

74  
rej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**" DISEÑO DE LA INSTALACION HIDRAULICA  
DEL HOSPITAL RURAL DE JOJUTLA, MOR. "**

**T E S I S**  
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**  
**I N G E N I E R O C I V I L**  
**P R E S E N T A :**  
**ROBERTO HERNANDEZ GARCIA**

México, D. F.

1988.



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 está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

# I N D I C E

Pág.

## CAPITULO I

INTRODUCCION ..... 1

## CAPITULO II

ANTECEDENTES ..... 4

## CAPITULO III

SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA FRIA ..... 8

III.1 Trazo de las redes ..... 9

III.2 Valoración de las unidades-mueble ..... 10

III.3 Obtención del gasto ..... 18

III.4 Determinación de los diámetros ..... 18

III.5 Pérdidas de carga por fricción ..... 26

III.6 Isométricos y planos de la instalación ..... 30

III.7 Memoria de cálculo ..... 47

III.8 Determinación de la carga de bombeo ..... 70

III.9 Selección del equipo de bombeo ..... 72

## CAPITULO IV

SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA CALIENTE ..... 74

IV.1 Trazo de las redes ..... 75

IV.2 Valoración de las unidades-mueble ..... 75

IV.3 Obtención del gasto ..... 75

IV.4 Determinación de los diámetros ..... 75

IV.5 Pérdidas de carga por fricción ..... 75

	Pág.
IV.6 Isométricos y planos de la instalación .....	76
IV.7 Memoria de cálculo .....	76
IV.8 Líneas de retorno .....	86
IV.8.1 Lugares de origen .....	86
IV.8.2 Costos de retorno .....	87
IV.8.3 Determinación de los diámetros .....	90
IV.8.4 Tabla de cálculo .....	91
IV.9 Determinación del volumen de almacenamiento de agua caliente .....	108
IV.10 Determinación del elemento intercambiador de calor .....	113
CAPITULO V	
CONCLUSIONES .....	114
BIBLIOGRAFIA .....	116
ANEXO : PLANTA ARQUITECTONICA DEL HOSPITAL RURAL DE JOJU- TLA, MOR.	

## I INTRODUCCION

El municipio de Jojutla se localiza en la zona sur del estado de Morelos, en él se desarrollan actividades comerciales principalmente, y según el X Censo Nacional de Población y Vivienda de 1980, ocupa el 5° lugar en el estado en cuanto al número de habitantes, y el 3° respecto a concentración habitacional, perteneciendo un 70 % de la población al sector urbano y el 30 % restante al sector rural.

El municipio enfrenta problemas de sanidad, ya que la mayor parte de la población del sector urbano vive en zonas conurbadas, es decir, con gran falta de servicios municipales como son: agua potable, alcantarillado, vivienda, salud, etc. Específicamente en el aspecto de salud, -

se calcula que aproximadamente sólo un 24 % de la población es derechohabiente a servicios médicos, ya sea en clínicas del I.M.S.S. o del I. S.S.T.E., quedando un 76 % con la alternativa de acudir a los servicios médicos de la Secretaría de Salud o a los prestados por médicos particulares, curanderos y hasta parteras empíricas, que en cierta forma prestan un servicio, pero también carecen de las condiciones elementales de sanidad.

Es en función de la problemática observada, resultado de la concentración poblacional en zonas sin equipamiento urbano, que se acentúa la necesidad de construir hospitales con la intención prioritaria de resolver los problemas de salud más apremiantes de la población.

Situaciones semejantes se pueden observar en los municipios alejados al de Jojutla, estos son: Tlaquiltenango, Zacatepec y Puente de Ixtla, o en otros cercanos como es el caso de Amacuaac y Tlaltisapán, que en conjunto comprenden la zona sur del estado casi en su totalidad; contando solamente con 21 médicos ejerciendo profesionalmente para una población de 174,622 habitantes hasta el año de 1980 en los seis municipios mencionados.

Como respuesta a la necesidad social de servicios de salud, se construirá el Hospital Rural de Jojutla, el cual cubrirá los requerimientos médicos de la población de los municipios citados, y que se calcula que en el presente año es de 222,916 habitantes.

El hospital podrá atender problemas de mayor complejidad, ya que contará con más recursos tanto en equipo, instrumental quirúrgico, medi-

cameros y personal especializado; todo esto considerando que contará - con una sección de consulta externa con 7 consultorios, una zona para en camados con una capacidad para 60 pacientes, sala de rayos "x", laboratorio, cuartos, farmacia, salas de operaciones y de expulsión, etc.

En resumen, el Hospital Rural de Jojutla podrá ofrecer servicios de salud con mayores recursos y con una cobertura más amplia que la exis tente hasta el presente año, de ahí la importancia de que se haga un pro yecto adecuado de las diferentes partes que lo integran, para que funcione con la mayor capacidad y eficiencia posibles.

El trabajo que se presenta es, básicamente, el proceso que se - utiliza para el diseño de redes para servicio hidráulico en hospitales, proceso que en general, sirve para diseñar dichas instalaciones en cual- quier tipo de equipamiento urbano; tal es el caso de edificios, zonas ha bitacionales, deportivos, etc.

Para el diseño de las redes de distribución de agua potable, se utilizaron Las Normas Técnicas del Instituto Mexicano del Seguro Social, ya que además de ser las más completas del país, contemplan los linea- - mientos especiales que se derivan al diseñar instalaciones que proporciona rán servicio en un centro hospitalario, requisitos que fundamentalmen- te marcan limitaciones por el tipo de servicio que se brindará en cada - una de las secciones con que cuenta el hospital.

## II ANTECEDENTES

La obtención del gasto para fines de diseño de un tramo de la red de distribución de agua en un hospital, es un problema con el que se encuentra el proyectista de instalaciones, ya que debido a la gran variedad de aparatos sanitarios que deben alimentarse con demandas diferentes y con una frecuencia de uso totalmente irregular, es difícil obtener una fórmula matemática para determinar con seguridad el gasto máximo instantáneo en el momento de mayor demanda.

Después de varios intentos por resolver el problema mencionado, se ha aceptado como el criterio de cálculo más adecuado, el del Dr. Roy B. Hunter, del National Bureau of Standards de E.E. U.U.

Utilizando el criterio mencionado, se determina el gasto en cualquier tramo de la red, de acuerdo con el total de unidades-mueble de los muebles sanitarios a los que va a dar servicio, con este dato se puede calcular el diámetro de la línea de alimentación, así como la capacidad del equipo de bombeo si se presenta el caso.

Con el fin de tener una idea de los fundamentos del método del Dr. Hunter, a continuación se hará un análisis de la probabilidad de funcionamiento simultáneo.

Si tenemos un conjunto de 4 w.c. con flujómetro y cada uno de ellos funciona durante 10 segundos cada 10 minutos, la frecuencia  $f$  en veces al día que pueden funcionar simultáneamente  $n$  muebles de  $n$  instalaciones es:

$$f = \frac{B C^n}{A^{n-1}}$$

siendo:  $B$  - el número de usos al día de cada mueble,

$C^n$  - el número de combinaciones de  $n$  objetos seleccionados de  $n$  instalados,

$A$  - la relación del intervalo entre usos consecutivos y la duración de la descarga.

Al considerar los datos de nuestro ejemplo, fácilmente se puede demostrar que el número de usos de un mueble en un día de 8 horas de trabajo, es de 48, por lo tanto,  $B = 48$ .

Las combinaciones de funcionamiento simultáneo se pueden determinar mediante la expresión:

$$C_n^m = \frac{n!}{(n-m)! m!}$$

El funcionamiento entre usos consecutivos del fluxómetro es de 10 minutos, mientras que el tiempo de operación del aparato es de 10 segundos; de lo anterior se obtiene:

$$A = \frac{10 \text{ min}}{10 \text{ seg}} = \frac{600 \text{ seg}}{10 \text{ seg}} = 60$$

Por lo tanto, si funcionan los fluxómetros de uno en uno, la frecuencia será:

$$f = \frac{48 \times 4}{60^0} = 192 \text{ veces al día.}$$

De la misma forma, se calcula la frecuencia para dos muebles trabajando simultáneamente:

$$f = \frac{48 \times 6}{60^1} = \frac{288}{60} = 4.8 \text{ veces al día.}$$

Siguiendo el mismo procedimiento, resulta que tres fluxómetros trabajan al mismo tiempo con la siguiente frecuencia:

$$f = \frac{48 \times 4}{60^2} = \frac{192}{3600} = \frac{1}{18.75} \text{ una vez cada 18.75 días.}$$

Para los cuatro fluxómetros trabajando simultáneamente, la frecuencia será:

$$f = \frac{48 \times 1}{60^3} = \frac{48}{60^3} = \frac{1}{4500} \text{ una vez cada 4,500 días.}$$

Siguiendo al criterio del Dr. Buntar de que "el sistema se consi

derará que opera satisfactoriamente si alimenta adecuadamente a la deman da simultánea de un número  $N$  de un total  $N$  de muebles sanitarios de que consta el sistema, de tal forma que más de  $N$  muebles probablemente no se encuentran en uso simultáneo más del 1 % del tiempo", se considera que - para nuestro ejemplo la tubería troncal deberá ser suficiente para alimentar tres fluxómetros a la vez, ya que si se diseñara para dos, existe el riesgo de insuficiencia cuando lleguen a trabajar tres simultáneamente.

En base a la probabilidad de uso simultáneo, el Dr. Hunter calculó y determinó los gastos probables en lts./seg. en función del número - de unidades-mueble, los cuales se presentan en el siguiente capítulo.

El cálculo de los diámetros de la red de alimentación que se pre senta en este trabajo, se basa en el método del Dr. Hunter, tanto en la distribución del agua fría, como del agua caliente; mismo que se sigue - para diseño de tuberías de cualquier tipo de construcción que requiere - de instalación hidráulica.

### III SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA FRIA

Un sistema de distribución de agua fría se compone de dos elementos principales:

- a) Red de tuberías de alimentación y
- b) Equipo de bombeo,

cuyo objetivo es la de distribuir el agua potable a cada uno de los muebles sanitarios del hospital, con el debido gasto y presión, para lograr un funcionamiento rápido y eficiente.

### III.1 TRAZO DE LAS REDES

#### Tuberías horizontales.

Todas las tuberías horizontales se deberán proyectar teniendo presente que estarán colocadas entre el plafón del piso inferior y la losa del piso que se proyecta, y que los ramales para alimentar los muebles suben atravesando dicha losa; esta indicación tiene dos excepciones:

- a) Plantas de sótanos y
- b) Plantas bajas apoyadas en el terreno,

en cuyo caso las líneas principales se proyectarán pensando en que se colocarán entre el plafón y la losa del piso superior o de la losa de asotea (según el caso), y que los ramales de alimentación bajarán al piso y se distribuirán a los muebles.

Para lograr un buen trabajo en las redes de alimentación, el proyectista se debe basar en hacer los trazos que logren los recorridos más cortos, considerando también usar el menor número de piezas especiales; con esto se logra reducir los costos de instalación, pero principalmente se evitan excesos de pérdidas de presión.

También se sugiere seguir dentro de lo posible las siguientes indicaciones:

- \* El trazo geométrico de la red deberá ser por las circulaciones del hospital, con el objetivo de facilitar los trabajos de mantenimiento.
- \* Que no crucen por locales habitados como salas de encam

dos, salas de operaciones, puestos de enfermeras, etc. - ya que al producirse una fuga, pueden ocasionarse problemas que afecten a un grupo considerable de enfermos.

- \* No pasar las tuberías sobre lugares peligrosos como pueden ser aparatos eléctricos, zonas de difícil acceso, - etc. ya que se pueden presentar algunos riesgos al efectuar trabajos de mantenimiento.

#### Tuberías verticales.

Las tuberías verticales se deberán localizar en ductos que se determinan de antemano en forma coordinada con el arquitecto y con los proyectistas de otras instalaciones.

#### Angulo de conexión en la red.

La configuración geométrica de la red se proyectará con las conexiones formando ángulos rectos; este criterio debe regir tanto en tuberías horizontales, como en tuberías verticales.

#### Agrupamiento de tuberías.

Las redes principales de alimentación, se deberán proyectar agrupadas, paralelas y todas en un mismo plano; la separación entre las tuberías solamente deberá ser la adecuada para que los operarios puedan realizar las reparaciones cuando se presente el caso.

### III.2 VALORACION DE LAS UNIDADES-MUEBLE

El cálculo de diámetros de tuberías para alimentaciones de agua potable en edificios, se basa en una unidad de descarga que ha sido dano

minada "unidad-mueble"; habiendo escogido un lavabo de uso particular - con una descarga de 25 lts./min. como una unidad-mueble, a los diferentes muebles sanitarios se les valoró respecto a la unidad por comparación de gastos, obteniéndose la tabla III.2.1 que se encuentra a continuación.

TABLA III.2.1 EQUIVALENCIA DE LOS MUEBLES EN UNIDADES DE GASTO.

DIAMETRO MUEBLE	M U E B L E	TIPO DE SERVICIO	TIPO DE CONTROL	UNIDAD MUEBLE
13	LAVABO	PUBLICO	LLAVE	2
13	LAVABO	PRIVADO	LLAVE	1
13	FREGADERO	PRIVADO	LLAVE	2
13	FREGADERO	HOTEL, REST.	LLAVE	4
13	VERTEDERO	OFICINA	LLAVE	3
13	LAVADERO	PRIVADO	LLAVE	3
13	REGADERA	PUBLICO	MEZCLADORA	4
13	REGADERA	PRIVADO	MEZCLADORA	2
13	MINIGITORIO PARED	PUBLICO	TANQUE	3
19 6 25	MINIGITORIO PARED	PUBLICO	FLUXOMETRO	5
13	TINA DE BAÑO	PUBLICO	LLAVE	4
13	TINA DE BAÑO	PRIVADO	LLAVE	2
13	EXCUSADO	PUBLICO	TANQUE	5
25 6 32	EXCUSADO	PUBLICO	FLUXOMETRO	10
13	EXCUSADO	PRIVADO	TANQUE	3
25	EXCUSADO	PRIVADO	FLUXOMETRO	6
-	CUARTO DE BAÑO	PRIVADO	W.C. TANQUE	6
-	CUARTO DE BAÑO	PRIVADO	W.C. FLUX.	8

En esta tabla se muestra la equivalencia en unidades-mueble del mobiliario sanitario que comúnmente se instala en edificios para oficinas, departamentos, hoteles, etc.; al determinar los gastos, se consideró el tipo de servicio que presta cada mueble, ya sea público o privado; asimismo, se tomó en cuenta el tipo de control existente en cada uno, ya sea de flujómetro, de tanque o de llave. Además se señalan en la tabla los diámetros mínimos recomendados para la alimentación de los muebles, respecto a este punto se recomienda no alimentarlos con un diámetro menor al que traen de fábricas.

Para establecimientos como clínicas y hospitales, se recomienda utilizar la Tabla III.2.2, elaborada por el Instituto Mexicano del Seguro Social y que contiene la mayoría de los muebles que se instalan en los lugares mencionados.

En caso de tener un mueble no mostrado en las tablas, se le deberá asignar un valor de unidad-mueble comparándolo con algún otro similar en cuanto al gasto y frecuencia de uso. Este criterio debe seguirse tanto para mobiliario sanitario de edificios en general (Tabla III.2.1), como para clínicas y hospitales (Tabla III.2.2).

El I.M.S.S. también elaboró la Tabla III.2.3, en la que se pueden consultar los diámetros mínimos con que se debe alimentar los muebles en los centros hospitalarios.

TABLA III.2.2 VALORIZACION EN UNIDADES-MUEBLE PARA MUEBLES SANITARIOS DE CLINICAS Y HOSPITALES.

MUEBLE	UNIDADES - MUEBLE		
	TOTAL	AGUA FRIA	AGUA CALIENTE
<b>AREAS GENERALES</b>			
ARTESA	3	2.3	2.3
RECORDERO	1	1	-
DESTILADOR DE AGUA	2	2	-
RECODILLA	1	1	-
FRIGIDERO-COCINA DE PISO	4	3	3
<b>GRUPO DE BAÑO-AISLADO</b>			
W.C. Y REGADERA	2	2	1.5
W.C., LAVABO Y REGADERA	2	2	1.5
<b>GRUPO DE BAÑO-ENCAMADOS GENERALES</b>			
REGADERA Y LAVABO	2	1.5	1.5
W.C. Y LAVABO	5	5	-
W.C., LAVABO Y REGADERA	5	5	1.5
<b>GRUPO DE BAÑO-ENCAMADAS OBSTETRICIA</b>			
REGADERA Y LAVABO	2	1.5	1.5
W.C. Y LAVABO	5	5	-
W.C., LAVABO Y REGADERA	5	5	1.5
<b>GRUPO DE BAÑO-MEDICO DE GUARDIA</b>			
	2	2	1.5
<b>TOILETS (W.C. Y LAVABO)</b>			
DE PERSONAL	3.5	3.5	-
DE CONSULTORIO ESPECIALIDADES	2.5	2.5	1
DE JEFATURAS	2	2	1
UNIDAD DENTAL	1	1	-
UNIDAD OPERARIO	1	1	-

TABLA III.2.2 VALORIZACION EN UNIDADES-MUEBLE PARA MUEBLES SANITARIOS DE CLINICAS Y HOSPITALES.

M U E B L E	U N I D A D E S - M U E B L E		
	TOTAL	AGUA FRIA	AGUA CALIENTE
<b>INODOROS</b>			
SANITARIOS DE SALAS DE ESPERA	10	10	-
SANITARIOS DE AULAS Y AUDITORIOS	10	10	-
CON VALVULA DIVERGENTE EN SEPTICO	10	10	-
BAÑOS Y VESTIDORES DE PERSONAL	5	5	-
BAÑOS GENERALES DE ENCAMADOS	5	5	-
BAÑOS Y VESTIDORES DE MEDICOS	3.5	3.5	-
BAÑOS Y VESTIDORES DE MEDICAS	2.5	2.5	-
BAÑOS DE SALAS DE OPERACIONES	2.5	2.5	-
BAÑOS DE SALAS DE NECROPSIAS	2	2	-
<b>LAVABOS</b>			
SANITARIOS DE PUBLICO	2	2	-
SANITARIOS DE PERSONAL	2	2	-
CONSULTORIO MEDICINA GENERAL	1	1	-
CONSULTORIO ESPECIALIDADES	1	1	1
BAÑOS GENERALES DE ENCAMADOS	2	1.5	1.5
BAÑOS Y VESTIDORES DE PERSONAL	2	1.5	1.5
BAÑOS Y VESTIDORES DE MEDICOS (AS)	1	1	1
CUARTOS DE AISLADOS	1	1	1
CUARTOS DE CURACIONES	1	1	1
DE CIRUJANOS (POR MEZCLADORA)	2	1.5	1.5
DENTAL	1	1	1
DE PELUQUERIA	2	1.5	1.5

TABLA III.2.2 VALORIZACION EN UNIDADES-MUEBLE PARA MUEBLES SANITARIOS DE CLINICAS Y HOSPITALES.

M U E B L E	U N I D A D E S - M U E B L E		
	TOTAL	AGUA FRIA	AGUA CALIENTE
LAVADERO (A.F.)	2	2	-
LAVADERO (A.F. Y A.C.)	2	1.5	1.5
LAVADORA ULTRASONICA	3	2.3	2.3
LAVADORA DE GUANTES	3	2.3	2.3
LAVADORA ESTERILIZADOR DE COMODOS	10	10	-
MESA DE NECROPSIAS	4	3	3
MICROSCOPIO ELECTRONICO	1	1	-
MINUTORIO DE FLOJOMETRO	5	5	-
MINUTORIO DE LLAVE	3	3	-
BROADERAS			
BAÑOS Y VESTIDORES DE PERSONAL	6	4.5	4.5
BAÑOS GENERALES DE ENCAMADOS	4	3	3
BAÑOS EN SALAS DE OPERACIONES	4	3	3
BAÑOS Y VESTIDORES DE MEDICOS (AS)	2	1.5	1.5
BAÑOS EN SALAS DE NECROPSIAS	2	1.5	1.5
TANQUE DE REMOLINO	3	2.3	2.3
TINA DE INMERSION	4	3	3
TANQUE DE REVELADO	2	1.5	1.5
VERTEDEROS (POR MEZCLADORA)			
EN TRABAJO DE ENFERMERAS	2	1.5	1.5
EN C.H.Y.E.	3	2.3	2.3
EN LABORATORIO (A.F. Y A.C.)	3	2.3	2.3
EN LABORATORIO (A.F.)	2	2	-
EN LAVABO DE INSTRUMENTAL	4	3	3
EN CUARTOS DE ASEO	3	3	-
EN ANEXOS DE CONSULTORIOS	3	2.3	2.3
EN TRABAJO DE YESO	4	3	3

TABLE III.2.2 VALORIZACION EN UNIDADES-MUEBLE PARA MUEBLES SANITARIOS DE CLINICAS Y HOSPITALES.

M U E B L E	U N I D A D E S - M U E B L E		
	TOTAL	AGUA FRIA	AGUA CALIENTE
COCINA GENERAL			
BAÑO-MARIA O MESA CALIENTE	2	2	-
CAFETERA	2	2	-
COCCEDOR DE VERDURAS	1	1	-
FABRICADOR DE HIELO	1	1	-
FRECIADERO (POR MEZCLADORA)	4	3	3
FUENTE DE AGUA	1	1	-
MARMITA 20 GALONES	2	1.5	1.5
MESA FRIA	1	1	-
PELAPAPAS	2	2	-
TARJA DE PRELAVADO CON MANGUERA	3	2.3	2.3
TRITURADOR DE DESPERDICIOS	4	4	-
LAVADORA DE LOZA AM-8 6 AM-9	10	-	10
LAVADORA DE LOZA C-44 6 CRS-66	10	-	10

LAVANDERIAS

LAVADORAS HORIZONTALES	CONSIDERAR 2.2 U-M POR KILOGRAMO DE ROPA SECA, TANTO PARA AGUA FRIA, - AGUA CALIENTE Y TOTAL.
LAVADORAS EXTRACTORAS	CONSIDERAR 4.4 U-M POR KILOGRAMO DE ROPA SECA, TANTO PARA AGUA FRIA, - AGUA CALIENTE Y TOTAL.

TABLE III.2.3 DIAMETROS MÍNIMOS DE ALIMENTACION A MUEBLES SANITARIOS.

