MANUAL DE DISEÑO HIDROSANITARIO PARA AGUA POTABLE PARA EDIFICIOS APLICADO AL HOSPITAL DOCENTE UNIVERSITARIO (MEDIOS TERAPÉUTICOS, MEDIOS DE DIAGNÓSTICO Y TORRES DE HOSPITALIZACIÓN)

Ramiro David Gallegos Tenorio[1], Francisco Marlon Falcón Arias[2], Byron Erazo Vargas[3]

1 Egresado de la Facultad de Ingeniería Ciencias de la Tierra 2001

2 Egresado de la Facultad de Ingeniería Ciencias de la Tierra 2001

3 Director de Tesis de Grado, Ingeniero Civil Sanitario Universidad de Guayaquil Facultad de Ingeniería Civil 1981, Profesor en la Universidad Católica de Guayaquil (1986-1994), Profesor en la ESPOL desde 2001

RESUMEN

El diseño hidrosanitario del sistema de agua potable de un edificio garantiza el confort y la salud de las personas que lo habitan. La ausencia de normativas locales que guíen a estudiantes y diseñadores de sistemas hidrosanitarios, es la razón para elaborar un manual en base de la experiencia local.

El presente trabajo se refiere a un documento que sirva como un manual de procedimiento para el diseño y cálculo del Sistema Hidro-Sanitario para Agua Potable para edificaciones, desde la normativa a aplicar, hasta el cálculo por tablas, pasando por la explicación de los conceptos básicos para el cálculo aritmético. Al mismo tiempo que se aplicará el manual de diseño al Hospital Docente Universitario (**Medios Terapéuticos, Medios de Diagnóstico y Torres de Hospitalización**).

ABSTRACT

The hidrosanitary design of the potable water system of a building guarantees comfort and health to those who inhabit it. The lack of local normatives, which could serve as guide to students and designers of hidrosanitary systems, is the main reason to elaborate a manual based in local experience.

The present work refers to a document that is useful as procedure manual for the design and calculation of the Hidrosanitary System of potable water for buildings, from the normative to apply, until the calculation using charts, going by the explanation of the basic concepts for the arithmetic calculation. At the same time, this manual will be applied to the project of the new Educational Hospital of the University of Guayaquil.

INTRODUCCION

Encontramos un importante significado en lo referente al diseño del sistema hidrosanitario para agua potable de un edificio.; la hidrosanitaria se encarga de contribuir diariamente a la protección de la salud de las personas con un adecuado suministro de agua potable para el consumo doméstico

ANTECEDENTES

En nuestro país existen varios estudios para determinar normas sanitarias propias, sin embargo no se las ha oficializado, ni se han actualizado y su uso es limitado, por lo que para la elaboración de este manual de diseño se han tomado como base las normas sanitarias sudamericanas, las cuales han sido avalizadas por la experiencia de la buena práctica local.

CONTENIDO

SISTEMA DE AGUA POTABLE

1.1 DOTACIONES DE AGUA POTABLE

Tabla I.- Dotaciones para Agua Potable Fría[1]

Descripción	*Dotación*	*Unidad*
Usos múltiples		
Personal administrativo	60	Lt/pers/día
Centros hospitalarios y de salud		
Hospitales y clínicas	500	Lt/cama/día
Usos especiales		
Lavandería Industrial	5000	Lt/Lavadora de ropa/día

1.2 ALMACENAMIENTO

$$\forall c = ConsumoDiario \times D \qquad (1)^{1}$$

De donde:

$\forall c$ = Volumen de Almacenamiento de cisterna (Lt)

Consumo Diario = Consumo Medio Diario (Lt/día)

D = Días de Reserva (día), normalmente se considera 1 día de reserva, pero en caso de existir regularidad en el servicio se deben considerar reservas mayores.

1.3 SISTEMAS DE CAPTACIÓN Y APROVISIONAMIENTO

1.- Acometida de AAPP.- Se deberá calcular el diámetro de la tubería en función del caudal nominal y de las pérdidas de carga o presión, (Fórmulas 4 y 6).

$$Q = \frac{ConsumoDiario}{T} \qquad (4)^{1}$$

Q = Caudal nominal (l/s)

T = Tiempo de llenado del reservorio (De 6 horas a 24 horas). Depende del número de horas que la Empresa encargada suministra el servicio.

Una vez calculado el diámetro de la guía y de la acometida se deberá comprobar que la presión de entrada al reservorio (Fórmula 5) sea la necesaria para producir el caudal requerido.

$$P_{er} = P_{rp} - P_{pc} \quad (5)^{1}$$

Per = Presión de entrada al reservorio (m.c.a.)
Prd = Presión disponible en la red pública (m.c.a.) Ver Fig.2
Ppc = Pérdidas de carga de todos los elementos (m.c.a.)

