PROYECTO

CONTRATO DE CONSULTORIA HIDRAULICA SEDE CENTRAL DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, BOGOTÁ D.C – EDIFICIO PRINCIPAL

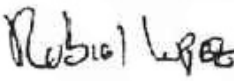
Memoria Descriptiva

“Sistema Hidrosanitario”

REVISIÓN 1

FEBRERO DE 2024

CONTROL DE APROBACIÓN

CLIENTE:	APROBÓ:	FIRMA:  NOMBRE: **ING. ALEXANDER VALLEJO BURGOS** **DIRECTOR DE CONSULTORÍA**
DISEÑADOR:	ELABORÓ:	FIRMA:  NOMBRE: **ING. RUBIEL ALBERTO LOPEZ MEJIA** ING. CIVIL – ESPECIALISTA GERENCIA DE PROYECTO CANDIDATO MAGISTER INGENIERIA CIVIL

CONTROL DE REVISIONES

REVISIÓN No.	FECHA	DESCRIPCIÓN
1	Febrero/2024	Revisión 1. Entrega proyecto

Tabla de Contenido

1 GENERALIDADES 5
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 5
1.2 MARCO NORMATIVO 5
2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA 6
2.1 SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE 6
2.2 SISTEMA DE DESAGÜES DE AGUAS LLUVIAS 6
2.3 SISTEMA DE DESAGÜES DE AGUAS RESIDUALES 7
3 CONDICIONES DE DISEÑO 8
3.1 CONDICIONES EXTERNAS 8
3.2 MÉTODOS DE CÁLCULO. 8
3.2.1 Acometida de agua potable 8
3.2.2 Redes de suministro de agua potable 9
3.2.3 Bajantes de aguas residuales. 16
3.2.4 Colectores de aguas residuales 18
3.2.5 Red ventilaciones y re-ventilaciones 19
3.2.6 Bajantes de aguas lluvias 20
3.2.7 Colectores de aguas lluvias 23
4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS. 24
4.1 SISTEMA DE AGUA POTABLE. 24
4.1.1 Redes de Suministro. 24
4.1.2 Puntos Hidráulicos Agua Fría. 24
4.2 RED DE AGUAS RESIDUALES 24
4.2.1 Red General de Desagües Aguas Residuales Domésticas, Ventilaciones y Reventilaciones. 24
4.2.2 Salidas Sanitarias. 25

4.3 RED DE AGUAS LLUVIAS 25
4.3.1 Red General de Desagües Aguas Lluvias. 25
4.4 MONTAJE APARATOS, GRIFERIAS Y ACCESORIOS 26
4.5 CONSTRUCCIONES EN MAMPOSTERIA, CONCRETO Y OTROS MATERIALES. 26
4.5.1 Generalidades y Materiales Varios. 26
4.6 CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE OBRA. 27
4.6.1 Excavación, relleno y compactación. 27
4.6.2 Materiales. 28
4.6.3 Montaje. 28
5 PRUEBAS. 30
5.1 GENERALIDADES. 30
5.2 PRUEBA NEUMÁTICA E HIDRÁULICA. 31
6 OBRAS COMPLEMENTARIAS. 33
6.1 LAVADO Y DESINFECCIÓN DEL SISTEMA. 33
6.2 ELABORACIÓN DE PLANOS RECORD Y MANUAL DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN. 34
7 MATERIALES. 34
7.1 TUBERÍAS DE P.V.C. 35
7.1.1 TUBERÍAS DE PVC-PRESIÓN. 35
7.1.2 TUBERÍAS DE PVC-SANITARIA – RED DE DESAGÜES POR GRAVEDAD. 35
7.1.3 TUBERÍAS DE PVC-LIVIANA – RED DE VENTILACIÓN. 36
7.1.4 TUBERÍAS DE CPVC-SCH 80 – CUARTO DE BOMBAS. 36
7.2 VÁLVULAS Y LLAVES DE PASO PARA AGUA FRÍA. 37
7.2.1 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE VÁLVULAS. 37

1 GENERALIDADES

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto comprende la realización de estudios y diseños correctivos a la red hidrosanitaria, permitiendo un correcto y adecuado manejo de las redes de agua potable, agua lluvia y aguas residuales que se generan la sede central del instituto geográfico Agustín Codazzi en la ciudad de Bogotá.