T I P O D E M U E B L E	DIAMETRO NOMINAL
ARTESA	13
BAÑO MARIA O MESA CALIENTE	13
BEBEDERO	13
CAFETERA	13
COCCEDOR DE VERDURAS	13
DESTILADOR DE AGUA	13
FABRICADOR DE HIELO	13
FREZADERO (POR MEZCLADORA)	13
INCUBOSO (TANQUE)	13
INCUBOSO (FLUJIMETRO)	25
LAVABO	13
LAVABO DE GUEJANOS (POR MEZCLADORA)	13
LAVADORA DE GUANTES	13
LAVADORA ULTRASONICA	13
LAVADOR ESTERILIZADOR DE CONODOS	25
MARQUITA	13
MESA DE ESCRIPSIAS	13
MICROSCOPIO ELECTRONICO	13
MEDIDTORIO DE FLUJIMETRO	19
PELAFAPAS	13
RECALDERA	13
TANQUE DE HEMOLINO-PIERNAS	19
TOMA DE MANGUERA INFERIOR	13
UNIDAD DENTAL	13
VERTEDERO DE ASEO	13
VERTEDERO DE LABORATORIO	13
VERTEDERO DE TRABAJO	13
TRITURADOR DE DESPERDICIOS	19
TANQUE DE REVELADO	13

### III.3 OBTENCION DEL GASTO.

El concepto de gasto se entiende como el volumen de agua que fluye por una tubería o canal en un lapso específico de tiempo, sus unidades más usuales son  $m^3/s$ , y en el caso particular de las redes de alimentación en un edificio, su valor se obtiene como se indica a continuación:

Para obtener un valor probable del gasto que circulará por un ramal o tramo de la tubería de abastecimiento de agua, se emplea la Tabla III.3.1; en esta se localiza el número de unidades-mueble que corresponden al ramal en estudio, obteniendo en la siguiente columna el gasto buscado.

Para determinar los gastos que corresponden a las diferentes cantidades de unidades-mueble de la Tabla III.3.1, interviene un factor de uso simultáneo, ya que no es posible que todos los usuarios y a un mismo tiempo operen las llaves del servicio en un 100 %, por lo tanto, a mayor número de muebles el factor se reducirá. En base a estas ideas el Dr. - Hunter calculó y determinó los gastos probables (en litros/segundo) en función del número de unidades-mueble, diferenciando el uso de muebles de sistema normal o de tanque y el de los muebles con fluxómetro.

### III.4 DETERMINACION DE LOS DIAMETROS.

El diámetro de la tubería que abastecerá de agua cualquier zona del edificio, queda determinado por el gasto necesario para alimentar los muebles existentes en la misma, y se calcula según se indicó en el párrafo anterior.

Obtenido el gasto del ramal o columna de alimentación, el diáme-

TABLE III.3.1 GASTOS PROBABLES EN LTS./SEG. EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES-MUEBLE. "METODO DE HUFNER".

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	
	TANQUE	VALVULA		TANQUE	VALVULA
1	0.10	No hay	55	1.94	3.35
2	0.15	No hay	60	2.08	3.47
3	0.20	No hay	65	2.18	3.57
4	0.26	No hay	70	2.27	3.66
5	0.38	1.51	75	2.34	3.78
6	0.42	1.56	80	2.40	3.91
7	0.46	1.61	85	2.48	4.00
8	0.49	1.67	90	2.57	4.10
9	0.53	1.71	95	2.68	4.20
10	0.57	1.77	100	2.78	4.29
12	0.63	1.86	105	2.88	4.36
14	0.70	1.95	110	2.97	4.42
16	0.76	2.03	115	3.06	4.52
18	0.83	2.12	120	3.15	4.61
20	0.89	2.21	125	3.22	4.71
22	0.95	2.29	130	3.28	4.80
24	1.04	2.36	135	3.35	4.86
26	1.11	2.44	140	3.41	4.92
28	1.19	2.51	145	3.48	5.02
30	1.26	2.59	150	3.54	5.11
32	1.31	2.65	155	3.60	5.18
34	1.36	2.71	160	3.66	5.24
36	1.42	2.78	165	3.73	5.30
38	1.46	2.84	170	3.79	5.36
40	1.52	2.90	175	3.85	5.41
42	1.58	2.96	180	3.91	5.42
44	1.63	3.03	185	3.98	5.55
46	1.69	3.09	190	4.04	5.58
48	1.74	3.16	195	4.10	5.60
50	1.80	3.22	200	4.15	5.63

TABLE III.3.1 GASTOS PROBABLES EN LTS./SEG. EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES-MUEBLE. "METODO DE HUNTER".

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	
	TANQUE	VALVULA		TANQUE	VALVULA
205	4.23	5.70	520	8.08	9.02
210	4.29	5.76	540	8.32	9.20
215	4.34	5.80	560	8.55	9.37
220	4.39	5.84	580	8.79	9.55
225	4.42	5.92	600	9.02	9.72
230	4.45	6.00	620	9.24	9.89
235	4.50	6.10	640	9.46	10.05
240	4.54	6.20	660	9.67	10.22
245	4.59	6.31	680	9.88	10.38
250	4.64	6.37	700	10.10	10.55
255	4.71	6.43	720	10.32	10.74
260	4.78	6.48	740	10.54	10.93
265	4.86	6.54	760	10.76	11.12
270	4.93	6.60	780	10.98	11.31
275	5.00	6.66	800	11.20	11.50
280	5.07	6.71	820	11.40	11.66
285	5.15	6.76	840	11.60	11.82
290	5.22	6.83	860	11.80	11.98
295	5.29	6.89	880	12.00	12.14
300	5.36	6.94	900	12.20	12.30
320	5.61	7.13	920	12.37	12.46
340	5.86	7.32	940	12.55	12.62
360	6.12	7.52	960	12.72	12.78
380	6.37	7.71	980	12.90	12.94
400	6.62	7.90	1000	13.07	13.10
420	6.87	8.09	1050	13.49	13.50
440	7.11	8.28	1100	13.90	13.90
460	7.36	8.47	1150	14.38	14.38
480	7.60	8.66	1200	14.85	14.85
500	7.85	8.85	1250	15.18	15.18

TABLE III.3.1 GASTOS PROBABLES EN LITS./SEG. EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES-MUEBLE. "METODO DE HUNTER".

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	
	TANQUE	VALVULA		TANQUE	VALVULA
1300	15.50	15.50	2800	26.10	26.10
1350	15.90	15.90	2850	26.40	26.40
1400	16.20	16.20	2900	26.70	26.70
1450	16.60	16.60	2950	27.00	27.00
1500	17.00	17.00	3000	27.30	27.30
1550	17.40	17.40	3050	27.60	27.60
1600	17.70	17.70	3100	28.00	28.00
1650	18.10	18.10	3150	28.30	28.30
1700	18.50	18.50	3200	28.70	28.70
1750	18.90	18.90	3250	29.00	29.00
1800	19.20	19.20	3300	29.30	29.30
1850	19.60	19.60	3350	29.60	29.60
1900	19.90	19.90	3400	30.30	30.30
1950	20.10	20.10	3450	30.60	30.60
2000	20.40	20.40	3500	30.90	30.90
2050	20.80	20.80	3550	31.30	31.30
2100	21.20	21.20	3600	31.60	31.60
2150	21.60	21.60	3650	31.90	31.90
2200	21.90	21.90	3700	32.30	32.30
2250	22.30	22.30	3750	32.60	32.60
2300	22.60	22.60	3800	32.90	32.90
2350	23.00	23.00	3850	33.30	33.30
2400	23.40	23.40	3900	33.60	33.60
2450	23.70	23.70	3950	33.90	33.90
2500	24.00	24.00	4000	34.30	34.30
2550	24.40	24.40	4050	34.60	34.60
2600	24.70	24.70	4100	34.90	34.90
2650	25.10	25.10	4500	39.50	39.50
2700	25.50	25.50	5000	43.50	43.50
2750	25.80	25.80	5500	46.30	46.30

TABLE III.3.1 GASTOS PROBABLES EN LTS./SEG. EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES-MUEBLE. "METODO DE HUNTER".

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	
	TANQUE	VALVULA		TANQUE	VALVULA
6000	49.00	49.00	13500	95.50	95.50
6500	52.60	52.60	14000	98.50	98.50
7000	56.00	56.00	14500	101.50	101.50
7500	59.00	59.00	15000	104.50	104.50
8000	63.00	63.00	15500	106.50	106.50
8500	65.50	65.50	16000	109.50	109.50
9000	68.50	68.50	16500	112.50	112.50
9500	71.50	71.50	17000	115.50	115.50
10000	74.40	74.40	17500	118.50	118.50
10500	75.50	75.50	18000	121.50	121.50
11000	80.50	80.50	18500	124.50	124.50
11500	83.50	83.50	19000	127.50	127.50
12000	86.50	86.50	19500	130.50	130.50
12500	89.50	89.50	20000	133.50	133.50
13000	92.50	92.50	25000	163.00	163.00

tro quedará definido utilizando el Nomograma del Dr. Hunter para instalaciones hidráulicas en edificios, al cual se encuentra a continuación en la Figura III.4.1 para tubería de cobre y en la Figura III.4.2 para tubería de hierro galvanizado.

El diámetro depende, como ya se mencionó, del gasto necesario para un funcionamiento eficiente de los muebles, así como de la calidad de la tubería, y de la pérdida de carga por fricción que se desea; todos estos conceptos están relacionados y son fáciles de manejar en los nomogramas a los que se hizo referencia.

Para poder hacer una buena elección de los diámetros de las tuberías, el proyectista debe apoyarse en el tipo de sistema que se instalará:

a) Sistema por gravedad.

En este tipo de sistemas se seleccionarán los diámetros de tal manera que la suma de las pérdidas de carga por fricción en los diferentes tramos de la red, sea menor que la carga disponible a perder.

Se ha determinado que la presión de trabajo necesaria en un mueble sanitario operando eficientemente es de 2 metros de columna de agua en un mueble ordinario, y de 5 metros de columna de agua para muebles de fluxómetro; como consecuencia, la presión disponible mínima para el mueble más alejado del tanque elevado deberá fijarse por estos límites.

b) Sistema por bombeo.

En este tipo de sistemas, la selección de los diámetros se hará exclusivamente en base a la velocidad, tomando en cuenta las siguientes recomendaciones:

\* La velocidad máxima permisible dentro de las tuberías -

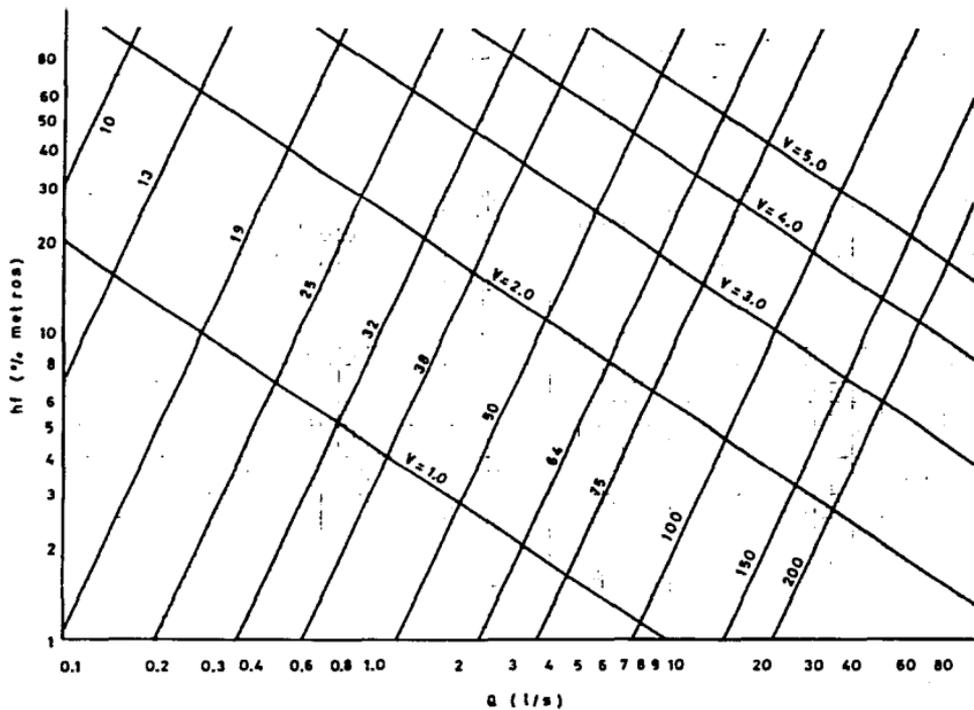


FIGURA III-4.1 NOMOGRAMA DEL DR. HUNTER PARA TUBERIA DE COBRE.

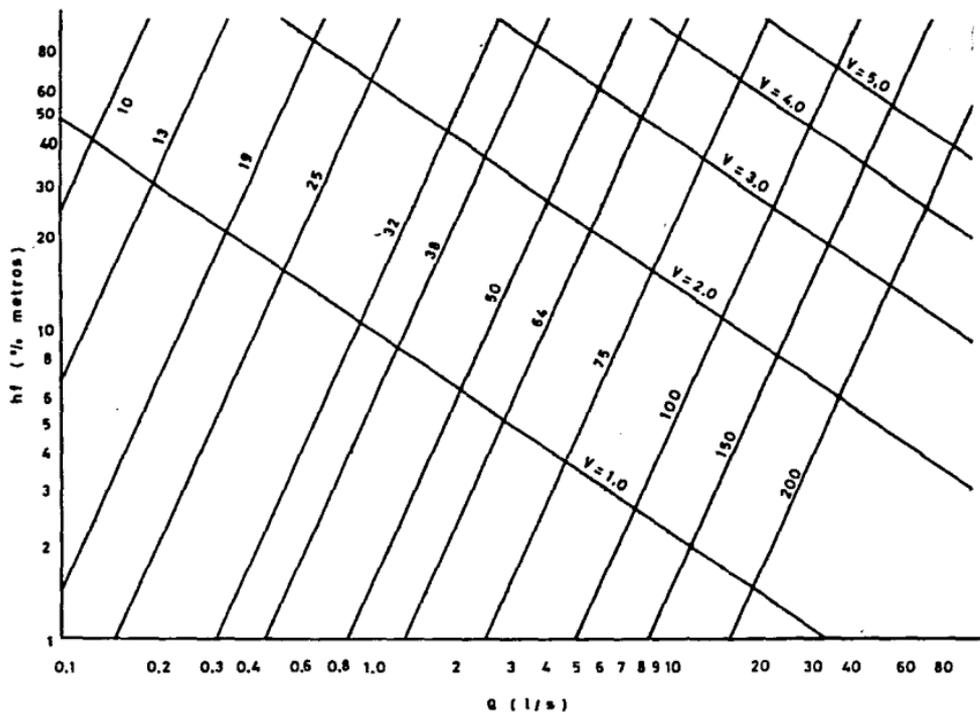


FIGURA III.4.2 NOMOGRAMA DEL DR. HUNTER PARA TUBERÍA DE FIERRO GALVANIZADO.

es de 2.5 m/seg., ya que a velocidades más altas se percibe la circulación del agua dentro de ellas, transmitiéndose por toda la construcción, ocasionando ruidos molestos, vibraciones y golpes de ariete.

La velocidad mínima permitida en cualquier tramo de la red es de 0.70 m/seg., esto con el fin de evitar sedimentaciones en la misma.

Por lo anterior se recomienda que las velocidades sean lo más semejante posible a las que se indican en la Tabla III.4.1.

TABLA III.4.1 VELOCIDADES RECOMENDADAS EN TUBERIAS DE INSTALACIONES HIDRAULICAS.

Díámetro nominal	Velocidades recomendadas
mm.	m/s
13	0.9
19	1.3
25	1.6
32	2.15
38 +	2.50

### III.5 PERDIDA DE CARGA POR FRICCIÓN.

Cuando el agua circula por las tuberías, la primera sufre pérdidas en su energía por varias causas, siendo la principal la pérdida de carga por fricción. Los elementos más importantes que provocan esta pérdida son: el material con que está hecho el tubo, la longitud de la tubería, el diámetro del tubo, la velocidad de circulación del líquido, y el estado de la tubería.

Para obtener la pérdida de carga por fricción total en una red de distribución, se analizan sus dos elementos principales:

#### 1.- Tuberías.

Para el cálculo de la pérdida de carga por fricción en tuberías, se utiliza el Nomograma del Dr. Hunter (Figuras - - III.4.1 y III.4.2), procediendo de la siguiente manera:

Una vez obtenido el gasto en base a las unidades-muelle, se busca este valor en la escala inferior del nomograma, subiendo en forma vertical hasta encontrar el diámetro adecuado de acuerdo con la pérdida de carga por fricción ( $hf$ ) que convenga, y cuyo valor se conoce en la margen izquierda del nomograma; este factor ( $hf$  en %) se multiplica por la longitud de la tubería, consiguiendo de esta forma la pérdida de carga por fricción buscada.

Para diámetros menores de 25 mm. se podrán tener hasta el 25 % de pérdidas de carga por fricción, mientras que para diámetros de 25 mm. o mayores, la misma no podrá ser mayor del 15 %.

#### 2.- Conexiones.

Para determinar la pérdida de carga por fricción en las diferentes conexiones que conforman el sistema (codos, válvulas, etc.) se utiliza el método de la "longitud equivalente", el cual considera que una conexión produce una pérdida de carga igual a una determinada longitud de tubo del mismo diámetro.

En la Tabla III.5.1 se indican los valores de las longitudes equivalentes para las diferentes conexiones que se emplean

TABLE III.5.1 LONGITUD DE TUBO EQUIVALENTE A CONEXIONES Y VALVULAS.

DIAMETRO CONEXION (mm)	L O N G I T U D E Q U I V A L E N T E ( m )						
	CODO	CODO	T	COPE	VALVULA	VALVULA	VALVULA
	90°	45°			COMPUERTA	GLOBO	ANGULO
10	0.30	0.18	0.46	0.09	0.06	2.40	1.20
13	0.60	0.37	0.91	0.18	0.12	4.60	2.40
19	0.75	0.46	1.20	0.25	0.15	6.10	3.65
25	0.90	0.55	1.50	0.27	0.18	7.60	4.60
32	1.20	0.75	1.80	0.37	0.24	10.70	5.50
38	1.50	0.90	2.15	0.46	0.30	13.70	6.70
50	2.15	1.20	3.00	0.60	0.40	16.80	8.55
64	2.45	1.50	3.65	0.75	0.50	19.80	10.40
75	3.00	1.85	4.60	0.90	0.60	24.40	12.20
100	4.30	2.45	6.40	1.20	0.82	38.10	16.80
150	6.10	3.65	9.15	1.85	1.20	50.30	24.40

en las instalaciones hidráulicas.

En anteproyectos en que es necesario tener una idea aproximada de las pérdidas de carga por fricción, se recomienda, para obtener longitudes equivalentes, usar los siguientes valores:

- a) Si el tramo es de 5 metros o menor, sómese al 35 % de la longitud.
- b) Si el tramo es mayor de 5 metros, pero menor de 10, sómese al 30 % de la longitud.
- c) Si el tramo es mayor de 10 metros, pero menor de 20, agréguese el 25 % de la longitud.
- d) Si el tramo es mayor de 20 metros, agréguese el 20 % de la longitud.

En resumen, una conexión tiene una longitud equivalente que se debe sumar a la longitud real del tubo para calcular la pérdida de carga por fricción en la red, por lo tanto, la longitud que se debe usar en el cálculo es:

$$L = L_r + L_e$$

en la que  $L$  = longitud total, en metros.

$L_r$  = longitud real del tramo en consideración, en metros.

$L_e$  = longitud equivalente de las conexiones, en metros.

La longitud total de la tubería obtenida de esta manera, se multiplica por el factor  $hf$  (en %) para determinar el valor de la pérdida de carga por fricción en el tramo que se analiza.

### III.6 ISOMETRICOS Y PLANOS DE LA INSTALACION.

Dos elementos importantes para el desarrollo del proyecto que nos ocupa, son los isométricos y los planos, que en conjunto nos proporcionan una visión de la instalación hidráulica en su totalidad; por medio de ambos se cuenta con una imagen clara de lo que será la red de distribución de agua potable.

Los dos elementos mencionados en el inciso anterior se complementan uno a otro, ya que un plano aislado no puede contener todos los detalles que se pueden localizar en un isométrico, motivo por el cual resultan indispensables para interpretar los planos en planta. Por otra parte si se trabaja exclusivamente con isométricos se perdería la ubicación de la tubería principal de distribución, ya que se proyectaría la instalación valiéndonos de un conjunto de fracciones que en su totalidad carecen de la integración que únicamente proporciona el plano.

Las características que se deben contemplar tanto en uno como en otro son las siguientes:

#### a Isométricos.

Las perspectivas isométricas de las redes de la tubería de alimentación, se dibujarán por secciones, o por locales a los que alimenta un ramal, indicando en todos los casos los muebles a los que se alimenta.

Al presentarse por separado los sistemas de tuberías principales (en planos) y los ramales (en isométricos), se indicará siempre la correspondencia de unos con otros en las plantas arquitectónicas.

**a Planos.**

Se representarán en un mismo plano de cada planta, las alimentaciones principales de agua fría, agua caliente y retorno de agua caliente.

Los beneficios que reporta el uso de los isométricos y los planos como herramienta del proyectista son las siguientes:

- a) Existe una mejor coordinación al realizar la memoria de cálculo, obteniendo resultados más precisos.
- b) Se facilita la cuantificación de los materiales.
- c) Es guía fundamental durante la construcción del proyecto en su aspecto físico.

Habiendo definido el objetivo de los planos y los isométricos, - procederemos a exponer en forma breve el proceso que se siguió para diseñar la red de abastecimiento de agua potable del Hospital Rural de Jojutla, Mor.

Por medio de la planta arquitectónica del edificio, localizamos las áreas a las que se debe distribuir el agua en el hospital, así como los muebles sanitarios que existen en el mismo. -- Una vez que se conoce la fuente de abastecimiento y los locales más alejados a los que se debe distribuir el líquido, iniciaremos el trazo de la red en el tanque de almacenamiento (situado en la casa de máquinas) dirigiendo los trazos hacia las secciones que requieren el servicio, siguiendo los criterios expuestos en el sub-capítulo III.1 (Trazo de las redes) hasta llegar a la última intersección de ramales, ya que en la planta arquitectónica

ca solamente trazaremos la línea de alimentación principal.

