

Práctica Empresarial como Ingeniera de Apoyo Apoyo en el Diseño de Redes Sanitarias y Contra Incendios de los Proyectos de Edificación Urbana de la Empresa INGVECO S.A.S.

Diana Carolina Alarcón Durán

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniera Civil

Director

Homer Armando Buelvas Moya

MSc. En Gerencia y Evaluación de Proyectos

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingeniería Físico-mecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Ingeniería Civil

Bucaramanga

2022

### **Agradecimientos**

Agradezco a Dios, por permitirme culminar esta etapa tan importante en mi vida, a mi familia, por apoyarme y ser parte de cada uno de mis proyectos, a mis profesores, ya que fueron muy importantes en mi proceso de aprendizaje y a la empresa Ingveco S.A.S. por darme la oportunidad de realizar mi práctica empresarial.

**Tabla de Contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción.....	11
1. Objetivos.....	13
1.1 Objetivo General.....	13
1.2 Objetivos Específicos.....	13
2. Marco de Referencia.....	14
2.1 Marco Teórico.....	14
2.1.1 Seguimiento y Control.....	14
2.1.2 Instalaciones Sanitarias.....	14
2.1.3 Instalaciones Contra Incendio.....	14
2.2 Marco Conceptual.....	15
2.2.1 Bombeo.....	15
2.2.2 Tubería Vertical o de Elevación.....	15
2.2.3 Unidades de Suministro.....	15
2.2.4 Bajante.....	15
2.2.5 Ramal.....	15
2.2.6 Rociador Automático.....	16
2.2.7 Ecuación de Hazen-Williams.....	16
2.2.8 Ecuación de Bernoulli.....	16
2.2.9 Número de Froude (F).....	17
2.2.10 Rugosidades.....	17

2.2.11 Unidades de Descarga por Aparato y Diámetros de Conexión.....	17
2.2.12 Longitud Máxima de Circuitos de Ventilación.....	19
2.2.13 Dimensiones de los Tubos de Ventilación Principal.....	19
2.2.14 Periodo de Retorno.....	20
2.2.15 Coeficiente de escorrentía.....	20
2.2.16 Caudal de Diseño.....	20
2.2.17 Dimensiones de los Bajantes de Aguas Lluvias.....	21
2.2.18 Dimensionamiento de las Tuberías Horizontales de Aguas Lluvias.....	21
2.3 Marco Legal.....	22
2.3.1 Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS, 2017).....	22
2.3.2 Norma de Construcción Sismo Resistente 2010 (NRS, 2010).....	22
2.3.2.1 Título J. Requisitos de protección contra incendios en edificaciones.....	22
2.3.2.2 Título K. Requisitos complementarios.....	22
2.3.3 Normas Técnicas Colombianas NTC.....	23
2.3.4 National Fire Protection Association NFPA - Norma de Referencia.....	23
2.3.5 Ingveco S.A.S.....	23
3. Desarrollo de la Práctica.....	24
3.1 Apoyo del Proceso de Diseño de Redes Sanitarias y Contra Incendios Elaborando Planos...24	
3.1.1 Proyecto residencial Tatika.....	24
3.1.2 Revisión de Especificaciones Técnicas de Diseño.....	25
3.1.3 Red Contra Incendio.....	26
3.1.4 Red Sanitaria.....	26
3.1.5 Estudio de Planos Arquitectónicos.....	27

3.1.6 Diseño de Redes Contra Incendio .....	27
3.1.7 Elaboración de Planos de Diseño de las Redes Contra Incendio .....	28
3.1.8 Diseño de Red Sanitaria.....	30
3.2 Realizar Revisiones de Aspectos Técnicos y Normativos Relacionados a las Redes Sanitarias y Contra Incendios Aplicables en Proyectos Estándar de Construcción Urbana .....	35
3.3 Plantear un Resumen Ejecutivo Tipo Guía de Chequeo Donde se Establezcan las Principales Variables de Diseño Hidrosanitario y Contra Incendios de la Normativa Nacional e Internacional Aplicables .....	36
3.3.1 Variables de Diseño Contra Incendios .....	36
3.3.2 Cálculos Generales Para el Diseño de las Redes Contra Incendio.....	37
3.3.3 Cálculos Para el Diseño de las RCI.....	37
3.3.4 Cálculo del Equipo de Presión Para el Diseño de las RCI .....	38
3.3.5 Variables de Diseño Sanitario.....	38
3.3.6 Variables Generales de Diseño Para Instalaciones Sanitarias Internas y de Red de Alcantarillado Exterior.....	38
3.3.7 Instalaciones Sanitarias Internas Aguas Lluvias .....	39
4. Conclusiones .....	40
Referencias Bibliográficas.....	41
Apéndices .....	45

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Rugosidades de Manning .....	17
Tabla 2. Unidades de descarga .....	18
Tabla 3. Número de Unidades de Descarga .....	18
Tabla 4. Longitudes Máximas de Ventilación.....	19
Tabla 5. Dimensiones de la Ventilación Principal.....	19
Tabla 6. Dimensionamiento de Desagües Principales de la Cubierta, los Ramales y los Bajantes de Lluvias .....	21
Tabla 7. Dimensiones de Tubería Horizontal de Agua Lluvia .....	21

**Lista de Figuras**

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Proyecto residencial Tatika.....	24
Figura 2. Plano arquitectónico depurado de la planta tipo del edificio residencial Tatika .....	27
Figura 3. Diseño de Red Contra Incendio del Sótano 2 del Edificio Residencial Tatika .....	28
Figura 4. Diseño de Red Contra Incendio del Sótano 1 del Edificio Residencial Tatika .....	29
Figura 5. Diseño de Red Contra Incendio del Piso 1 del Edificio Residencial Tatika .....	29
Figura 6. Diseño de Red Hidrosanitaria del Sótano 2 del Edificio Residencial Tatika .....	31
Figura 7. Diseño de Red Hidrosanitaria del Sótano 1 del Edificio Residencial Tatika .....	32
Figura 8. Diseño de Red Sanitaria del Piso 1 del Edificio Residencial Tatika.....	32
Figura 9. Diseño de Red Sanitaria del Piso 2 del Edificio Residencial Tatika.....	33
Figura 10. Diseño de Red Sanitaria del Piso 3 al 19 del Edificio Residencial Tatika .....	34
Figura 11. Diseño de Red Sanitaria de la Cubierta del Edificio Residencial Tatika .....	34

**Lista de Apéndices**

	<b>Pág.</b>
Apéndice A. Planos.....	45
Apéndice B. Resumen Ejecutivo Memorias.....	45

## Resumen

**Título:** Práctica empresarial como ingeniera de apoyo apoyo en el diseño de redes sanitarias y contra incendios de los proyectos de edificación urbana de la empresa Ingveco S.A.S.\*

**Autor:** Diana Carolina Alarcón Durán\*\*

**Palabras Clave:** Seguridad, red contra incendios, red sanitaria, normatividad, parámetros de diseño.

**Descripción:** La seguridad en las edificaciones es un tema al cual no se le ha dado la importancia requerida, de tal forma que no se realiza la supervisión adecuada al diseño y mantenimiento de los sistemas de redes ni de los equipos que se encuentren instalados en las edificaciones. El presente documento hace énfasis sobre la importancia del control en el diseño de redes hidrosanitarias y contra incendios en las edificaciones, para esto se debe tener en cuenta la normatividad vigente nacional e internacional, donde se encuentra la Norma Sismo Resistente NRS (2010), la Norma Técnica Colombiana NTC, y normas de referenciación como la National Fire Protection Association NFPA, en donde se puede encontrar cuáles son los parámetros de diseño para que dichas redes sean aprobadas y además como es su debido mantenimiento. En este documento se evidencia cual es el desarrollo de las actividades de seguimiento y control al diseño de redes hidrosanitarias y contra incendios del proyecto residencial Tatika, en el cual se realizó el apoyo de la elaboración de una guía para el diseño de redes conforme con los parámetros que exige la normativa vigente, junto con variables de procesamiento de información como planos, especificaciones técnicas y memoria de cálculos del proyecto residencial Tatika.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingeniería Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Ingeniería Civil. Director: Homer Armando Buelvas Moya. MSc en gerencia y evaluación de proyectos.