Para determinar las pérdidas localizadas para todos los elementos de la acometida se considerarán la Fórmula 6 y la Tabla II

Tabla II.- Pérdidas Localizadas[2]

Accesorios Ø	*K 10-13 mm*	*K 20-25 mm*	*K 32-40 mm*	*K 50-100 mm*
Codo 90°	2	1.5	1.3	1
Codo 45°	0.5	0.4	0.04	0.3
Tee	1	1	1	1
Tee reducida	2.5	2	1.5	1
Reducción	0.5	0.5	0.5	0.5
Válvula de compuerta	1	0.5	0.3	0.3
Válvula de globo	16	12	9	7
Medidor de agua	20	16	13	12
Llave de inserción	4	2	1.5	1.5
Flotador	7	4	3.5	3.5
Válvula de pie	20	16	13	10
Válvula check	8	6	4.5	3.5

$$h = k\left(\frac{v^2}{2g}\right) \quad (6)^{2}$$

h = Pérdida de carga localizada (m/m)
k = Coeficiente que depende del elemento y del diámetro (adimensional)
v = Velocidad media del fluido (m/seg)
g = Constante gravitacional (9.81 m²/seg)

1.4 ELECCION DEL SISTEMA DE BOMBEO

Cálculo de bomba para Sistema Hidroneumático

Caudal de la bomba.- El caudal máximo instantáneo del equipo de bombeo para edificios en donde no se proyecte tanque elevado será el de la Fórmula 7.

$$QMI = Qtotal \times k \quad (7)^{1}$$

Donde:
Qtotal = Caudal máximo instantáneo total, según la cantidad y tipo de piezas sanitarias (l/s) (Tabla IV).
K = Factor de simultaneidad, según el número de piezas sanitarias y el tipo de edificación (adimensional)(Gráfico 1).

Presión dinámica o Presión mínima.- Es la presión que debe proporcionar la bomba a fin de que el agua llegue a la pieza sanitaria hidráulicamente más desfavorable, en donde los parámetros de la fórmula 9 son:

$$Pd = (P_e + P_r + P_c) \times 1.10 \quad (9)^{1}$$

Donde;
Pe (m) es la presión estática o diferencia de nivel entre el fondo de la cisterna y la pieza sanitaria más lejana.
Pr (m) es la presión residual o presión mínima necesaria para la pieza sanitaria (Ver tabla IV)
Pc (m) es el total de pérdidas de carga en el recorrido de succión y en el recorrido más desfavorable.

Potencia de la bomba.- La potencia de la bomba se calcula con la fórmula 10,

$$P = \frac{Qb \times Pd}{76 \times \%efic} \quad (10)^{1}$$

P = Potencia de la bomba (HP)
Qb = Caudal manejado por la bomba (l/s)
Pd = Presión dinámica (m)
%efic = Porcentaje de eficiencia en decimales (adimensional). Se recomienda entre 50% al 65%

Tanque de presión.- El tiempo entre encendido y apagado de la bomba varía según la potencia. (Tabla III).
El volumen del tanque se calculará de acuerdo con la Ley de Mariotte, según Fórmulas 11 y 12

$$Vt = Vu \times \frac{P\max + 1}{P\max - P\min} \quad (11)^{1}$$

$$Vu = Qb \times T \quad (12)^{1}$$

Vt = Volumen total del Tanque (Lt)
Vu = Volumen útil del Tanque (Lt)
T = Tiempo entre encendido y apagado de la bomba

Pmáx = Presión máxima del sistema en atm

Pmín = Presión mínima del sistema en atm

Tabla III.- Tiempo mín. entre encendido y apagado de la bomba[1]

Potencia de la bomba (HP)	T (seg)
1/3-1/2	20
3/4-1	30
1 1/2-3	40
5-7 ½	60
10-15	90
20-30	120

1.5 CALCULO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

Se calculará el diámetro según el siguiente procedimiento[3]:

1.-Se contabilizarán las piezas sanitarias que sirve cada tramo y se asignarán los caudales dados en la tabla IV.

2.-Con el número de piezas sanitarias se entrará al gráfico correspondiente para el cálculo del coeficiente de simultaneidad (gráfico 1), el cual se multiplicará por el caudal total y se obtendrá el caudal máximo instantáneo.

3.-Determinar la presión disponible en la pieza sanitaria más desfavorable, la cual se obtendrá restando de la presión de servicio (presión de la red pública o presión mínima del equipo hidroneumático), la altura de posición de la pieza sanitaria.

4.-Calcular el diámetro fijando la velocidad máxima de la tabla V y determinar la pérdida de carga parcial hasta la pieza más desfavorable, mediante el uso de la fórmula 13, la cual se irá acumulando cada tramo.

5.-El total de las pérdidas de carga se obtiene al sumar las pérdidas de carga acumuladas más la pérdida de carga localizada (10% de la pérdida de carga acumulada).

6.-Restar el total de las pérdidas de carga de la presión disponible en el tramo y compararlo con las presiones mínimas de la tabla IV. Si el resultado no es satisfactorio, cambiar el diámetro y volver al ítem 4.