A partir del trazo en el plano y siguiendo las normas que se utilizaron para el trazo de la red principal, se dibujan los isométricos, indicando en estos, la dirección del ramaleo hacia la línea de distribución principal, el tipo de mueble que contiene, la ubicación de la bajada hacia el piso y la numeración que corresponde a cada tramo de tubería que alimente a dos o más muebles, ya que por el método de cálculo utilizado, se acumulan las unidades-mueble de cada tramo para determinar el diámetro de la tubería a instalar.

La razón por la cual no se numeran los tramos que sirven únicamente a un mueble, es que las Normas Técnicas del I.M.S.S. especifican los diámetros mínimos para la alimentación de muebles instalados en hospitales y que se encuentran en la Tabla III.2.3 (Diámetros mínimos de alimentación para muebles sanitarios). Se puede comprobar que los diámetros presentados en la tabla mencionada son menores a los calculados por el Método de Hunter para el mismo mueble, sin embargo la práctica ha demostrado que los muebles trabajan en forma adecuada con los diámetros propuestos.

La numeración de tramos de tubería se inicia en el local más alejado del tanque de almacenamiento, y en el cual existan muebles sanitarios, prosiguiendo ésta en la planta arquitectónica, para continuar en el siguiente local que requiera de la instalación hidráulica.

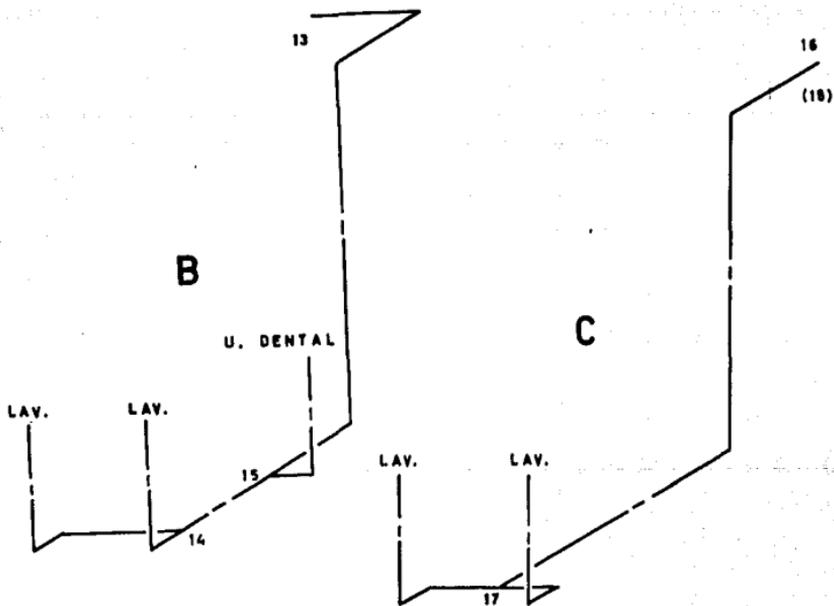
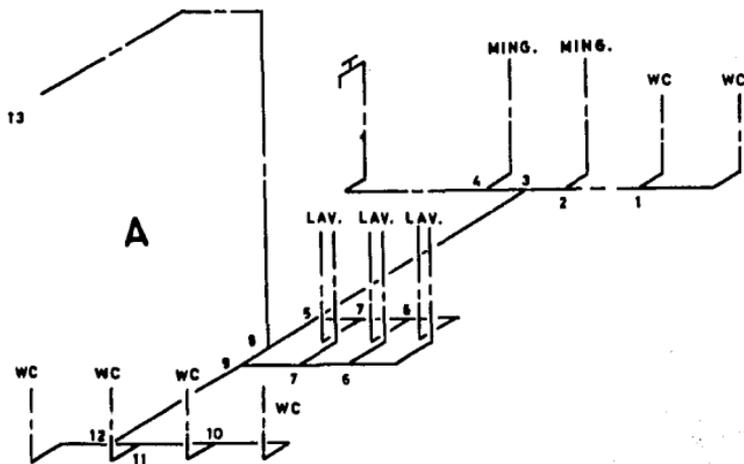
El primer número que se asigna a la planta arquitectónica -

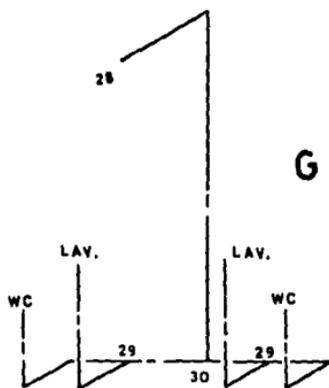
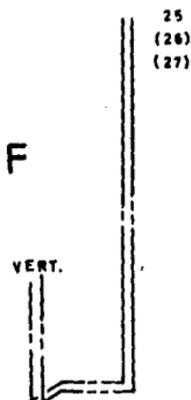
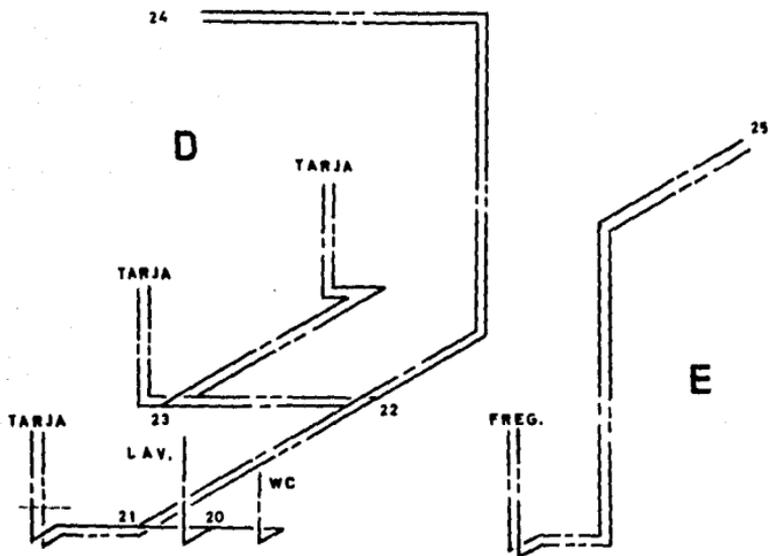
corresponde a la última intersección de ramales, a partir de este punto y por medio de la numeración, es que se integra la tubería de la instalación hidráulica de los isométricos con la de la planta arquitectónica, es decir, a partir del primer tramo que se numera en el plano, se empieza a relacionar los tramos de tuberías de los isométricos con la línea principal de la red de distribución del plano.

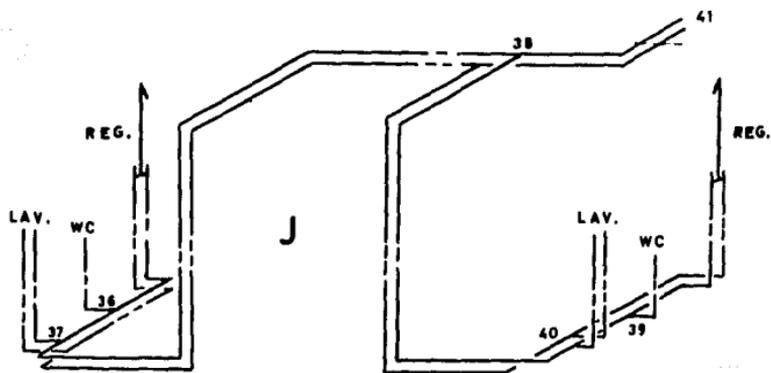
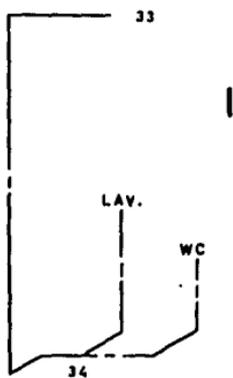
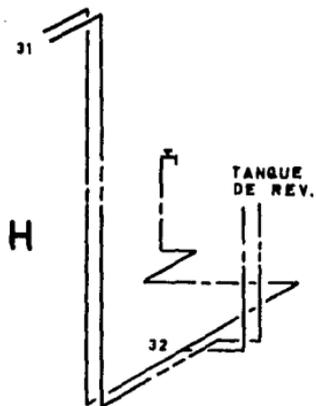
Independientemente de la numeración por tramos de la tubería, es de suma importancia disponer en orden los isométricos en su totalidad; de tal forma de asignarles un carácter (letra o número) en orden pre-establecido para situarlos por este medio en el plano y sea más fácil su ulterior localización en el mismo.

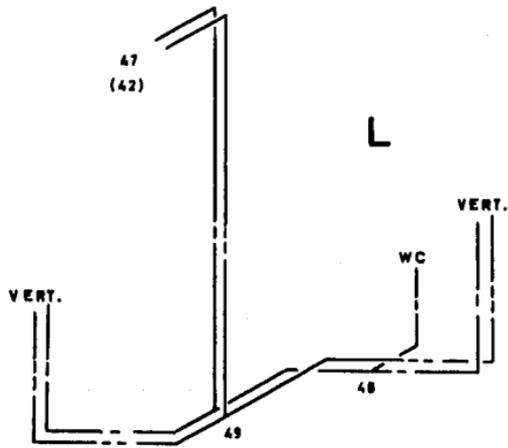
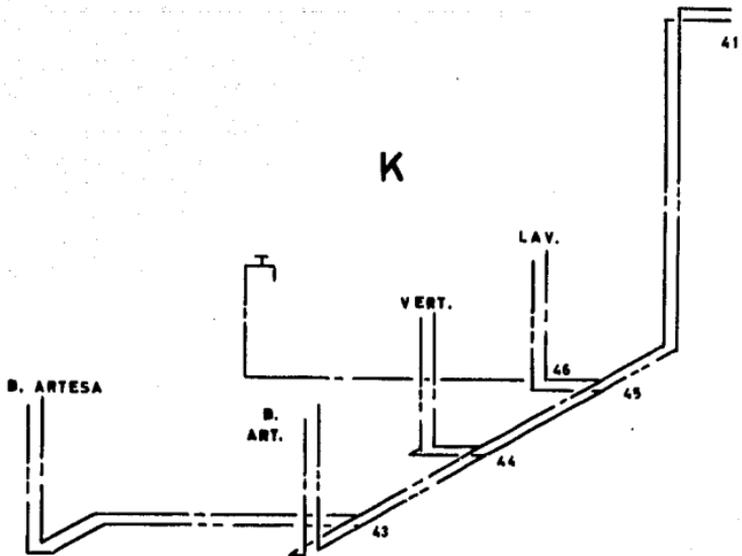
Finalmente se hace notar que al presentar un proyecto terminado, los diámetros que se han determinado en la memoria de cálculo, deberán colocarse señalando el tramo de tubería al que corresponde, tanto en los planos como en los isométricos, es decir, los tramos de tubería que se trabajaron en los cálculos, quedarán representados en los elementos mencionados señalando en estos los diámetros que les corresponden.

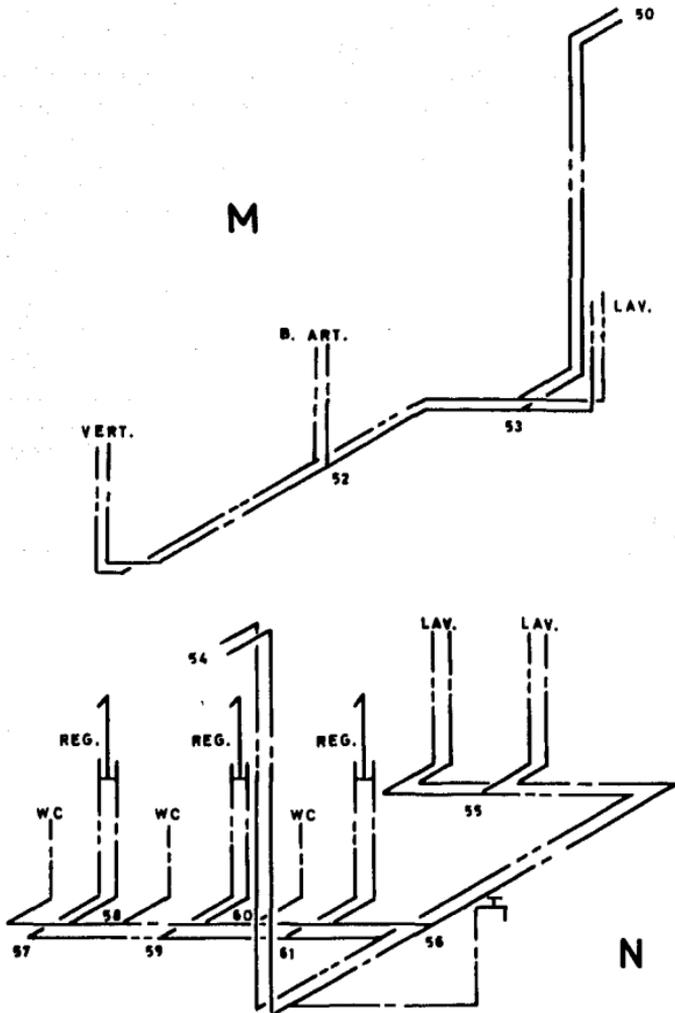
A continuación se presentan los isométricos de los ramales que abastecen de agua potable a todos los locales del hospital que lo requieren. Su elaboración se llevó a cabo según los criterios mencionados anteriormente, por lo mismo, se presentan con todos los requisitos señalados para iniciar la elaboración de la memoria de cálculo, por lo que no se incluye en estos los diámetros que posteriormente serán determinados por el Método del Dr.

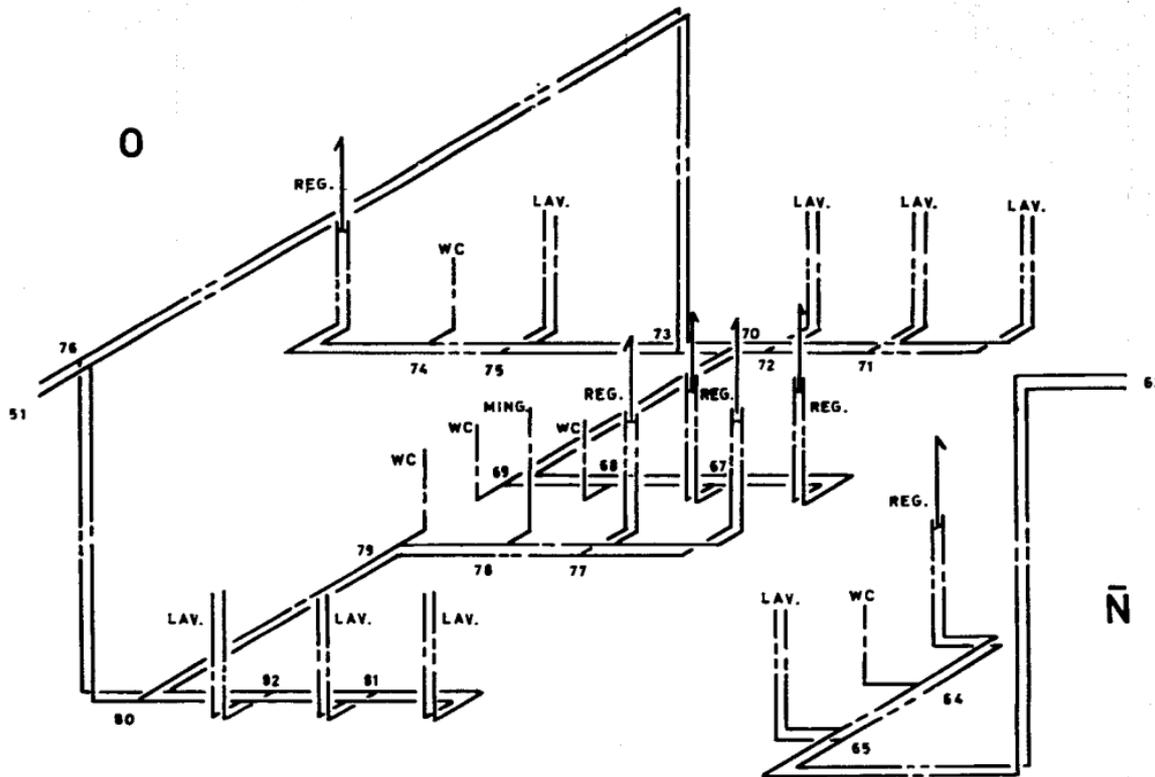


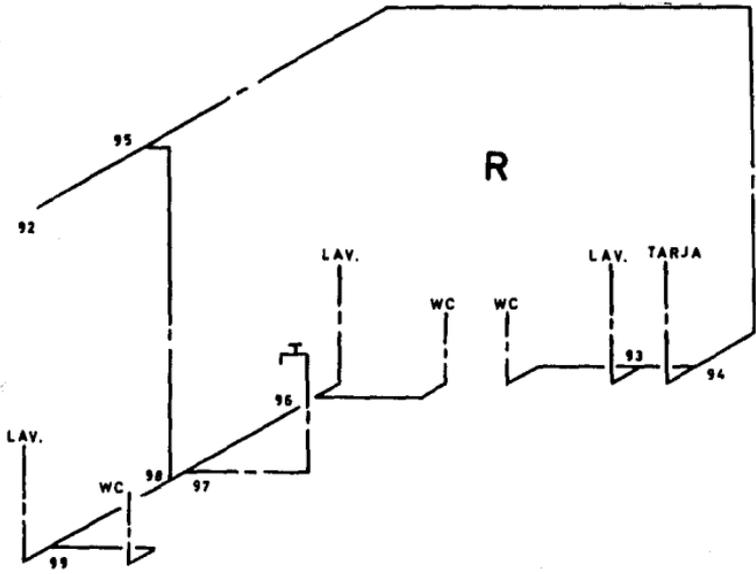
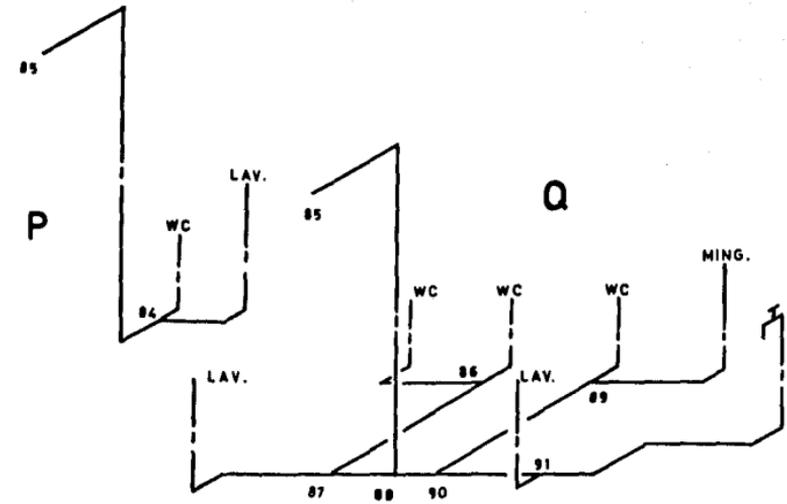


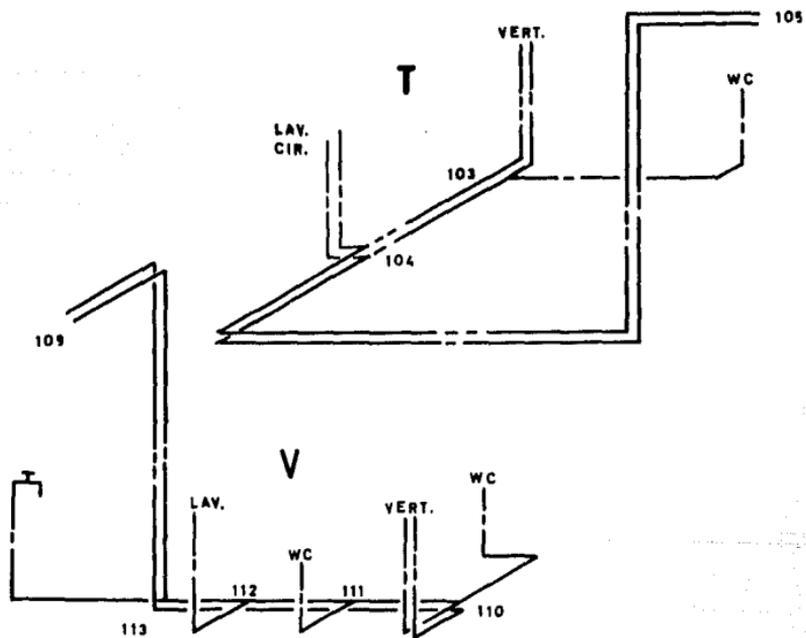
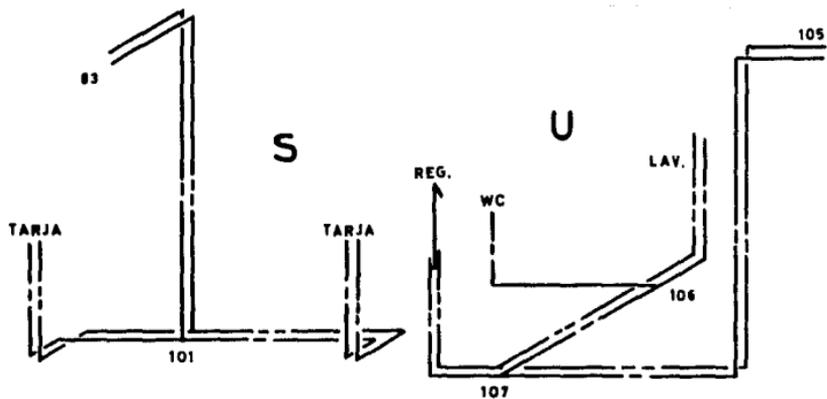


