GOBERNACIÓN DE CÓRDOBA

DISEÑO DE REDES HIDROSANITARIAS EN PARA **MEJORAMIENTO DE INSTITUCIÓN EDUCATIVA SIMON BOLIVAR, EN EL MUNICIPIO DE PLANETA RICA - CÓRDOBA**

Consultor:

GOBERNACIÓN DE CÓRDOBA

SEPTIEMBRE DE 2025

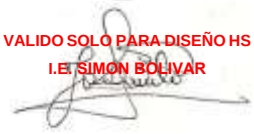
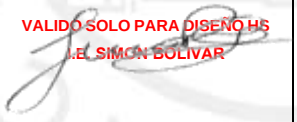
VERSIÓN DE CAMBIOS			
Diseñó	Revisó	Aprobó:	VERSIÓN
			001
JOSE JOGE BARRETO BARRETO **ING CIVIL – ESP. AGUAS Y SANEAMIENTO** **C.C. 1066186815** **M.P. 22202355971 COR**	**JUAN FRANCISCO DURANGO GRISALES** **CONSULTOR - MSC. RECURSOS HÍDRICOS** **C.C. 1067939423** **M.P. 22202339714COR**		21012025

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN 6
1 NORMAS APLICABLES 6
2 ALCANCE DEL PROYECTO 7
3 SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA 7
3.1 DEMANDA DE AGUA POTABLE POR USO 7
3.2 ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN 8
3.3 CÁLCULO DE LA TUBERÍA DE LA ACOMETIDA 9
4 DISEÑO DE LA RED INTERNA DE ACUEDUCTO 10
4.1 DOTACIÓN UTILIZADA POR LOS APARTAOS 11
1.1 CONVERSIÓN DE UNIDADES DE APARATOS A CAUDAL 12
4.2 CAUDAL Y PRESIÓN MÍNIMO. 14
4.3 CAUDAL MÁXIMO Y CONSUMO DE AGUA 15
4.4 DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE SUMINISTRO PARA EL APARATO (NTC 1500) 16
4.5 PERDIDAS POR ACCESORIOS 17
4.6 OTROS PARÁMETROS: 18
4.7 CALCULO HIDRÁULICO 20
4.7.1 Presión en punto Crítico de Agua. 20
4.7.2 Evaluación hidráulica de la red de hidráulica de agua potable. 20
4.7.3 Método de Hunter 20
4.7.4 Método de Hunter Modificado 22
4.8 CÁLCULO DE LA RUTA CRITICA 24
4.9 CÁLCULO DE LA BOMBA 29
4.9.1 Cavitación en el equipo de bombeo 30
4.9.2 Tanque Hidroflo 33
4.9.3 Golpe de Ariete 34

5 SISTEMA SANITARIO 35
5.1 DISEÑO DE REDES INTERNAS 35
5.2 PARÁMETROS DE DISEÑO 35
5.2.1 Pendiente de la tubería sanitaria horizontal 36
5.2.2 Valores Unitarios De Desagüe Para Aparatos 37
5.2.3 Carga unitaria máxima por aparato 39
5.2.4 Materiales 41
5.3 Diseño de colectores 42
6 RECOMENDACIONES 69
7 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS 70
7.1 VÁLVULAS 71
7.2 DESAGÜES 71
7.3 10 BIBLIOGRAFÍA 73

INDICE DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1 Curva característica de la bomba seleccionada. Fuente: Altamira (2025). 32
Ilustración 2 Selección de tanque hidroneumático. Fuente: Altamira (2024). 33
Ilustración 3 Esquema equipo de bombeo. Fuente: Elaboración propia (2025) 34

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Dotaciones estimadas. Fuente: NTC 1500 (2024). 8
Tabla 2 Consumo estimado..... 9
Tabla 3 Valores de unidades para aparatos. Fuente: NTC 1500 (2024). 11
Tabla 4 Número de unidades totales del proyecto. Fuente: Elaboración propia (2025). 13
Tabla 5 Caudal máximo probable según el método de Hunter. Fuente: NTC 1500 (2024)...... 13
Tabla 6 Caudal y Presión Mínima. Fuente: NTC 1500 (2024)...... 14
Tabla 7 Presiones recomendadas. Fuente: Rafael Pérez Carmona (2021)..... 15
Tabla 8 Consumos y caudales máximos. Fuente: NTC 1500 (2024). 16
Tabla 9 Diámetros mínimos para tuberías de suministro de agua a los aparatos. Fuente: NTC 1500 (2024)...... 17
Tabla 10 Pérdida de presión en accesorios y válvulas expresando como longitud equivalente de tubo...... 18
Tabla 11 Requisitos tubos de suministro hidráulico. Fuente: NTC 1500 (2024). 19
Tabla 12 Ruta crítica agua potable 24
Tabla 13 Tabla cálculo de la ruta crítica. Fuente: Elaboración propia (2025). 29
Tabla 14 Calculo hidráulico de equipo de bombeo e hidroflo. Fuente: Elaboración propia (2025). 29
Tabla 15 Pendiente mínima del tubo de desagüe horizontal. Fuente: NTC 1500 (2024). 37
Tabla 16 Unidades de desagüe aparatos sanitarios. Fuente: Fuente: NTC 1500 (2024). 38
Tabla 17 Unidades de desagüe de aparato para desagües de aparato o sifones. Fuente: NTC 1500 (2024). 39
Tabla 18 Carga unitaria máxima por aparato. Fuente: NTC 1500 (2024). 40
Tabla 19 Norma para materiales de la tubería y accesorios de desagüe y ventilación. 41
Tabla 20 Calculo de Colectores principales. Fuente: Elaboración propia (2025).

..... 43

INTRODUCCIÓN

Se presentan en este informe las memorias de diseño de las redes de suministro y evacuación de aguas para el proyecto "**MEJORAMIENTO DE INSTITUCIÓN EDUCATIVA SIMON BOLIVAR, EN EL MUNICIPIO DE PLANETA RICA - CÓRDOBA".** El suministro de agua se proyecta a partir de la conexión a la red de acueducto municipal, que pasa por el frente de la edificación, hasta un tanque bajo, luego se instalará un equipo de bombeo, mecanismo que permitirá que el sistema cuente con la presión y suministro necesario para su buen funcionamiento de la red; Además se tendrá un tanque de almacenamiento alto para suministro en caso de contingencia.
Por otro lado, para la recolección de las descargas de las aguas residuales se plantea como posibilidad un colector que entregue las aguas negras a la tubería de alcantarillado municipal.

En el diseño de los sistemas de tuberías, se han adoptado las consideraciones de la norma NTC 1500 – Código Colombiano de Fontanería.

1 NORMAS APLICABLES

El diseño de las instalaciones hidráulicas y sanitarias se efectúa con base en la norma ICONTEC 1500 (Código Colombiano de Fontanería, NTC 1500). Las redes se diseñarán para un máximo de accesibilidad, manejabilidad y seguridad.

Los planos arquitectónicos han sido diseñados y suministrados por el propietario del proyecto. Estos planos determinan el diseño técnico del edificio con todas sus características y el uso de los espacios.

2 ALCANCE DEL PROYECTO

El diseño de las instalaciones hidráulicas comprende el Sistema de Abastecimiento de agua desde el punto de conexión de agua potable, y el sistema de Almacenamiento de esta, y el suministro de agua a los aparatos sanitarios mediante bombeo directo.

El Diseño sanitario abarca el Sistema de Evacuación de Aguas Servidas hacia el sistema alcantarillado municipal.

Los parámetros básicos y los procedimientos de dimensionamiento para cada sistema, se describen a continuación.

3 SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA

Las redes, tanque y demás elementos del sistema se diseñan de manera que aseguren los caudales necesarios para los diferentes aparatos y mantengan las presiones requeridas. Se satisface la demanda de acuerdo con las normas aplicables y los posibles tipos de consumo para el establecimiento.

3.1 DEMANDA DE AGUA POTABLE POR USO

Para el cálculo de consumo de agua se adoptan los valores que aparecen en la siguiente tabla, se toma el dato de cines teatros y auditorios, al ser un auditorio deportivo, puesto que es una actividad similar a la que se llevará a cabo en el establecimiento del proyecto. La capacidad total debe garantizar 24 horas de servicio.

Tabla 1 Dotaciones estimadas. Fuente: NTC 1500 (2024).

Industrias	80 litros /trabajador
Comercio, mercancías secas, casas de abastos, peluquerías y pescaderías	20 litros/ m² mínimo 400 litros/ día
Mercados	15 litros /m²
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/ m²
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/ m² de área
Para oficinas y ventas de repuestos	6 litros/ día/ m² 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 m²	Consumo diario
Hasta 30	1 500 litros/ m²
De 31 a 60	60 litros/ m²
De 61 a 100	50 litros/ m²
Mayor de 100	40 litros/ m²
Riegos	
Piso asfaltado	1 litro/ m²
Empedrados	1,5 litros/ m²
Jardines	2 litros/ m²
Piscinas	300 litros/ persona
Duchas piscina	60 litros/ persona

3.2 **ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN**

El almacenamiento garantizará 24 horas de consumo para todos los usos de la edificación.

Se calcula el caudal requerido en el Sistema de Abastecimiento de agua potable, y la capacidad necesaria para los tanques de almacenamiento de agua, de conformidad con las normas aplicables (Código Colombiano de Fontanería, NTC 1500 tercera actualización) y los posibles tipos de consumo propios de la naturaleza del establecimiento.

Tabla 2 Consumo estimado

Cálculo de consumos								
Ítem	**Concepto**	**Unidad**	**Cantidad**	**Cant**	**Dotación**		**Consumo**	
					Und/día	**Cantidad**	**Cantidad**	**Und**
1	Estudiantes	l/día	3,100.00	1.00	l/und	25.00	77,500.00	L/día
2	Riego		6,500.00	1.00	l/und	1.00	6,500.00	L/día
	Total almacenamiento				día		84,000.00	L
	DEFINTIVO RECOMENDADO				**día**	**2.00**	**168,000.00**	**L**

3.3 CÁLCULO DE LA TUBERÍA DE LA ACOMETIDA

Volumen por consumir en 24 horas, debe suministrarse entre 1 y 24 horas, estimando una velocidad entre 1,0 y 1,5 m/s.

Se adopta un tiempo de suministro de 2 horas y media horas y una velocidad de 1 m/s. A partir del volumen requerido y el tiempo de suministro se calcula el caudal.

$$Q = \frac{V}{T} = \frac{168000 Lts}{57.600\, s} = 2.33 l/S$$

Una vez definido el caudal, y la velocidad se calcula el diámetro de la acometida.

$$A = \frac{0.00243 m3/s}{1 m/s} = 0.00233 m2$$

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4x0.00233}{\pi}} = 54.51 mm$$

Se asume un diámetro de Ø2 pulg.