La fórmula para obtener las pérdidas de carga depende del tipo de material, (fórmula 13).

$$J = \left(\frac{Q}{280CD^{2.63}}\right)^{1.85} \qquad (13)$$ [2]

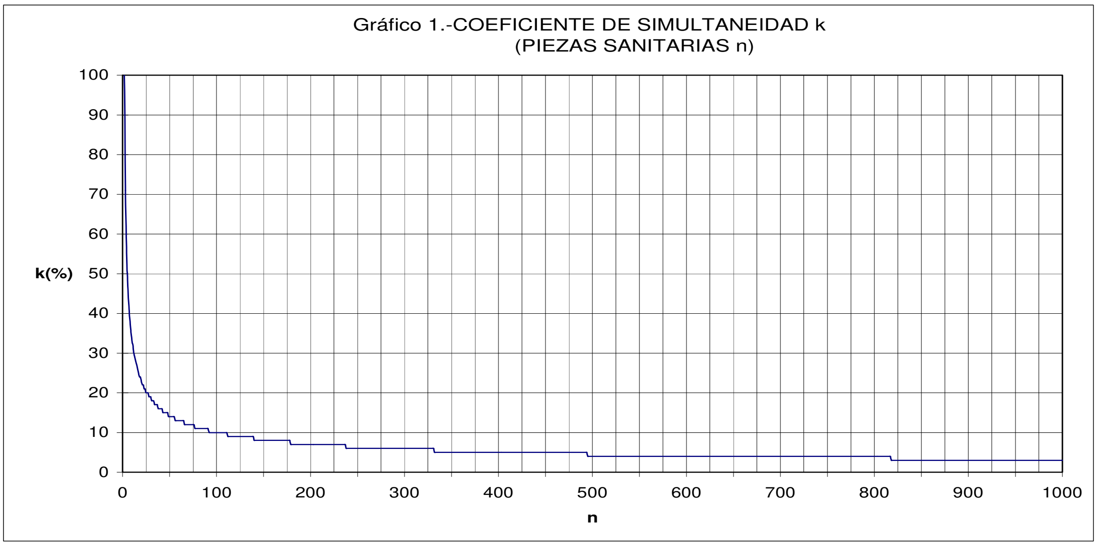
Donde:
Q = caudal (m3/seg)
V = velocidad media (m/seg) =Q/A
C = Coeficiente de fricción (Depende del material)
D = Diámetro de la tubería (m)
J = Pérdida de carga (m /m)

Tabla IV.- Caudales y presiones mínimas para piezas sanitarias[2]

PIEZAS SANITARIAS	*DIAMETRO MINIMO (Pulg)*	*PRESION MINIMA (m)*	*CAUDAL Q (l/s)*
INODORO TANQUE	½"	5	0.10
INODOROS DE FLUX	1"	14	1.50
LAVABOS	½"	2	0.15
DUCHAS	½"	2	0.20
LAVACHATAS	1"	2	0.30
FREGADERO DE COCINA	½"	7	0.20
LLAVES DE MANGUERA	½"	7	0.25
URINARIOS	¾"	10	0.30

Tabla V.- Velocidades máximas para tuberías de AA.PP. [1]

DIAMETRO(Pulg)	*VELOCIDAD MAXIMA (m/seg)*
½"	1.60
¾"	1.95
1"	2.25
1¼"	2.50
1½"	2.75
2"	3.15
2½"	3.55
3"	3.85
4" en adelante	4.00



RESULTADOS

OBRA: HOSPITAL DOCENTE UNIVERSITARIO "TORRE DE HOSPITALIZACION MEDIOS TERAPÉUTICOS Y MEDIOS DE DIAGNOSTICOS "

UBICACIÓN: ***Vía Perimetral, Guayaquil-Ecuador***

2.- SISTEMA DE AGUA POTABLE FRIA.-

2.1.- Consumos.-

Consumo de Torres de Hospitalización, Medios Terapéuticos, Medios de Diagnósticos, Servicios Generales, y Servicios Ingenieriles:

1.-Para esta parte del diseño se tomaron los valores de tabla I para dotaciones de agua potable

Camas = 340 camas × 500 Lts / cama /día = 170.000 Lts/día.
Consultorios = 46 consult. × 500 Lts / const. /día = 23.000 Lts/día.
Personal adm = 70 pers x 60 lts / pers ./ día = 4.200 Lts/día
Personal Residente = 17 pers x 250 lts / pers ./ día = 4.250 Lts/día
Oficinas = 850 m² x 6 lts/m² / día = 5.100 Lts/día
Comedor = 800 m² x 40 lts/m² / día = 32.000 Lts/día
Bodegas = 400 m² x 2 lts/m² / día = 800 Lts/día
Lavandería = 9 Lavadoras × 5.000 Lts / lav. / día = 45.000 Lts/día

Consumo Promedio Diario 1 *284.350 Lts/día*

Consumo de Tratamiento y Fisioterapia:

Equipos de Diálisis =15 equipos × 1.800 Lts / eq./dìa= 27.000 Lts/día.
Consultorios =11 consult. × 500 Lts / const. / día = 5.500 Lts/día.
Camas = 12 camas × 500 Lts / cama / día = 6.000 Lts/día.
Oficinas = 30 m² x 6 lts/m² / día 180 Lts/día

Consumo Promedio Diario 2 *38.680 Lts/día*

**Este valor de dotación se obtuvo en base a experiencias con este tipo de centro de especialidades.*

Consumo de Consulta Externa:

Consultorios = 40 consult. × 500 Lts / const. / día = 20.000 Lts/día.
Personal adm.= 25 pers x 60 lts / pers ./ día = 1.500 Lts/día
***Aire Acondicionado = Global = 10.000 Lts/día.*