### Abstract

**Title:** Business practice as support engineer support in the design of sanitary and fire protection networks for the urban building projects of Ingveco S.A.S.\*

**Author(s):** Diana Carolina Alarcón Durán\*\*

**Key Words:** Safety, fire protection network, sanitary network, regulations, design parameters.

**Description:** Safety in buildings is an issue that has not been given the required importance, so that the design and maintenance of network systems and equipment installed in buildings is not adequately supervised. This document emphasizes the importance of control in the design of hydrosanitary and fire protection networks in buildings, for this should take into account the current national and international regulations, where you can find the Seismic Resistant Standard NRS (2010), the Colombian Technical Standard NTC, and referencing standards such as the National Fire Protection Association NFPA, where you can find what are the design parameters for such networks to be approved and also how is their proper maintenance. This document shows the development of the monitoring and control activities for the design of the hydrosanitary and fire protection networks of the Tatika residential project, in which support was provided for the preparation of a guide for the design of networks in accordance with the parameters required by current regulations, together with information processing variables such as plans, technical specifications and calculation memory of the Tatika residential project.

---

\* Degree Work

\*\* Faculty of Physicomechanical Engineering. Civil Engineering School. Civil Engineering. Director: Homero Armando Buelvas Moya. MSc in project management and evaluation.

## Introducción

El diseño de instalaciones hidrosanitarias y contra incendio son igual de importantes que cualquier otro diseño que se realice en la construcción de cualquier proyecto urbano, ya que se puede encontrar que en obras donde no se aplicaron criterios normativos y técnicos apropiados se han presentado consecuencias con posibles daños a corto o largo plazo de su estructura. Ejemplos como un edificio en San Francisco (California), donde un incendio dejó inhabitables 23 apartamentos ya que no se contaba con un buen diseño de protección con rociadores (Bigda, 2021), dejando así problemas en términos económicos y estructurales debido a que no se hizo cumplimiento de la normatividad, una importante razón para darle importancia al diseño de redes.

Es necesario que las instalaciones sanitarias, contra incendio y de gas se refieran a una norma técnica tal como el reglamento colombiano de construcción sismo resistente NRS (2010), el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS (2017) y las normas técnicas colombianas NTC, ya sea mediante el título K y J de la NRS (2010), el RAS (2017) y las NTC-2301 (2011) y NTC-1669 (2009), así mismo, se usan normas de referenciación tales como la NFPA-13 (2019) las cuales sirven como referencia para los productos de diseño.

Mediante la práctica empresarial se realizó el apoyo al diseño de redes hidrosanitarias y contra incendios del proyecto residencial Tatika Torre 2, elaborando planos, memorias de cálculo y especificaciones de dicho proyecto, así mismo, se realizaron revisiones de aspectos normativos aplicables en los proyectos de construcción urbana de la empresa Ingveco S.A.S. y se planteó un resumen ejecutivo tipo guía de chequeo de las principales variables de diseño hidrosanitario y contra incendios de la normatividad nacional e internacional aplicables, que pueden ser de gran

ayuda para la ejecución de nuevos diseños y el aumento de la seguridad contra incendios y de los otros sistemas en otros proyectos.

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo General**

Realizar las actividades de apoyo como ingeniera auxiliar en el diseño de redes sanitarias y contra incendios de los proyectos de edificación desarrollados por la empresa INGVECO S.A.S.

### **1.2 Objetivos Específicos**

Apoyar el proceso de diseño de redes sanitarias y contra incendios elaborando planos, memorias de cálculo y especificaciones de los proyectos de Ingveco S.A.S.

Realizar revisiones de aspectos técnicos y normativos relacionados a las redes sanitarias y contra incendios aplicables en proyectos estándar de construcción urbana.

Plantear un resumen ejecutivo tipo guía de chequeo donde se establezcan las principales variables de diseño hidrosanitario y contra incendios de la normativa nacional e internacional aplicables.

## **2. Marco de Referencia**

### **2.1 Marco Teórico**

#### ***2.1.1 Seguimiento y Control***

El procedimiento de Seguimiento y Control del Proyecto establece el conjunto de acciones que se llevarán a cabo para la comprobación de la correcta ejecución de las actividades del proyecto establecidas en la planificación del mismo. Su propósito es proporcionar un entendimiento del progreso del proyecto de forma que se puedan tomar las acciones correctivas apropiadas cuando la ejecución del proyecto se desvíe significativamente de su planificación. (Junta de Andalucía, 2021, párr. 1)

#### ***2.1.2 Instalaciones Sanitarias***

Las instalaciones sanitarias se refieren “al conjunto de conductos que sirven para evacuar las aguas negras o servidas en todos los aparatos sanitarios de una edificación, y son transportadas hasta el alcantarillado, pozo séptico o la fuente” (Arqhys Arquitectura, 2012, párr. 1).

#### ***2.1.3 Instalaciones Contra Incendio***

Las instalaciones de agua contra incendios son tuberías de instalación fija con dispositivos de cierre para la conexión de mangueras y diferentes sistemas de boquillas. Se trata de un conjunto de fuentes de agua, equipos de impulsión y red general de incendios que deben asegurar un correcto caudal y presión del agua necesarios durante el tiempo que sea necesario para la extinción de un incendio en el caso de generarse. (Arnabat, 2020, párr. 1)

## **2.2 Marco Conceptual**

### **2.2.1 Bombeo**

La bomba es un dispositivo empleado para elevar el agua u otro líquido, puesto que son herramientas que agrega al flujo y añaden energía a los líquidos, intercambiando energía a través del movimiento de los álabes. Una bomba no desarrolla ninguna energía propia. Simplemente transfiere la fuerza de una fuente de energía, para poner en movimiento un líquido (Mataxi, como se citó en Sandoval y Parrado, 2018, p. 24)

### **2.2.2 Tubería Vertical o de Elevación**

“Tubería hidráulica de suministro que se extiende a través de uno o más pisos para conducir agua a los ramales hidráulicos o a un grupo de aparatos sanitarios” (Fernández, 2019, p. 18).

### **2.2.3 Unidades de Suministro**

“Es la cantidad de unidades de consumo por los aparatos sanitarios requeridos para un funcionamiento óptimo. Se define como el caudal máximo demandado por los aparatos para realizar el diseño hidráulico de una edificación” (Fernández, 2019, p. 19).

### **2.2.4 Bajante**

“Término general para cualquier tubería vertical de evacuación de aguas residuales, ventilación o de conductor interno que se extiende por lo menos un piso de altura de construcción con o sin desplazamientos” (Fernández, 2019, p. 16).

### **2.2.5 Ramal**

“Cualquier parte del sistema de tubería excepto la tubería vertical montante, bajante o principal” (Fernández, 2019, p. 17).

### 2.2.6 Rociador Automático

Los rociadores automáticos son dispositivos que se accionan frente al aumento de temperatura ambiente y expulsan el agua que llega a través de las tuberías y actúa como agente extintor, para sofocar el fuego o evitar su propagación (National Fire Protection Association, 2019, p. 5).

### 2.2.7 Ecuación de Hazen-Williams

“Para el cálculo de las pérdidas por fricción en las tuberías de suministro, se utiliza la fórmula de Hazen Williams" (Fernández, 2019, p. 19).

La ecuación 1 corresponde a la ecuación de Hazen Williams.

$$J = 1.000 \left( \frac{Q}{280 * C * D * 2.63} \right)^{1.85} \quad (1)$$

Donde:

J = Perdidas por fricción

Q = Caudal transportado = lts/seg

D = Diámetro nominal = MTS

C = Acero = 120

C = Coeficiente de rugosidad

### 2.2.8 Ecuación de Bernoulli

“Para el cálculo de presión en los extremos se utiliza la ecuación de Bernoulli” (Fernández, 2019, p. 19).

La ecuación 2 corresponde a la ecuación de Bernoulli.

$$\frac{P_1}{r} + \frac{V_1^2}{2 * g} + z_1 + hb = \left( \frac{P_2}{r} + \frac{V_2^2}{2 * g} + z_2 \right) + hf + hm \quad (2)$$

Donde: h y hf = Longitud tubería + Longitud equivalente por accesorios.

### 2.2.9 Número de Froude ( $F$ )

El régimen de un flujo se encuentra definido por la expresión del número de Froude. El número de Froude se define como la relación de las fuerzas de inercia entre las de gravedad que actúan en un fluido  $\rho$ , dicho de otra forma, es el cociente entre la velocidad media y la celeridad relativa de la onda dinámica (Jiménez, 2015, p. 12)

### 2.2.10 Rugosidades

La rugosidad de las paredes de los canales y tuberías es función del material con que están contruidos, el acabado de la construcción y el tiempo de uso. Los valores son determinados en mediciones tanto de laboratorio como en el campo. (Pinto, 2009, párr. 2)

**Tabla 1**

*Rugosidades de Manning*

<b>Tipo de tubería/material</b>	<b>Rugosidad de Manning</b>
Conducciones en PVC	n= 0.0010
Conducciones en GRES	n= 0.0014
Conducciones en CONCRETO	n= 0.0013
Canales en CONCRETO	n= 0.0017

*Nota.* Rugosidad de Manning dependiendo del tipo de tubería/material. Adaptado de Mejía y Arias (2020)

### 2.2.11 Unidades de Descarga por Aparato y Diámetros de Conexión

“Se define como unidad de descarga a un número abstracto a través del cual se mide la descarga probable de varios tipos de piezas sanitarias al correspondiente sistema de desagüe” (Aguamarket, 2021, párr. 1).

