

ECUACIONES PRÁCTICAS PARA EL DISEÑO DE TUBERÍAS EN INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS

Hernández Nampulá Óscar Luis

Instituto de Estudios Superiores de Chiapas en Tuxtla Gutiérrez, S.C., Blvd. Paso Limón No. 244, Col. Paso Limón.
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. C.P. 29045

hidrotectura@gmail.com

Resumen

Se presentan cinco ecuaciones prácticas, obtenidas mediante una base racional, para el diseño de tuberías aplicadas a flujos hidráulicamente lisos. De las cinco ecuaciones prácticas, tres corresponden al diseño de tuberías en instalaciones hidráulicas que determinan el gasto, diámetro teórico y pérdida por fricción; las dos ecuaciones restantes determinan el diámetro teórico de tuberías en ramales y bajantes de instalaciones sanitarias. Las ecuaciones de formulación potencial, se basan en los datos de Hunter presentados en la National Standard Plumbing Code (NSPC), analizando las tablas del gasto máximo probable en sistemas de tanque o llave con Unidades Mueble comprendidas entre 1 y 10,000 UM. Estas ecuaciones permiten obtener de forma rápida con la ayuda de una calculadora de un celular el dimensionamiento de tuberías, considerando que la capacidad predictiva de las mismas se evalúa empleando una base de datos que cubre los rangos típicos de variación en el diseño de instalaciones hidrosanitarias. Se demuestra que los errores que se obtienen aplicando estas ecuaciones prácticas como herramientas de diseño se encuentran dentro de los márgenes de tolerancia típicos de las ecuaciones de la hidráulica clásica.

Palabras claves

Ecuaciones prácticas, tuberías, instalaciones hidráulicas y sanitarias, unidad mueble.

Introducción

El diseño de instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificios actualmente en México se basa principalmente en las Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones: Instalaciones hidrosanitarias (INIFED, 2014); Normas técnicas complementarias para el diseño y ejecución de obras e instalaciones hidráulicas (Gobierno del D.F., 2004); Norma para la elaboración de los proyectos de instalaciones hidráulicas y sanitarias (SSA, 2000) y Normas de instalaciones sanitarias, hidráulicas y especiales (IMSS, 1997).

Las normas anteriores no han sido actualizadas en el aspecto hidráulico, empleando la ecuación de Manning y nomogramas para el cálculo de la pérdida por fricción para sistemas a presión y a superficie libre.

Las instalaciones hidráulicas se basan en tuberías con flujo a presión y la ecuación que mejor modela el flujo es la de Darcy-Weisbach con el coeficiente de fricción calculado por la ecuación de Colebrook y White, sin embargo presenta el inconveniente de requerir cálculos matemáticos con métodos numéricos. Las instalaciones sanitarias basadas principalmente en tuberías con flujo a superficie libre, calculadas mediante la

ecuación empírica de Robert Manning generalmente es más accesible su método de cálculo. Ante esta circunstancia y considerando las limitaciones técnicas y económicas que obligan que el común de ingenieros, arquitectos y principalmente estudiantes no tengan acceso a estos métodos matemáticos e hidráulicos, la propuesta de un método con ecuaciones prácticas con ajustes potenciales, pueden emplearse para la toma de decisiones y el ahorro de tiempo.

En México las instituciones que norman el diseño de instalaciones hidráulicas y sanitarias además de no estar actualizadas presentan la problemática de establecer criterios diferentes para seleccionar el número de unidades mueble (UM) y unidades de descarga (UD) para cada mueble sanitario, por tal motivo fue necesario establecer dos tablas compilatorias (Tabla 2 y 4) con los datos investigados en cada normativa, comparándolos con los datos presentados en la norma americana: *National Standard Plumbing Code (NSPC)*.

Métodos

A) Instalaciones hidráulicas. De forma general se basan en una red abierta constituida por tuberías que se dividen en cruces denominados nodos, en los extremos finales de las ramificaciones se instalan las salidas hidráulicas de los muebles sanitarios. El dimensionamiento basado en el criterio de la velocidad máxima permisible y el gasto de diseño por el método de Hunter, se caracteriza por la determinación del diámetro comercial para cada tramo de la red.