Las actividades para alcanzar este objetivo consisten en el diseño de modificación u optimización de las redes hidrosanitarias de los edificios del IGAC.

De acuerdo con la necesidad del Instituto de realizar el estudio de las redes hidrosanitarias que componen las edificaciones de la sede central para la mejora de la red hidrosanitaria, el alcance del proyecto, cumpliendo con los parámetros estipulados por la normativa, nacional e internacional.

Se proyecta conservar el sistema de llenado del tanque de suministro, así como los equipos localizados a nivel de piso 1, para el caso de las redes de aguas residuales y lluvias se plantea conectarse al sistema de alcantarillado existente.

1.2 MARCO NORMATIVO

Para el diseño de las redes hidrosanitarias se tendrán en cuenta las siguientes normas:

- NTC 1500. Norma Técnica Colombiana 1500. Ultima Actualización
- El Reglamento Técnico del sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS.
- Resolución 0330 de 2017.
- Resolución 0631 de 2015. Parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.
- NTC 3458. Higiene y seguridad. Identificación de tuberías y servicios.
- NTC 2047. Dibujo técnico. Instalaciones. Símbolos gráficos para fontanerías. Calefacción, ventilación y ductos.
- NSR – 10. Normas colombianas de diseño y construcción sismo-resistente.

En caso de presentarse conflicto, como regla general prevalecerá aquella norma que contenga los criterios más exigentes en el diseño o lo que sea más adecuado para atender las necesidades del proyecto.

2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

2.1 SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE

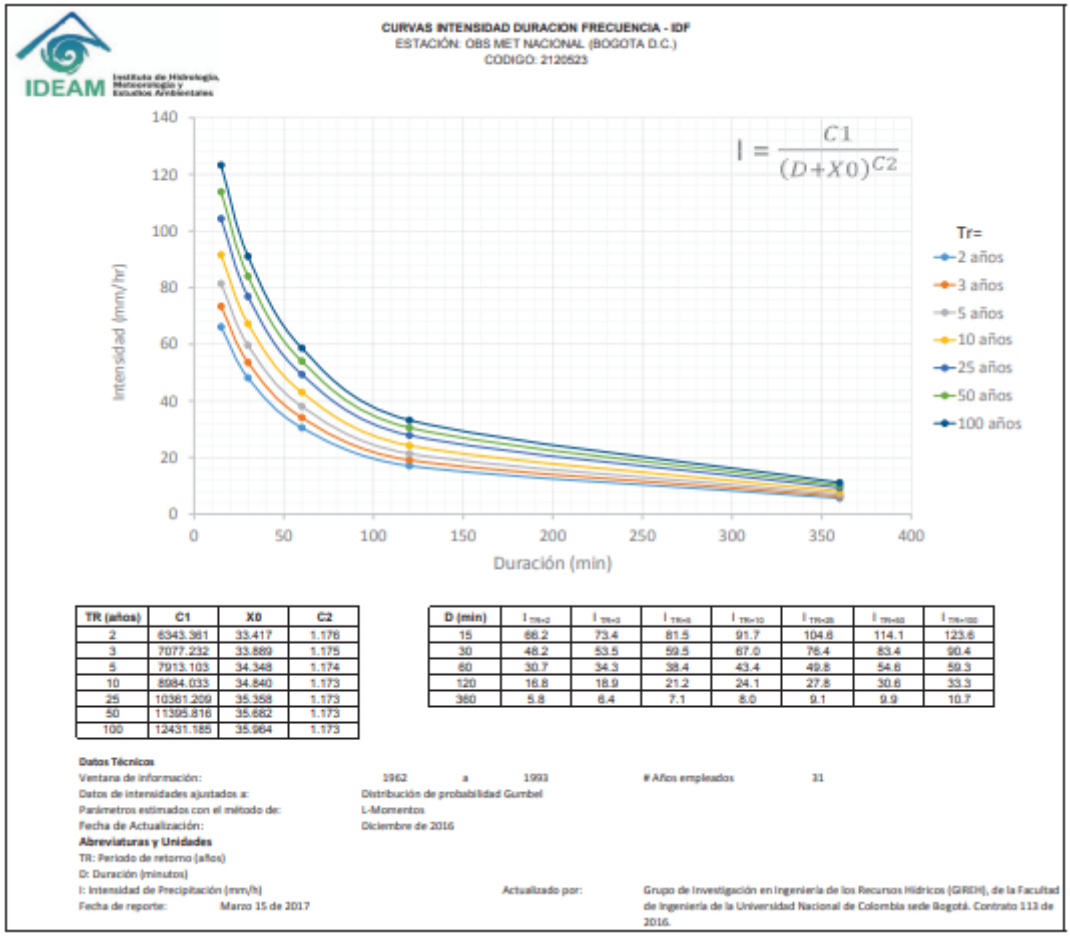
El sistema inicia con un equipo de bombeo a nivel de piso 1 que llena los tanques existentes a nivel de piso 10, estos equipos se conservaran y será remplazada la tubería de llenado, a nivel de cubierta se plantea instalar un sistema de bombeo nuevo compuesto por 2 bombas con variador de velocidad y presión constante junto con un equipo hidroacomulador y estos serán, según planos, los encargados de alimentar todos los puntos de aparatos sanitarios del proyecto.

