



MEMORIA DE CÁLCULO RED SANITARIA Y VENTILACIÓN INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN JUAN BOSCO — PAILITAS, CESAR

NTC 1500 / RAS 2000 Título D / Resolución 0330 de 2017 / Método de Hunter

Campo	Dato
Proyecto	CONSTRUCCIÓN DE AULAS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS PARA EL COLEGIO SAN JUAN BOSCO EN EL MUNICIPIO DE PAILITAS, DEPARTAMENTO DEL CESAR.
Municipio	Pailitas, Cesar — Carrera 8 No. 5-60
Documento N°	02PAI
Revisión	0A
Fecha	13 de julio de 2026
Planos de referencia	SAN-101, SAN-102, SAN-103, SAN-104;SAN105;SAN106;SAN 107
Elaboró	JUAN JOSE OÑATE
M.P.	091037-0661809 CND
Firma	 ING. JUAN JOSE OÑATE ARZUAGA M.P. 091037 – 0661809 CND Especialista en Gerencia de Construcciones

Contenido

1. OBJETO	3
1.1. Generalidades	3
1.2. Objetivo del diseño	3
1.3. Alcance	3
2. MARCO NORMATIVO	3
2.1. Ecuación de Manning	3
2.2. Fuerza tractiva	3
2.3. Criterios generales de diseño	4
3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA SANITARIO	4
3.1. Generalidades	4
3.2. Configuración general del sistema	4
3.3. Organización de la red sanitaria — zonas	4
4. PARÁMETROS GENERALES DE DISEÑO HIDRÁULICO	4
5. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL MÁXIMO PROBABLE — MÉTODO DE HUNTER	5
5.1. Principio del método	5
5.2. Inventario de aparatos sanitarios	5
5.3. Cálculo de las Unidades de Hunter y conversión a caudal	5
5.4. Resumen de resultados	5
6. BAJANTES SANITARIOS	6
7. DISEÑO HIDRÁULICO DE LOS COLECTORES SANITARIOS	6
7.1. Parámetros geométricos	6
7.2. Metodología de cálculo	6
7.3. Desarrollo del cálculo del tramo crítico (AN C6 → Red existente)	6
7.4. Verificación hidráulica de la red sanitaria	7
7.5. Interpretación de los resultados	7
8. PUNTO DE DESCARGA — ALCANTARILLADO PÚBLICO EXISTENTE	8
9. DISEÑO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN SANITARIA	8
9.1. Descripción y justificación	8
9.2. Criterios de instalación (NTC 1500)	8
9.3. Inventario de válvulas Minivent	8
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8



1. OBJETO

1.1. Generalidades

La presente memoria de cálculo tiene por objeto desarrollar el diseño hidráulico de la red sanitaria y del sistema de ventilación de la Institución Educativa San Juan Bosco, localizada en la Carrera 8 No. 5-60 del municipio de Pailitas, departamento del Cesar, como parte del proyecto de Construcción de Aulas y Obras Complementarias. El documento presenta el procedimiento técnico empleado para el dimensionamiento de los ramales, bajantes, colectores horizontales y el sistema de ventilación, garantizando el adecuado transporte de las aguas residuales domésticas desde cada aparato sanitario hasta el alcantarillado público existente sobre la Carrera 8.

El diseño corresponde a la red mostrada en los planos SAN-101 (planta general primer piso), SAN-102 (bloque nuevo), SAN-103 (detalles de zonas nivel 1) y SAN-104 (segundo piso y zona de baños), y se desarrolló considerando que el proyecto descarga por gravedad al sistema público de alcantarillado sanitario existente (tubería de 8") mediante una conexión en tubería de 6".

1.2. Objetivo del diseño

Garantizar que la red sanitaria transporte el caudal máximo probable generado por la totalidad de los aparatos sanitarios del establecimiento, manteniendo condiciones hidráulicas que eviten sedimentaciones, obstrucciones, pérdidas del sello hidráulico de los sifones y sobrepresiones dentro de la red. Para ello el diseño verifica:

- Determinación del caudal máximo probable mediante el Método de Hunter.
- Dimensionamiento hidráulico de bajantes y colectores sanitarios.
- Verificación de velocidades mínimas de autolimpieza y de la fuerza tractiva mínima.
- Verificación del grado de llenado de las tuberías (flujo parcialmente lleno).
- Diseño del sistema de ventilación mediante válvulas de admisión de aire (Minivent).
- Conducción segura del caudal hasta el alcantarillado público existente en la Carrera 8.