Consumo Promedio Diario 3 *31.500 Lts/día*

***Este valor de dotación fue proporcionado por los técnicos del Sistema de Aire Acondicionado*

Consumo Promedio Diario = *284.350 Lts/d + 38.680 Lts/d + 31.500 Lts/d*
Consumo Promedio Diario = 354.530 Lts/dìa
Se asume un ***Consumo Diario de : 355000 Lts/dìa***

2.2.- Cisterna.-

2.-Para esta parte del diseño se aplicó fórmula 1, con D=2.63 días de reserva, considerando que 1m3=1000Lts

Capacidad de Cisterna = 1.000m3

2.3.- Acometida de Agua Potable.-

3.-Para esta parte del diseño se aplicó fórmula 4, con T=12 horas de tiempo de llenado de la reserva.

El Caudal requerido para la acometida del agua es

$$Q = \frac{355.000}{12 * 3600} = 8,22 \quad Lts / seg .$$

4.-Para esta parte del diseño se consideran las pérdidas de carga para tubería PVC unión "Z", C=150, debido a que es un tramo exterior que se instalará para construir la acometida de agua potable.

Diámetro	*75 mm*	*Diámetro*	*90 mm*
Velocidad (V)	*2,67 m/seg.*	*Velocidad (V)*	*1 ,48 m/seg.*
Pérdidas (J)	*0,026 m/m.*	*Pérdidas (J)*	*0,024 m/m.*

5.-Para esta parte del diseño se consideró las fórmulas 5 y 6 además de la tabla II, para calcular las pérdidas de carga en la acometida .

Las Pérdidas de Cargas calculadas son las siguientes:

Guía (3m) D = 2½"	*0,078 m*
Llave de Control D = 2½"	*0,108 m*
Medidor de D = 2½"	*4,320 m*
Tramo Med.-Cist.(5m) D = 90mm	*0,120 m*
Llave de Control D = 3"	*0,033 m*
Flotador D= 3"	*0,770 m*
Accesorios	*0,540 m*
Total	**5,969 m**

Presión en el Punto de Toma (20Lbs/pulg²)	*14,00 m.*
Pérdidas de Carga acumuladas.	*5,97 m.*

Presión a la entrada de la cisterna =	*8,03 m.*

De manera que este caudal será perfectamente abastecido por una guía de 2½" y un medidor de igual diámetro. La acometida, tramo medidor-cisterna, será de 90 mm de diámetro para evitar pérdidas de cargas mayores.

2.4.- Sistema de Distribución.-

6.-Para esta parte del diseño se consideraron Sistemas de Presión Constante debido a que los períodos de consumo máximo son altos, es decir existen pocos momentos de demanda cero, por lo que se justifica un sistema de bombeo de este tipo; el cálculo del QMI y la presión mínima para cada sistema es:

CAUDAL Y PRESION PARA LA BOMBA DE AAPP

PROYECTO: Sistema de baja presión - Hospital Docente Universitario

APARATOS SIN FLUX	Cantidad	Caudal (l/s)	TOTAL
TOTAL	**307**		**57,10**
		k=	0,11
		Q total de aparatos sin flux=	**6,28**
APARATOS CON FLUX	**Cantidad**	**Caudal (l/s)**	**TOTAL**
TOTAL	**110**		**165**
		k=	0,10
		Q total de aparatos con flux=	**16,50**

Q total del sistema de baja presión= QMI= 22,78 l/s= 362,00 GPM

***Para la presión del sistema aplicamos la fórmula 9:**

Presión Estática =	10	
Perdidas de carga =	7	
Presión residual =	14	
	31	
Presión dinámica =	**35**	**m**
	50	**psi**

Presión mínima del sistema = 50,00 psi

***Para la Potencia de las bombas aplicamos la fórmula 10:**

2 BOMBAS PRINCIPALES AL 50% DEL QMI

Caudal=	11,39 l/s	
%Efic=	60%	
% de incremento de Potencia=	15%	
Potencia calculada=	10,05	HP

Potencia comercial= 10 HP

1 BOMBA LIDER AL 25% DEL QMI

Caudal=	5,69 l/s	
%Efic=	55%	
% de incremento de Potencia=	20%	
Potencia calculada=	5,72	HP

Potencia comercial= 5 HP

CAUDAL Y PRESION PARA LA BOMBA DE AAPP

PROYECTO: Sistema de alta presión - Hospital Docente Universitario

APARATOS SIN FLUX	Cantidad	Caudal (l/s)	TOTAL
TOTAL	**340**		**59,75**
		k=	0,06
		Q total de aparatos sin flux=	**3,59**

APARATOS CON FLUX	Cantidad	Caudal (l/s)	TOTAL
TOTAL	**156**		**234**
		k=	0,10
		Q total de aparatos con flux=	**23,40**

Q total del sistema de alta presión= QMI= 26,99 l/s= 428,00 GPM

***Para la presión del sistema aplicamos la fórmula 9:**

Presión Estática =	27	
Perdidas de carga =	3	
Presión residual =	14	
	44	
Presión dinámica =	**49**	**m**
	70	**psi**

Presión mínima del sistema = 70,00 psi

***Para la Potencia de las bombas aplicamos la fórmula 10:**

2 BOMBAS PRINCIPALES AL 50% DEL QMI

Caudal=	13,49 l/s	
%Efic=	65%	
% de incremento de Potencia=	15%	
Potencia calculada=	15,39	HP

Potencia comercial= 15 HP

1 BOMBA LIDER AL 25% DEL QMI

Caudal=	6,75 l/s	
%Efic=	60%	
% de incremento de Potencia=	15%	
Potencia calculada=	8,34	HP

Potencia comercial= 7½ HP

2.5.- Redes.