Se propone un procedimiento de solución para el diseño de redes hidráulicas abiertas en edificios para muebles con tanque o llave, basado en tres ecuaciones prácticas en función de la unidad mueble (UM), para tuberías con flujos hidráulicamente lisos como Cobre, CPVC, PVC hidráulico, Polipropileno Copolímero y Polietileno, que puedan aplicarse en una calculadora de un celular. La metodología es la siguiente:

1) Gasto simultáneo o gasto máximo probable (Q). Se define como el gasto expresado normalmente en l/s que puede ser esperado en un tramo de la red de un edificio con el uso normal de los muebles sanitarios instalados, teniendo en cuenta que no todos ellos son utilizados al mismo tiempo.

En México las instituciones que norman el diseño de instalaciones hidráulicas determinan utilizar los gastos establecidos por Hunter. La problemática de estas instituciones son los criterios con los cuales establecen el número de unidades mueble (UM) para cada mueble sanitario, debido a que existe una variación muy marcada entre ellas (Tabla 2).

Tomando como base el método probabilístico de Roy B. Hunter, el cual es uno de los más utilizados tanto en Estados

Unidos y su área de influencia tecnológica, especialmente los países de México, Centro América y América del Sur. En la mayoría de los países se utilizan tablas de correlación acorde a las normativas locales con el fin de actualizar las curvas de los gastos de diseño asignados a cada uno de ellos. Estudios que son de gran utilidad, pero que presentan un obstáculo para automatizar el cálculo de los gastos de diseño, por lo que se han realizado diversos ajustes matemáticos a los mismos para la obtención de ecuaciones en los sistemas de tanque y fluxómetro.

Hernández (2016) partiendo de los datos de Hunter presentados en la *National Standard Plumbing Code (NSPC)*, analiza los resultados de las tablas del gasto máximo probable en sistemas de tanque con Unidades Mueble comprendidas entre 1 y 10,000 UM, propone la ecuación:

$$Q_T = 0.1283UM^{0.6616}, \text{ simplificando términos,} \\ Q_T = UM^{0.66}/8 \quad (1)$$

Gasto para muebles con tanque en l/s, ajuste de curva potencial entre 1 y 10,000 UM ($R^2=0.9968$).

2) Diámetro teórico (D_T). Sustituyendo la ecuación de Hernández (2016) en la ecuación de continuidad (Saldarriaga, 2007) y planteando la velocidad máxima permisible de 2.5 m/s (IMSS, 1997) y (Gobierno del D.F., 2004):

$$D_T = UM^{0.33}/124 \quad (2)$$

Donde D_T =Diámetro teórico (m), UM=Unidad mueble (adimensional).

El diámetro teórico obtenido deberá ajustarse al diámetro comercial más próximo, normalmente se pasa al diámetro inmediato superior.

3) Pérdida por fricción (h_f). Considerando flujos hidráulicamente lisos, se propone la ecuación de pérdida por fricción de Darcy-Weisbach y el factor de fricción con la ecuación de Blasius (Saldarriaga, 2007):

$$h_f = f \cdot L \cdot v^2 / 2g \cdot D_c \quad (3) \\ f = 0.3164 / Re^{0.25} \quad (Re > 4000) \quad (4)$$

Donde h_f =Pérdida por fricción (m), f =Factor de fricción (adimensional), L =Longitud (m), D_c =Diámetro comercial (m), V =Velocidad (m/s), g =Aceleración gravitacional (m/s^2), Re =Número de Reynolds (adimensional).

Sustituyendo el Número de Reynolds, la velocidad por la ecuación de continuidad con el gasto de diseño por la ecuación de Hernández (2016) y temperatura de 20°C con viscosidad cinemática de $1.01 \times 10^{-6} m^2/s$, por tanto la ecuación general resultante sería:

$$h_f = 1.21 \times 10^{-10} \cdot UM^{1.16} \cdot L / D_c^{4.75} \quad (5)$$

Donde h_f =Pérdida por fricción (m), UM=Unidad mueble (adimensional), D_c =Diámetro comercial (m), L =Longitud del tramo (m).