**Tabla 2***Unidades de descarga*

<b>Aparato</b>	<b>Diámetro min. de conexión</b>	<b>Unidades de descarga (UD)</b>
Inodoro fluxómetro	4"	10
Inodoro tanque	4"	5
Lavamanos llave	2"	4
Ducha	2"	4
Ducha	2"	2
Orinal fluxómetro	¾"	5
Orinal llave	1 ½"	2
Tina o jacuzzi llave	2"	2
Lavaplatos	2"	4
Sifón de piso	2"	1
Inodoro tanque	4"	3
Lavamanos	2"	1

*Nota.* Unidades de descarga y diámetros mínimos de conexión para aparatos hidrosanitarios.

Adaptado de Norma Técnica Colombiana NTC-1500 (ICONTEC, 2004)

Así mismo se tiene el número máximo de unidades de descarga que puede ser conectado a los conductos horizontales y verticales.

**Tabla 3***Número de Unidades de Descarga*

<b>Diámetro del tubo (mm)</b>	<b>38</b>	<b>51</b>	<b>64</b>	<b>76</b>	<b>102</b>	<b>152</b>	<b>203</b>
<b>(pulgadas)</b>	<b>1 ½"</b>	<b>2"</b>	<b>2 ½"</b>	<b>3"</b>	<b>4"</b>	<b>6"</b>	<b>8"</b>
Unidades máximas tubería de desagüe horizontal	2	16	32	48	256	1380	3600
Unidades máximas tubería de desagüe horizontal P=21 mm/m	1	8	14	35	216	720	2640
Unidades máximas tubería de desagüe horizontal P=10 mm/m	1	6	11	28	173	576	2112
Longitud máxima tubería de desagüe vertical (metros)	65	85	148	212	300	510	750

*Nota.* En la tabla se muestra el número máximo de unidades de descarga que puede ser conectado a cada conducto. Adaptado de Norma Técnica Colombiana NTC-1500 (ICONTEC, 2004)

### 2.2.12 Longitud Máxima de Circuitos de Ventilación

“Extensión de una bajante sanitaria de aguas residuales o de aguas servidas por encima del ramal sanitario horizontal más alto conectado a la bajante” (Fernández, 2019, p. 16).

**Tabla 4**

*Longitudes Máximas de Ventilación*

Diámetro del ramal horizontal de desagüe	Número máximo de U. D.	Diámetro del tubo de ventilación					
		38 mm	51 mm	64 mm	76 mm	102 mm	
<b>Máxima longitud del tubo de ventilación (m)</b>							
38 mm	1 ½”	10	6				
51 mm	2”	12	4.5	12			
51 mm	2”	20	3	9			
76 mm	3”	10		6	12		
76 mm	3”	30			12	30	
76 mm	3”	60			4.8	24	
102 mm	4”	100			6	15.6	60
102 mm	4”	200			5.4	15	54
102 mm	4”	500			4.2	10.8	42

*Nota.* En la tabla se especifican las longitudes máximas de los circuitos de ventilación individual, dependiendo de su diámetro. Norma Técnica Colombiana NTC-1500 (ICONTEC, 2004)

### 2.2.13 Dimensiones de los Tubos de Ventilación Principal

**Tabla 5**

*Dimensiones de la Ventilación Principal*

Diámetro de la bajante	U.D ventiladas	Diámetro requerido para el tubo de ventilación principal				
		38 mm 1 ½”	51 mm 2”	64 mm 2 ½”	76 mm 3”	102 mm 4”
<b>Longitud máxima del tubo en metros</b>						
38 mm	1 ½”	8	45			
38mm	1 ½”	42	9	30	9	
51 mm	2”	12	23	60		
51 mm	2”	20	15	45		
64 mm	2 ½”	10	30			
76 mm	3”	10	9	30	60	180

76 mm	3"	30	18	60	150	
76 mm	3"	60	15	24	120	
102 mm	4"	100	11	30	78	300
102 mm	4"	200	9	27	75	270
102 mm	4"	500	6	21	54	210
127 mm	5"	200		11	24	105
127 mm	5"	500		9	21	90
127 mm	5"	1100		6	15	60
152 mm	6"	350		8	15	60
152 mm	6"	620		5	9	38
152 mm	6"	960			7	30

*Nota.* En la tabla se especifican las dimensiones máximas de la tubería de ventilación principal, dependiendo de su diámetro. Adaptado de Norma Técnica Colombiana NTC-1500 (ICONTEC, 2004)

#### **2.2.14 Periodo de Retorno**

El período de retorno, generalmente expresado en años, puede ser entendido como el número de años en que se espera que mediante se repita un cierto caudal, o un caudal mayor. Así podemos decir que el período de retorno de un caudal de 100 m<sup>3</sup>/s, para una sección específica de un río determinado, es de 20 años, si, caudales iguales o mayores de 100 m<sup>3</sup>/s se producen, en media a cada 20 años (Sens Agent, 2013, párr. 4).

#### **2.2.15 Coeficiente de escorrentía**

“Intensidad de precipitación es igual a precipitación/tiempo. recipiente de medida no influye en el espesor de la lámina de agua recogida. La intensidad de precipitación, aunque conceptualmente se refiere a un instante, suele expresarse en mm/hora” (Sánchez, 2018, p. 1).

#### **2.2.16 Caudal de Diseño**

“Caudal estimado con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado” (Sandoval y Parrado, 2018, p. 13).

### 2.2.17 Dimensiones de los Bajantes de Aguas Lluvias

**Tabla 6**

*Dimensionamiento de Desagües Principales de la Cubierta, los Ramales y los Bajantes de Lluvias*

Diámetro nominal	Caudal máximo	Áreas máximas permitidas proyectadas horizontalmente en m <sup>2</sup> para diferentes intensidades de lluvia			
		75 mm/h	100 mm/h	125 mm/h	150 mm/h
75	4.2	200	150	120	100
100	9.1	429	321	257	214
125	16.5	778	583	467	398
150	26.8	1263	948	758	632
200	57.6	2725	2044	1635	1363

Las dimensiones de bajantes y colectores están basadas en los caudales correspondientes a una relación de llenado de 24/7

*Nota.* En la tabla se establecen los valores para el dimensionamiento de desagües de aguas lluvias de acuerdo con las áreas máximas permitidas. Adaptado de Norma Técnica Colombiana NTC-1500 (ICONTEC, 2004)

### 2.2.18 Dimensionamiento de las Tuberías Horizontales de Aguas Lluvias

**Tabla 7**

*Dimensiones de Tubería Horizontal de Agua Lluvia*

Diámetro nominal	Caudal (L/s) con pendiente	Áreas máximas permitidas m <sup>2</sup> de cubiertas proyectadas horizontales para diferentes precipitaciones					
		25 mm/h	50 mm/h	75 mm/h	100 mm/h	125 mm/h	150 mm/h
75	1.0%			100	75	60	50
100	4.9	700	350	233	175	140	116
125	8.8	1241	621	414	310	248	207
150	14	1988	994	663	497	398	331
200	30.2	4273	2137	1424	1068	855	713
250	54.3	7692	3846	2564	1923	1540	1282
300	87.3	12375	6187	4125	3094	2476	2062
375	156	22110	11055	7370	5528	4422	3683

Diámetro nominal	Caudal (L/s) con pendiente	Áreas máximas permitidas m <sup>2</sup> de cubiertas proyectadas horizontales para diferentes precipitaciones					
		25 mm/h	50 mm/h	75 mm/h	100 mm/h	125 mm/h	150 mm/h
80	2.0%	431	216	144	108	86	72

100	6.9	985	4921	328	246	197	164
125	12.4	1754	877	585	438	351	292
150	19.8	2806	1403	935	701	361	468
200	42.7	6057	3029	2019	1514	1211	1009
250	76.6	10851	5425	3618	2713	2169	1807
300	123.2	17465	8733	5816	4366	3493	2912
375	220.2	31214	15607	10405	7804	6248	5202

*Nota.* En la tabla se establecen los valores para el dimensionamiento de los bajantes de aguas lluvias de acuerdo con las áreas máximas permitidas. Adaptado de Norma Técnica Colombiana NTC-1500 (ICONTEC, 2004)

## 2.3 Marco Legal

### 2.3.1 Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS, 2017)

El RAS (2017) “es una herramienta creada por el ministerio de vivienda en Colombia para mejorar la calidad de la prestación de servicios en agua potable y saneamiento básico, estas guías tienen mucha información de diseño” (p. 5).

