		218	93
21 - 22						105	378		1541		211	90
22 - 23									1643		204	87
23 - 24									1743		190	01

15 Hrs. 8670M3.

8619 M3.

POBLACION = 131,555 Hab.  
DOTACION = 43 Lts/hab/día

VOLUMEN TANQUE = (1913 ÷ 0000) = 1913 M3.

$Q_m = D \times P$   
86400 = 65 Lts/seg = 234 M3/hr.

HORAS	1		2 (1-3)		3		4		5 (3+4-6)		6	7
	ENTRADAS AL TANQUE BAJO Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE BAJO		ENTRADAS AL TANQUE ALTO (SALIDAS TANQUE BAJO) Q S/L V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE ALTO		EXTRACCION TANQUE ALTO		LEY DE BEN. HORARIA EN %	
0 - 1									3083	180	81	
1 - 2									2903	180	81	
2 - 3									2713	180	81	
3 - 4									2523	180	81	
4 - 5									2333	180	81	
5 - 6									2143	180	81	
6 - 7									1953	342	148	
7 - 8					105	378			1763	336	143	
8 - 9					105	378			1577	274	117	
9 - 10					105	378			1391	274	117	
10 - 11					105	378			1205	274	117	
11 - 12					105	378			1019	257	114	
12 - 13					105	378			833	274	117	
13 - 14					105	378			647	267	114	
14 - 15					105	378			461	250	111	
15 - 16					105	378			275	238	107	
16 - 17					105	378			89	238	107	
17 - 18					105	378				229	98	
18 - 19					105	378			319	206	89	
19 - 20					105	378			133	206	89	
20 - 21					105	378			47	206	89	
21 - 22					105	378			363	187	81	
22 - 23									3473	180	81	
23 - 24									3283	180	81	
									13473.567043.		5879 PD.	

POBLACION = 131,555 Hab.  
DOTACION = 43 Lts/hab/dia

$Q_m = \frac{D \times P}{3600} = 65 \text{ Lts/seg} = 234 \text{ M3/hr.}$

DIAS HABILES

TABLA 1

1985  
COMBINACION 3 - b

HORAS	ENTRADAS AL TANQUE BAJO		VOLUMEN INICIAL TANQUE BAJO	ENTRADAS AL TANQUE ALTO (SALIDAS TANQUE BAJO)				VOLUMEN INICIAL TANQUE ALTO	EXTRACCION TANQUE ALTO	LEY DE DISTRIBUCION HORARIA EN S
	Q L/S	V/H		Q S/L	V/H	Q L/S	V/H			
0 - 1								1417	210	61
1 - 2								1207	210	61
2 - 3								997	210	61
3 - 4								787	210	61
4 - 5								577	210	61
5 - 6								367	210	61
6 - 7								157	210	61
7 - 8					210	756		357	402	117
8 - 9					210	756		646	402	136
9 - 10					210	756		935	402	125
10 - 11					210	756		1182	402	124
11 - 12					210	756		1430	402	123
12 - 13					210	756		1701	402	122
13 - 14					210	756		1980	402	121
14 - 15					210	756		2282	402	120
15 - 16					210	756		2595	402	119
16 - 17					210	756		2917	402	118
17 - 18					210	756		3250	402	117
18 - 19								2924	308	106
19 - 20								2600	335	97
20 - 21								2299	290	88
21 - 22								2007	252	73
22 - 23								1837	210	61
23 - 24								1627	210	61

11 Hrs. 8316 M3.

8279 M3.

VOLUMEN TANQUE ALTO = (0000+3290) = 3290 M3.

POBLACION = 145,247 Hab.  
DOTACION = 57 Lts/hab/día $Q_m = Q \times D$   
 $\frac{86400}{86400} = 96 \text{ Lts/seg} = 345 \text{ M3/hr.}$



TABLA 2

DIAS HABILES

1965  
OPERACION COLUMBA 3 - B

HORAS	ENTRADAS AL TANQUE BAJO		VOLUMEN INICIAL TANQUE BAJO		ENTRADAS AL TANQUE ALTO (SALIDAS TANQUE BAJO)		VOLUMEN INICIAL TANQUE ALTO		EXTRACCION TANQUE ALTO	LEY DE DEP. HORARIA EN %
	Q L/S	V/H	Q S/L	V/H	Q L/S	V/H	Q S/L	V/H		
0 - 1								3167	210	61
1 - 2								2957	210	61
2 - 3								2747	210	61
3 - 4								2537	210	61
4 - 5								2327	210	61
5 - 6								2117	210	61
6 - 7								1907	321	93
7 - 8					210	756		2102	404	117
8 - 9					210	756		2304	462	134
9 - 10					210	756		2506	493	140
10 - 11					210	756		2708	493	143
11 - 12					210	756		3108	500	145
12 - 13					210	786		3491	593	143
13 - 14					105	378		3380	600	138
14 - 15					105	378		3276	662	134
15 - 16					105	378		3212	662	128
16 - 17					105	378		3169	621	122
17 - 18					105	378		3150	607	116
18 - 19					105	378		3162	585	108
19 - 20					105	378		3205	585	97
20 - 21					105	378		3293	590	84
21 - 22					105	378		3419	552	73
22 - 23					105	378		3587	210	61
23 - 24								3377	210	61

16Hrs. 8316 M3.

8279 M3.

POBLACION = 145,247 Hab.  
 DOTACION = 57 Lts/hab/día

$$Q_m = \frac{Q \times D}{86400} = 96 \text{ Lts/seg} = 345 \text{ M3/hr.}$$

DIAS

TABLA 3

1985  
CONTINUACION 3-c

HORAS	1		2 (1-3)		3		4		5 (3+4-6)		6	7
	ENTRADAS AL TANQUE BAJO Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE BAJO		ENTRADAS AL TANQUE ALTO (SALIDAS TANQUE BAJO) Q S/L V/H		Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE ALTO		EXTRACCION TANQUE ALTO	LEY DE DEM. HORARIA EN S
0 - 1										1309	210	61
1 - 2										1099	210	61
2 - 3										889	210	61
3 - 4										679	210	61
4 - 5										469	210	61
5 - 6										259	210	61
6 - 7			0000							49	210	61
7 - 8	45	162	- 54	60	216	105	378			199	484	117
8 - 9	45	162	- 108	60	216	105	378			322	482	134
9 - 10	45	162	- 162	60	216	105	378			433	482	140
10 - 11	45	162	- 216	60	216	105	378			534	493	143
11 - 12	45	162	- 270	60	216	105	378			628	500	145
12 - 13	45	162	- 324	60	216	105	378			725	493	143
13 - 14	45	162	- 378	60	216	105	378			824	489	138
14 - 15	45	162	- 432	60	216	105	378			926	482	134
15 - 16	45	162	- 486	60	216	105	378			1030	482	130
16 - 17	45	162	- 540	60	216	105	378			1131	421	122
17 - 18	45	162	- 594			105	378			1232	397	115
18 - 19	45	162	- 648			105	378			1304	368	108
19 - 20	45	162	- 702			105	378			1377	335	97
20 - 21	45	162	- 756			105	378			1435	299	84
21 - 22						105	378			1481	252	73
22 - 23						105	378			1519	210	61
23 - 24										1519	210	61

14 Hrs.

70 Hrs. 2160M<sup>3</sup>. 16Hrs. 6048M<sup>3</sup>.8279 M<sup>3</sup>.

POBLACION = 145,247 Hab.  
DOTACION = 57 Lts/hab/dfa

VOLUMEN TANQUE BAJO = (0000-540) = 540 M<sup>3</sup>.  
VOLUMEN TANQUE ALTO = (-62-1729) = 1791 M<sup>3</sup>.

