GEINPROYEC
Gerencia Integral de Proyectos

CONTRATO No. SMC-41-2024

LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LEVANTAMIENTOS, DIAGNÓSTICOS, DISEÑOS Y PRESUPUESTOS PARA LA AMPLIACIÓN DEL PALACIO DE JUSTICIA DE LA DORADA - CALDAS.

DISEÑOS HIDROSANITARIOS

GEINPROYEC
Gerencia Integral de Proyectos

Proyecto

LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LEVANTAMIENTOS, DIAGNÓSTICOS, DISEÑOS Y PRESUPUESTOS PARA LA AMPLIACIÓN DEL PALACIO DE JUSTICIA DE LA DORADA - CALDAS.

Instalaciones hidráulicas, sanitarias, y pluviales

Realizó

Jinet Andrea Sastoque Sepúlveda

MP 66202-377069 RIS

Fecha

Octubre de 2024.

GEINPROYEC
Gerencia Integral de Proyectos

Tabla de contenido

1. Descripción del proyecto 6
1.2 Introducción 6
1.3 Objetivos 7
1.3.1 Objetivo General 7
1.3.2 Objetivos específicos 7
1.4 Localización del proyecto 7
1.4.1 Descripción detallada. 8
1.5 Metodología 8
1.6 Normas de diseño 9
2. Redes hidráulicas 11
2.1 Parámetros de diseño. 11
Población estimada 14
2.2 Cálculo del consumo 14
2.3 Tanque de almacenamiento de consumo para la red de agua potable. 15
2.4 Presión en el punto de conexión 16
2.5 Unidades de carga asignadas por aparato 17
2.6 Especificaciones técnicas de la tubería. 17
2.7 Cálculos de la red. 20
2.7.1 Red fría de agua potable 20
2.7.1.1 Cálculo del caudal máximo probable por estimación de unidades de consumo por aparato. 20
2.7.1.2 Cálculos caudales 24
3. Redes sanitarias y pluviales 31
3.1 Sistema de aguas residuales 31
3.1.1 Diámetro de la tubería 31
3.1.2 Velocidad de diseño 33
3.1.3 Fuerza tractiva 33
3.1.4 Relación q/Q 33
3.1.5 Cálculos de la red 34
3.1.6 Chequeo de diámetros por unidades de descarga. 35

3.2 Sistema de aguas lluvias 38
3.2.1 Caudal de diseño 38
3.2.2 Periodo de retorno 40
3.2.3 Tiempo de concentración 41
3.2.4 Diámetro de la tubería 41
3.2.5 Parámetros de velocidad de diseño 43
3.2.6 Fuerza tractiva 43
3.2.7 Relación de caudal q/Q 43
3.2.8 Pendiente mínima 43
3.2.9 Pendiente máxima 44
3.2.10 Cálculo de la red aguas lluvias 44
3.2.11 Diseño de canal de recolección y conducción de aguas lluvias. 47
4. REDES CONTRAINCENDIOS 57
4.1 Cálculos de la red – Gabinete clase III 59
4.2 Descripción de la edificación y su uso. 62
4.3 Sistema de rociadores automáticos de agua pulverizada y tomas fijas para mangueras. 62
4.4 Cálculos hidráulicos Sistema de Rociadores de Cobertura Extendida. 63

Contenido de tablas

Tabla 1 Caudales y presiones mínimas de operación para aparatos sanitarios 11
Tabla 2 Valores de carga asignados a los aparatos 12
Tabla 3 Evaluación del consumo 14
Tabla 4 Cálculo de la acometida del tanque de almacenamiento 15
Tabla 5 Tabla de presiones mínimas en relación con el nivel de complejidad 16
Tabla 6 Valores de carga asignados por aparato 17
Tabla 7 Valores de carga en unidades de aparato de suministro de agua. 20
Tabla 8 Calculo de unidades de carga del proyecto 22
Tabla 9 Cálculo diámetro de la acometida hidráulica. 23
Tabla 10 Valores de carga asignados a los aparatos 24
Tabla 11 Estimación de unidades de carga 25
Tabla 12 Calculo del diámetro, estimación de caudal y velocidad real red de abastecimiento 28
Tabla 13 Perdida de energía por fricción de la red 29
Tabla 14 Pérdidas menores por accesorios 30
Tabla 15 Unidades de descarga de aparatos sanitarios 32
Tabla 16 Cálculo de la red de aguas residuales 34
Tabla 17 Chequeo hidráulico de las redes de aguas residuales 35
Tabla 18 Unidades de descarga por aparatos 35

Tabla 19 Desagües y alcantarillado de la edificación (Tabla 8.10.1 (1) NTC1500 36
Tabla 20 Dimensiones y longitud de desarrollo de bajantes de ventilación y ventilación vertical 37
Tabla 21 Coeficiente de escorrentía o impermeabilidad 39
Tabla 22 Periodo de retorno o grado de protección 41
Tabla 23 Dimensionamiento de desagües principales de cubierta, ramales y bajantes de aguas lluvias. 42
Tabla 24 Definición de las dimensiones de tubería horizontal de agua de lluvia 42
Tabla 25 Diámetro de tubo de drenaje de aguas lluvias 46
Tabla 26 Cálculo y chequeo hidráulico bajantes aguas lluvias 46
Tabla 27 Grupos y subgrupos de ocupación. (Parte1) 58
Tabla 28 Grupos y subgrupos de ocupación. (Parte2) 58
Tabla 29 Clasificación del riesgo según la ocupación 59
Tabla 30 Perdidas por accesorios (Hidráulica de tuberías-Saldarriaga V) 60
Tabla 31 Perdidas unitarias para un diámetro de 4” 61
Tabla 32 Calculo de Gabinete Clase III. 61
Tabla 33 Áreas de protección y espaciamiento máximo (rociador estándar montante /rociador estándar colgante) para riesgo leve 63
Tabla 34 Áreas de protección y espaciamiento máximo (rociador estándar montante /rociador estándar colgante) para riesgo ordinario 63

Tabla de ecuaciones

Ecuación 1 Perdidas por fricción. Ecuación de Darcy-Weisbach. 13
Ecuación 2 Cálculo de pérdidas menores 13
Ecuación 3 Volumen de almacenamiento 15
Ecuación 4 Ecuación de caudal 26
Ecuación 5 Ecuación del área 26
Ecuación 6 Ecuación de velocidad 27
Ecuación 7 Ecuación de perdida de energía por fricción 29
Ecuación 8 Ecuación de perdidas menores por accesorios 29
Ecuación 7 Caudal (método racional) 38

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1 Ubicación imagen via Google maps 7
Ilustración 2 Tabla de presiones tubería PVC. 18
Ilustración 3 Especificaciones del manual técnico tuberías PVC presión 19
Ilustración 4 Tabla B.1.3.3 (3) NTC 1500 23
Ilustración 5 Curva IDF La Dorada-Caldas 39
Ilustración 6 Parámetros de Intensidad, Duración y Tiempo de retorno-Curva IDF 40
Ilustración 7 Áreas aferentes de cubierta por bajante 44
Ilustración 8 Curva densidad/ área 64

1. Descripción del proyecto

1.2 Introducción

El Palacio de Justicia de la Dorada, Caldas es una edificación que se encuentra ubicada en la carrera 2 con calle 16 esquina, es una edificación que cuenta con 3 pisos y un nivel de sótano, tiene acceso peatonal sobre la carrera 2 y acceso de parqueaderos sobre la carrera 1.

Esta edificación requiere una ampliación generando la construcción de un piso adicional para el funcionamiento de oficinas de carácter institucional; donde se deberá tener en cuenta aspectos espaciales necesarios para su funcionamiento como la prolongación del foso para el ascensor, prolongación del punto fijo, áreas de servicios (baños y cocineta), espacios para oficinas y salas de audiencias, proyección del techo y estudios de fachada. Así mismo diseñará los sistemas hidrosanitarios, red de evacuación de aguas lluvias, diseño red contra incendios, diseño ventilación mecánica (aires acondicionados nuevo piso), diseño eléctrico nuevo piso y diseño voz y datos.

La rama judicial ha adelantado procesos para realizar un diagnóstico de las edificaciones que hacen parte de sus despachos judiciales, donde se evidencia el estado de conservación y funcional del sistema de red de extinción de incendios del Palacio de Justicia de La Dorada-Caldas, resaltando que la edificación no tiene sistemas automáticos de detección y de extinción en las oficinas; en conclusión, las redes hidráulicas, equipos y elementos que componen el sistema de red contra incendios del edificio, no cumple con las normas que rigen la materia, por tal razón para la entidad constituye una necesidad por considerarse como un riesgo integral para los edificios e integridad física de las personas que lo ocupan.

Que teniendo en cuenta la necesidad planteada, se requiere mejorar las condiciones de la red contra incendios existentes de los edificios anteriormente mencionados. Este objetivo se alcanzará mediante la adecuación de la infraestructura incluyendo todos los equipos y accesorios necesarios para asegurar un sistema eficiente y seguro. Como primer paso esencial, se requiere la contratación de los estudios y diseños detallados, lo que implica contar con una consultoría técnica especializada que se encargue de realizar los levantamientos, diagnósticos de información, diseños y especificaciones técnicas exhaustivas que determinen todos los componentes técnicos, ambientales y financieros necesarios para la adecuación de las redes contra incendios.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Realizar los diseños hidrosanitarios de la ampliación del Palacio de Justicia de la Dorada, Caldas en el marco del contrato de consultoría No. SMC-41-2024.

1.3.2 Objetivos específicos

- Diseñar las redes internas de abastecimiento de agua potable cumpliendo con los requerimientos normativos para su buen funcionamiento.
- Diseñar redes de aguas residuales internas cumpliendo con los requisitos establecidos en la normatividad vigente para su buen funcionamiento.
- Diseñar las redes pluviales (bajantes y horizontales) permitiendo una adecuada conducción y evacuación de manera independiente a las redes de conducción de aguas residuales.
- Diseñar la red contraincendios de acuerdo a la normatividad vigente para la protección contraincendios y la propagación del fuego.

1.4 Localización del proyecto

El proyecto se encuentra ubicado en la carrera 2 con calle 16 esquina del Municipio de La Dorada, Caldas.

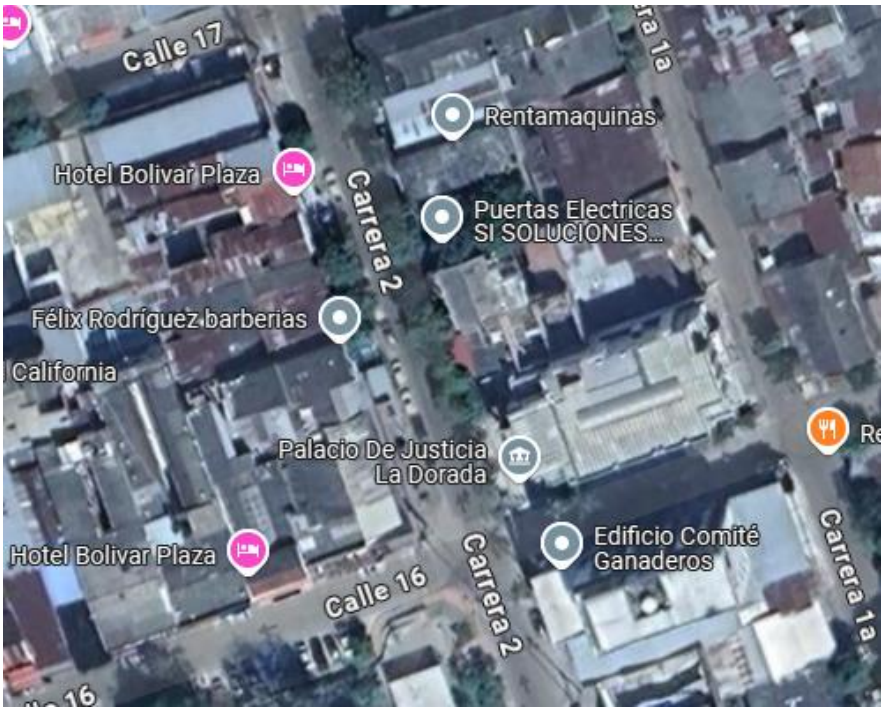


Ilustración 1 Ubicación imagen via Google maps

1.4.1 Descripción detallada.

La ampliación de la edificación del Palacio de Justicia ubicado en la Dorada, Caldas, consiste en construir el piso número 4 y la cubierta.

Dentro de las consideraciones de relevancia se encuentran las redes contra incendios (extinción de agua) y sistemas de detección y alarma.

La propuesta arquitectónica del cuarto nivel consta de:

- 5 oficinas de juez
- 5 oficias de juzgado
- 1 zona de comedor
- 1 auditorio
- 1 zona de baños, (Baños de mujeres, Baño de hombre y Baños MR)

1.5 Metodología

Para realizar el diseño hidrosanitario del proyecto, primero se debe recolectar toda la información necesaria para el desarrollo de los cálculos, conocer a fondo las variables posibles y condiciones iniciales del área donde se desarrollará la construcción.

Como primera medida se estable si la construcción se adelantará sobre un lote o será sobre un predio previamente construido (Para nuestro proyecto se realizará sobre una edificación existente, es el punto de partida para el planteamiento de los puntos de conexión y las condiciones que definen el diseño.

Se debe contar también con el levantamiento de las redes existentes, de lo contrario localizar aproximados los puntos de conexión donde se pueden proyectar los bajantes de A.R (Aguas residuales), bajantes ALL (Aguas Lluvias) y puntos de conexión para la red hidráulica.

En cuanto al diseño de alcantarillado y redes de aguas lluvias, se debe contar con la información de intensidad de lluvias y tiempos de concentración, para obtener dichos valores se debe suministrar las curvas IDF locales las que nos permiten de acuerdo con el periodo de retorno del diseño obtener las variables para el diseño de estructuras de conducción.

1.6 Normas de diseño

Las normas empleadas para el diseño hidrosanitario de la edificación son las vigentes aplicables al área hidráulica, sanitaria, y aguas lluvias.

- NTC 1500 (Norma Técnica Colombiana): También denominada Código Colombiano de fontanería, establece los requisitos mínimos para garantizar el funcionamiento correcto de los sistemas de abastecimiento de agua potable, los cuales deben tenerse en cuenta en:

  - ✓ Diseño.
  - ✓ Construcción.
  - ✓ Modificaciones.
  - ✓ Reparaciones.
  - ✓ Reubicaciones.
  - ✓ Adiciones.

  A su vez esta norma establece los requisitos mínimos para garantizar el funcionamiento correcto de los sistemas de desagüe de aguas negras y lluvias; sistemas de ventilación; y aparatos y equipos necesarios para el funcionamiento y uso de estos sistemas.

- RAS 2000 (Resolución 0799 de 2021): El reglamento técnico de saneamiento y agua potable establece en el desarrollo de sus títulos el diseño de redes de aducción y conducción del sistema de agua potable, estructuras y parámetros de diseño. Redes de conducción y parámetros para el diseño de alcantarillado sanitario y pluvial, y por último contempla el titulo E que establece las alternativas de tratamiento de aguas residuales.
- Titulo J NSR-10: REQUISITOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN EDIFICACIONES.

  Toda edificación deberá cumplir con los requisitos mínimos de protección contra incendios establecidos en el presente Capítulo, correspondientes al uso de la edificación y su grupo de ocupación, de acuerdo con la clasificación dada en J.1.1.2. En consecuencia, el propósito del Título J es el de establecer dichos requisitos con base en las siguientes premisas:
  (a) Reducir en todo lo posible el riesgo de incendios en edificaciones.
  (b) Evitar la propagación del fuego tanto dentro de las edificaciones como hacia estructuras aledañas.
  (c) Facilitar las tareas de evacuación de los ocupantes de las edificaciones en caso de incendio.
  (d) Facilitar el proceso de extinción de incendios en las edificaciones.
  (e) Minimizar el riesgo de colapso de la estructura durante las labores de evacuación y extinción.

- NTC 1669 (Norma Técnica Colombiana): NORMA PARA LA INSTALACIÓN DE CONEXIONES DE MANGUERAS CONTRA INCENDIO.

  El propósito de esta norma es proveer un razonable grado de protección contra el fuego a la vida y a la propiedad, estableciendo los requisitos para la instalación de sistemas para conexión de mangueras contra incendio basados en sólidos principios de ingeniería, información de ensayos y experiencia de campo.

- NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems, 2019 edition: This standard shall provide the minimum requirements for the design and installation of automatic fire sprinkler systems and exposure protection sprinkler systems covered within this standard.
  Norma internacional que contiene los requisitos mínimos de diseño e instalación de los sistemas automáticos de extinción de incendios a través de rociadores.

2. Redes hidráulicas

2.1 Parámetros de diseño.

Los parámetros de diseño para las redes hidráulicas internas están establecidos en la norma técnica colombiana NTC 1500.

