

**UNIVERSIDAD CENTRAL “MARTA ABREU” DE LAS VILLAS  
FACULTAD DE CONSTRUCCIONES  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



# **MONOGRAFÍA**

**INSTALACIONES DE EVACUACIÓN EN INTERIORES DE  
EDIFICIOS**

**Bernardo Omar González Morales**

**Armando Juan Velázquez Rangel**

Edición: Liset Ravelo Romero

Corrección: Estrella Pardo Rodríguez

Bernardo Omar González Morales y Armando Juan Velázquez Rangel, 2017

Editorial Feijóo, 2018

ISBN: 978-959-312-293-1



Editorial Samuel Feijóo, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Carretera a Camajuaní, km 5 ½, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. CP 54830

## RESUMEN

La monografía tiene como objetivo perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Terminaciones e Instalaciones de Edificios en el tema de Instalaciones de Evacuación de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. El trabajo permitirá apoyar el proceso docente de la asignatura, mediante su utilización en clase y en el estudio independiente, al lograr así la autogestión del conocimiento y la calidad del proceso, al contar con un material didáctico que abordará el tema de instalaciones de evacuación en tres capítulos y cada uno de ellos tiene una estructura o formato metodológico con el propósito de preparar a los futuros profesionales de la ingeniería, para que logren habilidades en el aprendizaje autodidacta, así como en el aprendizaje colaborativo y cotidiano con otros especialistas de la comunidad, al incorporarle el carácter humanista, el compromiso ético y el sentido de pertenencia, pues constituye un aporte a la práctica pedagógica actual en el desarrollo de la carrera de Ingeniería Civil.

## ÍNDICE

Introducción.....	5
Capítulo 1. Instalaciones de evacuación.....	7
1.1 Generalidades.....	7
1.2 Partes y componentes de las redes sanitarias en interiores de edificios ...	11
1.3 Materiales y accesorios de la red.....	25
1.4 Método de cálculo. Cálculo de los diámetros en sifones y derivaciones.....	34
1.5 Cálculo del ramal.....	34
1.6 Cálculo de columnas de aguas residuales.....	35
1.7 Cálculo de colectores de aguas residuales.....	36
1.8 Sistemas de ventilación.....	
Capítulo 2. Drenaje pluvial en edificaciones.....	51
2.1 Términos y definiciones.....	51
2.2 Requisitos de diseño.....	52
2.3 Método de cálculo.....	53
2.4 Dimensiones de los canales.....	58
2.5 Bajante pluvial.....	61
Capítulo 3: Ejercicios resueltos y propuestos.....	65
3.1 Ejemplo de diseño y cálculo del sistema de evacuación (general).....	65
3.2 Ejercicios propuestos.....	73
Bibliografía.....	76

## INTRODUCCIÓN

Para los ingenieros civiles puede parecer inapropiado el estudio del tema de instalaciones de evacuación como parte del proceso docente de la carrera, pero la vida diaria de estos profesionales los ha llevado a la necesidad de auto gestionarse el conocimiento en temas de instalaciones que están vinculados a su desempeño laboral cada vez más complejo y dinámico. Este tema instalaciones de evacuación al igual que los demás temas de la asignatura de Terminaciones e Instalaciones en Edificios resultan de suma importancia en la formación integral de los especialistas quienes desde el inicio mismo de su ejercicio profesional deben asumir tareas y responsabilidades que implican necesariamente el conocimiento de los sistemas de evacuación por lo que se trata, no de formar ingenieros hidráulicos si no de dotarlos de conocimientos para la ejecución e interpretación de los diferentes proyectos de instalaciones de evacuación en edificios.

En la construcción de las edificaciones, uno de los aspectos más importantes es el diseño de la red de instalaciones de evacuación, debido a que evacua las aguas utilizadas, como son, las del aseo personal y la limpieza del hogar, eliminando así desechos orgánicos, entre otros.

Las instalaciones sanitarias deben proyectarse y principalmente construirse, procurando sacar el máximo provecho de las cualidades de los materiales empleados e instalarse en la forma más práctica posible, de modo que se eviten reparaciones constantes e injustificadas, previendo un mínimo mantenimiento, el cual consistirá en condiciones normales de funcionamiento, en dar limpieza periódica requerida a través de los registros.

El diseño debe cumplir requisitos mínimos y criterios establecidos para garantizar el correcto funcionamiento de las instalaciones.

## **Capítulo 1. Instalaciones de evacuación**

### *1.1 Generalidades*

### 1.2 Sistema de evacuación en interiores de edificios

El sistema de evacuación debe retirar de las edificaciones en forma segura, aunque no necesariamente económica, las aguas servidas y pluviales, además de establecer trampas hidráulicas, para evitar que los gases y malos olores producidos por la descomposición de las materias orgánicas acarreadas, salgan por los aparatos sanitarios o por los sumideros en general.

Requisitos de diseño:

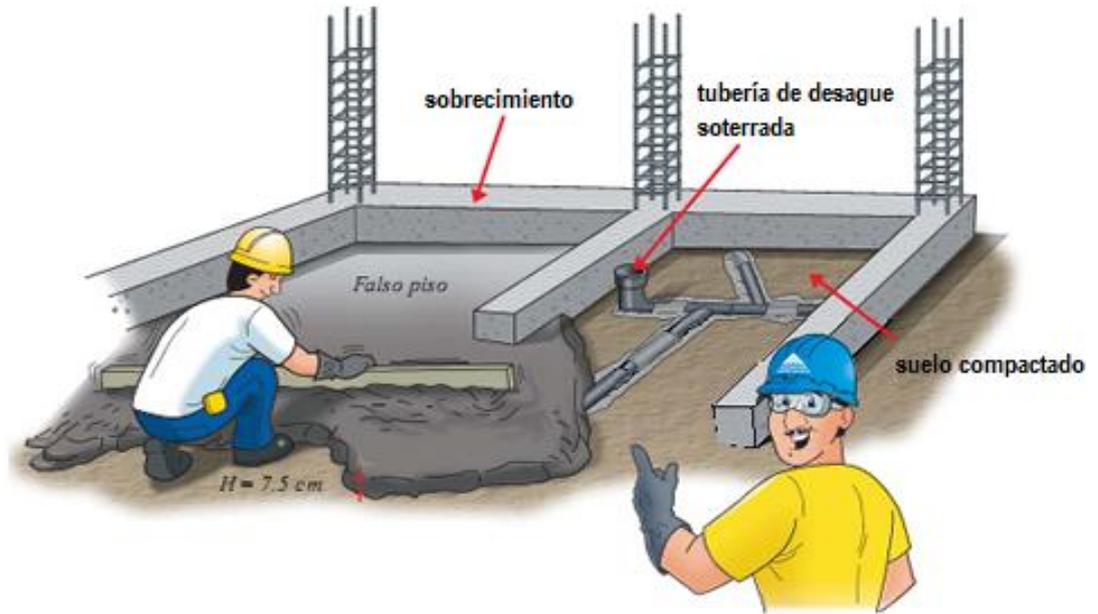
- Evacuar rápidamente las aguas residuales.
- Impedir el paso de los malos olores, insectos y vectores al interior del edificio.
- Ser herméticas, duraderas y resistentes a las ligeras oscilaciones de la edificación.
- Las tuberías deberán ser resistentes a la corrosión producida por las aguas que circulan por estas.
- Colocar registros que permitan con facilidad la limpieza de la red en todos sus tramos.
- Instalar un adecuado sistema de ventilación sanitaria.

**(NC 1074: 2015 ICS: 91.140.70)**

**Las instalaciones de evacuación pueden ser proyectadas de las siguientes formas:**

- Soterradas (Ver Figura 1.1).
- Empotradas en paredes u otros elementos (Ver Figura 1.2).
- Expuestas (Ver Figura 1.3).
- Colgadas bajo losa de hormigón (Ver Figura 1.4).

- Por espacios dejados al efecto (conductos, patinejos, canales, otros).  
(Ver Figura 1.5).



**Figura 1.1 - Instalaciones de evacuación soterradas**



**Figura 1.2 - Instalaciones de evacuación empotradas**



**Figura 1.3 – Instalaciones de evacuación expuestas**



**Figura 1.4 - Instalaciones de evacuación colgadas bajo losa de hormigón**



**Figura 1.5 - Instalaciones sanitarias colocadas por espacios dejados**

La elección de la variante o combinación de estas responderá a criterios económicos, estéticos, funcionales y estructurales.

Los tramos del ramal se tenderán en forma lineal. Todos los cambios de dirección de los tubos de desagüe se harán con curvas apropiadas y todas las conexiones a ramales se efectuarán mediante ángulos de 45° y en el sentido de la descarga. Sólo en caso de descargas verticales se permitirá usar Te (del tipo sanitaria). No se permite cambiar la pendiente de la tubería en el tramo entre dos registros.

El menor diámetro de los ramales empleados para recibir los desagües de los inodoros será de 100 mm. Se mantendrá la misma pendiente que en el resto de la instalación y se entoncará a la columna de descarga con ángulo de 45°.

La separación entre muebles sanitarios será como mínimo de 100 mm entre los bordes exteriores de los mismos.

La máxima distancia entre los registros de limpieza colocados en ramales primarios interiores no excederá de 15 m, mientras que el diámetro mínimo de los tragantes de piso será de 50 mm.

**(NC 683: 2009 ICS: 91.140.70; 91.040.20)**

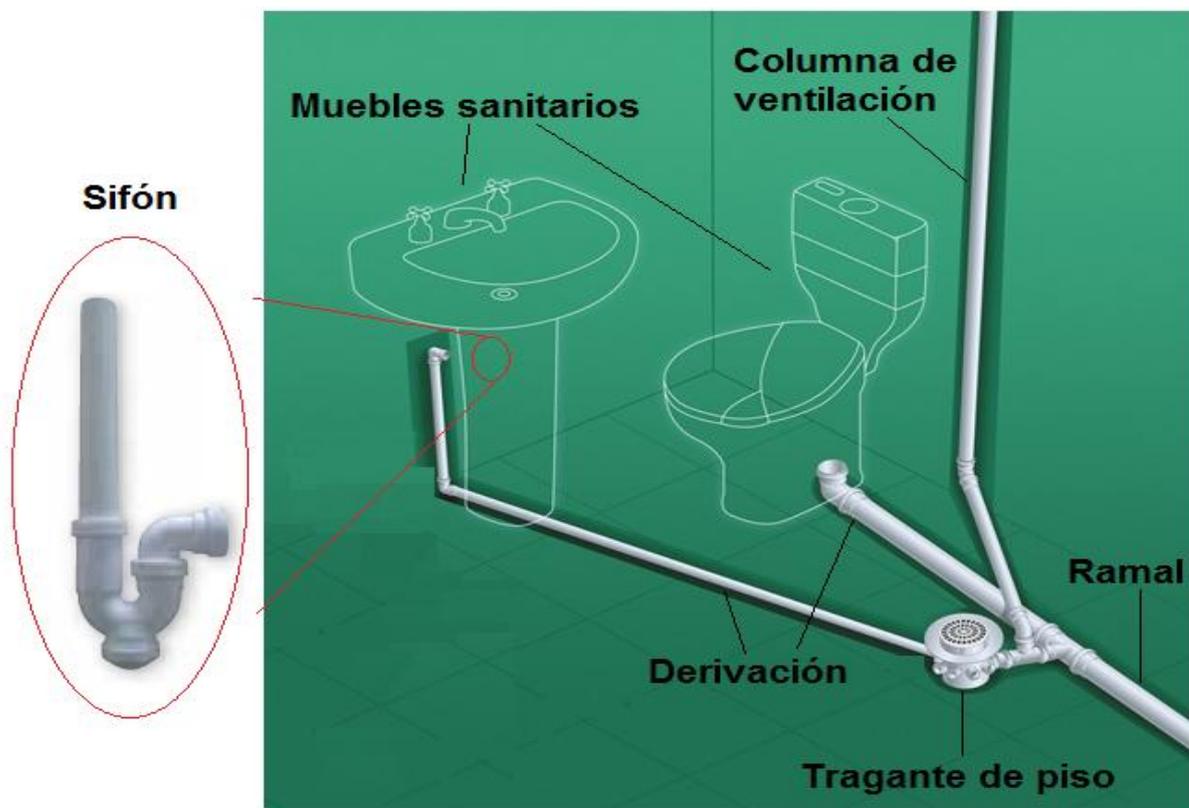
## 1.1 Partes y componentes de las redes sanitarias en interiores de edificios

### Partes principales de las instalaciones sanitarias (Ver Figura 1.6)

- **Tuberías de evacuación:** están conformadas por las derivaciones, ramales, las columnas de descarga y los colectores.

**Nota:** El diámetro del colector principal interior en planta baja será de 150 mm como mínimo.

- **Sifones.**
- **Tuberías de ventilación:** están conformadas por las derivaciones y las columnas de ventilación.



**Figura 1.6 - Partes principales de las instalaciones sanitarias en el servicio sanitario de una vivienda**

## **Derivación**

Conducto que sirve de enlace a los muebles sanitarios con el ramal.

Las derivaciones salen de los aparatos y se enlazan a las columnas de ventilación; tendrán una pendiente mínima de 0,005 m/m para dar salida por los tubos de desagüe al agua de condensación que puede producirse en su interior.

## **Ramal**

Conducto que sirve de enlace a las derivaciones con la columna de descarga y el colector.

## **Columna de descarga**

Tubería de evacuación vertical que se instalará lo más recta posible, sin cambio brusco de dirección.

Ninguna columna de descarga que reciba desagües de inodoros será menor de 100 mm de diámetro.

## **Colector**

Conducto en el cual se entroncan las columnas de descarga para evacuar el agua residual. Término permisible: maestra.

## **Ventilación**

Sistema auxiliar de tuberías, que permiten mantener la presión atmosférica en todas las partes de la instalación y sirve para evacuar al exterior, los gases producidos por la descomposición de la materia orgánica.

## **Sifón u obturador hidráulico**

Pieza que posee las características de crear un sello hidráulico que impide que los gases y malos olores pasen al interior del recinto donde esté instalado. Podrán estar integrados a los equipos o muebles o estar separados.

**NC 1074: 2015 ICS: 91.140.70**

Las partes interiores de los sifones u obturadores en general no deben tener en su interior aristas ni rugosidades que puedan retener los diversos cuerpos extraños y residuos evacuados con las aguas ya usadas.

Es necesario hacer hincapié en la necesidad de que los sifones o trampas hidráulicas en los muebles sanitarios, estén diseñados de tal forma, que se pueda renovar todo su contenido en cada operación de descarga, así evitando que en ellos quede agua que pueda descomponerse, dando origen a malos olores, además debe tener un registro que permita un mayor grado de limpieza.

### **Utilización**

Desagües de lavabos, bañeras, bidets, duchas y fregaderos, para evacuación de aguas usadas.

### **Otros componentes**

Alargaderas, enlaces y accesorios para su conexión a la red de evacuación.

### **Producción**

Gama blanca de válvulas, sifones y accesorios fabricados en polipropileno. Gama cromada (fabricada en ABS cromado) y gama de latón cromado para aplicación en instalaciones vistas y lavabos de diseño (lavabos de cristal, acero inoxidable, etc.). Todos los sifones disponen de un sistema de registro para facilitar labores de limpieza y mantenimiento.

Todos los sifones y válvulas con salida DN 40 mm se suministran con una junta de reducción a DN 32 mm.

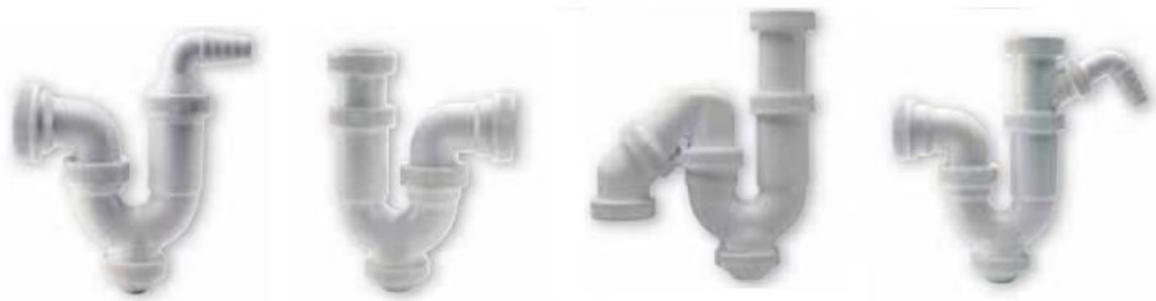
### **Clasificación**

- Sifones sencillos botella largos (cierre hidráulico 50 mm) lavabos, bidets y fregaderos. Ver Figura 1.7
- Sifones sencillos curvos (lavabos, fregaderos y toma de lavadora). Ver Figura 1.8
- Sifones sencillos serie “Y” (lavabos, bidets y fregaderos). Ver Figura 1.9
- Sifones urinarios. Ver Figura 1.10

- Sifones Gran space sencillos. (fregadero). Ver Figura 1.11
- Sifones dobles en colector (fregadero doble).Ver Figura 1.12
- Sifones dobles botella (fregadero doble) .Ver Figura 1.13
- Sifones dobles curvos (fregadero doble) .Ver Figura 1.14
- Sifones dobles extralargos (fregadero doble) .Ver Figura 1.15
- Sifón toma lavadora. Ver Figura 1.16



**Figura 1.7 - Sifones sencillos botella largos**



**Figura 1.8 - Sifones sencillos curvos**



**Figura 1.9 - Sifones sencillos serie "Y"**



**Figura 1.10 - Sifones urinario**



**Figura 1.11 - Sifones Gran space sencillos**



**Figura 1.12 - Sifones dobles en colector**



**Figura 1.13 - Sifones dobles botella**



**Figura 1.14 - Sifones dobles curvos**



**Figura 1.15 - Sifones dobles extralargos**



**Figura 1.16 - Sifón toma lavadora**

Catálogo adecua (sifones sanitarios) 2016

**Otras partes (Ver tabla 1.1)**

### **Servicios Sanitarios**

Espacio en la vivienda cuya función principal es dar respuesta a las necesidades fisiológicas y de aseo de los moradores de la vivienda.

### **Mueble sanitario**

Piezas básicas de todo proyecto compuesto por: inodoro con tanque, lavamanos o lavabo, bidé y bañera.

**Tabla 1.1 Avance horizontal de los muebles sanitarios**

<b>Aparatos</b>	<b>Avance horizontal</b>
Bandejas empotradas o no	2"
Inodoro de tanque alto	9"
Inodoro de tanque bajo corriente	14"
Inodoro de tanque bajo integral	12"
Inodoro de tanque bajo acoplado	12-1/8"
Inodoro de válvula flush	8" a 12"
Fregadero palangana	Indeterminado
Vertedero aparato	8" a 12"
Urinario de pie o plataforma	8" a 12"
Lavabos de pedestal	18"
Lavabos colgantes	20"
Urinarios colgantes	18"
Fregadero aparato	22" a 23"
Lavarropas	18"
Nota: Los avances de aparatos están sujetos a fluctuaciones.	