$Q_m = Q \times D$   
86400 = 96 Lts/seg = 345 M<sup>3</sup>/Hr.

HORAS	1		2 (1-3)		3		4		5 (3+4-5)		6		7	
	ENTRADAS AL TANQUE BAJO Q L/S V/H		VOLUPEN INICIAL TANQUE BAJO		ENTRADAS AL TANQUE ALTO (SALIDAS TANQUE BAJO) Q S/L V/H		VOLUPEN INICIAL TANQUE ALTO		EXTRACCION TANQUE ALTO		LEY DE DER. HORARIA EN S			
0 - 1									3069		210		61	
1 - 2									2699		210		61	
2 - 3									2639		210		61	
3 - 4									2429		210		61	
4 - 5									2219		210		61	
5 - 6									2009		210		61	
6 - 7			1750						1500		321		53	
7 - 8	45	162	1686	60	216	105	378	1990		600		117		
8 - 9	45	162	1662	60	216	105	378	2072		652		136		
9 - 10	45	162	1590	60	216	105	378	2183		683		140		
10 - 11	45	162	1530	60	216	105	378	2284		693		143		
11 - 12	45	162	1480	60	216	105	378	2378		700		145		
12 - 13	45	162	1435	60	216	105	378	2479		705		147		
13 - 14	45	162	1392	60	216	105	378	2584		709		148		
14 - 15	45	162	1350	60	216	105	378	2700		712		149		
15 - 16	45	162	1264	60	216	105	378	2820		715		150		
16 - 17	45	162	1230	60	216	105	378	2941		717		151		
17 - 18	45	162	1202			105	378	3062		719		152		
18 - 19	45	162	1174			105	378	3184		720		153		
19 - 20	45	162	1150			105	378	3307		721		154		
20 - 21	45	162	1128			105	378	3435		722		155		
21 - 22						105	378	3569		723		156		
22 - 23						105	378	3709		724		157		
23 - 24								3269		210		61		

14 Hrs. 2268 M3.

10Hrs. 2160M3. 16Hrs. 6048M3.

8279 M3.

POBLACION = 145,247 Hab.  
DOTACION = 57 Kts/hab/dia

$$Q_m = \frac{Q \times D}{86400} = 96 \text{ Lts/seg} = 345 \text{ M3/hr.}$$

DIAS INHABILES

TABLA 5

1965  
OPERACION COLUMNA 1-B

HORAS	1		2 (1-3)		3		4		5 (3+4-6)		6		7	
	ENTRADAS AL TANQUE BAJO Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE BAJO		ENTRADAS AL TANQUE ALTO (SALIDAS TANQUE BAJO) Q S/L V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE ALTO		EXTRACCION TANQUE ALTO		LEY DE DEM. HORARIA EN S			
0 - 1									1513		215		01	
1 - 2									1298		215		01	
2 - 3									1083		215		01	
3 - 4									868		215		01	
4 - 5									653		215		01	
5 - 6									438		215		01	
6 - 7									223		215		01	
7 - 8							105	378	- 2		200		103	
8 - 9							105	378	66		311		112	
9 - 10							105	378	152		311		112	
10 - 11							105	378	238		311		112	
11 - 12							105	378	324		302		114	
12 - 13							105	378	410		311		112	
13 - 14							105	378	496		302		114	
14 - 15							105	378	582		295		111	
15 - 16							105	378	668		286		107	
16 - 17							105	378	754		279		101	
17 - 18							105	378	840		271		95	
18 - 19							105	378	926		264		89	
19 - 20							105	378	1012		254		83	
20 - 21							105	378	1098		246		77	
21 - 22							105	378	1184		238		71	
22 - 23							105	378	1270		215		01	
23 - 24							105	378	1356		215		01	

17 Hrs. 6426 M3.

6304 M3.

POBLACION = 145,247 Hab.  
 DOTACION = 64 Lts/hab/día

VOLUMEN TANQUE = (1728 + 0000) = 1728 M3.

$$Q_m = \frac{D \times P}{86400} = 74 \text{ Lts/seg} = 266 \text{ M3/Hr.}$$

DIAS INHABILES

TABLA 6

1968  
OPERACION COLUMBA I - B

HORAS	1		2 (1-3)		3		4		5 (3+4-6)		6		7	
	ENTRADAS AL TANQUE BAJO Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE BAJO		ENTRADAS AL TANQUE ALTO (SALIDAS TANQUE BAJO) Q S/L V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE ALTO		EXTRACCION TANQUE ALTO		LEY DE NEN. NORMALIA EN S			
0 - 1										3263		215		81
1 - 2										3048		215		81
2 - 3										2833		215		81
3 - 4										2618		215		81
4 - 5										2403		215		81
5 - 6										2188		215		81
6 - 7										1973		308		145
7 - 8							105	378		1758		308		145
8 - 9							105	378		1543		311		117
9 - 10							105	378		1328		311		117
10 - 11							105	378		1113		311		117
11 - 12							105	378		898		308		114
12 - 13							105	378		683		311		117
13 - 14							105	378		468		308		114
14 - 15							105	378		253		308		114
15 - 16							105	378		38		305		108
16 - 17							105	378		273		308		108
17 - 18							105	378		58		281		98
18 - 19							105	378		258		274		98
19 - 20							105	378		43		254		98
20 - 21							105	378		380		254		98
21 - 22							105	378		3152		226		88
22 - 23							105	378		3315		215		81
23 - 24							105	378		3478		215		81

17Hrs. 6426M3.

638M3.