1.3. Alcance

La memoria comprende el inventario de aparatos sanitarios, la determinación de las Unidades de Hunter, el cálculo del caudal máximo probable, el diseño de bajantes y colectores horizontales, la verificación mediante Manning, fuerza tractiva y relaciones hidráulicas para flujo parcialmente lleno, el diseño de la ventilación, la verificación del punto de descarga y la comprobación del cumplimiento de la NTC 1500 y del RAS. No hacen parte de este documento el diseño estructural de las cajas de inspección, la red de aguas lluvias (Doc. 04PAI) ni el diseño del alcantarillado público existente.

2. MARCO NORMATIVO

El diseño fue desarrollado conforme a la reglamentación colombiana vigente para instalaciones hidrosanitarias:

- NTC 1500 — Código Colombiano de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias: Unidades de Hunter, caudal máximo probable, diámetros y pendientes mínimas, ventilación mediante válvulas de admisión de aire.
- RAS, Título D (Ecuaciones D.6.11 y D.6.15): ecuación de Manning para flujo uniforme y fuerza tractiva en tuberías parcialmente llenas.
- Resolución 0330 de 2017 (Arts. 141 y 143): fuerza tractiva mínima y relación máxima de llenado.

2.1. Ecuación de Manning

$$V = (1/n) \cdot R^{(2/3)} \cdot S^{(1/2)}$$

donde V es la velocidad del flujo (m/s), n el coeficiente de rugosidad de Manning, R el radio hidráulico (m) y S la pendiente hidráulica (m/m).

2.2. Fuerza tractiva



$$\tau = \gamma \cdot R \cdot S$$

donde τ es la fuerza tractiva (Pa), γ el peso específico del agua (N/m³), R el radio hidráulico (m) y S la pendiente (m/m). Su cumplimiento garantiza la capacidad de autolimpieza de la red.

2.3. Criterios generales de diseño

- Transporte completamente por gravedad y flujo parcialmente lleno en los colectores.
- Tuberías sanitarias en PVC ($n = 0,009$), diámetros 2", 4" y 6" según planos.
- Pendientes entre 1,0 % y 4,0 %, verificadas mediante la ecuación de Manning.
- Ventilación mediante válvulas Minivent y ventilaciones de 2" indicadas en planos.
- Trampa de grasas para las aguas de cocina, previa a la incorporación a la red.
- Descarga final al alcantarillado público existente del municipio (Carrera 8).

3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA SANITARIO

3.1. Generalidades

La red sanitaria recolecta y transporta las aguas residuales domésticas generadas en el bloque nuevo de aulas de dos (2) pisos (aulas de primaria y preescolar, comedor, cocina, sala de profesores y baterías sanitarias) hasta el alcantarillado público existente. El sistema funciona completamente por gravedad, sin estaciones de bombeo. A diferencia de proyectos de un solo nivel, el bloque nuevo cuenta con baterías sanitarias en el segundo piso, cuyas descargas se conducen mediante cuatro (4) bajantes sanitarios de PVC de 4" (plano SAN-104) hasta las cajas de inspección del primer piso.

3.2. Configuración general del sistema

El sistema está conformado por: (a) ramales de descarga de 2" y 4" que reciben cada aparato a través de su sifón; (b) bajantes sanitarios de 4" que conducen las descargas del segundo piso; (c) colectores horizontales de 4" enterrados, que reúnen progresivamente los caudales a través de las cajas de inspección AN C1 a AN C6; y (d) el colector final de 6" que entrega a la red pública. La cocina descarga a través de una trampa de grasas antes de incorporarse a la caja AN C2, protegiendo la red contra obstrucciones por grasas.