- Velocidad de diseño: 2m/s
- Se debe proveer de un tanque de almacenamiento que garantice el abastecimiento por un día en caso de interrupción del servicio.
- En ningún caso la red puede exceder los 550kPa.
- Se debe cumplir con las presiones mínimas de operación establecidas en la norma.

Tabla 1 Caudales y presiones mínimas de operación para aparatos sanitarios

Tipos de aparatos hidrosanitario	Caudal [a] L/min (gpm)	Presión de flujo kPa (psi)
Bañera, válvula mezcladora balance de presión, termostática o de combinación balance de presión/termostática	15 (4)	138 (20)
Bidé, válvula de mezclado termostática	8 (2)	138 (20)
Accesorio de combinación	15 (4)	55 (8)
Lavavajillas doméstico	10 (2,75)	55 (8)
Bebedero	3 (0,75)	55 (8)
Lavadero	15 (4)	55 (8)
Lavamanos privado	3 (0,8)	55 (8)
Lavamanos privado, válvula mezcladora	3 (0,8)	55 (8)
Lavamanos publico	1,5 (0,4)	55 (8)
Ducha	9,5 (2,5)	55 (8)
Ducha con válvula de mezclado de presión balanceada, termostática o combinada de presión balanceada/termostática	9,5 (2,5)[b]	138 (20)
Grifería de manguera	19 (5)	55 (8)
Poceta, residencial	6,6 (1,75)	55 (8)
Poceta, servicio	11 (3)	55 (8)
Orinal de válvula	45 (12)	172 (25)
Inodoro de desboque o arrastre con válvula fluxómetro	95 (25)	310 (45)
Inodoro, tanque fluxómetro	6 (1,6)	138 (20)
Inodoro, sifónico, válvula de fluxómetro	95 (25)	241 (35)
Inodoro, tanque, acoplamiento cerrado	11 (3)	138 (20)
Inodoro, tanque una pieza	23 (6)	138 (20)

Nota: Tabla tomada de la norma técnica Colombiana NTC: Tabla 7.4.3 de la NTC 1500.

- El sistema de distribución del suministro de agua para la vivienda debe diseñarse de manera que abastezca los aparatos y equipos con la mínima cantidad de agua necesaria para obtener un funcionamiento que satisfaga los requisitos de salubridad con presiones y velocidades adecuadas.

- Se debe hacer una estimación de consumo por aparato de acuerdo con la norma técnica.

Tabla 2 Valores de carga asignados a los aparatos

Aparato	Uso	Tipo de control de suministro	Valores de carga. en unidades de aparato de suministro de agua (w.s.f.u.)[b]		
			Fría	Caliente	Total
Grupo de baño	Privado	Sanitario de tanque	3,7	1,5	4,3
Grupo de baño	Privado	Válvula fluxómetro	5,5	1,5	6,1
Tina	Privada	Grifería	1,0	1,0	1,4
Tina	Público	Grifería	3,0	3,0	4,0
Bidé	Privado	Grifería	1,5	1,5	2,0
Accesorio de combinación	Privado	Grifería	2,25	2,25	3,0
Lavavajillas	Privado	Automático	-	1,4	1,4
Bebederos	Oficinas, etc.	Válvula 3/8 de pulgada	0,25	-	0,25
Poceta de cocina	Privado	Grifería	1,0	1,0	1,4
Poceta de cocina	Hotel, restaurante	Grifería	3,0	3,0	4,0
Lavaderos (1 a 3)	Privado	Grifería	1,0	1,0	1,4
Lavamanos	Privado	Grifería	0,5	0,5	0,7
Lavamanos	Público	Grifería	1,5	1,5	2,0
Pocetas de servicio	Oficinas, etc.	Grifería	2,25	2,25	3,0
Ducha	Público	Válvula mezcladora	3,0	3,0	4,0
Ducha	Privado	Válvula mezcladora	1,0	1,0	1,4
Orinal	Público	0.5 Lpf a 1 Lpf	1,0	-	1,0
Orinal	Público	1.1 Lpf a 2.0 Lpf	2,0	-	2,0
Orinal	Público	Tanque de descarga > 2.0 Lpf	3,0	-	3,0
Máquina automática de lavar ropa (8 lb)	Privado	Automático	1,0	1,0	1,4
Máquina automática de lavar ropa (8 lb)	Público	Automático	2,25	2,25	3,0
Máquina automática de lavar ropa (15 lb)	Público	Automático	3,0	3,0	4,0
Inodoro	Privado	Válvula Fluxómetro	4,0	-	4,0
Inodoro	Privado	Tanque de descarga	2,2	-	2,2
Inodoro	Público	Válvula Fluxómetro	6,0		6,0
Inodoro	Público	Tanque de descarga	5,0	-	5,0
Inodoro	Público o privado	Tanque fluxómetro	2,0	-	2,0

Nota: Tabla tomada de la Norma Técnica Colombiana NTC 1500. Tabla B.1.3.3 (2)

- Las pérdidas de fricción en la tubería se calcularán como lo indica el principio de la hidráulica, para la cual se presentan diversas fórmulas teóricas y empíricas con el fin

de estimar las perdidas por fricción asociadas al flujo a través de una sección (tubería). Para el cálculo se empleará la ecuación de Darcy-Weisbach, la cual es una ecuación empírica que relaciona la perdida de carga hidráulica debido a la fricción a lo largo de una tubería dada con la velocidad media del flujo del fluido.

$$hf = \frac{C * V^{1,79} * V_c{}^{0.21} * L}{D^{1,21} * g}$$

Ecuación 1 Perdidas por fricción. Ecuación de Darcy-Weisbach.

hf: Pérdidas de energía por fricción.

V: Velocidad media de flujo (m/s)

C: Constante

V_c: Viscosidad cinemática m2/s

L: Longitud (m)

d: diámetro (m)

g: gravedad m/s2

- Las perdidas por accesorios se producen principalmente debido al disturbio del flujo provocado por curvaturas o cambios de sección, se les llama perdidas menores ya que generalmente se pueden despreciar especialmente en tuberías largas donde las perdidas por fricción son altas en comparación con las perdidas locales. Las perdidas menores las provocan los cambios en la velocidad, magnitud y dirección y experimentalmente se ha demostrado que la magnitud de dichas perdidas es proporcional al cuadrado de la velocidad, expresado como función de la cabeza de velocidad en el tubo se expresa así:

$$h_s = K * \frac{V^2}{2 * g}$$

Ecuación 2 Cálculo de pérdidas menores

Los valores de K para todo tipo de accesorios se encuentran en los textos de fluidos e hidráulica, este coeficiente no tiene unidades ya que representa una constante de proporcionalidad entre la perdida de energía y la cabeza de velocidad, depende a su vez de la geometría del dispositivo que ocasiona la perdida.

Población estimada

2.2 Cálculo del consumo

- El cálculo del consumo se realiza de acuerdo con lo contenido en la Norma Técnica Colombiana NTC 1500 en el capítulo 6.

Industrias	80 litros /trabajador
Comercio, mercancías secas, casas de abastos, peluquerías y pescaderías	20 litros/ m^2 mínimo 400 litros/ día
Mercados	15 litros /m^2
Viviendas	200 litros/ habitante/ día a 250 litros/ habitante/ día
Universidades	50 litros/ persona/ día
Internados	250 litros/ persona/ día
Hoteles (a)	500 litros/ habitación/ día
Hoteles (b)	250 litros/ cama/ día
Oficinas	90 litros/ persona/ día
Cuarteles	350 litros/ persona/ día
Restaurantes	4 litros/ día/ comida
Hospitales	600 litros/ persona/ día
Prisiones	600 litros/ persona/ día
Lavanderías	48 litros /kg de ropa
Lavado de carros	400 litros /carro/ día
W.C públicos	50 litros/ hora
W.C. intermitentes	150 litros/ hora
Circos, hipódromos, parques de atracciones, estudios, velódromos, autódromos, plazas de toros y similares	1 litro/ espectador
Cabarets, casinos y salas de baile	30 litros/ m^2
Cines, teatros y auditorios	3 litros / silla
Estaciones de servicio, bombas de gasolina, garajes y estacionamientos se colocará de acuerdo con los siguientes consumos:	
Para lavado automático	12 000 litros/ día/ unidad
Para lavado no automático	7 500 litros/ día/ unidad
Para bombas de gasolina	300 litros/ día/ surtidor
Para garajes y estacionamientos cubiertos	2 litros/ día/ m^2 de área
Para oficinas y ventas de repuestos	6 litros/ día/ m^2 de área útil
El suministro de agua para bares, fuentes de soda, refresquerías, cafeterías y similares se calculará con base en los siguientes consumos:	
Área en m^2	Consumo diario
Hasta 30	1 500 litros/ m^2
De 31 a 60	60 litros/ m^2
De 61 a 100	50 litros/ m^2
Mayor de 100	40 litros/ m^2
Riegos	
Piso asfaltado	1 litro/ m^2
Empedrados	1,5 litros/ m^2
Jardines	2 litros/ m^2
Piscinas	300 litros/ persona
Duchas piscina	60 litros/ persona

Tabla 3 Evaluación del consumo

Nota: Tabla tomada del capítulo 6 de la Norma Técnica Colombiana NTC 1500.

Teniendo en cuenta que es una edificación de uso oficial o institucional, dentro de la tabla de consumo encontramos el consumo para oficina, por lo tanto, se empleará una evaluación de consumo de 90 litros /habitante/ día.

2.3 Tanque de almacenamiento de consumo para la red de agua potable**.**

El sistema de abastecimiento de agua potable se diseña bajo la premisa de funcionamiento directo desde la conexión a la red principal de acueducto, sin embargo, la norma establece que se debe contemplar un tanque de almacenamiento de agua potable como medida de contingencia en el servicio frente a una suspensión en el servicio o cualquier eventualidad de fuerza mayor.

$$Valmacenamiento = \#personas * consumo\ (\frac{l}{persona * dia})$$

Ecuación 3 Volumen de almacenamiento

$$Valmacenamiento = 80 * 90 \frac{l}{persona * dia}$$

$$Valmacenamiento = 7200\ litro\ \approx 7.2\ m^3$$

Sin embargo, de acuerdo a las necesidades planteadas en el proyecto el tanque de almacenamiento tendrá un volumen de

Tabla 4 Cálculo de la acometida del tanque de almacenamiento

DESCRIPCION	VALOR	UNIDADES
Volumen total proyectado	7.5	m3
Tiempo de llenado	8	horas
Caudal de llenado	0.94	m3/h
	0.0003	m3/s
	0.26	l/s
	4.13	gpm
Diámetro tubería nominal de llenado	3/4	"
Diámetro interno tubería de llenado	0.75	"
Diámetro interno tubería de llenado	0.024	m
Velocidad de llenado	0.59	m/s

2.4 Presión en el punto de conexión

El cálculo de presión requerida para un sistema de abastecimiento se da al establecer la ruta crítica del sistema, para definir la ruta crítica se evalúa dentro del sistema de abastecimiento el aparato que requiera de una presión significativa o que se encuentre en el punto más lejano desde el suministro, lo que por condiciones de la red le genere mayor perdida por fricción y por accesorios.

Para el proyecto, la ruta crítica es la red de suministro que conduce al aparato sanitario más alejado desde el punto de conexión, debido a su distancia en horizontal sumada a la vertical que requiere al punto del servicio.

Aparato crítico	Orinal piso 4
Cota del aparato	12 m
Cota del punto de la acometida	0 m
Diferencia de nivel	12 m

El aparato critico según establece la NTC 1500 requiere una presión de 172 kPa o 25 PSI.

La presión mínima del servicio lo establece el RAS 2000 en el titulo A capitulo A.11, dónde según el nivel de complejidad se define la presión mínima.

Nivel de complejidad	Presión mínima (kPa)	Presión mínima (metros)
Bajo	98.1	10
Medio	98.1	10
Medio alto	147.2	15
Alto	147.2	15

Tabla 5 Tabla de presiones mínimas en relación con el nivel de complejidad

Nota: Tabla tomada del artículo 82 título A del RAS 2000 A.11.1.16.1

Entonces, la presión en el punto de servicio debe ser la que establece la norma, siendo un nivel de complejidad ALTO por el número de habitantes, la presión mínima en el punto de conexión debe ser de 147.2 kPa.

2.5 Unidades de carga asignadas por aparato

Se determinó el caudal en cada una de las secciones por medio de las unidades de carga siguiendo lo establecido en la NTC 1500:

Aparato	Uso	Tipo de control de suministro	Valores de carga. en unidades de aparato de suministro de agua (w.s.f.u.)[b]		
			Fría	Caliente	Total
Grupo de baño	Privado	Sanitario de tanque	3,7	1,5	4,3
Grupo de baño	Privado	Válvula fluxómetro	5,5	1,5	6,1
Tina	Privada	Grifería	1,0	1,0	1,4
Tina	Público	Grifería	3,0	3,0	4,0
Bidé	Privado	Grifería	1,5	1,5	2,0
Accesorio de combinación	Privado	Grifería	2,25	2,25	3,0
Lavavajillas	Privado	Automático	-	1,4	1,4
Bebederos	Oficinas, etc.	Válvula 3/8 de pulgada	0,25	-	0,25
Poceta de cocina	Privado	Grifería	1,0	1,0	1,4
Poceta de cocina	Hotel, restaurante	Grifería	3,0	3,0	4,0
Lavaderos (1 a 3)	Privado	Grifería	1,0	1,0	1,4
Lavamanos	Privado	Grifería	0,5	0,5	0,7
Lavamanos	Público	Grifería	1,5	1,5	2,0
Pocetas de servicio	Oficinas, etc.	Grifería	2,25	2,25	3,0
Ducha	Público	Válvula mezcladora	3,0	3,0	4,0
Ducha	Privado	Válvula mezcladora	1,0	1,0	1,4
Orinal	Público	0.5 Lpf a 1 Lpf	1,0	-	1,0
Orinal	Público	1.1 Lpf a 2.0 Lpf	2,0	-	2,0
Orinal	Público	Tanque de descarga > 2.0 Lpf	3,0	-	3,0
Máquina automática de lavar ropa (8 lb)	Privado	Automático	1,0	1,0	1,4
Máquina automática de lavar ropa (8 lb)	Público	Automático	2,25	2,25	3,0
Máquina automática de lavar ropa (15 lb)	Público	Automático	3,0	3,0	4,0
Inodoro	Privado	Válvula Fluxómetro	4,0	-	4,0
Inodoro	Privado	Tanque de descarga	2,2	-	2,2
Inodoro	Público	Válvula Fluxómetro	6,0		6,0
Inodoro	Público	Tanque de descarga	5,0	-	5,0
Inodoro	Público o privado	Tanque fluxómetro	2,0	-	2,0

Tabla 6 Valores de carga asignados por aparato

Nota: Tabla tomada de la NTC 1500.

2.6 Especificaciones técnicas de la tubería.

Para el proyecto se emplearán materiales Pavco, tubería en policloruro de vinilo (PVC) este material está diseñado para conservar la calidad del agua manteniendo los parámetros en valores máximos de componentes como aluminio, antimonio, cobre, entre otros.

La tubería PAVCO cumple con todos los ensayos de acuerdo con la normatividad vigente, lo que garantiza que las perdidas sean menores, tienen una facilidad de instalación y garantizan una vida útil de 50 años.

A continuación, se describe la presión sostenida y la presión mínima de rotura para los diferentes RDE.

Material	Presión Sostenida 1000 horas		Presión Minima de Rotura 90 segundos	
	Mpa	psi	Mpa	psi
Tubería PVC RDE 9	7.25	1050	11.03	1600
Tubería PVC RDE 11	5.80	840	8.82	1250
Tubería PVC RDE 13.5	4.62	670	6.89	1000
Tubería PVC RDE 21	2.90	420	4.34	630
Tubería PVC RDE 26	2.34	340	3.45	500
Tubería PVC RDE 32.5	1.86	270	2.76	400
Tubería PVC RDE 41	1.95	210	2.17	315

Ilustración 2 Tabla de presiones tubería PVC.

Especificaciones de cada tubería de acuerdo con el diámetro y el RDE, presión de trabajo y temperatura a la cual está sometida el sistema.