POBLACION = 145,247 Hab.  
DOTACION = 44 Lt/hab/dfa

$$Q_m = \frac{D \times P}{86400} = 74 \text{ Lts/seg} = 266 \text{ M}^3/\text{hr.}$$

DIAS HABILES

TABLA 1

1990  
COMBINACION 3-6

HORAS	1		2 (1-3)		3		4		5 (3+4-6)		6		7	
	ENTRADAS AL TANQUE BAJO Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE BAJO		ENTRADAS AL TANQUE ALTO (SALIDAS TANQUE BAJO) Q S/L V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE ALTO		EXTRACCION TANQUE ALTO		LEY DE HENRI NORMARIA EN S			
0 - 1									1294		237	61		
1 - 2									1057		237	61		
2 - 3									820		237	61		
3 - 4									583		237	61		
4 - 5									346		237	61		
5 - 6									109		237	61		
6 - 7									262		262	93		
7 - 8						210	756		301		458	117		
8 - 9						210	756		532		501	124		
9 - 10						210	756		747		506	125		
10 - 11						210	756		947		506	125		
11 - 12						210	756		1130		524	128		
12 - 13						210	756		1300		524	128		
13 - 14						210	756		1455		524	128		
14 - 15						210	756		1601		521	128		
15 - 16						210	756		1699		498	128		
16 - 17						210	756		1790		475	122		
17 - 18						210	756		1740		447	115		
18 - 19						210	756		1683		412	106		
19 - 20									1616		377	97		
20 - 21									1540		347	88		
21 - 22									1456		304	77		
22 - 23									1706		237	61		
23 - 24									1831		237	61		

12hrs. 507213.

9301 M3.

POBLACION = 160,364 Hab.  
 DOTACION = 58 Lts/hab/dfa

VOLUMEN TANQUE ALTO = (263 + 2993) = 3256 M3.

$$Q_m = \frac{P \times D}{3600} = 108 \text{ Lts/seg} = 389 \text{ M3/hr.}$$

DIAS MÓVILES

TABLA 2

1980  
OPERACION COLUMBIA 3.0

HORAS	1		2 (1-3)		3		4		5 (3+4-5)		6		7	
	ENTRADAS AL TANQUE BAJO Q L/S	V/M	VOLUMEN INI- CIAL TANQUE BAJO	ENTRADAS AL TANQUE ALTO (SALIDAS TAN- QUE BAJO Q S/L	V/M	Q L/S	V/M	VOLUMEN INI- CIAL TANQUE ALTO	EXTRACCION TANQUE AL- TO	LEY DE DEM. HORARIA EN S				
0 - 1						105	378		3044	237	63			
1 - 2						105	378		3106	237	63			
2 - 3									2908	237	63			
3 - 4									2711	237	63			
4 - 5									2478	237	63			
5 - 6									2237	237	63			
6 - 7									1925	362	93			
7 - 8						210	756		2051	455	117			
8 - 9						210	756		2206	471	123			
9 - 10						210	756		2377	486	126			
10 - 11						210	756		2557	498	127			
11 - 12						210	756		2746	508	130			
12 - 13						210	756		2944	516	132			
13 - 14						105	378		3151	522	133			
14 - 15						105	378		3367	527	134			
15 - 16						105	378		3592	530	135			
16 - 17						105	378		3826	532	136			
17 - 18						105	378		4069	533	137			
18 - 19						105	378		4321	534	138			
19 - 20						105	378		4581	535	139			
20 - 21						105	378		4849	536	140			
21 - 22						105	378		5125	537	141			
22 - 23						105	378		5409	538	142			
23 - 24						105	378		5701	539	143			

19 hrs. 3450 M3.

9301 P3.

POBLACION = 160,364 Hab.  
DOTACION = 58 Lts/hab/día

$Q_m = P \times D$   
65400 = 108 Kts/sag = 309 M3/hr.



HORAS	1		2 (1-3)		3		4		5 (3+4-6)		6	7
	ENTRADAS AL TANQUE BAJO Q L/S V/H		VOLIMEN INT CIAL TANQUE BAJO		ENTRADAS AL TANQUE ALTO (SALIDAS TAN QUE BAJO Q S/L V/H		Q L/S V/H		VOLIMEN INT CIAL TANQUE ALTO		EXTRACCION TANQUE AL TO	LEY DE DEP. HORARIA EN S
0 - 1							105	378		1260	237	61
1 - 2										1600	237	61
2 - 3										786	237	61
3 - 4										529	237	61
4 - 5										272	237	61
5 - 6										15	237	61
6 - 7			8000							7000	362	99
7 - 8	45	162	- 84	88	216	105	378		130	456	117	
8 - 9	45	162	- 168	88	216	105	378		212	631	136	
9 - 10	45	162	- 162	88	216	105	378		281	546	126	
10 - 11	45	162	- 216	88	216	105	378		350	526	124	
11 - 12	45	162	- 270	88	216	105	378		420	504	120	
12 - 13	45	162	- 324	88	216	105	378		490	486	120	
13 - 14	45	162	- 378	88	216	105	378		560	466	116	
14 - 15	45	162	- 432	88	216	105	378		630	446	112	
15 - 16	45	162	- 486	88	216	105	378		700	426	108	
16 - 17	45	162	- 540	88	216	105	378		770	406	104	
17 - 18	45	162	- 594	88	216	105	378		840	386	100	
18 - 19	45	162	- 648	88	216	105	378		910	366	96	
19 - 20	45	162	- 702			105	378		980	346	92	
20 - 21	45	162	- 756			105	378		1050	326	88	
21 - 22	45	162	- 810			105	378		1120	306	84	
22 - 23	45	162	- 864			105	378		1190	286	80	
23 - 24						105	378		1260	266	76	
									1477	237	61	

16 hrs. 2992 M3.

12 hrs. 2992 M3. 16 hrs. 6004 M3.

9381 M3.

POBLACION = 160,364 Hab.  
 DOTACION = 58 Lts/Hab/día

VOLIMEN TANQUE BAJO = ( 0 + -846 ) = 846 M3.  
 VOLIMEN TANQUE ALTO = ( -307 + 1477 ) = 1780 M3.