La secuencia de funcionamiento es: **Aparatos sanitarios** → **Ramales de descarga** → **Bajantes (piso 2)** → **Cajas de inspección (AN C1–AN C6)** → **Colector principal** → **Conexión 6"** → **Alcantarillado público existente 8"** (Carrera 8).

3.3. Organización de la red sanitaria — zonas

Zona / Caja	Ambiente	Aparatos
AN C3	Baños aulas preescolar (2 baños)	2 inodoros + 2 lavamanos
AN C3	Baños sala de profesores	2 inodoros + 2 lavamanos
AN C2 (trampa de grasas)	Cocina y zona de servicio	3 lavaplatos + poceta de aseo
AN C4	Batería sanitaria mujeres — piso 1	5 inodoros + 4 lavamanos
AN C4	Batería sanitaria hombres — piso 1	4 inodoros + 2 orinales + 4 lavamanos
Bajantes BS-1 a BS-4	Batería sanitaria mujeres — piso 2	5 inodoros + 4 lavamanos
Bajantes BS-1 a BS-4	Batería sanitaria hombres — piso 2	4 inodoros + 2 orinales + 4 lavamanos
AN C5 / AN C6	Bebederos y aseo	2 bebederos + 1 poceta

Tabla 3-1. Zonas sanitarias del proyecto (planos SAN-102 / SAN-103 / SAN-104).

4. PARÁMETROS GENERALES DE DISEÑO HIDRÁULICO

El diseño verifica simultáneamente el caudal máximo probable, la velocidad del flujo, la capacidad hidráulica, la relación de llenado (y/D), la relación de utilización (q/Q), la relación de velocidades (v/V) y la fuerza tractiva, empleando las relaciones hidráulicas para tuberías circulares parcialmente llenas del RAS.



Parámetro	Valor	Unidad	Referencia
Tipo de uso	Institucional (escuela)	—	Proyecto
Coefficiente de Manning (n)	0,009	adim.	RAS 2000 Título D — PVC
Fuerza tractiva mínima (τ)	1,0	Pa	Art. 141, Res. 0330 de 2017
Relación y/D y q/Q máxima	0,75	adim.	RAS / Art. 143, Res. 0330
Velocidad mínima	0,60	m/s	NTC 1500
Velocidad máxima	5,00	m/s	NTC 1500
Pendientes adoptadas	1,0 – 2,0	%	Diseño (planos SAN)
Peso específico del agua (γ)	9.810	N/m³	Valor estándar

Tabla 4-1. Parámetros de diseño hidráulico.

5. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL MÁXIMO PROBABLE — MÉTODO DE HUNTER

5.1. Principio del método

En una institución educativa el uso de los sanitarios ocurre de manera intermitente y aleatoria, por lo que el caudal real es considerablemente menor que la suma de las descargas individuales. La NTC 1500 adopta el Método de Hunter, que asigna a cada aparato un número de Unidades de Hunter (UH) y transforma el total acumulado en un caudal máximo probable mediante las curvas probabilísticas de Hunter.

5.2. Inventario de aparatos sanitarios

Con base en los planos hidrosanitarios SAN-102, SAN-103 y SAN-104 se identificó el siguiente inventario:

Aparato sanitario	UH/aparato (tanque)	Cantidad	Total UH
Inodoro tanque	3	22	66
Orinal	2	4	8
Lavamanos	1	20	20
Lavaplatos (cocina)	2	3	6
Lavadero / poceta de aseo	2	2	4
Bebedero	0,5	2	1
TOTAL UH del proyecto	—	53	105

Tabla 5-1. Inventario de aparatos sanitarios y Unidades de Hunter.

5.3. Cálculo de las Unidades de Hunter y conversión a caudal

$$UH_T = \sum UH_i = 105$$

Consultando las curvas de Hunter adoptadas por la NTC 1500 para UH = 105 (aparatos con tanque), se obtiene el caudal máximo probable:

$$Q = 2,72 \text{ L/s}$$

Este valor, significativamente inferior a la suma de las descargas individuales, representa el caudal base empleado en todos los cálculos hidráulicos de los capítulos siguientes. La red opera bajo un régimen probabilístico: mientras algunos aparatos descargan, otros permanecen inactivos.