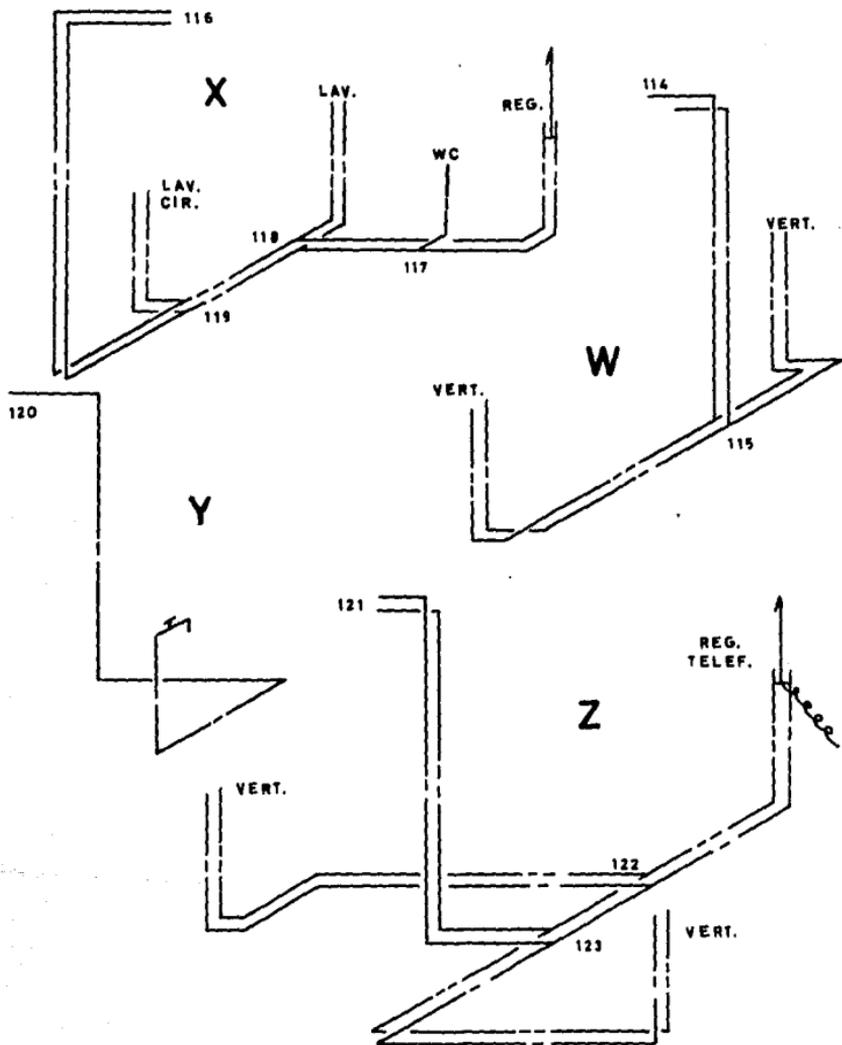


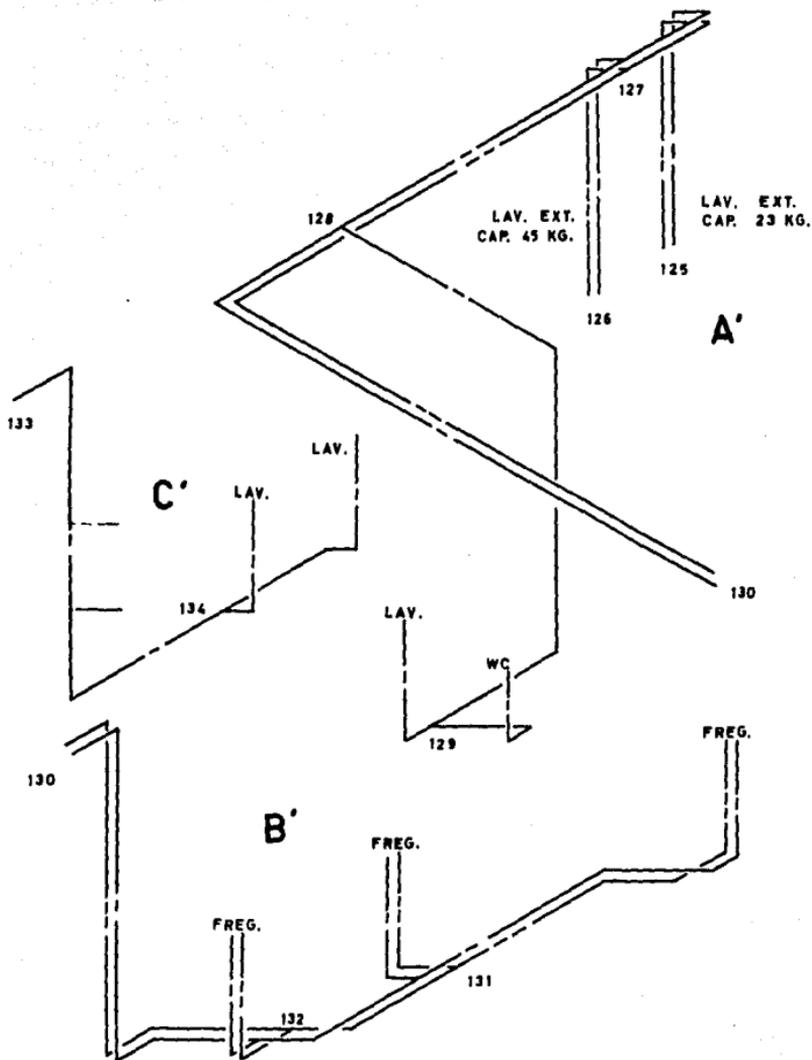


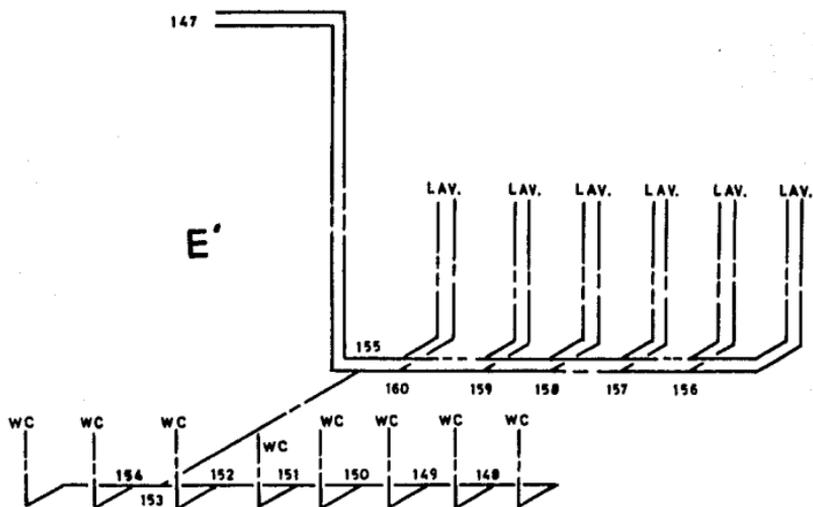
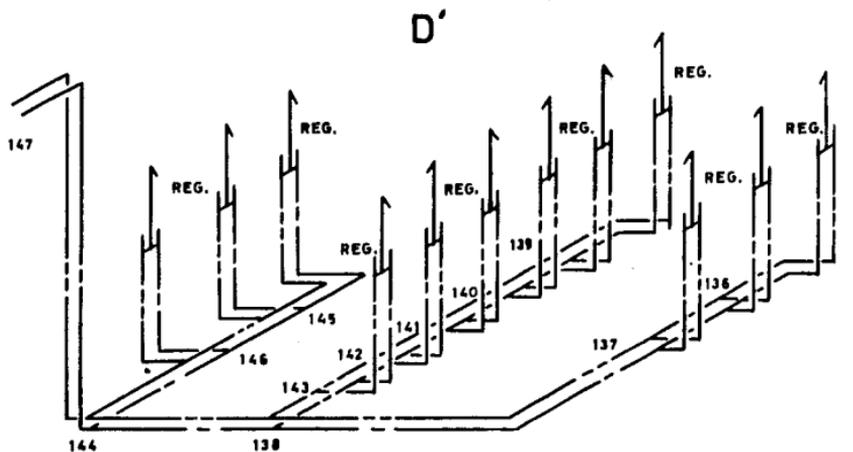




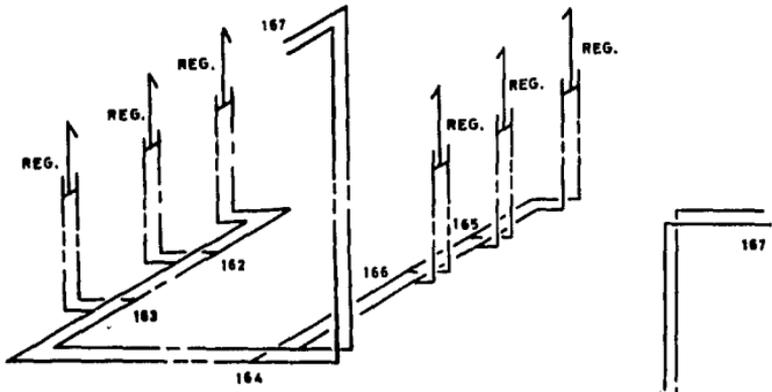




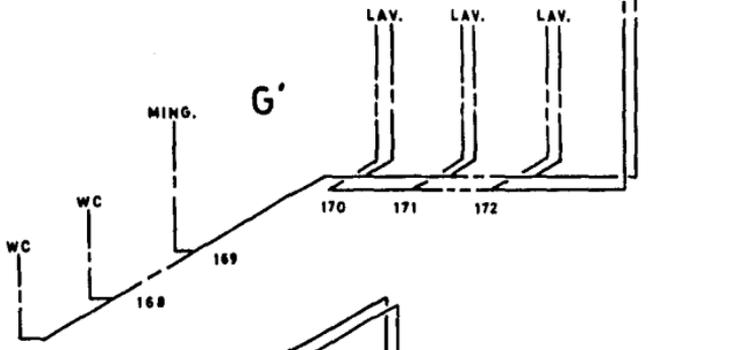




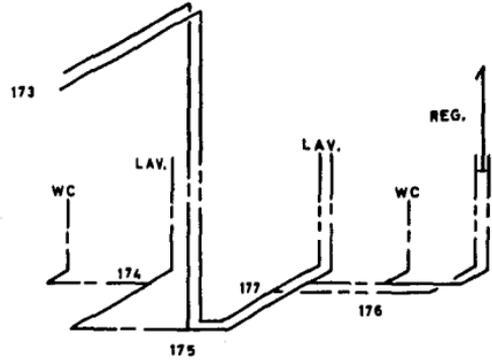
F'

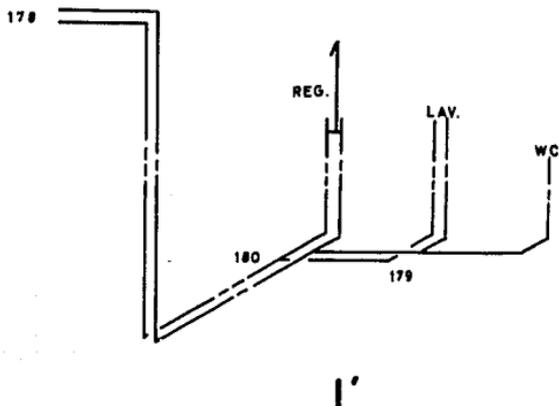


G'

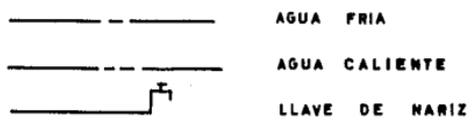


H'





C L Á V E



Bunter.

Así mismo, en el anexo presentado al final de la obra, se presenta la Planta Arquitectónica del Hospital Rural de Jojutla, Mor., con el trazo de la red de alimentación principal, con la numeración de tramos y con la ubicación de los isométricos. En este caso se utilizaron letras del alfabeto para definir los isométricos y sus áreas correspondientes en el plano.

### III.7 MEMORIA DE CALCULO.

La memoria de cálculo de la red de distribución de agua potable de un edificio, es el documento que contiene en forma ordenada y sistemática todos los cálculos relativos al dimensionamiento de las tuberías a instalar en el inmueble, de tal forma que al leerla, se logre identificar cualquier tramo de la red así como justificar el diámetro determinado para el mismo.

El formato de cálculo deberá ser lo más semejante posible al que se presenta en la Tabla III.7.1, el cual a continuación se describe:

- a) En la columna 1 se registrará el isométrico o el plano al que corresponde el tramo en estudio, según la notación que se asignó a los primeros en la planta arquitectónica del edificio.
- b) En la columna 2 con el encabezado de "tramo" se anotará el número inicial y final del fragmento que se analiza, iniciando la memoria de cálculo con el tramo más lejano al tanque de almacenamiento de agua, y siguiendo la numeración que pre-

TABLA III.7.1 Formato de la Memoria de Cálculo para el diseño de la red de distribución de agua potable en hospitales.

ISOM.	TRAMO	MUEBLE	U.M.	$\frac{Q}{l/s}$	$\phi$ mm.	hf %	LONG. TRAMO m.	LONG. EQUIV. m.	LONG. TOTAL m.	hf TOTAL m.
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)

viamente se asignó a cada uno.

En el caso de que existan dos o más tramos iguales en longitud, en el tipo y número de muebles al que den servicio, se podrá utilizar la misma numeración como en el caso de los tramos 6-7 del isométrico "A" (ver memoria de cálculo), o asignarles diferente numeración como en el caso de los tramos 67-70 y 77-80 del isométrico "O"; cualquiera que sea el caso, siempre se anotarán todos los tramos afectados por el cálculo desarrollado en ese renglón.

- c) Para calcular el diámetro de un tramo de tubería, es necesario conocer el tipo y número de muebles a los que dará servicio; en la columna número 3 con el encabezado de "mueble" se asentará este dato, el cual debe incluir todos los muebles a los que surte de agua el tramo que se analiza.

En el presente trabajo se utilizaron algunas "abreviaturas" en esta columna, con el objeto de no repetir en todos los tramos de la línea principal de alimentación el nombre y número de todos los muebles a los que se surte de agua por medio de esta.

Así, se podrá observar que en el tramo 35-100 correspondiente a la planta arquitectónica (ver memoria de cálculo) se anota en la columna correspondiente a "mueble": sección I + gobierno, en lugar de escribir el nombre y la cantidad de todos los muebles como se propone al inicio de este inciso.

Para dar una idea de las zonas en las que se dividió el edificio para sintetizar la información contenida en la columna 3, se presenta el croquis de la Planta de Conjunto del Hospital Rural de Jojutla, Mor. en la figura III.7.1.

- d) En la cuarta columna denominada "unidades-mueble" se anotará el número de estas unidades que corresponda al de los muebles que se registraron en la columna número 3, y que se determina en función del valor que se asigna a cada uno de ellos en la tabla III.2.1 vista con anterioridad.

Se debe tener especial atención en el dato de esta columna, ya que el diámetro de la tubería quedará determinado en función del número de unidades-mueble acumulados.

Volvamos a tomar el ejemplo anterior para observar, que el número de unidades-mueble del tramo 35-100 es la suma de los de la sección I (143) más los de "gobierno" en la sección II (69), siendo el resultado 212. Con este ejemplo podemos apreciar que en esta columna se acumulan las unidades-mueble de todos los muebles que cuentan con el servicio y a los cuales alimenta el tramo analizado.

- e) La columna número 5 corresponde al gasto "Q" que en teoría requieren los muebles en conjunto para un funcionamiento hidráulico eficiente. Este valor se determina en base a la Tabla III.3.1, en la cual se localiza el número de unidades-mueble, obteniendo el gasto apropiado en la siguiente colum-

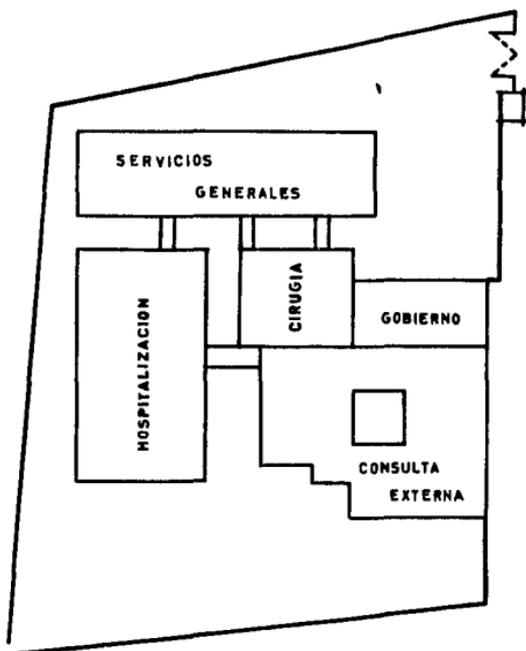


FIGURA III.7.1 Croquis de la Planta de Conjunto del Hospital Rural de Jojutla, Mor.

na. En caso de no existir la cantidad buscada en la tabla --  
mencionada, se interpola para obtener el valor del gasto.

- f) En la columna número 6 se anotará el diámetro de la tubería que se obtiene utilizando el Nomograma de la Figura III.4.1 por medio del siguiente procedimiento:

En la parte inferior del nomograma se busca el valor - del gasto (columna 5) trazando en este valor una línea perpendicular a la horizontal, subiendo por esta hasta intersectar las rectas que representan los diámetros de las tuberías, eligiendo la que mejor convenga, dependiendo de la "hf" que se desee.

- g) La pérdida de carga por fricción se registrará en la columna número 7, su valor se calcula en la margen izquierda del Nomograma de la Figura III.4.1 y depende del gasto y del diámetro que se elija para un tramo de tubería, así como de los límites que se marcan en el sub-capítulo III.5.

Para continuar con el ejemplo tomado en el inciso "g", calculemos el diámetro y la carga de fricción para el tramo 35-100; como se puede ver en la memoria de cálculo, el gasto que corresponde a 212 u.m. es de 5.77 l/s, valor que buscaremos en la parte inferior del nomograma mencionado, subiendo en forma vertical o intersectando las rectas que representan los diámetros de 75 mm., 64 mm. y 50 mm.; esto significa que cualquiera de los tres puede proporcionar el gasto requerido, siendo la dife-

rencia la pérdida de carga por fricción (margen izquierda del nomograma) que existe en cada uno de estos, ya que el primero tiene una hf de 2.8 %, para el segundo es de 6.7 % y de 22 % para el tercero.

Para determinar el diámetro de la tubería, buscaremos que el valor de la hf esté comprendido en el intervalo para pérdida de carga por fricción presentada en el subcapítulo III.5.1, por lo tanto, el diámetro del tramo será de 64 mm. con una hf de 6.7 %.

- h) En la columna número 8 se anotará la longitud del tramo, la cual se medirá en la planta arquitectónica del edificio. -- Cuando un ramal baja de la línea de alimentación principal, esta distancia vertical deberá incrementarse a la del tramo medida sobre el plano, con el fin de obtener la longitud más cercana a la real.

En el presente trabajo se aumentó 3.0 m. de longitud vertical por bajadas de tubería; esta distancia puede apreciarse en cualquier isométrico y corresponde a la distancia entre el plafond y el piso.

- i) En la Tabla III.5.1 se obtienen las longitudes equivalentes de las diferentes conexiones integrantes de cualquier tramo de tubería, las cuales sumadas proporcionan la longitud equivalente del mismo; dicha cantidad deberá anotarse en la columna número 9 de la tabla que nos ocupa.

Como ejemplo consultemos el isométrico "J" y observemos

el tramo 37-38, el cual está integrado de una "T" en la parte inicial y de 4 codos de 90° en su desarrollo. En la Tabla III.5.1 encontramos que el valor de la longitud equivalente para un codo de 90° con 38 mm. de diámetro (ver memoria de cálculo) es de 1.50 m. y para una "T" con el mismo diámetro de 2.15 m., obteniendo como resultado al sumar las cinco conexiones en el tramo un total de 8.15 m.

- j) En la columna 10 denominada "longitud total" se anotará el resultado de sumar las dos columnas anteriores, o sea: longitud del tramo + longitud equivalente = longitud total.
- k) En la última columna designada como "hf total" se registrará el resultado de afectar la longitud total de la tubería (columna 10) por la hf correspondiente (columna 7), cuyo resultado representa la pérdida de carga por fricción en el tramo analizado.

A continuación se presenta la Memoria de Cálculo de la red de distribución de agua potable "fría" del Hospital Rural de Jojutla, Mor.