Se proyectan registros de control en cada espacio.

2.2 SISTEMA DE DESAGÜES DE AGUAS LLUVIAS

Para las bajantes y tragantes a nivel de cubierta, se plantea un sistema convencional a gravedad en tubería PVC-S, finalmente se conducirá hasta las redes existentes a nivel de urbanismo de acuerdo a lo identificado en campo.

Para la estimación de caudales y la definición de la Intensidad de lluvia de la tormenta de diseño, se toma como base la curva IDF de la Estación Observatorio Nacional localizada en la ciudad de Bogotá y es la que se muestra a continuación:



TR (años)	C1	X0	C2
2	6343.361	33.417	1.176
3	7077.232	33.889	1.175
5	7913.103	34.348	1.174
10	8984.033	34.840	1.173
25	10361.209	35.358	1.173
50	11395.816	35.682	1.173
100	12431.185	35.984	1.173

D (min)	I TR=2	I TR=3	I TR=5	I TR=10	I TR=25	I TR=50	I TR=100
15	66.2	73.4	81.5	91.7	104.6	114.1	123.6
30	48.2	53.5	59.5	67.0	76.4	83.4	90.4
60	30.7	34.3	38.4	43.4	49.8	54.6	59.3
120	18.8	18.9	21.2	24.1	27.8	30.6	33.3
360	5.8	6.4	7.1	8.0	9.1	9.9	10.7

Datos Técnicos

Ventana de información: 1962 a 1993 # Años empleados 31
Datos de intensidades ajustados a: Distribución de probabilidad Gumbel
Parámetros estimados con el método de: L-Momentos
Fecha de Actualización: Diciembre de 2016

Abreviaturas y Unidades

TR: Periodo de retorno (años)
D: Duración (minutos)
I: Intensidad de Precipitación (mm/h)
Fecha de reporte: Marzo 15 de 2017
Actualizado por: Grupo de Investigación en Ingeniería de los Recursos Hídricos (GIREH), de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. Contrato 113 de 2016.

Ilustración 1. Curva IDF Código: 2120523

Desde la cual se establece una intensidad para una duración de 10 minutos y un periodo de retorno de 10 años tal como lo indica la norma NTC1500 en el capítulo 12.6.

Se determinan las áreas aferentes sobre el cálculo y con base en la intensidad calculada, se establece el caudal de diseño que será descargado al sistema de alcantarillado existente.

2.3 SISTEMA DE DESAGÜES DE AGUAS RESIDUALES

Se plantea un sistema convencional compuesto por una red de colectores, para las aguas residuales que funcionarán por gravedad. En general la ventilación de dichas redes se realizará instalando una red auxiliar de ventilación activa dirigida a válvulas admisoras de aire tipo “STUDOR MINI VENT y MAXIVENT” o equivalentes. Se utilizará tubería PVC-S y PVC-L.