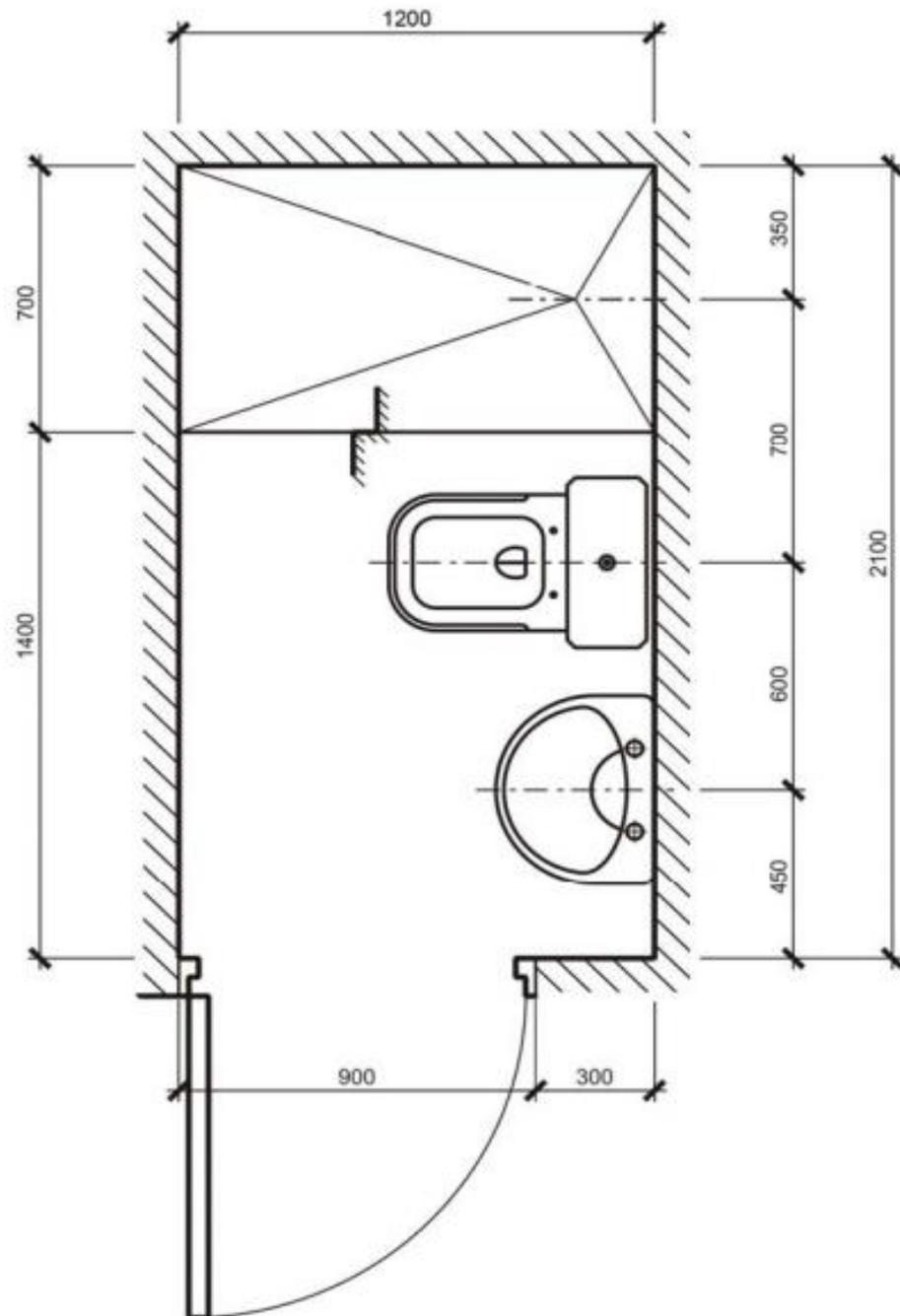
### **Ubicación de los muebles sanitarios (equipamiento básico)**

La ubicación de los muebles sanitarios tiene una relación directa con su frecuencia de uso, por lo que se deberá situar el lavamanos lo más cercano a la entrada del servicio sanitario, seguidamente el inodoro y por último la poceta de ducha o bañera. Para la correcta ubicación de los muebles sanitarios y las distancias mínimas entre ellos se ejemplifican en el Anexo las soluciones más frecuentes posibles, que pueden también servir como guía para otras soluciones.

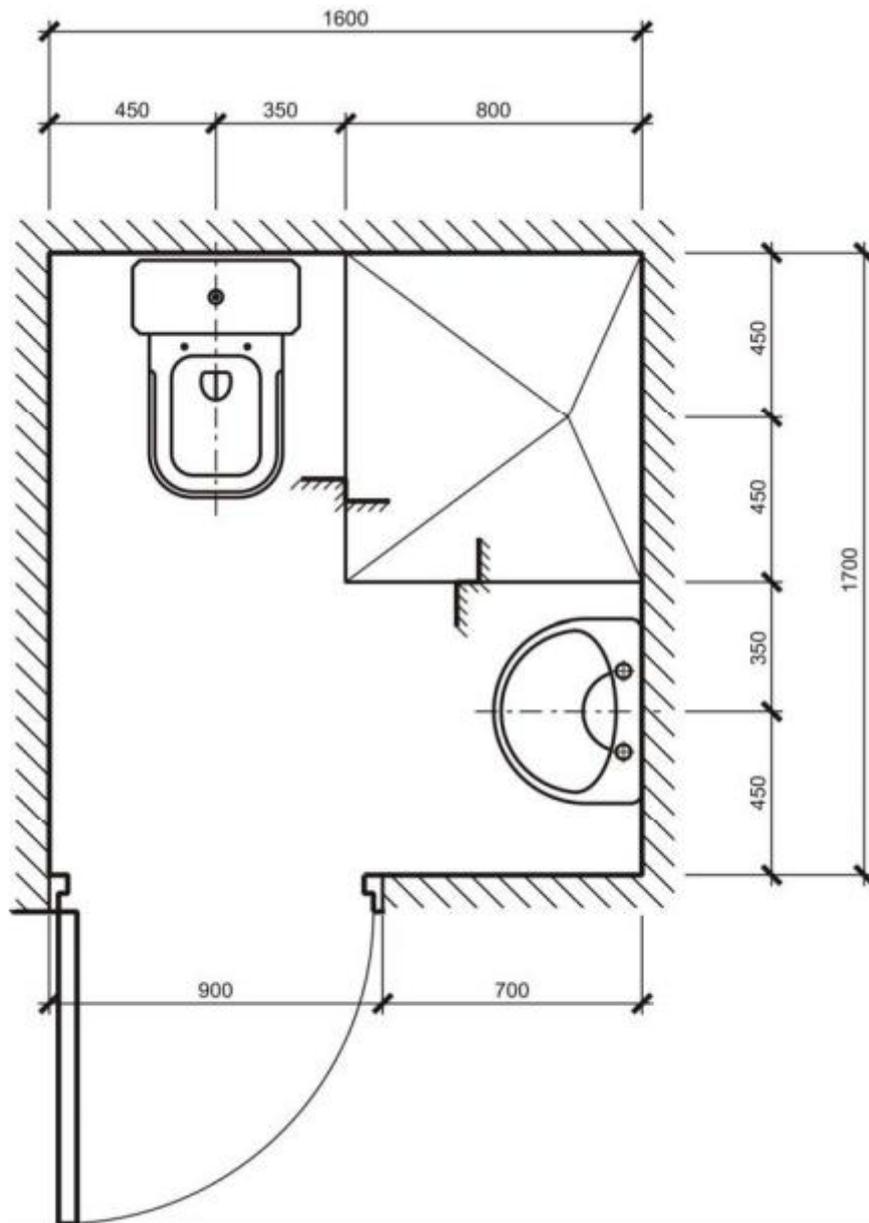
La separación total o parcial de los muebles sanitarios debe responder a estas prioridades teniendo en cuenta que el lavamanos puede tener sustitutos ocasionales, tales como el lavadero o el vertedero, en la primera prioridad para

la separación parcial de los aparatos sanitarios puede considerarse indistintamente al lavamanos o al inodoro, aunque la separación total siempre es recomendable.

**Ubicación para servicios sanitarios mínimos (Normativo).**

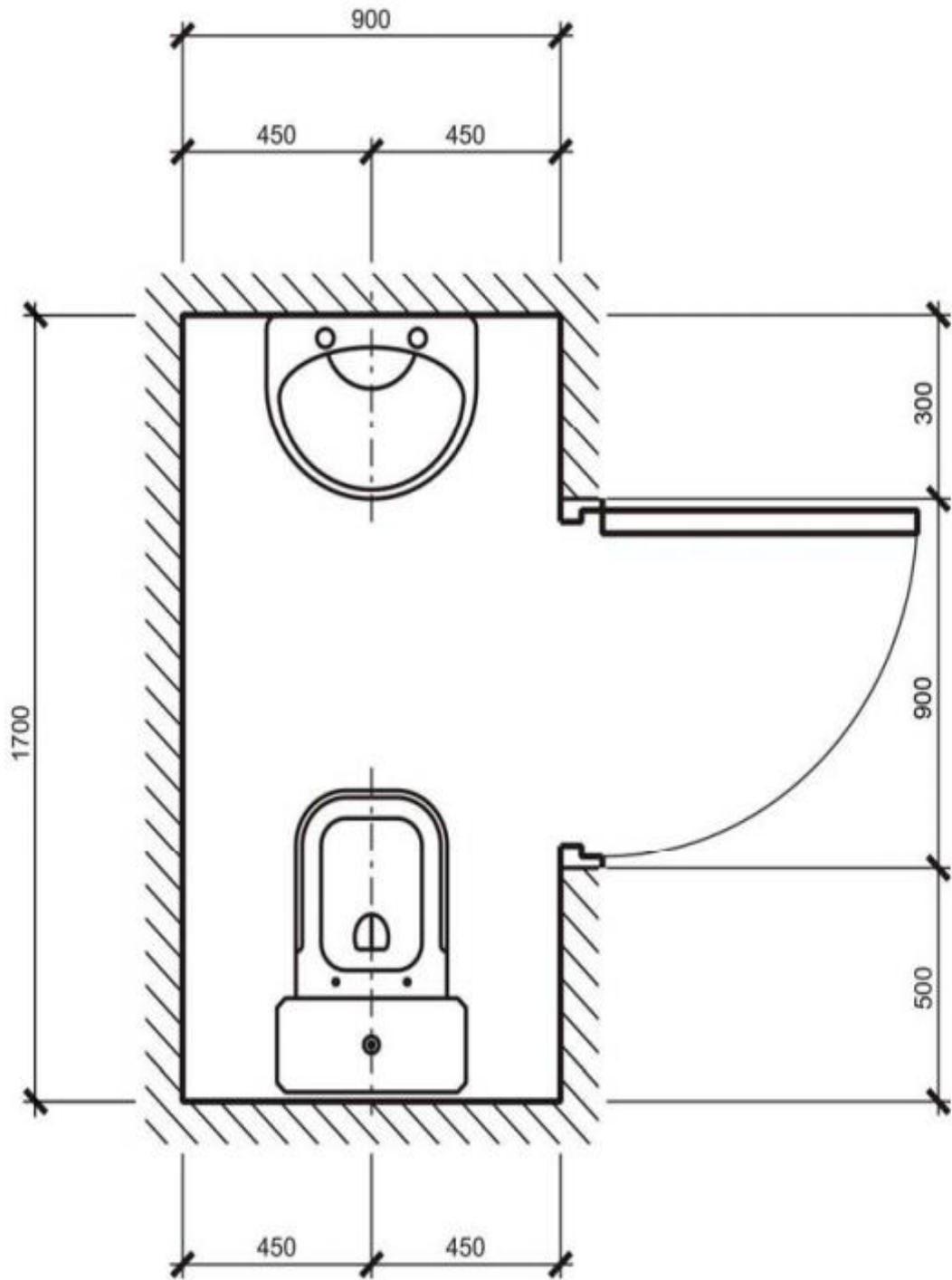


**Figura 1.17 — Servicio sanitario con poceta o bañera Variante 1**

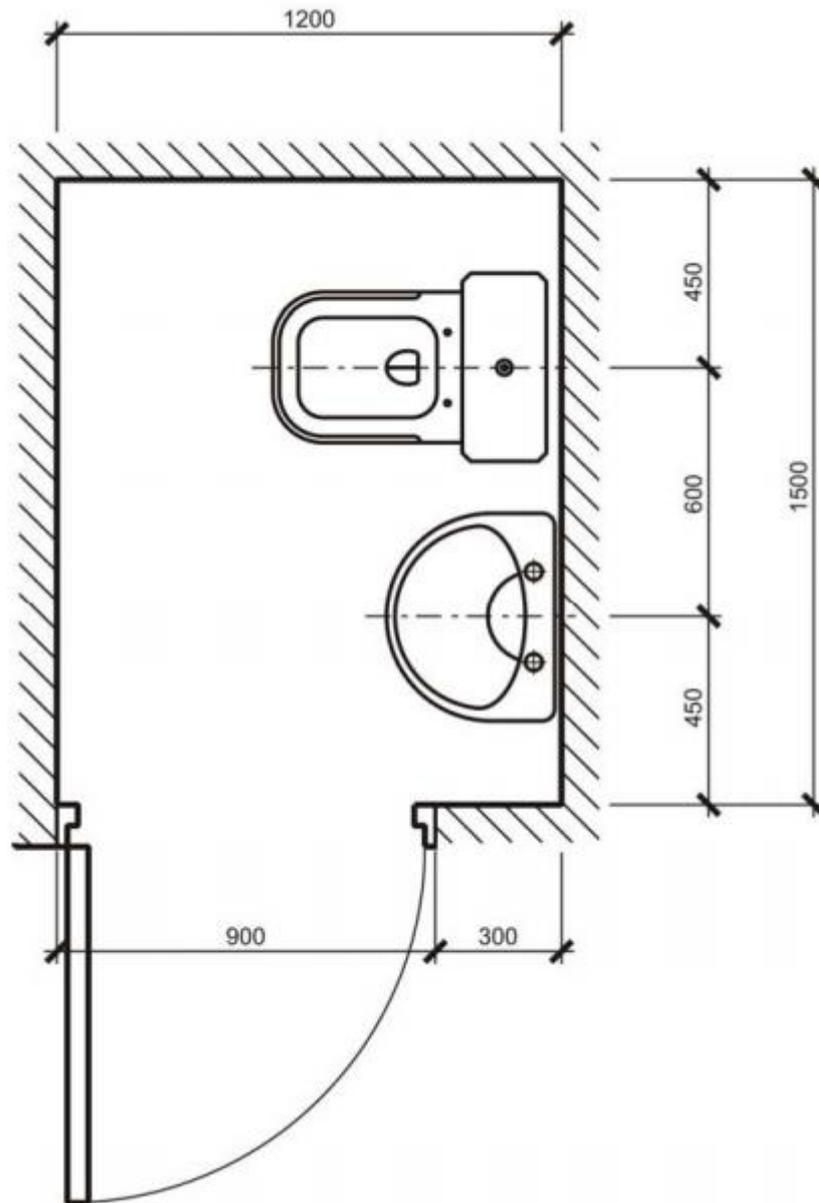


**Figura 1.18 — Servicio sanitario con poceta o bañera**

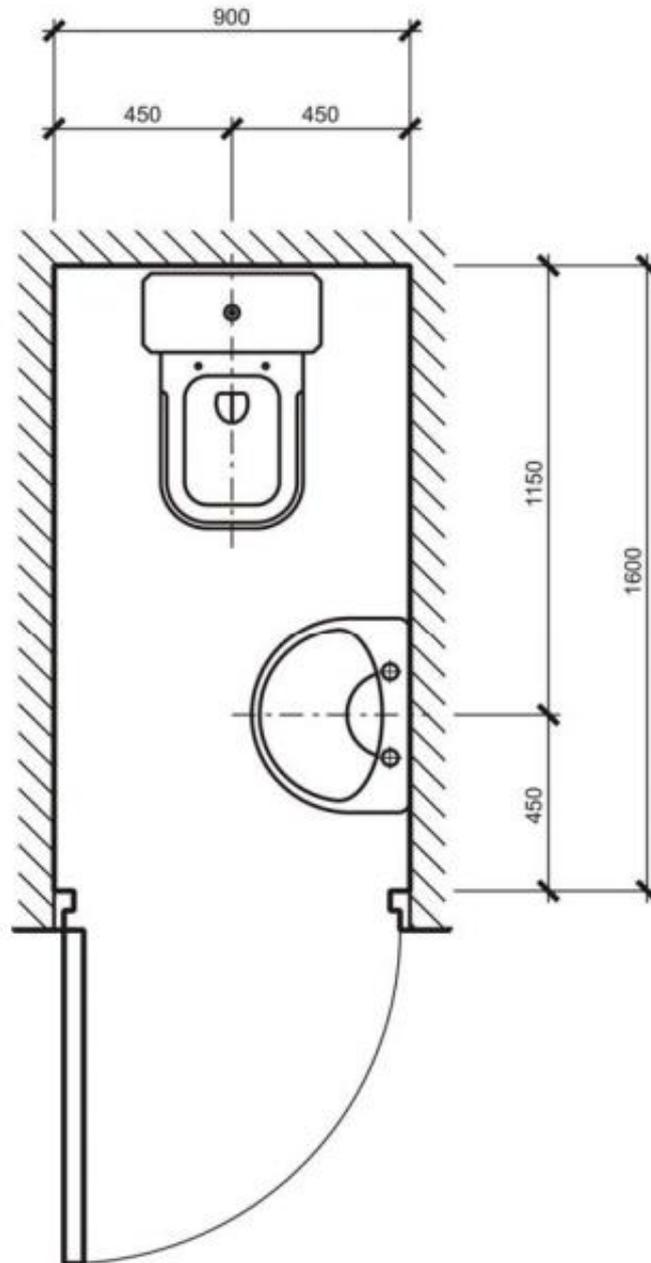
**Variante 2**



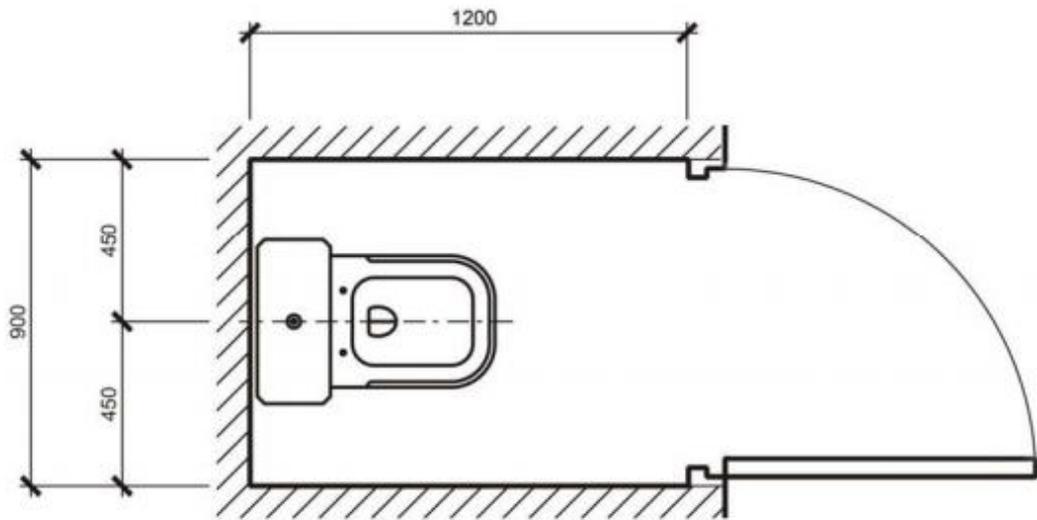
**Figura 1.19 — Servicio sanitario sin poceta o bañera  
y con lavamanos o lavabo  
Variante 1**



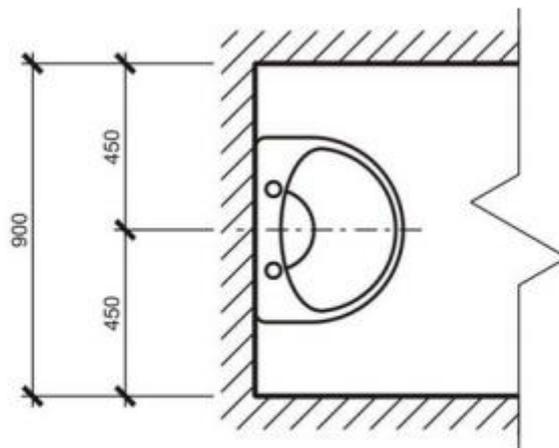
**Figura 1.20 — Servicio sanitario sin poceta o bañera  
y con lavamanos o lavabo  
Variante 2**