El diseño se lo ha efectuado para obtener una presión disponible de 14 m. en cualquiera de los artefactos sanitarios.

2.5.2.- Redes para Sistema de Alta Presión.-

7.-Para esta parte del diseño se ha considerado un esquema general, desde el cual aplicaremos para cada tramo específico el procedimiento a seguir.

TRAMO A6-A7

Material a utilizar: Tubería y accesorios de Cobre tipo "L", C=140

Longitud= 10,01 m

Aparatos sin flux	Cant.	Caudal (l/s)	TOTAL
Lavabos	18	0,15	2,70
Duchas	20	0,20	4,00
TOTAL	**38**		**6,7**
		k=	0,13
		QMI de aparatos sin flux=	**0,87**

Aparatos con flux	Cant.	Caudal (l/s)	TOTAL
Inodoros de flux	15	1,50	22,50
TOTAL	**15**		**22,5**
		k=	0,15
		QMI de aparatos con flux=	**3,38**

TRAMO A6-A7 QMI= 4,25 l/s

*Para este caudal se obtienen los siguientes valores

ø 2"

J=	0,095	m/m	V=	2,131	m/s

*Pérdida de carga parcial = J x L 0,954 m
*Pérdida de carga acumulada= 4,622 m
*Pérdida de carga localizada = 10%= 0,462 m
*Pérdida de carga total= 5,084 m
*Presión disponible según ítem 6 = 22,00 m
*Presión remanente = Pdisponible-PCargaTotal= 16,92 m
*Presión mínima para un inodoro flux=14m, Ver tabla IV
*Presión remanente > Presión mínima ; **OK** **TRAMO A6-A7 ø 2"**

TRAMO A6-A5

Longitud= 7,00 m

Aparatos sin flux	Cant.	Caudal (l/s)	TOTAL
Lavabos	42	0,15	6,30
Duchas	32	0,20	6,40
TOTAL	**74**		**12,7**
		k=	0,13
		QMI de aparatos sin flux=	**1,65**

Aparatos con flux	Cant.	Caudal (l/s)	TOTAL
Inodoros de flux	27	1,50	40,50
TOTAL	**27**		**40,5**
		k=	0,09
		QMI de aparatos con flux=	**3,65**

TRAMO A6-A5 **QMI=** **5,30** l/s

*Para este caudal se obtienen los siguientes valores

ø 2½"

J=	0,050	m/m	V=	1,723	m/s

*Pérdida de carga parcial = J x L 0,350 m
*Pérdida de carga acumulada= 3,667 m
*Pérdida de carga localizada = 10%= 0,367 m
*Pérdida de carga total= 4,034 m
*Presión disponible según ítem 6 = 22,00 m
*Presión remanente = Pdisponible-PCargaTotal= 17,97 m
*Presión mínima para un Inodoro Flux=14m Ver tabla IV
*Presión remanente > Presión mínima ; **OK** **TRAMO A6-A5 ø 2½"**

TRAMO A4-A5

Longitud= 11,39 m

Aparatos sin flux	Cant.	Caudal (l/s)	TOTAL
Lavabos	54	0,15	8,10
Duchas	44	0,20	8,80
TOTAL	**98**		**16,9**
		k=	0,12
		QMI de aparatos sin flux=	**2,03**

Aparatos con flux	Cant.	Caudal (l/s)	TOTAL
Inodoros de flux	39	1,50	58,50
TOTAL	**39**		**58,5**
		k=	0,09
		QMI de aparatos con flux=	**5,27**

TRAMO A4-A5 **QMI=** **7,29** l/s

*Para este caudal se obtienen los siguientes valores

ø 2½"

J=	0,090	m/m	V=	2,370	m/s

*Pérdida de carga parcial = J x L 1,027 m
*Pérdida de carga acumulada= 3,318 m
*Pérdida de carga localizada = 10%= 0,332 m
*Pérdida de carga total= 3,649 m
*Presión disponible según ítem 6 = 22,00 m
*Presión remanente = Pdisponible-PCargaTotal= 18,35 m
*Presión mínima para un Inodoro Flux=14m Ver tabla IV
*Presión remanente > Presión mínima ; **OK** **TRAMO A4-A5 ø 2½"**

TRAMO A3-A4

Longitud= 8,78 m

Aparatos sin flux	Cant.	Caudal (l/s)	TOTAL
Lavabos	70	0,15	10,50
Duchas	60	0,20	12,00
TOTAL	**130**		**22,5**
		k=	0,08
		QMI de aparatos sin flux=	**1,69**

