MEMORIAS DE CALCULO

COLISEO MULTIFUNCIONAL

Ingeniero Diseñador
David Vallejo Osorio

1. Introducción

El presente proyecto tiene como objetivo principal realizar los diseños de las redes hidrosanitarias de suministro de agua potable, protección contra incendio, red de aguas negras y aguas lluvias del Parque Recreo deportivo de San José ubicado en el Municipio de Manizales.

El diseño se desarrolló siguiendo las recomendaciones del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico Resolución 330 de 2017 y 799 de 2021, que constituye un manual de prácticas de buena ingeniería que recoge el interés general del sector.

2. Normas Técnicas de diseño

Para la elaboración del presente diseño, se tuvieron en cuenta las siguientes referencias:

- Norma Técnica Colombiana NTC 1500 - Código Colombiano de Fontanería.
- Reglamento Técnico del sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2017 – Res. 330 de 2017 – Res. 799 de 2021.
- Diseños hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones, Héctor Alfonso Rodríguez Días, Escuela Colombiana de Ingeniera.

Además, se tuvieron en cuenta las siguientes generalidades técnicas:

- Para el cálculo de Las pérdidas en los accesorios se han determinado por el método de las longitudes equivalentes. Para el caso de la acometida general la longitud real se afectó por el multiplicador de 1.8
- Los límites de las velocidades se ajustan según la Norma NTC 1500, en donde la velocidad máxima es la permitida por el material PVC y el diámetro y como límite para la velocidad mínima se toma 0.45m/s.
- Para los cálculos de Coeficiente de rugosidad se emplea la tabla de Hazen – Williams, adoptándose para la tubería de PVC RDE 21.0 con coeficiente de rugosidad C = 150.

El objetivo fundamental de este documento es establecer que el diseño y los cálculos tanto de las instalaciones garanticen las condiciones óptimas de servicio durante la vida útil de la edificación a partir del cumplimiento de los requisitos civiles.

3. Diseño Red de Agua Potable

Para modelar de la forma más aproximada posible el comportamiento del sistema, se trabajó con la metodología de diseño de redes hidrosanitarias en edificaciones, y se aplicó a la red de suministro en general.

La teoría en la que se basa es la siguiente: El caudal de suministro de un aparato depende de su modelo y de la presión disponible antes del mismo. Se han establecido valores de diseño los cuales aparecen en la Norma Técnica Colombiana NTC 1500 “Código Colombiano de Fontanería tercera actualización”.

Tabla 1.Unidades de Hunter

Elemento	Un
Sanitario	3
Lavamanos	1
Orinal	2
Ducha	2

Para el cálculo de las pérdidas por fricción en las tuberías de suministro se utiliza la fórmula de "HAZEN WILLIAMS":

$$J = 1000 \times \left[\frac{Q}{280 \times C \times \phi^{2.63}} \right]^{1.85}$$

Dónde:

J: Pérdidas por fricción (m/Km)

Q: Caudal transportado Lts/seg.

ϕ: Diámetro Nominal (mts)

C: Coeficiente de rugosidad: Hierro Galvanizado (100), Cobre (140), PVC (150)

Para el cálculo de presión en los extremos se utiliza la ecuación de "BERNOULLI"

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2 \times g} = Z + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2 \times g} + hf_{1-2}$$

Dónde:

$hf_{1-2} = J \times L_{1-2}$

$L_{1\text{-}2:}$ Long. Tubería + Long. Equivalente por accesorios.

γ Peso específico del agua

La columna distribuidora está compuesta de la siguiente manera:

Tabla 2. Columna distribuidora

Gastos	Lts/seg
Inodoro fluxómetro	0.19
Ducha	0.12
Orinal	0.06
Lavamanos de llave	0.12
Lavadero	0.06

El aparato crítico es el elemento más retirado del suministro principal de la estructura, el cual se encuentra en el baño ubicado al costado izquierdo en el piso 4.