**Figura 1.21 — Servicio sanitario sin poceta o bañera  
y con lavamanos o lavabo  
Variante 3**



**Figura 1.22 — Cubículo mínimo para inodoro**



**Figura 1.23 — Espacio mínimo para lavamanos o lavabo**

NC 598: 2009 ICS: 91.040.30

## 1.3 Materiales y accesorios de la red

### Materiales de la red

Los materiales para las instalaciones de evacuación podrán ser: Materiales termoplásticos, como polietilenos con unión soldada, polipropileno con junta de goma o **ABS, PVC y CPVC**.(Ver Figura 1.24,25,26,27,28,29,30,31,32 y 1.33 - Tabla 1.3,4,5,6,7,8,9,10,11 y 1.12)

NC 775-13: 2012 ICS: 03.200; 01.100

### Dímetros y longitudes de producción (PVC).



Figura 1.24 - Tuberías sanitarias – aguas de lluvia (6.1 m)

Tabla 1.2 - Parámetros de producción. Tuberías sanitarias – aguas de lluvia (6,1 m)

REFERENCIA	Diámetro Nominal		Diámetro Exterior Promedio		Diámetro Interior Promedio	Espesor de Pared Mínimo	
	mm	Pulg.	mm	pulg.	mm	mm	pulg.
11420079	48	1 1/2"	48,26	1,900	42,68	2,79	0,110
11420095	60	2	60,32	2,375	54,48	2,92	0,115
11420117	82	3	82,56	3,250	76,20	3,18	0,125
11420133	114	4	114,30	4,500	107,70	3,30	0,130
11420150	168	6	168,28	6,625	160,04	4,12	0,162

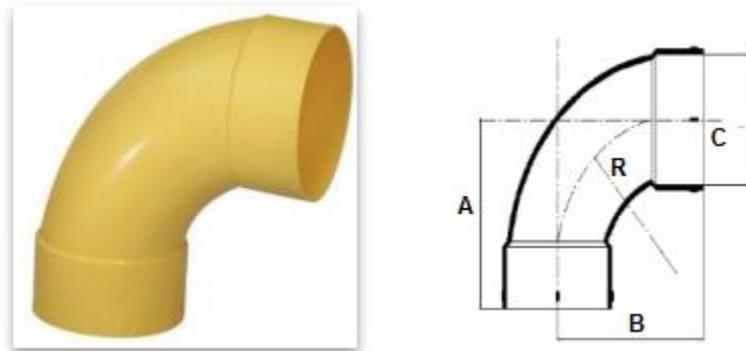


Figura 1.25 - Tuberías de ventilación

**Tabla 1.3 - Parámetros de producción. Tuberías de ventilación**

REFERENCIA	Diámetro Nominal		Diámetro Exterior Promedio		Diámetro Interior Promedio	Espesor de Pared Mínimo	
	mm	pulg.	mm	pulg	mm	mm	pulg
11410073	48	1 1/2"	48,26	1,900	45,22	1,52	0,060
11410090	60	2	60,32	2,375	56,76	1,78	0,070
11410111	82	3	82,56	3,250	79,00	1,78	0,070
11410138	114	4	114,30	4,500	110,08	2,11	0,083

**Algunas conexiones (componentes)**



**Figura 1.26 - Codo 90° C x C**

**Tabla 1.4 - Parámetros de producción. Codo 90° C x C**

Código	Diámetro Nominal		Cotas			
	mm	pulg	A (mm)	B (mm)	C (mm)	R (mm)
26224950	48	1 1/2"	60,00	60,00	48,64	50,00
26225000	60	2"	70,00	70,00	60,71	60,00
26225043	83	3"	120,00	120,00	82,94	100,00
26225086	114	4"	140,00	140,00	114,81	120,00
26225132	168	6"	250,00	250,00	168,83	215,00

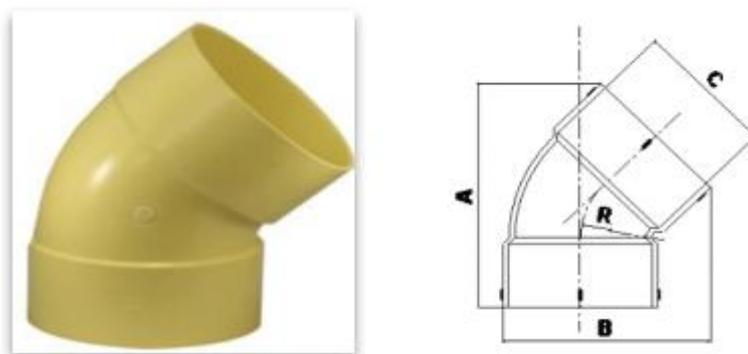


Figura 1.27 - Codo 45° C x C

Tabla 1.5 - Parámetros de producción. Codo 45° C x C

Código	Diámetro Nominal		Cotas			
	mm	pulg	A (mm)	B (mm)	C (mm)	R (mm)
26220955	48	1 1/2"	78,80	96,10	48,64	28,00
26221005	60	2"	86,20	91,90	60,71	34,00
26221048	83	3"	123,70	142,60	82,94	46,00
26221080	114	4"	160,60	176,10	114,81	62,00
26221145	168	6"	276,00	268,00	168,83	106,00

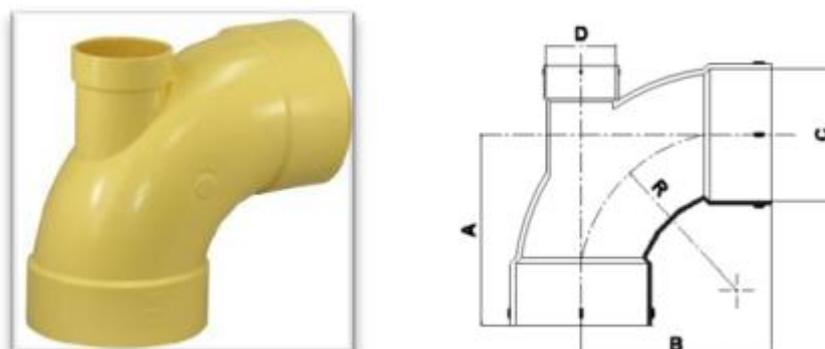


Figura 1.28 - Codo reventilado

Tabla 1.6 - Parámetros de producción. Codo reventilado

Código	Diámetro Nominal		Cotas				
	mm	pulg	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	R (mm)
26233020	83 x 60	3" x 2"	120,00	120,00	82,94	60,71	100,00
26234026	114 x 60	4" x 2"	140,00	140,00	114,81	82,94	120,00

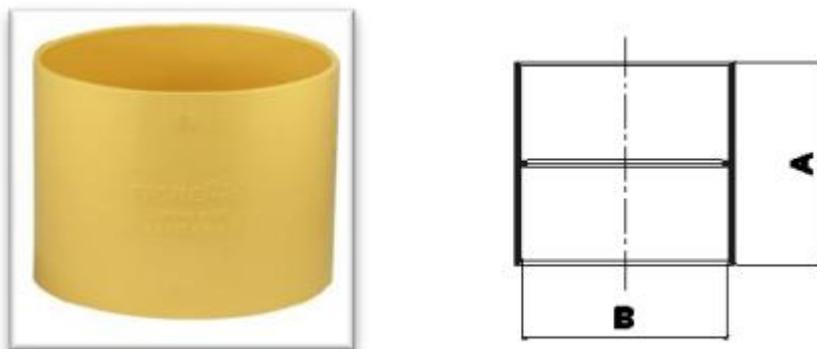


Figura 1.29 - Unión sanitaria

Tabla 1.7 - Parámetros de producción. Unión sanitaria

Código	Diámetro Nominal		Cotas	
	mm	pulg	A (mm)	B (mm)
26331420	48	1 1/2"	41,00	48,64
26331447	60	2"	45,00	60,71
26331463	83	3"	81,00	82,94
26331480	114	4"	93,00	114,81
26331501	168	6"	160,00	168,83

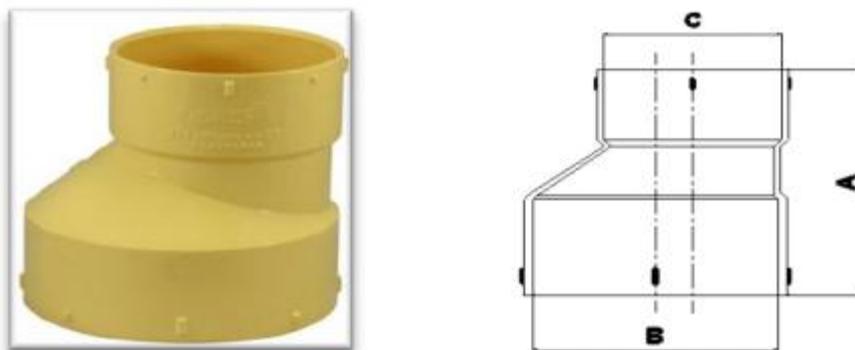
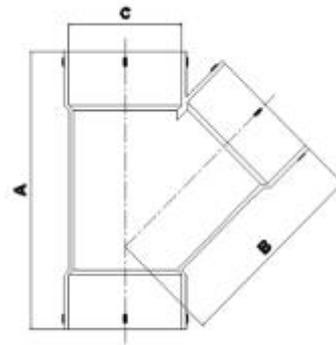


Figura 1.30 - Unión reducida

**Tabla 1.8 - Parámetros de producción. Unión sanitaria**

Código	Diámetro Nominal		Cotas		
	mm	pulg	A (mm)	B (mm)	C (mm)
26332222	83 x 60	3" x 2"	91,60	82,94	60,71
26332427	114 x 60	4" x 2"	120,00	114,81	60,71
26332435	114 x 83	4" x 3"	125,60	114,81	82,94



**Figura 1.31 - Yee sanitaria**

**Tabla 1.9 - Parámetros de producción. Yee sanitaria**

Código	Diámetro Nominal		Cotas		
	mm	pulg	A (mm)	B (mm)	C (mm)
26260019	48	1 1/2"	130,00	90,00	48,64
26260027	60	2"	136,00	98,00	60,71
26260035	83	3"	200,00	145,00	82,94
26260043	114	4"	260,00	190,00	114,81
26260060	168	6"	425,00	297,00	168,83

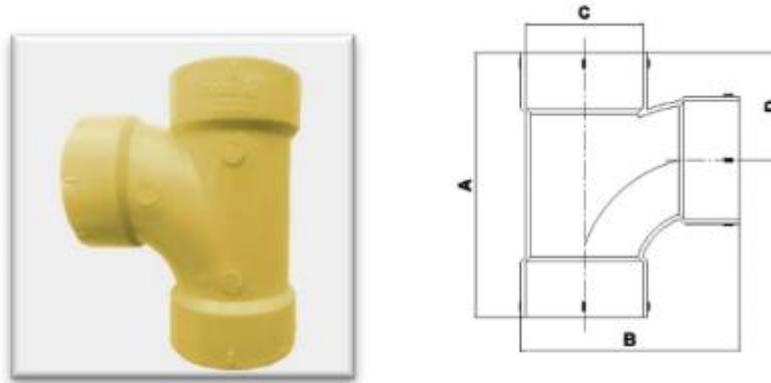


Figura 1.32 - Tee sanitaria

Tabla 1.10 - Parámetros de producción. Tee sanitaria

Código	Diámetro Nominal		Cotas			
	mm	pulg	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)
26370019	48	1 1/2"	105,00	87,70	48,64	36,00
26370027	60	2"	115,00	104,25	60,71	48,00
26370035	83	3"	185,00	156,10	82,94	75,00
26370043	114	4"	235,00	182,50	114,81	110,00
26370051	168	6"	360,00	265,80	168,83	170,00

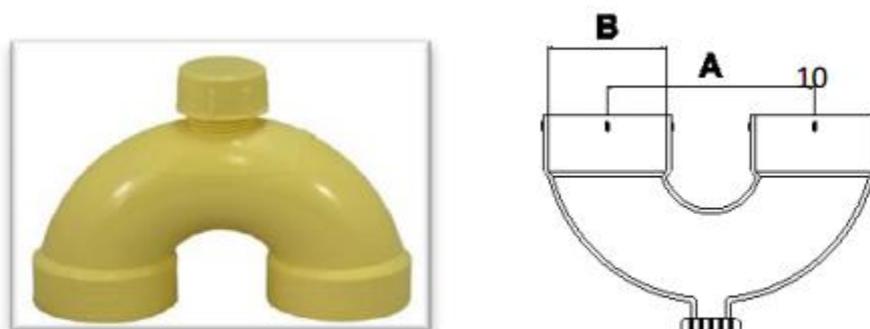


Figura 1.33 - Sifón 180° con registro

Tabla 1.11 - Parámetros de producción. Sifón 180° con registro

Código	Diámetro Nominal		Cotas	
	mm	pulg	A (mm)	B (mm)
26722012	48	1 1/2"	144,00	48,64
26722039	60	2"	156,00	60,71

**(Ver más)**

Catálogo Tuberías y Accesorios sanitarios (2008) [www.tigre.com.co](http://www.tigre.com.co)

**Nota:** Los materiales ABS y CPVC presentan los mismos parámetros de producción que el PVC, lo que estos dos están fabricados con polímeros que son resistentes al calor.

Las tuberías sanitarias en planta baja pueden ser de cualquier material mencionado anteriormente. Cuando las características del residual lo permita se usarán preferentemente tubos y piezas de cerámica roja vitrificada.

Las instalaciones en plantas altas destinadas a recibir desagües de muebles sanitarios, se efectuarán con fundición gris o cloruro de polivinilo (PVC). No se permite el uso de tubos y piezas de cerámica roja vitrificada ni piezas de asbesto cemento. Los tubos de asbesto cemento pueden ser usados como bajantes pluviales y conductos de ventilación, con bocinas de conexión apropiadas para juntas de goma, o de estopa embreada y mortero.

NC 683: 2009 ICS: 91.140.70; 91.040.20

## **1.4 Método de cálculo. Cálculo de los diámetros en sifones y derivaciones**

### **Tipos de descarga**

Las descargas pueden ser de tres tipos según el uso de los muebles sanitarios.

**Descarga privada (tipo 1):** se aplicará a las instalaciones de vivienda, cuarto de baños privados en hoteles o instalaciones similares, destinadas al uso por pocas personas o por una familia.

**Descarga semipública (tipo 2):** se aplicará a instalaciones en oficinas, fábricas, hospitales, y otros, donde los muebles sanitarios son usados por el número limitado de personas que ocupan el edificio.

**Descarga pública (tipo 3):** se aplicará a las instalaciones donde no hay limitaciones de número de personas y cantidad de usos como estaciones de

ferrocarril, estaciones de ómnibus, escuelas, círculos sociales, baños públicos y otros.

**NC 1074: 2015 ICS: 91.140.70**

Teniendo en cuenta la eficiencia de los diseños actuales de las descargas sanitarias de los muebles sanitarios y grifos se modificaron los diámetros o las unidades de descargas de:

- Bidet (Cambiar los diámetros a 32 mm y 40 mm respectivamente).
- Fregadero de restaurante (Cambiar los diámetros de 75 mm a 50 mm y las unidades de descarga de 8 a 4).
- Fregadero de pantry (Cambiar los diámetros a de 75 mm a 50 mm).
- Vertedero (Cambiar la UD de 8 a 6).
- Lavadero (Cambiar los diámetros a de 75 mm a 50 mm para descargas públicas y de 50 mm a 40 mm para privadas y las unidades de descarga de 4 a 2).

Se agrega a la Tabla 1.13 los siguientes aparatos sanitarios:

- Tragantes de piso de 40 mm y 50 mm.
- Lavadoras.
- Lavaplatos.
- Módulo de baño con inodoro de tanque.
- Módulo de baño con inodoro de fluxómetro.

Las unidades de descarga por mueble sanitario y diámetros mínimos de las derivaciones y sifones de descarga se establecen en la Tabla 1.13.

**Unidad de descarga**

Cantidad en términos del cual el efecto de carga recibido en un sistema de plomería por diferentes tipos de muebles sanitarios se expresa en una escala escogida.

**NOTA:** Como base unitaria de esta escala se escogió la descarga de un lavamanos consistente en 28,5 L/min.

**Tabla 1.12 — Unidades de descarga por mueble sanitario y diámetros mínimos de las derivaciones y sifones de éstos**

Muebles sanitarios	Unidades de descarga por aparatos			Diámetro mínimo de derivaciones y sifones (mm)		
	Tipos de descarga			Tipos de descarga		
	Privada	Semipública	Pública	Privada	Semipública	Pública
Lavamanos	1	2	2	32	32	32
Lavamanos clínicos y quirúrgicos	-	2	-	-	32	-
Inodoro de tanque	4	5	6	100	100	100
Inodoro turco	-	8	8	-	100	100
Inodoro de válvula (Flush)	6	8	8	100	100	100
Bidet	2	3	-	32-40	50	-
Tragante de ducha	2	3	4	40-50	50	75
Bañadera	3	3	4	40-50	50	75
Bañadera de quemados	-	8	-	-	75	-
Baño Hubbart	-	8	-	-	100	-
Urinario colgado	2	3	3	40	40	40
Urinario de válvula (Flush)	-	6	6	-	50	50
Urinario colgado con sifón integral	-	4	4	-	50	50
Urinario de pedestal	-	6	6	-	75	75
Urinario colectivo	-	2	2	-	50	50
Fregadero de vivienda	2	-	-	40	-	-
Fregadero restaurante y cocina central	-	4	4	-	50	50

Fregadero laboratorio	-	2	2	-	40	40
Fregadero de pantry	3	3	3	50	50	50
Lavaplatos	3	6	6	40	50	50
Tragante de piso	2	3	3	40-50	40-50	50-75
Vertedero	8	8	8	75	75	75
Vertedero clínico	-	8	-	-	100	-
Bebedero	1	1	1	32	32	32
Caja de agua	-	2	2	-	50	50
Lavadero	2	-	3	40	-	50
Lavadora	3	6	6	40	50	50
Lavacuñas	-	4	4	-	75	75
Baño politraumatizados	-	8	-	-	100	-
Baño colónico	-	8	-	-	100	-
Baño completo con inodoro de tanque	7	-	-	100	-	-
Baño completo con inodoro de válvula (Flush)	8	8	10	100	100	100

### 1.5 Cálculo del ramal

Al ramal se conectan varios muebles sanitarios. En la Tabla 1.14 se determina el diámetro del ramal para distintas pendientes.

**Tabla 1.13 — Cálculo del ramal**

Diámetros del ramal (mm)	Número máximo de unidades de descarga			
	Pendientes			
	1%	2%	3%	4%
32	1	1	1	1
40	2	2	2	2

50	5	6	7	8
75(sin inodoro)	24	27	31	36
100	84	96	105	114
150	330	440	510	580
200	870	1150	1350	1680
250	1740	2500	3000	3600
300	3000	4200	5400	6500
350	6000	8500	11000	13500

NOTA: Se utilizarán pendientes del 1 % y 2 % para garantizar el arrastre de los sólidos y se podrán utilizar pendientes de hasta un 4 % en líneas donde no se descarguen sólidos.

## 1.6 Cálculo de columnas de aguas residuales

Se utilizará la Tabla 1.15 para calcular el diámetro de la columna de evacuación de aguas residuales teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Número total de unidades de descarga recogidas en la columna o bajante.
- Número de unidades de descarga que vierten en cada planta al bajante.
- Altura de la columna o bajante desde el punto en que se conecta la derivación o ramal más baja hasta el punto en que sale al exterior.

El total de unidades de descarga por planta tiene un máximo por cada diámetro, pues la capacidad de descarga de la columna deberá estar repartida a lo largo de la tubería y en una concentración excesiva en una planta producirá insuficiencia local del diámetro de la columna en el punto donde se encuentra el ramal de la referida planta.

El entronque con la colectora general deberá efectuarse por la parte superior del tubo.