### 2.3.2 Norma de Construcción Sismo Resistente 2010 (NRS, 2010)

El Reglamento Colombiano NRS (2010) “emplea como método de diseño estructural el diseño por factores de carga y resistencia LRFD” (p. 8).

**2.3.2.1 Título J. Requisitos de protección contra incendios en edificaciones.** “Toda edificación deberá cumplir con los requisitos mínimos de protección contra incendios establecidos, correspondientes al uso de la edificación y su grupo de ocupación” (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010, p. 1530).

**2.3.2.2 Título K. Requisitos complementarios.** El propósito del Título K es el de “definir parámetros y especificaciones arquitectónicas y constructivas tendientes a la seguridad y la preservación de la vida de los ocupantes y usuarios de las distintas edificaciones cubiertas por el alcance del Reglamento” (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010, p. 1567).

### ***2.3.3 Normas Técnicas Colombianas NTC***

“Las NTC son las guías de estandarización las cuales son un referente nacional e internacional para la estandarización de proceso de fabricación, operación y mantenimiento de diversas industrias” (Plantas de Agua S.A.S., 2022, párr. 1).

Para el caso de las redes contra incendio se utilizó la NTC-1669 (2009), que contiene los requerimientos de instalación de las conexiones de mangueras en los sistemas de redes, la NTC-2301 (2011) que hace referencia al diseño, instalación y pruebas de sistemas de rociadores y en el caso de redes sanitarias, la NTC-1500 (2004) la cual establece los requisitos mínimos para garantizar el funcionamiento correcto de los sistemas de desagüe de aguas negras y lluvias y sistemas de ventilación.

### ***2.3.4 National Fire Protection Association NFPA - Norma de Referencia***

La NFPA (2021) es una importante entidad que

Se ha dedicado a proteger vidas y bienes de los efectos devastadores de los incendios y otros peligros. A través de los Códigos Nacionales contra Incendios de la NFPA, desarrollo profesional, educación, programas de asistencia a la comunidad e investigación, la NFPA sigue siendo la asesora mundial en seguridad contra incendios, eléctrica y de edificación. Los miembros de la NFPA suman más de 40,000 individuos representando más de 100 países (NFPA, 2021, párr. 1).

### ***2.3.5 Ingveco S.A.S.***

Ingveco S.A.S. (2021) es una empresa dedicada a la construcción, consultoría y diseño de instalaciones hidrosanitarias, hidráulicas, contra incendios y de gas, con siete años de experiencia, la cual garantiza el cumplimiento de la normatividad técnica colombiana aplicable para satisfacer las necesidades de sus clientes.

### 3. Desarrollo de la Práctica

#### 3.1 Apoyo del Proceso de Diseño de Redes Sanitarias y Contra Incendios Elaborando Planos

##### 3.1.1 Proyecto residencial Tatika

Este proyecto consistía en un conjunto Residencial de 3 torres, de las cuales se ha entregado sólo la primera torre, la segunda se encuentra en construcción y corresponde a la torre en la cual se realizó el diseño de redes, y la tercera torre la cual se construirá más adelante, tal como se observa en la Figura 1.

#### Figura 1

*Proyecto residencial Tatika*



*Nota.* El gráfico muestra cómo se encuentra diseñado el proyecto residencial Tatika. Adaptado de Constructora Connaring (2022).

El proyecto residencial Tatika se encuentra ubicado en la Circunvalar 36 A # 104 – 131 Floridablanca, Santander, cuenta con apartamentos desde 87.5 m<sup>2</sup>, 3 habitaciones, parqueadero, así mismo, cada apartamento cuenta con balcón, sala, dos baños, cocina integral y cuarto de TV. Este proyecto ya contaba con la disponibilidad de servicios para todas las torres y la red externa

que lo alimenta, esta red es existente de acuerdo con la misma disponibilidad, suministrada por Acueducto Metropolitano de Bucaramanga.

El proyecto Tatika tiene 19 pisos con apartamentos de 87.5 m<sup>2</sup> y 94.2 m<sup>2</sup>, además contaba con 70 apartamentos y cada uno contaba con 3 habitaciones y 2 unidades sanitarias. Para empezar con los respectivos diseños se inició trazando las redes de las tuberías verticales y las conexiones a cada apartamento, se utilizaron los buitrones asignados por el arquitecto del proyecto para ubicar los bajantes y las ventilaciones verticales, luego se fueron ubicando sus respectivos elementos y accesorios.

### ***3.1.2 Revisión de Especificaciones Técnicas de Diseño***

En esta fase se revisó la normatividad aplicable para cada sistema de redes, estableciendo una buena respuesta de seguridad contra incendios en el edificio residencial Tatika y el correcto diseño de los desagües en la parte hidrosanitaria.

En el desarrollo de esta fase, se determinaron las bases y criterios de diseño de las diferentes redes y se elaboró un análisis de que riesgos se podían encontrar teniendo en cuenta la ocupación de la edificación urbana, en el caso de este proyecto se clasificó según el título K.2.7 de la NRS (2010), dentro del grupo de residencial R, con subgrupo de ocupación R-2 y con categoría de riesgo nivel I.

Se tuvo muy en cuenta que la realización de la red contra incendio y sanitaria no interfiriera, ni alterara la estructura del edificio; Cuando esto sucedía debía ser consultado, para adoptar la solución más conveniente, por tal razón en el desarrollo del proyecto se realizaron correcciones a los planos arquitectónicos, modificando los puntos hidráulicos y sanitarios para una mejor distribución.

### **3.1.3 Red Contra Incendio**

En el caso de la red contra incendio, se diseñó utilizando tubería de acero al carbón schedule 10, también se diseñó un sistema de rociadores automáticos aprobado y eléctricamente supervisado, de acuerdo con la última versión de la NTC-2301 (2011) y con la NFPA-13 (2022), un sistema de tomas fijas para bomberos y mangueras para la extinción de incendios, diseñados con la última versión de la NTC-1669 (2009) y con la NFPA-14 (2019), un sistema de extintores portátiles de fuego, diseñados de acuerdo con la última versión de la norma extintores de fuego portátiles NTC-2885 (2009), y con la NFPA-10 (2007), y un sistema de gabinetes contra incendio, que se ubicaron cerca de las escaleras para la evacuación de personas durante una emergencia, se utilizaron gabinetes de incendio tipo I.

### **3.1.4 Red Sanitaria**

En caso de las instalaciones sanitarias, se utilizaron instalaciones de PVC de diámetros que varían desde 1 1/2" a 6" para el diseño de las tuberías de aguas residuales, aguas lluvias y de ventilación, este diámetro se determina por las unidades de consumo del proyecto, y estas unidades se encontraron en la tabla 7.1 de la NTC-1500 (2004).

En aguas residuales el nivel de pendiente a trabajar va del 2% al 5%, “es necesario reducir la velocidad de los residuos sólidos para evitar fisuras en las instalaciones y reducir golpes de ariete” (Pineros y Cruz, 2017, p. 37).

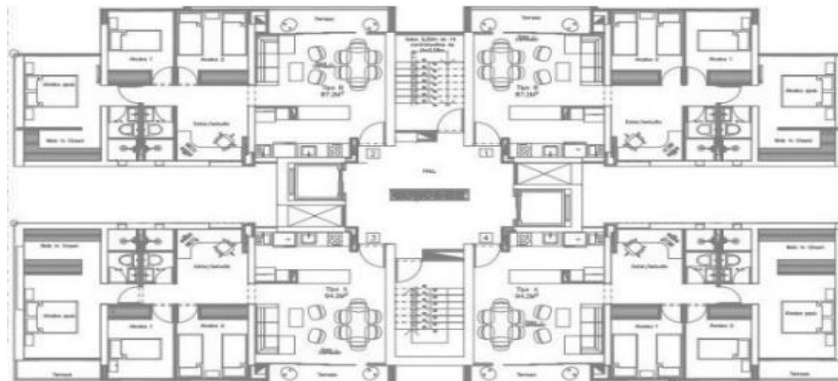
En aguas lluvias el nivel de pendiente a trabajar es 1%, se debe verificar el volumen de agua en la zona a realizar la instalación para determinar el diámetro a utilizar, de acuerdo con normativa vigente NTC-1500 (2004), así mismo, no se realizaron conexiones mixtas de aguas residuales y aguas lluvias. (Pineros y Cruz, 2017, p. 37)

### 3.1.5 Estudio de Planos Arquitectónicos

En esta fase se revisó y analizó los planos arquitectónicos de la edificación los cuales se ajustaron ya que contenían un gran volumen de información que no era necesaria y para el diseño de redes, en estos planos se realizaron y se modificaron en las plantas de la edificación.