El cual corresponde a la red existente que alimenta actualmente de forma directa la edificación

4 DISEÑO DE LA RED INTERNA DE ACUEDUCTO

El sistema de abasto debe garantizar tres parámetros principales como lo son la cantidad, calidad y presión de servicio acorde con lo dispuesto con el Código Colombiano de Fontanería (Norma NTC 1500) y la norma RAS 2000.

El diseño de la red interna de acueducto tiene como objeto determinar los menores tamaños posibles para la tubería de suministro de agua potable, así como la presión mínima a la entrada del punto de suministro y la magnitud de los caudales esperados en la red, tal que ésta funcione en condiciones de servicio adecuadas.

El diseño hidráulico como tal presenta el siguiente conjunto de consideraciones en su concepción:

- Se traza una red abierta de longitud mínima desde los aparatos más alejados hacia el punto de alimentación.
- Los cambios de dirección se efectúan predominantemente a 90°.
- Por comodidad en la construcción y por economía, el trazado trata de seguir las divisiones de la edificación.
- El trazado en planta se realiza de manera tal que se pueda conseguir el aislamiento hidráulico de la red por baterías de aparatos, con el fin de no inhabilitar todo el sistema en caso de daños.
- La velocidad máxima de circulación en un tramo de tubería no debe ser superior a 2 m/s.
- La presión mínima requerida en el medidor debe ser mayor a la requerida para el suministro del aparato más desfavorable de la red.
- El flujo en la tubería es a presión.

El diseño de una red interna de acueducto utiliza las ecuaciones de la mecánica de fluidos referentes al flujo incompresible permanente, calculando las pérdidas de energía mediante la ecuación de Darcy- Weisbach (determinando por lo tanto el

factor de fricción de cada tubería) y pudiendo obtener los caudales de diseño mediante la aplicación del método de Hunter modificado.

4.1 **DOTACIÓN UTILIZADA POR LOS APARATOS**

Se utilizará los valores unitarios de suministro de aparatos dados en la Tabla 7.4.3.2.1 de la NTC 1500 (cuarta actualización) donde designan la carga relativa de diferentes tipos de aparatos los cuales se usarán para la estimación de caudales en cada tramo.

Tabla 3 Valores de unidades para aparatos. Fuente: NTC 1500 (2024).

Tabla 7.4.3.2.1 Valores de unidades para aparatos y grupos de aparatos en redes de suministro

Aparato	Uso	Tipo de control de suministro	Valores de carga. en unidades de aparato de suministro de agua (w.s.f.u.)		
			Fria	Caliente	Total
Grupo de baño	Privado	Sanitario de tanque	3,7	1,5	4,3
Grupo de baño	Privado	Válvula flúxometro	5,5	1,5	6,1
Tina	Privada	Griferia	1,0	1,0	1,4
Tina	Público	Griferia	3,0	3,0	4,0
Bidé	Privado	Griferia	1,5	1,5	2,0
Accesorio de combinación	Privado	Griferia	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
Lavaplatos de cocina	Privado	Griferia	1,0	1,0	1,4
Lavaplatos de cocina	Hotel, restaurante	Griferia	3,0	3,0	4,0
Fregadero bateas (1 a 3)	Privado	Griferia	1,0	1,0	1,4
Lavamanos	Privado	Griferia	0,5	0,5	0,7
Lavamanos	Público	Griferia	1,5	1,5	2,0
Pocetas de aseo	Oficinas, etc.	Griferia	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

Tabla 7.4.3.2.1 Valores de unidades para aparatos y grupos de aparatos en redes de suministro

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
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

Para SI: 1 pulgada = 25,4 mm, 1 libra = 0,454 kg.

[a] Para aparatos no listados, se debe asumir la carga comparando el aparato con uno de la lista cuyo gasto de agua tenga similares características. Las cargas asignadas para aparatos de agua caliente y fría se dan por separado, para el agua fría, caliente y el total. La carga separada para agua caliente y fría es de tres cuartos de la carga total para el aparato en cada caso.

En el proyecto se tienen contemplado los siguientes aparatos a los cuales se les asignaron las unidades:

- Sanitario Tanque: 5 UC
- Lavamanos: 2 UC
- Ducha: 3 UC
- Fregadero 3UC
- Lavaplatos 3UC
- Lavadora 3UC

1.1 CONVERSIÓN DE UNIDADES DE APARATOS A CAUDAL

Para conocer los caudales que corresponden a un determinado número de unidades, se debe utilizar la Tabla 7.4.3.2.2 de la NTC 1500 (cuarta actualización) teniendo en cuenta que, para redes con predominio de aparatos de tanque, se debe leer en la columna “tanque”.

Si el dato del cuadro no se encuentra de forma directa se realiza interpolación para determinar el valor correspondiente.

Tabla 4 Número de unidades totales del proyecto. Fuente: Elaboración propia (2025).

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant	Salidas
10-B	INODORO FLUX	5	45	225	45
	LAVAMANOS	2	60	120	60
	LAVAPLATOS	2		0	0
	LLAVE	2	2	4	2
	DUCHA	2		0	0
	ORINAL	4	20	80	20
	Total Tanque=		**127**	**124**	**127**
	Total Flux=			**305**	

Tabla 5 Caudal máximo probable según el método de Hunter. Fuente: NTC 1500 (2024).

Tabla 7.4.3.2.2 Caudal máximo probable según método de Hunter

Caudal		Unidades de aparato		Caudal		Unidades de aparato		CaudalL		Unidades de aparato	
gpm	L/min.	Tanque	Fluxo metro	gpm	L/min.	Tanque	Fluxo metro	gpm	L/min.	Tanque	Fluxo metro
1	3,79	0	-	45	170,33	107	37	145	548,83	611	521
2	7,57	1	-	46	174,11	111	39	150	567,75	638	559
3	11,36	3	-	47	177,90	115	42	155	586,68	665	596
4	15,14	4	-	48	181,68	119	44	160	605,60	692	631
5	18,93	6	-	49	185,47	123	46	165	624,53	719	666
6	22,71	7	-	50	189,25	127	48	170	643,45	748	700
7	26,50	8	-	51	193,04	130	50	175	662,38	778	739
8	30,28	10	-	52	196,82	135	52	180	681,30	809	775
9	34,07	12	-	53	200,61	141	54	185	700,23	840	811
10	37,85	13	-	54	204,39	146	57	190	719,15	874	850
11	41,64	15	-	55	208,18	151	60	200	757,00	945	931
12	45,42	16	-	56	211,96	155	63	210	794,85	1018	1009
13	49,21	18	-	57	215,75	160	66	220	832,70	1091	1091
14	52,99	20	-	58	219,53	165	69	230	870,55	1173	1173
15	56,78	21	-	59	223,32	170	73	240	908,40	1254	1254
16	60,56	23	-	60	227,10	175	76	250	946,25	1335	1335
17	64,35	24	-	62	234,67	185	82	260	984,10	1418	1418
18	68,13	26	-	64	242,24	195	88	270	1021,95	1500	1500
19	71,92	28	-	66	249,81	205	95	280	1059,80	1583	1583
20	75,70	30	-	68	257,38	215	102	290	1097,65	1668	1668
21	79,49	32	-	70	264,95	225	108	300	1135,50	1755	1755
22	83,27	34	5	72	272,52	236	116	310	1173,35	1845	1845
23	87,06	36	6	74	280,09	245	124	320	1211,20	1926	1926
24	90,84	39	7	76	287,66	254	132	330	1249,05	2018	2018
25	94,63	42	8	78	295,23	264	140	340	1286,90	2110	2110
26	98,41	44	9	80	302,80	275	148	350	1324,75	2204	2204
27	102,20	46	10	82	310,37	284	158	360	1362,60	2298	2298
28	105,98	49	11	84	317,94	294	168	370	1400,45	2388	2388
29	109,77	51	12	86	325,51	305	176	380	1438,30	2480	2480
30	113,55	54	13	88	333,08	315	186	390	1476,15	2575	2575
31	117,34	56	14	90	340,65	326	195	400	1514,00	2670	2670
32	121,12	58	15	92	348,22	337	205	410	1551,85	2765	2765
33	124,91	60	16	94	355,79	348	214	420	1589,70	2862	2862
34	128,69	63	18	96	363,36	359	223	430	1627,55	2960	2960
35	132,48	66	20	98	370,93	370	234	440	1665,40	3060	3060
36	136,26	69	21	100	378,50	380	245	450	1703,25	6150	6150

Tabla 7.4.3.2.2 (Final)

Caudal		Unidades de aparato		Caudal		Unidades de aparato		Caudal L.		Unidades de aparato	
gpm	L/min.	Tanque	Fluxo metro	gpm	L/min.	Tanque	Fluxo metro	gpm	L/min.	Tanque	Fluxo metro
37	140,05	74	23	105	397,43	406	270	500	1892,50	6320	6320
38	143,83	78	25	110	416,35	431	295	550	2081,75	4070	4070
39	147,62	83	26	115	435,28	455	329	600	2271,00	4480	4480
40	151,40	86	28	120	454,20	479	365	700	2649,50	5380	5380
41	155,19	90	30	125	473,13	506	398	800	3028,00	6280	6280
42	158,97	95	31	130	492,00	533	430	900	3406,50	7280	7280
43	162,76	99	33	135	510,98	559	460	1000	3785,00	8300	8300
44	166,54	103	35	140	529,90	585	490	1075	4068,88	9000	9000
Factor de conversión: 1 L/min = 0,26 galones/min.											

4.2 **CAUDAL Y PRESIÓN MÍNIMO.**

Se recomienda que el sistema de distribución debe ser diseñado y las dimensiones de la tubería deben ser seleccionadas de tal manera que bajo las condiciones de demanda pico abastezcan a los aparatos sanitarios para las capacidades de caudal y presión no menores a las mostradas en la tabla 7.4.3.1 (NTC 1500, cuarta edición). El caudal y la presión mínimos de flujo provista a los aparatos y artefactos no listadas en la tabla 7.4.3.1 deben estar de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Tabla 6 Caudal y Presión Mínima. Fuente: NTC 1500 (2024).

Tabla 7.4.3.1 Criterios de diseño del sistema de distribución de agua
Capacidad requerida en el tubo de salida para el suministro al aparato

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 público	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 desbloque 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 cierre acoplado	11 (3)	138 (20)
Inodoro, tanque una pieza	23 (6)	138 (20)

Factores de conversión: 1 kPa = 0,14 psi
1 L/min = 0,26 galón por minuto.
[a] Para requisitos adicionales de caudales y presión, véase el numeral 7.4.4.
[b] Cuando el fabricante de la ducha con válvula mezcladora indique una presión de flujo inferior para la válvula mezcladora, se debe instalar la válvula de baja presión.