ISOM.	TRAMO	MUEBLE	U.M.	Q 1/m	φ mm	hf %	LONG. TRAMO m	LONG. EQUIV. m	LONG. TOTAL m	hf TOTAL
A	1-2 y 10-11	2 w.o.	20.0	2.21	38	15.0	0.90	2.15	3.05	0.46
A	2-3	2 w.o. + mingitorio	25.0	2.40	50	4.0	0.70	3.00	3.70	0.15
A	4-3	llave + mingitorio	8.0	1.67	38	8.3	0.40	2.15	2.55	0.21
A	3-5	2 w.o. + mingitorio + llave	33.0	2.68	50	4.7	2.00	3.00	5.00	0.24
A	6-7	2 lavabos	4.0	0.26	19	9.0	0.90	1.20	2.10	0.19
A	7-5 y 7-9	3 lavabos	6.0	0.42	25	5.0	0.60	1.50	2.10	0.11
A	5-8	2 w.o. + 2 ming. + llave + 3 lav.	39.0	2.87	50	5.5	1.10	3.00	4.10	0.23
A	11-12	3 w.o.	30.0	2.59	50	4.5	0.70	3.00	3.70	0.17
A	12-9	4 w.o.	40.0	2.90	50	5.5	2.00	3.00	5.00	0.28
A	9-8	4 w.o. + 3 lavabos	46.0	3.09	50	6.4	0.70	3.00	3.70	0.24
A	8-13	(6 w.o. + 2 ming. + 6 lav. + llave) sanitarios públicos	85.0	4.00	50	11.0	16.00	7.30	23.30	2.56
B	14-15	2 lavabos	2.0	0.15	13	18.0	2.00	0.91	2.91	0.52
B	15-13	2 lavabos + unidad dental	3.0	0.20	19	5.3	7.30	3.45	10.75	0.57
P.A.	13-16	sanit. púb. + 2 lav. + u. dental	88.0	4.06	50	11.5	6.60	3.00	9.60	1.10
C	17-16 y 17-18	2 lavabos	2.0	0.15	13	18.0	8.80	2.11	10.91	1.96

ISOM.	TRAMO	MUEBLE	U.M.	Q 1/s	d mm	hf %	LONG. TRAMO m	LONG. EQUIV. m	LONG. TOTAL m	hf TOTAL
P.A.	16-18	sanit. pùb. + 4 lav. + u. dental	90.0	4.10	50	12.0	7.20	3.00	10.20	1.22
P.A.	18-19	sanit. pùb. + 6 lav. + u. dental	92.0	4.14	50	12.4	30.00	9.45	39.45	4.89
D	20-21	w.o. + lavabo	7.0	1.61	38	7.7	0.80	2.15	2.95	0.23
D	21-22	w.o. + lavabo + tarja	9.3	1.73	38	8.0	2.20	2.15	4.35	0.35
D	23-22	2 fregaderos	6.0	0.42	25	5.0	3.00	1.50	4.50	0.23
D	22-24	w.o. + lav. + tarja + 2 frag.	15.3	2.00	38	13.0	7.90	5.15	13.05	1.70
P.A.	25-24	fregadero + vertedero	5.3	0.39	25	4.2	0.60	1.50	2.10	0.09
P.A.	24-26	w.o. + lav. + tarja + 3 frag. + vert.	20.6	2.23	38	15.0	1.10	2.15	3.25	0.49
P.A.	26-27	w.o. + lav. + tarja + 3 frag. + 2 vert.	22.9	2.32	50	3.6	1.70	3.00	4.70	0.17
P.A.	27-28	(w.o. + lav. + tarja + 3 frag. + 3 vert.) laboratorio	25.2	2.41	50	3.8	4.10	5.15	9.25	0.35
G	29-30	w.o. + lavabo	7.0	1.61	38	7.7	0.50	2.15	2.65	0.20
G	30-28	(2 w.o. + 2 lav.) 2 sanitarios	14.0	1.95	38	12.0	4.30	3.65	7.95	0.95
P.A.	28-31	laboratorio + 2 sanitarios	39.2	2.88	50	5.4	2.50	3.00	5.50	0.30
H	32-31	llave + tanque de revelado	4.5	0.32	19	14.0	7.70	2.70	10.40	1.46

ISOM.	TRAMO	MUEBLE	U.M.	$\frac{3}{1/s}$	$\phi$ mm	hf %	LONG. TRAMO m	LONG. EQUIV. m	LONG. TOTAL m	hf TOTAL
P.A.	31-19	laboratorio + 2 sanit. + llave + tan- que de revelado	43.7	3.02	50	5.8	5.00	3.00	8.00	0.46
P.I.	19-33	sanit. píb. + 6 lav. + u. dental + lab. + 2 sanit. + llave + tanque rev.	135.7	4.86	64	4.8	6.30	3.65	9.95	0.48
I	34-33	w.c. + lavabo	7.0	1.61	38	7.7	6.40	6.65	13.05	1.00
P.I.	33-35	Consulta Externa (sección I)	142.7	4.97	64	4.9	8.30	3.65	11.95	0.59

ISOM.	TRAMO	MUEBLE	U.M.	g 1/s	φ mm	hf %	LONG. TRAMO m	LONG. EQUIV. m	LONG. TOTAL m	hf TOTAL
J	36-37 y 39-40	regadera + w.c.	6.5	1.59	38	7.2	0.60	2.15	2.75	0.20
J	37-38	(regadera + w.c. + lavabo) sanitario	7.5	1.64	38	7.6	8.90	8.15	17.05	1.30
J	40-38	sanitario	7.5	1.64	38	7.6	6.80	6.65	13.45	1.02
P.A.	38-41	2 sanitarios	15.0	1.99	38	12.0	3.20	3.65	6.85	0.82
P.A.	38-42	2 sanitarios	15.0	1.99	38	12.0	6.90	3.65	10.55	1.27
K	43-44	2 baños de artesa	4.6	0.33	19	15.0	1.60	1.20	2.80	0.42
K	44-45	2 b. artesa + vertedero	6.1	0.42	25	5.0	3.40	1.50	4.90	0.25
K	46-45	llave + lavabo	4.0	0.26	19	9.0	0.40	1.20	1.60	0.14
K	45-41	(2 b. artesa + vert. + llave + lav.) pe- diatría	10.1	0.57	25	9.2	5.2	3.30	8.50	0.78
P.A.	41-47	2 sanitarios + pediatría	25.1	2.40	50	3.7	4.30	3.00	7.30	0.27
L	48-49	vertedor + w.c.	13.0	1.91	38	11.0	2.50	3.65	6.15	0.68
L	49-47 y 49-42	2 vertederos + w.c.	14.5	1.97	38	12.0	6.40	3.65	10.05	1.21
P.A.	47-50	2 sanit. + pediatría + 2 vert. + w.c.	39.6	2.89	50	5.3	2.60	3.00	5.60	0.30
P.A.	42-51	2 sanit. + 2 vert. + w.c.	29.5	2.57	50	4.3	6.50	3.00	9.50	0.41
M	52-53	vertedor + baño de artesa	3.8	0.25	19	8.5	3.10	1.95	5.05	0.43

ISOM.	TRAMO	MUEBLE	U.M.	$\frac{3}{1/8}$	$\frac{\phi}{mm}$	hf %	LONG. TRAMO m	LONG. EQUIV. m	LONG. TOTAL m	hf TOTAL
M	53-50	(vert. + b. artesa + lavabo) cunero	4.8	0.36	25	3.7	6.20	3.30	9.50	0.35
P.A.	50-54	2 sanit. + pediatria + 2 vert. + w.o. + cunero	44.4	3.04	50	6.0	3.90	3.00	6.90	0.41
N	55-56	2 lavabos	3.0	0.20	19	5.4	4.60	1.95	6.55	0.35
N	57-58	w.o. + regadera	8.0	1.67	38	8.0	0.80	2.15	2.95	0.24
N	58-59	2 w.o. + regadera	13.0	1.91	38	11.0	0.10	2.15	2.25	0.25
N	59-60	2 w.o. + 2 regaderas	16.0	2.03	38	12.0	0.70	2.15	2.85	0.34
N	60-61	3 w.o. + 2 regaderas	21.0	2.25	38	15.0	0.10	2.15	2.25	0.34
N	61-56	3 w.o. + 3 regaderas	24.0	2.36	50	3.7	1.00	3.00	4.00	0.15
N	56-62	2 lav. + 3 w.o. + 3 reg.	27.0	2.48	50	4.0	2.80	3.00	5.80	0.23
N	62-54	(2 lav. + 3 w.o. + 3 reg. + llave) ba- ños mujeres	30.0	2.59	50	4.3	3.50	7.30	10.80	0.46
P.A.	54-63	2 sanit. + pediatria + 2 vert. + w.o. + cunero + baños mujeres	74.4	3.77	50	9.5	3.80	3.00	6.80	0.65
N	64-65	regadera + w.o.	6.5	1.59	38	7.2	1.00	2.15	3.15	0.23
N	65-63	(regadera + w.o. + lavabo) sanitario	7.5	1.64	38	7.6	9.00	6.65	15.65	1.19

ISOM. TRAMO	MUSCLE	U.M.	Q 1/s	φ mm	hf %	LONG. TRAMO m	LONG. EQUIV. m	LONG. TOTAL m	hf TOTAL
P.A. 63-66	3 sanit. + pediatría + 2 vert. + w.o. + cuñero + baños mujeres	81.9	3.94	50	10.0	6.50	3.00	9.50	0.95
0 67-68 y 77-78	2 regaderas	6.0	0.42	25	5.0	0.70	1.50	2.20	0.11
0 68-69	2 regaderas + w.o.	11.0	1.82	38	9.2	0.70	2.15	2.85	0.26
0 69-70	2 regaderas + 2 w.o.	16.0	2.03	38	13.0	1.40	2.15	3.55	0.46
0 71-72 y 81-82	2 lavabos	3.0	0.20	19	5.4	0.60	1.20	1.80	0.10
0 72-70 y 82-80	3 lavabos	4.5	0.32	19	14.0	1.20	1.20	2.40	0.34
0 70-73	(2 regaderas + 2 w.o. + 3 lavabos) ba- ños mujeres	20.5	2.23	50	3.4	0.20	3.00	3.20	0.11
0 74-75	regadera + w.o.	6.5	1.59	38	7.2	1.00	2.15	3.15	0.23
0 75-73	(regadera + w.o. + lavabo) sanitario	7.5	1.64	38	7.6	1.40	2.15	3.55	0.27
0 73-76	baños mujeres + sanitario	28.0	2.51	50	4.1	7.10	5.15	12.25	0.50
0 78-79	2 regaderas + mingitorio	11.0	1.82	38	9.2	0.70	2.15	2.85	0.26
0 79-80	2 regaderas + mingitorio + w.o.	16.0	2.03	38	13.0	1.20	2.15	3.35	0.44
0 80-76	(2 regaderas + mingitorio + w.o. + 3 la- vabos) baños hombres	20.5	2.23	50	3.4	3.20	5.15	8.35	0.28

ISOM.	TRAMO	HUEBLE	U.M.	Q 1/s	φ mm	hf %	LONG. TRAMO m	LONG. EQUIV. m	LONG. TOTAL m	hf TOTAL
0	76-51	baños mujeres + sanitario + baños hom- bres	48.5	3.18	50	6.7	1.20	3.00	4.20	0.28
P.A.	51-66	3 sanit. + 2 vert. + w.c. + baños muj. + baños hombres	78.0	3.86	50	9.6	4.30	3.00	7.30	0.70
P.A.	66-83	Hospitalización (sección III)	160.0	5.24	64	5.5	22.40	3.65	26.05	1.43

ISOM.	TRAMO	MUEBLE	U.M.	q 1/s	φ mm	hf %	LONG. TRAMO m	LONG. EQUIV. m	LONG. TOTAL m	hf TOTAL
P	84-85	(lavabo + w.c.) sanitario	7.0	1.61	38	7.7	13.90	6.65	19.55	1.51
↓	86-87	2 w.c.	10.0	1.77	38	9.0	2.00	2.15	4.15	0.37
↓	87-88	(2 w.c. + lavabo) sanitario	12.0	1.86	38	11.0	0.60	2.15	2.75	0.30
↓	89-90	w.c. + mingitorio	10.0	1.77	38	9.0	2.00	2.15	4.15	0.37
↓	91-90	llave + lavabo	5.0	0.38	25	4.0	0.90	1.50	2.40	0.10
↓	90-88	(w.c. + ming. + llave + lavabo) sanitario	15.0	2.00	38	12.5	0.30	2.15	2.45	0.31
↓	88-85	2 sanitarios	27.0	2.48	50	4.0	14.80	5.15	19.95	0.80
P.a.	85-92	3 sanitarios	34.0	2.71	50	4.8	13.10	3.00	16.10	0.77
R	93-94	(w.c. + lavabo) sanitario	7.0	1.61	38	7.7	0.20	2.15	2.35	0.18
R	94-95	sanitario + tarja	8.0	1.67	38	8.3	9.90	6.65	16.55	1.37
R	96-97	(w.c. + lavabo) sanitario	12.0	1.86	38	11.0	0.50	2.15	2.65	0.29
R	97-98	sanitario + llave	15.0	2.00	38	12.5	0.40	2.15	2.55	0.32
R	99-98	(w.c. + lavabo) sanitario	12.0	1.86	38	11.0	1.00	2.15	3.15	0.35
R	98-95	2 sanitarios + llave	27.0	2.48	50	4.0	3.90	5.15	9.05	0.36
P.a.	95-92	3 sanitarios + tarja + llave	35.0	2.75	50	5.0	5.00	3.00	8.00	0.40

ISOM.	TRAMO	MUEBLE	U.M.	g 1/8	φ mm	hf %	LONG. TRAMO m	LONG. EQUIV. m	LONG. TOTAL m	hf TOTAL
P.A.	92-35	(6 sanit. + tarja + llave) gobierno	69.0	3.64	50	9.0	11.50	3.00	14.50	1.31
P.A.	35-100	sección I + gobierno	212.0	5.77	64	6.7	1.70	3.65	5.35	0.36
S	101-83	(2 vertedores) ceye	4.5	0.33	19	15.0	4.20	1.75	6.15	0.92
P.A.	83-102	sección III + ceye	165.0	5.29	64	5.7	5.40	3.65	9.05	0.52
T	103-104	w.c. + vertedor	13.0	1.91	38	11.0	0.60	2.15	2.75	0.30
T	104-105	w.c. + vert. + lavabo de cirujanos	14.5	1.97	38	12.0	8.70	8.15	16.85	2.02
U	106-107	w.c. + lavabo	6.0	1.56	38	7.4	1.30	2.15	3.45	0.25
U	107-105 y 107-108	(w.c. + lavabo + regadera) baño de médicos	7.5	1.64	38	7.6	4.10	5.15	9.25	0.70
P.A.	105-108	w.c. + vert. + lav. de cirujanos + baño de médicos	22.0	2.29	50	3.6	3.30	3.00	6.30	0.23
P.A.	108-102	(w.c. + vert. + lav. cir. + 2 baños) tococirugia	29.5	2.57	50	4.3	9.50	3.00	12.50	0.54
P.A.	102-109	sección III + ceye + tococirugia	194.0	5.60	64	6.2	5.00	3.65	8.65	0.54
V	110-111	w.c. + vertedor	13.0	1.91	38	11.0	1.00	2.15	3.15	0.35
V	111-112	2 w.c. + vertedor	18.0	2.12	38	13.5	0.50	2.15	2.65	0.36

ISCK. TRAMO	MUEBLE	U.M.	Q 1/s	φ mm	hf %	LONG. TRAMO m	LONG. EQUIV. m	LONG. TOTAL m	hf TOTAL	
V	112-113	2 w.c. + vertedor + lavabo	20.0	2.21	38	15.0	0.60	2.15	2.75	0.41
V	113-109	(2 w.c. + vert. + lav. + llave) aseo	23.0	2.33	50	3.8	4.20	5.15	9.35	0.36
P.A.	109-100	sec. III + caye + toococirugia + aseo	217.0	5.82	64	6.8	2.30	3.65	5.95	0.40
P.A.	100-114	sec. I + gobierno + sec. III + caye + toococirugia + aseo	429.0	8.18	64	14.0	7.30	3.65	10.95	1.53
W	115-114	2 vertedores	3.0	0.20	19	5.4	5.00	1.95	6.95	0.38
P.A.	114-116	sec. I + gobierno + sec. III + caye + toococirugia + aseo + 2 vertedores	432.0	8.20	64	14.0	2.10	3.65	5.75	0.81
X	117-118	regadera + w.c.	8.0	1.67	38	8.3	1.00	2.15	3.15	0.26
X	118-119	regadera + w.c. + lavabo	9.0	1.71	38	8.5	0.60	2.15	2.75	0.23
X	119-116	(regadera + w.c. + lavabo + lavabo de cirujanos) expulsión	10.5	1.79	38	9.0	6.60	5.15	11.75	1.06
P.A.	116-120	sec. I + gobierno + sec. III + caye + toococirugia + aseo + 2 vertedores + expulsión	443.0	8.30	64	14.5	5.60	3.65	9.25	1.34
P.A.	120-121	sec. I + gobierno + sec. III + caye +								

ISCM. TRAMO	MUEBLE	U.M.	$\frac{3}{1/s}$	$\frac{4}{mm}$	$\frac{hf}{\%}$	LONG. TRAMO m	LONG. EQUIV. m	LONG. TOTAL m	hf TOTAL
	toccocirugia + aseo + 2 vertedores + expulsión + llave	446.0	8.35	64	14.6	5.00	3.65	8.65	1.26
Z	122-123 vertedor + regadera	4.5	0.32	19	14.0	0.30	1.20	1.50	0.21
Z	123-121 2 vertederos + regadera	6.0	0.42	25	5.0	5.60	2.30	7.90	0.40
F.a.	121-124 sección I + sección III + Cirugia/Go- bierno (sección II)	452.0	8.39	64	15.0	8.40	3.65	12.05	1.81

ISOM.	TRAMO	MUEBLE	U.M.	g 1/8	φ mm	hf %	LONG. TRAMO m	LONG. EQUIV. m	LONG. TOTAL m	hf TOTAL
A'	125-127	lavadora extractora, cap. 23 kg.	101.2	4.30	50	14.0	4.00	4.30	8.30	1.16
A'	126-127	lavadora extractora, cap. 45 kg.	198.0	5.62	64	6.3	2.70	2.45	5.15	0.32
A'	127-128	2 lavadoras extractoras	198.0	5.62	64	6.3	5.80	3.65	9.45	0.60
A'	129-128	(e.o. + lavabo) sanitario	7.0	1.61	38	7.7	5.40	5.15	10.65	0.82
P.A.	128-130	(2 lavadoras extractoras + sanitario) lavandería	205.0	5.70	64	6.4	18.10	6.10	24.40	1.55
B'	131-132	2 fregaderos	6.0	0.42	25	5.0	2.70	2.40	5.10	0.26
B'	132-130	(3 fregaderos) cocina	9.0	0.53	25	6.2	9.90	4.20	14.10	0.87
P.A.	130-133	lavandería + cocina	214.0	5.79	64	6.7	7.80	3.65	11.45	0.77
C'	134-133	2 lavabos	4.0	0.26	19	9.0	6.60	2.70	9.30	0.84
P.A.	133-135	lavandería + cocina + 2 lavabos	218.0	5.82	64	6.7	7.30	3.65	10.95	0.73
D'	136-137 y 145-146	2 regaderas	9.0	0.53	25	6.2	0.90	1.50	2.40	0.15
D'	137-138	3 regaderas	13.5	0.68	25	12.5	4.10	2.40	6.50	0.81
D'	139-140	2 regaderas	9.0	0.53	25	6.2	0.60	1.50	2.10	0.13
D'	140-141	3 regaderas	13.5	0.68	25	12.5	0.20	1.50	1.70	0.21
D'	141-142	4 regaderas	18.0	0.83	32	5.0	0.60	1.80	2.40	0.12

ISCM.	TRAMO	MUEBLE	U.M.	$\frac{3}{1/s}$	$\phi$ mm	hf %	LONG. TRAMO m	LONG. EQUIV. m	LONG. TOTAL m	hf TOTAL
D'	142-143	5 regaderas	22.5	0.97	32	7.0	0.20	1.80	2.00	0.14
D'	143-138	6 regaderas	27.0	1.15	32	10.0	0.60	1.80	2.40	0.24
D'	138-144	9 regaderas	40.5	1.53	38	6.2	2.70	2.15	4.85	0.30
D'	146-144	3 regaderas	13.5	0.68	25	12.5	0.60	1.50	2.10	0.26
D'	144-147	12 regaderas	54.0	1.91	38	11.0	12.20	5.15	17.35	1.91
E'	148-149	2 w.o.	10.0	1.77	38	9.0	0.90	2.15	3.05	0.27
E'	149-150	3 w.o.	15.0	1.99	38	12.5	0.90	2.15	3.05	0.38
E'	150-151	4 w.o.	20.0	2.21	38	15.0	0.90	2.15	3.05	0.46
E'	151-152	5 w.o.	25.0	2.40	50	3.9	0.90	3.00	3.90	0.15
E'	152-153	6 w.o.	30.0	2.59	50	4.5	0.60	3.00	3.60	0.16
E'	154-153	2 w.o.	10.0	1.77	38	9.0	0.30	2.15	2.45	0.22
E'	153-155	8 w.o.	40.0	2.90	50	5.5	2.10	3.00	5.10	0.28
E'	156-157	2 lavabos	3.0	0.20	19	5.4	0.90	1.20	2.10	0.11
E'	157-158	3 lavabos	4.5	0.32	19	14.0	0.90	1.20	2.10	0.22
E'	158-159	4 lavabos	6.0	0.42	25	5.0	0.90	1.50	2.40	0.12
E'	159-160	5 lavabos	7.5	0.48	25	6.5	0.90	1.50	2.40	0.16

ISOM.	TRAMO	MUEBLE	U.M.	g 1/8	φ mm	hf %	LONG. TRAMO m	LONG. EQUIV. m	LONG. TOTAL m	hf TOTAL
A'	125-127	lavadora extractora, cap. 23 kg.	101.2	4.30	50	14.0	4.00	4.30	8.30	1.16
A'	126-127	lavadora extractora, cap. 45 kg.	198.0	5.62	64	6.3	2.70	2.45	5.15	0.32
A'	127-128	2 lavadoras extractoras	198.0	5.62	64	6.3	5.80	3.65	9.45	0.60
A'	129-128	(e.o. + lavabo) sanitario	7.0	1.61	38	7.7	5.40	5.15	10.65	0.82
P.A.	128-130	(2 lavadoras extractoras + sanitario) lavandería	205.0	5.70	64	6.4	18.10	6.10	24.40	1.55
B'	131-132	2 fregaderos	6.0	0.42	25	5.0	2.70	2.40	5.10	0.26
B'	132-130	(3 fregaderos) cocina	9.0	0.53	25	6.2	9.90	4.20	14.10	0.87
P.A.	130-133	lavandería + cocina	214.0	5.79	64	6.7	7.80	3.65	11.45	0.77
C'	134-133	2 lavabos	4.0	0.26	19	9.0	6.60	2.70	9.30	0.84
P.A.	133-135	lavandería + cocina + 2 lavabos	218.0	5.82	64	6.7	7.30	3.65	10.95	0.73
D'	136-137 y 145-146	2 regaderas	9.0	0.53	25	6.2	0.90	1.50	2.40	0.15
D'	137-138	3 regaderas	13.5	0.68	25	12.5	4.10	2.40	6.50	0.81
D'	139-140	2 regaderas	9.0	0.53	25	6.2	0.60	1.50	2.10	0.13
D'	140-141	3 regaderas	13.5	0.68	25	12.5	0.20	1.50	1.70	0.21
D'	141-142	4 regaderas	18.0	0.83	32	5.0	0.60	1.80	2.40	0.12

ISCM.	TRAMO	MUEBLE	U.M.	$\frac{3}{1/s}$	$\phi$ mm	hf %	LONG. TRAMO m	LONG. EQUIV. m	LONG. TOTAL m	hf TOTAL
D'	142-143	5 regaderas	22.5	0.97	32	7.0	0.20	1.80	2.00	0.14
D'	143-138	6 regaderas	27.0	1.15	32	10.0	0.60	1.80	2.40	0.24
D'	138-144	9 regaderas	40.5	1.53	38	6.2	2.70	2.15	4.85	0.30
D'	146-144	3 regaderas	13.5	0.68	25	12.5	0.60	1.50	2.10	0.26
D'	144-147	12 regaderas	54.0	1.91	38	11.0	12.20	5.15	17.35	1.91
E'	148-149	2 w.o.	10.0	1.77	38	9.0	0.90	2.15	3.05	0.27
E'	149-150	3 w.o.	15.0	1.99	38	12.5	0.90	2.15	3.05	0.38
E'	150-151	4 w.o.	20.0	2.21	38	15.0	0.90	2.15	3.05	0.46
E'	151-152	5 w.o.	25.0	2.40	50	3.9	0.90	3.00	3.90	0.15
E'	152-153	6 w.o.	30.0	2.59	50	4.5	0.60	3.00	3.60	0.16
E'	154-153	2 w.o.	10.0	1.77	38	9.0	0.30	2.15	2.45	0.22
E'	153-155	8 w.o.	40.0	2.90	50	5.5	2.10	3.00	5.10	0.28
E'	156-157	2 lavabos	3.0	0.20	19	5.4	0.90	1.20	2.10	0.11
E'	157-158	3 lavabos	4.5	0.32	19	14.0	0.90	1.20	2.10	0.22
E'	158-159	4 lavabos	6.0	0.42	25	5.0	0.90	1.50	2.40	0.12
E'	159-160	5 lavabos	7.5	0.48	25	6.5	0.90	1.50	2.40	0.16