**Tabla 1.14 — Cálculo de columnas de aguas residuales**

Diámetros de las columnas de descarga (mm)	Columna de descarga de aguas residuales		
	Número máximo de unidades de descarga		Longitud máxima de la columna (m)
	Por planta	Por columna	
50 (sin Inodoro)	8	18	27
75 (sin Inodoro)	45	72	64
100	190	384	91
150	540	2070	153
200	1200	5400	225

### 1.7 Cálculo de colectores de aguas residuales

Se utilizará la Tabla 1.16 para calcular el diámetro de los colectores de evacuación de aguas residuales teniendo en cuenta las unidades de descarga que evacuará.

El diámetro del colector nunca será menor que el de la columna de descarga.

**Tabla 1.15 — Cálculo del colector de aguas residuales**

Diámetro del colector (mm)	Unidades de descarga				
	Pendientes				

	0.007%	1%	2%	3%	4%
50 (sin Inodoro)		7	9	10	12
75 (sin Inodoro)		27	36	42	48
100		114	150	180	210
150	422	510	720	875	1050
200	1098	1290	1860	2170	2640
250	2114	2520	3600	4300	5250
300	3645	4390	6300	7700	9300

NOTA: Los valores de la Tabla 3.16 garantizan que el caudal de aguas residuales tendrá una velocidad entre 0,6 m/s y 2,0 m/s y un tirante fluctuante entre el 30 % y el 70 % del diámetro del tubo.

**NC 1074: 2015 ICS: 91.140.70**

## **1.8 Sistemas de ventilación**

Los sistemas de ventilación de las instalaciones sanitarias están constituidos por las redes de tuberías y conductos que proporcionan el volumen de aire, necesariamente balanceado, para que no se produzcan excesos de presiones, positivas o negativas, sobre los sellos de los sifones de salida de las instalaciones sanitarias, garantizando con ello que no se produzcan olores o ruidos desagradables, así como defectos de funcionamiento o deterioro de las redes sanitarias o de ventilación.

Durante la etapa de proyecto debe tenerse en cuenta que la ventilación inadecuada o no ventilación de un sistema sanitario puede traer como consecuencia:

- Deterioro de las redes sanitarias del sistema instalado
- Pérdida del sello hidráulico de los sifones
- Aparición de malos olores
- Contrapresiones positivas y negativas
- Ruido en las instalaciones
- Retardo o entorpecimiento del flujo sanitario.

Además, es necesario señalar que la ejecución de un sistema sanitario inadecuado puede invalidar el proyecto de la edificación o invalidar el uso de la misma.

Existen dos sistemas de ventilación: Ventilación húmeda y ventilación seca. (Ver Figura 1.34)

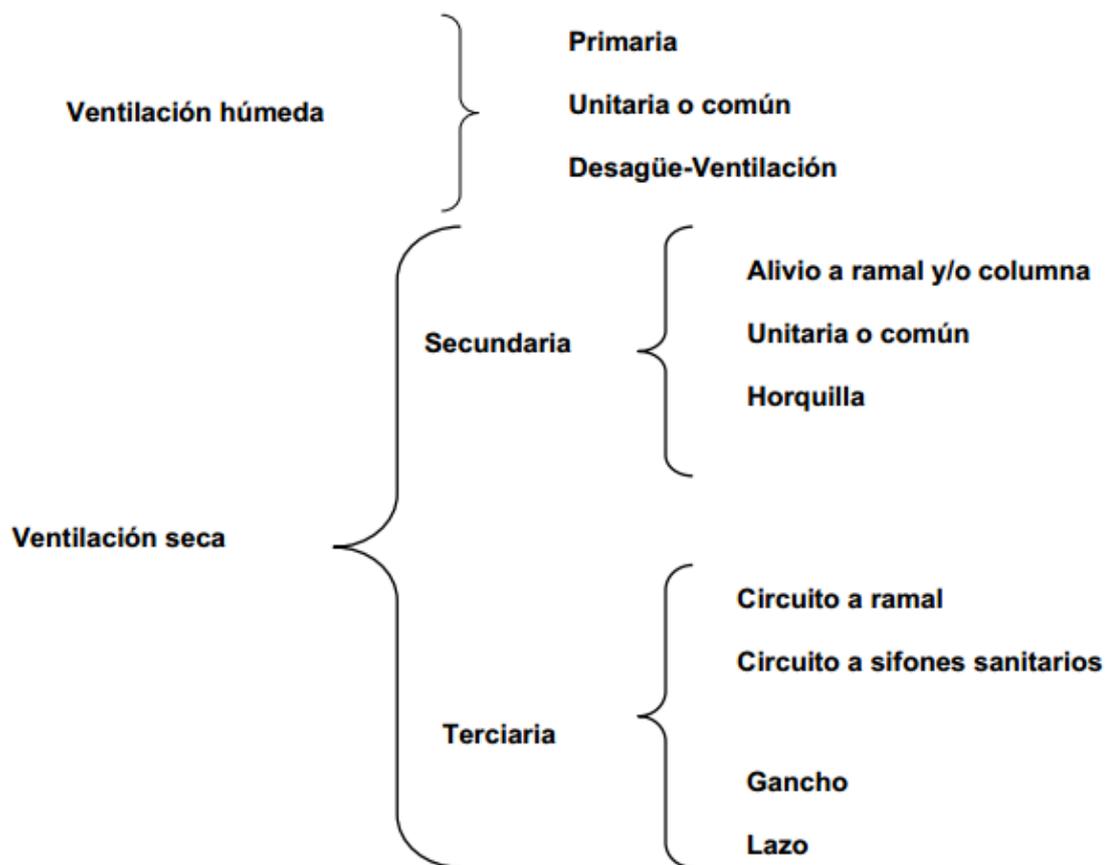
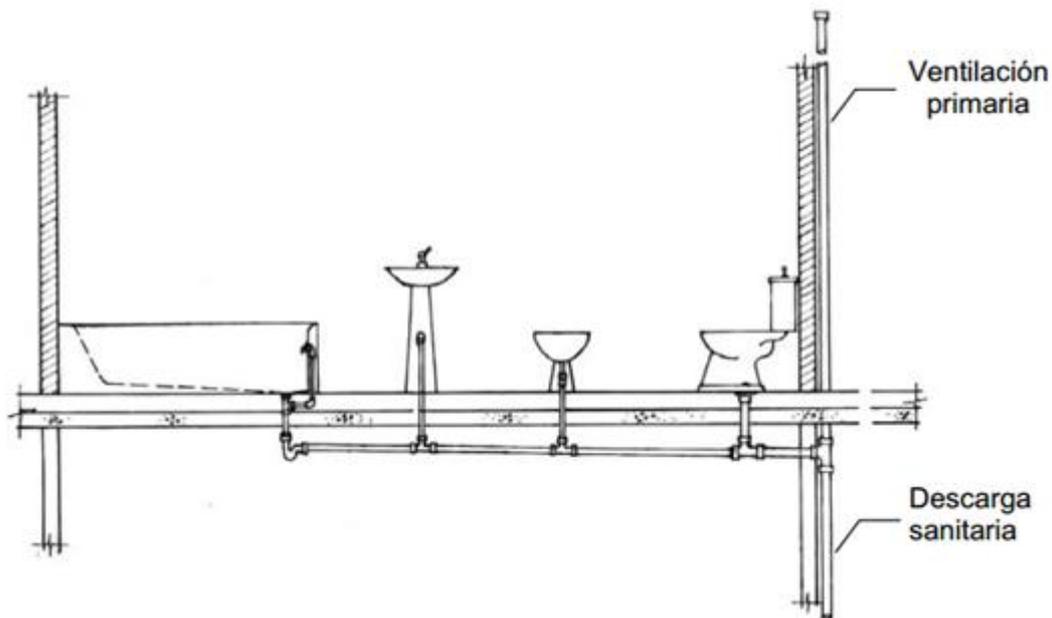


Figura 1.34 - Esquema de los sistemas de ventilación

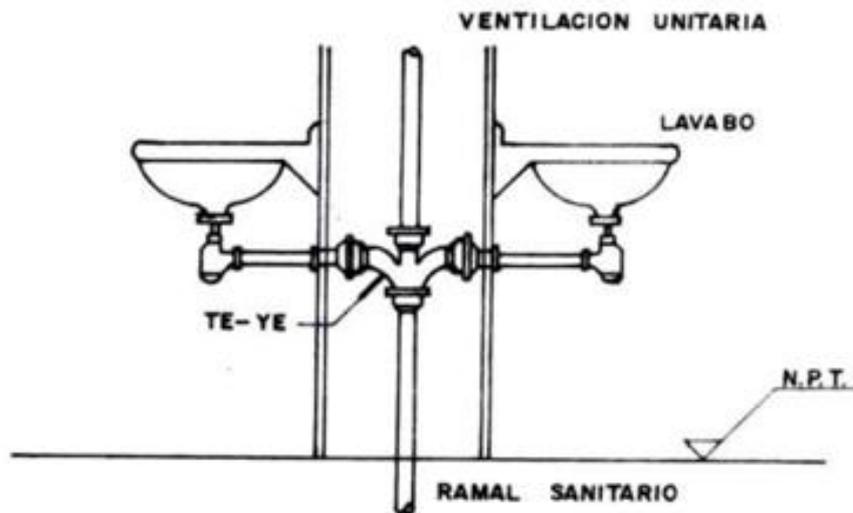
### Ventilación húmeda

**Ventilación húmeda primaria:** Es la parte de la tubería del bajante fecal, que se prolonga por encima de la cubierta, comunicándola con el ambiente exterior o sea es un mismo conducto con desarrollo vertical como desagüe y ventilador (Figura 1.35)

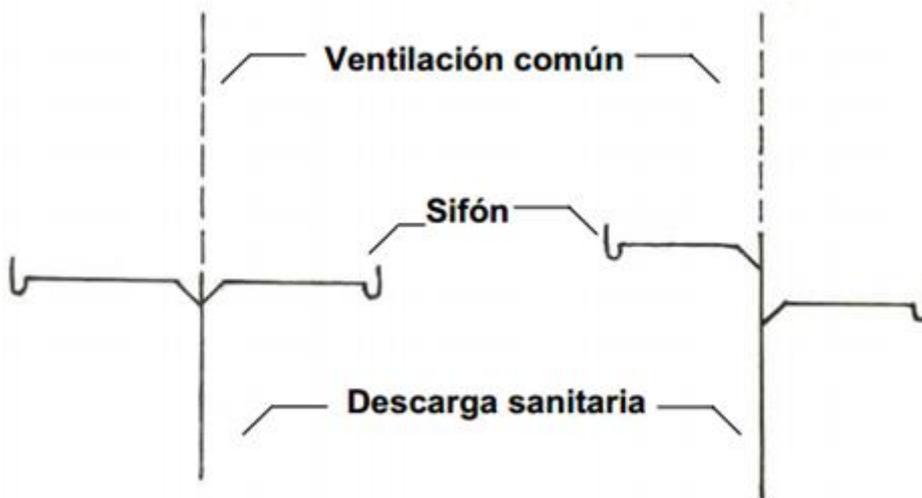


**Figura 1.35 - Ventilación húmeda primaria**

**Ventilación húmeda, unitaria o común:** Emplea un mismo conducto con desarrollo vertical como desagüe y como ventilador. Se limita el método a muebles sanitarios con valor equivalente no mayor de tres unidades de descarga (lavabos, fregaderos, lavadoras de ropa familiar y muebles sanitarios semejantes). Para un buen funcionamiento, es necesario cuidar de que el ramal de descarga horizontal no sea menor de 40 mm cuando se conecta un lavabo y que no sea menor de 50 mm cuando se conectan dos lavabos o un lavabo y un lavadero. No debe emplearse como ventilación húmeda la descarga de fregaderos u otros muebles sanitarios que descarguen materias sólidas en suspensión. Se procurará que ningún inodoro esté conectado aguas arriba de la ventilación húmeda. (Ver Figura 1.36)



**Figura 1.36 – Ventilación unitaria para muebles sanitarios descargando a la pared**



**Figura 1.37 – Variante de ventilación unitaria o común**

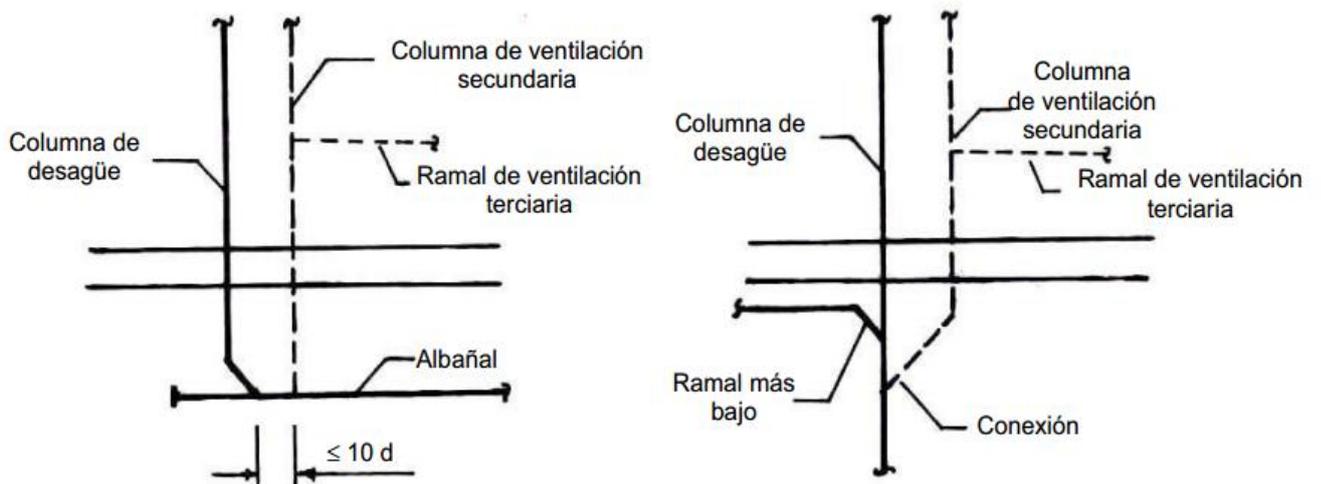
**Desagüe – Ventilación:** Se trata de sobredimensionar la tubería de desagüe dándole al menos dos medidas más de diámetro de lo que sería necesario por cálculo, de forma que la sección superior de la tubería pueda hacer función de tubo de ventilación, se utiliza particularmente para ventilar los drenajes de suelo y las mesas de laboratorio para las cuales a veces es imposible subir un tubo de ventilación porque están en el medio de un local o sea, se emplea

cuando las condiciones constructivas impiden la instalación de un sistema convencional sanitario.

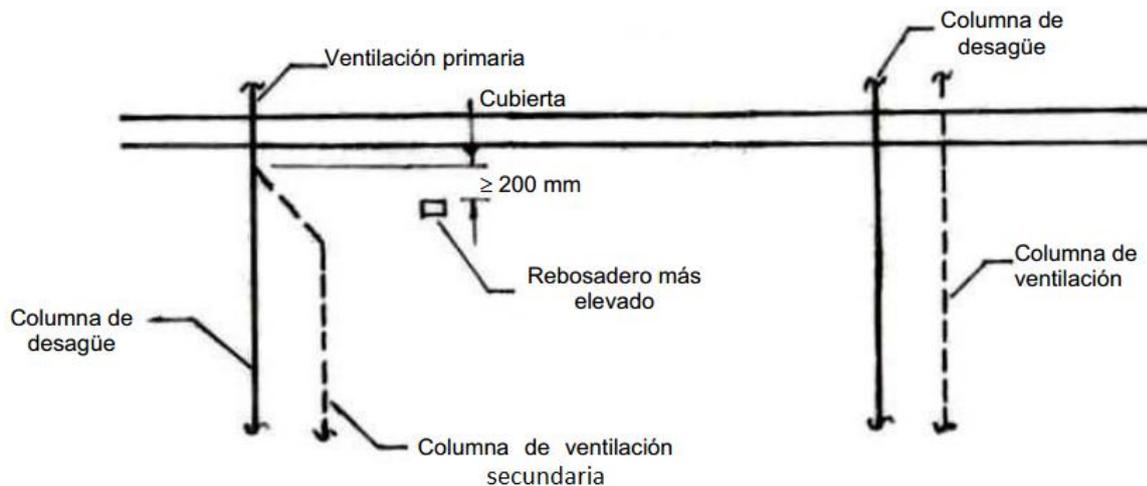
### Ventilación seca

**Ventilación secundaria:** Es una columna de ventilación que va generalmente paralela al bajante fecal y que se conecta al menos en los extremos con este, aunque conectada por encima del entronque de los ramales a nivel de cada planta, tiene el propósito de prevenir el desarrollo de presiones excesivas, particularmente en las partes más bajas de la columna de desagüe permitiendo que el aire comprimido en dicho lugar encuentre una vía de desahogo. (Ver Figura 1.38, 1.39 y 1.40)

Formas de unir la ventilación secundaria en la parte superior e inferior

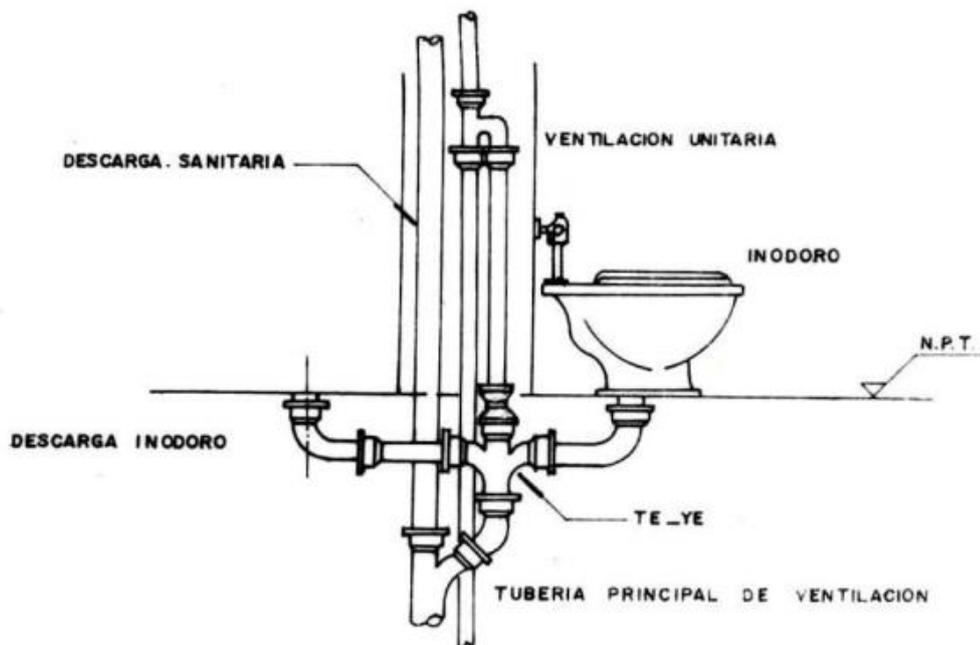


**Figura 1.38 y 1.39 — Conexiones entre columnas de desagüe y ventilación secundaria en la base.**



**Figura 1.40 — Conexiones entre columnas de desagüe y ventilación secundaria en la parte alta.**

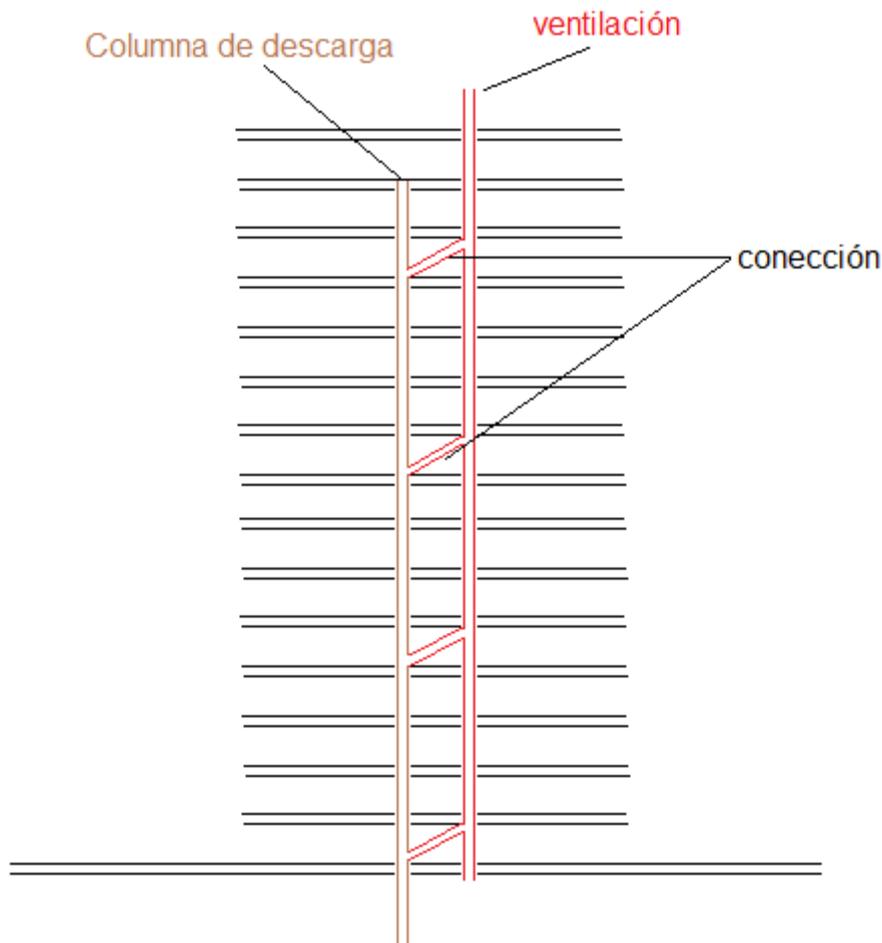
**Ventilación secundaria unitaria:** Consiste en efectuar la descarga empleando un solo ramal vertical para la descarga y ventilación de dos muebles sanitarios iguales, desde la ventilación secundaria. (Ver **Figura 1.41**)