Sin embargo, para este diseño se tomaron las presiones mínimas recomendadas por el libro ***Instalaciones Hidrosanitarias, de gas y aprovechamiento de aguas lluvias 8va edición de Rafael Pérez Carmona*** las cuales se presentan en la siguiente tabla, teniendo en cuenta que los aparatos instalados serán de baja presión por las condiciones de suministro de la zona.

Tabla 7 Presiones recomendadas. Fuente: Rafael Pérez Carmona (2021).

▼ Presiones recomendadas

Aparato sanitario	Recomendada			Mínima			Diámetro
	m.c.a.	Kg./cm^2	lb/pulg^2	m.c.a.	Kg./cm^2	lb/pulg^2	Conexión
Inodoro fluxómetro	10.33	1.03	14.70	7.70	0.77	10.96	1"
Inodoro de tanque	7.00	0.70	9.96	2.80	0.28	3.98	1/2"
Orinal de fluxómetro	10.33	1.03	14.70	7.70	0.77	10.96	3/4 - 1"
Orinal con llave	7.00	0.70	9.96	2.80	0.28	3.98	1/2"
Vertederos	3.50	0.35	4.98	2.00	0.20	2.85	1/2"
Duchas	10.33	1.03	14.70	2.00	0.20	2.85	1/2"
Lavamanos	5.00	0.50	7.12	2.00	0.20	2.85	1/2"
Lavadoras	7.00	0.70	9.96	2.80	0.28	3.98	1/2"
Bidé	5.00	0.50	7.12	2.00	0.20	2.85	1/2"
Lavadero	4.00	0.40	5.69	2.00	0.20	2.85	1/2"
Lavaplatos	2.00	0.20	2.85	2.00	0.20	2.85	1/2"

4.3 CAUDAL MÁXIMO Y CONSUMO DE AGUA

Los máximos caudales y consumos de agua para todos los aparatos hidrosanitarios y accesorios para los aparatos deben cumplir con la Tabla 7.4.4 de la NTC 1500 (cuarta actualización).

- Excepción 1 Inodoros de desboque y arrastre directo con un consumo máximo de agua de 13 Lpf (3 ½ galones).
- Excepción 2 Rociadores para vegetales.
- Excepción 3 Pocetas clínicas con un consumo de agua de 17 Lpd (litros por

descarga) (4 ½ galones).

- Excepción 4 Poceta de servicio.
- Excepción 5 Duchas De Emergencia.

Tabla 8 Consumos y caudales máximos. Fuente: NTC 1500 (2024).

Tabla 7.4.4 Consumos y caudales máximos para aparatos hidrosanitarios y accesorios para los aparatos

Aparatos hidrosanitarios o accesorios para los aparatos	Consumos y caudales máximos[b]
Lavamanos privado	8,3 L/min (2,2 gpm) a 414 kPa (60 psi)
Lavamanos público (con cierre automático)	0,9 Lpf (0,25 galones) por ciclo de descarga
Lavamanos público (otro que no sea con cierre automático)	1,9 L/min (0,5 gpm) a 414 kPa (60 psi)
Regadera [a]	9,5 L/min (2,5 gpm) a 552 kPa (80 psi)
Grifo de poceta	8,3 L/min (2,2 gpm) a 414 kPa (60 psi)
Orinales	3,8 Lpf (1,0 galones) por ciclo de descarga
Inodoros	6,0 Lpf (1,6 galones) por ciclo de descarga

Factores de conversión: 1 L = 0,3 galón, 1 L/min = 0,3 galón/min.
1 kPa = 0,1 libra por pulgada cuadrada.
[a] Una teleducha es una regadera.
[b] Las tolerancias de consumo deben ser las determinadas en las normas citadas.
Lpf Litros por descarga
NOTA Para otros aparatos sanitarios, véase la NTC 1644.

4.4 DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE SUMINISTRO PARA EL APARATO (NTC 1500)

La dimensión mínima de la tubería de suministro a un aparato debe ser como se muestra en la tabla 7.4.5(cuarta actualización). la tubería de suministro al aparato no debe terminar a más de 762.0 mm (30 pulgadas) del punto de conexión del aparato. El conector instalado entre la tubería de suministro y el aparato, debe ser de tipo aprobado. La tubería de suministro debe extenderse hasta el piso o muro adyacente al aparato. El diámetro mínimo de las redes de distribución de agua individuales en sistemas paralelos o en malla debe ser el indicado en la tabla 7.4.5 NTC 1500 (cuarta actualización).

Tabla 9 Diámetros mínimos para tuberías de suministro de agua a los aparatos. Fuente: NTC 1500 (2024).

Tabla 7.4.5 Diámetros mínimos para tubos de suministro de agua a los aparatos

Aparato	Diámetro mínimo del tubo (pulgada)
Bañeras[a] 1 524 mm x 813 mm (60 pulgadas x 32 pulgadas) y más pequeñas.	(½)
Bañeras[a] más grandes de 1 524 mm x 813 mm (60 pulgadas x 32 pulgadas)	(½)
Bidé	(½)
Combinación de poceta y bandeja	(½)
Lavavajillas, doméstico[a]	(½)
Bebedero	(½)
Grifería para manguera	(½)
Lavaplatos[a]	(½)
Lavadero de 1, 2 o 3 compartimentos[a]	(½)
Lavamanos	(½)
Ducha, regadera sencilla[a]	(½)
Poceta, con rebose	(½)
Poceta, servicio	(½)
Orinal, tanque de descarga	(½)
Orinal, de fluxómetro	(¾)
Hidrante de pared	(½)
Inodoro, tanque de descarga	(½)
Inodoro, tanque de fluxómetro	(¾)
Inodoro, válvula de fluxómetro	(1)
Inodoro, una pieza[a]	(½)

Para SI: 1 pulgada = 25,4 mm, 1 pie = 304,8 mm,
1 libra por pulgada cuadrada (psi) = 6,895 kPa.

[a] Cuando la longitud de desarrollo de la tubería de distribución es 15,3 m (50 pies) o menor, y la presión disponible en el medidor es de mínimo 241,325 kPa (35 psi), la dimensión mínima de una tubería de distribución individual suministrada desde un tubo distribuidor e instalada como parte de un sistema de distribución paralela de agua debe ser de un tamaño nominal menor que las dimensiones indicadas.

4.5 **PERDIDAS POR ACCESORIOS**

Para el cálculo de las pérdidas por accesorios se observa en la tabla B.1.3.3(4) de la NTC 1500 (cuarta actualización) la longitud equivalente para accesorios y válvulas para el diámetro de prueba del tubo, en cada sección de tubo.

Tabla 10 Pérdida de presión en accesorios y válvulas expresando como longitud equivalente de tubo.

Tabla B.1.3.3(4). Pérdida de presión en accesorios y válvulas expresado como longitud equivalente de tubo[a] m (pies)

Diámetro nominal o estándar (pulgadas)	Accesorios				Acoplamiento	Válvulas			
	Codo Estándar		"T" 90			de Bola	de Compuerta	de Mariposa	de Retención
	90°	45°	Salida lateral	Sección Recta					
3/8	0,1 (0,5)	-	0,5 (1,5)	-	-	-	-	-	0,5 (1,5)
½	3,3 (1)	0,1 (0,5)	0,6 (2)	-	-	-	-	-	0,6 (2)
5/8	0,5 (1,5)	0,1 (0,5)	0,6 (2)	-	-	-	-	-	0,8 (2,5)
¾	0,6 (2)	0,1 (0,5)	0,9 (3)	-	-	-	-	-	0,9 (3)
1	0,8 (2,5)	3,3 (1)	1,4 (4,5)	-	-	0,1 (0,5)	-	-	1,4 (4,5)
1 ¼	0,9 (3)	3,3 (1)	1,7 (5,5)	0,1 (0,5)	0,1 (0,5)	0,1 (0,5)	-	-	1,7 (5,5)
1 ½	1,2 (4)	0,5 (1,5)	2,1 (7)	0,1 (0,5)	0,1 (0,5)	0,1 (0,5)	-	-	2,0 (6,5)
2	1,7 (5,5)	0,6 (2)	2,7 (9)	0,1 (0,5)	0,1 (0,5)	0,1 (0,5)	0,1 (0,5)	2,3 (7,5)	2,7 (9)
2 ½	2,1 (7)	0,8 (2,5)	3,7 (12)	0,1 (0,5)	0,1 (0,5)	-	3,3 (1)	3,1 (10)	3,5 (11,5)
3	2,7 (9)	1,1 (3,5)	4,6 (15)	3,3 (1)	3,3 (1)	-	0,5 (1,5)	4,7 (15,5)	4,4 (14,5)
3 ½	2,7 (9)	1,1 (3,5)	4,3 (14)	3,3 (1)	3,3 (1)	-	0,6 (2)	-	3,8 (12,5)
4	3,8 (12,5)	1,5 (5)	6,4 (21)	3,3 (1)	3,3 (1)	-	0,6 (2)	4,9 (16)	5,6 (18,5)
5	4,9 (16)	1,8 (6)	82 (27)	0,5 (1,5)	0,5 (1,5)	-	0,9 (3)	3,5 (11,5)	7,2 (23,5)
6	5,8 (19)	2,1 (7)	10,4 (34)	0,6 (2)	0,6 (2)	-	1,1 (3,5)	4,1 (13,5)	8,1 (26,5)
8	8,8 (29)	3,4 (11)	15,2 (50)	0,9 (3)	0,9 (3)	-	1,5 (5)	3,8 (12,5)	11,9 (39)

Factores de conversión:, 1 m = 3,3 pie, 1 grado = 0,01745 rad.

[a] Las tolerancias son para accesorios hidrodinámicos soldados y accesorios con rosca rebajada. Para accesorios con rosca, duplique la tolerancia mostrada en la tabla. Las longitudes equivalentes presentadas arriba están basadas en un factor C de 150 en la fórmula de pérdida por fricción de Hazen-Williams.