3 CONDICIONES DE DISEÑO

3.1 CONDICIONES EXTERNAS

Se tendrán en cuenta las condiciones geográficas y climáticas de la ciudad de Bogotá, Cundinamarca:

- Temperatura Media: 14.0 °C
- Altura sobre el nivel del mar: 2600.0 msnm

3.2 MÉTODOS DE CÁLCULO.

3.2.1 Acometida de agua potable

El cálculo de la acometida de agua potable se realiza para el caudal instantáneo que necesite el proyecto.

Ahora para calcular la pérdida de presión a través de la línea de la acometida se aplica la expresión de Darcy - Weisbach presentada de la siguiente manera:

$$h_f = f\frac{L}{D}\frac{U^2}{2g} \dots\dots\dots\dots\dots (1)$$

Donde:

hf: Pérdida de energía por fricción en metro columna de agua (mca)

f: Factor de fricción de Darcy

L: Longitud del tramo de tubería en metros (m)

D: Diámetro de la tubería en metros (m)

U: Velocidad en metros por segundo (m/s)

El factor de fricción de Darcy se puede determinar a partir de las siguientes expresiones:

$$f = \frac{64}{Re} \dots\dots\dots\dots\dots (2)$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log\left(\frac{k_s}{3.7D} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}}\right) \dots\dots\dots\dots\dots (3)$$

Donde:

f: Factor de fricción de Darcy

Re: Número de Reynolds

Ks: Rugosidad absoluta de la tubería (m)

D: Diámetro de la tubería en metros (m)

La expresión (2) se utiliza cuando el régimen del flujo es laminar y la expresión (3) cuando el flujo es turbulento.

En la conexión a la red del acueducto se asume una presión de 10 m.c.a., la cual es la mínima para redes de distribución, a esta presión se le restan las pérdidas por fricción y accesorios con esto se obtiene una presión disponible en la descarga al tanque de almacenamiento del proyecto; esta presión final debe ser mayor a 1 mca para garantizar el llenado del tanque; adicionalmente a este se debe verificar que la velocidad en la acometida sea mayor a 0,60 m/s y menor a 2,00 m/s, mediante la siguiente ecuación:

$$U = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots. (4)$$

Dónde:

U: Velocidad en metros por segundo (m/s)

Q: Caudal en metros cúbicos por segundo (m3/s)

A: Área de la sección de la tubería en metros cuadrados (m2)

3.2.2 Redes de suministro de agua potable

Para el suministro de agua potable se tiene tanque alto desde donde por medio de un equipo de bombeo se alimentan todos los aparatos sanitarios del proyecto. El cálculo del caudal en cada tubería se realiza mediante la aplicación del método de Hunter, en el cual se asignan unidades de consumo a cada aparato y se tiene un caudal instantáneo máximo probable según el número de unidades acumuladas; para la asignación de unidades a cada aparato se utiliza la Tabla 1.

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 flúxometro	6,0	3,0	8,0
Bañera	Privada	Grifo	1,0	1,0	1,4
Bañera	Público	Grifo	3,0	3,0	4,0
Bidé	Privado	Grifo	1,5	1,5	2,0
Accesorio de combinación	Privado	Grifo	2,25	2,25	3,0
Lavavajillas	Privado	Automático	-	1,4	1,4
Bebederos	Oficinas, etc.	Válvula 3/8 pulgada	0,25	-	0,25
Lavaplatos	Privado	Grifo	1,0	1,0	1,4
Lavaplatos	Hotel, restaurante	Grifo	3,0	3,0	4,0
Bandeja para el lavado de ropa (1 a 3)	Privado	Grifo	1,0	1,0	1,4
Lavamanos	Privado	Grifo	0,5	0,5	0,7
Lavamanos	Público	Grifo	1,5	1,5	2,0
Poceta de servicio	Oficinas, etc.	Grifo	2,25	2,25	3,0
Regadera	Público	Válvula mezcladora	3,0	3,0	4,0
Regadera	Privado	Válvula mezcladora	1,0	1,0	1,4
Orinal	Público	Válvula de flúxometro 1 pulgada	10,0	-	10,0
Orinal	Público	Válvula de flúxometro 3/4 pulgada	5,0	-	5,0
Orinal	Público	Tanque de descarga	3,0	-	3,0
Lavadoras automáticas para ropa (8 lb)	Privado	Automático	1,0	1,0	1,4
Lavadoras automáticas para ropa (8 lb)	Público	Automático	2,25	2,25	3,0
Lavadoras automáticas para ropa (15 lb)	Público	Automático	3,0	3,0	4,0
Inodoro	Privado	Válvula flúxometro	6,0	-	6,0
Inodoro	Privado	Válvula flúxometro	2,2	-	2,2
Inodoro	Público	Válvula flúxometro	10,0		10,0
Inodoro	Público	Válvula flúxometro	5,0	-	5,0
Inodoro	Público o privado	Tanque fluxómetro	2,0	-	2,0