Para calcular las pérdidas por fricción producidas por piezas especiales se propone aumentar un 20 % de la longitud de la tubería, considerando que Saldarriaga (2007) determina que la suma de las pérdidas menores debe ser inferior al 30% de las pérdidas por fricción y que esta condición es cierta en la mayoría de diseños convencionales de tuberías.

B) Instalaciones sanitarias. Toda instalación sanitaria de una edificación debe cumplir las funciones básicas siguientes: desalojar las aguas negras, los gases provenientes de la descomposición de las materias orgánicas y el aire desplazado por el paso de los líquidos, a fin de conservar los sellos hidráulicos y evitar malos olores dentro de los edificios. Los componentes principales lo constituyen las tuberías de Poli cloruro de vinilo (PVC), clasificadas en ramales y bajantes, sifones y muebles sanitarios. Las normativas mexicanas se basan en tablas de la norma americana, preestablecidas para el diseño manual de las instalaciones sanitarias.

Por tal motivo se establece una metodología basada en ecuaciones prácticas que permitan automatizar y principalmente facilitar el cálculo.

1) Gasto de diseño. El uso de los muebles sanitarios en edificios es aleatorio, por lo que su operación es intermitente y su frecuencia de uso irregular, por tanto, es posible utilizar el criterio de Hunter aplicando la teoría de la probabilidad, a fin de establecer, de manera similar a la unidad mueble, una unidad de descarga (UD) que será utilizada para el diseño de los diámetros de las tuberías del sistema.

Para determinar el gasto que debe transportar un tramo de la red es necesario determinar las unidades de descarga de los muebles sanitarios (Tabla 4) y aplicar la ecuación 1.

2) Ramales. Tuberías horizontales que transportan las aguas residuales evacuadas de los muebles sanitarios, el flujo transportado es realizado a superficie libre. Rodríguez (2005) determina que la tubería transporte un gasto con una profundidad de la lámina de agua que no supere la mitad del diámetro de la tubería y en casos extremos llegar a un valor del 75%.

La ecuación empleada será la de Manning con transporte a medio tubo. En la ecuación se considera de forma teórica un conducto a tubo lleno duplicando el gasto de diseño, resultando la ecuación:

$$D_T = \left[2 Qn / 0.3117 S_f^{1/2} \right]^{3/8} \quad (6)$$

Donde D_T =Diámetro teórico (m), Q =Gasto de diseño (m^3/s), n =Coeficiente de Manning (adimensional), S_f =Pendiente hidráulica (adimensional).

Sustituyendo la ecuación de Hernández (2016) en la ecuación 6 y considerando tubería de PVC con $n=0.009$, resultando una ecuación en función de la unidad de descarga (UD):

$$D_T = UD^{0.25} / 84 S_f^{0.19} \quad (7)$$

Donde D_T =Diámetro teórico (m), UD=Unidad de descarga (adimensional), S_f =Pendiente hidráulica (adimensional).

3) Bajantes. Tuberías verticales que conducen aguas residuales, jabonosas, aire (ventilación) y aguas pluviales. El flujo de un bajante de aguas residuales varía de acuerdo con el gasto que ingresa al mismo. Para pequeños volúmenes de agua, el flujo prácticamente escurre en la pared interior de la tubería del bajante; con el incremento del flujo, esta adherencia a la pared del bajante continua hasta el punto en donde la resistencia del aire, origina un desprendimiento temporal del mismo, por lo que se forma un bloque que al descender llena el bajante hasta que el incremento en la presión ejercida por el aire lo rompe, por lo que el flujo se

adhiera a la pared del bajante o cae en la parte central del mismo, en cortas distancias. Este fenómeno ocurre cuando el bajante fluye a 1/4 o 1/3 de su capacidad (García, 2001).

Para la determinación del diámetro del bajante se considera la ecuación de Manning para una tubería de PVC con $n=0.009$, pendiente hidráulica $S_f=1$ (Rodríguez, 2005), el flujo en el bajante desarrollado como una corona circular con área de paso $A_p=A/3$ y sustituyendo el gasto en la ecuación 6, resultando:

$$D_T = UD^{0.25}/55 \quad (8)$$

Donde D_T =Diámetro teórico (m), UD = Unidad de descarga (adimensional).