4.6 **OTROS PARÁMETROS:**

El sistema de distribución del suministro de agua para el edificio 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. La velocidad máxima de diseño debe ser de 2 m/s para tubería de diámetro inferior a 76,2 mm. La resolución 0330 de 2017 establece que la velocidad mínima debe ser de 0.5m/s para sistemas de trasporte y distribución

La tubería para el suministro de agua debe cumplir con la NTC 539 y debe cumplir con una de las normas indicadas en la tabla 7.5.3 de la NTC 1500 (cuarta actualización). Toda tubería hidráulica de servicio instalada bajo tierra y afuera de la estructura, debe tener una clasificación de presión de trabajo mínima de 1100 kPa (160 psi) a 23 °C (73.4

°F). Donde la presión del agua exceda los 1 100 Kpa, el material de la tubería debe

tener una presión nominal mínima de trabajo igual a la presión disponible más alta. Los materiales de la tubería para el suministro de agua no certificados en forma independiente para distribución de agua deben terminar en o antes de la válvula de abertura total ubicada a la entrada de la estructura. Todos los tubos para agua de hierro dulce deben ser revestidos con mortero de cemento de acuerdo con la AWWA C104.

Tabla 11 Requisitos tubos de suministro hidráulico. Fuente: NTC 1500 (2024).

Tabla 7.5.3 Tubos de suministro hidráulico

Material	Norma
Tubo plástico de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS)	ASTM D1527; ASTM D2282
Tubo plástico de poli (cloruro de vinilo) clorado (CPVC)	NTC 1062; ASTM F441; ASTM F442; CSA B137.6
Tubo de poli (cloruro de vinilo) clorado/ aluminio/ poli (cloruro devinilo) clorado (CPVC/AL/CPVC)	ASTM F2855
Tubo de cobre o aleación de cobre	NTC 3944; ASTM B302
Tubería de cobre o aleación de cobre (Tipo K, WK, L, WL, M o WM)	NTC 3655; ASTM B88; ASTM B251; ASTM B447
Tubo y tubería plástica de polietileno reticulado (PEX)	ASTM F876; AWWA C904; CSA-B137.5
Tubería de polietileno reticulado/ aluminio/ polietileno reticulado (PEX-AL-PEX)	ASTM F1281; ASTM F2262; CAN/SA B137.10M
Tubería de polietileno reticulado/ aluminio/ polietileno de alta densidad (PEX-AL-HDPE)	ASTM F1986
Tubo de hierro dúctil para agua	AWWA C151/A21.51; AWWA C115/A21.15
Tubo plástico de polietileno (PE)	ASTM D2239; NTC 3664; AWWA C901, CSA B137.11
Tubería plástica de polietileno (PE)	NTC 3694; AWWA C901, CSA B137.1
Tubo de polietileno /aluminio/ polietileno (PE-AL-PE)	NTC 5276; CSA B137.9
Tubería de plástico de polietileno reticulado de alta temperatura (PE-RT)	ASTM F2769; CSA B137.18
Tubo o tubería de plástico de polipropileno (PP)	ASTM F2389; CSA B137.11; NTC 4897-2
Tubo plástico de poli (cloruro de vinilo) (PVC)	ASTM D1785; NTC 382; NTC 5697; CSA-B137.3
Tubo de acero inoxidable (Tipo 304/304L)	ASTM A312; ASTM A778
Tubo de acero inoxidable (Tipo 316/316L)	ASTM A312; ASTM A778

4.7 CALCULO HIDRÁULICO

4.7.1 Presión en punto Crítico de Agua.

De acuerdo con la anterior metodología se determinó el caudal máximo probable y el punto crítico de operación, con lo cual se dimensiono la red de agua potable para ser abastecida desde la red veredal. De acuerdo con la distribución del proyecto y requerimiento de los aparatos sanitarios, se define como ruta critica el sanitario de tanque y que requiere mayor presión y caudal en el sistema respecto al nivel de referencia de la conexión a red existente

4.7.2 Evaluación hidráulica de la red de hidráulica de agua potable.

Luego de haber realizado el trazado de las tuberías y el esquema isométrico de distribución de agua potable se determinan las longitudes de tuberías horizontal y verticales que forman la red. Adicionalmente se determinan las longitudes equivalentes de los accesorios en el recorrido del flujo a través de la tubería para llegar a los aparatos.

Existen varios métodos para la estimación de caudales de diseño para este caso y porque la norma lo permite se utilizará el método de Hunter modificado que consiste en:

4.7.3 Método de Hunter

Para el dimensionamiento de las tuberías se tiene en cuenta que todos los aparatos instalados no funcionan simultáneamente; por esta razón se deben distinguir varios tipos de caudal.

El método pretende evaluar el caudal máximo probable y se basa en el concepto de que únicamente unos pocos aparatos, de todos los que están conectados al sistema, entrarán en operación simultánea en un instante dado. El efecto de cada aparato que forma parte de un grupo numeroso de elementos similares, depende de:

- Caudal del aparato, o sea la rata de flujo que deja pasar el servicio (q).

- Frecuencia de uso: tiempo entre usos sucesivos (T).
- Duración de uso: tiempo que el agua fluye para atender la demanda del aparato (t).

El método es aplicable a grandes grupos de elementos, ya que la carga de diseño es tal que tiene cierta probabilidad de no ser excedida (aunque lo puede ser en pocas ocasiones).

Según Hunter, se tiene en funcionamiento satisfactorio cuando las tuberías están proporcionadas para suministrar la carga de demanda para el número m del total de n aparatos del edificio, de tal forma que no más de m serán encontrados en uso simultáneo por más del 1% del tiempo. Si se considera que en una instalación de n aparatos, un número m de éstos se encuentre en funcionamiento simultáneo por más del 1% del tiempo, se puede expresar así:

$$p_0 + p_1 + p_2 + ... + p_{m-1} + p_m = 0{,}99$$

P es la probabilidad de no encontrar ningún aparato funcionando. Los términos faltantes de la serie son:

$$P = \sum_{r=m\,1}^{r=n} \left(\frac{n}{r}\right)(1 - p)^{n-r}\, p^{r} \leq 0{,}01$$

que corresponde a la forma dada en las tablas de distribución binomial de probabilidades, excepto que la expresión (1 - p) reemplaza al término q de las tablas. El caudal de diseño se determina de acuerdo con:

$$Unidades\ para\ un\ aparato = \frac{Número\ de\ Fluxómetros}{No.\ de\ aparatos\ de\ otro\ tipo} \times Unidades\ asignadas\ al\ fluxómetro$$

4.7.4 **Método de Hunter Modificado**

Este es un método que se basa en el método anterior, además el cálculo del factor de carga para cada clase de aparato sanitario, se realiza de forma idéntica (Castro et al., 2006).

El método de Hunter genera datos de simultaneidad un tanto elevados para el medio latinoamericano, lo que ocasiona el sobredimensionamiento de los diámetros de las tuberías.

Esta situación se da debido a que en la actualidad la frecuencia, uso y tecnología de los aparatos sanitarios difieren a las condiciones imperantes en la época en la cual fue desarrollado el método anterior.

Es así como el método de Hunter Modificado, contempla únicamente un 40% del valor de carga unitaria obtenida con el método anterior, y con este valor reducido se ingresa a las curvas o tablas ya definidas por el método de Hunter

Es importante tener presente que el caudal promedio a utilizar solo se podrá establecer con mayor certeza con el profundo estudio sobre caudales y presiones de funcionamiento de los aparatos sanitarios que se encuentran actualmente en el mercado.

La norma INCOTEC 1500 del Código Colombiano de fontanería establece los valores de las unidades de carga de cada clase de aparato sanitario.

Para la determinación del caudal de diseño se emplea la fórmula propuesta en el libro de Rodríguez Díaz:

Para unidades de consumo entre 3<UC<240

- $Q = 0{,}1163(UC)^{0{,}6875}$ para aparatos comunes.
- $Q = 0{,}7243(UC)^{0{,}384}$ para aparatos con fluxómetro.

Para unidades de consumo entre 260<UC<1000

- $Q = 0{,}074(UC)^{0{,}7504}$ para aparatos comunes.
- $Q = 0{,}3356(UC)^{0{,}5281}$ para aparatos con fluxómetro.

Ilustración 1 Formulas de caudal. Fuente: Rodríguez Diaz (2006).

Se realiza un redimensionamiento y luego se calcula la red. Para el cálculo de esta red se empleó la ayuda de una hoja de Excel que se presenta a continuación

- ✓ Se divide en los tramos propuestos por el dibujo:
- ✓ Se determinaron las unidades de Hunter modificado
- ✓ Se contabilizaron el número de salidas
- ✓ Se determinó el Coeficiente de simultaneidad k de la siguiente manera:

$$F.S.: 1/(n-1)^{0,5}$$

- ✓ Con esto se determina el caudal con la formula antes expuesta de caudal para unidades de consumo entre 3 y 240 y aparatos comunes.
- ✓ Se determina el diámetro de la red
- ✓ La velocidad que es igual a el caudal por el área que se halla con el diámetro propuesto
- ✓ El número de Reynols

$$R_e = \frac{Fuerzas\ Inerciales}{Fuerzas\ Viscosas} = \frac{\rho * D * v}{\mu} = \frac{v * D}{\nu}$$

- ✓ Se determina el factor de fricción f:

Tubos lisos PVC	Zona de transición o turbulenta	$f = 0{,}1622NR^{-0{,}189}$	Rodríguez Díaz

✓ La pérdida por fricción se calcula con la fórmula de Darcy-Weisbach:

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Con lo expuesto anteriormente se genera una hoja de cálculo donde se resumen todos los cálculos y verificaciones necesarias para dar cumplimiento a la norma.