**Figura 1.41 — Ventilación unitaria para muebles sanitarios descargando al piso.**

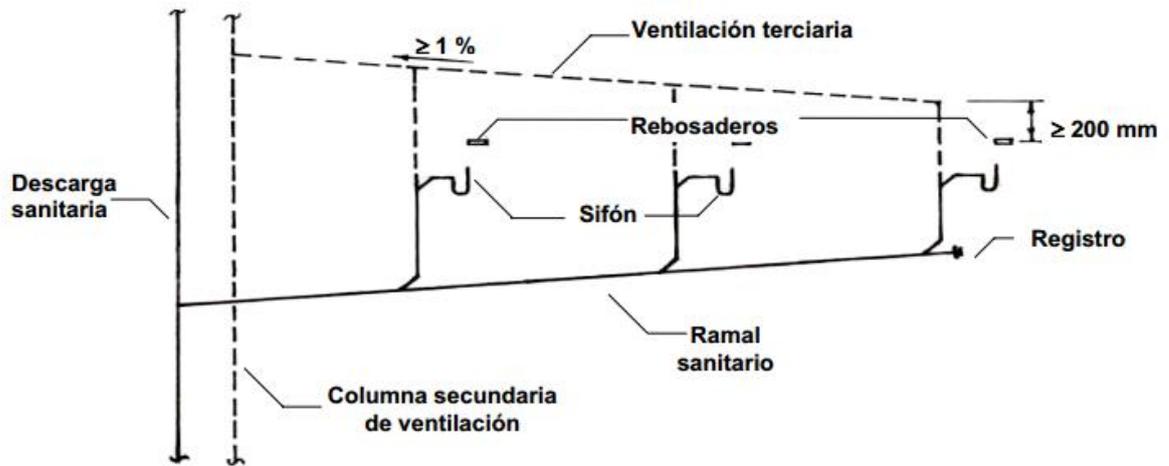
**Ventilación de alivio al ramal:** Permite la circulación del aire en exceso entre la tubería de evacuación y el sistema de ventilación del edificio. Permite obtener instalaciones económicas y funcionales. Se emplea donde los muebles sanitarios se encuentran en baterías sencillas o dobles separadas por pared.

**Ventilación de alivio al bajante fecal:** La ventilación de alivio al bajante fecal interconecta la línea maestra de una instalación sanitaria ascendente a una ventilación maestra con trazado paralelo a la misma, tiene la finalidad de prevenir los cambios de presión que se producen en las maestras verticales. Este tipo de solución se emplea en edificios altos, cuando la ventilación se realiza con cierta frecuencia en altura estamos en la ventilación de horquilla. Se recomienda en estos casos, unir las columnas de evacuación y ventilación cada cuatro plantas por lo menos. (Ver Figura 1.42)



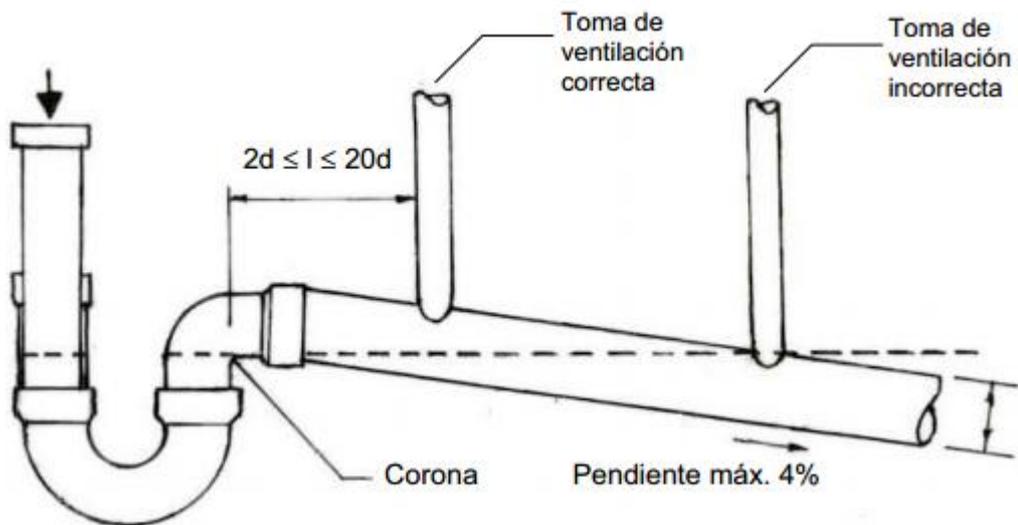
**Figura 1.42 — Conexión (por horquilla) entre una columna de ventilación paralela al bajante vertical de un edificio alto.**

**Ventilación terciaria:** Es la red horizontal, que comunica los cierres hidráulicos (sifones), o los ramales de desagüe con la columna de ventilación secundaria. (Ver Figura 1.43)

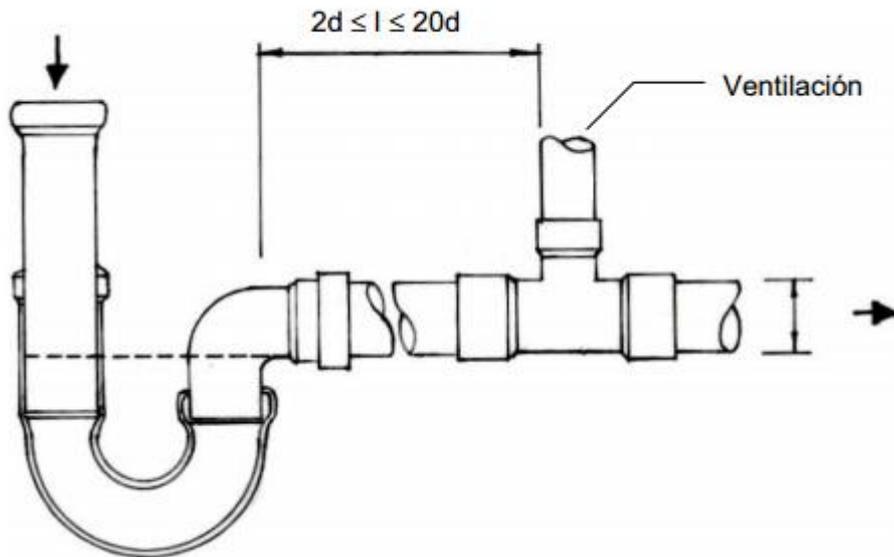


**Figura 1.43 — Ventilación terciaria**

Los tramos horizontales de las tuberías de ventilación terciaria deben estar por lo menos 200 mm por encima de rebosadero del aparato sanitario cuyo sifón ventilan. (Ver Figura 1.44)

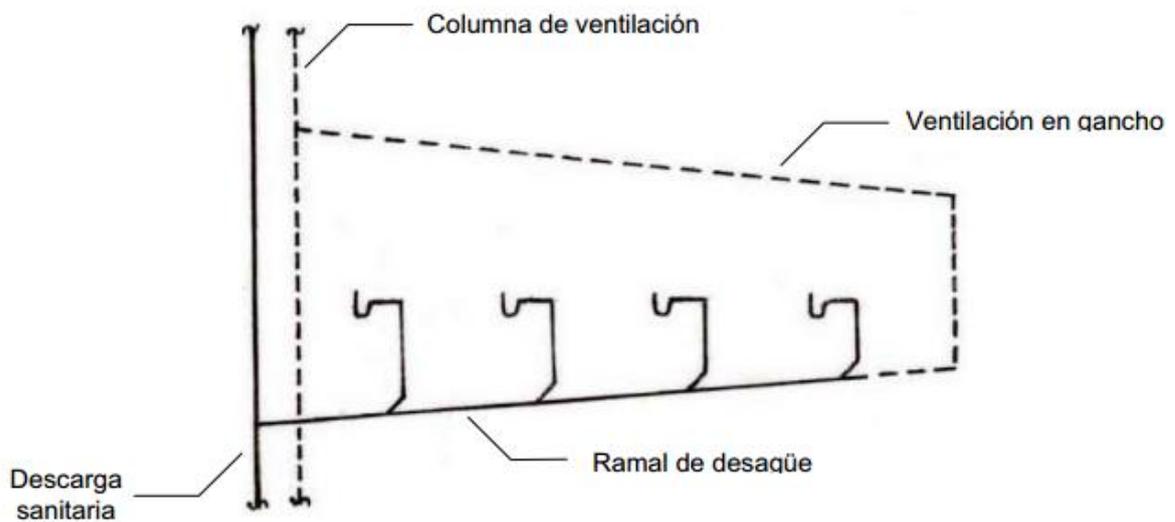


**Figura 1.44 — Situación del punto de ventilación para un sello hidráulico**



**Figura 1.45 — Ventilación del sello hidráulico**

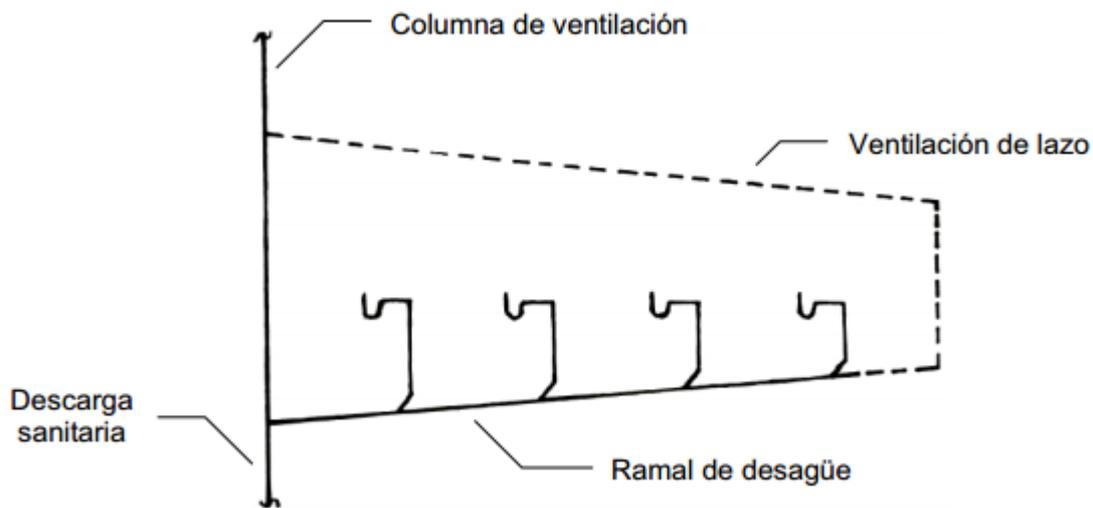
**Ventilación terciaria en gancho:** Es una ventilación que sirva a más de un aparato sanitario y es muy utilizada para disposiciones en batería, llevando a un considerable ahorro económico, es conveniente limitar a 4 el número de aparatos ventilados de esta forma. (Ver Figura 1.46)



**Figura**

**1.46 — Ventilación en gancho**

**Ventilador de lazo.** Permite ventilar un ramal sanitario que conduzca la descarga de no más de 8 inodoros o urinarios de pedestal (descarga al piso), también las duchas y tragantes de piso cuando están colocados en batería. Resulta similar a la ventilación por circuito, pero en este caso se enlaza con el ventilador de la descarga sanitaria en vez de unirse a una de las columnas de ventilación del conjunto general del edificio. Este tipo de ventilación sólo se emplea en el último piso de un edificio o en edificaciones de una sola planta. (Ver Figura 1.47)



**Figura 1.47 — Ventilación de lazo**

### **Requisitos básicos para el diseño**

#### Requisitos generales

- El sistema de ventilación de la instalación sanitaria de una edificación se diseña considerando la utilización de materiales y productos idóneos para las condiciones específicas.
- Las uniones entre tubos y piezas de conexión serán herméticas.
- La disposición de los elementos destinados a la ventilación sanitaria en una edificación puede resultar la combinación de varios métodos de ventilación.
- La ventilación primaria será de uso obligatorio en todas las edificaciones que tengan núcleos sanitarios.

### **Requisitos particulares**

-Los sifones que reciben las descargas del equipamiento de bares, fuentes de soda, cafeterías y mostradores, no necesitan ser ventilados cuando la disposición y construcción de estas instalaciones no permiten realizarlas. Cuando las condiciones existan, estos equipos descargarán en una trampa colectora que será debidamente ventilada. O se utilizará el sistema desagüe-ventilación.

-La ventilación de un sifón por la corona se acepta si la toma de salida se encuentra a una distancia igual a dos veces mínimo el diámetro del sifón.

-Los sifones de los tragantes de piso y los conductos de evacuación colocados en un nivel inferior al piso de un basamento o bajo el nivel de terreno, no tendrán nunca diámetro menor de 50 mm.

-Los tragantes de piso sometidos a posibilidad de evaporación serán del modelo de sello profundo o serán conectados a una salida sanitaria que conserve el sello hidráulico.

-No se ventilarán las tuberías que reciben tragantes de piso cuando los mismos se encuentran a menos de 4.50 m de un ventilador de línea.

-Cuando existan muebles sanitarios con unidades de descarga menores que los inodoros descargando a un bajante sanitario común, pero aguas abajo pueden perder su sello por arrastres debido a la diferencia de presiones, en estos casos se hace necesario ventilar individualmente los muebles sanitarios referidos.

-Los terminales de ventilación deben ser emplazados adecuadamente para evitar molestias a los vecinos, instalándolas a unos 3 m de cualquier abertura del edificio, a menos que se encuentren a 0.60 m por encima de estas.

-La salida de la ventilación en la cubierta debe estar a 0.15 m mínimo por encima del nivel de cubierta, para que no queden sujetas a inundación, si la misma es accesible debe ser como mínimo de 1.80 m.

**NC 336: 2004 ICS: 91.140.30; 91.140.70**

## 1.9 Cálculo de tuberías de ventilación

Para el cálculo de tuberías de ventilación se tendrán en cuenta los siguientes factores:

- Las derivaciones de los muebles sanitarios.
- Las columnas de descarga a las cuales se unen las derivaciones.

### Derivación de ventilación (Ver tabla 1. 17)

**Tabla 1.16 — Cálculo del diámetro de la derivación de ventilación**

#### Diámetro de derivación

(mm)	Unidades de descarga
32	1
40	De 1 a 8
50	De 9 a 18
75	De 19 a 72
100	De 73 a 384

**NOTA:** A los ramales de ventilación horizontal se le fijará una pendiente del 0,5 % para permitir el drenaje del agua condensada que se produce en su interior.

### Columnas de ventilación (Ver Tabla 1.18)

El diámetro se determina en función de:

- Diámetro de la columna de descarga o bajante.
- Total de unidades de descarga que sirve.
- Longitud que deberá tener la columna de ventilación.

**Tabla 1.17 — Cálculo del diámetro y la altura de la columna de ventilación**

Diámetro de la columna de descarga (mm)	Número de unidades de descarga	Diámetro de la columna de ventilación (mm)						
		32	40	50	75	100	150	200
		<b>Máxima longitud de la columna de ventilación (m)</b>						
32	1	13.7						
40	8	10.7	18.3					
50	18	9.1	15.2	27.5				
65	36	7.6	13.7	22.9				
75	12			36.6	64.7			
75	18			21.3	64.7			
75	24			15.2	64.7			
75	36			10.7	64.7			
75	48			9.8	64.7			
75	72			7.6	64.7			
100	24			7.6	61.0	91.5		
100	48			4.9	35.1	91.5		
100	96			3.7	25.6	91.5		
100	144			2.7	22.0	91.5		
100	192			2.4	19.5	86.5		
100	264			2.1	17.1	74.7		
100	384			1.5	14.3	62.8		

125	144	14.3	54.9	134.0	
125	288	9.8	37.8	134.0	
150	576	3.0	13.1	134.0	
150	864	2.1	10.1	97.6	
150	1296	1.8	7.6	73.2	192.0
150	2070	1.2	6.4	56.7	192.0
200	320		12.8	122.0	229.0
200	640		9.1	79.3	229.0
200	960		6.7	58.0	229.0
200	1600		4.9	37.0	160.0
200	2500		3.7	27.7	113.0
200	4160		2.1	18.9	76.9
200	5400		1.5	15.9	64.7

**NOTA 1:** El 20% de la longitud de la columna de ventilación puede ser instalada en posición horizontal.

**NOTA 2:** Para lograr un mejor funcionamiento del sistema sanitario las columnas de ventilación deben conectarse en su extremo inferior con las columnas de descargas sanitarias o por debajo del ramal sanitario más bajo que se encuentre unido a la columna de descarga.

**NOTA 3:** Las columnas de ventilación pueden salir individualmente a través de la cubierta de los edificios o se pueden unir en la última planta con la ventilación de las columnas de descarga sanitaria y salir a la atmósfera con una sola columna de ventilación.

**NOTA 4:** Las columnas de descarga al final deben continuar como ventilación sin reducir el diámetro.

**NOTA 5:** Un mueble sanitario de fondo no plano puede descargar directamente a una columna de descarga de 76 mm cuando la longitud del canal no excede a 0,6 m y de 1,2m cuando el fondo es llano sin necesidad de ventilación.

**NC 1074: 2015 ICS: 91.140.70**

## Capítulo 2. Drenaje pluvial en edificaciones

### 2.1 Términos y definiciones

#### Drenaje pluvial en edificaciones

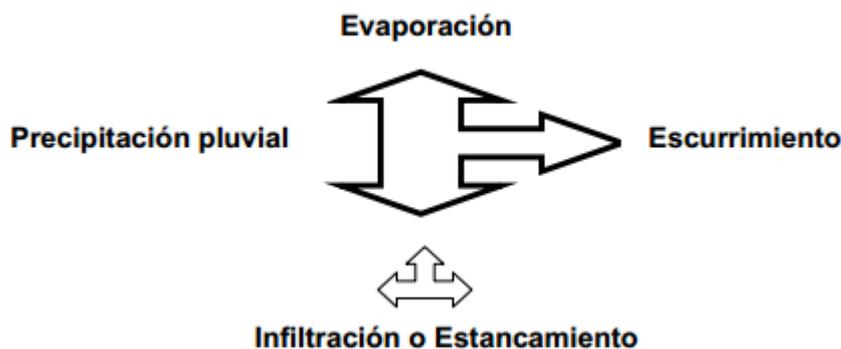
Colectar las aguas pluviales recogidas en las distintas áreas de las edificaciones y conducir las a los puntos de evacuación.