$Q_m = \frac{Q \times D}{86400} = 108 \text{ Lts/seg} = 389 \text{ M3/hr.}$

HORAS	1		2 (1-3)		3		4		5 (3+4-6)		6		7	
	ENTRADAS AL TANQUE BAJO Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE BAJO		ENTRADAS AL TANQUE ALTO (SALIDAS TANQUE BAJO) Q S/L V/H		Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE ALTO		EXTRACCION TANQUE ALTO		LEY DE DEMANDARIA EN S	
0 - 1							105	378		3368		237		61
1 - 2										3131		237		61
2 - 3										2984		237		61
3 - 4										2857		237		61
4 - 5										2730		237		61
5 - 6										2603		237		61
6 - 7			1750							2476		237		61
7 - 8	45	162	1696	60	216	105	378			1689		455		117
8 - 9	45	162	1642	60	216	105	378			1662		521		130
9 - 10	45	162	1588	60	216	105	378			2011		595		149
10 - 11	45	162	1534	60	216	105	378			2049		556		143
11 - 12	45	162	1480	60	216	105	378			2078		564		145
12 - 13	45	162	1426	60	216	105	378			2117		556		143
13 - 14	45	162	1372	60	216	105	378			2182		529		136
14 - 15	45	162	1318	60	216	105	378			2255		501		128
15 - 16	45	162	1264	60	216	105	378			2351		478		122
16 - 17	45	162	1210	60	216	105	378			2470		475		121
17 - 18	45	162	1156	60	216	105	378			2617		447		115
18 - 19	45	162	1102	60	216	105	378			2799		412		106
19 - 20	45	162	1048				105	378		2888		377		97
20 - 21	45	162	1425				105	378		2881		377		97
21 - 22	45	162	1371				105	378		2955		350		91
22 - 23	45	162	1317				105	378		3055		327		84
23 - 24			1750				105	378		3277		327		84

16 Hrs. 259203.

12 Hrs. 259203. 18 Hrs. 600403.

930403.

POBLACION = 160,364 Hab.

DOTACION - 58 Lts/hab/día

$$Q_m = \frac{Q \times D}{86400} = 108 \text{ Lts/seg} = \text{M3/hr.}$$

DIAS INHABILES

TABLA 5

1990  
OPERACION COLUMNA 1 - B

HORAS	1		2 (1-3)		3		4		5 (3+4-6)		6	7
	ENTRADAS AL TANQUE BAJO Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE BAJO		ENTRADAS AL TANQUE ALTO (SALIDAS TANQUE BAJO) Q S/L V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE ALTO		EXTRACCION TANQUE ALTO		LEY DE BOM. HERRERIA EN S	
0 - 1					185	378		1231		244	81	
1 - 2					185	378		1121		244	81	
2 - 3								1121		244	81	
3 - 4								877		244	81	
4 - 5								633		244	81	
5 - 6								389		244	81	
6 - 7								145		244	81	
7 - 8					185	378		0		244	81	
8 - 9					185	378		0		244	81	
9 - 10					185	378		0		244	81	
10 - 11					185	378		0		244	81	
11 - 12					185	378		0		244	81	
12 - 13					185	378		0		244	81	
13 - 14					185	378		150		244	81	
14 - 15					185	378		164		244	81	
15 - 16					185	378		209		244	81	
16 - 17					185	378		254		244	81	
17 - 18					185	378		377		244	81	
18 - 19					185	378		600		244	81	
19 - 20					185	378		600		244	81	
20 - 21					185	378		710		244	81	
21 - 22					185	378		820		244	81	
22 - 23					185	378		930		244	81	
23 - 24					185	378		1047		244	81	

19 Hrs. 718243.

722443.

POBLACION = 160,364 Hab.  
DOTACION = 45 Lts/hab/día

VOLUMEN TANQUE = (1365 + 52) = 1417 M3.

$Q = D \times P$   
SECUNDO = 84 Lts/seg = 301 M3/hr.

HORAS	1		2 (1-3)		3		4		5 (3+4-6)		6		7	
	ENTRADAS AL TANQUE BAJO Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE BAJO		ENTRADAS AL TANQUE ALTO (SALIDAS TANQUE BAJO) Q S/L V/H		Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE ALTO		EXTRACCION TANQUE ALTO		LEY DE DEM. HORARIA EN %	
0 - 1							105	376		2901		244		81
1 - 2							105	378		3115		244		81
2 - 3										2871		244		81
3 - 4										2627		244		81
4 - 5										2383		244		81
5 - 6										2139		244		81
6 - 7										1895		439		46
7 - 8							105	378		1651		430		43
8 - 9							105	378		1724		352		117
9 - 10							105	378		1796		352		117
10 - 11							105	378		1776		352		117
11 - 12							105	378		1811		343		114
12 - 13							105	378		1835		352		117
13 - 14							105	378		1870		343		114
14 - 15							105	378		2003		334		111
15 - 16							105	378		1978		322		107
16 - 17							105	378		2024		324		107
17 - 18							105	378		2127		296		99
18 - 19							105	378		2240		285		96
19 - 20							105	378		2353		285		96
20 - 21							105	378		2466		285		96
21 - 22							105	378		2679		296		99
22 - 23							105	378		2713		244		81
23 - 24							105	378		2847		244		81

19 Hrs.

POBLACION = 160,364 Hab.  
DOTACION = 45 Lts/hab/día

$Q_m = D \times P = 84 \text{ Lts/seg} = 301 \text{ M}^3/\text{hr.}$   
85400

DIAS HABILES

TABLA 1

1995  
OPERACION COLUMNA 3-6

HORAS	1		2 (1-3)		3		4		5 (3+4-6)		6	7
	ENTRADAS AL TANQUE BAJO Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE BAJO		ENTRADAS AL TANQUE ALTO (SALIDAS TANQUE BAJO) Q S/L V/H		Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE ALTO		EXTRACCION TANQUE ALTO	LEY DE DEM. HORARIA EN S
0 - 1									1727		270	61
1 - 2									1457		270	61
2 - 3									1187		270	61
3 - 4									917		270	61
4 - 5									647		270	61
5 - 6									377		270	61
6 - 7									107		412	93
7 - 8					210	756			237		518	117
8 - 9					210	756			467		524	134
9 - 10					210	756			697		630	160
10 - 11					210	756			927		633	163
11 - 12					210	756			1157		642	165
12 - 13					210	756			1387		633	163
13 - 14					210	756			1617		602	150
14 - 15					210	756			1847		594	154
15 - 16					210	756			2077		567	148
16 - 17					210	756			2307		540	142
17 - 18					210	756			2537		509	135
18 - 19					210	756			2767		470	128
19 - 20					210	756			2997		430	117
20 - 21					210	756			3227		372	100
21 - 22									3457		323	83
22 - 23									3687		270	61
23 - 24									3917		270	61

14Hrs. 10584 M3.