ISOM. TRAMO	MUEBLE	U.M.	g 1/8	φ mm	hf %	LONG. TRAMO	LONG. EQUITV.	LONG. TOTAL	hf TOTAL	
E'	160-155	6 lavabos	9.0	0.53	25	6.2	0.20	1.50	1.70	0.11
E'	155-147	8 w.c. + 6 lavabos	49.0	3.19	50	6.7	4.80	7.30	12.10	0.81
P.A.	147-135	(12 regaderas + 8 w.c. + 6 lavabos) baños mujeres	103.0	4.33	50	13.0	3.30	3.00	6.30	0.82
P.A.	135-161	lavanderia + cocina + 2 lavabos + baños mujeres	321.0	7.14	64	10.0	10.50	3.65	14.50	1.42
F'	162-163 y 165-166	2 regaderas	9.0	0.53	25	6.2	0.90	1.50	2.40	0.15
F'	163-164	3 regaderas	13.5	0.68	25	12.5	3.10	2.40	5.50	0.69
F'	166-164	3 regaderas	13.5	0.68	25	12.5	0.70	1.50	2.20	0.28
F'	164-167	6 regaderas	27.0	1.15	32	10.0	10.30	4.20	14.50	1.45
G'	168-169	2 w.c.	10.0	1.77	38	9.0	0.90	2.15	3.05	0.27
G'	169-170	2 w.c. + mingitorio	15.0	1.99	38	12.5	1.70	2.15	3.85	0.48
G'	170-171	2 w.c. + mingitorio + lavabo	16.5	2.05	38	13.0	0.40	2.15	2.55	0.33
G'	171-172	2 w.c. + mingitorio + 2 lavabos	18.0	2.12	38	13.5	0.70	2.15	2.85	0.38
G'	172-167	2 w.c. + mingitorio + 3 lavabos	19.5	2.19	38	15.0	4.20	5.15	9.35	1.40
P.A.	167-161	(6 regaderas + 2 w.c. + mingitorio +								

ISON. TRAMO	MUEBLE	U.M.	Q	φ	hf	LONG.	LONG.	LONG.	hf
			1/s	mm	%	TRAMO	EQUIV.	TOTAL	TOTAL
						m	m	m	
	3 lavabos) baños hombres	46.5	3.11	50	6.3	4.60	3.00	7.60	0.48
P.A. 161-173	lavandería + cocina + 2 lavabos + baños mujeres + baños hombres	368.0	7.59	64	11.0	3.80	3.65	7.45	0.82
H' 174-175	(w.c. + lavabo) sanitario	7.0	1.61	38	7.7	5.20	3.65	8.85	0.68
H' 176-177	regadera + w.c.	9.5	1.74	38	8.0	0.50	2.15	2.65	0.21
H' 177-175	(regadera + w.c. + lavabo) sanitario	11.0	1.82	38	9.2	5.20	3.65	8.85	0.81
H' 175-173	2 sanitarios	18.0	2.12	38	13.5	8.00	3.65	11.65	1.57
P.A. 173-124	lavandería + cocina + 2 lavabos + baños muj. + baños hombres + 2 sanit.	385.0	7.76	64	12.0	4.30	3.65	7.95	0.95
P.A. 124-178	sec. I + sec. II + sec. III + lavan- dería + cocina + 2 lav. + 2 sanit. + baños muj. + baños hombres	837.0	11.80	75	12.0	2.20	4.60	6.80	0.82
I' 179-180	w.c. + lavabo	6.5	1.59	38	7.6	0.90	2.15	3.05	0.23
I' 180-178	(w.c. + lavabo + regadera) sanitario	11.0	1.82	38	9.2	7.70	5.15	12.85	1.18
P.A. 178-181	sec. I + sec. II + sec. III + Casa de Máquinas (sección IV)	848.0	11.88	75	12.0	7.00	10.60	17.60	2.11

ISOM. TRAMO	MUEBLE	U.M.	g 1/8	φ mm	hf %	LONG. TRAMO	LONG. EQUITV.	LONG. TOTAL	hf TOTAL	
E'	160-155	6 lavabos	9.0	0.53	25	6.2	0.20	1.50	1.70	0.11
E'	155-147	8 w.c. + 6 lavabos	49.0	3.19	50	6.7	4.80	7.30	12.10	0.81
P.A.	147-135	(12 regaderas + 8 w.c. + 6 lavabos) baños mujeres	103.0	4.33	50	13.0	3.30	3.00	6.30	0.82
P.A.	135-161	lavanderia + cocina + 2 lavabos + baños mujeres	321.0	7.14	64	10.0	10.50	3.65	14.50	1.42
F'	162-163 y 165-166	2 regaderas	9.0	0.53	25	6.2	0.90	1.50	2.40	0.15
F'	163-164	3 regaderas	13.5	0.68	25	12.5	3.10	2.40	5.50	0.69
F'	166-164	3 regaderas	13.5	0.68	25	12.5	0.70	1.50	2.20	0.28
F'	164-167	6 regaderas	27.0	1.15	32	10.0	10.30	4.20	14.50	1.45
G'	168-169	2 w.c.	10.0	1.77	38	9.0	0.90	2.15	3.05	0.27
G'	169-170	2 w.c. + mingitorio	15.0	1.99	38	12.5	1.70	2.15	3.85	0.48
G'	170-171	2 w.c. + mingitorio + lavabo	16.5	2.05	38	13.0	0.40	2.15	2.55	0.33
G'	171-172	2 w.c. + mingitorio + 2 lavabos	18.0	2.12	38	13.5	0.70	2.15	2.85	0.38
G'	172-167	2 w.c. + mingitorio + 3 lavabos	19.5	2.19	38	15.0	4.20	5.15	9.35	1.40
P.A.	167-161	(6 regaderas + 2 w.c. + mingitorio +								

ISON. TRAMO	MUEBLE	U.M.	Q	φ	hf	LONG.	LONG.	LONG.	hf
			1/s	mm	%	TRAMO	EQUIV.	TOTAL	TOTAL
						m	m	m	
	3 lavabos) baños hombres	46.5	3.11	50	6.3	4.60	3.00	7.60	0.48
P.A. 161-173	lavandería + cocina + 2 lavabos + baños mujeres + baños hombres	368.0	7.59	64	11.0	3.80	3.65	7.45	0.82
H' 174-175	(w.c. + lavabo) sanitario	7.0	1.61	38	7.7	5.20	3.65	8.85	0.68
H' 176-177	regadera + w.c.	9.5	1.74	38	8.0	0.50	2.15	2.65	0.21
H' 177-175	(regadera + w.c. + lavabo) sanitario	11.0	1.82	38	9.2	5.20	3.65	8.85	0.81
H' 175-173	2 sanitarios	18.0	2.12	38	13.5	8.00	3.65	11.65	1.57
P.A. 173-124	lavandería + cocina + 2 lavabos + baños muj. + baños hombres + 2 sanit.	385.0	7.76	64	12.0	4.30	3.65	7.95	0.95
P.A. 124-178	sec. I + sec. II + sec. III + lavan- dería + cocina + 2 lav. + 2 sanit. + baños muj. + baños hombres	837.0	11.80	75	12.0	2.20	4.60	6.80	0.82
I' 179-180	w.c. + lavabo	6.5	1.59	38	7.6	0.90	2.15	3.05	0.23
I' 180-178	(w.c. + lavabo + regadera) sanitario	11.0	1.82	38	9.2	7.70	5.15	12.85	1.18
P.A. 178-181	sec. I + sec. II + sec. III + Casa de Máquinas (sección IV)	848.0	11.88	75	12.0	7.00	10.60	17.60	2.11

### III.8 DETERMINACION DE LA CARGA DE BOMBEO.

Para evaluar la carga total de bombeo necesaria para el funcionamiento eficiente de todos los muebles instalados en el hospital, debemos cuantificar las siguientes cargas:

- \* Carga estática (he).- La carga estática, expresada en metros, es la distancia vertical comprendida entre el eje de la bomba y el mueble que se considere más desfavorable ya sea por su altura o por su lejanía; en el presente trabajo se considera de 2.0 metros ya que el hospital se encuentra en una sola planta.
  - \*\* Carga de trabajo (ht).- La carga de trabajo de un mueble es la carga necesaria para su correcta operación, y se expresa en metros de columna de agua; en este caso se determina el mueble, de entre todos los instalados, que requiera mayor carga de trabajo, resultando un W.C. de fluxómetro, el cual funciona eficientemente con una carga de 7.0 metros.
  - \*\*\* Carga de fricción (hf).- La carga de fricción es la suma de las pérdidas de fricción, en los diferentes tramos de la tubería desde el origen de la succión hasta el punto de descarga considerado, expresado en metros de columna de agua. Para valorarla analizaremos las dos líneas más largas de la red de distribución de agua, indicando en cada caso los tramos que la constituyen y la pérdida de carga por fricción en el mismo, datos que se obtienen de la memoria de cálculo y de la planta arquitectónica.
- Del tramo 181-178 al 114-100 se tiene la misma conducción, por lo que a la suma de pérdidas de carga por fricción en esta se incrementan las de cada línea posterior para obtener la mayor.

TRAMO	hf (m)
181-178	2.11
178-124	0.82
124-121	1.81
121-120	1.26
120-116	1.34
116-114	0.81
114-100	1.53
	<hr/>
	9.68 m.

TRAMO	hf (m)	TRAMO	hf (m)
100-35	0.36	100-109	0.40
35-33	0.59	109-102	0.54
33-19	0.48	102-83	0.52
19-18	4.89	83-66	1.43
18-16	1.22	66-63	0.95
16-13	1.10	63-54	0.65
13-8	2.56	54-50	0.41
8-5	0.23	50-47	0.30
5-3	0.24	47-41	0.27
3-2	0.15	41-38	0.82
2-1	0.46	38-37	1.30
	<hr/>	37-36	0.20
	12.28 m.		<hr/>
			7.79 m.

Por lo tanto,  $hf = 9.68 + 12.28 = 21.96 \text{ m.} \approx 22.0 \text{ m.}$

\*\*\*\* Altura o carga de succión (hs).- Altura de succión es la distancia vertical comprendida entre el eje de la bomba y la superficie del agua, cuando esta se encuentra abajo del eje de la bomba. Carga de succión es la distancia vertical entre el eje de la bomba y la superficie del agua cuando esta se encuentra arriba del eje de la bomba. La altura de succión considerada para el presente proyecto es de 3.0 metros.

Carga total de bombeo (H).- La carga total de bombeo será la suma algebraica de las cargas analizadas, o sea:

$$H = h_e + h_t + h_f + h_s$$

sustituyendo los valores obtenidos, se tiene:

$$H = 2 + 7 + 22 + 3 = 34 \text{ m.}$$

por lo tanto, la carga total de bombeo es de 34 metros de columna de agua.

### III.9 SELECCION DEL EQUIPO DE BOMBEO.

La potencia de la bomba a instalar se calculará con la fórmula:

$$P = \frac{\gamma Q H}{n}$$

donde:  $\gamma$  - peso específico del agua, en  $\text{Kg/m}^3$

Q - gasto, en  $\text{m}^3/\text{seg.}$

H - carga a vencer, en metros.

n - eficiencia, en %

sustituyendo los valores calculados y dividiendo entre 75 para obtener H.P., tenemos:

$$P = \frac{1000 \times 0.01188 \times 34}{60 \times 75} = 8.98 \text{ H.P.}$$

Se deberán instalar dos bombas con capacidad para proporcionar cada una del 80 % al 100 % del gasto máximo probable, por lo tanto será necesario contar con dos bombas de 9.0 H.P. para asegurar que no falte el agua por fallas en el equipo de bombeo, y que esta llegue a todos los muebles del hospital con la presión necesaria.

#### IV SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA CALIENTE

Un sistema de distribución de agua caliente esta integrado por los siguientes elementos:

- a) Red de tuberías de alimentación,
- b) Red de retorno, y
- c) Tanque de almacenamiento de agua caliente:

cuya finalidad es la de proporcionar agua caliente con la temperatura, presión y gasto necesario a los muebles que así lo requieren.

#### IV.1 TRAZO DE LAS REDES.

El trazo de las redes de alimentación de agua caliente, deberá seguir los criterios empleados en la elaboración de la red de distribución de agua fría.

#### IV.2 VALORACION DE LAS UNIDADES-MUEBLE.

La valoración en unidades-mueble de los diferentes muebles sanitarios y equipos instalados en hospitales, se muestran en la Tabla III.2.2, específicamente para alimentaciones de agua caliente.

Para edificios en general, podrá consultarse la Tabla III.2.1, afectando los valores ahí obtenidos por el 75 % para el diseño de las tuberías de distribución de agua caliente, debido a que en la Tabla III.3.1 (Gastos probables), el Dr. Hunter consideró el gasto total en la tubería, es decir, el agua fría más el agua caliente.

#### IV.3 OBTENCION DEL GASTO.

Las unidades-mueble calculadas conducen a la obtención del gasto por medio de la Tabla III.3.1.

#### IV.4 DETERMINACION DE LOS DIAMETROS.

Para definir el diámetro de las tuberías para servicio de agua caliente, sígase el procedimiento empleado en el sub-capítulo III.4.

#### IV.5 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION.

Los límites de temperatura que normalmente se usan en el agua caliente, no influyen notoriamente en una menor pérdida de carga por fricción.

ción respecto a la que se tiene para el agua fría, por lo tanto, se usarán los nomogramas de las Figuras III.5.1 y III.5.2; la elección entre ambos depende del material de la tubería.

#### IV.6 ISOMETRICOS Y PLANO DE LA INSTALACION.

Las tuberías de alimentación de agua caliente están contenidas en los isométricos presentados en el sub-capítulo III.6, así como en la Planta Arquitectónica del Hospital Rural de Jojutla, Mor. (anexo 1), ya que las redes de alimentación principal se proyectan agrupadas, paralelas y en un mismo plano.

#### IV.7 MEMORIA DE CALCULO.

Cuando la memoria de cálculo corresponde a la red de distribución de agua caliente de un edificio y se valoran las unidades-mueble con la Tabla III.2.1, el formato de cálculo es como el presentado en la Figura IV.7.1 mostrada a continuación, cuya diferencia con el de la Figura III.7.1 para agua fría, es la columna 4', la cual corresponde a las unidades-mueble de la columna 4 multiplicadas por 0.75 tal como se indica en el sub-capítulo IV.2.

En cuanto a las redes de distribución de agua caliente en hospitales, el formato de cálculo es igual al presentado para el caso de agua fría en el sub-capítulo III.7.

A continuación se presenta la Memoria de Cálculo de la red de distribución de agua "caliente" de Hospital Rural de Jojutla, Mor.

TABLE IV.7.1 Formato de la Memoria de Cálculo para el diseño de la red de distribución de agua potable en edificios.

ISOM.	TRAMO	MUEBLE	U.N.	U. N. X 0.75	Q l/s	φ mm.	hf %	LONG. TRAMO m.	LONG. EQUIV. m.	LONG. TOTAL m.	hf TOTAL m.
(1)	(2)	(3)	(4)	(4')	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)

ISOM.	TRAMO	MUEBLE	U.M.	g 1/8	φ mm	hf %	LONG. TRAMO m	LONG. EQUIV. m	LONG. TOTAL m	hf TOTAL
D	23-22	2 fregaderos	6.0	0.42	25	5.0	3.00	1.50	4.50	0.23
D	22-24	2 fregaderos + tarja	8.3	0.50	25	7.0	7.90	3.40	11.30	0.79
P.A.	25-24	fregadero + vertedero	5.3	0.39	25	4.2	0.60	1.50	2.10	0.09
P.A.	24-26	3 fregaderos + tarja + vertedero	13.6	0.69	25	14.0	1.10	1.50	2.60	0.36
P.A.	26-27	3 fregaderos + tarja + 2 vertederos	15.9	0.76	32	4.3	1.70	1.80	3.50	0.15
P.A.	27-31	(3 fregaderos + tarja + 3 vertederos) laboratorio	18.2	0.84	32	5.2	6.60	3.00	9.60	0.50
P.A.	31-100	(laboratorio + tanque de revelado) sección I	19.7	0.88	32	5.7	21.30	4.20	25.50	1.45
J	37-38	(regadera + lavabo) sanitario	2.5	0.18	19	3.8	8.90	4.20	13.10	0.50
J	40-38	sanitario	2.5	0.18	19	3.8	6.90	3.45	10.25	0.30
P.A.	38-41	2 sanitarios	5.0	0.38	25	4.0	3.20	2.40	5.60	0.22
P.A.	38-42	2 sanitarios	5.0	0.38	25	4.0	6.90	2.40	9.30	0.37
K	43-44	2 baños de artesa	4.6	0.33	19	15.0	1.60	1.20	2.80	0.42
K	44-45	2 baños de artesa + vertedero	6.1	0.42	25	5.0	3.40	1.50	4.90	0.25
K	45-41	(2 baños de artesa + vertedero + lavu-								

ISOM. TRAMO	MUEBLE	U.M.	Q 1/2	φ mm	hf %	LONG. TRAMO m	LONG. EQUIV. m	LONG. TOTAL m	hf TOTAL
	bo) pediatría	7.1	0.46	25	5.9	5.20	3.30	8.50	0.50
P.A.	41-47 2 sanitarios + pediatría	12.1	0.63	25	12.0	4.30	1.50	5.80	0.70
L	49-47 y 49-42 2 vertederos	4.5	0.32	19	14.0	6.40	1.95	8.35	1.17
P.A.	47-50 2 sanitarios + pediatría + 2 verte- deros	16.6	0.78	32	4.6	2.60	1.80	4.40	0.20
F.A.	42-51 2 sanitarios + 2 vertederos	9.5	0.55	25	8.8	6.50	1.50	8.00	0.70
M	52-53 vertedero + baño de artesa	3.8	0.25	19	8.5	3.10	1.95	5.05	0.43
M	53-50 (vertedero + baño de artesa + lava- bo) cunero	4.8	0.36	25	3.7	6.20	3.30	9.50	0.35
P.A.	50-54 2 sanitarios + pediatría + 2 verte- deros + cunero	21.4	0.93	32	6.3	3.90	1.80	5.70	0.36
N	55-56 2 lavabos	3.0	0.20	19	5.4	4.60	1.95	6.55	0.35
N	59-61 2 regaderas	6.0	0.42	25	5.0	0.80	1.50	2.30	0.12
N	61-56 3 regaderas	9.0	0.53	25	6.2	1.00	1.50	2.50	0.16
N	56-54 (2 lavabos + 3 regaderas) baños mu- jeres	12.0	0.63	25	12.0	6.30	3.30	9.60	1.15

ISOM.	TRAMO	MUSELE	U.M.	$\frac{3}{1/s}$	$\frac{1}{mm}$	hf %	LONG. TRAMO m	LONG. EQUIV. m	LONG. TOTAL m	hf TOTAL
P.A.	54-63	2 sanitarios + pediatría + 2 verte- deros + conero + baños mujeres	33.4	1.35	32	14.0	3.80	1.80	5.60	0.78
II	65-63	(regadera + lavabo) sanitario	2.5	0.18	19	3.8	9.00	3.45	12.45	0.47
P.A.	63-66	3 sanitarios + pediatría + 2 verte- deros + conero + baños mujeres	35.9	1.42	38	6.2	6.50	2.15	8.65	0.54
O	67-70 y 77-80	2 regaderas	6.0	0.42	25	5.0	2.80	2.40	5.20	0.26
O	71-72 y 81-82	2 lavabos	3.0	0.20	19	5.4	0.60	1.20	1.80	0.10
O	72-70 y 82-80	3 lavabos	4.5	0.32	19	14.0	1.20	1.20	2.40	0.34
O	70-73	(2 regaderas + 3 lavabos) baños mu- jeres	10.5	0.59	25	9.8	0.20	1.50	1.70	0.17
O	75-73	(regadera + lavabo) sanitario	2.5	0.18	19	3.8	1.40	1.20	2.60	0.10
O	73-76	baños mujeres + sanitario	13.0	0.65	25	12.0	7.10	2.40	9.50	1.14
O	80-76	(2 regaderas + 3 lavabos) baños hom- bres	10.5	0.59	25	9.8	3.20	2.40	5.60	0.55
O	76-51	baños mujeres + sanitario + baños hombres	23.5	1.02	32	7.5	1.20	1.80	3.00	0.23

ISOM. TRAMO	MUEBLE	U.M.	Q 1/s	g mm	hf %	LONG. TRAMO m	LONG. EQUIV. m	LONG. TOTAL m	hf TOTAL	
P.A.	51-66	3 sanitarios + 2 vertederos + baños mujeres + baños hombres	33.0	1.34	32	14.0	4.30	1.80	6.10	0.85
P.A.	66-83	Hospitalización (sección III)	69.0	2.25	50	3.5	22.40	3.00	25.40	0.89
S	101-83	(2 vertederos) caye	4.6	0.33	19	15.0	4.20	1.95	6.15	0.92
P.A.	83-102	sección III + caye	73.6	2.32	50	3.6	5.40	3.00	8.40	0.30
T	104-105	vertedor + lavabo de cirujanos	4.5	0.32	19	14.0	8.70	4.20	12.90	1.81
U	107-105 y 107-108	(lavabo + regadera) baño	2.5	0.18	19	3.8	4.10	2.70	6.80	0.26
P.A.	105-108	vertedor + lav. de cirujanos + baño	7.0	0.46	25	6.0	3.30	1.50	4.80	0.29
P.A.	108-102	(vertedor + lavabo de cirujanos + 2 baños) toccocirugia	9.5	0.55	25	8.8	6.50	1.50	8.00	0.70
P.A.	102-109	sección III + caye + toccocirugia	83.1	2.45	50	4.0	5.00	3.00	8.00	0.32
P.A.	109-100	sección III + caye + toccocirugia + (vertedor) aseo	86.1	2.50	50	4.1	2.30	3.00	5.30	0.22
P.A.	100-114	sección I + sección III + caye + toccocirugia + aseo	105.8	2.89	50	5.3	7.30	3.00	10.30	0.55
W	115-114	2 vertederos	3.0	0.20	19	5.4	5.00	1.95	6.95	0.38