Tuberías Presión PAVCO WAVIN

icontec Sello de Calidad RES 0501 — icontec Sello de Calidad NTC 382

	Diámetro Nominal		Referencia	Peso	Diámetro Exterior Promedio		Espesor de Pared Mínimo		Diámetro Interior Promedio
	mm	pulg.		g/m	mm	pulg.	mm	pulg.	mm
RDE 9 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 500 PSI	21	1/2	2900266	218	21.34	0.84	2.37	0.09	16.60
RDE 11 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 400 PSI	26	3/4	2900210	304	26.67	1.05	2.43	0.09	21.81
RDE 13.5 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 315 PSI	21	1/2	2902449	157	21.34	0.84	1.58	0.06	18.18
	33	1	2900213	364	33.40	1.31	2.46	0.09	28.48
RDE 21 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 200 PSI	26	3/4	2900237	189	26.7	1.05	1.52	0.06	23.63
	33	1	2900220	252	33.4	1.31	1.60	0.06	30.20
	42	1.1/4	2900225	395	42.2	1.66	2.01	0.08	38.14
	48	1.1/2	2902450	514	48.3	1.90	2.29	0.09	43.68
	60	2	2902453	811	60.3	2.37	2.87	0.11	54.58
	73	2.1/2	2900230	1185	73.0	2.87	3.48	0.14	66.07
	88	3	2900233	1761	88.9	3.50	4.24	0.17	80.42
	114	4	2900240	2904	114.3	4.50	5.44	0.21	103.42
	168	6	2904616	5835	168.3	6.62	8.03	0.32	152.22
RDE 26 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 160 PSI	60	2	2900246	655	60.3	2.37	2.31	0.09	55.70
	73	2.1/2	2900248	964	73.0	2.87	2.79	0.11	67.45
	88	3	2900251	1438	88.9	3.50	3.43	0.13	82.04
	114	4	2900254	2376	114.3	4.50	4.39	0.17	105.52
	168	6	2904617	4759	168.3	6.62	6.48	0.25	155.32
RDE 32.5 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 125 PSI	88	3	2900256	1157	88.9	3.50	2.74	0.11	83.42
	114	4	2900258	1904	114.3	4.50	3.51	0.14	107.28
RDE 41 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 100 PSI	114	4	2900261	1535	114.3	4.50	2.79	0.11	108.72

Para Tuberías de 8", 10", 12", 14", 16", 18" y 20" de diámetro véase nuestro Manual Técnico Unión Platino. La longitud normal de los tramos es de 6mt. La Tubería no debe roscarse.

Ilustración 3 Especificaciones del manual técnico tuberías PVC presión

Tubería: Para el proyecto se usará tubería PVC presión de diámetro 1-1/2",1-1/4",1", ¾" y ½". Debe ser tubería que cumpla con **RDE 21.**

Accesorios: Se usarán los accesorios que se requieran según el trazo en planta de la red hidráulica para los diámetros 1-1/2,1-1/4", 1", ¾", y ½".

2.7 Cálculos de la red.

2.7.1 Red fría de agua potable

2.7.1.1 Cálculo del caudal máximo probable por estimación de unidades de consumo por aparato.

Tabla 7 Valores de carga en unidades de aparato de suministro de agua.

Tabla B.1.3.3(2) Valores de carga asignados a los aparatos					
Aparato	**Uso**	**Tipo de control de suministro**	**Valores de carga, en unidades de aparato de suministro de agua (w.s.f.u)**		
			Fría	**Caliente**	**Total**
Grupo de baño	Privado	Sanitario de tanque	2,7	1,5	3,6
Grupo de baño	Privado	Válvula fluxómetro	6	3	8
Bañera	Privada	Grifo	1	1	1,4
Bañera	Público	Grifo	3	3	4
Bidé	Privado	Grifo	1,5	1,5	2
Accesorio de combinación	Privado	Grifo	2,25	2,25	3
Lavavajillas	Privado	Automático		1,4	1,4
Bebederos	Oficinas, etc.	Válvula 3/8 pulgada	0,25		0,25
Lavaplatos	Privado	Grifo	1	1	1,4
Lavaplatos	Hotel, restaurante	Grifo	3	3	4
Bandeja para el lavado de ropa (1 a 3)	Privado	Grifo	1	1	1,4
Lavamanos	Privado	Grifo	0,5	0,5	0,7
Lavamanos	Público	Grifo	1,5	1,5	2
Poceta de servicio	Oficinas, etc.	Grifo	2,25	2,25	3

Tabla B.1.3.3(2) Valores de carga asignados a los aparatos					
Aparato	**Uso**	**Tipo de control de suministro**	**Valores de carga, en unidades de aparato de suministro de agua (w.s.f.u)**		
			Fría	**Caliente**	**Total**
Regadera	Público	Válvula mezcladora	3	3	4
Regadera	Privado	Válvula mezcladora	1	1	1,4
Orinal	Público	Válvula de fluxómetro de 1 pulgada	10		10
Orinal	Público	Válvula de fluxómetro de 3/4 pulgada	5		5
Orinal	Público	Tanque de descarga	3		3
Lavadoras automáticas para ropa (8lb)	Privado	Automático	1	1	1,4
Lavadoras automáticas para ropa (8lb)	Público	Automático	2,25	2,25	3
Lavadoras automáticas para ropa (15lb)	Público	Automático	3	3	4
Inodoro	Privado	Válvula fluxómetro	6		6
Inodoro	Privado	Válvula fluxómetro	2,2		2,2
Inodoro	Público	Válvula fluxómetro	10		10
Inodoro	Público	Válvula fluxómetro	5		5
Inodoro	Público o privado	Tanque fluxómetro	2		2

Nota: Tabla B.1.3.3 (2)

RED DE ACUEDUCTO			
Aparato	**Cantidad**	**Unidades**	**Unidades de carga*cantidad**
Inodoro	5	2.2	11
Lavamanos	5	2	10
Orinal	1	5	5
		Total	**26**

Tabla 8 Calculo de unidades de carga del proyecto

Fuente: Propia

Se tiene por lo tanto un total de 26 unidades para los aparatos sanitarios instalados en el proyecto, y nos remitimos a la tabla B.1.3.3 (3) para la estimación del caudal total.

Carga. Unidades de aparato (w.s.f.u)		Demanda, Caudal			Carga. Unidades de aparato (w.s.f.u)		Demanda, Caudal			Carga. Unidades de aparato (w.s.f.u)		Demanda, Caudal		
Tanque	Fluxo metro	(gpm)	L/s	L/min	Tanque	Fluxo metro	(gpm)	L/s	L/min	Tanque	Fluxo metro	(gpm)	L/s	L/min
0,5	-	1	0,06	3,79	107	37	45	2,84	548,83	611	521	145	9,15	548,83
1	-	2	0,13	7,57	111	39	46	2,90	567,75	638	559	150	9,46	567,75
3	-	3	0,19	11,36	115	42	47	2,96	586,68	665	596	155	9,78	586,68
4	-	4	0,25	15,14	119	44	48	3,03	605,6	692	631	160	10,09	605,6
6	-	5	0,32	18,93	123	46	49	3,09	624,53	719	666	165	10,41	624,53
7	-	6	0,38	22,71	127	48	50	3,15	643,45	748	700	170	10,72	643,45
8	-	7	0,44	26,5	130	50	51	3,22	662,38	778	739	175	11,04	662,38
10	-	8	0,50	30,28	135	52	52	3,28	681,3	809	775	180	11,35	681,3
12	-	9	0,57	34,07	141	54	53	3,34	700,23	840	811	185	11,67	700,23
13	-	10	0,63	37,85	146	57	54	3,41	719,15	874	850	190	11,99	719,15
15	-	11	0,69	41,64	151	60	55	3,47	757	945	931	200	12,62	757
16	-	12	0,76	45,42	155	63	56	3,53	794,85	1018	1009	210	13,25	794,85
18	-	13	0,82	49,21	160	66	57	3,60	832,7	1091	1091	220	13,88	832,7
20	-	14	0,88	52,99	165	69	58	3,66	870,55	1173	1173	230	14,51	870,55
21	-	15	0,95	56,78	170	73	59	3,72	908,4	1254	1254	240	15,14	908,4
23	-	16	1,01	60,56	175	76	60	3,78	946,25	1335	1335	250	15,77	946,25
24	-	17	1,07	64,35	185	82	62	3,91	984,1	1418	1418	260	16,40	984,1
26	-	18	1,14	68,13	195	88	64	4,04	1022	1500	1500	270	17,03	1022
28	-	19	1,20	71,92	205	95	66	4,16	1059,8	1583	1583	280	17,66	1059,8
30	-	20	1,26	75,7	215	102	68	4,29	1097,7	1668	1668	290	18,29	1097,7
32	-	21	1,32	79,49	225	108	70	4,42	1135,5	1755	1755	300	18,92	1135,5
34	5	22	1,39	83,27	236	116	72	4,54	1173,4	1845	1845	310	19,55	1173,4
36	6	23	1,45	87,06	245	124	74	4,67	1211,2	1926	1926	320	20,19	1211,2
39	7	24	1,51	90,84	254	132	76	4,79	1249,1	2018	2018	330	20,82	1249,1

Carga. Unidades de aparato (w.s.f.u)		Demanda, Caudal			Carga. Unidades de aparato (w.s.f.u)		Demanda, Caudal			Carga. Unidades de aparato (w.s.f.u)		Demanda, Caudal		
Tanque	Fluxo metro	(gpm)	L/s	L/min	Tanque	Fluxo metro	(gpm)	L/s	L/min	Tanque	Fluxo metro	(gpm)	L/s	L/min
42	8	25	1,58	94,63	264	140	78	4,92	1286,9	2110	2110	340	21,45	1286,9
44	9	26	1,64	98,41	275	148	80	5,05	1324,8	2204	2204	350	22,08	1324,8
46	10	27	1,70	102,2	284	158	82	5,17	1362,6	2298	2298	360	22,71	1362,6
49	11	28	1,77	105,98	294	168	84	5,30	1400,5	2388	2388	370	23,34	1400,5
51	12	29	1,83	109,77	305	176	86	5,42	1438,3	2480	2480	380	23,97	1438,3
54	13	30	1,89	113,55	315	186	88	5,55	1476,2	2575	2575	390	24,60	1476,2
56	14	31	1,96	117,34	326	195	90	5,68	1514	2670	2670	400	25,23	1514
58	15	32	2,02	121,12	337	205	92	5,80	1551,9	2765	2765	410	25,86	1551,9
60	16	33	2,08	124,91	348	214	94	5,93	1589,7	2862	2862	420	26,49	1589,7
63	18	34	2,14	128,69	359	223	96	6,06	1627,6	2960	2960	430	27,12	1627,6
66	20	35	2,21	132,48	370	234	98	6,18	1665,4	3060	3060	440	27,76	1665,4
69	21	36	2,27	136,26	380	245	100	6,31	1703,3	3150	3150	450	28,39	1703,3
74	23	37	2,33	140,05	406	270	105	6,62	1892,5	3320	3320	500	31,54	1892,5
78	25	38	2,40	143,83	431	295	110	6,94	2081,8	4070	4070	550	34,69	2081,8
83	26	39	2,46	147,62	455	329	115	7,25	2271	4480	4480	600	37,85	2271
86	28	40	2,52	151,4	479	365	120	7,57	2649,5	5380	5380	700	44,16	2649,5
90	30	41	2,59	155,19	506	396	125	7,89	3028	6280	6280	800	50,46	3028
95	31	42	2,65	158,97	533	430	130	8,20	3406,5	7280	7280	900	56,77	3406,5
99	33	43	2,71	162,76	559	460	135	8,52	3785	8300	8300	1000	63,08	3785
103	35	44	2,78	166,54	585	490	140	8,83	4068,9	9000	9000	1075	67,81	4068,9

Ilustración 4 Tabla B.1.3.3 (3) NTC 1500

Tabla 9 Cálculo diámetro de la acometida hidráulica.

Unidades de consumo	**26**
Caudal máximo probable (GPM)	21.90
Caudal máximo probable (l/s)	1.659
Caudal máximo probable (m3/s)	0.00166
Diámetro mínimo (in)	1.28
Diámetro nominal (in)	1.25
Diámetro efectivo (m)	0.04
Velocidad real (m/s)	1.45

El diámetro requerido para la columna y la derivación de ingreso a los baños del piso 4 es de 1-1/4".

2.7.1.2 Cálculos caudales

Para el cálculo del caudal del proyecto se estima de acuerdo a lo establecido en la Norma Técnica Colombiana NTC 1500 en la tabla B.1.3.3 (2), haciendo uso de las unidades de carga por la cantidad de aparatos sanitarios:

Tabla 10 Valores de carga asignados a los aparatos

Tabla B.1.3.3(2) Valores de carga asignados a los aparatos					
Aparato	**Uso**	**Tipo de control de suministro**	**Valores de carga, en unidades de aparato de suministro de agua (w.s.f.u)**		
			Fría	**Caliente**	**Total**
Grupo de baño	Privado	Sanitario de tanque	2,7	1,5	3,6
Grupo de baño	Privado	Válvula fluxómetro	6	3	8
Bañera	Privada	Grifo	1	1	1,4
Bañera	Público	Grifo	3	3	4
Bidé	Privado	Grifo	1,5	1,5	2
Accesorio de combinación	Privado	Grifo	2,25	2,25	3
Lavavajillas	Privado	Automático		1,4	1,4
Bebederos	Oficinas, etc.	Válvula 3/8 pulgada	0,25		0,25
Lavaplatos	Privado	Grifo	1	1	1,4
Lavaplatos	Hotel, restaurante	Grifo	3	3	4
Bandeja para el lavado de ropa (1 a 3)	Privado	Grifo	1	1	1,4
Lavamanos	Privado	Grifo	0,5	0,5	0,7
Lavamanos	Público	Grifo	1,5	1,5	2
Poceta de servicio	Oficinas, etc.	Grifo	2,25	2,25	3
Regadera	Público	Válvula mezcladora	3	3	4
Regadera	Privado	Válvula mezcladora	1	1	1,4

Tabla B.1.3.3(2) Valores de carga asignados a los aparatos					
Aparato	**Uso**	**Tipo de control de suministro**	**Valores de carga, en unidades de aparato de suministro de agua (w.s.f.u)**		
			Fría	**Caliente**	**Total**
Orinal	Público	Válvula de fluxómetro de 1 pulgada	10		10
Orinal	Público	Válvula de fluxómetro de 3/4 pulgada	5		5
Orinal	Público	Tanque de descarga	3		3
Lavadoras automáticas para ropa (8lb)	Privado	Automático	1	1	1,4
Lavadoras automáticas para ropa (8lb)	Público	Automático	2,25	2,25	3
Lavadoras automáticas para ropa (15lb)	Público	Automático	3	3	4
Inodoro	Privado	Válvula fluxómetro	6		6
Inodoro	Privado	Válvula fluxómetro	2,2		2,2
Inodoro	Público	Válvula fluxómetro	10		10
Inodoro	Público	Válvula fluxómetro	5		5
Inodoro	Público o privado	Tanque fluxómetro	2		2

Tabla 11 Estimación de unidades de carga

RED DE ACUEDUCTO			
Aparato	**Cantidad**	**Unidades**	**Unidades de carga*cantidad**
Inodoro	5	2.2	11
Lavamanos	5	2	10
Orinal	1	5	5
		Total	**26**

Fuente: propia

De esta manera se obtiene el caudal máximo probable de la red principal de abastecimiento del proyecto, determinando el número de aparatos a abastecer y su respectiva carga se podrá calcular el diámetro de la tubería, a su vez se establece como criterio de diseño y chequeo de los mismos que la velocidad en cada tramo de la red no debe superar los 2m/s en tuberías de diámetro igual a 2" o inferior.

Entonces, conociendo el caudal probable, y asumiendo una velocidad de funcionamiento de la red basados en los criterios técnicos podremos obtener el diámetro para cada uno de los tramos, haciendo uso de la siguiente formula:

Ecuación 4 Ecuación de caudal

$$Q = V * A$$

Q: Caudal (m3/s)

V: Velocidad probable (m/s)

A: Área (m2)

De la cual se puede despejar el diámetro reemplazando la ecuación del área en función del diámetro así:

Ecuación 5 Ecuación del área

$$A = \frac{\pi * d^2}{4}$$

$$\therefore d(") = \left(\sqrt{\left(\frac{4 * \frac{Q}{1000}}{V * \pi}\right)}\right)/0{,}0254$$

d: diámetro en pulgadas

Q: Caudal máximo probable en l/s

V: Velocidad asumida (m/s)

Una vez se obtiene el diámetro con las fórmulas anteriores se procede a realizar el chequeo para obtener la velocidad real, para lo cual se debe emplear el diámetro real de la tubería se estimará de

acuerdo con el catálogo del fabricante que establece los diámetros nominales y diámetros reales internos de la tubería en función del diámetro nominal en pulgadas.

Posteriormente se re calcula la velocidad real con el diámetro seleccionado para lo cual se empleará la siguiente fórmula:

Ecuación 6 Ecuación de velocidad

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * d^2}$$

Donde:

V: Velocidad real (m/s)

Q: Caudal máximo probable (m3/s)

D: Diámetro (m)

Obteniendo la velocidad real se procede a verificar que ésta cumpla con lo establecido en la Norma Técnica Colombiana NTC 1500, debe estar por debajo de los 2m/s velocidad real de la red de abastecimiento. Si se encuentran velocidades por encima de los 2m/s se debe replantear el diámetro y realizar el mismo proceso de pre dimensionamiento del tramo a diseñar.