5.4. Resumen de resultados

Parámetro	Valor
Total de Unidades de Hunter	105 UH
Método de cálculo	Hunter (NTC 1500)
Caudal máximo probable	2,72 L/s
Tipo de descarga	Probabilística



Parámetro	Valor
Destino final	Alcantarillado público existente — Carrera 8

Tabla 5-2. Resumen unidades Hunter y caudal de diseño.

6. BAJANTES SANITARIOS

El segundo piso del bloque nuevo alberga las baterías sanitarias de hombres y mujeres, cuyas descargas se conducen mediante cuatro (4) bajantes sanitarios de PVC de 4" (plano SAN-104) hasta las cajas de inspección del primer piso. La carga total del segundo piso es de 39 UH, distribuida en los cuatro bajantes (≈ 10 UH por bajante).

De acuerdo con la NTC 1500, un bajante sanitario de 4" en edificaciones de hasta tres pisos admite hasta 240 UH, por lo que la utilización de cada bajante es inferior al 5 % de su capacidad:

Bajante	Ø	UH asignadas	Capacidad NTC 1500 (UH)	Utilización	Verif.
BS-1	4"	10	240	4,2 %	✓
BS-2	4"	10	240	4,2 %	✓
BS-3	4"	10	240	4,2 %	✓
BS-4	4"	9	240	3,8 %	✓

Tabla 6-1. Verificación de bajantes sanitarios.

Cada bajante se prolonga con ventilación de 2" según planos, y descarga en su caja de inspección mediante un tramo horizontal de transición con pendiente del 1,0 %.

7. DISEÑO HIDRÁULICO DE LOS COLECTORES SANITARIOS

7.1. Parámetros geométricos

Para el cálculo hidráulico se emplean las dimensiones interiores reales de las tuberías de PVC sanitario:

Diám. nominal	Diám. ext. (mm)	Diám. int. (mm)	Espesor (mm)	Manning n
2"	60,32	58,48	2,92	0,009
3"	82,56	76,20	3,18	0,009
4"	110,00	107,40	3,30	0,009
6"	168,00	160,20	4,12	0,009
8"	200,00	182,00	9,00	0,009

Tabla 7-1. Diámetros hidráulicos de tubería PVC sanitaria.

7.2. Metodología de cálculo

Para cada tramo se determinó el número acumulado de Unidades de Hunter, su conversión a caudal máximo probable, la selección del diámetro y la pendiente, el cálculo de la capacidad a sección llena mediante Manning y continuidad ($Q = A \cdot V$), la relación de utilización q/Q , y las relaciones hidráulicas para flujo parcialmente lleno (y/D , v/V) resolviendo iterativamente el ángulo mojado de la sección circular; finalmente la velocidad efectiva v y la fuerza tractiva $\tau = \gamma \cdot R_h \cdot S$ con el radio hidráulico efectivo del flujo parcial.

7.3. Desarrollo del cálculo del tramo crítico (AN C6 → Red existente)

El tramo final transporta la totalidad del caudal sanitario (105 UH) y representa la condición de diseño más desfavorable:

Parámetro	Valor
Tramo	AN C6 → Conexión red existente (Carrera 8)
Unidades Hunter	105
Caudal de diseño	2,72 L/s
Diámetro	6" ($D_{int} = 160,2$ mm)



Parámetro	Valor
Pendiente	1,00 %
Manning	0,009

Tabla 7-2. Parámetros de cálculo del tramo crítico.

Área hidráulica

$$A = \pi \cdot (0,1602)^2 / 4 = 0,020156 \text{ m}^2$$

Radio hidráulico a sección llena

$$R = 0,1602 / 4 = 0,04005 \text{ m}$$

Velocidad a sección llena

$$V = (1/0,009) \cdot (0,04005)^{(2/3)} \cdot (0,010)^{(1/2)} = 1,301 \text{ m/s}$$

Capacidad hidráulica

$$Q = A \cdot V = 0,020156 \times 1,301 = 0,026216 \text{ m}^3/\text{s} = 26,216 \text{ L/s}$$