10623 M3.

POBLACION = 177,055 Hab.  
DOTACION = 60 Lts/hab/dia

VOLUMEN TANQUE = (2860 + 35) = 2895 M3.

$$Q_m = \frac{Q \times D}{86400} = 123 \text{ Lts/seg} = 443 \text{ M3/Hr.}$$

DIAS MÓBILES

TABLA 2

1995  
OPERACION COLUMNA 3-B

HORAS	1		2 (1-3)		3		4		5 (3+4-6)		6		7	
	ENTRADAS AL TANQUE BAJO Q L/S	V/H	VOLUMEN INICIAL TANQUE BAJO	ENTRADAS AL TANQUE ALTO (SALIDAS TANQUE BAJO) Q S/L	V/H	Q L/S	V/H	VOLUMEN INICIAL TANQUE ALTO	EXTRACCION TANQUE ALTO	LEY DE DEP. HORARIA EN S				
0 - 1						105	378		2343		270		61	
1 - 2						105	378		2451		270		61	
2 - 3						105	378		2559		270		61	
3 - 4						105	378		2667		270		61	
4 - 5									2775		270		61	
5 - 6									2127		270		61	
6 - 7									1101		412		83	
7 - 8						210	756		1989		518		117	
8 - 9						210	756		2190		594		134	
9 - 10						210	756		2286		620		140	
10 - 11						210	756		2400		633		143	
11 - 12						210	756		2523		642		145	
12 - 13						210	756		2628		633		143	
13 - 14						210	756		2700		602		138	
14 - 15									2790		594		134	
15 - 16						105	378		2395		567		128	
16 - 17						105	378		2233		540		122	
17 - 18						105	378		2162		508		118	
18 - 19						105	378		2070		470		108	
19 - 20						105	378		1950		430		97	
20 - 21						105	378		1804		372		84	
21 - 22						105	378		2019		323		73	
22 - 23						105	378		2127		270		61	
23 - 24						105	378		2235		270		61	

POBLACION = 177,055 Hab.  
DOTACION = 60 Lts/hab/dia

$$Q_m = \frac{Q \times D}{86400} = 123 \text{ Lts/seg} = 443 \text{ M}^3/\text{Wr.}$$

DIAS HABILES

TABLA 3

1995  
COMBINACION 3-c

HORAS	1		2 (1-3)		3		4		5 (3+4-6)		6		7
	ENTRADAS AL TANQUE BAJO Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE BAJO		ENTRADAS AL TANQUE ALTO (SALIDAS TANQUE BAJO) Q S/L V/H		Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE ALTO		EXTRACCION TANQUE ALTO		
0 - 1			- 108							971	270	61	
1 - 2			54							1079	270	61	
2 - 3										1187	270	61	
3 - 4										917	270	61	
4 - 5										647	270	61	
5 - 6										377	270	61	
6 - 7			8800							688	412	61	
7 - 8	45	162	- 54	60	216	105	378	78	518	518	117		
8 - 9	45	162	- 108	60	216	105	378	78	584	584	134		
9 - 10	45	162	- 162	60	216	105	378	80	650	650	140		
10 - 11	45	162	- 216	60	216	105	378	111	633	633	143		
11 - 12	45	162	- 270	60	216	105	378	- 37	642	642	145		
12 - 13	45	162	- 324	60	216	105	378	- 76	633	633	143		
13 - 14	45	162	- 378	60	216	105	378	- 84	609	609	138		
14 - 15	45	162	- 432	60	216	105	378	- 88	584	584	134		
15 - 16	45	162	- 486	60	216	105	378	- 57	567	567	130		
16 - 17	45	162	- 540	60	216	105	378	- 3	540	540	122		
17 - 18	45	162	- 594	60	216	105	378	82	508	508	118		
18 - 19	45	162	- 648	60	216	105	378	206	470	470	106		
19 - 20	45	162	- 702	60	216	105	378	370	430	430	97		
20 - 21	45	162	- 756	60	216	105	378	522	372	372	80		
21 - 22	45	162	- 810			105	378	647	323	323	73		
22 - 23	45	162	- 832			105	378	756	270	270	61		
23 - 24	45	162	- 270			105	378	863	270	270	61		

10 Hrs. 307M3.

14Hrs. 302M3. 20 Hrs. 756M3.

10623 M3.

POBLACION = 177,055  
DOTACION = 60 Lts/hab/díaVOLUMEN TANQUE BAJO = ( 0 + -756 ) = 756 M3.  
VOLUMEN TANQUE ALTO = ( -84 + 1107 ) = 1271 M3. $Q_m = \frac{Q \times D}{86400} = 123 \text{ Lts/seg} = 443 \text{ M3/hr.}$



HORAS	1		2 (1-3)		3		4		5 (3+4-6)		6		7	
	ENTRADAS AL TANQUE BAJO Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE BAJO		ENTRADAS AL TANQUE ALTO (SALIDAS TANQUE BAJO) Q S/L V/H		Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE ALTO		EXTRACCION TANQUE ALTO		LEY DE CDR. HORARIA EN %	
0 - 1	45	162	1642			105	378		2721		270		61	
1 - 2	45	162	1804			105	378		2829		270		61	
2 - 3						105	378		2937		270		61	
3 - 4									2667		270		61	
4 - 5									2397		270		61	
5 - 6									2127		270		61	
6 - 7			1750						1866		412		61	
7 - 8	45	162	1696	60	216	105	378		1826		518		117	
8 - 9	45	162	1642	60	216	105	378		1826		594		134	
9 - 10	45	162	1588	60	216	105	378		1826		630		140	
10 - 11	45	162	1534	60	216	105	378		1781		633		143	
11 - 12	45	162	1480	60	216	105	378		1713		642		145	
12 - 13	45	162	1426	60	216	105	378		1674		633		143	
13 - 14	45	162	1372	60	216	105	378		1636		602		136	
14 - 15	45	162	1318	60	216	105	378		1600		594		134	
15 - 16	45	162	1264	60	216	105	378		1563		567		128	
16 - 17	45	162	1210	60	216	105	378		1527		520		122	
17 - 18	45	162	1156	60	216	105	378		1492		509		119	
18 - 19	45	162	1102	60	216	105	378		1456		478		113	
19 - 20	45	162	1048	60	216	105	378		1420		439		107	
20 - 21	45	162	994	60	216	105	378		1382		372		88	
21 - 22	45	162	1156			105	378		2397		323		73	
22 - 23	45	162	1318			105	378		2505		270		61	
23 - 24	45	162	1480			105	378		2613		270		61	

19 Hrs. 3078 M3.

14Hrs.3024M3. 20Hrs.7560M3.

10623 M3.

## DIAS INMOBILES

TABLA 5

1995  
OPERACION COLUMNA 1 - b

HORAS	1		2 (1-3)		3		4		5 (3+4-6)		6		7	
	ENTRADAS AL TANQUE BAJO Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE BAJO		ENTRADAS AL TANQUE ALTO (SALIDAS TANQUE BAJO) Q S/L V/H		Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE ALTO		EXTRACCION TANQUE ALTO		LEY DE BEN. HORARIA EN S	
0 - 1						105	378		395		281		81	
1 - 2						105	378		492		281		81	
2 - 3						105	378		597		281		81	
3 - 4						105	378		702		281		81	
4 - 5						105	378		807		281		81	
5 - 6									912		281		81	
6 - 7									1017		281		81	
7 - 8						105	378		1122		281		81	
8 - 9						105	378		1227		281		81	
9 - 10						105	378		1332		281		81	
10 - 11						105	378		1437		281		81	
11 - 12						105	378		1542		281		81	
12 - 13						105	378		1647		281		81	
13 - 14						105	378		1752		281		81	
14 - 15						105	378		1857		281		81	
15 - 16						105	378		1962		281		81	
16 - 17						105	378		2067		281		81	
17 - 18						105	378		2172		281		81	
18 - 19						105	378		2277		281		81	
19 - 20						105	378		2382		281		81	
20 - 21						105	378		2487		281		81	
21 - 22						105	378		2592		281		81	
22 - 23						105	378		2697		281		81	
23 - 24						105	378		2802		281		81	

22 hrs. 6316 M3.