Tabla 3. Análisis de ruta critica

TRAMO		UND	UND ACUM	Qprob (l/s)	DIAMETRO		D. REAL		Material	CH	Velocidad (m/s)	LONGITUD (m)			PERDIDAS			P.RES (m)	P. RESIDUAL ACUM. (m)
INI	FIN				(pulg)	(m)	(pulg)					Tubería	Acces	Total	(%)	(m)	ΔZ(m)		
1																		15,00	15,00
1	2	3,00	3,00	0,40	1/2	0,0127	0,716	0,0182	PVC	150	1,53	0,50	0,10	0,60	15,06	0,09	0,50	0,59	15,59
2	3	1,00	4,00	0,38	1 1/4	0,0318	1,502	0,0382	PVC	150	0,34	50,00	10,00	60,00	0,38	0,23	0,00	0,23	15,82
3	4	4,00	8,00	0,33	1 1/4	0,0318	1,502	0,0382	PVC	150	0,29	0,00	0,00	0,00	0,28	0,00	10,00	10,00	25,82
4	5	38,00	46,00	0,62	1 1/2	0,0381	1,720	0,0437	PVC	150	0,41	7,00	1,40	8,40	0,48	0,04	0,00	0,04	25,86
5	6	32,00	78,00	0,79	1 1/2	0,0381	1,720	0,0437	PVC	150	0,53	25,00	5,00	30,00	0,76	0,23	0,00	0,23	26,09

El suministro de agua proviene de la red que abastece el sector, se proyecta una conexión de tubería PVCP 1.1/2”.

4. Calculo Aguas Negras

El desagüe de una edificación consiste en todo el conjunto de tuberías, canales, accesorios y demás estructuras dispuestas de tal manera que evacuen las aguas servidas, y las aguas lluvias circulantes por la edificación para hacer entrega al sistema de alcantarillado municipal.

Para el cálculo de las aguas servidas se utilizó la siguiente tabla:

Tabla 4. UNIDADES ELEMENTOS SANITARIAS

Elemento	Unidad
Inodoro	4 un
Lavaplatos	2 un
Lavamanos	2 un
Ducha	4 un
Lavadero	2 un

En el siguiente cuadro se presenta los gastos totales de la infraestructura.

Tabla 5. UNIDADES ELEMENTOS SANITARIAS

APARATO	GASTO (L/S)
Inodoro	0.76
Lavamanos	0.24
Ducha	0.39
Lavaplatos	0.38
Lavadero	0.26
TOTAL	**2.41**

Las redes internas de alcantarillado son separadas y se llevarán finalmente a una cámara cuadrada ubicadas en el acceso de cada zona sanitaria y desde allí se conectará a la red de alcantarillado urbano.

Bajante	Unidades Hunter	Caudal (L/s)	Diámetro (")		Longitud
			Necesario	Diseño	m
1	50,00	1,64	4	4	12,00
2	50,00	1,64	4	4	7,70

En la siguiente tabla se presenta el chequeo del diámetro de la tubería horizontal hasta la conexión a la cámara cuadrada:

Tabla 6. CHEQUEO HIDRAULICO TUBERIAS HORIZONTALES

Tramo		Unidades		Pend	Long	Cotas Clave		V
INI	FIN	Propias	Acum	%	m	Inicial	Final	REAL
C4	C5	0,00	0,00	1,50%	50,00	-0,50	-1,25	0,38
C5	C1	0,00	0,00	1,50%	11,03	-0,50	-0,67	0,38
C1	C2	100,00	100,00	1,50%	20,74	-0,69	-1,00	0,79
C2	C3	0,00	100,00	1,50%	6,19	-1,02	-1,11	0,79

5. Calculo Aguas Lluvias

Para el diseño en edificaciones se considera el coeficiente de escorrentía como 1, es decir, no se producen infiltración ni perdidas por evaporación.

El área de drenaje (A), en cubiertas se toma como la proyección horizontal de la cubierta. Para el presente diseño se tomaron tres áreas aferentes según la pendiente dispuesta para cada cubierta.

La intensidad se toma como 76.33 mm/hr, correspondiente a una frecuencia de 5 años. Con los parámetros ya mencionados se procede al cálculo del caudal de diseño de la canal y la verificación de la velocidad. La duración de la tormenta es de 15 minutos y el coeficiente de escorrentía corresponde a 0.9 para cubiertas.