#### Aguas pluviales

Aguas generadas por la lluvia.

#### Escurrimiento

Parte de la precipitación pluvial que no se estanca, evapora o se infiltra en el suelo o en el material de la superficie receptora de la lluvia (Ver Figura 2.1).



**Figura 2.1 - Escurrimiento de las precipitaciones pluviales**

#### Área tributaria

Área limitada que aporta la precipitación pluvial a un punto determinado. Se expresa en m<sup>2</sup>.

#### Coefficiente de rugosidad

Coefficiente que representa el efecto que la rugosidad de la superficie interior de un conducto produce oponiéndose al flujo de agua.

#### Bajante pluvial

Conducto con desarrollo predominantemente vertical que permite la evacuación de las aguas pluviales recogidas por una cubierta

#### Canal pluvial de cubierta

Conducto abierto con una superficie libre por el que circula el agua, y que permite coleccionar el agua pluvial procedente de una cubierta y conducirla a un punto de descarga o bajante pluvial

### **Área mojada**

Superficie ocupada por el agua en la sección transversal de un canal.

### **Perímetro mojado**

Longitud de la línea de contacto entre la superficie ocupada por el agua y las paredes y fondo del conducto en la sección transversal

### **Radio hidráulico**

Relación entre el área mojada y el perímetro de la sección en un canal excluyendo la longitud de la superficie libre.

### **Coficiente de escurrimiento (C)**

Relación entre el volumen de lluvia que escurre superficialmente y el volumen que llega a la superficie receptora; su valor depende de las características físicas de la superficie receptora.

### **Tiempo de concentración**

Tiempo que demora una partícula de agua en recorrer el espacio comprendido entre el punto más distante de una superficie receptora y otro punto de referencia de esa superficie.

### **Tiempo de duración**

Tiempo durante el cual se produce la precipitación.

### **Cubierta**

Área limitada por el techado de un edificio.

### **Factor tirante (Ft)**

En canal rectangular es la relación entre el tirante de la circulación "b" y el ancho de la sección "B", en el caso de canal semicircular el ancho de la sección varía hasta el valor del diámetro "D".

### **Diámetro nominal**

Diámetro con que se identifican los tubos. En los catálogos se identifican los diámetros interiores para las tuberías de paredes gruesas y el exterior en tuberías de paredes delgadas.

### **Diámetro mínimo del bajante pluvial**

Diámetro menor que se admite para los bajantes pluviales de acuerdo a su capacidad para conducir las aguas de lluvia.

## **2.2 Requisitos de diseño**

Para el diseño del drenaje pluvial se tendrán en cuenta los aspectos siguientes:

- Características físicas de los componentes o elementos del sistema del drenaje pluvial.
- Pluviometría que influye en el sistema.
- El sistema de drenaje pluvial en las edificaciones será totalmente independiente del sistema de evacuación de las aguas residuales.
- No se emplearán canales colectores con ancho o diámetro menor de 150 mm
- Los bajantes pluviales tendrán una separación máxima de 24 m.
- Se recomienda una pendiente en los conductos entre 0,008 m/m y 0,01 m/m.
- Generalmente el diámetro mínimo de los bajantes pluviales de las edificaciones es de 100 mm; se admite el empleo de bajantes con otros diámetros de acuerdo a la categoría que ocupa y si cumple el requisito de caudal indicado en las Tablas 1.11 y 1.12.
- La pendiente de los canales colectores de aguas pluviales procedentes de cubiertas se fijará entre 0,004 m/m y 0,04 m/m. Se preferirán las pequeñas pendientes.

## **2.3 Método de cálculo**

### **Pluviometría**

La probabilidad de la lluvia de diseño para una edificación determinada, se establece según el grado de protección que se debe brindar a la misma considerando fundamentalmente criterios económicos y sociales que definen la categoría de la obra. La categoría y la probabilidad de diseño de una edificación se determinarán de acuerdo con la Tabla 2.1. Se tendrá en cuenta el daño ecológico a que puede dar lugar la destrucción del sistema o afectación del edificio estudiado.

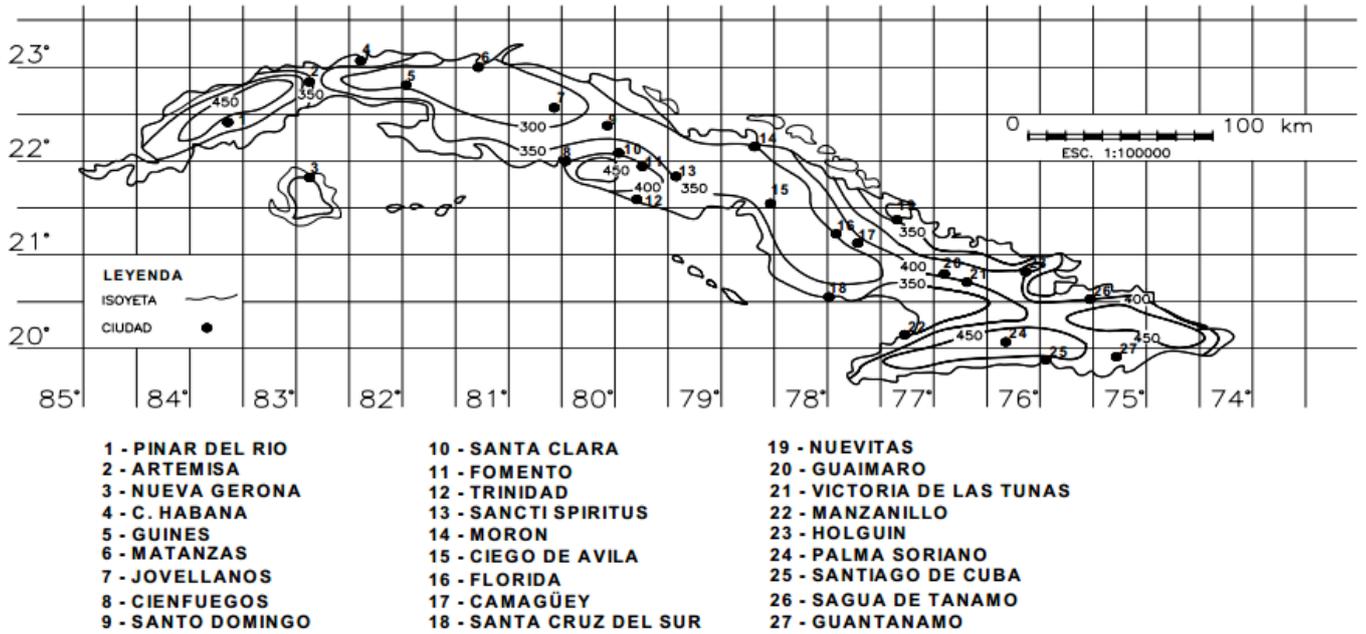
**Tabla 2.1 — Probabilidad de la lluvia para el diseño, según la categoría del edificio estudiado**

<b>Tipo de edificación</b>	<b>Categoría de la edificación.</b>	<b>Probabilidad de diseño (%)</b>
- Termonuclear. - Termoeléctricas - Edificios de especial importancia. - Almacenes de gran importancia.	<b>A</b>	<b>1</b>
- Hospitales. - Hoteles, Museos. - Edificios de centro de ciudad. - Industria de primer orden. - Centros de investigación. - Tiendas por departamento.	<b>B</b>	2 a 5
- Almacenes menores. - Edificios altos de vivienda. - Moteles y hostales. - Industrias menores. - Edificios sociales y agropecuarios	<b>C</b>	<b>10</b>
- Viviendas bajas. - Edificios sociales y agropecuarios de menos importancia. - Mercados.	<b>D</b>	<b>20</b>

NOTA: Cuando se diseñe un sistema de evacuación de aguas pluviales para un tipo de edificio no incluido en la Tabla 3, se considera uno con características semejante y que se requiera un grado de protección equivalente.

El comportamiento de la lluvia a considerar en el cálculo se determinará teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

-Precipitación máxima diaria de lluvia para el 1 % de probabilidad. Este valor se determina considerando la posición geográfica del edificio estudiado y la isoyeta que le corresponde según el mapa de isoyeta. (Ver Figura 2.2).



**Figura 2.2- Mapa Isoyético de las precipitaciones máximas diarias del 1 % de probabilidad**

-Se considerara como tiempo mínimo de duración de la lluvia 5 minutos. Los valores de intensidad podrán tomarse de la Tabla 2.2, que contiene valores estimados sobre el Nomograma, (Ver Figura 2.3).

**Tabla 2.2 - Intensidad de la lluvia para un tiempo de duración de 5 minutos, para distintas probabilidades y para la isoyeta correspondiente a la precipitación máxima diaria del 1 % de probabilidad**

P (%)	F (años)	Intensidad de la Lluvia (Estimado) (mm/min)				
		300	350	400	425	450
20	5	1.8	2.0	2.1	2.25	2.4
10	10	2.3	2.6	3.3	3.4	3.6
5	20	2.7	3.1	3.6	3.8	4.0
2	50	3.6	4.0	4.6	4.9	5.2
1	100	4.1	4.8	5.5	5.8	6.1
Características de las		500	350	400	425	450

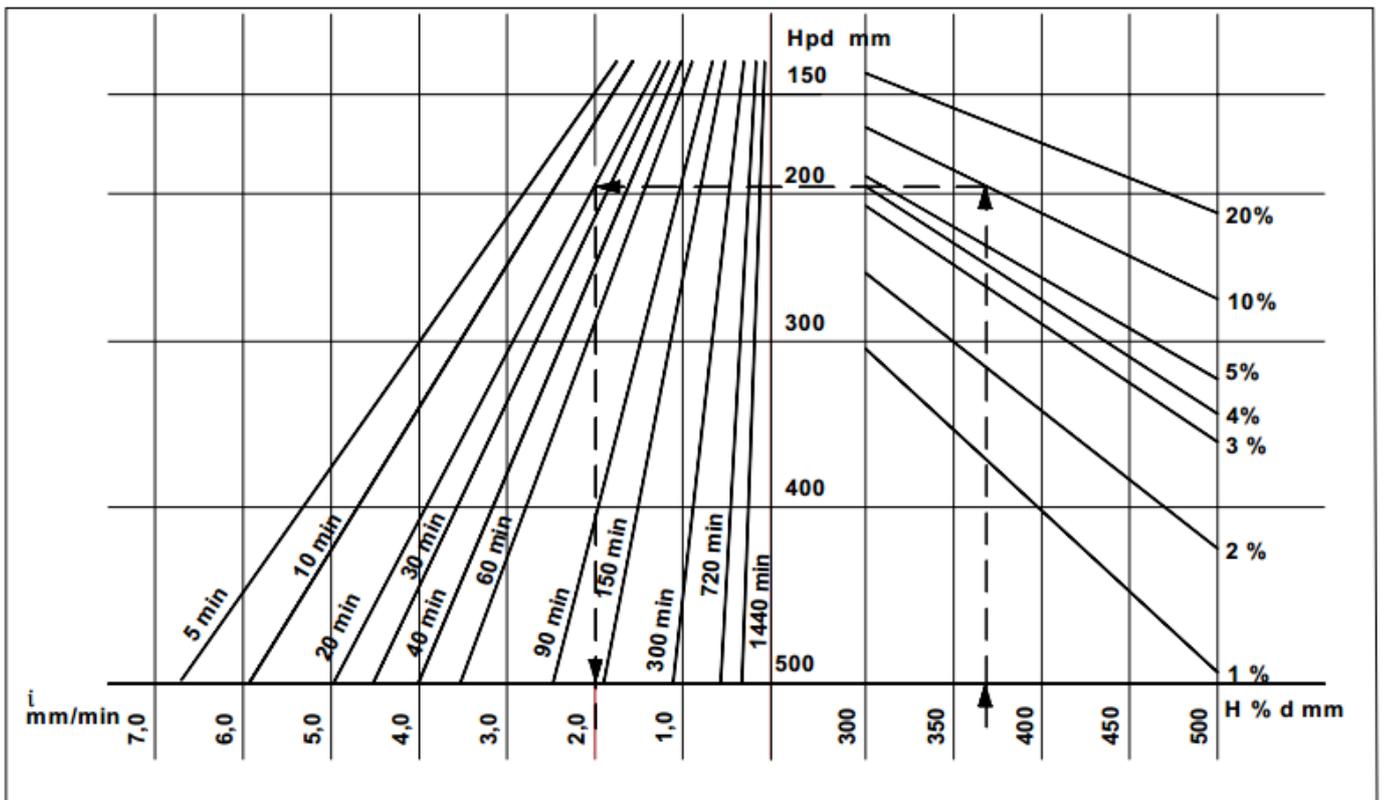
isoyetas  
para el 1%  
mm / min.

Punto geográfico.	Varadero	C. Habana	Camagüey	Isla de la	Pinar del
Características de las isoyetas		C. Ávila Morón		Juventud	Río Palma. Santiago

**NOTA**

**P:** probabilidad de ocurrencia de la lluvia (%).

**F:** Frecuencia, Años



**Figura 2.3 - Nomograma para el cálculo de la intensidad de la lluvia de diferentes probabilidades y duración para cualquier punto de la República de Cuba**

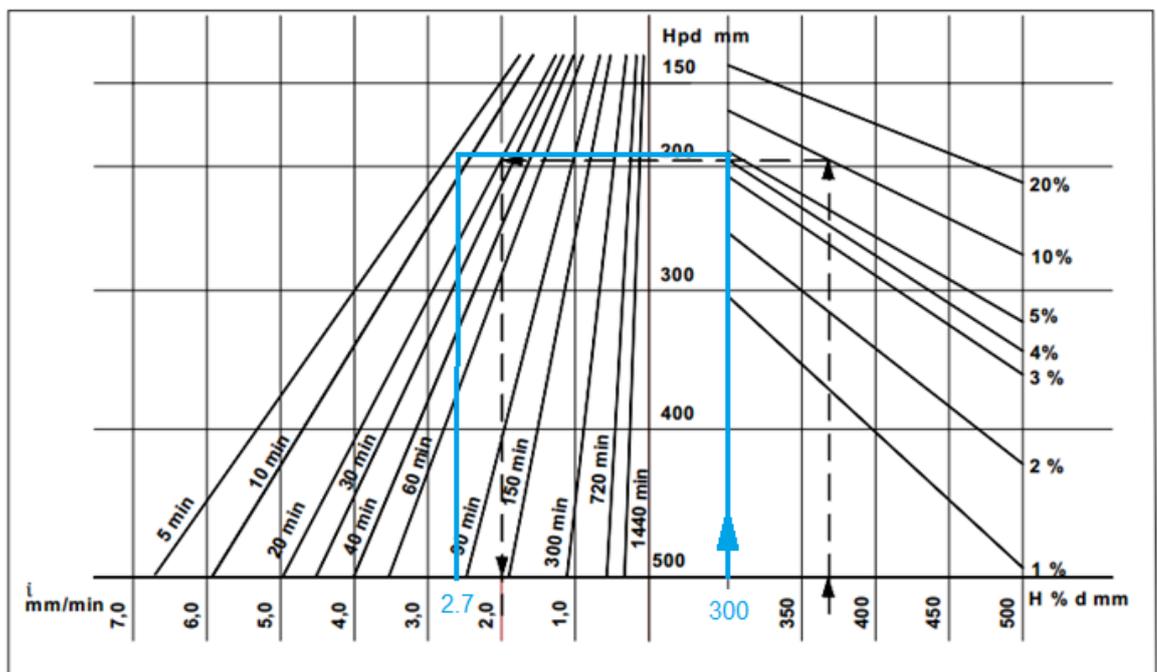
-El tiempo de concentración se considerará igual al tiempo de duración de la precipitación.

-Deberá considerarse como incremento del área tributaria de una cubierta aquellos muros o parte de la edificación, con desarrollo vertical que interceptan la lluvia y la desvían a la cubierta.

En tales casos se considerará como superficie de aporte adicional la proyección de dicho muro o pantalla en un plano situado a 45 grados sobre la horizontal.

### Ejemplo 1

Determine la intensidad de la lluvia a partir del nomograma para una probabilidad del 5 %, con un tiempo de duración ( $t_d$ ) = 7 min, en la isoyeta 300.



Según el nomograma  $I = 2.7 \text{ mm/min}$

Aplicando la Fórmula Racional se determina el caudal ( $Q$ ) que aportan las superficies receptoras con las características pluviométricas definidas y que corresponden al grado de protección que se quiere dar al edificio en estudio.

El valor correspondiente al coeficiente de escurrimiento ( $C$ ) se determina considerando el tipo de material y la terminación de la superficie receptora de la precipitación pluvial. (Tabla 2.3).

**Tabla 2.3 — Coeficiente de escurrimiento (C)**

<b>Cubiertas</b>	
<b>Terminación de cubiertas</b>	<b>C</b>
Tejas plásticas o pizarras	0.98
Lámina metálica	0.98
Tejas de asbesto cemento	0.97
Tejas de barro cocido	0.96
Soladura	0.96
Riego de gravilla	0.95
Riego de arena	0.95

Fórmula Racional

$$Q = K * C * I * A$$

Donde:

K= coeficiente (0.0167)

C= coeficiente de escurrimiento

I= intensidad de la lluvia

A= área tributaria

A continuación se determinará las características y dimensiones de los dispositivos que recepcionarán y evacuarán ese caudal.

## **2.4 Dimensiones de los canales**

Teniendo en cuenta el caudal tributario (Q) de una cubierta determinada se fijarán las dimensiones del canal considerando las siguientes condiciones, (Ver Figura 2.4, Tabla 2.4).

-La forma del canal se fijará considerando su comportamiento hidráulico y lugar de colocación.

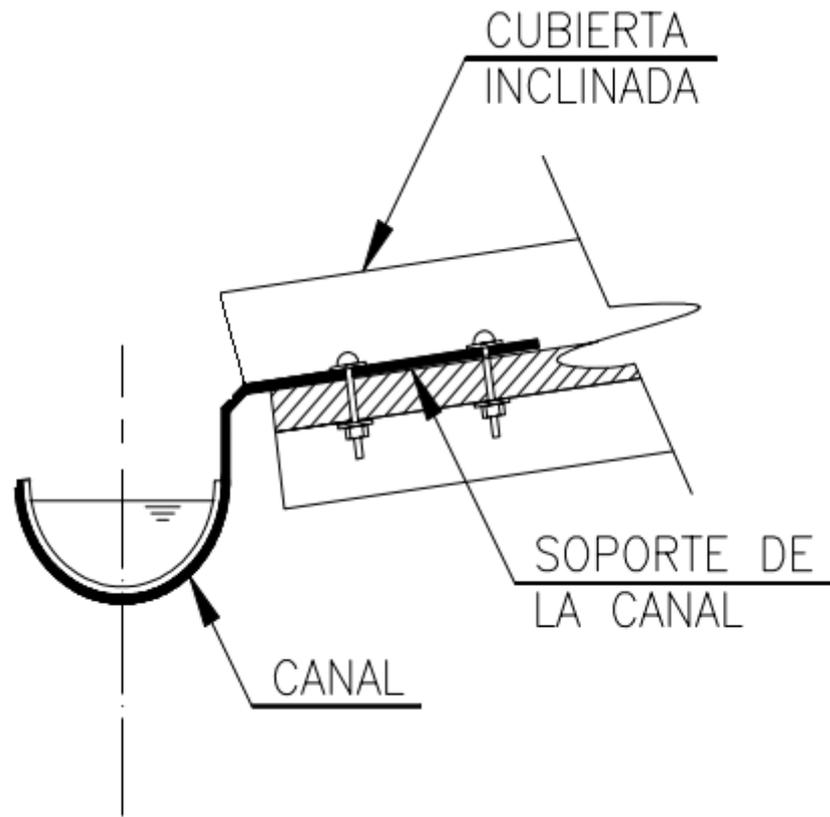
-El tirante mínimo en canales de sección rectangular será 0,5 del valor de su base  $b = 0,5 \times B$ .