Aparatos con flux	Cant.	Caudal (l/s)	TOTAL
Inodoros de flux	55	1,50	82,50
TOTAL	**55**		**82,5**
		k=	0,08
		QMI de aparatos con flux=	**6,60**

TRAMO A3-A4 **QMI=** **8,29** l/s

*Para este caudal se obtienen los siguientes valores

ø 2½"

J= 0,114 m/m V= 2,695 m/s

*Pérdida de carga parcial = J x L 1,004 m

*Pérdida de carga acumulada= 2,291 m

*Pérdida de carga localizada = 10%= 0,229 m

*Pérdida de carga total= 2,520 m

*Presión disponible según ítem 6 = 22,00 m

*Presión remanente = Pdisponible-PCargaTotal= 19,48 m

*Presión mínima para un Inodoro Flux=14m Ver tabla IV

*Presión remanente > Presión mínima ; **OK** **TRAMO A3-A4** **ø 2½"**

TRAMO A3-A2

Longitud= 2,66 m

Aparatos sin flux	**Cant.**	**Caudal (l/s)**	**TOTAL**
Lavabos	82	0,15	12,30
Duchas	72	0,20	14,40
TOTAL	**154**		**26,7**
		k=	0,07
		QMI de aparatos sin flux=	**1,87**

Aparatos con flux	**Cant.**	**Caudal (l/s)**	**TOTAL**
Inodoros de flux	63,00	1,50	94,50
TOTAL	**63**		**94,5**
		k=	0,08
		QMI de aparatos con flux=	**7,56**

TRAMO A3-A2 **QMI=** **9,43** l/s

*Para este caudal se obtienen los siguientes valores

ø 3"

J= 0,061 m/m V= 2,147 m/s

*Pérdida de carga parcial = J x L 0,16 m

*Pérdida de carga acumulada= 1,287 m

*Pérdida de carga localizada = 10%= 0,129 m

*Pérdida de carga total= 1,42 m

*Presión disponible según ítem 6 = 22,00 m

*Presión remanente = Pdisponible-PCargaTotal= 20,58 m

*Presión mínima para un Inodoro Flux=14m Ver tabla IV

*Presión remanente > Presión mínima ; **OK** **TRAMO A3-A2** **ø 3"**

TRAMO A8-A9

Longitud= 9,37 m

Aparatos sin flux	**Cant.**	**Caudal (l/s)**	**TOTAL**
Lavabos	18	0,15	2,70
Duchas	20	0,20	4,00
TOTAL	**38**		**6,7**
		k=	0,13
		QMI de aparatos sin flux=	**0,87**

Aparatos con flux	**Cant.**	**Caudal (l/s)**	**TOTAL**
Inodoros de flux	15	1,50	22,50
TOTAL	**15**		**22,5**
		k=	0,15
		QMI de aparatos con flux=	**3,38**

TRAMO A8-A9 **QMI=** **4,25** l/s

*Para este caudal se obtienen los siguientes valores

ø 2"

J= 0,095 m/m V= 2,131 m/s

*Pérdida de carga parcial = J x L 0,893 m

*Pérdida de carga acumulada= 7,072 m

*Pérdida de carga localizada = 10%= 0,707 m

*Pérdida de carga total= 7,779 m

*Presión disponible según ítem 6 = 22,00 m

*Presión remanente = Pdisponible-PCargaTotal= 14,22 m

*Presión mínima para un inodoro flux=14m, Ver tabla IV

*Presión remanente > Presión mínima ; **OK** **TRAMO A8-A9** **ø 2"**

TRAMO A9-A10

Longitud= 7,00 m

Aparatos sin flux	**Cant.**	**Caudal (l/s)**	**TOTAL**
Lavabos	44	0,15	6,60
Duchas	34	0,20	6,80
TOTAL	**78**		**13,4**
		k=	0,13
		QMI de aparatos sin flux=	**1,74**

Aparatos con flux	**Cant.**	**Caudal (l/s)**	**TOTAL**
Inodoros de flux	29	1,50	43,50

TOTAL	**29**		**43,5**
		k=	0,09
		QMI de aparatos con flux=	**3,92**

TRAMO A9-A10 **QMI=** **5,66** l/s

*Para este caudal se obtienen los siguientes valores

ø 2½"

J= 0,114 m/m V= 2,688 m/s

*Pérdida de carga parcial = J x L 0,797 m
*Pérdida de carga acumulada= 6,178 m
*Pérdida de carga localizada = 10%= 0,618 m
*Pérdida de carga total= 6,796 m
*Presión disponible según ítem 6 = 22,00 m
*Presión remanente = Pdisponible-PCargaTotal= 15,20 m
*Presión mínima para un Inodoro Flux=14m Ver tabla IV
*Presión remanente > Presión mínima ; **OK** **TRAMO A9-A10** **ø 2½"**

TRAMO A10-A11

Longitud= 11,39 m

Aparatos sin flux	Cant.	Caudal (l/s)	TOTAL
Lavabos	56	0,15	8,40
Duchas	46	0,20	9,20
TOTAL	**102**		**17,6**
		k=	0,12
		QMI de aparatos sin flux=	**2,11**

Aparatos con flux	Cant.	Caudal (l/s)	TOTAL
Inodoros de flux	46	1,50	69,00
TOTAL	**46**		**69**
		k=	0,09
		QMI de aparatos con flux=	**6,21**