El presente diseño cuenta con 14 bajantes principales de aguas lluvias, las cuales se encargan de transportar el agua captada a través de diferentes puntos en la cubierta hasta el nivel +0.00 para ser transportadas finalmente hasta la cámara cuadrada ubicada en la parte posterior de la estructura. En cada bajante se proyecta tragantes de aguas lluvias de 6” x 4”.

Tabla 7. CALCULO CAUDAL AGUAS LLUVIAS

Bajante	Área (m^2)	Caudal (L/s)	Diámetro (")			Longitud
			Calculado	Necesario	Diseño	m
1	149,86	5,20	3,25	4	4	10,00
2	149,86	5,20	3,25	4	4	10,00
3	149,86	5,20	3,25	4	4	10,00
4	149,86	5,20	3,25	4	5	10,00
5	149,86	5,20	3,25	4	6	10,00
6	149,86	5,20	3,25	4	7	10,00
7	149,86	5,20	3,25	4	8	10,00
8	149,86	5,20	3,25	4	9	10,00
9	149,86	5,20	3,25	4	10	10,00
10	149,86	5,20	3,25	4	11	10,00
11	149,86	5,20	3,25	4	12	10,00
12	149,86	5,20	3,25	4	13	10,00
13	149,86	5,20	3,25	4	14	10,00
14	149,86	5,20	3,25	4	14	10,00

6. Diseño Red Protección contra incendios

Para realizar la red contra incendio del proyecto se consultaron las siguientes normas:

Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). Título J – Requisitos de protección contra incendios en edificaciones y Título K – Requisitos complementarios.

NTC 2301 Norma para la instalación de sistemas de rociadores.
NTC 1669 Norma para la instalación de conexiones de mangueras contra incendio.
NTC 2885 Extintores portátiles contra incendios

6.1. Clasificación de la edificación por grupo de ocupación y categoría de riesgo

Es necesario clasificar la edificación por Grupo de Ocupación, según se establece en el literal K.2 de la citada norma. Para ello se utiliza la tabla mostrada a continuación.

Tabla K.2-1
Grupos y subgrupos de ocupación

Grupos y Subgrupos de ocupación	Clasificación	Sección
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	
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 Y MISCELANEO***	K.2.11

Así mismo, se debe clasificar la edificación, en función de los grupos de ocupación, en una de las categorías de riego de pérdidas de vidas humanas o amenaza de combustión como se describe en el numeral J.3.3 de la NSR-10. A continuación se muestra la clasificación de la edificación por grupo de ocupación y categoría de riego, según el uso de esta.

Tabla K.2.7-1
Subgrupo de ocupación lugares de reunión deportivos (L-1)

Estadios	Plazas de toros
Gimnasios	Hipódromos
Autódromos	Boleras
Velódromos	Coliseos
Piscinas colectivas	Pistas
Clubes deportivos	Polígonos
Carpas y espacios abiertos	Otros similares

J.3.3 — CLASIFICACIÓN DE EDIFICACIONES EN FUNCIÓN DEL RIESGO DE PÉRDIDA DE VIDAS HUMANAS O AMENAZA DE COMBUSTIÓN

J.3.3.1 — CATEGORIAS DE RIESGO DE LAS EDIFICACIONES — Con el fin de evaluar la resistencia requerida al fuego todas las edificaciones se clasificarán, en función de los grupos de ocupación definidos en la tabla J.1.1-1, en una de las categorías de riesgo de pérdida de vidas humanas o amenaza de combustión que se definen a continuación.

J.3.3.1.1 — *Categoría I* — Esta categoría comprende las edificaciones con mayor riesgo de pérdidas de vidas humanas o con alta amenaza de combustión. En ellas se incluyen:

- **(a)** Grupos de Ocupación (A-1), (F-1), (I-2), (I-4), (P).
- **(b)** Bodegas, depósitos e industrias de cualquier magnitud que manejen madera, pinturas, plásticos, algodón, combustible o explosivos de cualquier tipo.
- **(c)** Edificios de más de 10 pisos que no cumplan con los requisitos del numeral J.3.3.1.2, literal (a).