-El tirante máximo de canales de sección semicircular será de 0,3 de su diámetro  $d = 0,3 \times D$ .

**Nota:** No se emplearán canales colectores con ancho o diámetro menor de 150 mm

Secciones válidas de canal	Rectangular	Semicirculares
Sección transversal		
Valor del factor del tirante	$F_t = \frac{b \times 0,5}{B}$	$F_t = \frac{d \times 0,3}{D}$
Tirante	$b = 0,5 \times B$	$d = 0,3 \times D$
Nota: La velocidad mínima del agua en el canal será de 0,6 m/s.		

**Figura 2.4 — Canales de mayor uso**



**Figura 2.5 - Esquema de la canal de sección circular**

**Tabla 2.4 — Pendiente recomendada por tipo de cubierta**

Tipo de cubierta	Pendiente (%)	
	Rango	Usual
Soldadura	2 a 4	3
Chapa de zinc lisa	7,5 a 15	15
Cartón sencillo	8 a 15	10 a 12
Chapa negra lisa	12 a 18	15
Chapas onduladas de zinc	18 a 35	25
Fibro cemento ondulado	5 a 90	30
Fibro cemento liso	20 a 90	25 a 45
Pizarras dobles	25 a 90	30 a 50
Pizarras de piezas onduladas	30 a 90	45
Cubiertas acristaladas	30 a 45	33
Teja plana doble	30 a 60	45
Teja plana ( corona)	35 a 60	45
Teja flamenca	40 a 60	45
Cubierta paja y caña	45 a 80	60 a 70

## 2.5 Bajante pluvial

Se escogerá el bajante pluvial de menor diámetro posible.

El diámetro del bajante pluvial podrá determinarse a partir del caudal máximo tributario calculado por la formula racional.

**Tabla 2.5 — Caudal máximo (Qa) admisible para bajantes pluviales de sección circular**

DN (Diámetro Nominal) (mm)	Qa (L/s)
50	1.3
75	4.2
100	9.0
150	27.0
200	57.0

**Tabla 2.6 — Caudal máximo (Qa) admisibles para bajantes pluviales de sección rectangular**

Sección (mm)	Qa (L/s)
75 x75	5.7
72 x 100	9.1
100 x 100	12.0

### **Ejemplo 2**

Empleando la Tabla 2.5 seleccionar el diámetro apropiado de un bajante pluvial de sección circular destinado a evacuar el agua de la cubierta con los siguientes parámetros de cálculos:

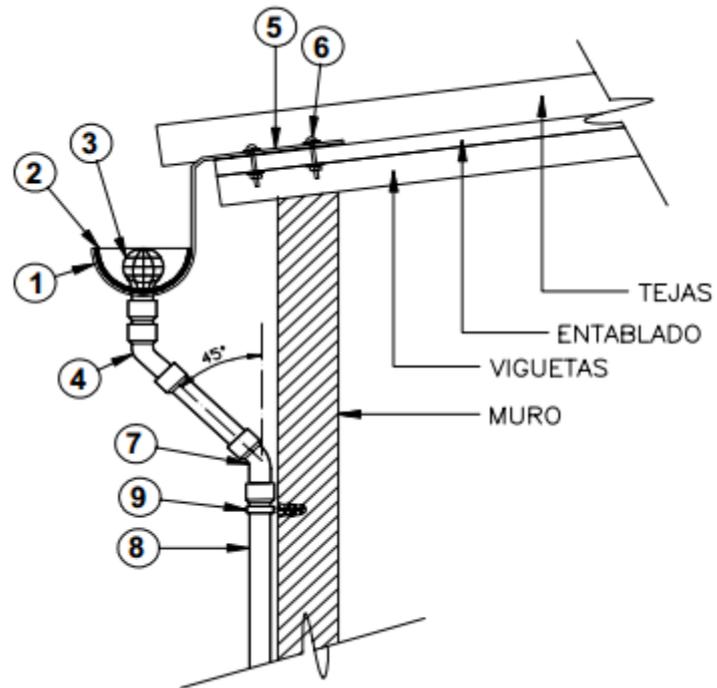
K Coeficiente	0.0167
C Coeficiente de escurrimiento	0.96
I Intensidad de la lluvia	3.1 mm / min
A Área tributaria	200 m <sup>2</sup>

$$Q = K * C * I * A$$

$$Q = 0.0167 * 0.96 * 3.1 * 200$$

$$Q = 9.94 \text{ l/s}$$

De acuerdo con la Tabla 2.5 se requiere un bajante con diámetro igual a 150 mm.



**Figura 2.6 — Detalle de colocación canal y bajante pluvial**

No.	Elemento	Material
1	Canal de Metal	Aluminio, Cobre, Acero Galvanizado, PVC, Asbesto Cemento
2	Cierre de cabeza	Aluminio, Cobre, Acero Galvanizado, PVC, Asbesto Cemento
3	Para hojas	PVC, Cobre, Acero Galvanizado
4	Codo transición	Cobre, PVC, Acero Galvanizado, Latón
5	Soporte de la canal	Acero, Acero Galvanizado, PVC
6	Sujeción del soporte	Acero, Acero Galvanizado
7	Tubo de transición	Cobre, PVC, Asbesto Cemento, Hierro Fundido
8	Bajante Pluvial	Cobre, Acero Galvanizado, PVC, Asbesto - Cemento, Ho Fo
9	Grapa de sujeción	Acero, Acero Galvanizado, PVC, Acero Cromado

**Tabla 2.7 — Selección de canal de sección semicircular y bajante de sección circular a partir del caudal tributario**

<b>Diámetro del canal D (mm)</b>	150	200	250	300
<b>Caudal máximo (l/s)</b>	2.67	5.05	7.73	11.20
<b>Diámetro del bajante</b>	75	100	100	150
<b>Caudal máximo (l/s)</b>	4.2	9.0	9.0	27.0
<b>Caudal máximo admisible por el conjunto (L/s)</b>	2.67	2.67	5.05	7.73

**Tabla 2.8 — Selección del canal de sección rectangular y bajante de sección circular a partir del caudal tributario.**

<b>Ancho del canal B, (mm)</b>	150	200	250	300	
<b>Diámetro del bajante d (mm)</b>	100	100	150	150	200
<b>Caudal máximo (l/s)</b>	9.0	9.0	22.5	27.0	57.0
<b>Caudal mínimo admisible por el conjunto, (L/s)</b>	6.8	9.0	22.5	27.0	36.5

**NC 600: 2008 ICS: 91.060.20**

## Capítulo 3. Ejercicios resueltos y propuestos

### 3.1 Ejemplo de diseño y cálculo del sistema de evacuación

#### (General)

Se pretende construir un edificio social de 5 plantas en la provincia de Sancti Spíritus en el municipio del mismo nombre, al cual se le desea diseñar el sistema de evacuación interior, compuesto por los muebles sanitarios (lavamanos, inodoro, ducha, fregadero, lavadero, vertedero), para dos apartamentos por piso. El edificio tiene 1 caja de escaleras. Puntal (3 m). La cubierta será impermeabilizada por láminas de aluminio, la misma estará limitada por pretilos. El tiempo de duración de la lluvia será de 20 min.

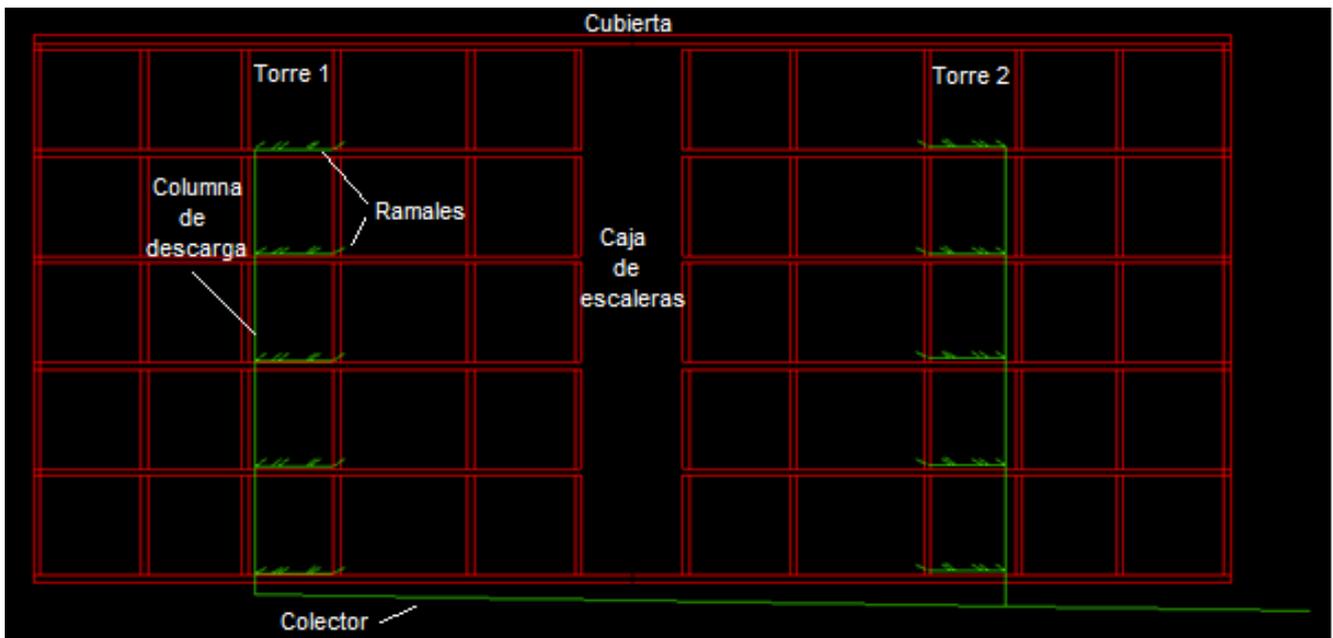


Figura 3.1 – Corte del edificio (esquema simplificado)

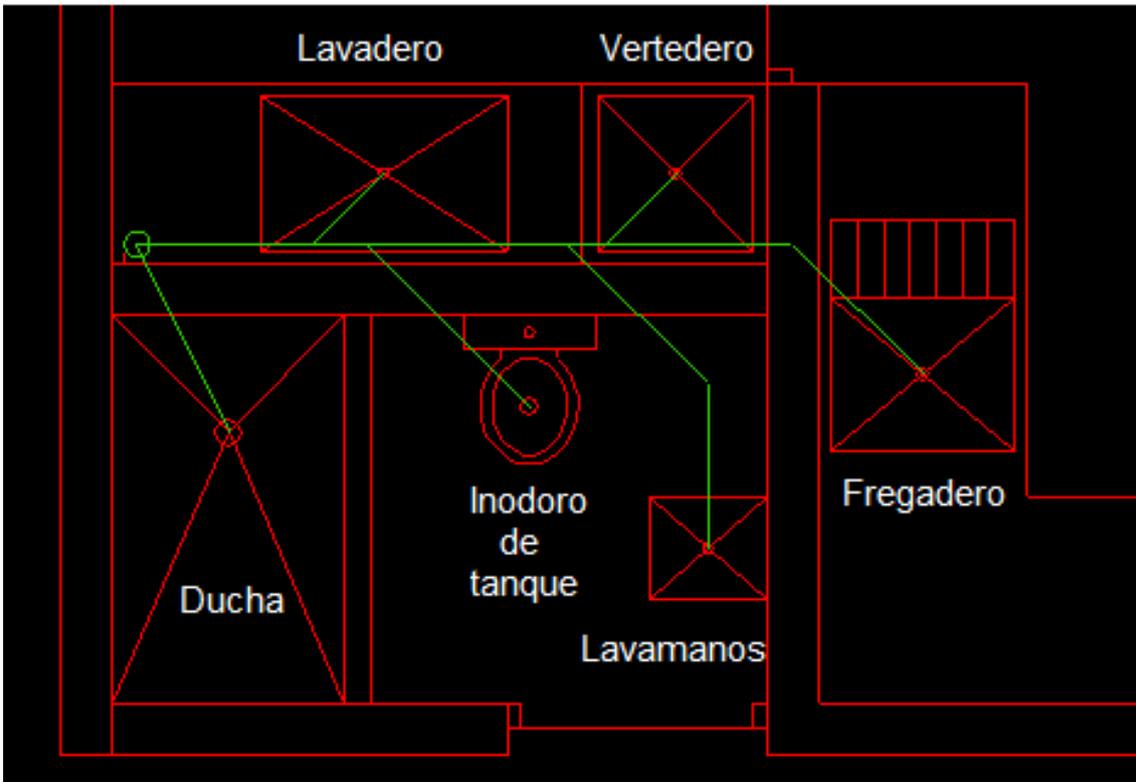


Figura 3.2 - Vista en planta del espacio sanitario

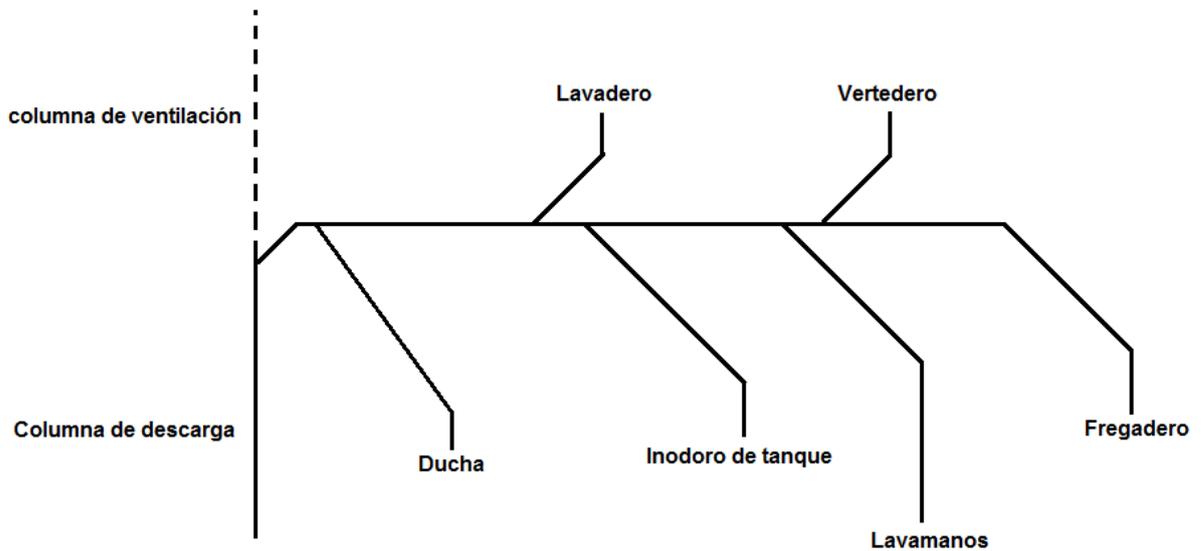


Figura 3.3 – Esquema simplificado de la red sanitaria de una vivienda

1. Asignación de unidades de descarga y diámetros a los aparatos sanitarios, así como a derivaciones.

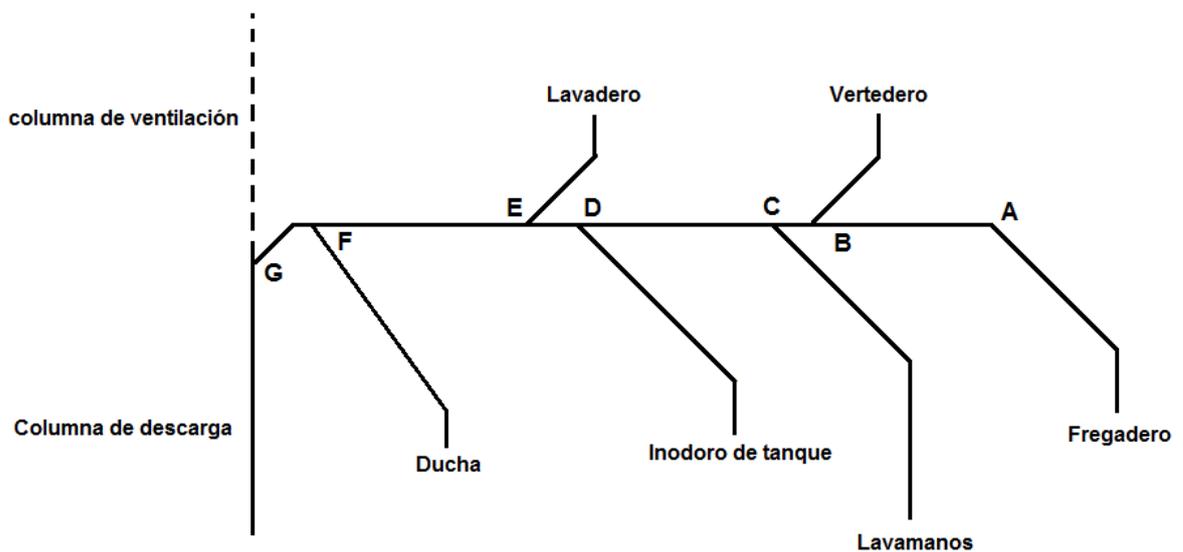
Para esto tenemos que utilizar la tabla 3.1.

Tenemos que la instalación es para un apartamento, por tanto, le corresponde la clase privada (tipo 1).

**Tabla 3.1. Unidades de descarga por mueble sanitario y diámetros mínimos de las derivaciones y sifones de estos**

Mueble sanitario	UD	Diámetro mínimo, sifón y derivación (mm)
Fregadero de vivienda	2	40
Vertedero	8	75
Lavamanos	1	32
Inodoro de tanque	4	100
Lavadero	2	40
Ducha	2	50

**Determinación de los diámetros de los ramales**



**Figura 3.4 – Esquema para el análisis del ramal por tramos**

El análisis se realiza por la tabla 3.2. (Se debe conocer la pendiente).

**Tabla 3.2. Cálculo del ramal**

	Tramo	Pendiente (%)	UD que pasan	Diámetro del tramo (mm)	
Rama única	A-B	2%	2	40	
	B-C	2%	10	75	
	C-D	2%	11	75	
	D-E	2%	15	100	Incorporación del inodoro
	E-F	2%	17	100	
	F-G	2%	19	100	

**Nota:**

Se utilizarán pendientes del 1 al 2 % para garantizar el arrastre de los sólidos.

Los diámetros de los tramos donde se produzca descarga de inodoros, será a partir de ese punto en adelante igual o mayor al diámetro del inodoro.

En este caso a la columna o bajante llegan 19 UD por cada apartamento.