4.8 CÁLCULO DE LA RUTA CRITICA

Tabla 12 Ruta crítica agua potable

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant	Salidas
10-B	INODORO FLUX	5	45	225	45
	LAVAMANOS	2	60	120	60
	LAVAPLATOS	2		0	0
	LLAVE	2	2	4	2
	DUCHA	2		0	0
	ORINAL	4	20	80	20
	Total Tanque=		**127**	**124**	**127**
	Total Flux=			**305**	

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant	Salidas
9-10	INODORO FLUX	5	38	190	38
	LAVAMANOS	2	60	120	60
	LAVAPLATOS	2		0	0
	LLAVE	2	1	2	1
	DUCHA	2		0	0
	ORINAL	4	16	64	16
	Total Tanque=		**115**	**122**	**115**
	Total Flux=			**254**	

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant	Salidas
8-9	INODORO FLUX	5	26	130	26
	LAVAMANOS	2	45	90	45
	LAVAPLATOS	2		0	0
	LLAVE	2	1	2	1
	DUCHA	2		0	0
	ORINAL	4	12	48	12
	Total Tanque=		**84**	**92**	**84**
	Total Flux=			**178**	

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant	Salidas
7-8	INODORO FLUX	5	25	125	25
	LAVAMANOS	2	30	60	30
	LAVAPLATOS	2		0	0
	LLAVE	2	1	2	1
	DUCHA	2		0	0
	ORINAL	4	12	48	12
	Total Tanque=		**68**	**62**	**68**
	Total Flux=			**173**	

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant	Salidas
6-7	INODORO FLUX	5	22	110	22
	LAVAMANOS	2	30	60	30
	LAVAPLATOS	2		0	0
	LLAVE	2	1	2	1
	DUCHA	2		0	0
	ORINAL	4	8	32	8
	Total Tanque=		**61**	**62**	**61**
	Total Flux=			**142**	

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant	Salidas
5-6	INODORO FLUX	5	22	110	22
	LAVAMANOS	2	30	60	30
	LAVAPLATOS	2		0	0
	LLAVE	2		0	0
	DUCHA	2		0	0
	ORINAL	4	8	32	8
	Total Tanque=		**60**	**60**	**60**
	Total Flux=			**142**	

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant	Salidas
4-5	INODORO FLUX	5	15	75	15
	LAVAMANOS	2	30	60	30
	LAVAPLATOS	2		0	0
	LLAVE	2		0	0
	DUCHA	2		0	0
	ORINAL	4	8	32	8
	Total Tanque=		**53**	**60**	**53**
	Total Flux=			**107**	

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant	Salidas
3-4	INODORO FLUX	5	11	55	11
	LAVAMANOS	2	15	30	15
	LAVAPLATOS	2		0	0
	LLAVE	2		0	0
	DUCHA	2		0	0
	ORINAL	4	4	16	4
	Total Tanque=		**30**	**30**	**30**
	Total Flux=			**71**	

	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant	Salidas
2-3	INODORO FLUX	5	4	20	4
	LAVAMANOS	2	15	30	15
	LAVAPLATOS	2		0	0
	LLAVE	2		0	0
	DUCHA	2		0	0
	ORINAL	4	4	16	4
	Total Tanque=		**23**	**30**	**23**
	Total Flux=			**36**	

	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant	Salidas
1-2	INODORO FLUX	5	3	15	3
	LAVAMANOS	2		0	0
	LAVAPLATOS	2		0	0
	LLAVE	2		0	0
	DUCHA	2		0	0
	ORINAL	4	4	16	4
	Total Tanque=		**7**	**0**	**7**
	Total Flux=			**31**	

A continuación, se presenta el chequeo de la ruta crítica para determinar los caudales y verificar que el aparato critico cuente con al menos el criterio mínimo para su funcionamiento.

Tabla 13 Tabla cálculo de la ruta crítica. Fuente: Elaboración propia (2025).

DISEÑO DE LA RED INTERNA DE AGUA POTABLE																									
TEMPERATURA			25			osidad cinematica [m	1.14E-06													Presion de Red [m.c.a]	45				
																				Presion de Red [PSI]	63.92045				
TRAMO		UNID FLUX	Q	UNID. TQ	Q TQ	Q	Ø	Ø	Ø	RDE	V	Re	f	LONGITUD TUBERIA				ACCESORIOS		Hf TOTAL	Cota piezometrica		Cota Aparato	Presion Final	Presion Final
														Horizontal	Vertical	Long. Total	Hf	Km	Hf		inicial	final			
DE	A			[-]		[l.ps]	[in]	[in]	[m]	[m]	[m/s]	[-]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m.c.a]	[-]	[m.c.a]	[m.c.a]	[m.c.a]	[m.c.a]	[m]	[m.c.a]	[PSI]
10	B	305	7.03	124	3.123	10.150	3.186	4	0.1034	21	1.208	109615.36	0.0185				0.00	4.16	0.310	0.31	45.0	44.69		44.69	63.48
9	10	254	6.42	122	3.075	9.497	3.082	4	0.1034	21	1.131	102564.28	0.0188				0.00	1.51	0.098	0.10	44.69	44.59		44.59	63.34
8	9	178	5.50	92	2.612	8.113	2.848	4	0.1034	21	0.966	87610.54	0.0194				0.00	1.51	0.072	0.07	44.59	44.52		44.52	63.24
7	8	173	5.38	62	2.123	7.501	2.739	3	0.0804	21	1.477	104177.57	0.0187				0.00	0.27	0.030	0.03	44.52	44.49		44.49	63.18
6	7	142	4.95	62	2.123	7.075	2.660	3	0.0804	21	1.393	98263.86	0.0190				0.00	0.73	0.072	0.07	44.49	44.42		44.42	63.08
5	6	142	4.95	60	2.082	7.034	2.652	3	0.0804	21	1.385	97685.63	0.0190				0.00	1.68	0.164	0.16	44.42	44.26		44.26	62.85
4	5	107	4.39	60	2.082	6.476	2.545	3	0.0804	21	1.275	89940.87	0.0193				0.00	1.68	0.139	0.14	44.26	44.12		44.12	62.65
3	4	71	3.69	30	1.262	4.952	2.225	3	0.0804	21	0.975	68774.19	0.0205				0.00	0.73	0.035	0.04	44.12	44.08		44.08	62.59
2	3	36	2.81	30	1.262	4.069	2.017	3	0.0804	21	0.801	56508.73	0.0213				0.00	1.68	0.055	0.05	44.08	44.03		44.03	62.52
1	2	31	2.65	0	0.000	2.650	1.628	3	0.0804	21	0.522	36796.38	0.0233				0.00	0.73	0.010	0.01	44.03	44.02	37.14	6.88	9.77

Realizando el chequeo se nota que el aparato critico resultó la ducha el cual cumple con el criterio de mínimo 37.14 m.c.a ya que contará con una presión de funcionamiento de 42.40 mca

4.9 CÁLCULO DE LA BOMBA

Tabla 14 Calculo hidráulico de equipo de bombeo e hidroflo. Fuente: Elaboración propia (2025).

	DISEÑO DE SISTEMAS DE PRESURIZACIÓN **ANEXO 1B**								
PROYECTO:	**I.E. SIMON BOLIVAR**								FECHA:
IDENTIFICACION:	**EQUIPO DE BOMBEO REQUERIDO PARA SUMINISTRO**								
Datos generales	Una bomba								
Caudal de diseño (Q) =	10.62	L/s			168.33	GPM		38.232	m3/h
Cálculo de la succión									
Diámetro de succión =	6	pulg			0.1524	m			
Velocidad en tubería =	0.58	m/s							
Coeficiente de Hazen =	150.00	HG							
Pérdida unitaria (Pu) =	0.002092	m/m			Hazen & Williams				
Longitud de la succión (L) =	0.9	m							
1 Válvula de pie con coladera		6	HG		0.7	0.70	m		
1 Codo radio medio		6	HG		0.8	0.80	m		
1 Válvula de compuerta abierta		6	HG		7.3	7.30	m		
1 Salida de tubería		6	HG			0.00	m		
Longitud accesorios (La) =	8.80	m							
Longitud Total de succión =	9.70	m							
Pérdidas por fricción (Hf) =	0.02	m			Hf = Pu x (L+La)				
Carga de velocidad (Hv) =	0.0173	m			Hv = V^2/(2g)				
Diferencia de nivel (Hn) =	0.50	m							
Altura total de succión (HS) =	0.54	m							
Chequeo de succión									
Elevación sobre el nivel del mar =	22	msnm							
Presión Barométrica (PB) =	10.30	m			Descontar 1,2 m por cada 1000 msnm				
Tension de vapor del agua (Tv) =	0.24	m			Para agua a 20oC				
NPSH disponible =	9.53	m			NPSH = PB - Tv - HS				
Pérdida por temperatura (a) =	0.24	m			Para agua a 20oC				
Pérdida por altura snm (b) =	0.03	m			Descontar 1,2 m por cada 1000 msnm				
Pérdidas por depr. Barom. (c) =	0.36	m			Steel				
Pérdidas vacio imperf. bomba (d) =	2.10	m			Entre 2.4 y 1,8 (Steel)				
Pérdidas por fricción y acc. (e) =	0.02	m			Hf				
Pérdidas por velocidad (f) =	0.0173	m			Hv = V^2/(2g)				
Altura Máxima de Succión (AMS)=	7.57	m			AMS = 10,33 - (a+b+c+d+e+f)				
Cálculo de la Impulsión									
Diámetro de impulsión (D) =	4	pulg			0.1016	m			
Velocidad del flujo (V) =	1.31	m/s			Qo = V x Pi x D^2 / 4				
Altura total de impulsión (HT) =	45.20	m			Según Anexo 1A				
Cálculo de la bomba									
Cabeza Dinámica Total (CDT) =	45.20	m			64.18	psi	CDT = HS + HT		
Eficiencia (n) =	0.6								
Potencia del motor (P) =	10.53	HP			7.86	kW	P = Q x H / (76n)		
Potencia de diseño (1,2 x P)=	15.79	HP			11.78	kW			
Cálculo del hidroneumático									
Hipótesis									
Qon =	10.62	L/s			168.33	GPM			
	45.20	m			64.184	psi		40	psi
Qof =	2.655	L/s			42.08	GPM	Qof = 0,25 x Qon		
								60	psi
T =	4	min			Para potencias entre 1-3 HP (Carmona Tabla 2.1)				
Qmed =	105.20	GPM			Qmed = (Qon+Qof)/2				
Volumen de regulación =	105.20	gal			VR = Qmed x T / 4				
F =	2.73				Para rangos de 40-60 psi (Carmona)				
Volumen del tanque =	287.21	gal			1085.65	L		1085.6	L

Se requiere un equipo de bombeo de 15 Hp para un Q de diseño de 10.5, HDT: 45 M, y DOS tanque hidroneumático de 120 galones equivalente a 500 L.

4.9.1 **Cavitación en el equipo de bombeo**

La cavitación o aspiraciones en vacío es un efecto hidrodinámico que se produce cuando se crean cavidades de vapor dentro del agua o de cualquier otro fluido en estado líquido en el que actúan fuerzas que responden a diferencias de presión, como puede suceder cuando el fluido pasa a gran velocidad por una arista afilada, produciendo una descompresión del fluido debido al principio de Bernoulli. Puede ocurrir que se alcance la presión de vapor del líquido de tal forma que las moléculas que lo componen cambian inmediatamente a estado de vapor, formándose burbujas o, más correctamente, cavidades. Las burbujas formadas viajan a zonas de mayor presión e implosionan (el vapor regresa al estado líquido de manera súbita, «aplastándose» bruscamente las burbujas) produciendo una estela de gas de gran energía sobre una superficie sólida que puede resquebrajar en el choque.