#### Figura 2

*Plano arquitectónico depurado de la planta tipo del edificio residencial Tatika*



*Nota.* El gráfico muestra como está diseñado el piso tipo de la torre 2 del proyecto residencial Tatika. Adaptado de Constructora Connaring (2022).

### 3.1.6 Diseño de Redes Contra Incendio

En esta fase se realizó el diseño de las redes contra incendios teniendo en cuenta la información de planos arquitectónicos dados por la constructora Connaring. Así mismo, se validaron todos los diseños por medio de cálculos, análisis y estudios de ingeniería que se fundamentan en las normas y códigos de protección contra incendio y en el conocimiento de la empresa Ingveco S.A.S.

Ahora bien, según el título J.4.3 de la NSR (2010), toda edificación debe disponer de recursos para la extinción del fuego cuyas características dependen del grupo de uso en que se clasifique. En el caso del proyecto residencial Tatika, se clasificó dentro del grupo de residencial R, con subgrupo de ocupación R-2, por lo tanto, se encontró que se debían utilizar rociadores

automáticos en zonas comunes y salidas de emergencia, tomas fijas para bomberos que se encontraran a la mano del cuerpo de bomberos y extintores portátiles, según la NTC 2301 (2011) y la NFPA 13 (2019).

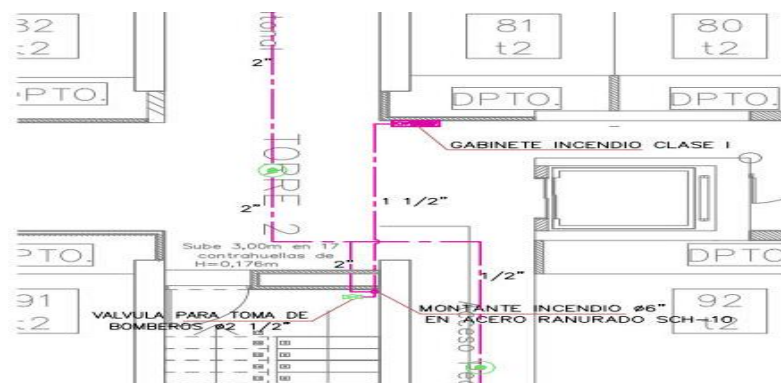
### 3.1.7 Elaboración de Planos de Diseño de las Redes Contra Incendio

Para la edificación se propuso un sistema de mangueras con dos montantes de diámetro 6", localizadas en las escaleras de emergencia proyectadas para la edificación, dicho sistema estuvo provisto en cada piso con conexiones de manguera de 2 1/2" para suministrar un gran volumen de agua para usos por cuerpos de bomberos y aquellos entrenados en el manejo de chorros de incendio pesados, localizadas dentro de las escaleras de evacuación, considerando este sector como un sitio protegido.

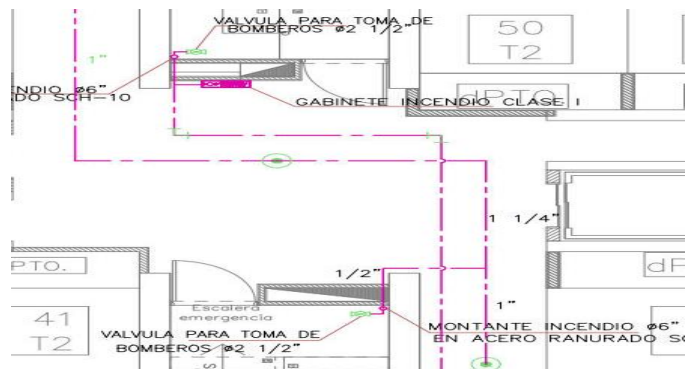
El proyecto residencial Tatika cuenta con dos sótanos, lo cuales se encuentran en el nivel -5.00 que corresponde al sótano 2 y en el nivel -2.00 que corresponde al sótano 1, para este caso se propuso adicionalmente un sistema de rociadores automáticos teniendo en cuenta la ruta de evacuación de las salidas de emergencia. Un detalle de esto se observa en las Figuras 3 y 4.

### Figura 3

*Diseño de Red Contra Incendio del Sótano 2 del Edificio Residencial Tatika*

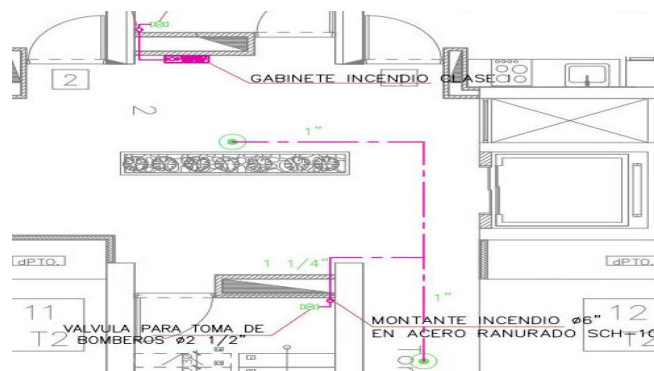


*Nota.* El gráfico muestra cómo se encuentra diseñado el sistema de redes contra incendio del sótano 2 de la torre 2 del edificio residencial Tatika.

**Figura 4***Diseño de Red Contra Incendio del Sótano 1 del Edificio Residencial Tatika*

*Nota.* El gráfico muestra cómo se encuentra diseñado el sistema de redes contra incendio del sótano 1 de la torre 2 del edificio residencial Tatika.

En el caso del primer piso, también se propuso un sistema de rociadores automáticos teniendo en cuenta la salida de emergencia, así mismo se diseñó con sólo un gabinete de incendios ubicado en las escaleras protegidas, tal como se observa en la Figura 5.

**Figura 5***Diseño de Red Contra Incendio del Piso 1 del Edificio Residencial Tatika*

*Nota.* El gráfico muestra cómo se encuentra diseñado el sistema de redes contra incendio del piso 1 de la torre 2 del edificio residencial Tatika.

En los pisos 2 al 19 no es necesaria la instalación de un sistema de rociadores automáticos debido a que, por ser una edificación residencial, sólo es necesario instalar rociadores en las salidas

de emergencia para permitir la evacuación de sus ocupantes, por lo que no se realizó el diseño de este, en este sentido sólo se diseñó el gabinete de incendio, ubicado en las escaleras protegidas, del mismo modo que los demás pisos, para ver este detalle se puede revisar el Apéndice A - Planos.

El volumen requerido para la red contraincendios se almacena en el tanque localizado al costado derecho de la torre 2, en el nivel -5.20 el cual se encuentra debajo del sótano 2 y se distribuye desde allí mediante un sistema de bombeo a los gabinetes contra incendio y salidas de mangueras localizados en cada piso. Dicho tanque fue construido en el año 2016, cuando se realizó la entrega de la torre 1 del proyecto residencial, sin embargo, para su diseño se tuvo en cuenta la proyección de 3 torres; Siendo así, actualmente se va a ejecutar la torre 2 y se espera realizar la torre 3 en un futuro.

El sistema de bombeo se conforma de dos bombas, que corresponden a la bomba líder y la bomba jockey; Para su cálculo se tuvo en cuenta el caudal de diseño, que depende del tiempo de espera de los bomberos, el cual es de aproximadamente 30 minutos, de esta manera se calcula el caudal de bombeo el cual corresponde al 100% del caudal de diseño para la líder y el 5% para la bomba jockey.

### ***3.1.8 Diseño de Red Sanitaria***

Para los sistemas de alcantarillado sanitario y de aguas lluvias del proyecto Tatika, se diseñaron todas las instalaciones sanitarias internas de aguas lluvias y negras de forma separada. El diseño propuesto contempló la separación de aguas residuales y lluvias, las instalaciones sanitarias internas recogen a su paso las aguas negras y lluvias de los diferentes niveles de las edificaciones y son conducidas hasta el sótano del proyecto, de allí son captadas por cajas y llevadas a los pozos de inspección del sistema de alcantarillado sanitario proyectado en el lote para hacer su entrega final al sistema de

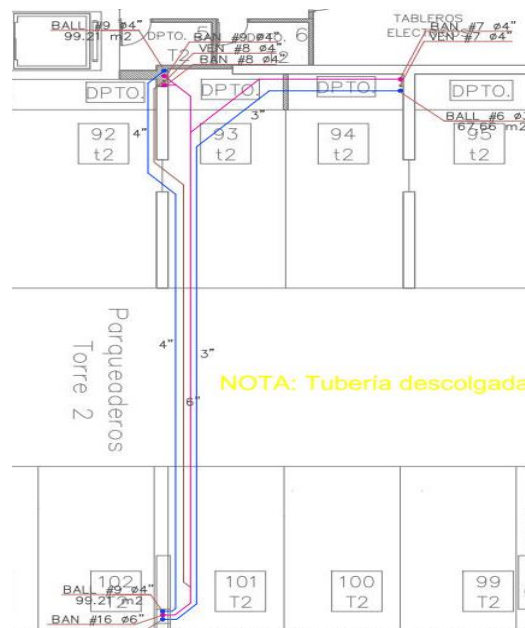
alcantarillado existente en el conjunto Balcones de la Colina, de acuerdo a lo especificado en la disponibilidad de servicios otorgada.