Análisis de resultados

Para comprobar la exactitud de las ecuaciones prácticas propuestas para instalaciones hidráulicas, se comparan los resultados obtenidos con la metodología hidráulica convencional. Una vez obtenido los valores se calcula el error relativo, utilizando la siguiente ecuación:

$$e = (|V_{EP} - V_H|/V_{HT}) 100 \quad (9)$$

Donde e es el error relativo en %, V_{EP} el valor calculado con las ecuaciones prácticas y V_{HT} el valor calculado por el método hidráulico tradicional.

En la tabla 3 se observa que los errores entre la ecuación de Darcy Weisbach y la ecuación práctica, son menores al 4 % en los resultados obtenidos.

Para las instalaciones sanitarias se comparan los resultados obtenidos de las ecuaciones prácticas con las tablas de la norma americana: *National Standard Plumbing Code (NSPC)*. En la tabla 5 se observa que son congruentes los resultados obtenidos por ambos métodos.

Conclusiones

Se proponen cinco ecuaciones prácticas (Tabla 1) basadas en las ecuaciones de la hidráulica clásica y en función de la unidad mueble (UM) para tuberías hidráulicas y en la unidad de descarga (UD) para tuberías sanitarias. Estas ecuaciones prácticas permiten calcular de forma rápida mediante la calculadora de un celular los parámetros hidráulicos para el diseño de tuberías en instalaciones hidrosanitarias en edificios.

Las ecuaciones obtenidas se analizan mediante una verificación de las normas de diseño de instalaciones empleadas en México, considerando la base de datos de la *National Standard Plumbing Code (NSPC)* que cubre los rangos típicos de variación de las unidades muebles involucradas en el diseño de tuberías de instalaciones hidrosanitarias (1 a 10,000 UM).

A través de un análisis tabular en Excel se comprueba, que los errores que se pueden obtener si se emplean estas ecuaciones prácticas como herramientas de diseño de tuberías, se encuentran dentro de los márgenes de tolerancia típicos de los resultados de las ecuaciones de la hidráulica clásica.

Tabla 1. Ecuaciones prácticas.

PARÁMETRO HIDRÁULICO	ECUACIÓN BASE	ECUACIÓN PRÁCTICA
Gasto máximo probable	Tablas de Hunter	$Q_T = UM^{0.66}/8$
Diámetro teórico tuberías hidráulicas	Continuidad	$D_T = UM^{0.33}/124$
Pérdida por fricción	Darcy Weisbach	$h_f = 1.21 \times 10^{-10} \cdot UM^{1.16} \cdot L/D_c^{4.75}$
Diámetro teórico de ramales en tuberías sanitarias	Robert Manning	$D_T = UD^{0.25}/84 S_f^{0.19}$
Diámetro teórico de bajantes en tuberías sanitarias	Robert Manning	$D_T = UD^{0.25}/55$

Referencias

García, S. J. (2001). *Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificios*. Primera edición. México: Universidad Autónoma de Yucatán – Fundación ICA.

Gobierno del D. F. (2004). *Reglamento de construcción del D.F.: Normas técnicas complementarias para el diseño y ejecución de obras e instalaciones hidráulicas*. México: Gobierno del Distrito Federal, 172 pp.

Hernández, N. O. L. (2016). *Hidráulica aplicada a las instalaciones en edificios*. Chiapas, México: Hidrotextura, 197 pp.

IMSS. (1997). *Criterios normativos de ingeniería: Normas de Instalaciones sanitarias, hidráulicas y especiales (ND-01-IMSS-HSE-1997)*. México: Instituto Mexicano del Seguro Social, Coordinación de construcción, conservación y equipamiento, 1719 pp.

INIFED. (2014). *Normas y especificaciones para estudios proyectos, construcción e instalaciones: Instalaciones hidrosanitarias*. México: Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa, Volumen 5, Tomo 2, 19 pp.

NSPC. (2009). *National Standard Plumbing Code*, Estados Unidos de América: Plumbing-Heating-Cooling Contractors–National Association.

Rodríguez, D. H. A. (2005). *Diseños hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones*, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.