6388 M3.

POBLACION = 177,055 Hab.  
DOTACION = 47 Lts/hab/día

VOLUMEN TANQUE = (783 + 271) = 1054 M3.

 $Q_n = \frac{D \times P}{3600} = 96 \text{ Lts/seg} = 347 \text{ M}^3/\text{hr.}$

	1	2 (1-3)	3	4	5 (3+4-6)	6	7
MORAS	ENTRADAS AL TANQUE BAJO Q L/S V/H	VOLUMEN INICIAL TANQUE BAJO	ENTRADAS AL TANQUE ALTO (SALIDAS TANQUE BAJO) Q S/L V/H	Q L/S V/H	VOLUMEN INICIAL TANQUE ALTO	EXTRACCION TANQUE ALTO	LEY DE DERIVACION EN HORAS
0 - 1				105 378		2145	281 81
1 - 2				105 378		2242	281 81
2 - 3				105 378		2339	281 81
3 - 4				105 378		2436	281 81
4 - 5				105 378		2533	281 81
5 - 6						2630	281 81
6 - 7						2727	281 81
7 - 8				105 378		2824	281 81
8 - 9				105 378		2921	281 81
9 - 10				105 378		3018	281 81
10 - 11				105 378		3115	281 81
11 - 12				105 378		3212	281 81
12 - 13				105 378		3309	281 81
13 - 14				105 378		3406	281 81
14 - 15				105 378		3503	281 81
15 - 16				105 378		3600	281 81
16 - 17				105 378		3697	281 81
17 - 18				105 378		3794	281 81
18 - 19				105 378		3891	281 81
19 - 20				105 378		3988	281 81
20 - 21				105 378		4085	281 81
21 - 22				105 378		4182	281 81
22 - 23				105 378		4279	281 81
23 - 24				105 378		4376	281 81

22 Hrs.

8328 M3.

POBLACION = 177,095 Hab.  
DOTACION = 47 Lts/hab/día

Q<sub>m</sub> = D x P  
86400 = 96 Lts/seg = 347 M3/Hr.

DIAS HABILES

TABLA 1

2000  
OPERACION COLUMNA 3-6

HORAS	1		2 (1-3)		3		4		5 (3+4-6)		6		7	
	ENTRADAS AL TANQUE BAJO Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE BAJO		ENTRADAS AL TANQUE ALTO (SALIDAS TANQUE BAJO) Q S/L V/H		Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE ALTO		EXTRACCION TANQUE ALTO		LEY DE DEMANDAZA EN S	
0 - 1										2156		303		61
1 - 2										1983		303		61
2 - 3										1809		303		61
3 - 4										1637		303		61
4 - 5										1464		303		61
5 - 6										1291		303		61
6 - 7										1118		452		61
7 - 8						210	756			945		601		117
8 - 9						210	756			772		606		136
9 - 10						210	756			599		606		160
10 - 11						210	756			426		711		163
11 - 12						210	756			253		721		168
12 - 13						210	756			80		711		163
13 - 14						210	756			-103		676		136
14 - 15						210	756			-276		606		136
15 - 16						210	756			-449		636		160
16 - 17						210	756			-622		606		136
17 - 18						210	756			-795		672		136
18 - 19						210	756			-968		627		160
19 - 20						210	756			-1141		602		67
20 - 21						210	756			-1314		617		61
21 - 22						210	756			-1487		303		71
22 - 23						210	756			-1660		303		61
23 - 24										-1833		303		61

10775.12098 M3.

11924 M3.

POBLACION = 195,483 Hab.  
DOTACION = 61 Lts/hab/dfa

VOLUMEN TANQUE ALTO = (0 + 2762) = 2762 M3.

Qm = PxD  
06400 = 136 Lts/seg = 497 M3/Hr.

HORAS	1		2 (1-3)		3		4		5 (3+4-6)		6		7	
	ENTRADAS AL TANQUE BAJO Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE BAJO		ENTRADAS AL TANQUE ALTO (SALIDAS TANQUE BAJO) Q S/L V/H		Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE ALTO		EXTRACCION TANQUE ALTO		LEY DE DEPL. MONTEA EN S	
0 - 1							105	378		1638		303		61
1 - 2							105	378		1713		303		61
2 - 3							105	378		1788		303		61
3 - 4							105	378		1863		303		61
4 - 5							105	378		1938		303		61
5 - 6							105	378		2013		303		61
6 - 7							105	378		2088		482		61
7 - 8							210	756		1925		581		117
8 - 9							210	756		2015		680		117
9 - 10							210	756		2075		680		117
10 - 11							210	756		2120		711		117
11 - 12							210	756		2155		721		117
12 - 13							210	756		2200		711		117
13 - 14							210	756		2200		636		117
14 - 15							210	756		2170		680		117
15 - 16							105	378		2112		636		117
16 - 17							105	378		2080		680		117
17 - 18							105	378		2050		672		117
18 - 19							105	378		1991		627		117
19 - 20							105	378		1937		680		117
20 - 21							105	378		1888		617		117
21 - 22							105	378		1813		303		79
22 - 23							105	378		1800		303		61
23 - 24							105	378		1883		303		61

24hrs. 12096 M3.