ITEM.	TRAMO	MUEBLE	U.M.	Q 1/s	φ mm	hf %	LONG. TRAMO m	LONG. EQUIV. m	LONG. TOTAL m	hf TOTAL
P.A.	114-116	sección I + sección III + caye + tococirugia + aseo + 2 vertederos	108.8	2.95	50	5.5	2.10	3.00	5.10	0.28
K	118-119	regadera + lavabo	4.0	0.26	19	9.0	0.60	1.20	1.80	0.16
X	119-116	(regadera + lavabo + lavabo de ciru- janos) expulsión	5.5	0.40	25	4.5	6.60	3.30	9.90	0.45
P.A.	116-121	sección I + sección III + caye + tococirugia + aseo + 2 vertederos + expulsión	114.3	3.05	50	6.0	10.60	3.00	13.60	0.82
E	122-123	vertedero + regadera	4.5	0.32	19	14.0	0.30	1.20	1.50	0.21
E	123-121	2 vertederos + regadera	6.0	0.42	25	5.0	5.60	2.30	7.90	0.40
P.A.	121-124	sección I + sección III + sección II	120.3	3.15	50	6.5	9.40	3.00	11.40	0.74
A'	125-127	lavadora extractora, cap. 23 kg.	101.2	4.30	50	14.0	4.00	4.30	9.30	1.16
A'	126-127	lavadora extractora, cap. 45 kg.	198.0	5.62	64	6.3	2.70	2.45	5.15	0.32
P.A.	127-130	(2 lavadoras extractoras) lavan- dería	198.0	5.62	64	6.3	23.90	6.10	30.00	1.89
T'	131-132	2 fregaderos	6.0	0.42	25	5.0	2.70	2.40	5.10	0.26

TRAMO MUEBLE

	U.M.	Q 1/s	φ mm	hf %	LONG. TRAMO m	LONG. EQUIV. m	LONG. TOTAL m	hf TOTAL
D' 132-130 (3 regaderas) cocina	9.0	0.53	25	6.2	9.90	4.20	14.10	0.87
D' 130-135 lavandería + cocina	207.0	5.72	64	6.2	15.10	3.65	18.75	1.16
D' 136-137 y 145-146 2 regaderas	9.0	0.53	25	6.2	0.90	1.50	2.40	0.15
D' 137-138 3 regaderas	13.5	0.68	25	12.5	4.10	2.40	6.50	0.81
D' 139-140 2 regaderas	9.0	0.53	25	6.2	0.60	1.50	2.10	0.13
D' 140-141 3 regaderas	13.5	0.68	25	12.5	0.20	1.50	1.70	0.21
D' 141-142 4 regaderas	18.0	0.83	32	5.0	0.60	1.80	2.40	0.12
D' 142-143 5 regaderas	22.5	0.97	32	7.0	0.20	1.80	2.00	0.14
D' 143-138 6 regaderas	27.0	1.15	32	10.0	0.60	1.80	2.40	0.24
D' 138-144 9 regaderas	40.5	1.53	38	6.2	2.70	2.15	4.85	0.30
D' 146-144 3 regaderas	13.5	0.68	25	12.5	0.60	1.50	2.10	0.26
D' 144-147 12 regaderas	54.0	1.91	38	11.0	12.20	5.15	17.35	1.91
D' 156-157 2 lavabos	3.0	0.20	19	5.4	0.90	1.20	2.10	0.11
D' 157-158 3 lavabos	4.5	0.32	19	14.0	0.90	1.20	2.10	0.29
D' 158-159 4 lavabos	6.0	0.42	25	5.0	0.90	1.50	2.40	0.12
D' 159-160 5 lavabos	7.5	0.48	25	6.5	0.90	1.50	2.40	0.16

ISOM. TRAMO	MUEBLE	U.M.	q 1/B	φ mm	hf %	LONG. TRAMO m	LONG. EQUIV. m	LONG. TOTAL m	hf TOTAL	
E'	160-147	6 lavabos	9.0	0.53	25	6.2	5.00	3.30	8.30	0.51
P.A.	147-135	(12 regaderas + 6 lavabos) baños mu- meres	63.0	2.14	38	14.0	3.30	2.15	5.45	0.76
P.A.	135-161	lavandería + cocina + baños mujeres	270.0	6.60	64	8.5	10.50	3.65	14.15	1.20
F'	162-163 y 165-166	2 regaderas	9.0	0.53	25	6.2	0.90	1.50	2.40	0.15
F'	163-164	3 regaderas	13.5	0.68	25	12.5	3.10	2.40	5.50	0.69
F'	166-164	3 regaderas	13.5	0.68	25	12.5	0.70	1.50	2.20	0.28
F'	164-167	6 regaderas	27.0	1.15	32	10.1	10.30	4.20	14.50	1.45
G'	171-172	2 lavabos	3.0	0.20	19	5.4	0.70	1.20	1.90	0.10
G'	172-167	3 lavabos	4.5	0.32	19	14.0	4.20	2.70	6.90	0.97
P.A.	167-161	(6 regaderas + 3 lavabos) baños hombres	31.5	1.30	32	14.0	4.60	1.80	6.40	0.90
P.A.	161-173	lavandería + cocina + baños muje- res + baños hombres	301.5	6.95	64	9.4	3.80	3.65	7.45	0.70
H'	177-173	(regadera + lavabo) sanitario	6.0	0.42	25	5.0	13.20	4.20	17.40	0.87
P.A.	173-124	lavandería + cocina + baños muje-								

ISOM. TRAMO	MUEBLE	U.M.	Q 1/m	φ mm	hf %	LONG. TRAMO m	LONG. EQUIV. m	LONG. TOTAL m	hf TOTAL
	res + baños hombres + sanitario	307.5	7.01	64	9.5	4.30	3.65	7.95	0.76
P.A. 124-178	sección I + sección II + sección III + lavandería + cocina + baños mujeres + baños hombres + sanitario	428.0	8.16	64	14.0	2.20	3.65	5.85	0.82
I' 180-178	(regadera + lavabo) sanitario	6.0	0.42	25	5.0	7.70	3.30	11.00	0.55
P.A. 178-182	sección I + sección II + sección III + sección IV	434.0	8.22	64	14.5	9.50	4.90	14.40	2.09

#### IV.8 LINEAS DE RETORNO.

Quando un sistema de distribución de agua caliente es extenso, es muy importante proyectar líneas de retorno con el objeto de retornar agua a la temperatura adecuada en forma instantánea; de no contar con este sistema de recirculación, el agua se enfriaría dentro de las tuberías de distribución, tardando algún tiempo en obtenerla a la temperatura de servicio, ya que habría la necesidad de vaciar el líquido contenido en la red, lo cual acarrearía además un desperdicio considerable, hasta obtener el agua que llega directamente del tanque de almacenamiento de agua caliente.

##### IV.8.1 Lugares de origen.

Generalmente se recomiendan los siguientes lugares para iniciar las líneas de retorno:

- A) Extremos de las líneas principales de alimentación de agua caliente.
- B) Cuando las columnas de alimentación dan servicio a más de dos pisos, aproximadamente a un metro arriba de la conexión de columna más elevada.
- C) En el extremo de un ramal que tenga 25 metros o más de longitud.

Independientemente de su lugar de origen, las líneas de retorno deberán trazarse siguiendo los lineamientos establecidos en el sub-capítulo III.1, los cuales también deben regir este sistema, que aunque no es de distribución, resulta de suma importancia por el servicio que proporciona.

#### IV.8.2 Gastos de retorno.

Los gastos de retorno o recirculación deberán calcularse en base

a:

- a) Las pérdidas de calor en las tuberías con recirculación;
- b) La diferencial de temperatura a la que operará el sistema;
- c) La presión o carga disponible para la recirculación.

El proceso mediante el cual se obtienen los gastos mencionados - se presenta a continuación, y podrá emplearse una vez conocidos los diámetros de los ramales y líneas principales de distribución de agua caliente.

**PASO 1.-** Se calculan las pérdidas de calor de todas las líneas de alimentación de agua caliente por las que va a recircular el agua; para obtener su valor se utiliza la Tabla IV.8.1 presentada a continuación, la cual proporciona las pérdidas de calor para tuberías forradas con fibra de vidrio, con una temperatura del agua caliente de 60°C y con una temperatura ambiente de 24°C.

**PASO 2.-** Determinar las pérdidas de calor de las líneas de retorno, y aunque no pueden calcularse directamente por no estar definidos sus diámetros, se supondrá una cierta pérdida basada en experiencia y hechos conocidos como son:

- a) La longitud de la tubería de retorno es aproximadamente igual a la de las tuberías de alimentación en las que va a recircular el agua.
- b) Por otra parte, la experiencia indica que los --

TABLE IV.8.1 PERDIDAS DE CALOR, EN TUBERIAS CON AGUA CALIENTE  
KILocalorias POR HORA POR METRO LINEAL.

DIAMETRO NOMINAL MM.	ESPESOR DEL AISLAMIENTO MM.	PERDIDAS DE CALOR KC/H/ML
13	19	7.0
19	19	7.8
25	19	9.0
32	19	10.7
38	19	11.9
51	25	11.9
64	25	13.9
76	25	15.9
102	25	18.8
153	25	28.1

Kilocaloría: cantidad de calor necesaria para elevar un grado centígrado la temperatura de un kilo de agua.

diámetros que se obtengan como definitivos, son del orden de solamente la mitad de los diámetros de los tramos comparables de las líneas principales, y de alrededor de tres octavos de los diámetros máximos de las columnas de alimentación.

Teniendo presentes estos conceptos, podemos suponer un valor cercano al real de las pérdidas de calor en las tuberías de retorno. Se recomienda que la suposición sea como sigue: considérese que las pérdidas de calor

en las líneas de retorno son igual a las dos terceras partes de las pérdidas de calor en las líneas de alimentación, para un mismo diámetro. Con este factor podemos valuar la pérdida de calor en las tuberías de retorno (aún no dimensionada) en forma tentativa.

Por lo anterior podemos pensar que contamos con una -- imagen muy aproximada a los valores de las pérdidas de calor en las diferentes partes del sistema.

**PAISO 3.-** Con objeto de calcular la pérdida total de calor (tentativa), sùmense las pérdidas de calor calculadas a partir de las líneas de alimentación, y las supuestas de todas las tuberías de retorno. Posteriormente se deben asignar las pérdidas que le corresponden a cada sección de las tuberías que tendrán recirculación, con el fin de establecer la parte proporcional de circulación requerida para compensar sus pérdidas de calor.

**PAISO 4.-** Calcular los gastos requeridos para la línea principal y los circuitos secundarios, de acuerdo con sus pérdidas de calor y con la diferencial de temperatura a la que operará el sistema.

En general, se recomienda que la diferencial de temperatura para sistemas equipados con bomba de recirculación sea de  $11.1^{\circ}\text{C}$  ( $20^{\circ}\text{F}$ ), mientras que para sistemas en que la recirculación es inducida por gravedad la diferencial recomendada es de  $22.2^{\circ}\text{C}$  ( $40^{\circ}\text{F}$ ).

La pérdida de calor que se produce por la circulación

de 0.1 litro por segundo, o sean 360 litros por hora, al perder 11.1°C de temperatura es de 3996 kilocalorías, valor que para fines prácticos se fijará en 4000; este factor se aplica para establecer los gastos requeridos de recirculación para todas las partes del sistema.

En el caso de sistemas de circulación inducido por gravedad, como la diferencial de temperatura es el doble de la de los sistemas equipados con bomba, los gastos son iguales a la mitad de los correspondientes gastos si el sistema tuviera bombas.

#### IV.8.3 Determinación de los diámetros.

Para seleccionar los diámetros de las tuberías de retorno debe seguirse el procedimiento presentado a continuación:

- 1) Determinar de entre todas las tuberías de retorno, la de mayor longitud, ya que será esta la que presente mayor fricción. Para fines de diseño, a la tubería que presenta el mayor desarrollo se le denomina circuito básico.
- 2) Calcular las pérdidas por fricción en la línea de alimentación principal de agua caliente, en base a los gastos de recirculación requeridos, desde el tanque de almacenamiento de agua caliente hasta el punto en que se origina el circuito básico de recirculación; valoradas estas pérdidas se restan de la carga disponible resultando la presión o carga realmente disponible, en base a la cual se seleccionan los diámetros.

tros del circuito básico.

- 3) Determinar la pendiente hidráulica del circuito básico, dividiendo la carga disponible total entre la longitud total de este circuito.

La longitud total del circuito se considera igual a la longitud real del tramo multiplicada por 1.1 para tomar en cuenta las conexiones.

Con la pendiente hidráulica definida, se seleccionan los diámetros con los gastos de recirculación de los diferentes tramos de la tubería de retorno, de tal forma que la suma total de las pérdidas por fricción sea igual o menor que la carga disponible.

- 4) Una vez obtenidos los diámetros de todas las tuberías de retorno de agua caliente, verificar si las suposiciones fueron correctas, haciendo los ajustes necesarios en el caso de que un diámetro calculado se haya disparado de su correspondiente supuesto.

#### IV.3.4 Tabla de cálculo.

Los cálculos relativos a la determinación de los diámetros para líneas de retorno de agua caliente, se elaboran en la Tabla IV.3.2, mostrada a continuación, la cual será analizada en su estructura:

Columna A) Con el rubro de "circuito", en esta columna se registrará el número asignado a la línea de retorno que se analiza.

Columna B) Una línea de alimentación principal de agua caliente, -

TABLA IV.8.2 FORMATO DE CALCULO PARA LINEAS DE RETORNO DE AGUA CALIENTE.

CIRCUITO	LONGITUD M.	P "H.	P E R D I D A S D E S A L I D O					FACTORES DE CORR.	LARGO L/S	DIAMETRO, VENTILACION Y PUNDEAS.
			KG/H/MI	KG/H/TR	KG/H/CIR.	SUMA CTR. INT.	KG/ROL TOTALES			
(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	(I)	(J)	(K)

compuesta por dos o más tramos de diferentes diámetros, en general equivale a una sola línea de retorno en su desarrollo; la longitud de los tramos mencionados, se anotará en la columna con el encabezado de "longitud", siendo la suma de todos estos, la longitud de la tubería de retorno de este circuito.

Columna C) En la tercera columna denominada "diámetro" quedarán registrados los diámetros de los tramos de la tubería de alimentación de agua caliente, que sumados equivalen al mismo desarrollo que la línea de retorno que se estudia. En el renglón correspondiente a la tubería de recirculación, no se anota ningún valor, ya que hasta este momento su diámetro se desconoce.

Columna D) En la cuarta columna se anotan las pérdidas de calor en kilocalorías por hora por metro lineal (kc/hr/ml), dato que depende del diámetro de la tubería de alimentación y que se puede consultar en la Tabla IV.8.1.

En cuanto a la tubería de retorno, al diámetro de esta no se conoce todavía, como consecuencia, su pérdida de calor en kc/h/ml no se puede determinar.

Columna E) En la quinta columna se registra el valor de las pérdidas de calor en kilocalorías por hora por tramo (kc/hr/tr) las cuales se obtienen multiplicando las columnas C y D.

En el renglón correspondiente a la tubería de retorno, se calcula el valor de dos tercios de la suma de la p<sub>er</sub>

dida de calor en el tramo de alimentación de agua, siendo de este valor el correspondiente a la línea de retorno.

- Columna F) En la sexta columna se registra la pérdida de calor en el circuito, valor que corresponde a la suma de las pérdidas de calor en la línea de alimentación de agua caliente más las de la tubería de retorno.
- Columna G) En la columna número 7, las pérdidas de calor que deben definirse son las de los circuitos que concurran a la tubería en estudio, es decir, el o los circuitos anteriores al que se analiza.
- Columna H) En esta columna se anota la suma de las pérdidas de calor de los circuitos anteriores más las del propio, lo cual nos da como resultado las pérdidas de calor en kilocalorías por hora totales desde el origen de la red de retorno hasta el circuito en estudio.
- Columna I) En esta columna se registra el valor del factor de distribución, obteniendo este a partir de los valores de la columna H de los circuitos que se ramifican; este factor es la parte proporcional que le corresponde en función de la pérdida de calor total del circuito que le antecede más la propia.
- Columna J) Con el encabezado de "gasto" en la décima columna se anota el gasto de recirculación requerido según lo expuesto en el Tena 8, inciso 2, párrafo 4 de este capítulo. Este gasto se obtiene dividiendo la pérdida total de calor en kilocalorías por hora totales del último circui-

to entre 4000, siendo este el gasto de recirculación -- del mismo; este gasto se multiplica por los factores de distribución de los circuitos en que se ramifica para -- evaluar el gasto en cada uno de ellos. Este criterio debe seguirse para obtener el gasto del circuito más alejado.

Columna K) En la última columna se anotan el diámetro, la velocidad y las pérdidas de carga por fricción, pudiendo utilizar las siguientes ecuaciones:

$$d = \sqrt{Q} \quad (\text{mm})$$

$$V = 1.273 \frac{Q}{d^2} \quad (\text{m/s})$$

$$hf = \left( \frac{V}{\left( \frac{d}{4} \right)^{2/3}} \right)^2 (100) \quad (\%)$$

Para mayor comprensión de lo expuesto hasta aquí, a continuación se presenta la Tabla de cálculo de la red de retorno de agua caliente del Hospital Rural de Jojutla, Mor.

Para iniciar los cálculos de la tubería de retorno de agua caliente (RAC) se obtiene de la planta arquitectónica del edificio la línea principal de distribución de agua caliente, ya que a partir de esta se propondrá la de retorno; en el Croquis IV.8.1 podemos apreciar los -- circuitos formados así como el número asignado a los mismos (un circuito esta formado por la línea de distribución y por su correspondiente línea de retorno).

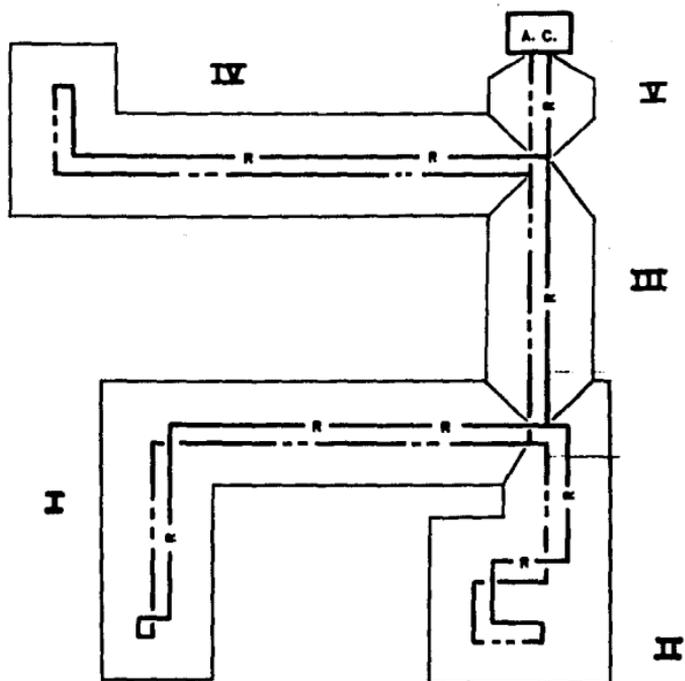


FIGURA IV.3.1 Circuitos formados para el cálculo de las líneas de retorno de agua caliente (RAS).

Posteriormente se obtiene de la memoria de cálculo los tramos integrantes de la línea de distribución de agua caliente con sus respectivos diámetros y longitudes, determinando el circuito al que corresponden según el Croquis IV.8.1; esta información se presenta en la Tabla IV.8.3 en donde en la última columna se totalizan las longitudes de los tramos con el mismo diámetro pertenecientes al mismo circuito.

TABLA IV.8.3 LINEA DE DISTRIBUCION PRINCIPAL DE AGUA CALIENTE POR TRAMOS DEL HOSPITAL RURAL DE JOJUTLA, MOR.

	TRAMO	$\phi$	LONGITUD	TOTAL
CIRCUITO I				
	38-41	25	3.20	
	41-47	25	4.30	7.50
	47-50	32	2.60	
	50-54	32	3.90	
	54-63	32	3.80	10.30
	63-66	38	6.50	6.50
	66-83	50	22.40	
	83-102	50	5.40	
	102-109	50	5.00	
	109-100	50	2.30	35.10
CIRCUITO II				
	22-24	25	7.90	
	24-26	25	1.10	9.00

TABLA IV.8.3 LINEA DE DISTRIBUCION PRINCIPAL DE AGUA CALIENTE POR TRAMOS  
 DEL HOSPITAL RURAL DE JOJUTLA, MOR. (CONTINUACION).