Saldarriaga, V. J. G. (2007). *Hidráulica de Tuberías, Abastecimiento de agua, redes, riegos*. Primera edición. Bogotá, Colombia: Alfaomega, 671 pp.

SSA. (2000). *Norma para la elaboración de los proyectos de instalaciones hidráulicas y sanitarias*. México: Secretaría de Salud, 295 pp.

Tabla 2. Demanda de muebles sanitarios en unidades muebles (UM) con tanque o llave por normatividad.

MUEBLE	SERVICIO	CONTROL	NTC RCDF			IMSS			SSA			INIFED	NSPC		
			T	AF	AC	T	AF	AC	T	AF	AC	T	T	AF	AC
Lavabo	Privado	Llave	2	1	1	1	0.75	0.75	1	0.75	0.75	1	1	0.8	0.8
Lavabo	Público	Llave				1	0.75	0.75				1	1	0.8	0.8
WC	Privado	Tanque	1	1					5	5		1	3	3	
WC	Público	Tanque											7	7	
Regadera	Privado	Llave	2	1.5	1.5	2	1.5	1.5	2	1.5	1.5	1	2	1.5	1.5
Regadera	Público	Llave				2	1.5	1.5	4	3	3	1			
Tina	Privado	Llave							2	1.5	1.5				
Tina	Público	Llave											4	3	3
Mingitorio	Público	Llave	2	2		2	2		3	3		1	5	5	
Fregadero	Privado	Llave	2	1.5	1.5	2	1.5	1.5	2	1.5	1.5	1	1.5	1.1	1.1
Fregadero	Público	Llave				3	2.25	2.25	4	3	3	1			
Lavadero	Privado	Llave							3	2	2	1	2	1.5	1.5
Lavadora	Horiz.	Llave	3	2	2	2.2	2.2	2.2	4	3	3		4	3	3
Lavadora	Extract.	Llave	6	4	4	4.4	4.4	4.4							
Lavaplatos	Privado	Llave							3	2	2	1	1.5		1.5
Vertedero	Público	Llave	1	1		1	1		2	1.5	1.5				
Bidet	Público	Llave							1	0.75	0.75		1	0.8	0.8
Bebedero	Público	Llave	2	1.5	1.5	1	1					1	0.8	0.8	
Grupo de baño	Privado	Tanque	2	1.5	1.5	2	1.5	1.5	6	4	3		6		

Tabla 3. Tabla comparativa de instalaciones hidráulicas y porcentajes de error relativo entre la ecuación de pérdida por fricción de la metodología hidráulica tradicional y la ecuación práctica.