Las aguas lluvias de la cubierta, balcones y áreas comunes se captan mediante bajantes las cuales son conducidos al sótano del proyecto, de allí entregan a las cajas de inspección y estas a su vez al sistema de alcantarillado de lluvias proyectado en el lote para posteriormente hacer su descarga final al sistema de alcantarillado existente en el conjunto Balcones de la Colina.

En el caso del sótano 2, se diseñaron tuberías descolgadas bajo placa del sótano 1, como se observa en la Figura 6, ya que se tuvo que diseñar un desvío para que se conectara la tubería a las cajas de aguas negras y de lluvias, para mayor detalle ver el Apéndice A - Planos.

### Figura 6

*Diseño de Red Hidrosanitaria del Sótano 2 del Edificio Residencial Tatika*



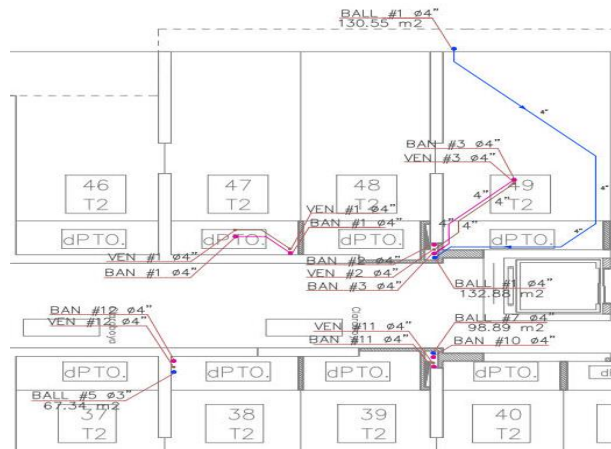
*Nota.* El gráfico muestra cómo se encuentra diseñado el sistema de redes hidrosanitarias del sótano 2 de la torre 2 del edificio residencial Tatika.

En el caso del sótano 1 y piso 1, ocurrió una interrupción en dos bajantes de la tubería, lo que provoca que se tenga que desviar hacia otro punto, teniendo que diseñar una tubería

descolgada, esto debido a que en estos pisos se encuentran los parqueaderos, donde no existe bajante de tuberías, en la Figura 7 y 8 se encuentran los respectivos detalles.

**Figura 7**

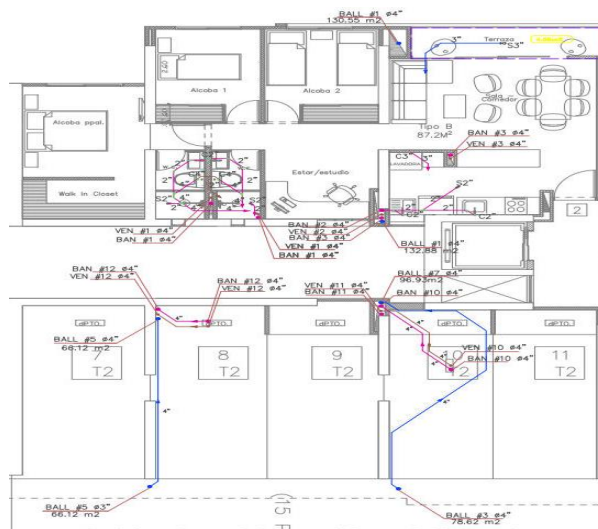
*Diseño de Red Hidrosanitaria del Sótano 1 del Edificio Residencial Tatika*



*Nota.* El gráfico muestra cómo se encuentra diseñado el sistema de redes hidrosanitarias del sótano 1 de la torre 2 del edificio residencial Tatika.

**Figura 8**

*Diseño de Red Sanitaria del Piso 1 del Edificio Residencial Tatika*

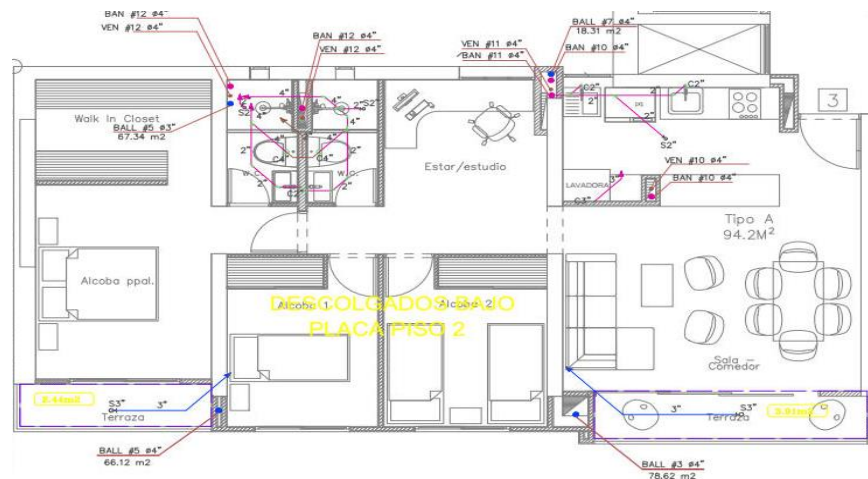


*Nota.* El gráfico muestra cómo se encuentra diseñado el sistema de redes hidrosanitarias del piso 1 de la torre 2 del edificio residencial Tatika.

Como se puede observar en la Figura 9, en el piso 2 se tuvo en cuenta que se tenía que conectar la tubería que se debía desviar en los parqueaderos a la tubería descolgada y no directamente al montante ya que esto puede provocar que el agua se devuelva y genere problemas en los sanitarios.

### Figura 9

#### *Diseño de Red Sanitaria del Piso 2 del Edificio Residencial Tatika*



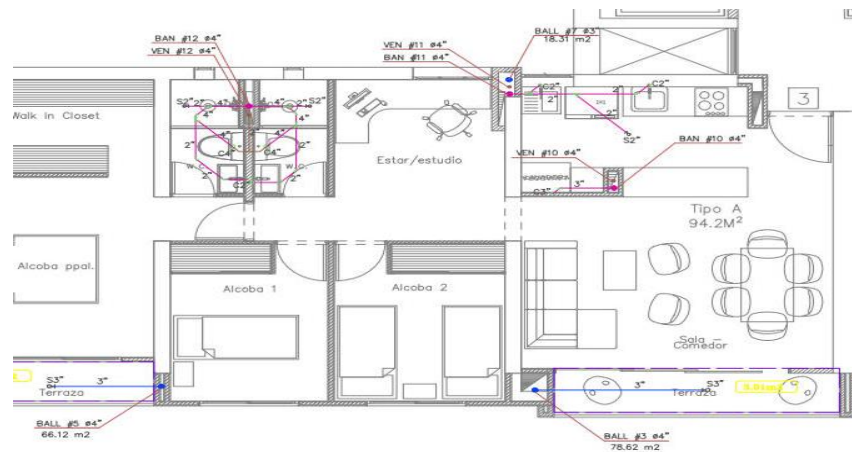
*Nota.* El gráfico muestra cómo se encuentra diseñado el sistema de redes hidrosanitarias del piso 2 de la torre 2 del edificio residencial Tatika.

Por su parte, en los pisos 3 al 19 se realizó el diseño de los cuatro apartamentos por piso, estos apartamentos tienen puntos sanitarios en los dos inodoros, lavamanos y duchas, así como en la lavadora, lavaplatos y lavadero, todas las tuberías se conectaron al bajante de aguas negras.

A continuación, en la Figura 10 se detalla un bosquejo de la red de baños de los apartamentos tipo.