A continuación, hoja de cálculo de la red del proyecto:

Tabla 12 Calculo del diámetro, estimación de caudal y velocidad real red de abastecimiento

Velocidad asumida m/s	1.5											
Tramo	**Unidades de consumo**				**Caudal máximo probable (GPM)**	**Caudal máximo probable (l/s)**	**Caudal máximo probable (m3/s)**	**Diámetro mínimo (in)**	**Diámetro nominal (in)**	**Diámetro efectivo (m)**	**Velocidad real (m/s)**	**Diámetro tubería (")**
	Aparato	**Unidades de consumo**	**Cantidad**	**Total**								
1	Inodoro	2.2	1	2.2	2.2	5.29	0.334	0.00033	0.66	1.00	0.030	0.47	1
2	Inodoro	2.2	1	2.2	4.2	8.28	0.522	0.001	0.83	1.00	0.030	0.73	1
	Lavamanos	2	1	2									
3	Inodoro	2.2	1	2.2	8.2	12.97	0.818	0.001	1.04	1.00	0.030	1.14	1
	Lavamanos	2	3	6									
4	Inodoro	2.2	1	2.2	13.2	16.60	1.047	0.001	1.17	1.00	0.030	1.46	1
	Lavamanos	2	3	6									
	Orinal	5	1	5									
5	Inodoro	2.2	1	2.2	2.2	5.29	0.334	0.000	0.66	0.50	0.018	1.29	1/2
	Lavamanos	2	0	0									
6	Inodoro	2.2	2	4.4	4.4	8.56	0.540	0.001	0.84	0.75	0.024	1.23	3/4
	Lavamanos	2	0	0									
7	Inodoro	2.2	2	4.4	8.4	13.15	0.830	0.001	1.04	0.75	0.024	1.89	3/4
	Lavamanos	2	2	4									

De acuerdo a los criterios de diseño se evidencia el cumplimiento de los diámetros en función de la velocidad y la velocidad real en función del diámetro interno real, por lo tanto, la red de abastecimiento ya se encuentra diseñada y dimensionada.

Como se había enunciado en las generalidades del diseño, la red sufre perdidas de energía por fricción y perdidas menores por accesorios, las cuales se deben estimar como parte del diseño de la red hidráulica, a continuación, se procederá a realizar el cálculo de las pérdidas de energía por fricción haciendo uso de la fórmula de Darcy-Weisbach

Ecuación 7 Ecuación de perdida de energía por fricción

$$h_f = \frac{C * V^{1,79} * V_c^{0,21} * L}{d^{1,21} * g}$$

Tabla 13 Perdida de energía por fricción de la red

Perdida de energia por fricción					
Tramo	**L: Longitud del tramo (m)**	**D: Diametro de la tuberia (in)**	**Diametro efectivo (m)**	**Velocidad (V)**	**hf**
1	5.05	1.00	0.03	0.47	0.0546
2	6.78	1.00	0.03	0.73	0.1634
3	3.77	1.00	0.03	1.14	0.2029
4	4.00	1.00	0.03	1.46	0.3348
5	0.61	1/2	0.02	1.29	0.0750
6	4.40	3/4	0.08	1.23	0.0828
7	4.87	3/4	0.08	1.89	0.1977
				Total	**1.1112**

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de energía por fricción se realiza el cálculo de perdidas menores por accesorios con la siguiente formula:

Ecuación 8 Ecuación de perdidas menores por accesorios

$$h_s = K * \frac{V^2}{2 * g}$$

Tabla 14 Pérdidas menores por accesorios

Perdidas menores por accesorios						
Tramo	**Accesorio**	**D: Diametro de la tuberia (in)**	**Velocidad (V)**	**K**	**Cantidad**	**hs (m)**
1	Codo 90º	1.00	0.47	0.37	5.00	0.020
	Válvula de globo estandar			2.00	0.00	0.000
	Tee (paso directo)			0.35	0.00	0.000
2	Codo 90º	1.00	0.73	0.37	8.00	0.080
	Válvula de globo estandar			2.00	1.00	0.054
	Tee (paso directo)			0.35	1.00	0.009
3	Codo 90º	1.00	1.14	0.37	5.00	0.123
	Válvula de globo estandar			2.00	0.00	0.000
	Tee (paso directo)			0.35	2.00	0.047
4	Codo 90º	1.00	1.46	0.37	1.00	0.040
	Válvula de globo estandar			2.00	1.00	0.218
	Tee (paso directo)			0.35	1.00	0.038
5	Codo 90º	1/2	1.29	0.37	0.00	0.000
	Válvula de globo estandar			2.00	0.00	0.000
	Tee (paso directo)			0.35	1.00	0.029
6	Codo 90º	3/4	1.23	0.37	8.00	0.229
	Válvula de globo estandar			2.00	1.00	0.155
	Tee (paso directo)			0.35	0.00	0.000
7	Codo 90º	3/4	1.89	0.37	3.00	0.202
	Válvula de globo estandar			2.00	0.00	0.000
	Tee (paso directo)			0.35	2.00	0.128
					Total	1.3734

3. Redes sanitarias y pluviales

3.1 Sistema de aguas residuales

El diseño de las redes de conducción de aguas residuales se realiza de acuerdo con lo establecido a la normatividad vigente, Norma Técnica Colombiana NTC 1500.

Toda instalación sanitaria debe seguir las siguientes normas de diseño:

- Evacuar rápidamente y por el camino más corto, las aguas residuales de los distintos aparatos sanitarios, con el fin de evitar que la materia orgánica transportada, se descompongan y produzcan bacterias peligrosas para la salud.
- Se debe impedir el paso del aire, olores, y microbios de las tuberías al interior de la edificación, lo que se lograra con un buen cierre hidráulico.
- La localización construcción de la instilación deberá ser accesible para la limpieza y mantenimiento, lo que se logra con ayuda de tapones y cajas de inspección.
- Las velocidades máximas serán de 4m/seg. y 0.6 m/seg para las velocidades mínimas
- Todos los aparatos sanitarios conectados a la red y todo punto abierto deberán poseer un sifón.
- La ubicación de las tuberías y accesorios no debe interferir el diseño arquitectónico, estructural y eléctrico.
- Se diseñará en forma correcta las instalaciones, calculando los diámetros, las velocidades, y pendientes, adecuadas para el buen funcionamiento de las tuberías y aparatos sanitarios.
- La pendiente mínima será de 1% para diámetros = 4” y pendientes mínimas del 2% para diámetros = 3”
- Se requiere que el material de relleno sea seleccionado, libre de contaminación y partículas rocosa de grandes diámetros que puedan afectar las paredes de loa tubería.
- El suelo sobre el cual reposa la tubería debe estar nivelado y correctamente verificado, en caso de requerir se debe realizar relleno con arena para garantizar la calidad y durabilidad de materiales.

3.1.1 Diámetro de la tubería

Los diámetros para las redes internas de conducción de aguas residuales se establecen en la tabla 8.9.1 de la NTC 1500 de acuerdo con las unidades de descarga correspondientes a cada aparato sanitario.

Tipo de aparato o accesorio	Valor unitario de desagüe de aparato como factor de carga	Dimensión mínima del sifón (pulgadas)
Máquina automática de lavar ropa, comercial [e,g]	3	(2)
Máquina automática de lavar ropa, residencial [g]	2	(2)
Grupos sanitarios como se define en el numeral 3.2 6,06 Lpf (1,6 gpd inodoro) [f]	5	-
Grupos sanitarios como se define en el numeral 3.2 (lavado del inodoro mayor a 6,06 Lpf (1,6 gpd))	6	-
Bañera [b] (con o sin regadera o accesorios de hidromasaje)	2	(1 ½)
Bidé	1	(1 ¼)
Combinación de poceta y bandeja	2	(1 ½)
Lavamanos dental	1	(1 ¼)
Unidad o escupidera dentales	1	(1 ¼)
Lavadora para platos[c], doméstica	2	(1 ½)
Bebedero	1/2	(1 ¼)
Desagüe de emergencia para pisos	0	(2)
Desagües de piso[c]	2[h]	(2)
Poceta de piso	[a]	(2)
Lavaplatos, doméstico	2	(1 ½)
Lavaplatos con triturador de vertimientos y/o lavavajillas	2	(1 ½)
Bandeja para lavar ropa (1 ó 2 compartimentos)	2	(1 ½)
Lavamanos	1	(1 ¼)
Ducha (basado en el gasto total nominal a través de regaderas y duchas de mano) Gasto nominal:		
0,38 L/s (5.7 gpm) o menos	2	(1 ½)
Más de 0,38 L/s hasta 0,78 L/s (Más de 5.7 gpm hasta 12,3 gpm)	3	(2)
Más de 0,78L/s hasta 1,63 L/s (Más de 12.3 gpm hasta 25,8 gpm)	5	(3)
Más de 1,63 L/s hasta 3,51 L/s (Más de 25.8 gpm hasta 55,6 gpm)	6	(4)
Poceta de servicio	2	(1 ½)
Poceta	2	(1 ½)
Orinal	4	[a]
Orinal, 1 galón por descarga o menos	2[e]	[a]
Orinal, sin suministro de agua	1/2	[a]
Poceta de aseo (circular o múltiples) cada juego de grifos	2	(1 ½)
Inodoro, tanque fluxómetro, público o privado	4[e]	[a]
Inodoro, privado (1,6 gpd)	3[e]	[a]

Continúa...

Tipo de aparato o accesorio	Valor unitario de desagüe de aparato como factor de carga	Dimensión mínima del sifón (pulgadas)
Inodoro, privado (lavado mayor a 1.6 gpd)	4[e]	[a]
Inodoro, público (1.6 gpd)	4[e]	[a]
Inodoro, público (lavado mayor a 1.6 gpd)	6[e]	[a]

Factores de conversión: 1 L = 0,3 galón (gpd = galones por descarga).

a. Para (sifones) mayores de 3 pulgadas, use Tabla 8.9.2.
b. Una regadera sobre una bañera o una bañera de hidromasaje no aumenta el valor unitario de desagüe del aparato.
c. Véase los numerales 8.9.2 a 8.9.4.1 para métodos de cálculo del valor unitario de desagüe de aparatos no incluidos en esta tabla o para las velocidades de dispositivos con gastos intermitentes.
d. La dimensión del (sifón) debe ser consistente con la dimensión de la boca de salida del aparato.
e. Con el propósito de calcular las cargas en las redes y desagüe de edificaciones, los inodoros y orinales no se deben medir en un circuito de aparato de desagüe más baja, a menos que valores más bajos sean confirmados por ensayos.
f. Para aparatos agregados a grupos sanitarios de unidades habitacionales, agregar el valor unidad de aparato de desagüe (UAD) de aquellos aparatos agregados al total del grupo de aparatos sanitarios.
g. Véase numeral 5.6.3 para requerimientos de tamaño para desagüe de aparato, desagüe de ramal y desagüe de la bajante de una cañería vertical de un lavarropas automático.
h. Véase los numerales 8.9.4 y 8.9.4.1.

Tabla 15 Unidades de descarga de aparatos sanitarios

Fuente: NTC 1500. Tabla 8.9.1.

3.1.2 Velocidad de diseño

La velocidad de diseño de la red de aguas residuales será la que cumpla con las condiciones mínimas del diseño, la velocidad mínima establecida está directamente relacionada a la pendiente mínima con la que se puede operar la red y será de 0.6 m/s, así mismo la velocidad máxima en relación con la pendiente máxima de cada tramo y será de 5 m/s. (Consulta de la Norma Técnica Colombiana, 8.8 NTC 1500).

3.1.3 Fuerza tractiva

La fuerza tractiva es el criterio de verificación donde se tiene en cuenta el perímetro mojado y la sección de la tubería, lo que permite establecer la capacidad de arrastre del sistema. Para garantizar el buen funcionamiento del sistema se debe cumplir como mínimo con la fuerza media tractiva en el chequeo de los tramos que equivale a 1.5 Pa o 0.15 kg/m^2.

3.1.4 Relación q/Q

La relación q/Q es la expresión que permite determinar cómo funciona el tubo con el caudal unitario frente al caudal a tubo lleno, lo que concluye con el porcentaje de ocupación de la tubería o profundidad máxima hidráulica (relación entre el área mojada y la sección de la tubería). Este valor debe ser igual o menor a 0.85

3.1.5 Cálculos de la red

Tramo	Aparato	Qunitario (l/s)	Qunitario (m3/s)	#aparatos	Qacumulado (m3/s)	Qacumulado (l/s)	Diámetro (")	Diametro interior (mm)	Diametro interior (m)	Radio (m)	Área (m2)	Velocidad teorica	n	S (%)	S	R_h (A/P)	Velocidad a tubo lleno (m/s)	Chequeo Velocidad
																		Criterio: 0.6 - 5 m/s NTC 1500- 8.8 Velocidad de chequeo para la pendiente
1	Lavamanos	0.19	0.00019	2	0.00038	0.38	2	54.48	0.05448	0.02724	0.002	0.16	0.01	1.5	0.015	0.0136	0.69	CUMPLE
	Sanitario	0.19	0.00019	2	0.00038	0.38	4	107.7	0.1077	0.05385	0.009	0.04	0.01	1.5	0.015	0.0269	1.09	CUMPLE
2	Lavamanos	0.19	0.00019	4	0.00076	0.76	2	54.48	0.05448	0.02724	0.002	0.33	0.01	1.5	0.015	0.0136	0.69	CUMPLE
	Orinal	0.19	0.00019	1	0.00019	0.19	2	54.48	0.05448	0.02724	0.002	0.08	0.01	1.5	0.015	0.0136	0.69	CUMPLE
	Sanitario	0.19	0.00019	4	0.00076	0.76	4	107.7	0.1077	0.05385	0.009	0.08	0.01	1.5	0.015	0.0269	1.09	CUMPLE
3	Lavamanos	0.19	0.00019	5	0.00095	0.95	2	54.48	0.05448	0.02724	0.002	0.41	0.01	1.5	0.015	0.0136	0.69	CUMPLE
	Orinal	0.19	0.00019	1	0.00019	0.19	2	54.48	0.05448	0.02724	0.002	0.08	0.01	1.5	0.015	0.0136	0.69	CUMPLE
	Sanitario	0.19	0.00019	5	0.00095	0.95	4	107.7	0.1077	0.05385	0.009	0.10	0.01	1.5	0.015	0.0269	1.09	CUMPLE

Tabla 16 Cálculo de la red de aguas residuales

Tabla 17 Chequeo hidráulico de las redes de aguas residuales

TRAMO	Caudal (q) **(l/s)**	Pendiente (%)	DIAMETROS **EXTERNO (in)**	**EXTERNO (mm)**	**NOMINAL (in)**	CAUDAL A TUBO LLENO(Q) (lt/seg)	FUERZA TRACTIVA A TUBO LLENO (T) (Kg/m2) (0.15)	RELACIONES HIDRÁULICAS **q/Q**	**v/V**	**t/T**	FUERZA TRACTIVA REAL (t) (Kg/m2) (0.15)	VELOCIDADES (m/seg) **A TUBO LLENO (V)**	**REAL (v)**	OBSERVACIONES	ÁREA (A) (m2)	PERIMETRO (p) (m)	RADIO HIDRÁULICO (r) (m)
TRAMO 1	0.76	2.00	4	107.70	3.90	10.27	0.49	0.08	0.506	0.515	0.255	1.33	0.68	PVC	0.0077	0.311	0.025
TRAMO 2	1.71	2.00	4	107.70	3.90	10.27	0.49	0.17	0.625	0.715	0.354	1.33	0.83	PVC	0.0077	0.311	0.025
TRAMO 3	2.09	2.00	4	107.70	3.90	10.27	0.49	0.21	0.665	0.779	0.386	1.33	0.89	PVC	0.0077	0.311	0.025

3.1.6 Chequeo de diámetros por unidades de descarga.

Tabla 18 Unidades de descarga por aparatos

Aparato	Unidades de descarga	Cantidad	Total
Inodoro	3	5	15
Orinal	4	1	4
Lavamanos	1	5	5
Total			**24**

Tabla 19 Desagües y alcantarillado de la edificación (Tabla 8.10.1 (1) NTC1500

Diámetro de la tubería (pulgadas)	Máximo número de unidades de desagüe de aparatos conectados a cualquier porción del desagüe o alcantarillado de la edificación, incluyendo los ramales del desagüe de la edificación[a]			
	Pendiente en porcentaje (%) (Pendiente pulgada por pie)			
	0,5 % (1/16)	1,0 % (1/8)	2,0 % (1/8)	4,0 % (1/8)
(1 ¼)	-	-	(1)	(1)
(1 ½)	-	-	(3)	(3)
(2)	-	-	(21)	(26)
(2 ½)	-	-	(24)	(31)
(3)	-	(36)	(42)	(50)
(4)	-	(180)	(216)	(250)
(5)	-	(390)	(480)	(575)
(6)	-	(700)	(840)	(1 000)
(8)	(1 400)	(1 600)	(1 920)	(2 300)
(10)	(2 500)	(2 900)	(3 500)	(4 200)
(12)	(3 900)	(4 600)	(5 600)	(6 700)
(15)	(7 000)	(8 300)	(10000)	(12000)

Factor de conversión: 83,3 mm/m = 1 pulgada por pie.
[a] La dimensión mínima de la tubería de desagüe de aguas residuales de una edificación que sirve a un inodoro debe ser de 76 mm (3 pulgadas).