Relación de utilización

$$q/Q = 2,72 / 26,216 = 0,104$$

Relaciones hidráulicas (flujo parcialmente lleno)

$$v/V = 0,646 \quad y/D = 0,218$$

Velocidad efectiva

$$v = 0,646 \times 1,301 = 0,84 \text{ m/s}$$

Fuerza tractiva

$$\tau = \gamma \cdot R_h \cdot S = 9.810 \times 0,0208 \times 0,010 = 2,04 \text{ Pa}$$

El tramo crítico cumple todos los criterios: $q/Q = 0,104 \ll 0,75$; $y/D = 0,218 \ll 0,75$; $v = 0,84 \text{ m/s} \geq 0,60 \text{ m/s}$; $\tau = 2,04 \text{ Pa} \geq 1,0 \text{ Pa}$.

7.4. Verificación hidráulica de la red sanitaria

El mismo análisis se aplicó a la totalidad de los colectores, siguiendo el recorrido de las cajas AN C1 a AN C6 de los planos SAN-101 y SAN-102. En los ramales iniciales de bajo caudal (preescolar–profesores y cocina) se adoptó pendiente del 2,0 % para garantizar la autolimpieza:

Tramo	UH	q (L/s)	Ø	S (%)	Q _{II} (L/s)	q/Q	y/D	v (m/s)	v/V	τ (Pa)	Verif.
AN C3 → AN C2	16	0,70	4"	2,0	12,76	0,055	0,159	0,76	0,536	2,07	✓
Cocina/T. grasas → AN C2	8	0,43	4"	2,0	12,76	0,033	0,125	0,65	0,462	1,65	✓
AN C2 → AN C1	24	0,94	4"	1,0	9,03	0,104	0,218	0,64	0,647	1,37	✓
AN C1 → AN C5	25	0,97	4"	1,0	9,03	0,107	0,221	0,65	0,653	1,39	✓
AN C4 → AN C5	79	2,22	4"	1,0	9,03	0,246	0,338	0,82	0,827	1,98	✓
AN C5 → AN C6	104	2,70	4"	1,0	9,03	0,299	0,375	0,87	0,874	2,15	✓
AN C6 → Red exist. Cra 8	105	2,72	6"	1,0	26,22	0,104	0,218	0,84	0,646	2,04	✓

Tabla 7-3. Verificación hidráulica de los colectores sanitarios (flujo parcialmente lleno).

7.5. Interpretación de los resultados

La relación q/Q presenta valores entre 0,033 y 0,299, indicando que ningún tramo trabaja cercano a su capacidad máxima. Las velocidades efectivas varían entre 0,64 y 0,87 m/s, superiores al mínimo de autolimpieza de 0,60 m/s. La relación de llenado y/D oscila entre 0,125 y 0,375, muy inferior al límite de 0,75, asegurando flujo parcialmente lleno y la correcta ventilación del sistema. La fuerza tractiva mínima obtenida es de 1,37 Pa (2,04 Pa en el tramo crítico), superior al mínimo normativo de 1,0 Pa. En consecuencia, los diámetros de 4" y 6" adoptados son suficientes para transportar el caudal máximo probable de 2,72 L/s con amplios márgenes de seguridad.



8. PUNTO DE DESCARGA — ALCANTARILLADO PÚBLICO EXISTENTE

El tramo final de la red (AN C6 → conexión) conduce la totalidad del caudal sanitario (105 UH = 2,72 L/s) hasta la red pública. Conforme al plano SAN-101, el punto de descarga corresponde a la tubería existente de 8" del alcantarillado municipal que discurre por la Carrera 8, a la altura del portón de acceso de la institución, mediante una conexión en tubería PVC de 6".

Parámetro	Valor	Referencia
Caudal de diseño en el tramo final	2,72 L/s (105 UH)	Método de Hunter
Tubería de conexión	PVC 6" ($\varnothing_{int}$ 160,2 mm)	Colector AN C6 → red
Pendiente del colector final	1,0 %	Diseño hidráulico
Punto de descarga	Red existente 8" — Carrera 8, sector portón	Plano SAN-101
Sistema de alcantarillado	Público existente — municipio de Pailitas	Disponible en el frente del predio
Utilización de la conexión	q/Q = 0,104	Verificación hidráulica

Tabla 8-1. Datos del punto de descarga.