11924 M3.

POBLACION = 195,483 Hab.  
DOTACION = 61 Lts/hab/dia

$$Q_m = \frac{P \times D}{86400} = 138 \text{ Lts/seg} = 497 \text{ M}^3/\text{hr.}$$

DIAS MÓBILES

TABLA 3

2000  
OPERACION COLUMBA 3-C

HORAS	1		2 (1-3)		3		4		5 (3+4-6)		6	7
	ENTRADAS AL TANQUE BAJO Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE BAJO		ENTRADAS AL TANQUE ALTO (SALIDAS TANQUE BAJO) Q S/L V/H		Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE ALTO		EXTRACCION TANQUE ALTO	LEY DE BARRERA EN S
0 - 1			100						- 300	300		
1 - 2									- 253	303		
2 - 3									- 178	303		
3 - 4									- 163	301		
4 - 5									- 38	301		
5 - 6									47	301		
6 - 7			0000						245	301		
7 - 8	45	162	- 54	60	216	105	378		- 5	301	117	
8 - 9	45	162	- 108	60	216	105	378		- 59	296	124	
9 - 10	45	162	- 162	60	216	105	378		- 161	296	120	
10 - 11	45	162	- 216	60	216	105	378		- 278	718	124	
11 - 12	45	162	- 270	60	216	105	378		- 405	723	120	
12 - 13	45	162	- 324	60	216	105	378		- 522	718	123	
13 - 14	45	162	- 378	60	216	105	378		- 600	678	120	
14 - 15	45	162	- 432	60	216	105	378		- 676	666	120	
15 - 16	45	162	- 486	60	216	105	378		- 730	636	120	
16 - 17	45	162	- 540	60	216	105	378		- 730	606	120	
17 - 18	45	162	- 594	60	216	105	378		- 730	572	120	
18 - 19	45	162	- 648	60	216	105	378		- 641	527	120	
19 - 20	45	162	- 702	60	216	105	378		- 530	482	97	
20 - 21	45	162	- 756	60	216	105	378		- 480	417	60	
21 - 22	45	162	- 810			105	378		- 353	351	22	
22 - 23	45	162	- 864			105	378		- 478	301	61	
23 - 24	45	162	- 918			105	378		- 400	201	61	

18 Hrs. 208243.

73 Hrs. 208243. 24 Hrs. 907243.

11924 Hrs.

POBLACION = 195,483 Hab.  
DOTACION = 61 Lts/hab/díaQm = D x P = 138 Lts/seg = 497 M3/Hr.  
35400VOLUMEN TANQUE BAJO = (0 + -702) = -702 M3.  
VOLUMEN TANQUE ALTO = (47 + -730) = -777 M3.

148

HORAS	1		2 (1-3)		3		4		5 (3+4-6)		6		7	
	ENTRADAS AL TANQUE BAJO Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE BAJO		ENTRADAS AL TANQUE ALTO (SALIDAS TANQUE BAJO) Q S/L V/H		Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE ALTO		EXTRACCION TANQUE ALTO		LEY DE BOM. HORARIA EN S	
0 - 1	45	162		1050			105	370		1422		303	61	
1 - 2							105	370		1407		303	61	
2 - 3							105	370		1372		303	61	
3 - 4							105	370		1337		303	61	
4 - 5							105	370		1302		303	61	
5 - 6							105	370		1267		303	61	
6 - 7				1790			105	370		1232		303	61	
7 - 8	45	162		1695	60	216	105	370		1197		303	61	
8 - 9	45	162		1642	60	216	105	370		1162		303	61	
9 - 10	45	162		1588	60	216	105	370		1127		303	61	
10 - 11	45	162		1534	60	216	105	370		1092		303	61	
11 - 12	45	162		1480	60	216	105	370		1057		303	61	
12 - 13	45	162		1426	60	216	105	370		1022		303	61	
13 - 14	45	162		1372	60	216	105	370		987		303	61	
14 - 15	45	162		1318	60	216	105	370		952		303	61	
15 - 16	45	162		1264	60	216	105	370		917		303	61	
16 - 17	45	162		1210	60	216	105	370		882		303	61	
17 - 18	45	162		1156	60	216	105	370		847		303	61	
18 - 19	45	162		1102	60	216	105	370		812		303	61	
19 - 20	45	162		1048	60	216	105	370		777		303	61	
20 - 21	45	162		994			105	370		742		303	61	
21 - 22	45	162		940			105	370		707		303	61	
22 - 23	45	162		886			105	370		672		303	61	
23 - 24	45	162		832			105	370		637		303	61	

10 Hrs. 2052 M3.

13 Hrs. 2062 M3.

11924 M3.

POBLACION = 195,483 Hab.

DOTACION = 61 Lts/hab/día

$$Q_m = \frac{D \times P}{86400} = 138 \text{ Lts/seg} = 497 \text{ M3/Hr.}$$



	1	2 (1-3)	3	4	5 (3+4-6)	6	7
MORAS	ENTRADAS AL TANQUE BAJO Q L/S V/H	VOLUMEN INI- CIAL TANQUE BAJO	ENTRADAS AL TANQUE ALTO (SALIDAS TAN- QUE BAJO Q S/L V/H	Q L/S V/H	VOLUMEN INI- CIAL TANQUE ALTO	EXTRACCION TANQUE AL- TO	LEY DE DEP. HORARIA EN %
0 - 1				105 378	- 274	310	81
1 - 2				105 378	- 206	310	81
2 - 3				105 378	- 138	310	81
3 - 4				105 378	- 70	310	81
4 - 5				105 378	- 2	310	81
5 - 6				105 378	66*	310	81
6 - 7				105 378	- 136	358	148
7 - 8				105 378	- 170	348	143
8 - 9				105 378	- 206	348	117
9 - 10				105 378	- 310	348	117
10 - 11				105 378	- 388	348	117
11 - 12				105 378	- 430	337	114
12 - 13				105 378	- 508	348	117
13 - 14				105 378	- 548	337	114
14 - 15				105 378	- 615	325	111
15 - 16				105 378	- 647	310	107
16 - 17				105 378	- 656*	307	107
17 - 18				105 378	- 653	375	98
18 - 19				105 378	- 612	337	88
19 - 20				105 378	- 571	337	88
20 - 21				105 378	- 530	337	88
21 - 22				105 378	- 478	325	85
22 - 23				105 378	- 410	310	81
23 - 24				105 378	- 342	310	81

24 Hrs.

POBLACION = 195,483 Hab.

DOTACION = 47 Lts/hab/día

VOLUMEN TANQUE = (66 + 656) = 722 M3.

$$Q_m = \frac{D \times P}{86400} = 106 \text{ Lts/seg} = 383 \text{ M3/Hr.}$$

HORAS	1		2 (1-3)		3		4		5 (3+4-6)		6	7
	ENTRADAS AL TANQUE BAJO Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE BAJO		ENTRADAS AL TANQUE ALTO (SALIDAS TANQUE BAJO) Q S/L V/H		Q L/S V/H		VOLUMEN INICIAL TANQUE ALTO		EXTRACCION TANQUE ALTO	LEY DE DEP. HORARIA EN %
0 - 1							105	378		1476	310	81
1 - 2							105	378		1544	310	81
2 - 3							105	378		1612	310	81
3 - 4							105	378		1680	310	81
4 - 5							105	378		1748	310	81
5 - 6							105	378		1816	310	81
6 - 7							105	378		1884	550	106
7 - 8							105	378		1952	500	143
8 - 9							105	378		2020	600	117
9 - 10							105	378		2088	600	117
10 - 11							105	378		2156	600	117
11 - 12							105	378		2224	437	116
12 - 13							105	378		2292	400	117
13 - 14							105	378		2360	437	116
14 - 15							105	378		2428	425	111
15 - 16							105	378		2496	410	107
16 - 17							105	378		2564	387	101
17 - 18							105	378		2632	375	98
18 - 19							105	378		2700	337	90
19 - 20							105	378		2768	337	90
20 - 21							105	378		2836	337	90
21 - 22							105	378		2904	326	85
22 - 23							105	378		2972	310	81
23 - 24							105	378		3040	310	81