[a] Para aparatos no incluidos en la lista, 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.

Tabla 1. Unidades de consumo por aparato sanitario

En la Tabla 2 se presentan los caudales dependiendo de las unidades de consumo del método de Hunter que se utilizó para el diseño en referencia.

CAUDAL MÁXIMO PROBABLE SEGÚN MÉTODO DE HUNTER					
TANQUE	FLUXÓMETRO	CAUDAL	TANQUE	FLUXÓMETRO	CAUDAL
0	0	0,06	245	124	4,66

CAUDAL MÁXIMO PROBABLE SEGÚN MÉTODO DE HUNTER					
TANQUE	FLUXÓMETRO	CAUDAL	TANQUE	FLUXÓMETRO	CAUDAL
1	0	0,13	254	132	4,79
3	0	0,19	264	140	4,91
4	0	0,25	275	148	5,04
6	0	0,32	284	158	5,17
7	0	0,38	294	168	5,29
8	0	0,44	305	176	5,42
10	0	0,50	315	186	5,54
12	0	0,57	326	195	5,67
13	0	0,63	337	205	5,80
15	0	0,69	348	214	5,92
16	0	0,76	359	223	6,05
18	0	0,82	370	234	6,17
20	0	0,88	380	245	6,30
21	0	0,95	406	270	6,62
23	0	1,01	431	295	6,94
24	0	1,07	455	329	7,25
26	1	1,13	479	365	7,57

CAUDAL MÁXIMO PROBABLE SEGÚN MÉTODO DE HUNTER					
TANQUE	FLUXÓMETRO	CAUDAL	TANQUE	FLUXÓMETRO	CAUDAL
28	2	1,20	506	396	7,89
30	3	1,26	533	430	8,20
32	4	1,32	559	460	8,52
34	5	1,39	585	490	8,83
36	6	1,45	611	521	9,15
39	7	1,51	638	559	9,46
42	8	1,58	665	596	9,78
44	9	1,64	692	631	10,09
46	10	1,70	719	666	10,41
49	11	1,76	748	700	10,72
51	12	1,83	778	739	11,04
54	13	1,89	809	775	11,36
56	14	1,95	840	811	11,67
58	15	2,02	874	850	11,99
60	16	2,08	945	931	12,62
63	18	2,14	1018	1009	13,25
66	20	2,21	1091	1091	13,88

CAUDAL MÁXIMO PROBABLE SEGÚN MÉTODO DE HUNTER					
TANQUE	FLUXÓMETRO	CAUDAL	TANQUE	FLUXÓMETRO	CAUDAL
69	21	2,27	1173	1173	14,51
74	23	2,33	1254	1254	15,14
78	25	2,39	1335	1335	15,77
83	26	2,46	1418	1418	16,40
86	28	2,52	1500	1500	17,03
90	30	2,58	1583	1583	17,66
95	31	2,65	1668	1668	18,29
99	33	2,71	1755	1755	18,93
103	35	2,77	1845	1845	19,56
107	37	2,84	1926	1926	20,19
111	39	2,90	2018	2018	20,82
115	42	2,96	2110	2110	21,45
119	44	3,02	2204	2204	22,08
123	46	3,09	2298	2298	22,71
127	48	3,15	2343	2343	23,04
130	50	3,21	2388	2388	23,34
135	52	3,28	2480	2480	23,97