La implosión causa ondas de presión que viajan en el líquido a velocidades próximas a las del sonido independientemente del fluido donde se creen. Estas pueden disiparse en la corriente del líquido o pueden chocar con una superficie. Si la zona donde chocan las ondas de presión es la misma, el material tiende a debilitarse estructuralmente y se inicia una erosión que, además de dañar la superficie, provoca que ésta se convierta en una zona de mayor pérdida de presión y por ende de mayor foco de formación de burbujas de vapor. Si las burbujas de vapor se encuentran cerca o en contacto con una pared sólida cuando implosionan, las fuerzas ejercidas por el líquido al aplastar la cavidad dejada por el vapor dan lugar a presiones localizadas muy altas, ocasionando picaduras sobre la superficie sólida. Nótese que dependiendo de la composición del material usado se podría producir una oxidación de este con el consiguiente deterioro del material.

El fenómeno generalmente va acompañado de ruido y vibraciones, dando la impresión de que se tratara de grava que golpea en diferentes partes de una máquina. Para tal caso, en equipos de bombeo, se debe comprobar el NPSH requerido vs el NPSH disponible teniendo una relación menor.

$$NPSHr<NPSHd$$

Para el equipo de bombeo propuesto se tiene que:

NPSH disponible=7.39m NPSH requerido = 2.8m

Por tanto, se puede inferir que bajo la condiciones estimadas, el equipo de bombeo no presenta cavitación.

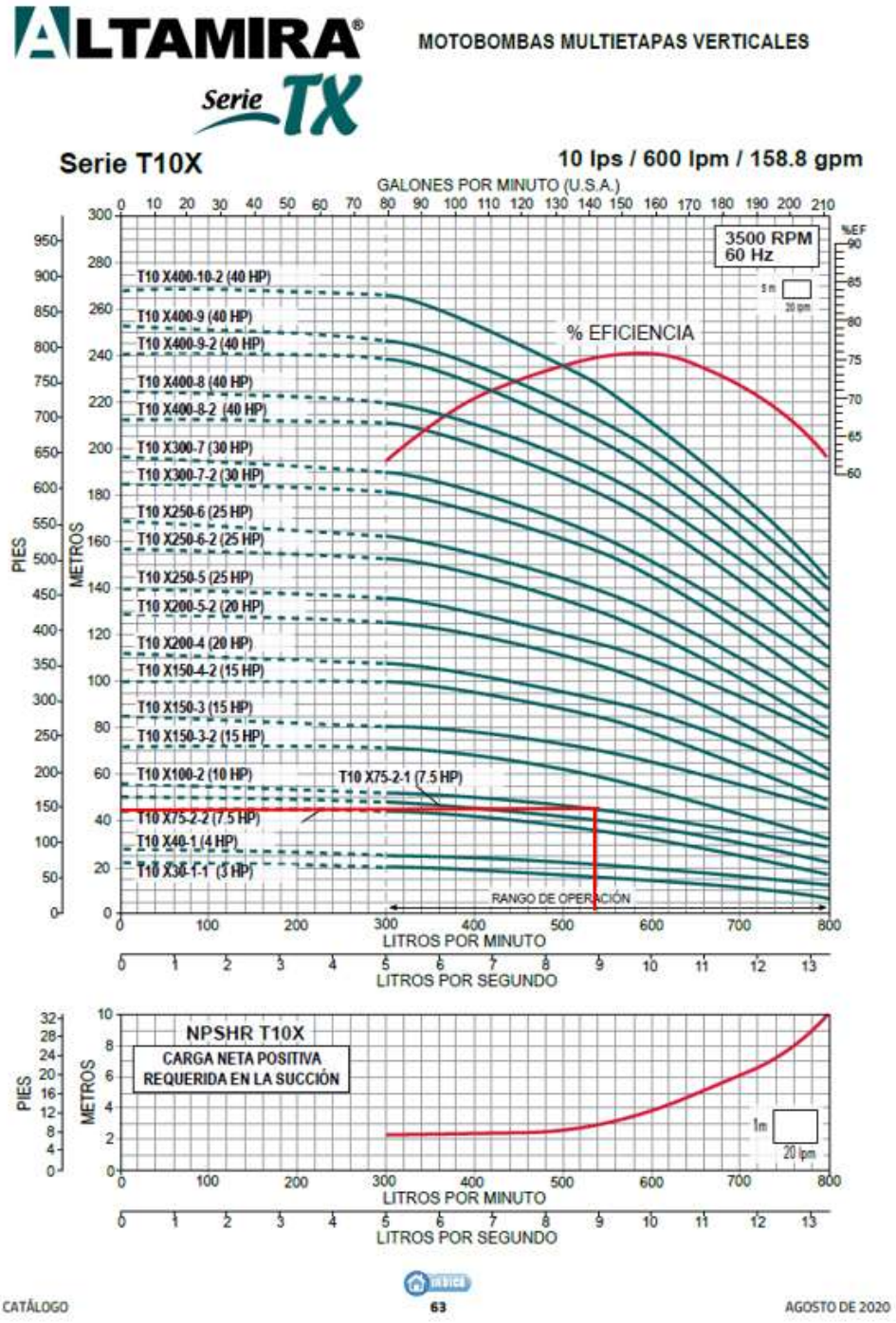


Ilustración 1 Curva característica de la bomba seleccionada. Fuente: Altamira (2025).

4.9.2 **Tanque Hidroflo**

Se tiene de acuerdo con lo expresado en el numeral 6.3, el requerimiento mínimo de almacenamiento para el tanque hidroflo de 120gal en un rango de presión de 40-60PSI



CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CAPACIDAD (galones)	SISTEMA	MÁXIMA PRESIÓN DE TRABAJO	EQUIV. APROX. TANQUES SIN PRECARGA (galones)	EQUIV. APROX. TANQUES SIN PRECARGA (litros)	FACTOR DE MÁXIMA ACEP-TACIÓN	ENTREGA VOLUMÉTRICA (galones) 20/40 psi	ENTREGA VOLUMÉTRICA (galones) 30/50 psi	ENTREGA VOLUMÉTRICA (galones) 40/60 psi	DIMENSIONES (pulgadas) DIÁM.	DIMENSIONES (pulgadas) ALTURA	DIÁMETRO DE CONEX. NPT HEMBRA (pulg)	PESO (kg)
ALTAPRO XLT20	Tanque precargado ALTAMIRA Serie PRO-XLT	20	Diafragma	125 psi	60	227	61%	7.3	6.1	5.3	15.4	32.4	1"	15
ALTAPRO XLT26		26			80	302	53%	8.9	7.7	6.7		39.6		19
ALTAPRO XLT45		45			135	510	61%	16.5	13.9	12.1	22	36.6	1.25"	29
ALTAPRO XLT65		65			200	756	60%	23.9	20	17.4		48.6		40
ALTAPRO XLT86		86			280	1,058	59%	30.9	25.9	22.5	26	46		52
ALTAPRO XLT119		119			380	1,436	59%	42.9	35.9	31.3		61.3		73

NOTA: La entrega volumétrica puede variar por distintas situaciones ambientales y condiciones del sistema, incluyendo temperatura y presión.

Ilustración 2 Selección de tanque hidroneumático. Fuente: Altamira (2024).

4.9.3 **Golpe de Ariete**

El golpe de ariete se presenta en eventos súbitos de cierre del sistema de bombeo donde la lámina de agua regresa hacia el equipo produciendo una onda de choque la cual podría afectar la integridad de este.

Para mitigar estos efectos, en algunos casos es necesario utilizar válvulas anticipadoras de ariete o similar.

Teniendo en cuenta la configuración del manifold de salida del sistema actual. La cabeza posible ante un evento de cierre rápido es de aproximadamente 40cm, por lo que se puede despreciar los efectos de dicho golpe al ser contenidos por la válvula antirretorno.

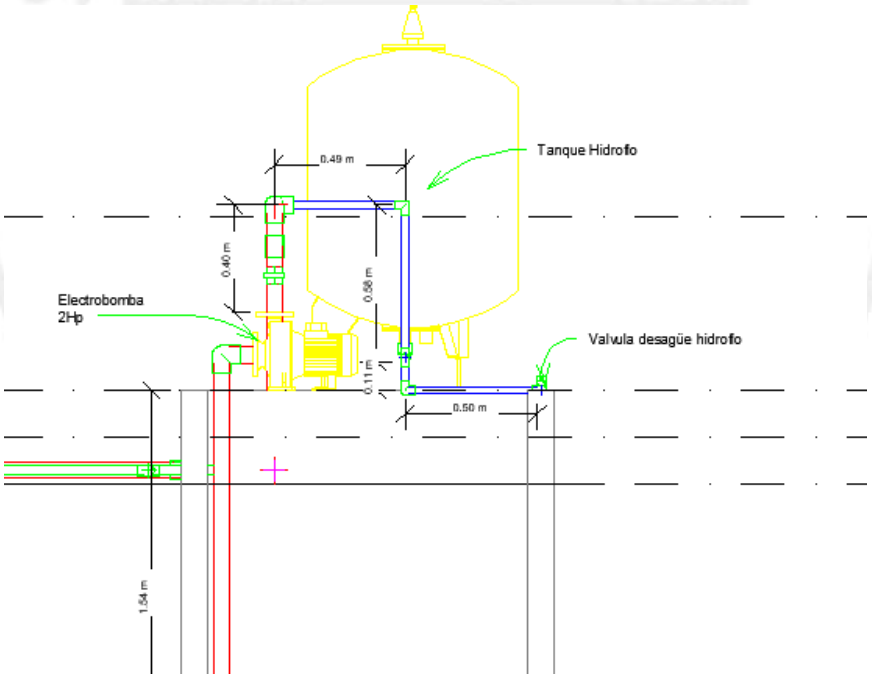


Ilustración 3 Esquema equipo de bombeo. Fuente: Elaboración propia (2025)

5 SISTEMA SANITARIO

El diseño proyectado consta de ramales y colectores horizontales internos de tal forma que el desagüe de las aguas servidas se realice manera independiente, luego serán recolectadas por tuberías de conducción que las descargaran en el sistema de disposición de aguas negras del municipio, teniendo en cuenta que el lugar cuenta con servicio de alcantarillado. Ver anexo de disponibilidad de servicios.

5.1 DISEÑO DE REDES INTERNAS

El sistema consiste en un conjunto de tuberías para la evacuación de aguas residuales, con sistemas de ventilación, las cuales se encuentran interconectadas a través de cajas de inspección ubicadas bajo suelo firme, para luego ser enviadas a la red de alcantarillado de la localidad.

La red sanitaria incluye:

- Sifones y codos de recolección en cada punto de servicio.
- Ramales de conducción hasta la caja de inspección.
- Tuberías de ventilación principal
- Cajas de inspección a nivel de piso firme.