TRAMO A10-A11 **QMI=** **8,32** l/s

*Para este caudal se obtienen los siguientes valores

ø 2½"

J= 0,115 m/m V= 2,704 m/s

*Pérdida de carga parcial = J x L 1,312 m
*Pérdida de carga acumulada= 5,381 m
*Pérdida de carga localizada = 10%= 0,538 m
*Pérdida de carga total= 5,919 m
*Presión disponible según ítem 6 = 22,00 m
*Presión remanente = Pdisponible-PCargaTotal= 16,08 m
*Presión mínima para un Inodoro Flux=14m Ver tabla IV
*Presión remanente > Presión mínima ; **OK** **TRAMO A10-A11** **ø 2½"**

TRAMO A11-A12

Longitud= 8,78 m

Aparatos sin flux	Cant.	Caudal (l/s)	TOTAL
Lavabos	80	0,15	12,00
Duchas	66	0,20	13,20
TOTAL	**146**		**25,2**
		k=	0,08
		QMI de aparatos sin flux=	**1,89**

Aparatos con flux	Cant.	Caudal (l/s)	TOTAL
Inodoros de flux	74	1,50	111,00
TOTAL	**74**		**111**
		k=	0,08
		QMI de aparatos con flux=	**8,88**

TRAMO A11-A12 **QMI=** **10,77** l/s

*Para este caudal se obtienen los siguientes valores

ø 2½"

J= 0,186 m/m V= 3,501 m/s

*Pérdida de carga parcial = J x L 1,631 m
*Pérdida de carga acumulada= 4,070 m
*Pérdida de carga localizada = 10%= 0,407 m
*Pérdida de carga total= 4,477 m
*Presión disponible según ítem 6 = 22,00 m
*Presión remanente = Pdisponible-PCargaTotal= 17,52 m
*Presión mínima para un Inodoro Flux=14m Ver tabla IV
*Presión remanente > Presión mínima ; **OK** **TRAMO A11-A12** **ø 2½"**

TRAMO A12-A2

Longitud= 20,33 m

Aparatos sin flux	Cant.	Caudal (l/s)	TOTAL
Lavabos	92	0,15	13,80
Duchas	78	0,20	15,60
TOTAL	**170**		**29,4**

k= 0,08

QMI de aparatos sin flux= 2,35

Aparatos con flux	**Cant.**	**Caudal (l/s)**	**TOTAL**
Inodoros de flux	82,00	1,50	123,00
TOTAL	**82**		**123**

k= 0,06

QMI de aparatos con flux= 7,38

TRAMO A12-A2 QMI= 9,73 l/s

*Para este caudal se obtienen los siguientes valores

ø 3"

J= 0,065 m/m V= 2,216 m/s

*Pérdida de carga parcial = J x L 1,31 m

*Pérdida de carga acumulada= 2,439 m

*Pérdida de carga localizada = 10%= 0,244 m

*Pérdida de carga total= 2,68 m

*Presión disponible según ítem 6 = 22,00 m

*Presión remanente = Pdisponible-PCargaTotal= 19,32 m

*Presión mínima para un Inodoro Flux=14m Ver tabla IV

*Presión remanente > Presión mínima ; **OK** **TRAMO A12-A2 ø 3"**

TRAMO A1-A2

Longitud= 20,64 m

Aparatos sin flux	**Cant.**	**Caudal (l/s)**	**TOTAL**
Lavabos	174	0,15	26,10
Duchas	150	0,20	30,00
TOTAL	**324**		**56,1**

k= 0,05

QMI de aparatos sin flux= 2,81

Aparatos con flux	**Cant.**	**Caudal (l/s)**	**TOTAL**
Inodoros de flux	145,00	1,50	217,50
TOTAL	**145**		**217,5**

k= 0,04

QMI de aparatos con flux= 8,70

TRAMO A1-A2 QMI= 11,51 l/s

*Para este caudal se obtienen los siguientes valores

ø 4"

J= 0,022 m/m V= 1,490 m/s

*Pérdida de carga parcial = J x L 0,46 m

*Pérdida de carga acumulada= 1,124 m

*Pérdida de carga localizada = 10%= 0,112 m

*Pérdida de carga total= 1,24 m

*Presión disponible según ítem 6 = 26,00 m

*Presión remanente = Pdisponible-PCargaTotal= 24,76 m

*Presión mínima para un Inodoro Flux=14m Ver tabla IV

*Presión remanente > Presión mínima ; **OK** **TRAMO A1-A2 ø 4"**

TRAMO A1-B

Longitud= 29,70 m

Aparatos sin flux	**Cant.**	**Caudal (l/s)**	**TOTAL**
Lavabos	174	0,15	26,10
Duchas	150	0,20	30,00
TOTAL	**324**		**56,1**

k= 0,05

QMI de aparatos sin flux= 2,81

Aparatos con flux	**Cant.**	**Caudal (l/s)**	**TOTAL**
Inodoros de flux	145,00	1,50	217,50
TOTAL	**145**		**217,5**

k= 0,04

QMI de aparatos con flux= 8,70

TRAMO A1-B QMI= 11,51 l/s

*Para este caudal se obtienen los siguientes valores

ø 4"