UM	Q	Q	D. T.	D. C.	Long.	V	T	Visc. C.	Reynolds	ε	f	Darcy W.	Práctica	Error
	(L/s)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(°C)	(m2/s)	Adimensional	(m)	Adimensional	hf (m)	hf (m)	(%)
1	0.1283	0.00013	0.00808	0.013	1	0.9666	20	1E-06	12441.61875	1.50E-06	0.02941729	0.10776021	0.110040979	2.116525
100	2.7004	0.0027	0.03707	0.038	1	2.3811	20	1E-06	89585.27778	1.50E-06	0.01850479	0.14071445	0.140868304	0.109337
200	4.2716	0.00427	0.04662	0.05	1	2.1755	20	1E-06	107699.0028	1.50E-06	0.017779299	0.08577486	0.0854816	-0.341892
300	5.5859	0.00559	0.05331	0.064	1	1.7364	20	1E-06	110028.1192	1.50E-06	0.017662229	0.04240773	0.04235368	-0.127447
400	6.7569	0.00676	0.05864	0.064	1	2.1004	20	1E-06	133095.4343	1.50E-06	0.017010156	0.05976222	0.059131662	-1.055112
500	7.8319	0.00783	0.06313	0.075	1	1.7728	20	1E-06	131642.9278	1.50E-06	0.017022354	0.0363549	0.036061981	-0.805715
600	8.8359	0.00884	0.06705	0.075	1	2	20	1E-06	148519.6254	1.50E-06	0.016626748	0.04519842	0.044555346	-1.42278
700	9.7846	0.00978	0.07056	0.075	1	2.2148	20	1E-06	164465.8906	1.50E-06	0.016304223	0.05435006	0.053279249	-1.970212
800	10.688	0.01069	0.07375	0.075	1	2.4193	20	1E-06	179656.6566	1.50E-06	0.016033382	0.0637764	0.062205496	-2.463145
900	11.555	0.01155	0.07668	0.1	1	1.4712	20	1E-06	145662.274	1.50E-06	0.016651772	0.01836905	0.018184723	-1.003458
1000	12.389	0.01239	0.0794	0.1	1	1.5774	20	1E-06	156178.1382	1.50E-06	0.016427216	0.02083227	0.020548748	-1.360951
1100	13.195	0.0132	0.08194	0.1	1	1.68	20	1E-06	166343.4259	1.50E-06	0.016228351	0.02334628	0.022950962	-1.693285
1200	13.976	0.01398	0.08433	0.1	1	1.7794	20	1E-06	176184.0723	1.50E-06	0.016050545	0.0259033	0.025384326	-2.003508
1300	14.736	0.01474	0.08659	0.1	1	1.8762	20	1E-06	185763.259	1.50E-06	0.015889615	0.02850789	0.027853525	-2.295375
1400	15.476	0.01548	0.08874	0.1	1	1.9704	20	1E-06	195096.084	1.50E-06	0.015743012	0.03115423	0.030353322	-2.570771
1500	16.198	0.0162	0.09079	0.1	1	2.0625	20	1E-06	204205.8528	1.50E-06	0.015608565	0.03384008	0.032881869	-2.831585
1600	16.905	0.0169	0.09275	0.1	1	2.1524	20	1E-06	213112.2715	1.50E-06	0.015484549	0.03656348	0.035437545	-3.079395
1700	17.597	0.0176	0.09463	0.1	1	2.2405	20	1E-06	221832.1909	1.50E-06	0.015369574	0.03932267	0.038018916	-3.315526
1800	18.275	0.01827	0.09643	0.1	1	2.3268	20	1E-06	230380.1634	1.50E-06	0.015262503	0.04211608	0.040624706	-3.541108
1900	18.94	0.01894	0.09817	0.1	1	2.4115	20	1E-06	238768.8662	1.50E-06	0.015162398	0.0449423	0.043253769	-3.757111
2000	19.594	0.01959	0.09985	0.1	1	2.4948	20	1E-06	247009.4279	1.50E-06	0.015068471	0.04780004	0.045905071	-3.964373
2100	20.24	0.02024	0.10148	0.15	1	1.1453	20	1E-06	170101.9403	1.50E-06	0.01611736	0.00718407	0.007081517	-1.427542
2200	20.872	0.02087	0.10306	0.15	1	1.1811	20	1E-06	175418.6756	1.50E-06	0.016021666	0.00759482	0.007474157	-1.588778
2300	21.495	0.0215	0.10459	0.15	1	1.2164	20	1E-06	180654.2232	1.50E-06	0.015931079	0.00800939	0.007869664	-1.744585
2400	22.109	0.02211	0.10607	0.15	1	1.2511	20	1E-06	185813.2758	1.50E-06	0.015845121	0.00842767	0.008267933	-1.895341
2500	22.715	0.02271	0.10751	0.15	1	1.2854	20	1E-06	190900.0719	1.50E-06	0.015763376	0.00884952	0.008668866	-2.041387

Tabla 4. Unidades de descarga (UD) por normatividad y diámetros mínimos para los muebles sanitarios con tanque o llave.

MUEBLE	CONTROL	IMSS	SSA	INIFED	RCDF NTC	NSPC	Díámetro (mm)
Lavabo	Llave	2	2	1	2	2	38
WC	Tanque	5	4	6	4	4	75
Regadera	Llave	3	2	3	2	3	50
Tina	Llave		2		2	2	50
Mingitorio	Llave	2	4	3	4	4	50
Fregadero Cocina	Llave	3	2		2	3	38
Fregadero con triturador	Llave	4	3		3	4	38
Lavadero	Llave	1		2	2		38
Lavadora de ropa domestica	Llave					3	50
Lavadora Horizontal	Llave	2.2					
Lavadora Extractora	Llave	4.4					
Lava-vajillas domestico	Llave		2		2	2	32
Vertedero de aseo	Llave	3	3		2	3	75
Bidet	Llave	5	3		3	3	38
Bebadero	Llave	1	0.5	1	0.5	0.5	32
Grupo de baño (W-L-R)	Tanque-llave		6		6	6	75
Coladera de piso en baño		2	1	3	1	1	50

Tabla 5. Tabla comparativa de instalaciones sanitarias entre los datos de las tablas NSPC y las ecuaciones prácticas.