5.2 PARÁMETROS DE DISEÑO

Es importante mencionar los criterios con los cuales se realizó el diseño:

- Se siguieron las recomendaciones de diseño y especificaciones mínimas establecidas en la norma de ICONTEC 1500 Código Colombiano de Fontanería.
- Se considera tubería PVC sanitaria para la red interna.
- Se debe cumplir $Q/Qo < 0.75$
- El desagüe de todos los aparatos sanitarios se descargará por gravedad a través de la caja de inspección principal, luego serán enviadas al sistema de alcantarillado veredal.

- El diámetro de la tubería de desagüe no debe ser reducido en la dirección del flujo.
- Los tubos de desagüe horizontal deben tener puntos de limpieza ubicados a intervalos máximo de 30.5m
- Se debe garantizar que todos los aparatos de fontanería lleven su correspondiente sifón con sello de agua.
- Los cambios de dirección o de pendientes se harán por medio de cajas de inspección.
- El diámetro de un ramal horizontal de desagüe no podrá ser menor que el de cualquiera de los orificios de salida de los aparatos que descargan en él.
- Cuando se requiera hacer cambiar de dirección a un bajante, los diámetros de su parte inclinada y del tramo inferior del mismo bajante se calcularán así.
- Si la parte inclinada forma un ángulo de 45º o más con la horizontal, se considera como si fuera un bajante vertical.
- Si forma un ángulo menor de 45º con la horizontal, se tomará en cuenta el número de unidades de descarga que pasa por el tramo inclinado, y como si fuera un desagüe final con pendiente de 4%.
- Por debajo de la parte inclinada, la bajante se calculará de acuerdo con el número total de unidades de descarga que recibe, pero en ningún caso tendrá un diámetro menor que el del tramo inclinado.
- La conexión de un desagüe final a una red de mayor diámetro, deberá hacerse en tal forma que la parte superior de los dos tubos (clave), en el punto de intersección queden al mismo nivel.

Con base en los anteriores conceptos, se estimaron los requerimientos de diámetros para el proyecto.

5.2.1 **Pendiente de la tubería sanitaria horizontal**

La NTC 1500 (cuarta actualización) establece en el numeral 8.4.1 que la pendiente de la tubería sanitaria debe ser tal que garantice su capacidad para evacuar el caudal de diseño con una velocidad comprendida entre 0.60 m/s y 5 m/s (condiciones tubo lleno) o mínimo 0.15 kg/m2 de fuera tractiva.

Tabla 15 Pendiente mínima del tubo de desagüe horizontal. Fuente: NTC 1500 (2024).

Tabla 8.4.1 Pendiente del tubo de desagüe horizontal

Dimensión (pulgadas)	Pendiente mínima mm/m (pulgadas/pie)
2 1/2 o menor	21 (1/4[a])
3 a 6	10 (1/8[a])
8 o mayor	5 (1/16[a])
Para SI: 25.4 mm =1 pulgada, 1 pulgada por pie = 83.33 mm/m.	
[a] Las pendientes para desaguar las tuberías a un interceptor de grasa deben cumplir el numeral 8.4.1.	

5.2.2 **Valores Unitarios De Desagüe Para Aparatos**

En la NTC 1500 (cuarta actualización) Los valores unitarios de desagüe de aparatos dados en la tabla 8.9.1 designan la carga relativa de diferentes tipos de aparato que se deben utilizar en la estimación de caudales totales que lleva la tubería sanitaria o de evacuación y se deben utilizar para calcular las dimensiones de la tubería sanitaria de evacuación de acuerdo con las tablas 8.10.1 (1) y 8.10.1 (2), para las cuales el caudal permitido este dado en unidades de desagüe de aparato.

Tabla 16 Unidades de desagüe aparatos sanitarios. Fuente: Fuente: NTC 1500 (2024).

Tabla 8.9.1 Unidades de desagüe de aparatos individuales y en grupo

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 [a,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))[f]	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)
Drenaje de emergencia para pisos	0	(2)
Dremajes de piso[h]	2[h]	(2)
Poceta de piso	[h]	(2)
Lavaplatos, doméstico	2	(1 ½)
Lavaplatos con triturador de vertimientos, lavavajillas o ambos.	2	(1 ½)
Bandeja para lavar ropa (1 o 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:		
0,36 L/s (5,7 gpm) o menos	2	(1 ½)
Más de 0,36 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	[d]
Orinal, 1 galón por descarga o menos	2[e]	[d]
Orinal, sin suministro de agua	½	[d]
Poceta de aseo (circular o múltiples) cada juego de grifos	2	(1 ½)
Inodoro, tanque con fluxómetro, público o privado	4[e]	[d]
Inodoro, privado (1,6 gpf)	3[e]	[d]
Inodoro, privado (descarga mayor a 1.6 gpf)	4[e]	[d]
Inodoro, público (1,6 gpf)	4[e]	[d]
Inodoro, público (lavado mayor a 1.6 gpf)	6[e]	[d]

Factores de conversión: 1 L = 0,3 galón (gpf = 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 drenaje de edificaciones, los inodoros y orinales no se deben medir en una unidad de aparato de desagüe más baja, a menos que valores más bajos sean confirmados por ensayos.

[f] Para aparatos agregados a grupos sanitarios, 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 drenaje de aparato, drenaje 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.

Los aparatos no incluidos en la tabla 8.9.1 deben tener una unidad de carga de

desagüe del aparato de acuerdo con la dimensión de la salida del desagüe del aparato conformen con la tabla 8.9.2. la dimensión mínima para el sifón de aparatos no incluidos debe ser el de la dimensión nominal de la salida de descarga, pero nunca menos de (1 ¼ pulgadas).

Tabla 17 Unidades de desagüe de aparato para desagües de aparato o sifones. Fuente: NTC 1500 (2024).

Tabla 8.9.2 Unidades de desagüe de aparato para desagües de aparato o sifones

Diametro del aparato de drenaje o sifón (pulgadas)	Valor unitario de desagüe de aparato
1 ¼	1
1 ½	2
2	3
2 ½	4
3	5
4	6

Para el proyecto en específico se emplearon las siguientes unidades

- Sifón de Piso: 2 U
- Lavamanos: 2 U
- Inodoro Tanque: 4 U
- Lavaplatos 3 U

5.2.3 **Carga unitaria máxima por aparato**

El máximo número de unidades de desagüe de aparatos conectados debe determinarse usando la Tabla 8.10.1(1) para los desvíos horizontales de las bajantes y usando la tabla 8.10.1(2) para desvíos verticales de las bajantes, ambas de la NTC 1500 (cuarta actualización).

Tabla 18 Carga unitaria máxima por aparato. Fuente: NTC 1500 (2024).

Tabla 8.10.1(1). Drenajes y alcantarillado de la edificación

Diámetro del tubo (pulgadas)	Máximo número de unidades de desagüe de aparatos conectados a cualquier porción del drenaje o alcantarillado de la edificación, incluyendo los ramales del drenaje 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 1/2	-	-	(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)	(10 000)	(12 000)

Factor de conversión: 83,3 mm/m = 1 pulgada/pie.

[a] La dimensión mínima de la tubería de drenaje de aguas residuales de una edificación que sirve a un inodoro debe ser de 76 mm (3 pulgadas).

Tabla 8.10.1(2) Unidades de aparatos en ramales horizontales y bajantes[a]

Diámetro del tubo milímetros (pulgadas)	Máximo número de unidades de aparatos de desagüe (UAD)			
	Total para un ramal horizontal	Bajantes[b]		
		Descarga total en un intervalo de ramal	Total de bajantes de tres intervalos de ramal o menos	Total para la bajante principal de tres intervalos de ramal
1 ½	3	2	4	8
2)	6	6	10	24
2 ½	12	9	20	42
3	20	20	48	72
4	160	90	240	500
5	360	200	540	1 100
6	620	350	960	1 900
8	1 400	600	2 200	3 600
10	2 500	1 000	3 800	5 600
12	2 900	1 500	6 000	8 400
15	7 000	[c]	[c]	[c]

[a] No incluye ramales de drenaje de la edificación. Véase la Tabla 8.10.1(1).

[b] Las bajantes se deben dimensionar con base en el total acumulado de la carga conectada en cada piso o intervalo de ramal. En la medida que el total de la carga acumulada disminuye, se permite disminuir el diámetro de las bajantes. El diámetro no debe ser reducido a menos de la mitad del diámetro requerido para la bajante de mayor diámetro.

[c] Dimensionamiento de carga basada en criterios de diseño.

UAD = Unidad de aparato de desagüe, en inglés, dfu.

5.2.4 **Materiales**

La tubería de desagüe y la ventilación instalada deben cumplir con alguna de las normas establecidas en la Tabla 8.2.1, para no enterrada, o de la de las normas de la tabla 8.2.2, para la subterránea, de la NTC 1500 (cuarta actualización) y sus accesorios conforme a la Tabla 8.2.4 de la misma norma.

Tabla 19 Norma para materiales de la tubería y accesorios de desagüe y ventilación.