**Figura 10**

*Diseño de Red Sanitaria del Piso 3 al 19 del Edificio Residencial Tatika*

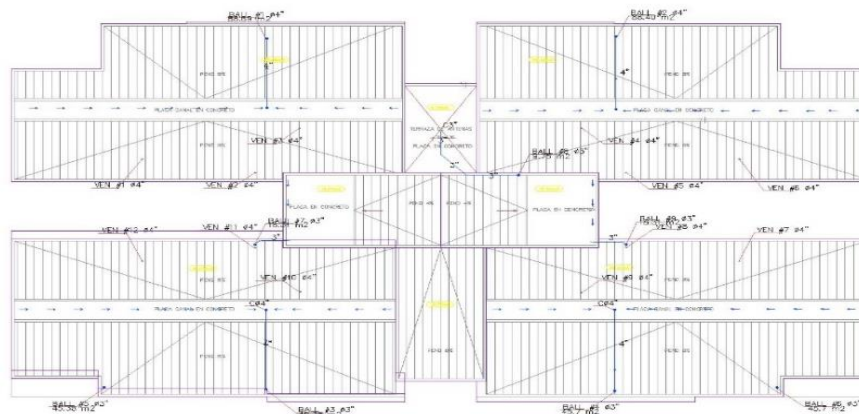


*Nota.* El gráfico muestra cómo se encuentra diseñado el sistema de redes hidrosanitarias del piso 3 al 19 de la torre 2 del edificio residencial Tatika.

En la cubierta se diseñaron los bajantes de aguas lluvias y las ventilaciones, las aguas lluvias se descargan en el desagüe del edificio.

**Figura 11**

*Diseño de Red Sanitaria de la Cubierta del Edificio Residencial Tatika*



*Nota.* El gráfico muestra cómo se encuentra diseñado el sistema de redes hidrosanitarias de la cubierta de la torre 2 del edificio residencial Tatika.

En el diseño se evidencia la instalación de puntos sanitarios en cada uno de los dispositivos

de desagüe, los cuales corresponden a sifones de piso, lavaplatos, lavadero, lavadora, lavamanos y sanitario de tanque, adicional se diseñó una tubería de ventilación, debido a que los aparatos sanitarios deben ser ventilados para evitar acumulación de gases, todas estas ventilaciones individuales, en ramales y en circuito deben estar conectadas a una ventilación vertical que a su vez se conecta al bajante vertical de desagüe.

### **3.2 Realizar Revisiones de Aspectos Técnicos y Normativos Relacionados a las Redes Sanitarias y Contra Incendios Aplicables en Proyectos Estándar de Construcción Urbana**

De los aspectos técnicos y normativos dependen de que se realice de manera adecuada los diseños de las redes de las edificaciones urbanas, de ahí la vida útil de los sistemas de protección contra incendios e hidrosanitaria, por lo tanto, se tuvo muy en cuenta que esta normatividad se cumpliera teniendo en cuenta conceptos técnicos relacionados con el uso y mantenimiento de las redes que fueron diseñadas.

Es por esto por lo que en la etapa diseño se apoyó en las Normas y Códigos nacionales e internacionales, como lo son las Normas NFPA (2009), la NSR (2010), y la NTC, las cuales velan por el cumplimiento de la protección contra incendios e hidrosanitaria y adicionalmente que sea instalada correctamente.

Entre los aspectos revisados para realizar el diseño de las redes contra incendios e hidrosanitaria se tuvieron en cuenta aspectos relacionados a la protección del fuego, como un sistema de rociadores automáticos, tomas fijas para bomberos y mangueras para la extinción de incendios, estos se diseñaron de acuerdo a las normas NFPA 13 (2022) Y NFPA 14 (2019), y en el caso de la NRS (2010) se tuvieron en cuenta aspectos como la clasificación de la edificación y según esta clasificación se revisó que tipo de elementos se necesitan instalar en la edificación.

Durante el desarrollo de todo el proyecto se realizaron revisiones técnicas y normativas para tener la certeza de que los sistemas de redes se diseñaron adecuadamente. Para la entrega del proyecto se verificó que los entregables requeridos del proyecto tuvieran la documentación necesaria para que se compruebe el desempeño y funcionamiento correcto y continuo de los sistemas de protección contra incendios y de desagües.

Como resultado, se generan los documentos tales como planos aprobados y memorias de cálculo, los cuales son soporte de la ingeniería que validan las bases del diseño y dan cumplimiento a los requerimientos normativos, se solicita revisar Apéndice B – Resumen Ejecutivo Memorias para mayor detalle.

### **3.3 Plantear un Resumen Ejecutivo Tipo Guía de Chequeo Donde se Establezcan las Principales Variables de Diseño Hidrosanitario y Contra Incendios de la Normativa Nacional e Internacional Aplicables**

#### ***3.3.1 Variables de Diseño Contra Incendios***

Para el caso de las redes contra incendios, se plantea que este diseño se encuentra dividido de forma general entre: cálculo de pérdida de tubería y presión en los extremos, cálculo de la ruta crítica para el diseño de RCI y finalmente cálculo de presión para el diseño de las redes contra incendio, ver Apéndice B – Resumen Ejecutivo Memorias para más detalle.

Según la NTC-1669 (2009), para el cálculo de la ruta crítica en sistemas combinados se debe diseñar la red contando con que funcionan dos tomas de bomberos en la red más remota y una válvula toma bomberos en cada red adicional, todo simultáneamente. No se contempla dentro del cálculo la red de rociadores ya que esta debe ser como primera respuesta, se contempla que no se usaran simultáneamente las válvulas de toma bomberos ni la red de rociadores, en caso de incendio los rociadores se activaran y al cabo de media

hora el equipo de bomberos comenzara con el uso de las válvulas. (Díaz y Rozo, 2018, p. 32)

Por este motivo, se calculó el caudal de diseño de la bomba con un tiempo aproximado de 30 minutos.

Para el diseño de la montante o tubería vertical, la cual se ubicó en las escaleras de emergencias, fue diseñada con válvulas de 2½” que se distribuyen en todos los pisos de la edificación, para que los bomberos se puedan conectar en estas rutas de evacuación y apagar el incendio en caso de que llegue a ocurrir, también se tuvo en cuenta que ya que se trataba de un sistema combinado, donde se diseñaron rociadores automáticos, es recomendable que esta tubería vertical sea de mínimo 6”, tomando este valor para su respectivo diseño.

### ***3.3.2 Cálculos Generales Para el Diseño de las Redes Contra Incendio***

Para el cálculo de pérdidas en la tubería se utilizó la fórmula de Hazen-Williams y para el cálculo de presión se utiliza la ecuación de Bernoulli, estos valores se tabulan teniendo en cuenta los accesorios de la ruta crítica del recorrido de dicha tubería.

### ***3.3.3 Cálculos Para el Diseño de las RCI***

Se calcula la ruta crítica, la cual corresponde a 6” para la tubería vertical con un sistema combinado y de acuerdo con esto se revisa si se necesitan regulaciones en su presión.

En el proyecto residencial Tatika se utilizaron gabinetes tipo I, que son los que cuentan con las válvulas para mangueras de 2 ½, aquí se colocaron válvulas reguladoras en todas las tomas de bomberos, para regular la presión, y se verificó finalmente que la presión esté siempre debajo de los 170 psi, ya que esta corresponde a la máxima presión de diseño.

### ***3.3.4 Cálculo del Equipo de Presión Para el Diseño de las RCI***

En el Apéndice B- Resumen Ejecutivo Memorias, se explica que se debe realizar el cálculo del equipo hidroneumático. Se entrega una potencia con fines de ejecución del diseño de la parte eléctrica de la bomba o capacidad de combustible según sea el caso, posteriormente se realiza el cálculo de la bomba jockey.

### ***3.3.5 Variables de Diseño Sanitario***

En el caso del diseño de redes sanitarias, se divide de manera general entre: determinación de áreas aferentes para aguas lluvias, dimensionamiento de desagües principales de cubierta, ramales y bajantes de aguas lluvias, determinación de unidades de gasto y unidades de descarga para su posterior solución. Ver detalle Apéndice B – Resumen Ejecutivo Memorias para más detalles.

En Colombia se ha adoptado el método Hunter Modificado para el diseño de las redes hidrosanitaria, esta metodología se basa en el comportamiento, la frecuencia de uso y horas de consumo para una red, las ecuaciones que se plantean predicen un caudal transportado por una tubería bajo predeterminadas condiciones. (Gómez, 2020, p. 2)

La norma NTC-1500(2020) hace “una distinción entre aparatos comunes y fluxómetros, donde define las unidades de consumo como el caudal que requiere por minuto cada aparato para su buen funcionamiento” (Gómez, 2020, p. 7).