J.3.3.1.2 — *Categoría II* — Esta categoría comprende edificaciones de riesgo intermedio, tales como:

- **(a)** Edificios para cualquier ocupación, de más de 10 pisos, que dispongan de sistemas de alarma contra incendio, visuales y sonoros e independientes entre sí, que sean probados por lo menos cada 60 días y cuenten con rociadores de agua automáticos a satisfacción de la autoridad competente.
- **(b)** Grupos de Ocupación (I-1), (I-3), (I-5), (C-1), (C-2), (E), (L), (M), (R-2) y (R-3). Entre otros ancianatos, bares, restaurantes, cárceles, oficinas, centros comerciales, guarderías, colegios, universidades, hoteles, museos, teatros, salas de cine y salones de reunión.

J.3.3.1.3 — *Categoría III* — Esta categoría comprende las edificaciones con baja capacidad de combustión. Incluye:

- **(a)** Grupos de Ocupación (R-1), edificaciones para viviendas con 10 pisos o menos.
- **(b)** Grupos de Ocupación (A-2), (F-2) y en general bodegas y edificios industriales no comprendidos en el numeral J.3.3.1.1, literal (b).

La clasificación de la edificación según La NSR-10 es:

Grupo de ocupación Coliseo (L-1)- *(NSR-10 Titulo K.2.6.4.)*.

J.4.3.5.1 – Rociadores Automáticos. Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación L (Lugares de reunión) debe estar protegida por un sistema, aprobado y eléctricamente supervisado, de rociadores automáticos de acuerdo con la última versión del Código para suministro y distribución de agua para extinción de incendios en edificios, NTC2301 y con la Norma para Instalación de Sistemas de Rociadores, NFPA 13, así:

(a) en la totalidad de edificios con carga de ocupación mayor a 300 personas (….) se eximen del cumplimiento de este requisito:

i. Salones con uso único de lugar de reunión (L), no utilizado para exhibiciones ni demostraciones, con área menor de 1100m2, con separación de resistencia de una hora para fuego de otros espacios o edificios y con salidas de evacuación independientes y que no dispongan de instalaciones para una audiencia mayor de 100 personas.

ii. Lugares de Reunión Deportivos (L-1) dedicados solo a la practica deportiva del deporte y que no dispongan de instalaciones para audiencia mayor a300 personas.

iii. Los lugares en estadios y arenas ubicados sobre las canchas, escenarios deportivos, zonas de graderías y asientos, en áreas abiertas sin cerramiento donde un estudio de ingeniería conceptúe acerca de la no efectividad de la protección de rociadores como consecuencia de la altura del techo y la carga combustible.

iv. en estadios y arenas abiertos o sin cerramientos con cabinas para prensa menores de 100m2, con áreas de almacenamiento menores de 100m2 y con separación para fuego de por lo menos una hora, áreas usadas en venta de boletas, baños o concesiones, menores de 30m2, sin materiales inflamables, construidas con material incombustible.

Debido a que la estructura no se encuentra dentro de los establecido en los numerales anteriores no se proyecta la instalación de rociadores.

J.4.3.4.2 – Tomas fijas de agua para bomberos. Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación L (Lugares de reunión) debe estar protegida por un sistema de tomas fijas para bomberos y mangueras para extinción de incendios diseñados de acuerdo con la última versión del Código para suministro y distribución de agua para extinción de incendios en edificaciones, NTC 1669, y con el Código para Instalación de Sistemas de Tuberías Verticales y Mangueras, NFPA 14, así:

(a) En edificios de cuatro pisos o 12 m de altura, lo que sea mayor, sobre el nivel de la calle.

(b) En edificios con un piso bajo nivel de la calle.

(c) En edificios donde, en uno de sus pisos, la distancia a cualquier punto desde el acceso más cercano para el Cuerpo de Bomberos es mayor de 30 m.

(d) a cado lado del escenario se instalará una estación con manguera contra incendio de 38 mm de diámetro.

Por lo anterior se proyectan tomas fijas en cada uno de los niveles de la estructura

J.4.3.4.3 - Extintores de fuego portátiles. Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación L (Lugares de reunión) debe estar protegida por un sistema de extintores portátiles deacuerdo con la última versión de la norma Extintores de fuego portátiles NTC 2885 y con la Norma de Extintores de fuego Portátiles, NFPA 13.

Se proponen instalar extintores multipropósito (clase A, B, C) en las oficinas y la zona de salones.