UD	Q	Q	Sf	DT Ramal	DC con WC	DC con WC	DT Bajante	DC con WC	DC con WC
	(L/s)	(m3/s)	Adimensional	(m)	(m)	(m) NSPC	(m)	(m)	(m) NSPC
1	0.1283	0.00013	0.02	0.025233968	0.05 sin WC	0.05 sin WC	0.018	0.05 sin WC	0.05 sin WC
10	0.5886	0.00059	0.02	0.044873046	0.1	0.1	0.03200903	0.1	0.1
20	0.9311	0.00093	0.02	0.053363345	0.1	0.1	0.03806537	0.1	0.1
30	1.2176	0.00122	0.02	0.059056249	0.1	0.1	0.04212625	0.1	0.1
40	1.4728	0.00147	0.02	0.06346007	0.1	0.1	0.0452676	0.1	0.1
50	1.7071	0.00171	0.02	0.067100854	0.1	0.1	0.04786466	0.1	0.1
60	1.926	0.00193	0.02	0.070230112	0.1	0.1	0.05009684	0.1	0.1
70	2.1328	0.00213	0.02	0.072989444	0.1	0.1	0.05206514	0.1	0.1
80	2.3298	0.00233	0.02	0.075467166	0.1	0.1	0.05383256	0.1	0.1
90	2.5186	0.00252	0.02	0.077722395	0.1	0.1	0.05544127	0.1	0.1
100	2.7004	0.0027	0.02	0.079796813	0.1	0.1	0.056921	0.1	0.1
110	2.8762	0.00288	0.02	0.081721009	0.1	0.1	0.05829357	0.1	0.1
120	3.0466	0.00305	0.02	0.083518149	0.1	0.1	0.05957552	0.1	0.1
130	3.2123	0.00321	0.02	0.085206237	0.1	0.1	0.06077967	0.1	0.1
140	3.3737	0.00337	0.02	0.086799566	0.1	0.1	0.06191623	0.1	0.1
150	3.5313	0.00353	0.02	0.08830969	0.1	0.1	0.06299344	0.1	0.1
160	3.6853	0.00369	0.02	0.089746091	0.1	0.1	0.06401806	0.1	0.1
170	3.8361	0.00384	0.02	0.091116657	0.1	0.1	0.06499572	0.1	0.1
180	3.984	0.00398	0.02	0.092428025	0.1	0.1	0.06593115	0.1	0.1
190	4.129	0.00413	0.02	0.093685838	0.1	0.1	0.06682838	0.1	0.1
200	4.2716	0.00427	0.02	0.094894938	0.1	0.1	0.06769086	0.1	0.1
210	4.4117	0.00441	0.02	0.096059511	0.1	0.1	0.06852157	0.1	0.1
220	4.5496	0.00455	0.02	0.097183205	0.1	0.1	0.06932313	0.1	0.1
230	4.6854	0.00469	0.02	0.098269219	0.1	0.15	0.07009781	0.1	0.1
240	4.8192	0.00482	0.02	0.099320377	0.1	0.15	0.07084763	0.1	0.1
250	4.9511	0.00495	0.02	0.10033918	0.15	0.15	0.07157437	0.1	0.1
260	5.0813	0.00508	0.02	0.101327863	0.15	0.15	0.07227962	0.1	0.1
270	5.2098	0.00521	0.02	0.102288424	0.15	0.15	0.07296481	0.1	0.1
280	5.3366	0.00534	0.02	0.103222662	0.15	0.15	0.07363122	0.1	0.1
290	5.462	0.00546	0.02	0.104132201	0.15	0.15	0.07428002	0.1	0.1
300	5.5859	0.00559	0.02	0.105018512	0.15	0.15	0.07491225	0.1	0.1