J= 0,022 m/m V= 1,490 m/s

*Pérdida de carga parcial = J x L 0,66 m

*Pérdida de carga acumulada= 0,663 m

*Pérdida de carga localizada = 10%= 0,066 m

*Pérdida de carga total= 0,73 m

*Presión disponible según ítem 6 = 49,00 m

*Presión remanente = Pdisponible-PCargaTotal= 48,27 m

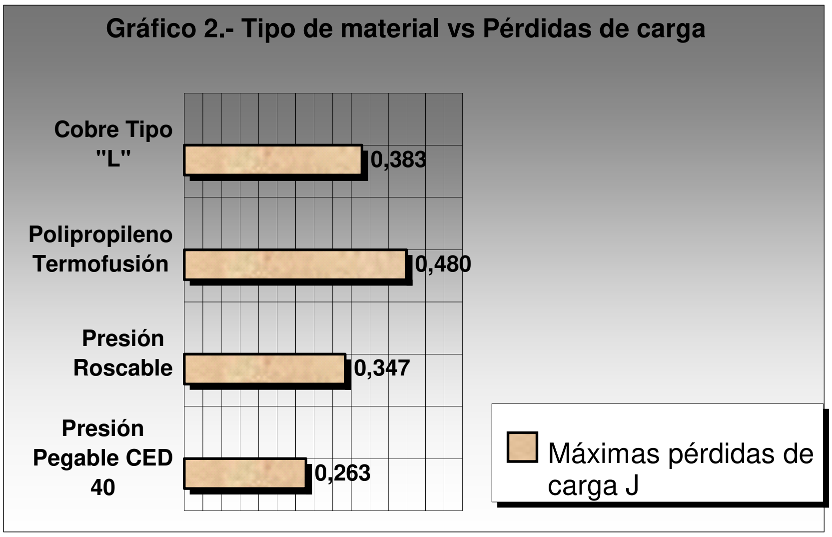
*Presión mínima para un Inodoro Flux=14m Ver tabla IV

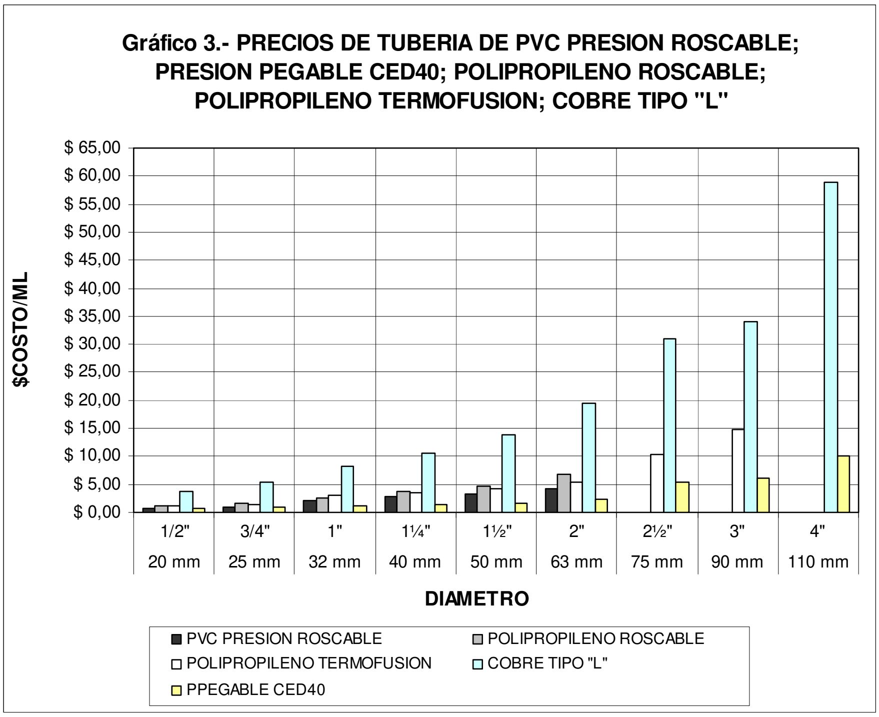
*Presión remanente > Presión mínima ; **OK** **TRAMO A1-B ø 4"**

8.-A continuación el esquema considerado para el ejemplo práctico

CONCLUSIONES

1.- La tubería que menores pérdidas de carga ofrece es la PVC Presión CED 40 (ver gráfico 2), sin embargo su fragilidad hace que no sea adecuado este tipo de material, por lo que la tubería a utilizar en proyectos de gran importancia como lo es el Hospital Docente Universitario es la de Cobre Tipo "L".





REFERENCIAS

1. Byron Erazo Vargas, "Anteproyecto de Normas de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias e Industrial para la Provincia del Guayas"(Tesis, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad de Guayaquil, 1981)
2. Rafael Pérez Carmona, "Diseño de instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones"(Bogotá Colombia, 2002).pp47-123
3. Mariano Rodríguez Avial, "Instalaciones Sanitarias para edificios"(Quinta edición, Madrid España, 1971).pp71-95

Revisado por.- ING. BYRON ERAZO VARGAS