	TRAMO	Ø	LONGITUD	TOTAL
CIRCUITO II				
	26-27	32	1.70	
	27-31	32	6.60	
	31-100	32	21.30	29.60
CIRCUITO III				
	100-114	50	7.30	
	114-116	50	2.10	
	116-121	50	10.60	
	121-124	50	8.40	28.40
CIRCUITO IV				
	127-130	64	23.90	
	130-135	64	15.10	
	135-161	64	10.50	
	161-173	64	3.80	
	173-124	64	4.30	57.60
CIRCUITO V				
	124-178	64	2.20	
	178-182	64	9.50	11.70

Con los datos de la tabla anterior se elabora la Memoria de Cálculo de la Red de Retorno de Agua Caliente, procediendo como se indica - principio de este tema, resultando:

Pérdidas de calor por tramo en el Circuito I:

long. tramo (metros)	x	pérdidas de calor/metro (Kcal/hr/ml)	=	pérdidas de calor/tramo (Kcal/hr/tramo)
7.50	x	9.0	=	68
10.30	x	10.70	=	110
6.50	x	11.90	=	77
35.10	x	11.90	=	<u>418</u>
				673

Para el retorno de agua caliente (RAC) se tiene:

$$673 \quad x \quad 2/3 \quad = \quad 449 \text{ Kcal/hr/tramo}$$

La pérdida de calor en el circuito es:

$$673 \quad + \quad 449 \quad = \quad 1122 \text{ Kcal/hr/cir.}$$

Realizando cálculos análogos con los circuitos restantes se obtiene:

CIRCUITO	Pérdidas de calor Kcal/hr/cir
I	1122
II	663
III	563
IV	1335
V	272

Para la columna "SUMA CIRCUITO ANTERIOR" solamente existen valo-

res para los Circuitos III y V, ya que si se observa el Croquis IV.3.1, solamente estos tienen circuitos que les anteceden, por lo tanto:

para el Circuito III:

pérdidas circuito I + pérdidas circuito II = Suma circuito anterior

$$1122 \quad + \quad 663 \quad = \quad 1785$$

y las pérdidas totales de calor hasta el circuito III son:

pérdidas circuito anterior + pérdidas locales = pérdidas totales

$$1785 \quad + \quad 563 \quad = \quad 2348$$

Para el Circuito V:

pérdidas circuito III + pérdidas circuito IV = Suma circuito anterior

$$2348 \quad + \quad 1335 \quad = \quad 3683$$

y las pérdidas totales de calor hasta el circuito V son:

pérdidas circuito anterior + pérdidas totales = pérdidas totales

$$3683 \quad + \quad 272 \quad = \quad 3955$$

El factor de distribución se calcula de la siguiente manera:

para el Circuito V:

$$\frac{3955}{3955} = 1$$

para el Circuito IV:

$$\frac{\text{Kcal/hr total circuito IV}}{\text{Kcal/hr total cir. III} + \text{Kcal/hr total cir. IV}} = \text{f. d. IV}$$
$$\frac{1335}{2348 + 1335} = 0.36$$

para el Circuito III:

$$\frac{\text{Kcal/hr total circuito III}}{\text{Kcal/hr total cir. III} + \text{Kcal/hr total cir. IV}} = \text{f. d. III}$$

$$\frac{2348}{2348 + 1335} = 0.64$$

para el Circuito II:

$$\frac{\text{Kcal/hr total circuito II}}{\text{Kcal/hr total cir. I} + \text{Kcal/hr total cir. II}} = \text{f. d. II}$$

$$\frac{663}{1122 + 663} = 0.37$$

para el Circuito I:

$$\frac{\text{Kcal/hr total circuito I}}{\text{Kcal/hr total cir. I} + \text{Kcal/hr total cir. II}} = \text{f. d. I}$$

$$\frac{1122}{1122 + 663} = 0.63$$

Para determinar el gasto en cada uno de los circuitos se tiene:

↳ Circuito V :

$$\frac{\text{Kcal/hr totales}}{4000} = \frac{3955}{4000} = 0.99 \text{ lt/seg.}$$

↳ Circuito IV :

$$\text{↳ Circuito V} \times \text{f. d. IV} = 0.99 \times 0.36 = 0.36 \text{ lt/seg.}$$

↳ Circuito III :

$$\text{↳ Circuito V} \times \text{f. d. III} = 0.99 \times 0.64 = 0.63 \text{ lt/seg.}$$

↳ Circuito II :

$$\text{↳ Circuito III} \times \text{f. d. II} = 0.63 \times 0.37 = 0.23 \text{ lt/seg.}$$

Q Circuito I :

$$Q \text{ Circuito III } \times \text{ f. d. I } = 0.63 \times 0.63 = 0.40 \text{ lt/seg.}$$

El diámetro, velocidad y pérdida de carga por fricción (para  $n = 0.009$ ) serán:

Circuito I:

$$\phi = \sqrt{Q_I} = \sqrt{0.0004} = 19 \text{ mm.}$$

$$V = 1.273 \frac{Q_I}{D^2} = 1.273 \frac{0.0004}{0.019^2} = 1.41 \text{ m/s}$$

$$hf = \left[ \frac{V n}{(D/4)^{2/3}} \right]^2 \times 100 = \left[ \frac{1.41 \times 0.009}{(0.019/4)^{2/3}} \right]^2 \times 100 = 20.15 \%$$

Aplicando el mismo procedimiento en los circuitos restantes, resulta:

Circuito II	$\phi = 19 \text{ mm.}$
	$V = 0.81 \text{ m/s}$
	$hf = 6.65 \%$
Circuito III	$\phi = 25 \text{ mm.}$
	$V = 1.28 \text{ m/s}$
	$hf = 11.52 \%$
Circuito IV	$\phi = 19 \text{ mm.}$
	$V = 1.27 \text{ m/s}$
	$hf = 16.35 \%$
Circuito V	$\phi = 32 \text{ mm.}$
	$V = 1.23 \text{ m/s}$
	$hf = 7.65 \%$

Los resultados anteriores se encuentran ordenados y resumidos en la 1<sup>a</sup> Tabla de Cálculo (Tabla IV.8.4) en la cual se determinó el diámetro de la tubería de retorno. Cabe hacer notar que en el Circuito II, el diámetro calculado por fórmula es de 15 mm., al reducir al comercial de 13 mm., se tiene una pérdida de carga por fricción de 50.31 %, por lo cual se sube al siguiente que es de 19 mm.

Posteriormente, siguiendo el mismo procedimiento y tomando como datos los diámetros obtenidos, se realiza un 2<sup>o</sup> Cálculo, cuyos resultados se encuentran en la Tabla IV.8.5, debiéndose hacer los ajustes necesarios en caso de que los diámetros en la última columna se disparen de los considerados en el RAC.

TAHIA IV.8.4 PRIMERA TAHIA DE CALCULO DE LAS LINEAS DE RETORNO DE AGUA CALIENTE DEL HOSPITAL RURAL DE JOJUTLA, MOR.

CIRCUITO	LONGITUD M.	$\phi$ MM.	P E R D I D A S D E C A L O R			SUMA CIR. ANT.	KC/HORA TOALES	FACTOR DE DISTRIBU- CION.	GASTO L/S	DIAMETROS, VELOCIDADES Y PERDIDAS
			KC/H/ML	KC/H/TR	KC/H/CIR.					
I	7.50	25	9.0	68						
	10.30	32	10.70	110						
	6.50	38	11.90	77						
	35.10	50	11.90	418						
RAC	--	-	--	449	1122	--	1122	0.63	0.40	$\phi = 19 \text{ mm.}$ $V = 1.41 \text{ m/s}$ $hf = 20.15 \%$
II	9.0	25	9.0	81						
	29.60	32	10.70	317						
	RAC	--	-	--	265	663	--	663	0.37	0.23

TABLA IV.8.4 PRIMERA TABLA DE CALCULO DE LAS LINEAS DE RETORNO DE AGUA CALIENTE DEL HOSPITAL RURAL DE JOJUTLA, MOR. (CONTINUACION).

CIRCUITO	LONGITUD M.	Ø MM.	P E R D I D A S D E C A L O R					FACTOR DE DISTRIBU- CION.	GASTO L/S	DIAMETROS, VELOCIDADES Y PERDIDAS
			KC/H/ML	KC/H/TR	KC/H/CIR.	SUMA CIR. ANT.	KC/HORA TOTALES			
III	28.40	50	11.90	338						
RAC	--	-	--	225	563	1785	2348	0.64	0.63	Ø = 25 mm. V = 1.28 m/s hf = 11.52 %
IV	57.60	64	13.90	801						
RAC	--	-	--	534	1335	--	1335	0.36	0.36	Ø = 19 mm. V = 1.27 m/s hf = 16.35 %
V	11.70	64	13.90	163						
RAC	--	-	--	109	272	3683	3955	1.00	0.99	Ø = 32 mm. V = 1.23 m/s hf = 7.65 %

TABLA IV.8.5 SEGUNDA TABLA DE CALCULO DE LAS LINEAS DE RETORNO DE AGUA CALIENTE DEL HOSPITAL RURAL DE JOJUTLA, MOR.

CIRCUITO	LONGITUD M.	Ø MM.	P E R D I D A S D E C A L O R				FACTORES DE DISTRIBU- CION.	GASTO L/S	DIAMETROS, VELOCIDADES Y PERDIDAS	
			KC/H/ML	KC/H/TR	KC/H/CIR.	SUMA CIR. AMT.				KC/HORA TOTALES
I	7.50	25	9.0	68						
	10.30	32	10.70	110						
	6.50	38	11.90	77						
	35.10	50	11.90	418						
RAC	59.40	19	7.80	463	1136	--	1136	0.62	0.40	Ø = 19 mm. V = 1.41 m/s hf = 20.15 %
II	9.0	25	9.0	81						
	29.60	32	10.70	317						
	RAC	38.60	19	7.80	301	699	--	699	0.38	0.25

TABLE IV.8.5 SEGUNDA TABLA DE CALCULO DE LAS LINEAS DE RETORNO DE AGUA CALIENTE DEL HOSPITAL RURAL DE JOJUTLA, MOR. (CONTINUACION).

CIRCUITO	LONGITUD M.	Ø MM.	P E R D I D A S D E C A L O R			FACTORES DE		GASTO L/S	DIAMETROS, VELOCIDADES Y PERDIDAS.	
			KC/H/ML	KC/H/TR	KC/H/CIR.	SUMA CIR. APT.	KC/HORA TOTALES			DISTRIBU- CION.
III	28.40	50	11.90	338						
RAC	28.40	25	9.0	256	594	1835	2429	0.66	0.65	Ø = 25 mm. V = 1.32 m/s hf = 12.25
IV	57.60	64	13.90	801						
RAC	57.60	19	7.80	449	1250	--	1250	0.34	0.34	Ø = 19 mm. V = 1.20 m/s hf = 14.59 %
V	11.70	64	13.90	163						
RAC	11.70	32	10.70	125	288	3679	3967	1.00	0.99	Ø = 32 mm. V = 1.23 m/s hf = 7.65 %

#### IV.9 DETERMINACION DEL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE AGUA CALIENTE.

Para conocer la capacidad del tanque de almacenamiento de agua - caliente, se calcula la máxima demanda posible de acuerdo con los consumos horarios de cada uno de los muebles sanitarios que existen en el hospital. El valor obtenido se multiplica por el factor de demanda característico para cada tipo de edificio, obteniéndose la máxima demanda horaria probable.

Este valor se afecta por el factor de almacenamiento, que es la relación entre la capacidad del tanque y la máxima demanda horaria probable, obteniéndose la capacidad de almacenamiento del tanque.

En la Tabla IV.9.1 se presentan los consumos horarios de agua caliente para los muebles sanitarios de hospitales.

En cuanto al factor de demanda y al factor de almacenamiento para hospitales, se considerarán los siguientes valores:

Factor de demanda:	0.25
Factor de almacenamiento:	1.0

El consumo máximo horario para lavadoras horizontales y para lavadoras extractoras se considerará de 21 litros de agua caliente por hora y por kilogramo de ropa seca; así también, para la lavandería se tiene:

Factor de demanda:	1.0
Factor de almacenamiento:	1.25

Para calcular la demanda máxima probable de agua caliente en el hospital que nos ocupa, cuantificamos los muebles sanitarios conforme la Tabla IV.9.1, conociendo en la misma su respectivo consumo horario.

TABLE IV.9.1 CONSUMO DE AGUA CALIENTE PARA MUEBLES SANITARIOS DE HOSPI-  
TALES.

MUEBLE	CONSUMO LTS/HR
ARTESA	150
FREGADERO-COCINA DE PISO	80
LAVADERO (CON A.F. Y A.C.)	20
LAVADORA ULTRASONICA	60
LAVADORA DE GUANTES	60
MESA DE NECROPSIAS	80
GRUPO DE BAÑO AISLADO	100
GRUPO DE BAÑO-ENCAMADOS GENERALES	225
GRUPO DE BAÑO-ENCAMADAS OBSTETRICIA	300
GRUPO DE BAÑO-MEDICO DE GUARDIA	100
<b>LAVABOS</b>	
CONSULTORIO ESPECIALIDADES	10
BAÑOS GENERALES DE ENCAMADOS	20
BAÑOS Y VESTIDORES DE PERSONAL	20
BAÑOS Y VESTIDORES DE MEDICOS	10
CUARTOS DE AISLADOS	5
CUARTOS DE CURACIONES	10
DE CIRUJANOS (POR MEZCLADORA)	30
DENTAL	5
DE PELUQUERIA	10
<b>TOILETS</b>	
DE CONSULTORIO ESPECIALIDADES	10
DE JEFATURAS	5

TABLA IV.9.1 CONSUMO DE AGUA CALIENTE PARA MUEBLES SANITARIOS DE HOSPITALES (CONTINUACION).

MUEBLE	CONSUMO LTS/HR
<b>REGADERAS</b>	
BAÑOS Y VESTIDORES DE PERSONAL	300
BAÑOS GENERALES DE ENCAMADOS	300
BAÑOS EN SALAS DE OPERACIONES	300
BAÑOS Y VESTIDORES DE MEDICOS	150
BAÑOS EN SALAS DE NECROPSIAS	150
TINA DE INMERSION	200
TANQUE DE REVELADO	80
<b>VERTEDEROS</b>	
EN TRABAJO DE ENFERMERAS	60
EN ANEXOS DE CONSULTORIOS	60
EN C.E.Y.E.	80
EN TRABAJO DE YESO	80
EN LABORATORIO (A.F. Y A.C.)	60
EN LAVABO DE INSTRUMENTAL	120
<b>COCINA GENERAL</b>	
FREGADERO (POR MEZCLADORA)	100
MARMITA 20 GALONES	75
TARJA DE PRELAVADO CON MANGUERA	100
LAVADORA DE LOZA AM-8 ó AM-9	500
LAVADORA DE LOZA C-44 ó CRS-66	1900

En la Tabla IV.9.2 se presenta una lista con el tipo y número de muebles existentes en el hospital, así como el consumo horario de cada uno, encontrándose en la última columna el consumo horario total del mismo tipo de muebles, para finalmente conocer en el último renglón de la misma, el consumo horario de agua caliente en el hospital.

La demanda máxima probable será el consumo horario multiplicado por el factor de demanda:

$$12360 \times 0.25 = 3090 \text{ lts/hora}$$

este resultado a su vez se afecta por el factor de almacenamiento, obteniéndose:

$$3090 \times 1.0 = 3090 \text{ litros}$$

Por otra parte, el consumo máximo horario para la lavandería será:

$$21 \text{ litros/hora} \times 45 = 945 \text{ lt/hr}$$

que multiplicado por el factor de demanda:

$$945 \times 1.0 = 945 \text{ lt/hr}$$

y afectado por el factor de almacenamiento:

$$945 \times 1.25 = 1181 \text{ lt/hr}$$

por lo tanto, la capacidad del tanque de almacenamiento de agua caliente será:

$$3090 + 1181 = 4271 \text{ litros}$$

que en capacidades comerciales se adquiere con un tanque de 5000 litros.

TABLA IV.9.2 CONSUMO HORARIO DE AGUA CALIENTE DEL HOSPITAL RURAL DE JIJUFLA, MOR.

MUEBLE	CANTIDAD	CONSUMO HORARIO LTS/HR	CONSUMO HORARIO TOTAL
FREGADERO	3	80	240
VERTEDERO	5	60	300
TANQUE DE REVELADO	1	80	80
SANITARIO BAÑO AISLADO	4	100	400
ARTESA	3	150	450
VERTEDERO TRAB. ENFER.	7	60	420
LAVABO AISLADOS	2	5	10
VERTEDERO SEPTICO	4	80	320
LAV. BAÑOS GRALES. ENCAM.	9	20	180
REG. BAÑOS GRALES. ENCAM.	8	300	2400
SANIT. MEDICO DE GUARDIA	2	100	200
VERTEDERO C.E.Y.E.	2	80	160
LAVABO DE CIRUJANOS	2	30	60
LAVABO DE MEDICOS	2	10	20
REGADERA DE MEDICOS	2	150	300
REG. SALA DE OPERACIONES	1	300	300
FREGADERO COCINA	3	100	300
REGADERAS DE PERSONAL	20	300	6000
LAVABOS DE PERSONAL	11	20	220

---

CONSUMO HORARIO EN EL HOSPITAL - 12360 lts/hr

#### IV.10 DETERMINACION DEL ELEMENTO INTERCAMBIADOR DE CALOR.

El intercambiador de calor consiste en un serpentín de fluxes de cobre, cuya gran superficie de contacto transmite el calor al líquido - circundante; puede ser interior o exterior respecto al tanque de almacenamiento, y de agua caliente o de vapor dependiendo del fluido que circule por este.

La capacidad del elemento intercambiador de calor deberá corresponder a la máxima demanda horaria probable determinada multiplicada por la diferencial de temperatura, considerada normalmente de 40°C, por lo tanto:

$$4271 \times 40^{\circ}\text{C} = 170840 \text{ Kcal/hora}$$

Por el resultado anterior podemos decir que el intercambiador de calor necesario para el hospital, deberá ser capaz de proporcionar - 170840 Kcal/hora, por lo que se buscará con los fabricantes el equipo - que mejor se ajuste a este valor.

## V CONCLUSIONES

Una obra de ingeniería civil como lo es un hospital, debe realizarse teniendo presentes los beneficios que proporciona en su totalidad, pero no por esto debe olvidarse la importancia de cada uno de los proyectos con que se integra; específicamente nos referimos al de instalación de agua potable, ya que como centro de salud, el inmueble debe contar con el líquido en cantidad suficiente así como estar disponible en todos los lugares en que se requiera para los diferentes usos que tiene como son: aseo de pacientes y empleados, elaboración de comida, lavado de ropa, limpieza del edificio, etc., esto por mencionar solo algunos.

El trabajo presentado se elaboró utilizando el Método del Dr. Roy B. Hunter, por considerarse el más confiable para proyectos de instalaciones hidráulicas; aunado a esto debe mencionarse el hecho de que este método ha sido adaptado para el diseño hidráulico en hospitales, esto implica una mayor precisión para lograr el fin que se persigue: un servicio eficiente de la red de agua potable sin deterioro del aspecto económico.

El proyecto comprende el dimensionamiento y localización de las tuberías de distribución de agua fría, agua caliente y retorno de agua caliente, las cuales en conjunto proporcionan el líquido en todos los lugares del hospital donde se necesita; así mismo, incluye los isométricos y la planta arquitectónica del hospital en la cual es posible observar la configuración final de la red de distribución de agua potable.

También se incluye la teoría en que se fundamenta el diseño, así como las tablas y gráficas necesarias para su aplicación.

Finalmente se mencionará que el hecho de contar con un buen proyecto hidráulico debe implicar utilizar agua de excelente calidad (libre de impurezas) así como eliminar la dureza de la misma si existe, para evitar las incrustaciones de calcio en la tubería de distribución de agua caliente y en la caldera principalmente.

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

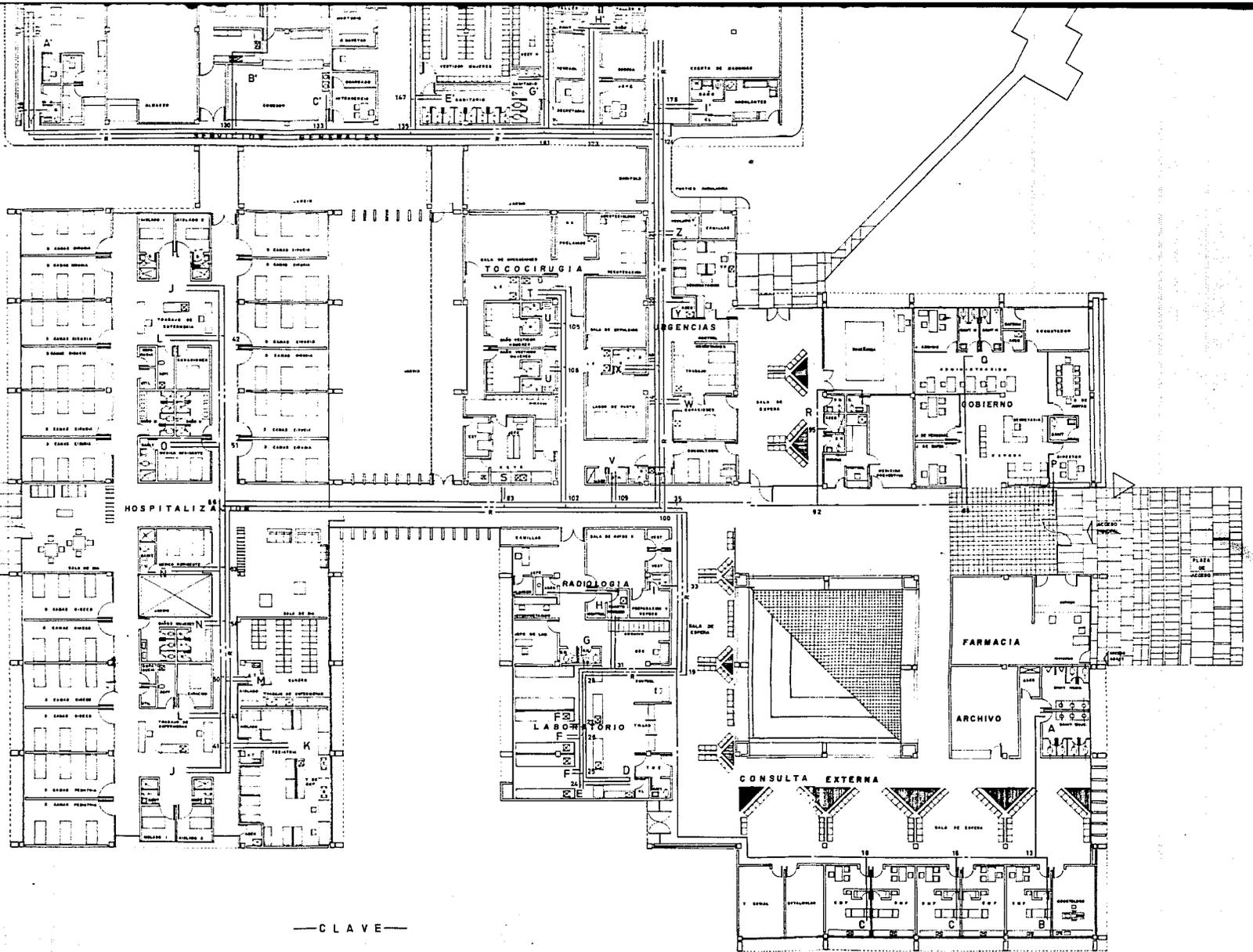
NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS  
Instituto Mexicano del Seguro Social.

INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS  
Centro de Educación Continua,  
Facultad de Ingeniería,  
U. N. A. M.

NOTAS DEL CURSO "INSTALACIONES SANITARIAS"  
Impartido por el Ing. Jorge Luis Lara González,  
Facultad de Ingeniería,  
U. N. A. M.

INSTALACIONES HIDRAULICAS EN HOSPITALES  
Ing. Sergio Zerecero Galicia,  
Tesis Profesional.





— CLAVE —

- — — — — AGUA FRIA
- — — — — AGUA CALIENTE
- — — — — RETORNO DE AGUA CALIENTE

FALLA EN ORIGEN

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
NOMBRE: HERNANDEZ GARCIA ROBERTO	
HOSPITAL RURAL, 40 CAMAS	
LOCALIDAD: JOZUTLA, MDR.	
PLANO: PLANTA ARQUITECTONICA	ESCALA
INSTALACION HIDRAULICA	1:125