24 Hrs.

POBLACION = 131,555 Hab.  
DOTACION = 43 Lts/hab/dfa

$$Q_m = \frac{D \times P}{86400} = 65 \text{ Lts/seg} = 234 \text{ M}^3/\text{hr.}$$

Con el propósito de resaltar el beneficio que representará la P.T.A.R., se elaboró la tabla V.2. en ella se calculan al igual que en la V.1 los requerimientos del subsistema para el período de diseño, sin contar con dicha planta. En este formato aparecen las columnas 4 y 5, que nos representan:

4. Captación incrementada por 2 pozos, 1 de 45 Lts/seg. y otro de 105 Lts/seg.
5. Captación incrementada con 2 pozos de 105 Lts/seg.

AÑO	POBLACION	DOTACION (Lts/hab/ dfa)	CONSUMO DIARIO - EN ESTIA- JE (M3 T)	1			2			3			4			5		
				45 Lts/seg 105 Lts/seg			45 Lts/seg 105 Lts/seg			45 Lts/seg 105 Lts/seg			45 Lts/seg 105 Lts/seg			45 Lts/seg 105 Lts/seg		
				a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
1980	131,555	71	9340	17	25	58	13	17	29	10	12	17	9	10	13	7	8	10
1985	145,247	73	10603	20	28	65	15	20	33	12	14	20	10	12	15	8	9	12
1990	160,364	74	11867	22	31	73	17	22	37	13	16	22	11	13	17	9	10	13
1995	177,056	76	13456	25	36	83	19	25	42	15	18	25	12	15	19	10	12	16
2000	195,483	78	15279	28	40	94	22	28	47	17	20	28	14	17	22	12	13	17

TABLA V.3 Tiempos requeridos en el bombeo, dependientes del equipo que se encuentre en operación, regando las áreas verdes con agua potable.

(Días Hábiles)

## REBOMBEO TANQUE BAJO - TANQUE ALTO

Considerando los funcionamientos del subsistema analizados anteriormente, podemos observar el beneficio que representa el volumen adicional almacenado en el tanque bajo, que permite incrementar en las horas de máxima demanda, las aportaciones al tanque alto con un gasto de 60 Lts/seg., teniendo se de reserva una bomba de la misma capacidad. Pudiendo bombear en caso de una demanda extraordinaria 120 Lts/seg., a lo largo de 4 horas si el tanque bajo estuviera lleno.

De tal manera consideramos adecuado el funcionamiento del equipo de rebombeo.

## TANQUES DE REBOMBEO Y REGULACION

**Tanque Bajo:** En relación a lo mencionado en el párrafo anterior y siguiendo con la política de este trabajo de realizar el menor número de cambios a los elementos integrantes del sistema, consideramos, no obstante lo reducido del volumen de almacenamiento, satisfactorio el funcionamiento del conjunto tanque bajo - equipo de rebombeo.

**Tanque Alto:** De acuerdo a lo indicado en el Capítulo III, hemos podido observar que los niveles en el tanque presentan poca variación, ésto debido a la similitud existente entre las entradas y salidas.

Considerando el funcionamiento a futuro que se ha proyectado, observamos en las tablas V.X, que la capacidad actual del tanque será suficiente para la regularización del abastecimiento.

## PROPUESTAS ADICIONALES

### **EVITAR EL BOMBEO DIRECTO A LA RED DE DISTRIBUCION:**

Se ha considerado en el presente trabajo, efectuar el bombeo desde la captación hasta el tanque alto, pretendiendo de esta manera evitar la sobrepresión en la red de distribución, disminuyendo de esta manera los consumos y las fugas.

### **PROGRAMACION DEL RIEGO:**

Hasta en tanto la planta de tratamiento de aguas negras opere y el riego se siga suministrando con agua potable, se recomienda mantener un máximo control de este suministro, proporcionando la lámina de agua mínima que requieren las áreas verdes y no excederse como sucede actualmente.

### **PROGRAMACION PARA LA OPERACION DE LA ALBERCA OLIMPICA:**

Establecer la coordinación necesaria con el personal encargado del mantenimiento y operación de la alberca, a efecto de asignar horarios para efectuar la limpieza y llenado de esta instalación. Se sugiere que estos horarios sean en los lapsos de menor consumo en la red o bien en los días no hábiles.

## **INSTALACION DE MEDIDORES EN CADA EDIFICIO DE CIUDAD UNIVERSITARIA:**

Para tener una mayor información y control sobre los volúmenes de agua empleados en cada facultad o escuela, identificándose de esta manera sus rangos usuales de consumo. Conociendo estos valores y comparándolos con otros subsecuentes, se podría localizar perfectamente las fugas existentes en cada uno de los edificios.

## **REVISION PERIODICA A LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA:**

Sostener revisiones periódicas a todos los elementos constituyentes del sistema y efectuar el mantenimiento necesario, a fin de obtener adecuados rendimientos en el equipo, evitando al máximo las fugas en las líneas de conducción y red de distribución.

## **CAPACITACION DEL PERSONAL ENCARGADO DE LA OPERACION DEL SISTEMA:**

Capacitar en lo posible al personal encargado del mantenimiento y operación de los equipos, ya que en el desarrollo del presente trabajo, se han detectado deficiencias en la ejecución de sus actividades.

Particularmente se encontró esta irregularidad en el control de los registros de tiempos de operación de los equipos de bombeo:

De llevarse a cabo estas medidas posteriormente podrá contarse con datos más confiables, que permitirán realizar estudios similares a éste, con mayor precisión.



## **BIBLIOGRAFIA**

- 1.- **ABASTECIMIENTO DE AGUA Y REMOCION DE AGUAS RESIDUALES VOL. 1 FAIR, GEYER Y OKUN (1968)**
- 2.- **WATER SUPPLY ENGINEERING BABBIT, DOLAND Y CLEASBY. - SEXTA EDICION.**
- 3.- **CARTILLA DE SANEAMIENTO "AGUA". DIRECCION DE INGENIERIA SANITARIA DE LA S.S.A. (1967).**
- 4.- **ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO. E.W. STEEL. CUARTA EDICION.**
- 5.- **ESTADISTICA. MURRAY R. SPIEGEL.**
- 6.- **APUNTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE. ING. UBALDO GUTIERREZ BAEZ. FACULTAD DE INGENIERIA - UNAM (1976)**