Tabla 8.2.1 Tubo de desagüe y ventilación no enterrados

Material	Norma
Tubo plástico de acrilotrinilo butadieno estireno (ABS) en diámetros IPS, incluyendo *Schedule* 40, DR 22 (PS 200) y DR 24 (PS 140); con un núcleo sólido, celular o de pared compuesta	ASTM D2661; ASTM F628; ASTM F1488; CSA B181.1
Tubo de hierro fundido	ASTM A74; ASTM A888; CISP1301
Tubo de cobre o aleación de cobre	NTC 3944; ASTM B43, ASTM B302
Tubería de cobre o aleación de cobre (Tipo K, L, M o DWV)	NTC 3655; ASTM B88; ASTM B251; ASTM B306
Tubo de vidrio	ASTM C1053
Tubo de poliolefina	ASTM F1412; CSA B181.3
Tubo plástico de poli (cloruro de vinilo) (PVC) en diámetros IPS, incluyendo *Schedule* 40. DR 22 (PS 200), y DR 24 (PS 140); con un núcleo sólido, celular, o de pared compuesta	NTC 1087, ASTM D2665; ASTM F891; ASTM F1488; CSA B181.2
Tubo plástico de poli (cloruro de vinilo) (PVC) con un diámetro externo de 3,25 pulgadas y un núcleo sólido, celular o de pared compuesta	NTC 1087, ASTM D2949. ASTM F1488
Tubo plástico de poli (fluoruro de vinilideno) (PVDF)	ASTM F1673; CSA B181.3
Sistemas de desagüe de acero inoxidable, Tipos 304 y 316L	ASME A112.3.1

Tabla 8.2.2 Tubos de desagüe y ventilación subterránea de la edificación

Material	Norma
Tubo plástico de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) en diámetros IPS, incluyendo *schedule* 40, DR 22 (PS 200) y DR 24 (PS 140); con un núcleo sólido, celular o de pared compuesta	ASTM D2661; ASTM F628; ASTM F1488; CSA B181.1
Tubo de hierro fundido	ASTM A74; ASTM A888 CISPI 301;
Tubería de cobre o aleación de cobre (Tipo K, L, M o DWV)	NTC 3655; ASTM B88; ASTM B251; ASTM B306
Tubo plástico de polietileno (PE) (SDR-PR)	ASTM F714
Tubo de poliolefina	ASTM F1412; ASTM F714; CSA-B181.3
Tubo plástico de poli (cloruro de vinilo) (PVC) en diámetros IPS, incluyendo *schedule* 40, DR 22 (PS 200), y DR 24 (PS 140); con un núcleo sólido, celular o de pared compuesta	NTC 1087, ASTM D2665; ASTM F891; ASTM F1488; CSA B181.2
Tubo plástico de poli (cloruro de vinilo) (PVC) con un diámetro externo de 3,25 pulgadas y un núcleo sólido, celular, o de pared compuesta	NTC 1087, ASTM D2949, ASTM F1488
Tubo plástico de poli (fluoruro de vinilideno) (PVDF)	ASTM F1673; CSA B181.3
Sistemas de desagüe de acero inoxidable, Tipos 316L	ASME A112.3.1

Tabla 8.2.4 Accesorios para tubo

Material	Norma
Plástico de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) en diámetros IPS	ASTM D2661; ASTM F628; CSA B181.1
Plástico de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) diámetros para alcantarillado y drenaje	ASTM D2751
Hierro fundido	NTC 4528; ASME B16.12; ASTM A74; ASTM A888; CISPI301
Cobre o aleación de cobre	ASME B16.15; ASME B16.18; ASME B16.22; ASME B16.23; ASME B16.26; ASME B16.29
Vidrio	ASTM C1053
Hierro gris y hierro dulce	NTC 2346
Polietileno	ASTM D2683
Poliolefina	ASTM F1412; CSA B181.3
Poli (cloruro de vinilo) (PVC) en diámetros IPS	ASTM D2665; ASTM F1866
Plástico de poli (cloruro de vinilo) (PVC) en diámetros de alcantarillado y de drenaje	ASTM D3034; NTC 4764
Plástico de poli (cloruro de vinilo) (PVC) con un diámetro externo de 3,25 pulgadas	ASTM D2949
Plástico de polifluoruro de vinilideno (PVDF)	ASTM F1673; CSA B181.3
Sistemas de desagüe de acero inoxidable, Tipos 304 y 316L	ASME A112.3.1
Acero	ASME B 16.9; ASME B16.11; ASME B16.28
Arcilla vitrificada (gres)	ASTM C700

5.3 **Diseño de colectores**

Una vez trazados los ramales horizontales, se realizó el cálculo de los colectores generales que reciben las aguas de cada uno los ramales, para trabajar con las menores pendientes posibles. Para el diseño de los colectores generales se tuvieron en cuenta las unidades de descarga de cada uno de los aparatos, para este caso y como factor de seguridad se usaron los de la tabla para aparatos tipo fluxómetro, los diámetros, las pendientes y los caudales necesarios para cumplir con las velocidades exigidas en las normas (RAS), que dan como mínimo una velocidad real de 0.60 m/s.

Los colectores estarán enterrados con la pendiente correspondiente a la topografía y al cálculo para cumplir criterios de fuerza tractiva y velocidad.

Las cajas de inspección tendrán las siguientes dimensiones:

Cajas de área interna= 0.8 m. x 0.8 m.

En la siguiente tabla se muestra el cálculo de los colectores generales. Su distribución se puede apreciar en los planos anexos.

Tabla 20 Calculo de Colectores principales. Fuente: Elaboración propia (2025).

TRAMO	UD	Q máximo probable	S (%)	Longitud (m)		Diseño			q/Q	V/Vo	d/D	f/Ft	V (m/s)	f (kg/m2)
						Qo	Vo	Ft						
					ϕ comercial (pulg)	(L/s)	(m/s)	(kg/m2)						
1	71.00	2.18	1.0%		4	7.46	0.95	0.25	0.30	0.739	0.426	0.897	0.70	0.22
2	142.00	3.51	1%		4	7.46	0.95	0.25	0.48	0.852	0.550	1.059	0.81	0.26
3	213.00	4.64	1.8%		6	29.51	1.67	0.68	0.16	0.614	0.307	0.697	1.03	0.47
4	284.00	5.65	1.8%		6	29.51	1.67	0.68	0.20	0.656	0.344	0.764	1.10	0.52

En el anterior cuadro puede notarse que el diseño de colectores cumple con los parámetros exigidos tanto para velocidad como fuerza tractiva mayor a 0.15 kg/m2 y velocidad mayor a 0.60 m/s teniendo en cuenta la RES 0799/2021 y la NTC 1500.

6 RECOMENDACIONES

Algunos aspectos para tener en cuenta para las instalaciones de la tubería de desagüe de los aparatos sanitarios.

- La conexión del inodoro se sugiere que debe ubicarse aproximadamente a 0,30m de la pared sobre el piso.
- La conexión del fregadero se sugiere que debe ubicarse aproximadamente a 0,50m del piso, empotrado en la pared.
- La conexión del lavaplatos se sugiere que debe ubicarse aproximadamente a 0,55m del piso, empotrado en la pared.
- La conexión del lavamanos se sugiere que debe ubicarse aproximadamente a 0,45m del piso, empotrado en la pared.
- La conexión de la lavadora se sugiere que debe ubicarse aproximadamente entre 0,70m y 0,90m del piso, empotrado en la pared.
- Toda tubería para la conexión debe sobresalir al menos 0,30m para la instalación del aparato sanitario.
- Todo desagüe debe contar con su sifón para evitar la entrada de malos olores que se producen en el sistema.
- La conexión de la ducha se sugiere que debe estar en el centro de esta. Los empalmes horizontales deben ser de 45°.
- Pendiente mínima debe ser de 1% para tubería de 4” y 2% para tubería menores o iguales a 3”.
- Las tuberías de conexión para los aparatos sanitarios no deben quedar empotrados en la losa, de manera rígida.

7 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las tuberías y accesorios empleados para la ejecución del suministro de agua potable serán n u e v o s y de fabricación aprobada por el INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS “ICONTEC”.

El agua del Acueducto llegará al tanque y su flujo será controlado por medio de un flotador con su válvula automática.

Las tuberías dentro del cuarto de máquinas serán en hierro galvanizado tipo pesado, SCHEDULE 40 con accesorios del mismo material, las uniones serán de rosca.

Las tuberías de distribución para el agua fría serán de PVC tipo presión con las siguientes relaciones de diámetro exterior (RDE):

RDE	DIÁMETRO EN PULGADAS
9	½
11	¾
13.5	1
21	Mayores de 1”
41	4”

Las tuberías y accesorios empleados para la ejecución de las instalaciones serán nuevos y de fabricación aprobada por el INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS, de calidad igual o similar a las producidas por PAVCO o RALCO. Para su instalación se seguirán las recomendaciones del fabricante.

Las conexiones de agua a los aparatos sanitarios estarán provistas de una cámara de aire de 15 cms de altura y del mismo diámetro del tubo.

Las válvulas de paso directo y válvula de cheque serán de bronce, para presión de trabajo de 150 PSI, localizadas según se indica en los planos.

La red de tubería será aprobada hidrostáticamente a una presión de 150 PSI durante 4 horas sin que se presente perdida de presión en el manómetro. La red se construirá de acuerdo con los diámetros especificados en los planos.

Las bocas de conexión en el muro se taponarán provisionalmente hasta montar el aparato.

Las salidas de suministro se localizarán de acuerdo con los planos de detalles arquitectónicos y el tipo de aparato a instalarse.

7.1 **VÁLVULAS**

Para la instalación del suministro de agua potable se colocarán válvulas de paso directo y de cheque según se indique en los planos. No se permite la utilización de válvulas de cierre rápido o de bola para la red de acueducto.

Las válvulas de cheque serán de tipo cortina. Tanto las válvulas de paso directo como las válvulas de cheque serán en bronce para presión de trabajo de 150 PSI, marca RED- WHITE o similar.

7.2 **DESAGÜES**

Las redes de desagües que van enterradas, se harán por gravedad a través de ramales y bajantes de aguas negras desde la descarga de los aparatos sanitarios hasta los colectores iniciales , los cuales se conectan a los colectores principales en los sitios indicados en los planos.

Para los ramales, bajantes y colectores colgantes de la red de aguas negras se utilizará tubería PVC tipo sanitario.

Las bajantes de aguas lluvias, los tramos horizontales y colectores, colgantes es en Tubería PVC tipo sanitario.

Las tuberías y accesorios empleados para la ejecución de las instalaciones serán nuevos y de fabricación aprobada por el INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS, de calidad igual o similar a las producidas por PAVCO o RALCO. Para su instalación se seguirán las recomendaciones del fabricante.

Las tuberías colgantes irán soportadas por medio de abrazaderas metálicas, que permitan graduar la pendiente, colocados a una distancia no mayor de dos metros. Las tuberías verticales deben anclarse cada 2.00 mts con abrazaderas metálicas.

Los soportes llevarán doble recubrimiento de pintura anticorrosiva y se construirán en platina de 1” x3/16”.

Las aguas lluvias confluirán a las bajantes por medio de tragantes, y/o rejillas, según se indique en los planos.

Las cajas de inspección serán construidas en ladrillo recocido sobre una placa de fondo de 10 cms de espesor de concreto de 210 Kg. /cm2, las paredes serán revestidas con 2 cms de mortero 1:2 impermeabilizado en el fondo se hará cañuela con mortero 1:2 impermeabilizado integralmente y afinado con llana metálica: la profundidad será de concreto reforzado de 210 Kg/cm2, de 8 cms de espesor con marco en ángulo de hierro de 2” x 2”.

7.3 **10 BIBLIOGRAFÍA**

- ✓ *RAS V2016 - TITULO B, D*
- ✓ *RESOLUCIÓN 0330 DE 2017*
- ✓ *RESOLUCION 0799 DE 2021*
- ✓
- ✓ *INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, DE GAS Y DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS EN EDIFICACIONES 8TH EDICIÓN DE RAFAEL PÉREZ CARMONA.*