Se selecciona un diámetro de 4” en el tramo final para la tubería de conducción principal que garantice la evacuación de las unidades de descarga al sistema a una pendiente mínima del 1%, sin embargo, se especificaron pendientes de diseño para cada uno de los tramos de acuerdo a los chequeos de velocidad y fuerza tractiva correspondiente.

Tabla 20 Dimensiones y longitud de desarrollo de bajantes de ventilación y ventilación vertical

Tabla 10.6.1 Diámetros y longitud de desarrollo de bajantes de ventilación y de ventilación vertical

Diámetro de la bajante de aguas residuales o servidas (pulgadas)	Total de unidades de aparato ventiladas (UAD)	Máxima longitud de desarrollo para la ventilación m (pies)[a] Diámetro de la ventilación (pulgadas)										
		(1 ¼)	(1 ½)	(2)	(2 ½)	(3)	(4)	(5)	(6)	(8)	(10)	(12)
1 ¼	2	9,1 (30)										
1 ½	8	15,2 (50)	45,7 (150)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 ½	10	9,1 (30)	30,5(100)									
2	12	9,1 (30)	22,9 (75)	61,0(200)								
2	20	7,9 (26)	15,2 (50)	45,7 (150)		-	-	-	-	-	-	-
2 ½	42		9,1 (30)	30,5(100)	91,4 (300)							
3	10		12,8 (42)	45,7 (150)	109,7(360)	317,0 (1 040)						
3	21	-	9,8 (32)	33,5 (110)	82,3 (270)	246,9 (810)	-	-	-	-	-	-
3	53		8,2 (27)	28,6 (94)	70,1 (230)	207,3 (680)						
3	102		7,6 (25)	26,2 (86)	64,0 (210)	189 (620)						
4	43	-		10,7 (35)	25,9 (85)	76,2 (250)	298,7 (980)	-	-	-	-	-
4	140			8,2 (27)	19,8 (65)	61 (200)	228,6 (750)					
4	320			7,0 (23)	16,8 (55)	51,8 (170)	195,1 (640)					
4	540	-	-	6,4 (21)	15,2 (50)	45,7 (150)	176,8 (580)		-		-	-
5	190				8,5 (28)	25,0 (82)	97,5 (320)	301,7 (990)				
5	490				6,4 (21)	19,2 (63)	76,2 (250)	231,6 (760)				
5	940	-	-	-	5,5 (18)	16,1 (53)	64,0 (210)	204,2 (670)	-	-	-	-
5	1 400				4,9 (16)	14,9 (49)	57,9 (190)	179,8 (590)				
6	500					10,1 (33)	39,6 (130)	121,9 (400)	304,8 (1.000)			
6	1 100	-	-	-	-	7,9 (26)	30,5 (100)	94,5 (310)	237,7 (780)	-	-	-
6	2 000					6,7 (22)	25,6 (84)	79,2 (260)	201,2 (660)			
6	2 900					6,1 (20)	23,5 (77)	73,1 (240)	182,9 (600)			
8	1 800	-	-	-	-		9,4 (31)	29,0 (95)	73,1 (240)	286,5 (940)	-	-
8	3 400						7,3 (24)	22,2 (73)	57,9 (190)	219,4 (720)		

Se emplearán 3 tuberías de red ventilación del sistema de aguas residuales ubicadas cada una de tal forma que se su instalación y desarrollo vertical se pueda hacer a través de la cubierta, el diámetro se determina basados en las unidades de descarga ventiladas, de acuerdo a la siguiente tabla se emplea un diámetro de 2” para los 3 puntos.

Ventilación 1			
Aparato	**Unidades de descarga**	**Cantidad**	**Total**
Inodoro	3	2	6
Orinal	4	1	4
Lavamanos	1	2	2
Total			**12**
Ventilación 2			
Aparato	**Unidades de descarga**	**Cantidad**	**Total**
Inodoro	3	2	6
Lavamanos	1	2	2
Total			**8**

Ventilación 3			
Aparato	**Unidades de descarga**	**Cantidad**	**Total**
Inodoro	3	1	3
Lavamanos	1	1	1
Total			**4**

3.2 Sistema de aguas lluvias

El sistema de aguas lluvias se compone de canales recolectoras, bajantes, y tuberías horizontales que se conectan eventualmente mediante cajas que se emplean para hacer cambio de dirección o para realizar recolección de varios puntos de descarga en la misma zona. Toda edificación debe contar con manejo para la escorrentía superficial de las aguas lluvias, las cuales deben ser encausadas según corresponda.

En ningún caso se debe verter las aguas lluvias al sistema de aguas residuales interno, y adicional a esto se debe evaluar si la entrega a la red principal se de hacer a un alcantarillado pluvial o uno combinado siempre y cuando el operador de servicios o las autoridades locales lo permitan. En el caso del municipio se maneja un sistema separado y por ende se debe hacer una entrega a la red pluvial disponible.

3.2.1 Caudal de diseño

Para el cálculo del caudal dentro del diseño se empleará el método racional, el cual es empleado en hidrología para obtener los caudales instantáneos máximos de descarga en una cuenca, pero que por su simplicidad de aplicación se usa en el diseño de redes pluviales, estructuras de drenaje, entre otros.

El método racional a pesar de no requerir parámetros hidrométricos precisos es un método de diseño muy acertado para la obtención de caudal para determinada lluvia de diseño. Dentro de las limitantes que cabe mencionar es que el método racional asume una lluvia constante, y por ende las variaciones que se puedan presentar no estarían contempladas.

$$Q = C * i * A$$

Ecuación 9 Caudal (método racional)

Coeficiente de escorrentía o impermeabilidad

Tipo de superficie	C
Cubiertas	0,75-0,95
Pavimentos asfálticos y superficies de concreto	0,70-0,95
Vías adoquinadas	0,70-0,85
Zonas comerciales o industriales	0,60-0,95
Residencial, con casas contiguas, predominio de zonas duras	0,75
Residencial multifamiliar, con bloques contiguos y zonas duras entre éstos	0,60-0,75
Residencial unifamiliar, con casas contiguas y predominio de jardines	0,40-0,60
Residencial, con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separados	0,45
Residencial, con predominio de zonas verdes y parques-cementerios	0,30
Laderas sin vegetación	0,60
Laderas con vegetación	0,30
Parques recreacionales	0,20-0,35

Tabla 21 Coeficiente de escorrentía o impermeabilidad

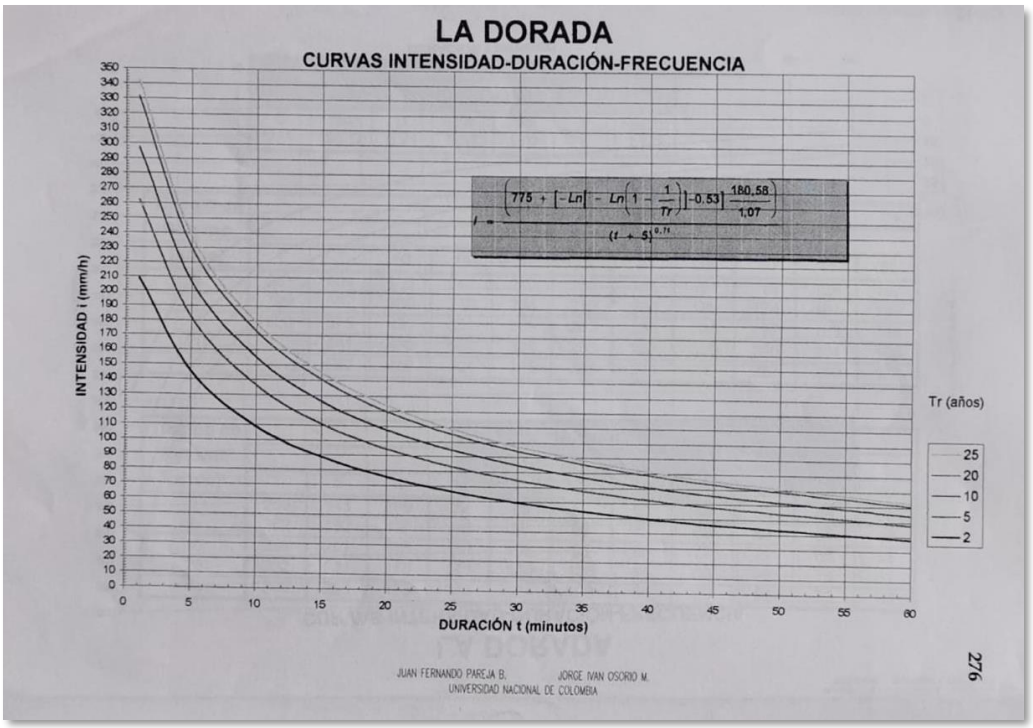
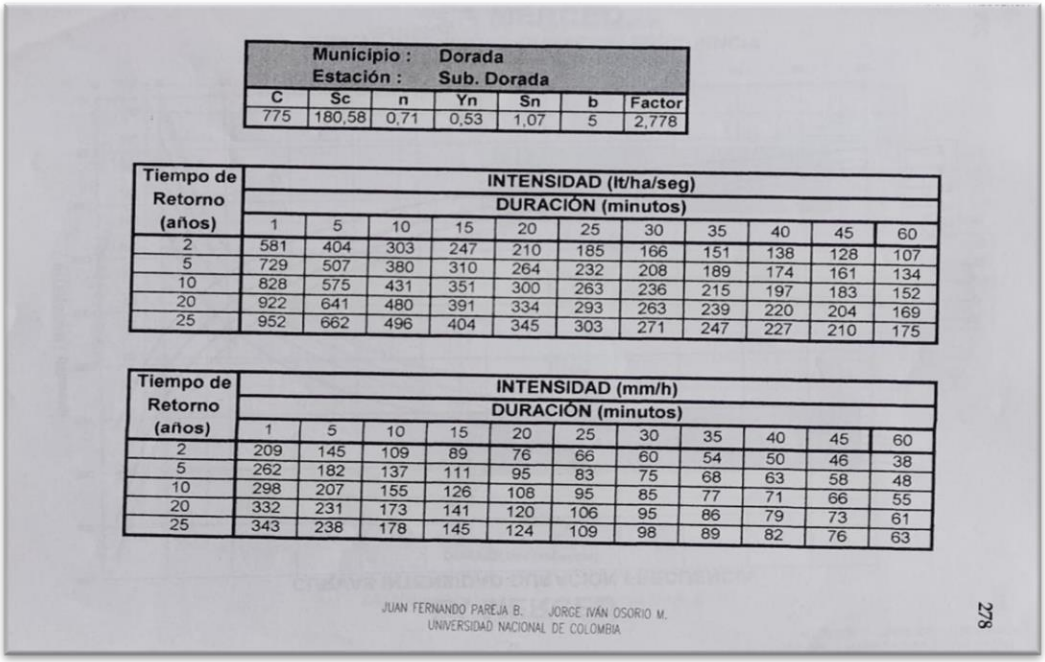


Ilustración 5 Curva IDF La Dorada-Caldas



Municipio : Dorada
Estación : Sub. Dorada

C	Sc	n	Yn	Sn	b	Factor
775	180,58	0,71	0,53	1,07	5	2,778

Tiempo de Retorno (años)	INTENSIDAD (lt/ha/seg) DURACIÓN (minutos)										
	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60
2	581	404	303	247	210	185	166	151	138	128	107
5	729	507	380	310	264	232	208	189	174	161	134
10	828	575	431	351	300	263	236	215	197	183	152
20	922	641	480	391	334	293	263	239	220	204	169
25	952	662	496	404	345	303	271	247	227	210	175

Tiempo de Retorno (años)	INTENSIDAD (mm/h) DURACIÓN (minutos)										
	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60
2	209	145	109	89	76	66	60	54	50	46	38
5	262	182	137	111	95	83	75	68	63	58	48
10	298	207	155	126	108	95	85	77	71	66	55
20	332	231	173	141	120	106	95	86	79	73	61
25	343	238	178	145	124	109	98	89	82	76	63

JUAN FERNANDO PAREJA B. JORGE IVÁN OSORIO M.
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

278

Ilustración 6 Parámetros de Intensidad, Duración y Tiempo de retorno-Curva IDF

3.2.2 Periodo de retorno

El periodo de retorno para el diseño es entendido como el número de años que en promedio la magnitud de la lluvia extrema es igualada o superada. Dicho periodo se determina de acuerdo con la importancia y clasificación del área donde se diseñará el sistema pluvial, teniendo en cuenta los daños, perjuicios o molestias que las inundaciones puedan ocasionar. En el titulo D del RAS 2000 en la tabla D.4.2 se establecen los valores:

Periodos de retorno o grado de protección

Características del área de drenaje	Mínimo (años)	Aceptable (años)	Recomendado (años)
Tramos iniciales en zonas residenciales con áreas tributarias menores de 2 ha	2	2	3
Tramos iniciales en zonas comerciales o industriales, con áreas tributarias menores de 2 ha	2	3	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias entre 2 y 10 ha	2	3	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias mayores de 10 ha	5	5	10
Canales abiertos en zonas planas y que drenan áreas mayores de 1000 ha *	10	25	25
Canales abiertos en zonas montañosas (alta velocidad) o a media ladera, que drenan áreas mayores a 1000 ha	25	25	50

*Parte revestida a 10 años, más borde libre a 100 años

Tabla 22 Periodo de retorno o grado de protección

Nota: Tabla tomada del Reglamento técnico del sector de Agua potable y Saneamiento básico RAS 2000. Tabla D.4.2.

Para nuestro proyecto, el cual se localiza en una zona comercial se tomará el periodo de retorno de 5 años, tiempo recomendado en la norma.

3.2.3 Tiempo de concentración

El tiempo de concentración se asumirá como 10 minutos, ya que, por la configuración del terreno y la intensidad de lluvias en el municipio, este es el tiempo crítico para evacuación de las aguas lluvias. El tiempo de concentración se calcula como la diferencia entre el tiempo de entrada y tiempo recorrido, y establece que por norma tendrá un tiempo mínimo de entrada de 5 min y hasta de 10 y 20 min como máximo para el tiempo final de concentración.

3.2.4 Diámetro de la tubería

El diámetro de las tuberías de conducción de aguas lluvias de la edificación (bajantes y horizontales) se dimensionarán de acuerdo con lo establecido en la Norma técnica Colombiana NTC 1500, y se evaluará de acuerdo con las áreas aferentes para entrega a las estructuras de recolección y conducción (canal) y posterior a la entrega a la red principal.

Diámetro nominal mm	Caudal, máximo L/s	Áreas máximas permitidas proyectadas horizontalmente en m^2 para diferentes intensidades de lluvia					
		25 mm/h	50 mm/h	75 mm/h	100 mm/h	125 mm/h	150 mm/h
75	4,2	600	300	200	150	120	100
100	9,1	1 286	643	429	321	257	214
125	16,5	2 334	1 117	778	583	467	389
150	26,8	3 790	1 895	1 263	948	758	632
200	57,6	8 175	4 088	2 725	2 044	1 635	1 363

NOTAS:

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

2) Para precipitaciones diferentes de las indicadas, se deberá interpolar linealmente.

3) La tubería vertical puede ser redonda, cuadrada o rectangular. La sección cuadrada debe contener la sección circular equivalente. La sección rectangular debe tener por lo menos la misma área transversal que la sección circular equivalente, excepto que la relación de sus dimensiones laterales no exceda 3 a 1.

Tabla 23 Dimensionamiento de desagües principales de cubierta, ramales y bajantes de aguas lluvias.