La utilización del 10,4 % de la capacidad de la conexión garantiza plena compatibilidad hidráulica entre la red interna y el sistema público, incluso ante futuros incrementos de la población estudiantil.

9. DISEÑO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN SANITARIA

9.1. Descripción y justificación

La ventilación mantiene el equilibrio de presiones dentro de las tuberías durante las descargas, evitando la pérdida del sello hidráulico de los sifones y el ingreso de gases a las edificaciones. Para el bloque nuevo se adoptó un sistema mixto conforme a los planos: válvulas de admisión de aire tipo Minivent en los ramales de baños y cocina, complementadas con las ventilaciones de 2" (VENT 2") que prolongan los bajantes sanitarios del segundo piso, garantizando la ventilación primaria de las columnas.

9.2. Criterios de instalación (NTC 1500)

- Una válvula Minivent cubre hasta 6 aparatos sanitarios en un radio máximo de 3,00 m.
- Capacidad de ventilación de cada válvula: 7,2 L/s de caudal de aire.
- Instalación a no menos de 150 mm por encima de la cota de vertimiento del aparato más alto del ramal, en posición vertical y en sitio accesible.
- No se permite su instalación en espacios completamente cerrados sin ventilación al exterior.

9.3. Inventario de válvulas Minivent

Zona / Ambiente	N° aparatos	N° válvulas	Criterio
Batería mujeres — piso 1	9	2	Grupos de ≤ 6
Batería hombres — piso 1	10	2	Grupos de ≤ 6
Baños aulas preescolar	4	2	1 por baño
Baños sala de profesores	4	1	≤ 6 aparatos/válvula
Cocina (lavaplatos + aseo)	4	1	≤ 6 aparatos/válvula
Batería mujeres — piso 2	9	2	Grupos de ≤ 6
Batería hombres — piso 2	10	2	Grupos de ≤ 6
Bebederos / aseo	3	1	≤ 6 aparatos/válvula
TOTAL	53	13	—

Tabla 9-1. Válvulas Minivent requeridas por zona.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



- El diseño de la red sanitaria y del sistema de ventilación fue desarrollado conforme a la NTC 1500, el RAS y la Resolución 0330 de 2017.
- Mediante el Método de Hunter se determinó un caudal máximo probable de 2,72 L/s (105 UH), utilizado como base para el dimensionamiento hidráulico.
- Los cuatro bajantes sanitarios de 4" del segundo piso operan por debajo del 5 % de su capacidad según NTC 1500.
- Las verificaciones mediante Manning y relaciones hidráulicas para flujo parcialmente lleno demuestran que los colectores de 4" y 6" poseen capacidad suficiente ($q/Q \leq 0,30$; $y/D \leq 0,38$), con velocidades de 0,64 a 0,87 m/s y fuerza tractiva mínima de 1,37 Pa, garantizando la autolimpieza.
- La trampa de grasas de la cocina deberá recibir mantenimiento periódico (limpieza como mínimo mensual) para preservar su eficiencia y evitar el paso de grasas a la red.
- El sistema de ventilación mediante válvulas Minivent, complementado con las ventilaciones de 2" de los bajantes, protege el sello hidráulico de los aparatos.
- La red descarga la totalidad de las aguas residuales al alcantarillado público existente de 8" en la Carrera 8, mediante conexión de 6" con utilización del 10,4 %.
- Instalar las tuberías sobre cama de apoyo adecuada, rellenar por capas, verificar hermeticidad de uniones y realizar pruebas de funcionamiento antes de la puesta en servicio.
- Instalar las válvulas Minivent en posición vertical y accesible; implementar mantenimiento preventivo de cajas de inspección, colectores, trampa de grasas y dispositivos de ventilación.
- Ejecutar la instalación respetando las pendientes, alineaciones y diámetros indicados en los planos SAN-101 a SAN-104 y en la presente memoria; ante futuras ampliaciones, verificar nuevamente el caudal de diseño.