- 1. Determinación de los diámetros de la columna de descarga**

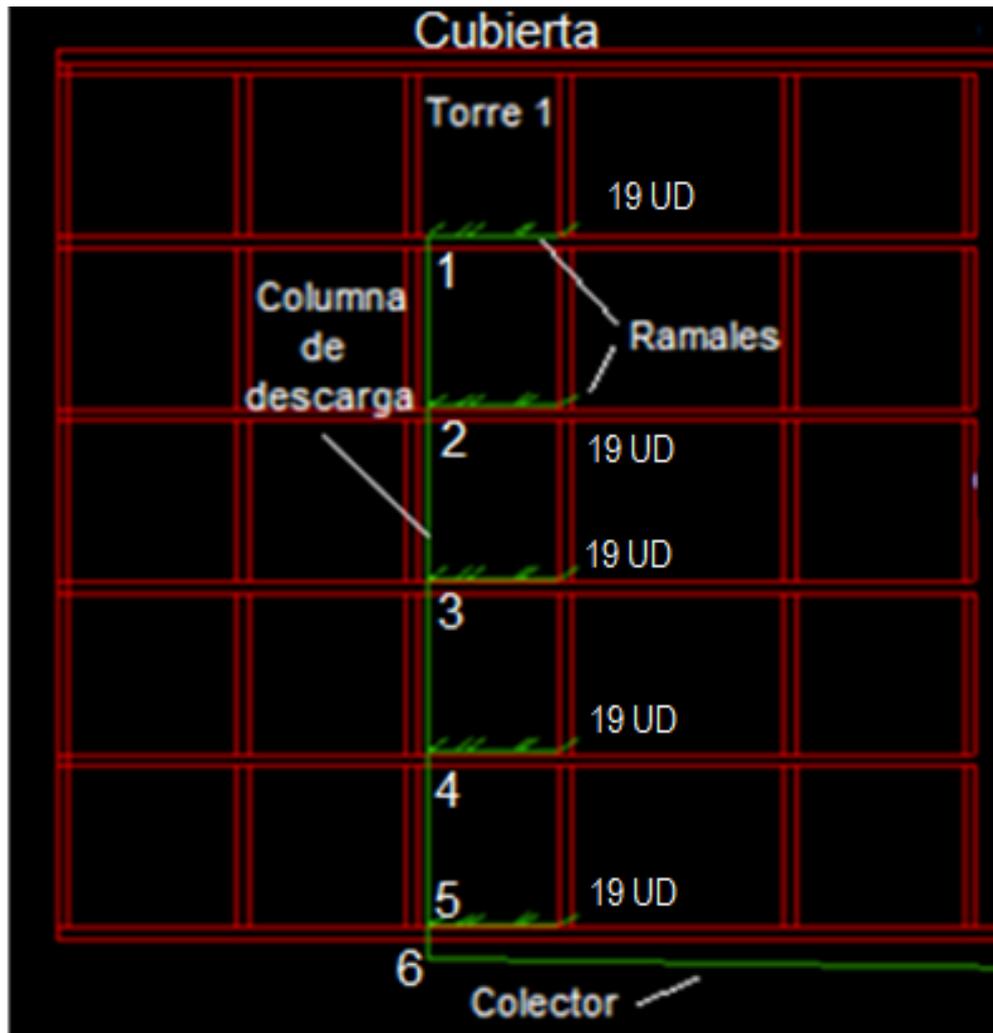


Figura 3.5 - Esquema de la columna de descarga por tramos (torre 1)

El análisis se realiza por la tabla 3.3. Cálculo de columnas de aguas residuales.

Tabla 3.3. Cálculo de columnas de aguas residuales

Número de la columna	Tramo	No máximo de UD		Chequeo de la longitud de la columna	Diámetro en mm
		Por Planta	Por Columna		
Única	1-2	19	19	3-	100
	2-3	19	38	6-	100

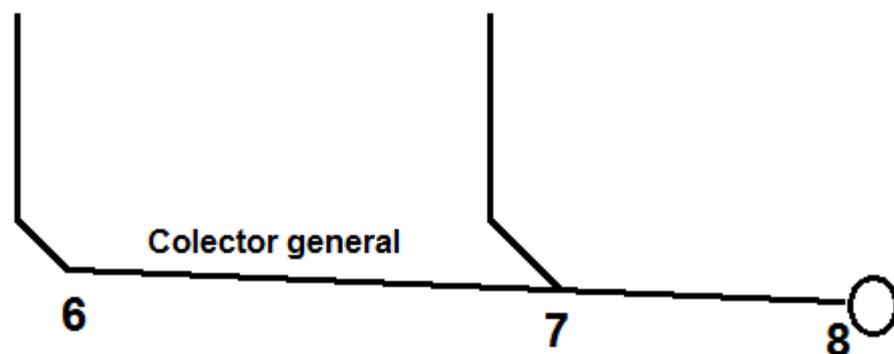
3-4	19	57	9-	100
4-5	19	76	12-	100
5-6	19	95	15-	100

**Nota:** Según la tabla 3.2 el diámetro de la columna es de 75 mm, pero como el diámetro del ramal que conecta con la misma es de 100 mm se toma como diámetro de la columna 100 mm.

#### 4. Determinación de los diámetros de los colectores o maestras.

Este se calcula por la tabla 3.4.

**Columna de descarga (torre 1)    Columna de descarga (torre 2)**



**Figura 3.6 - Análisis del colector general por tramos**

**Tabla 3.4. Cálculo del colector de aguas residuales**

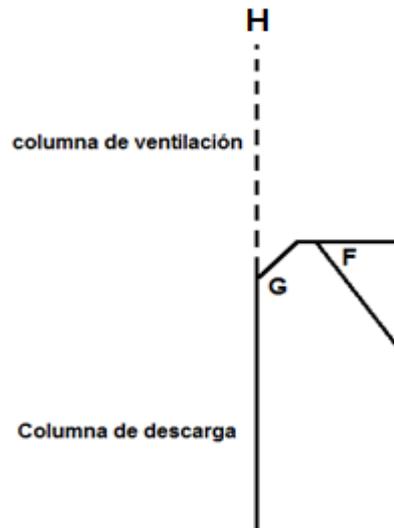
Colector general				
Rama	Tramo	Pendiente (%)	UD que pasan por el tramo	Diámetro del tramo (mm)
Única	6-7	2%	95	150
	7-8	2%	190	150

**Nota:** Según tabla 1.16 el diámetro del colector general es de 100 mm, según especificaciones de la norma el diámetro mínimo de un colector es de 150 mm.

#### 5 Cálculo de diámetros de los elementos de la red de ventilación

Podemos diseñar la ventilación por diferentes sistemas, (Ventilación húmeda y ventilación seca).

El ejemplo se diseñó por el sistema de ventilación húmeda primaria donde solo tenemos que prolongar el bajante de evacuación por encima del nivel de cubierta como mínimo 0,5 m o 1,80 m; dependiendo si existe acceso a la azotea, para que una persona de estatura promedio no sea afectada por los gases.



**Figura 3.7 – Esquema para el análisis de la columna de ventilación por tramos (ventilación húmeda primaria)**

### **Cálculo de la columna de ventilación**

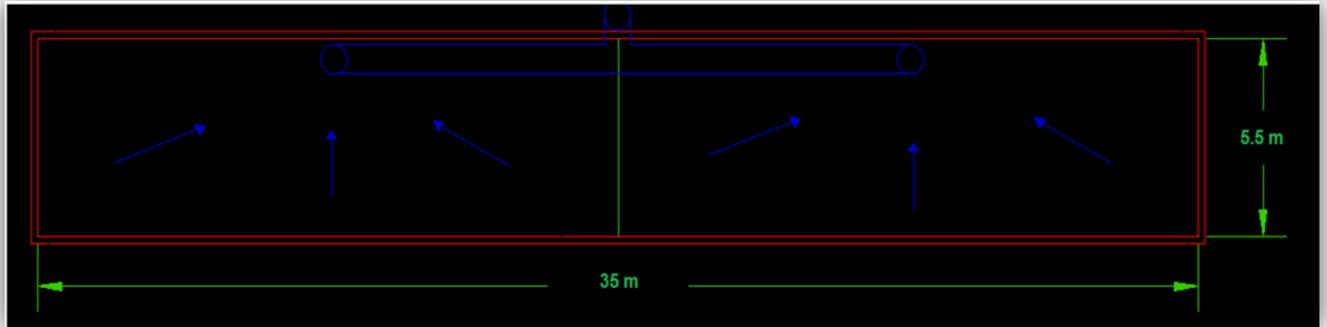
Este se calcula por la tabla 1.18. Cálculo del diámetro y la altura de la columna de ventilación.

**Tabla 3.5. Cálculo del diámetro y la altura de la columna de ventilación**

Columna	Tramo	Ø columna de evacuación	UD ventiladas en el tramo	Longitud de la columna de ventilación	Ø columna de ventilación.
única	G-H	100 mm	95	3 < 3.7	50 mm

## 6 Diseño y cálculo de la red pluvial

El agua será conducida por bajantes pluviales hasta el terreno, dándole salida libre a él.



**Figura 3.8 - Colocación de bajantes pluviales**

**Nota:** Pendiente mínima en cubiertas planas será de 2%

### Determinación del diámetro de la columna o bajante

Datos

Categoría	C	Tabla 3.19
Probabilidad	5%	Tabla 3.19
Isoyeta	350	Figura 3.49
Tiempo de duración	20 min	-
Coeficiente de escurrimiento (C)	0.98	Tabla 3.21
Área total	192.5 m <sup>2</sup>	Dimensiones cubierta
Área que colecta hacia un bajante	96.25 m <sup>2</sup>	Dimensiones cubierta / 2
Intensidad (según nomograma)	2.2 mm/ min	Figura 1.49

Cálculo del caudal por la Fórmula Racional (1 tubería de desagüe)

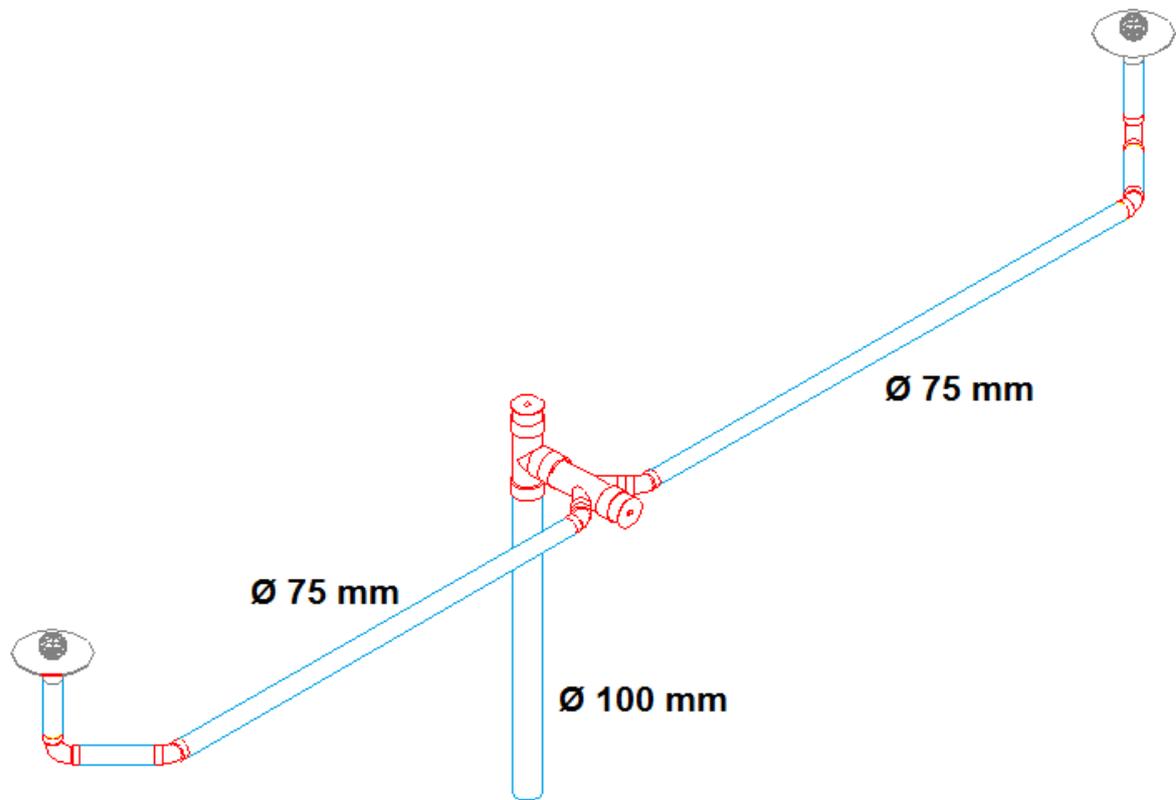
$$Q = K * C * I * A$$

$$Q = 0.0167 * 0.98 * 2.2 * 96.25$$

$$Q = 3.46 \text{ l/s}$$

Según la tabla 2.5 — Caudal máximo (Qa) admisibles para bajantes pluviales de sección circular la tubería de desagüe pluvial será de 75 mm.

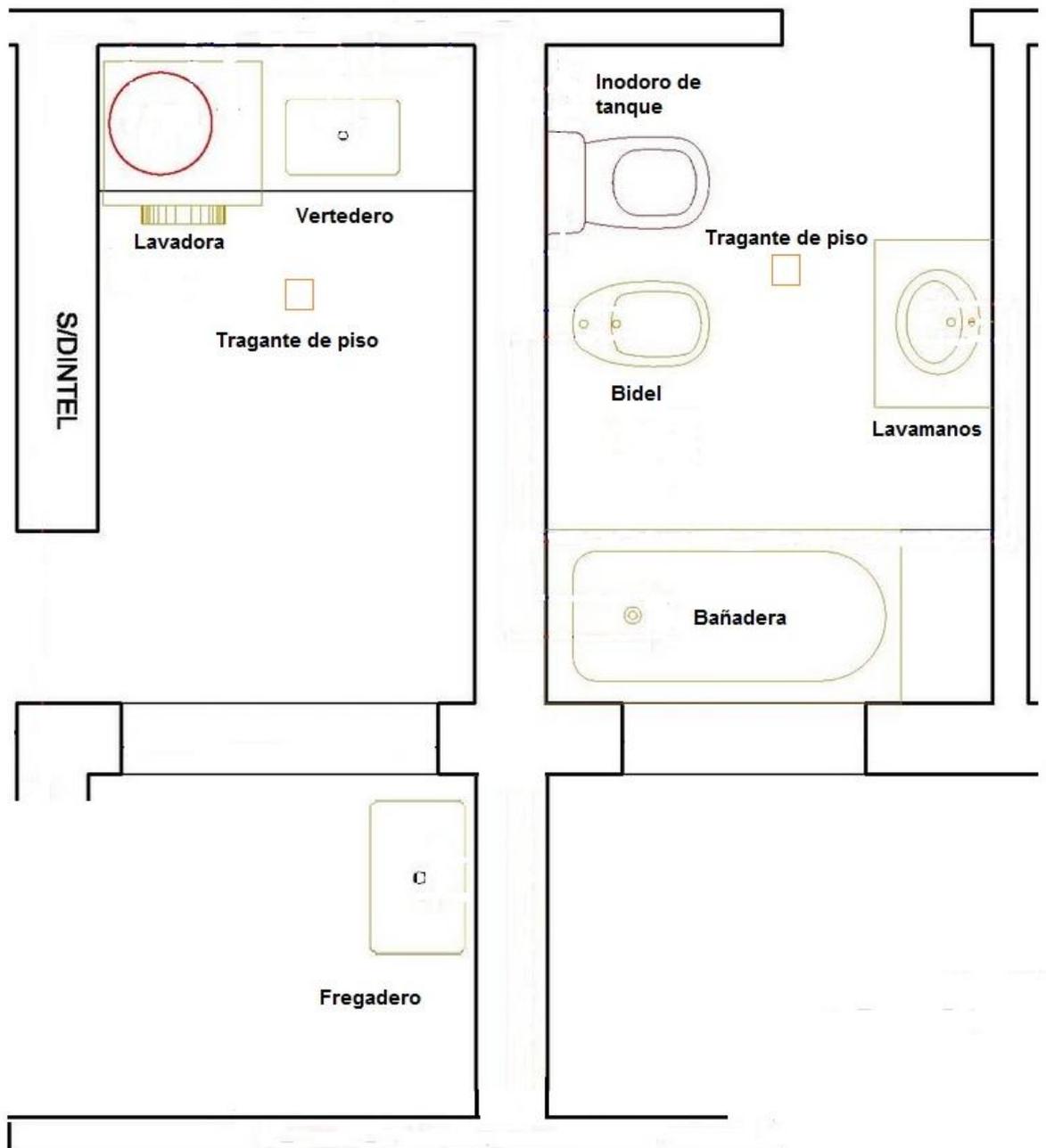
Según la tabla 2.6 el diámetro del bajante pluvial será de 100 mm.



**Figura 3.9 - Isométrico de la red pluvial**

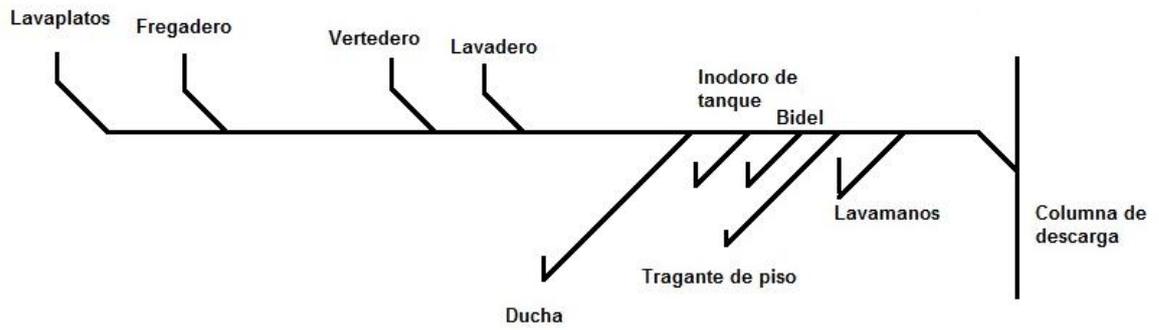
### **3.2 Ejercicios propuestos**

1. Realice el cálculo a las redes de evacuación de un edificio de dos plantas con dos cajas de escaleras enmarcado en el municipio del ejemplo anterior. Longitud del edificio 45m. Ancho 7m. La cubierta estará inclinada y será de soladura.



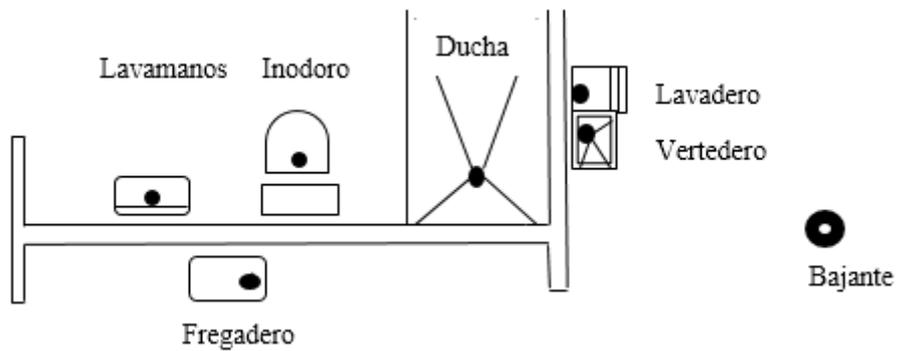
**Figura 3.10 - Vista en planta del espacio sanitario de un apartamento**

2. En el municipio de Santa Clara se construirá un edificio de categoría C de 8 plantas con una caja de escaleras. Los constructores desean los diámetros de las tuberías sanitarias, así como pluvial. Las tuberías serán de PVC. La cubierta será impermeabilizada con lámina metálica y poseerá pretilas. El tiempo de duración de la lluvia será de 30 min. Largo 40 m, ancho 10 m.



**Figura 3.11 - Isométrico del espacio sanitario de un apartamento**

2.1. Con el enunciado anterior diseñe las redes de evacuación de la siguiente vista en planta.



**Figura 3.12 - Vista en planta del espacio sanitario de un apartamento**

## **BIBLIOGRAFÍA**

Catálogo adecua (sifones sanitarios) 2016

Norma Cubana 1074: 2015 ICS: 91.140.70

Norma Cubana -EN 31: 2005

Norma Cubana -EN 32: 2005

Norma Cubana 411:2005 *Muebles sanitarios*

Norma Cubana EN 33: 2005 *Taza. Cotas de conexión*

Norma Cubana 337: 2004 *Muebles sanitarios*

Norma Cubana EN 37: 2005 *Taza. Cotas de conexión*

Norma Cubana 336\_2004 *Ventilación en edificaciones*

NC 336: 2004 ICS: 91.140.30; 91.140.70

NC 600: 2008 ICS: 91.060.20

NC 683: 2009 ICS: 91.140.70; 91.040.20

NC 775-13: 2012 ICS: 03.200; 01.100

NC 1074: 2015 ICS: 91.140.70