Nota: Tabla tomada de la Norma Técnica Colombiana NTC 1500. Tabla 24

Diámetro nominal, mm	Caudal (L/s) pendiente del 1,0 %,	Máximas áreas permitidas (m^2) 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
100	4,9	700	350	233	175	140	116
125	8,8	1 241	621	414	310	248	207
150	14,0	1 988	994	663	497	398	331
200	30,2	4 273	2 137	1 424	1 068	855	713
250	54,3	7 692	3 846	2 564	1 923	1 540	1 282
300	87,3	12 375	6 187	4 125	3 094	2 476	2 062
375	156,0	22 110	11 055	7 370	5 528	4 422	3 683
Diámetro nominal, mm	**Caudal (L/s) pendiente del 2,0 %,**	**Máximas áreas permitidas (m^2) 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	3,0	431	216	144	108	86	72
100	6,9	985	4921	328	246	197	164
125	12,4	1 754	877	585	438	351	292
150	19,8	2 806	1 403	935	701	361	468
200	42,7	6 057	3 029	2 019	1 514	1 211	1 009
250	76,6	10 851	5 425	3 618	2 713	2 169	1 807
300	123,2	17 465	8 733	5 816	4 366	3 493	2 912
375	220,2	31 214	15 607	10 405	7 804	6 248	5 202
Diámetro nominal, mm	**Caudal (L/s) pendiente del 4,0 %,**	**Máximas áreas permitidas (m^2) 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	4,3	611	305	204	153	122	102
100	9,8	1 400	700	465	350	280	232
125	17,5	2 482	1 241	827	621	494	413
150	28,1	3 976	1 988	1 325	994	797	663
200	60,3	8 547	4 273	2 847	2 137	1 709	1 423
250	108,6	15 390	7 695	5 128	3 846	3 080	2 564
300	174,6	24 749	12 374	8 250	6 187	4 942	4 125
375	312,0	44 220	22 110	14 753	11 055	8 853	7 367

NOTAS:

1) Los datos de las dimensiones para tubería horizontal están basados en la tubería trabajando a tubo lleno.

2) Para precipitaciones diferentes de las indicadas, se deberá interpolar linealmente.

Tabla 24 Definición de las dimensiones de tubería horizontal de agua de lluvia

Nota: Tabla tomada de la Norma Técnica Colombiana NTC 1500 Tabla 25.

Para la entrega a la red principal el Reglamento Técnico de agua potable y Saneamiento básico RAS2000 establece que su diámetro mínimo es de 8". Y la conexión del proyecto se hará a la red existente.

3.2.5 Parámetros de velocidad de diseño

Los parámetros de velocidad de diseño están directamente relacionada al arrastre de material para limpieza de la red de aguas lluvias, por lo tanto, debe ser la velocidad suficiente para limpiar los sólidos depositados durante periodos de caudal bajo.

La velocidad mínima será de 0,75 m/s, y se debe realizar chequeo de la fuerza tractiva. La velocidad máxima es en función del material que para el proyecto es PVC entonces, la velocidad máxima será de 10m/s.

3.2.6 Fuerza tractiva

El valor del esfuerzo cortante debe ser chequeado para establecer que cumpla con los parámetros consignados en la norma, el valor del esfuerzo cortante medio sea mayor o igual a 3,0 N/m o 0,3 kg/m^2 para el caudal de diseño. Y 1,5 N/m (0,15 kg/m^2) para el 10% de la capacidad a tubo lleno.

3.2.7 Relación de caudal q/Q

La profundidad hidráulica máxima según lo establece el Reglamento técnico de Agua potable y Saneamiento básico RAS2000, en alcantarillados pluviales puede ser correspondiente al valor del flujo lleno, es decir que dicho valor puede llegar a ser 1, aunque en el funcionamiento de la red en la resolución 0330 del Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio MCTV en el artículo 151 establece que el valor para la profundidad hidráulica máxima no debe superar el 0.93 o 93% de ocupación.

3.2.8 Pendiente mínima

La pendiente mínima según lo establecido en la norma en el literal D.4.3.10 será la que al momento del chequeo arroje una velocidad de 0,75m/s, ya que debe mantener las condiciones de autolimpieza del sistema.

3.2.9 Pendiente máxima

El valor de la pendiente máxima al igual que la pendiente mínima está relacionada a la velocidad máxima real como se establece en el literal D.4.3.11 del RAS 2000, por lo tanto, la pendiente máxima será la que al momento de realizar el chequeo hidráulico no debe superar 10 m/s.

3.2.10 Cálculo de la red aguas lluvias

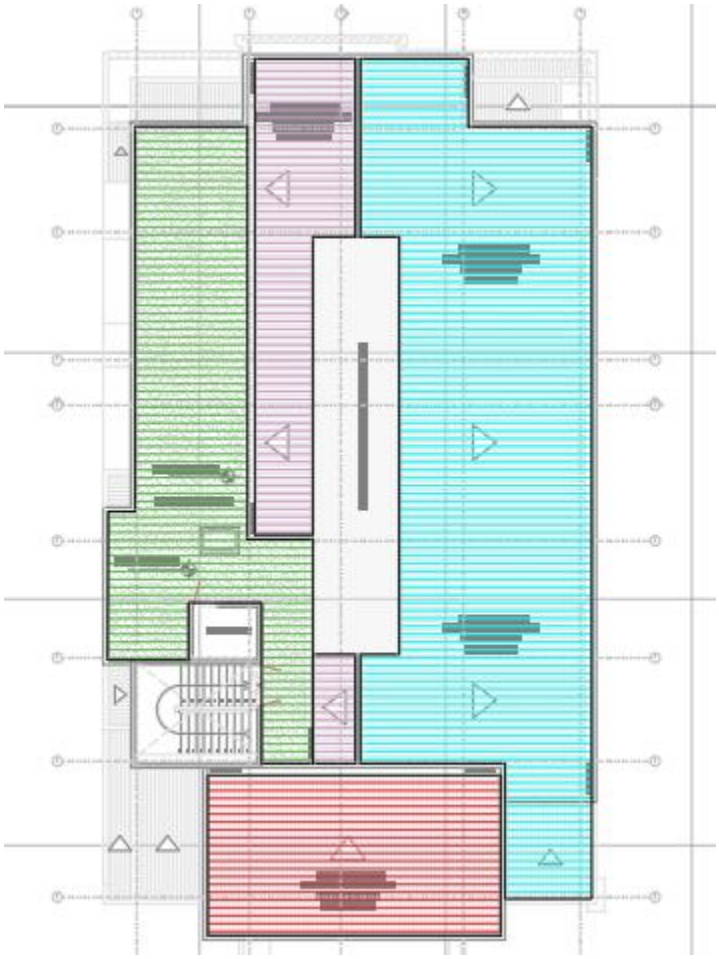


Ilustración 7 Áreas aferentes de cubierta por bajante

GEINPROYEC
Gerencia Integral de Proyectos

CÁLCULO Y CHEQUEO HIDRÁULICO BAJANTES AGUAS LLUVIAS

Zona	Área (m2)	C (coeficiente de escorrentía)	i (intensidad) mm/hr	i (intensidad) m/s	Q (Caudal) (m3/s)	Diámetro (")	Área aferente por bajante	Diámetro del bajante (")	Nombre	Diámetro en mm	Diámetro en m	Área (m2) Bajante	Velocidad teórica	Caudal l/s
1	247.80	0.9	117	0.00003	0.0072	3	247.80	4	**BALL-01**	107.7	0.1077	0.009	0.80	7.25
2	77.28	0.9	117	0.00003	0.00226	3	77.28	3	**BALL-02**	76.2	0.0762	0.005	0.50	2.26
3	58.80	0.9	117	0.00003	0.0017	3	58.80	3	**BALL-03**	76.2	0.0762	0.005	0.38	1.72
4	120.41	0.9	117	0.00003	0.00352	3	60.21	3	**BALL-04**	76.2	0.0762	0.005	0.77	3.52
									BALL-05					

Tabla 25 Diámetro de tubo de drenaje de aguas lluvias

Diámetro del tubo (pulgadas)	Capacidad L/min (gpm)				
	Drenaje vertical	Pendiente del drenaje horizontal			
		5,2 mm/m (1/16 pulgada/pie)	10,4 mm/m (1/8 pulgada/pie)	20,8 mm/m (1/4 pulgada/pie)	41,6 mm/m (1/2 pulgada/pie)
2	128,7 (34)	56,8 (15)	83,27 (22)	117,3 (31)	166,54 (44)
3	329,3 (87)	147,6 (39)	208,2 (55)	299,0 (79)	420,1 (111)
4	681,3 (180)	306,6 (81)	435,3 (115)	616,0 (163)	874,3 (231)
5	1 177,1 (311)	442,8 (117)	624,5 (165)	885.7 (234)	1 252,8 (331)
6	2 036,3 (538)	919,8 (243)	1 302,0 (344)	1 843,3 (487)	2 607,9 (689)
8	4 227,8 (1,117)	1 911,4 (505)	2 702,5 (714)	3 822,8 (1,010)	5 408,8 (1,429)
10	7 759,2 (2,050)	3 508,7 (927)	4 962,2 (1,311)	7 021,2 (1,855)	9 928,0 (2,623)
12	12 384,5 (3,272)	5 601,8 (1,480)	7 922,0 (2,093)	11 203,6 (2,960)	15 847.8 (4,187)
15	20 980.22 (5,543)	9 942,8 (2,508)	13 421,6 (3,546)	18 985.6 (5,016)	26 847.0 (7,093)
For SI: 25,4 mm = 1 pulgada, 304,8 mm = 1 pie, 1 L/min = 0,3 galón/min.					

Nota: Tabla 12.6.2 NTC 1500, Sexta edición.

Tabla 26 Cálculo y chequeo hidráulico bajantes aguas lluvias

CÁLCULO Y CHEQUEO HIDRÁULICO BAJANTES AGUAS LLUVIAS							
Zona	**Área (m2)**	**Diámetro del bajante (")**	**Nombre**	**Diámetro en mm**	**Diámetro en m**	**Caudal l/s**	**Caudal l/min**
1	247.80	4	**BALL-01**	107.7	0.1077	7.25	434.89
2	77.28	3	**BALL-02**	76.2	0.0762	2.26	135.63
3	58.80	3	**BALL-03**	76.2	0.0762	1.72	103.19
4	120.41	3	**BALL-04**	76.2	0.0762	3.52	211.32
			BALL-05				

Fuente: Propia.

Para un diámetro de 3” de drenaje vertical tiene una capacidad de evacuación hasta de 329.3 l/min y un diámetro de 4” de drenaje vertical tiene una capacidad de evacuación hasta 681.3

l/min. Por lo tanto, y teniendo en cuenta el chequeo hidráulico para área de cubierta, los drenajes verticales cumplen con el diámetro propuesto.

3.2.11 Diseño de canal de recolección y conducción de aguas lluvias.

- ✓ **Canal #1**

  - **Longitud:** 35.01 m
  - **Ancho del canal:** 0.3 m
  - **Altura del canal:** 0.25m

    Diseño del borde libre: (se considera una ocupación del canal del 85%, por lo tanto, el borde libre será igual al 15%)

    H_T: Altura total
    B_L: Borde libre
    Y: Profundidad hidráulica.

$$B_L = H_T * 15\%$$
$$B_L = 0.25m * 15\%$$
$$B_L = 0.038m$$

  - **Profundidad de flujo para el canal**

$$H_T = B_L + y$$
$$y = H_T - B_L$$
$$y = 0.25 - 0.038m$$
$$y = 0.212m \approx \mathbf{0.21\ m}$$

  - **Área del canal**

$$A = b * y$$
$$A = 0.3 * 0.21m$$
$$A = 0.063m^2$$

  - **Perímetro mojado**

$$P = b + 2y$$
$$P = 0.3 + 2\ (0.21)$$
$$P = 0.72\ m$$

  - **Radio hidráulico**

$$R = \frac{b * y}{b + 2y}$$
$$R = \frac{0.3 * 0.21}{0.3 + 2(0.21)}$$
$$R = \frac{0.063}{0.72}$$
$$R = 0.0875\ m$$

- **Factor de sección (z)**

$$z = b * y^{1.5}$$
$$z = 0.3 * (0.21^{1.5})$$
$$z = 0.029\ m^2$$

- **Determinación de caudales**
  - Inclinación del canal ($\theta = 1°$)

$$tan\theta = \frac{h}{l}$$
$$h = tan\theta * l$$
$$h = \tan(1°) * 35.01m$$
$$h = 0.61\ m$$

  - Pendiente del canal (inclinación máxima)

$$s = \frac{h}{l}$$
$$s = \frac{0.61}{35.01}$$
$$s = 0.017\ m/m$$

- **Caudales máximo y mínimo**

  - Caudal máximo ($S_{max} = 0.017\ m/m$)

$$Q_{max} = \frac{A * R^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$
$$Q_{max} = \frac{(0.063) * \left(0.72^{\frac{2}{3}}\right) * (0.017^{\frac{1}{2}})}{0.01}$$
$$Q_{max} = 0.66\ m^3/s$$

  - Caudal mínimo ($S_{min} = 0.001\ m/m$)

$$Q_{min} = \frac{A * R^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$
$$Q_{min} = \frac{(0.063) * \left(0.72^{\frac{2}{3}}\right) * (0.001^{\frac{1}{2}})}{0.01}$$
$$Q_{min} = 0.16\ m^3/s$$

- **Cálculo de velocidad**

$$\boldsymbol{Q_{op}} = A_{op} * V_{op}$$
$$V_{op} = \frac{Q_{op}}{A_{op}}$$
$$V_{op} = \frac{0.16\ \frac{m^3}{s}}{0.063\ m^2}$$

$$V_{op} = 2{,}53\ m/s$$

- **Parámetros de diseño de la canal.**

✓ Longitud: 35.01m
✓ Ancho del canal: 0.3 m
✓ Altura del canal: 0.25 m
✓ Pendiente-inclinación máxima: 0.017m/m 1°
✓ Rango de operación(caudal): 0.66-0.16 m^3/s
✓ Variación de velocidad: 0 – 2.53 m/s
✓ Variación del nivel del agua: 0- 0.21 m
✓ Variación de pendiente: 0.001 – 0.017

✓ **Canal #2**

- **Longitud:** 30.95 m
- **Ancho del canal:** 0.3 m
- **Altura del canal:** 0.25m

Diseño del borde libre: (se considera una ocupación del canal del 85%, por lo tanto, el borde libre será igual al 15%)

H_T: Altura total
B_L: Borde libre
Y: Profundidad hidráulica.

$$B_L = H_T * 15\%$$
$$B_L = 0.25m * 15\%$$
$$B_L = 0.038m$$

- **Profundidad de flujo para el canal**

$$H_T = B_L + y$$
$$y = H_T - B_L$$
$$y = 0.25 - 0.038m$$
$$y = 0.212m \approx \mathbf{0.21\ m}$$

- **Área del canal**

$$A = b * y$$
$$A = 0.3 * 0.21m$$
$$A = 0.063m^2$$

- **Perímetro mojado**

$$P = b + 2y$$
$$P = 0.3 + 2\ (0.21)$$
$$P = 0.72\ m$$

- **Radio hidráulico**

$$R = \frac{b * y}{b + 2y}$$
$$R = \frac{0.3 * 0.21}{0.3 + 2(0.21)}$$
$$R = \frac{0.063}{0.72}$$
$$R = 0.0875\ m$$

- **Factor de sección (z)**

$$z = b * y^{1.5}$$
$$z = 0.3 * \ (0.21^{1.5})$$
$$z = 0.029\ m^2$$

- **Determinación de caudales**
  - Inclinación del canal ($\theta = 1°$)

$$tan\theta = \frac{h}{l}$$
$$h = tan\theta * l$$
$$h = \tan(1°) * 30.95m$$
$$h = 0.54\ m$$

  - Pendiente del canal (inclinación máxima)

$$s = \frac{h}{l}$$
$$s = \frac{0.54}{30.95}$$
$$s = 0.017\ m/m$$

- **Caudales máximo y mínimo**

  - Caudal máximo ($S_{max} = 0.017\ m/m$)

$$Q_{max} = \frac{A * R^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$
$$Q_{max} = \frac{(0.063) * \left(0.72^{\frac{2}{3}}\right) * (0.017^{\frac{1}{2}})}{0.01}$$
$$Q_{max} = 0.66\ m^3/s$$

  - Caudal mínimo ($S_{min} = 0.001\ m/m$)

$$Q_{min} = \frac{A * R^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$
$$Q_{min} = \frac{(0.063) * \left(0.72^{\frac{2}{3}}\right) * (0.001^{\frac{1}{2}})}{0.01}$$

$$Q_{min} = 0.16\ m^3/s$$

- **Cálculo de velocidad**

$$\boldsymbol{Q_{op}}=A_{op} * V_{op}$$
$$V_{op} = \frac{Q_{op}}{A_{op}}$$
$$V_{op} = \frac{0.16\ \frac{m^3}{s}}{0.063\ m^2}$$
$$V_{op} = 2{,}53\ m/s$$

- **Parámetros de diseño de la canal.**

✓ Longitud: 30.95m
✓ Ancho del canal: 0.3 m
✓ Altura del canal: 0.25 m
✓ Pendiente-inclinación máxima: 0.017m/m 1°
✓ Rango de operación(caudal): 0.66-0.16 m^3/s
✓ Variación de velocidad: 0 – 2.53 m/s
✓ Variación del nivel del agua: 0- 0.21 m
✓ Variación de pendiente: 0.001 – 0.017