### ***3.3.6 Variables Generales de Diseño Para Instalaciones Sanitarias Internas y de Red de Alcantarillado Exterior***

Entre las principales variables de diseño sanitario documentadas en el Apéndice B – Resumen Ejecutivo Memorias se encuentra la velocidad del fluido en la tubería, la cual varía entre

0.6 m/s y 5 m/s y el número Froude, donde se recomienda que se encuentre en el rango de 0.70 a 1.50; Así mismo se tienen en cuenta las rugosidades, con los valores que aparecen en la tabla 1.

### ***3.3.7 Instalaciones Sanitarias Internas Aguas Negras***

Para el cálculo de las instalaciones sanitarias internas de aguas negras se consideraron las especificaciones dadas por la NTC-1500 (2004).

Las variables para tener en cuenta son las unidades de descarga por aparato y diámetros de conexión, sus valores se encuentran en la tabla 2, así mismo se tiene el número máximo de unidades de descarga que puede ser conectado a los conductos horizontales y verticales, estos valores se entran en la tabla 3, la longitud máxima de circuitos de ventilación que se encuentran en la tabla 4 y finalmente las dimensiones de los tubos de ventilación principal que se encuentran en la tabla 5.

### ***3.3.7 Instalaciones Sanitarias Internas Aguas Lluvias***

En el caso de la red de aguas lluvias, se mencionan las principales variables tenidas en cuenta para la determinación de los caudales, las cuales son periodo de retorno, intensidad de lluvia, áreas aferentes, coeficiente de escorrentía y caudal.

A continuación, se relacionan las principales variables que se tuvieron en cuenta para el diseño de las instalaciones internas de aguas lluvias; La primera variable son las dimensiones de los bajantes de aguas lluvias, de acuerdo con las áreas máximas permitidas, que encontramos en la tabla 6 y finalmente las dimensiones de las tuberías horizontales de aguas lluvias, de acuerdo con las áreas máximas permitidas.

Según el Apéndice B – Resumen Ejecutivo Memorias, una vez identificadas las áreas aferentes para las aguas lluvias y las unidades de gasto para cada tramo de aguas negras, se determinan los caudales y se realiza el chequeo de la capacidad hidráulica de los colectores.

#### **4. Conclusiones**

Se evidencia la aplicación de los conceptos de diseño en redes de la normativa nacional e internacional al apoyar el proceso de diseño planteado en este proyecto de grado, pues se realizó los diseños sanitario y sistemas contra incendios, arrojando unos resultados el preprocesamiento de información, diseños, memoria de cálculos y especificaciones técnicas altamente aprovechables en el proyecto residencial Tatika.

Durante el desarrollo del proyecto se estudió y comprendió cuáles son las características, elementos y normas para realizar el diseño sanitario y sistemas contra incendio del proyecto residencial Tatika. Resaltando la importancia de la norma NTC para regular y controlar el diseño y construcción de las edificaciones.

Gracias al desarrollo de la práctica empresarial se complementó el conocimiento para el diseño de redes sanitarias y contra incendio, generando así un documento que evidentemente contiene las variables iniciales generales, que sirven como guía para un buen funcionamiento de todos los todos los sistemas de tubería asociados de las edificaciones. Además de quedar un documento base para siguientes diseñadores de la empresa Ingveco S.A.S.

### Referencias Bibliográficas

- Aguamarket. (2021). *Unidades de descarga*.  
<https://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=3345>
- Arnabat, I. (2020). *Instalaciones contra incendios: tipos de tuberías y materiales*.  
<https://bit.ly/3To1h2N>
- Arqhys Arquitectura. (2012). *Instalaciones Sanitarias*.  
<https://www.arqhys.com/arquitectura/sanitaria-instalacion.html>
- Bigda, K. (2021). *Importantes cambios en los rociadores de departamentos de gran altura en el Código de Seguridad Humana 2021*. NFPA Journal: <https://bit.ly/3heZbVq>
- Constructora Connaring. (2022). *Información general del proyecto*. Connaring.
- Díaz, S., & Rozo, W. (2018). *Guía para el diseño hidráulico de redes contra incendio mediante el estudio de caso del edificio la quinta (Chapinero, Bogotá D.C.)*. [Tesis de pregrado, Universidad Piloto de Colombia] Repositorio Unipiloto: <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/4877/Anexo%201.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Fernández, J. (2019). *Apoyo en el diseño de redes hidrosanitarias, de gas y sistemas de protección contra incendios adjudicado a la empresa AKVO S.A.S*. [Tesis de pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas] Repositorio Udistrital: <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/22202>
- Gómez, C. (2020). *Método de diseño teórico de red hidrosanitaria empleando válvulas de cierre para el control de flujo de aguas en edificaciones*. [Tesis de pregrado, Universidad

Distrital Francisco José de Caldas] Repositorio Udistrital:  
<https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/27996>

Ingveco S.A.S. (2021). *Información general de la empresa*. Ingveco.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación - ICONTEC. (2004). *Norma Técnica Colombiana NTC-1500. Norma Colombiana para Instalaciones Hidrosanitarias*.  
<https://es.slideshare.net/farnebar70/ntc-1500-cdigo-colombiano-de-fontanera>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación - ICONTEC. (2009). *Norma Técnica Colombiana NTC 1669. Norma para la instalación de conexiones de mangueras contra incendios*. <https://es.slideshare.net/jennifer2712/ntc-1669-mangueras-rci>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación - ICONTEC. (2009). *Norma Técnica Colombiana NTC-2885. Extintores portátiles para edificios*.  
<http://www.extingman.com/web/descargas/norma-icontec-extintores.pdf>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación - ICONTEC. (2011). *Norma Técnica Colombiana NTC 2301. Norma para la instalación de sistemas de rociadores*.  
<https://es.scribd.com/doc/307909303/NTC-2301>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2020). *NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1500*. Bogotá.

Jiménez, O. (2015). *¿Qué régimen tengo en un canal o río: Subcrítico, Crítico o Supercrítico?*  
<https://www.hidraulicafacil.com/2015/10/que-regimen-tengo-en-un-canal-o-rio.html>

Junta de Andalucía. (2021). *Procedimiento, seguimiento y control del proyecto*.  
<https://bit.ly/3T9DDa2>

- Mejía, D., & Arias, J. (2020). *Propuesta para la mitigación de inundaciones en el barrio Leo Massaro de La Ceja*. [Tesis de pregrado, Universidad EIA] Repositorio EIA: <https://repository.eia.edu.co/handle/11190/2587>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Reglamento colombiano de construcción sismo resistente – NSR 10. Tomo I*. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica: <https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/uploads/city/attachments/3871-10684.pdf>
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2017). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS*. <https://bit.ly/3NA4T0d>
- National Fire Protection Association. (2007). *NFPA-10. Norma para Extintores Portátiles Contra Incendios*. <http://www.extingman.com/web/descargas/norma-nfpa-10.pdf>
- National Fire Protection Association. (2019). *NFPA 13. Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores*. <https://bit.ly/2y1l6Ga>
- NFPA. (2021). *NFPA en español. Quiénes somos*. <https://nfpajla.org/nfpa-en-lationoamerica/nfpa-en-espanol>
- Pineros, J., & Cruz, O. (2017). *Diseño de una guía educativa para explicar el proceso para la construcción de instalaciones hidrosanitarias en los hogares y/o construcciones rurales*. [Tesis de pregrado, Universidad Agraria de Colombia] Uniagraria: <https://www.uniagraria.edu.co/wp-content/uploads/2021/07/DISE%C3%91O-DE-UNA-GU%C3%8DA-E-DISE%C3%91O-DE-UNA-GU%C3%8DA-EDUCATIVA.pdf>
- Pinto, C. (2009). *Rugosidad hidráulica*. <http://hicdpr.blogspot.com/2009/02/rugosidad-hidraulica.html>

Plantas de Agua S.A.S. (2022). *NTC - Normas Técnicas Colombianas*.

<https://www.plantasdeagua.com/index.php/recursos-de-ingenieria/ntc-normas-tecnicas-colombianas>

Sánchez, J. (2018). *Precipitaciones*. <https://hidrologia.usal.es/temas/Precipitaciones.pdf>

Sandoval, M., & Parrado, G. (2018). *Optimización del diseño hidráulico del acueducto veredal del alto del ramo de municipio de Chipaque*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de

Pereira] Repositorio Ucatólica: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/16404>

Sens Agent. (2013). *Período de retorno*. Diccionario:

<http://diccionario.sensagent.com/Per%C3%ADodo%20de%20retorno/es-es/>

## **Apéndices**

**Apéndice A.** *Planos*

**Apéndice B.** *Resumen Ejecutivo Memorias*

Los apéndices están adjuntos y se pueden encontrar en la base de datos de la biblioteca UIS