✓ **Canal #3**

- **Longitud:** 11.98 m
- **Ancho del canal:** 0.3 m
- **Altura del canal:** 0.25m

Diseño del borde libre: (se considera una ocupación del canal del 85%, por lo tanto, el borde libre será igual al 15%)

H_T: Altura total
B_L: Borde libre
Y: Profundidad hidráulica.

$$B_L = H_T * 15\%$$
$$B_L = 0.25m * 15\%$$
$$B_L = 0.038m$$

- **Profundidad de flujo para el canal**

$$H_T = B_L + y$$
$$y = H_T - B_L$$
$$y = 0.25 - 0.038m$$
$$y = 0.212m\ \approx \boldsymbol{0.21\ m}$$

- **Área del canal**

$$A = b * y$$
$$A = 0.3 * 0.21m$$
$$A = 0.063m^2$$

- **Perímetro mojado**

$$P = b + 2y$$
$$P = 0.3 + 2\ (0.21)$$
$$P = 0.72\ m$$

- **Radio hidráulico**

$$R = \frac{b * y}{b + 2y}$$
$$R = \frac{0.3 * 0.21}{0.3 + 2(0.21)}$$
$$R = \frac{0.063}{0.72}$$
$$R = 0.0875\ m$$

- **Factor de sección (z)**

$$z = b * y^{1.5}$$
$$z = 0.3 * \ (0.21^{1.5})$$
$$z = 0.029\ m^2$$

- **Determinación de caudales**
  - Inclinación del canal ($\theta = 1°$)

$$tan\theta = \frac{h}{l}$$
$$h = tan\theta * l$$
$$h = \tan(1°) * 30.95m$$
$$h = 0.54\ m$$

  - Pendiente del canal (inclinación máxima)

$$s = \frac{h}{l}$$
$$s = \frac{0.209}{11.98}$$
$$s = 0.017\ m/m$$

- **Caudales máximo y mínimo**

  - Caudal máximo ($S_{max} = 0.017\ m/m$)

$$Q_{max} = \frac{A * R^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$
$$Q_{max} = \frac{(0.063) * \left(0.72^{\frac{2}{3}}\right) * (0.017^{\frac{1}{2}})}{0.01}$$
$$Q_{max} = 0.66\ m^3/s$$

- Caudal mínimo ($S_{min} = 0.001\ m/m$)

$$Q_{min} = \frac{A * R^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

$$Q_{min} = \frac{(0.063) * \left(0.72^{\frac{2}{3}}\right) * (0.001^{\frac{1}{2}})}{0.01}$$

$$Q_{min} = 0.16\ m^3/s$$

- **Cálculo de velocidad**

$$\boldsymbol{Q_{op}} = A_{op} * V_{op}$$

$$V_{op} = \frac{Q_{op}}{A_{op}}$$

$$V_{op} = \frac{0.16\ \frac{m^3}{s}}{0.063\ m^2}$$

$$V_{op} = 2{,}53\ m/s$$

- **Parámetros de diseño de la canal.**

✓ Longitud: 11.98m
✓ Ancho del canal: 0.3 m
✓ Altura del canal: 0.25 m
✓ Pendiente-inclinación máxima: 0.017m/m 1°
✓ Rango de operación(caudal): 0.66-0.16 m^3/s
✓ Variación de velocidad: 0 – 2.53 m/s
✓ Variación del nivel del agua: 0- 0.21 m
✓ Variación de pendiente: 0.001 – 0.017

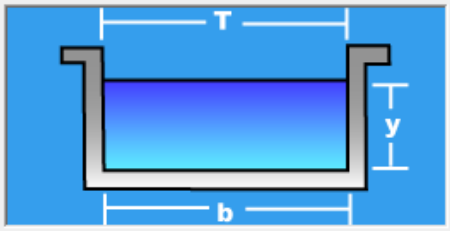
GEINPROYEC

Gerencia Integral de Proyectos

Lugar:	LA DORADA,CALDAS	Proyecto:	P4 PALACIO DE JUSTICIA
Tramo:	CANAL 1	Revestimiento:	LAMINA GALVANIZADA

Datos:

Caudal (Q):	0.0072	m3/s
Ancho de solera (b):	0.3	m
Talud (Z):		



Resultados:

Tirante crítico (y):	0.0894	m	Perímetro (p):	0.4788	m
Area hidráulica (A):	0.0268	m2	Radio hidráulico (R):	0.0560	m
Espejo de agua (T):	0.3000	m	Velocidad (v):	0.2685	m/s
Número de Froude (F):	0.0000		Energía específica (E):	0.0931	m-Kg/Kg

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

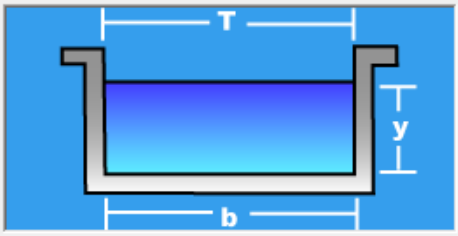
GEINPROYEC

Gerencia Integral de Proyectos

Lugar:	LA DORADA,CALDAS	Proyecto:	P4 PALACIO DE JUSTICIA
Tramo:	CANAL 2	Revestimiento:	LAMINA GALVANIZADA

Datos:

Caudal (Q):	0.00226	m3/s
Ancho de solera (b):	0.3	m
Talud (Z):		



Resultados:

Tirante crítico (y):	0.0879	m	Perímetro (p):	0.4759	m
Area hidráulica (A):	0.0264	m2	Radio hidráulico (R):	0.0554	m
Espejo de agua (T):	0.3000	m	Velocidad (v):	0.0857	m/s
Número de Froude (F):	0.0000		Energía específica (E):	0.0883	m-Kg/Kg

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

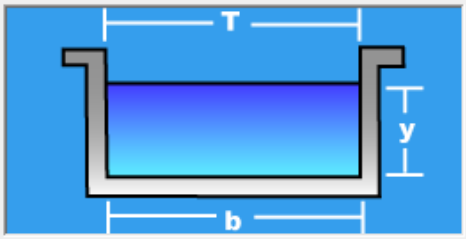
GIP GEINPROYEC

Gerencia Integral de Proyectos

Lugar:	LA DORADA,CALDAS	Proyecto:	P4 PALACIO DE JUSTICIA
Tramo:	CANAL 3	Revestimiento:	LAMINA GALVANIZADA

Datos:

Caudal (Q):	0.0017	m3/s
Ancho de solera (b):	0.3	m
Talud (Z):		



Resultados:

Tirante crítico (y):	0.0879	m	Perímetro (p):	0.4758	m
Area hidráulica (A):	0.0264	m2	Radio hidráulico (R):	0.0554	m
Espejo de agua (T):	0.3000	m	Velocidad (v):	0.0645	m/s
Número de Froude (F):	0.0000		Energía específica (E):	0.0881	m-Kg/Kg

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Para el manejo de aguas lluvias se emplearán canales en lamina galvanizada que cumplan con los anchos y desarrollos planteados en el diseño para la evacuación de cada área de cubierta.

4. REDES CONTRAINCENDIOS

Según el reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR–10 se establecen unas condiciones mínimas en cuanto a la protección contra incendios. La norma plantea una categorización de las edificaciones, además propone los sistemas de protección contra incendios que se deben utilizar en el territorio colombiano. Según el titulo J de la NSR-10, el fin principal fin de la implementación de una red contraincendios es:

- Reducir el riesgo de incendios en edificaciones
- Evitar la propagación del fuego
- Facilitar la evacuación de los ocupantes
- Facilitar el proceso de extinción del incendio
- Minimizar el riesgo de colapso de la estructura

Al hablar de protección contra incendios en edificaciones se debe tener en cuenta seis ítems claves, estos son:

- La prevención
- Reducción del crecimiento y propagación inicial
- La detección
- La supresión
- La compartimentación
- La evacuación

Para iniciar con el diseño de la red contraincendios se debe definir el tipo de red a emplear, y siguiendo los lineamientos de la norma NSR-10 se debe clasificar la edificación según su uso para determinar el nivel de riesgo.

El Palacio de justicia es una edificación de uso institucional que cuenta con 3 niveles construidos, zonas de circulación, suficientes y correctamente demarcadas en su ruta de evacuación, adicional a esto se proyecta la ampliación de la edificación con la construcción de 1 piso adicional.

Grupos y Subgrupos de ocupación	Clasificación	Sección del Reglamento
A	**ALMACENAMIENTO**	K.2.2
A-1	Riesgo moderado	
A-2	Riesgo bajo	
C	**COMERCIAL**	K.2.3
C-1	Servicios	
C-2	Bienes	
E	**ESPECIALES**	K.2.4
F	**FABRIL E INDUSTRIAL**	K.2.5
F-1	Riesgo moderado	
F-2	Riesgo bajo	
I	**INSTITUCIONAL**	K.2.6
I-1	Reclusión	
I-2	Salud o incapacidad	
I-3	Educación	
I-4	Seguridad pública	
I-5	Servicio público	

Tabla 27 Grupos y subgrupos de ocupación. (Parte1)

Nota: Tabla J.1.1-1 NSR-10 Titulo J

Grupos y Subgrupos de ocupación	Clasificación	Sección del Reglamento
L	**LUGARES DE REUNION**	K.2.7
L-1	Deportivos	
L-2	Culturales y teatros	
L-3	Sociales y recreativos	
L-4	Religiosos	
L-5	De transporte	
M	**MIXTO Y OTROS**	K.2.8
P	**ALTA PELIGROSIDAD**	K.2.9
R	**RESIDENCIAL**	K.2.10
R-1	Unifamiliar y bifamiliar	
R-2	Multifamiliar	
R-3	Hoteles	
T	**TEMPORAL**	K.2.11

Tabla 28 Grupos y subgrupos de ocupación. (Parte2)

Nota: Tabla J.1.1-1 NSR-10 Titulo J

Clasificación del riesgo según la NFPA 13.

Riesgo leve	• Refugios para animales • Iglesias • Clubes • Aleros y voladizos, si son de construcciones combustibles, sin materiales combustibles debajo • Ocupaciones educacionales • Hospitales, incluidos hospitales para animales e instalaciones • veterinarias • Ocupaciones institucionales • Criaderos de perros • Bibliotecas, excepto grandes salas con libros apilados • Museos • Hogares de cuidados intermedios o casas de convalecencia • Oficinas, incluidas las de procesamiento de datos • Ocupaciones residenciales • Áreas de asientos de restaurantes • Teatros y auditorios, excluidos los escenarios y proscenios • Áticos no utilizados

Tabla 29 Clasificación del riesgo según la ocupación

Nota: Tabla tomada de la NFPA 13

4.1 Cálculos de la red – Gabinete clase III

De acuerdo al sistema seleccionado y conocidos los diámetros y condiciones del trazado, se define el caudal y la presión requerida en el sistema (gabinete clase III), por lo cual se define que el caudal requerido es de 100 GPM y la presión mínima en el punto de conexión será de 65 psi (para los cálculos) ya que tiene una entrada en un diámetro de 1-1/2”.

Las perdidas menores o perdidas por accesorios se toman en cuenta de acuerdo a los valores establecidos para cada tipo de accesorio en la red.

Accesorio	k_m
Válvula de globo, completamente abierta	10
Válvula de ángulo, completamente abierta	5
Válvula de cheque, completamente abierta	2.5
Válvula de compuerta, completamente abierta	0.2
Válvula de compuerta, con 3/4 de apertura	1.00 - 1.15
Válvula de compuerta, con 1/2 de apertura	5.6
Válvula de compuerta, con 1/4 de apertura	24
Codo de radio corto (r/d) = ±1)	0.9
Codo de radio mediano	0.75-0.80
Codo de gran radio (r/d = ±1.5)	0.6
Codo 45°	0.4-0.42
Retorno (Curva en U)	2.2
Tee en sentido recto	0.3
Tee a través de la salida lateral	1.8
Unión	0.3
Ye de 45°, en sentido recto	0.3
Ye de 45°, en sentido lateral	0.8
Entrada recta a tope	0.5
Entrada con boca acampanada	0.1
Entrada con tubo reentrante	0.9
Salida	1

Tabla 30 Perdidas por accesorios (Hidráulica de tuberías-Saldarriaga V)

Para simplificar los cálculos, se realizan tablas que contendrán las pérdidas unitarias según el diámetro de la tubería, material y velocidad. Para el cálculo de estas se utiliza Ecuación 11. Formula de Colebrook – White para el valor del factor de fricción y se utilizan valores constantes para la viscosidad del agua y rugosidad absoluta del material, se tomará la tabla correspondiente al diámetro de 4” tubería a emplear en el diseño.

TUBERÍA DE ACERO Ø4"					
Q (L/s)	V (m/s)	V²/2g (m)	Re	f	j
4.054	0.5	0.0127	1.13E+03	0.06030	0.0076
4.864	0.6	0.0183	1.62E+03	0.05322	0.0096
5.675	0.7	0.0250	2.21E+03	0.04820	0.0118
6.486	0.8	0.0326	2.88E+03	0.04440	0.0143
7.297	0.9	0.0413	3.65E+03	0.04141	0.0168
8.107	1	0.0510	4.50E+03	0.03898	0.0196
8.918	1.1	0.0617	5.45E+03	0.03697	0.0224
9.729	1.2	0.0734	6.48E+03	0.03527	0.0255
10.540	1.3	0.0861	7.61E+03	0.03381	0.0287
11.350	1.4	0.0999	8.83E+03	0.03255	0.0320
12.161	1.5	0.1147	1.01E+04	0.03144	0.0355
12.972	1.6	0.1305	1.15E+04	0.03046	0.0391
13.782	1.7	0.1473	1.30E+04	0.02959	0.0429
14.593	1.8	0.1651	1.46E+04	0.02881	0.0468
15.404	1.9	0.1840	1.63E+04	0.02810	0.0509
16.215	2	0.2039	1.80E+04	0.02746	0.0551
17.025	2.1	0.2248	1.99E+04	0.02687	0.0595
17.836	2.2	0.2467	2.18E+04	0.02634	0.0639
18.647	2.3	0.2696	2.38E+04	0.02584	0.0686
19.458	2.4	0.2936	2.59E+04	0.02539	0.0734
20.268	2.5	0.3186	2.81E+04	0.02497	0.0783
21.079	2.6	0.3445	3.04E+04	0.02458	0.0834
21.890	2.7	0.3716	3.28E+04	0.02422	0.0886
22.700	2.8	0.3996	3.53E+04	0.02388	0.0939
23.511	2.9	0.4286	3.79E+04	0.02356	0.0994
24.322	3	0.4587	4.05E+04	0.02327	0.1050
25.133	3.1	0.4898	4.33E+04	0.02299	0.1108
25.943	3.2	0.5219	4.61E+04	0.02273	0.1168
26.754	3.3	0.5550	4.90E+04	0.02248	0.1228
27.565	3.4	0.5892	5.21E+04	0.02225	0.1290
28.376	3.5	0.6244	5.52E+04	0.02203	0.1354
29.186	3.6	0.6606	5.84E+04	0.02183	0.1419
29.997	3.7	0.6978	6.16E+04	0.02163	0.1486
30.808	3.8	0.7360	6.50E+04	0.02145	0.1554
31.619	3.9	0.7752	6.85E+04	0.02127	0.1623
32.429	4	0.8155	7.20E+04	0.02110	0.1694
33.240	4.1	0.8568	7.57E+04	0.02095	0.1766
34.051	4.2	0.8991	7.94E+04	0.02080	0.1840
34.861	4.3	0.9424	8.33E+04	0.02065	0.1916
35.672	4.4	0.9867	8.72E+04	0.02052	0.1992
36.483	4.5	1.0321	9.12E+04	0.02038	0.2071
37.294	4.6	1.0785	9.53E+04	0.02026	0.2151
38.104	4.7	1.1259	9.95E+04	0.02014	0.2232
38.915	4.8	1.1743	1.04E+05	0.02003	0.2315
39.726	4.9	1.2238	1.08E+05	0.01992	0.2399
40.537	5	1.2742	1.13E+05	0.01981	0.2485

Tabla 31 Perdidas unitarias para un diámetro de 4”

Tabla 32 Calculo de Gabinete Clase III.

CÁLCULO RED CONTRAINCENDIOS - GABINETE CLASE III															
Tramo	**Caudal**		**Diámetro nominal**	**Diámetro interno**	**Área**	**Velocidad**	**Numero de Reynolds**	**Longitud**	**Perdida unitaria**	**Perdidas menores**	**Perdidas por fricción**	**Pérdidas totales**	**Diferencia de alturas**	**Presión**	**Presión**
	(GPM)	(l/s)	(Pulg)	(mm)	(m2)	(m/s)		(m)	(m/m)	m	m	m	m	m.c.a	psi
													Presión **requerida en el punto critico**	45.7	65
1-2	100	6.309	4	100	0.0079	0.80	111.88	16.42	0.0143	0.58	0.23	0.82	1.75	47.7	**67.8**

4.2 Descripción de la edificación y su uso.

El palacio de justicia actualmente cuenta con 3 pisos construidos y el sótano, por lo tanto, se requiere diseñar la red para el piso 4 (ampliación). Esta área esta compuesta por 5 oficinas de juez y juzgado, auditorio, zona de comedor y baños, sus áreas se encuentran distribuidas asi:

Piso	Área según el uso (m2)			
	Almacenamiento A1– Riesgo moderado	**Fabril e industrial**	**Institucional I1 – I5**	**Circulación**
Piso 4			387.78	105.63

El riesgo de la ocupación de las áreas de oficinas y juzgados, está definido en la norma NFPA 13 como Ordinario Grupo 1.

4.3 Sistema de rociadores automáticos de agua pulverizada y tomas fijas para mangueras.

La información base se toma de la consultoría realizada para los niveles de sótano y pisos del 1 al 3:

La red contra incendios de rociadores, estará compuesta con una columna vertical que alimentará cada uno de los sistemas principales tipo árbol por piso. Esta columna se ubicará cerca del ascensor, al lado de la columna de gabinetes existente, y proveerá agua a la red desde el sótano hasta el tercer piso. Cada piso contará con su respectivo sistema equipado con válvulas de control y ramales secundarios, a los cuales se conectarán los rociadores automáticos.

Para el sistema de extinción de incendios de gabinetes, se mantendrá el sistema actual, que consta de una columna de suministro que proporciona alimentación a los gabinetes en cada nivel.

Para dar continuidad con los criterios establecidos se emplea para el diseño del piso 4 las especificaciones de los rociadores a emplear en los pisos predecesores, el cual se describe como: *El tipo de rociador a utilizar será pulverizador cobertura extendida, tendrá un coeficiente de descarga de K=5.6 en toda la edificación. Con una orientación del deflector colgante (pendent).*

Tabla 33 Áreas de protección y espaciamiento máximo (rociador estándar montante /rociador estándar colgante) para riesgo leve

Tipo de construcción	Tipo de sistema	Área de protección		Espaciamiento (máximo)	
		pies²	m²	pies	m
Incombustible obstruida y sin obstrucciones, y combustible sin obstrucciones con miembros a 3 pies o más entre centros	Por tablas de cálculo	200	18,6	15	4,6
Incombustible obstruida y sin obstrucciones, y combustible sin obstrucciones con miembros a 3 pies o más entre centros	Calculado hidráulica-mente	225	20,9	15	4,6

Tabla 8.6.2.2.1(a) NTC2301

Tabla 34 Áreas de protección y espaciamiento máximo (rociador estándar montante /rociador estándar colgante) para riesgo ordinario

Tipo de construcción	Tipo de sistema	Área de protección		Espaciamiento (máximo)	
		pies²	m²	pies	m
Todos	Todos	130	12,1	15	4,6

Tabla 8.6.2.2.1(b) NTC2301

- ✓ El cálculo de las necesidades de caudal y presión se realizará sobre la base de la activación de doce (12) rociadores ubicados dentro del área de diseño obtenida para riesgo ordinario, donde cada uno debe cumplir con una presión mínima de operación de 7 psi según lo establecido en la NFPA 13. Y un caudal teórico mínimo de 19.5 gpm (1.17 L/s)
- ✓ La demanda adicional para las mangueras, se consideró únicamente de 100 gpm para la primera conexión más alejada de la edificación ubicada en el piso 4.
- ✓ La duración de la operación del sistema será de una hora (60 minutos).

4.4 Cálculos hidráulicos Sistema de Rociadores de Cobertura Extendida.

Para obtener los cálculos del abastecimiento de agua para el sistema de rociadores se implementa la curva de densidad/área, como uno de los métodos de cálculo hidráulico recomendado por la NFPA 13.

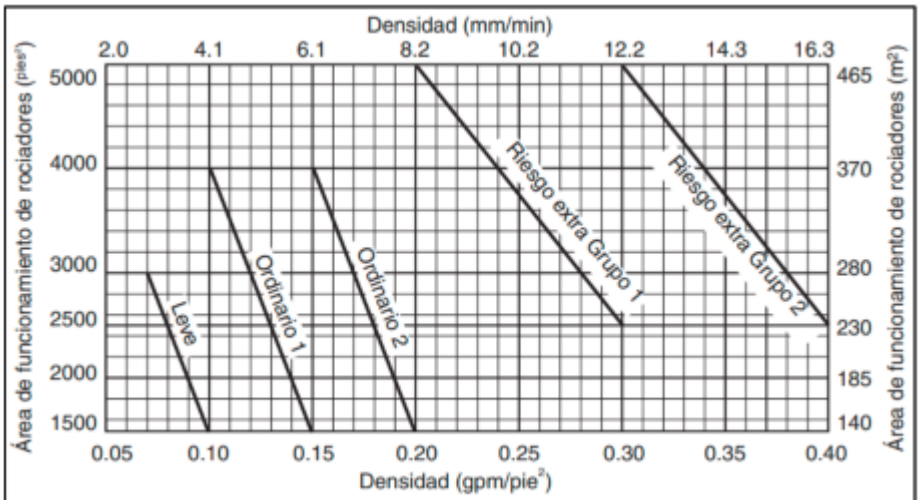


Ilustración 8 Curva densidad/ área

Fuente: NFPA 13

Calculo 1: Para rociadores separados cada 3,0 m y con un área de cobertura 12.1m^2 –(Cobertura Extendida)

- Caudal por rociador

$$Q_{rociador} = densidad * área\ de\ cobertura$$

$$Q_{rociador} = 8.1 \frac{l}{min * m^2} * 12.1m^2$$

$$Q_{rociador} = 98.01\ l/min$$

- Cálculo de la presión

$$P = \left(\frac{Q}{K}\right)^2$$

$$P = \left(\frac{19.53}{5.6}\right)^2 = 12.1psi$$

GEINPROYEC
Gerencia Integral de Proyectos

CALCULOS HIDRAULICOS ROCIADORES SEGÚN NFPA13

NOMBRE DEL CONTRATO	**SISTEMA RED CONTRA INCENDIO EDIFICIO PALACIO DE JUSTICIA LA DORADA** SISTEMA DE ROCIADORES PISO 4

| | | |

GEINPROYEC
Gerencia Integral de Proyectos

CALCULOS HIDRAULICOS ROCIADORES SEGÚN NFPA13

NOMBRE DEL CONTRATO	**SISTEMA RED CONTRA INCENDIO EDIFICIO PALACIO DE JUSTICIA LA DORADA** SISTEMA DE ROCIADORES PISO 4

LONGITUD ENTRE RAMALES			3.00		DENSIDAD APLICACIÓN			8.14	L/min m2		SUPERFICIE TOTAL		618.5	m2		TIPO ROCIADOR / CANT					Pulverizador de cobertura extendida		Nº ROC.	
DISTANCIA ENTRE ROCIADORES			3.00		AREA COBERTURA ROCIADOR			12.1	m2		AREA DE DISEÑO		446.2	m2							Nº ROCIADORES DE DISEÑO		36	
TRAMO	IDENTIFICACION Y SITUACION DE LAS BOQUILLAS		CAUDAL (L/Min)		DIAM TUB. pulg	DIAM TUB. mm	ACCESORIOS uds	ACCESORIOS TIPO	ACCESORIOS L.EquivAcces.	LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBERIA		PERDIDA de CARGA bar/metro		DESGLOSE DE PRESION		PRESION NORMAL		Coef **K**	VELOC m/s		***NOTAS***	TRAMO			
												16													
			Q =	505				Vc	0	TOTAL	**18.9**		DP	0.03	Pn	0.548								
3	1+2		q =	4.17	4	99.4	2	T	6.1	LONG.		C = 120	Pt	**0.55**	Pt	0.579	5.6	1.09			**3**			
								C	0	TRAMO	3.3		Ph		Pv	0.006								
								Va	0	ACCES	12.192	0.0016 b Mtr												
			Q =	509				Vc	0	TOTAL	**15.5**		DP	0.025	Pn	0.573								
4	1+2+3		q =	4.26	4	99.4	2	T	6.1	LONG.		C = 120	Pt	**0.58**	Pt	0.616	5.6	1.10			**4**			
							2	C	3.05	TRAMO	4.1		Ph		Pv	0.006								

GEINPROYEC
Gerencia Integral de Proyectos

CALCULOS HIDRAULICOS ROCIADORES SEGÚN NFPA13

NOMBRE DEL CONTRATO	**SISTEMA RED CONTRA INCENDIO EDIFICIO PALACIO DE JUSTICIA LA DORADA** SISTEMA DE ROCIADORES PISO 4

| | | |

GEINPROYEC
Gerencia Integral de Proyectos

CALCULOS HIDRAULICOS ROCIADORES SEGÚN NFPA13

NOMBRE DEL CONTRATO	**SISTEMA RED CONTRA INCENDIO EDIFICIO PALACIO DE JUSTICIA LA DORADA** SISTEMA DE ROCIADORES PISO 4

LONGITUD ENTRE RAMALES		3.00	DENSIDAD APLICACIÓN		8.14	L/min m2	SUPERFICIE TOTAL	618.5	m2	TIPO ROCIADOR / CANT				Pulverizador de cobertura extendida	Nº ROC.
DISTANCIA ENTRE ROCIADORES		3.00	AREA COBERTURA ROCIADOR		12.1	m2	AREA DE DISEÑO	446.2	m2					Nº ROCIADORES DE DISEÑO	36

TRAMO	IDENTIFICACION Y SITUACION DE LAS BOQUILLAS		CAUDAL (L/Min)		DIAM TUB. pulg	DIAM TUB. mm	ACCESORIOS uds	ACCESORIOS TIPO	ACCESORIOS L.EquivAcces.	LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBERIA		PERDIDA de CARGA bar/metro	DESGLOSE DE PRESION		PRESION NORMAL		Coef **K**	VELOC m/s	***NOTAS***	TRAMO
							2	C	3.05	TRAMO	4.6		Ph		Pv	0.0006				
	1+2+3+4+5							Va	0	ACCES	18.288	0.0018 bMtr								
			Q =	**531**				Vc	0	TOTAL	**22.9**		DP	0.041	Pn	0.674				
7	6		q =		4	99.4	1	T	6.1	LONG.		C = 120	Pt	**0.68**	Pt	0.696	5.6	1.14		**7**
								C	0	TRAMO	2.55		Ph		Pv	0.0006				
								Va	0	ACCES	6.096	0.0018 bMtr								
			Q =	**531**				Vc	0	TOTAL	**8.6**		DP	0.015	Pn	0.69				

GEINPROYEC
Gerencia Integral de Proyectos

CALCULOS HIDRAULICOS ROCIADORES SEGÚN NFPA13

NOMBRE DEL CONTRATO	**SISTEMA RED CONTRA INCENDIO EDIFICIO PALACIO DE JUSTICIA LA DORADA** SISTEMA DE ROCIADORES PISO 4

| | | |

GEINPROYEC
Gerencia Integral de Proyectos

CALCULOS HIDRAULICOS ROCIADORES SEGÚN NFPA13

NOMBRE DEL CONTRATO	**SISTEMA RED CONTRA INCENDIO EDIFICIO PALACIO DE JUSTICIA LA DORADA** SISTEMA DE ROCIADORES PISO 4

LONGITUD ENTRE RAMALES			3.00		DENSIDAD APLICACIÓN			8.14	L/min m2		SUPERFICIE TOTAL		618.5	m2		TIPO ROCIADOR / CANT			Pulverizador de cobertura extendida		Nº ROC.	
DISTANCIA ENTRE ROCIADORES			3.00		AREA COBERTURA ROCIADOR			12.1	m2		AREA DE DISEÑO		446.2	m2					Nº ROCIADORES DE DISEÑO		36	
TRAMO	IDENTIFICACION Y SITUACION DE LAS BOQUILLAS		CAUDAL (L/Min)		DIAM TUB. pulg	DIAM TUB. mm	ACCESORIOS uds	ACCESORIOS TIPO	ACCESORIOS L.EquivAcces.	LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBERIA		PERDIDA de CARGA bar/metro	DESGLOSE DE PRESION		PRESION NORMAL		Coef **K**	VELOC m/s	***NOTAS***	TRAMO
			Q =	407				Vc	0	TOTAL	**27.5**		DP	0.03	Pn	0.026				
10	7+8+9		q =	13.81	4	99.4	2	T	6.1	LONG.		C = 120	Pt	**0.38**	Pt	0.022	5.6	0.90		**10**
							1	C	3.05	TRAMO	3.73		Ph		Pv	0.004				
								Va	0	ACCES	15.24	0.0012 bMtr								
			Q =	421				Vc	0	TOTAL	**19.0**		DP	0.022	Pn	0.018				
11	7+8+9+10		q =	7.10	4	99.4	2	T	6.1	LONG.		C = 120	Pt	**0.402**	Pt	0.02	5.6	0.92		**11**
							1	C	3.05	TRAMO	1.17		Ph		Pv	0.004				
								Va	0	ACCES	15.24	0.000 bMtr								

GEINPROYEC
Gerencia Integral de Proyectos

CALCULOS HIDRAULICOS ROCIADORES SEGÚN NFPA13

NOMBRE DEL CONTRATO	**SISTEMA RED CONTRA INCENDIO EDIFICIO PALACIO DE JUSTICIA LA DORADA** SISTEMA DE ROCIADORES PISO 4

LONGITUD ENTRE RAMALES			3.00		DENSIDAD APLICACIÓN			8.14	L/min m2		SUPERFICIE TOTAL		618.5	m2		TIPO ROCIADOR / CANT				Pulverizador de cobertura extendida		Nº ROC.	
DISTANCIA ENTRE ROCIADORES			3.00		AREA COBERTURA ROCIADOR			12.1	m2		AREA DE DISEÑO		446.2	m2						Nº ROCIADORES DE DISEÑO		36	
TRAMO	IDENTIFICACION Y SITUACION DE LAS BOQUILLAS		CAUDAL (L/Min)		DIAM TUB. pulg	DIAM TUB. mm	ACCESORIOS uds	ACCESORIOS TIPO	ACCESORIOS L.EquivAcces.	LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBERIA		PERDIDA de CARGA bar/metro		DESGLOSE DE PRESION		PRESION NORMAL		Coef **K**	VELOC m/s		***NOTAS***	TRAMO	
												12													
			Q =	428				Vc	0	TOTAL	**16.4**			DP	0.02	Pn	0.015							
12	11		q =		4	99.4		T	0	LONG.		C = 120		Pt	**0.421**	Pt	0.002		0.92			**12**		
								C	0	TRAMO	2.05			Ph		Pv	0.004							
								Va	0	ACCES	0	0.0012 bMtr						5.6						
			Q =	428				Vc	0	TOTAL	**2.1**			DP	0.002	Pn	-0.002							
13	1+2+3+4+5+6+7+8+		q =		4	99.4	1	T	6.1	LONG.		C = 126		Pt	**0.73**	Pt	0.047	5.6	2.06			**13**		
								C	0	TRAMO				Ph		Pv	0.021							

GEINPROYEC
Gerencia Integral de Proyectos

CALCULOS HIDRAULICOS ROCIADORES SEGÚN NFPA13

NOMBRE DEL CONTRATO	**SISTEMA RED CONTRA INCENDIO EDIFICIO PALACIO DE JUSTICIA LA DORADA** SISTEMA DE ROCIADORES PISO 4

LONGITUD ENTRE RAMALES	3.00	DENSIDAD APLICACIÓN	8.14	L/min m2	SUPERFICIE TOTAL	618.5	m2	TIPO ROCIADOR / CANT	Pulverizador de cobertura extendida
DISTANCIA ENTRE ROCIADORES	3.00	AREA COBERTURA ROCIADOR	12.1	m2	AREA DE DISEÑO	446.2	m2		Nº ROCIADORES DE DISEÑO: 36

TRAMO	IDENTIFICACION Y SITUACION DE LAS BOQUILLAS	CAUDAL (L/Min)	DIAM TUB. pulg	DIAM TUB. mm	ACCESORIOS uds	ACCESORIOS TIPO	ACCESORIOS L.EquivAcces.	LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBERIA		PERDIDA de CARGA bar/metro	DESGLOSE DE PRESION		PRESION NORMAL		Coef K	VELOC m/s	NOTAS	TRAMO
	9+10 +11				1	Va	3.66	ACCES	9.7536	0.0048 bMtr								
		Q = 959				Vc	0	TOTAL	**9.8**		DP	0.047	Pn	0.026				

	L/min	GPM	m3 HORA
CAUDAL DE DEMANDA	**959**	**288**	**58**

	BAR	PSI
PRESION MINIMA	**0.78**	**11.1**

RESOLUCION
ACEPTABLE