CAUDAL MÁXIMO PROBABLE SEGÚN MÉTODO DE HUNTER					
TANQUE	FLUXÓMETRO	CAUDAL	TANQUE	FLUXÓMETRO	CAUDAL
141	54	3,34	2575	2575	24,60
146	57	3,40	2670	2670	25,23
151	60	3,47	2765	2765	25,86
155	63	3,53	2862	2862	26,50
160	66	3,59	2960	2960	27,13
165	69	3,65	3060	3060	27,76
170	73	3,72	3150	3150	28,39
175	76	3,78	3620	3620	31,54
185	82	3,91	4070	4070	34,70
195	88	4,03	4480	4480	37,85
205	95	4,16	5380	5380	44,16
215	102	4,28	6280	6280	50,47
225	108	4,41	7280	7280	56,78
236	116	4,54	8300	8300	63,08
			9000	9000	67,82

Tabla 2. Caudal según método de Hunter[1]

[1] Tabla tomada del libro “Redes Hidráulicas y Sanitarias en Edificios”. Universidad Nacional de Colombia.

Los valores mostrados en la Tabla 2 coinciden con la curva Hunter presentada en la Imagen 2.

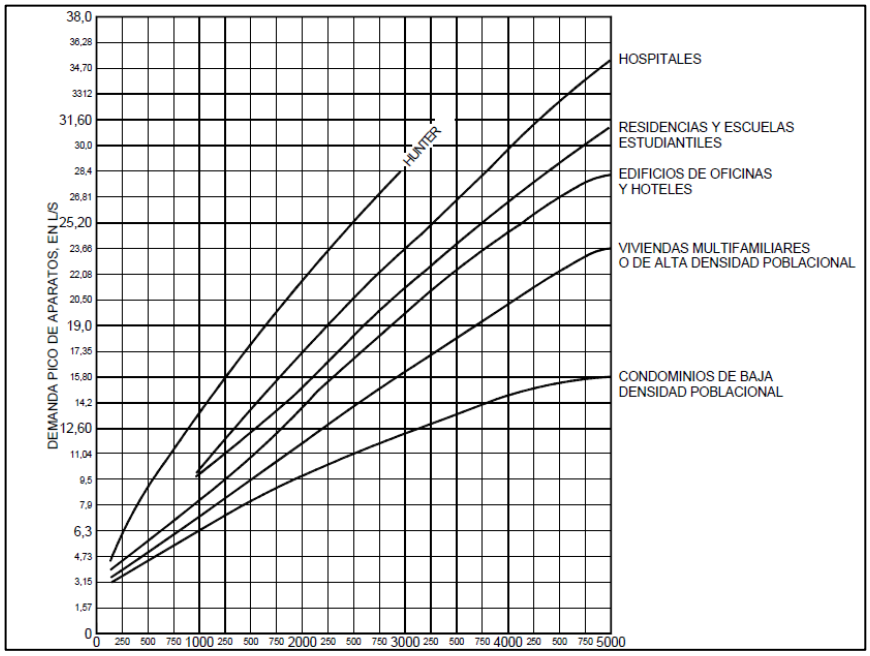


Imagen. 1 Curva de demanda – Gráfica de Hunter

El cálculo de las redes de suministro se realiza mediante las ecuaciones (1) a (3) y verificando que la velocidad en la tubería sea mayor a 0,60 m/s y menor a 2,00 m/s aplicando la ecuación (4).

En las redes de distribución se ubican registros o válvulas en los siguientes sitios:

- A nivel de baños y cocinetas.

Ver IGAC-SUM-MC-001 - Ruta Crítica Agua Potable – PRINCIPAL, IGAC-SUM-MC-002 - Equipo de Presión Agua Potable PRINCIPAL y IGAC-SUM-MC-003 - Equipo hidroacomulador Agua Potable – PRINCIPAL

Para el caso de los equipos se presentan en los documentos Anexo 1. CP 0.37-2.2 kW_ES_60Hz_REF_CP650M equipo de bombero referencia CP650M y anexo 2. REITO_EQUIPOS_HIDROFLO_REF LA-100 equipo hidro acumulador referencia LA-100, sin embargo, la decisión final de los equipos depende de la recomendación del proveedor de los mismos, ya que depende de la fabrica y marca.

3.2.3 Bajantes de aguas residuales.

El dimensionamiento de las bajantes de aguas residuales se realiza aplicando la expresión de Dawson - Hunter:

$$q = 1{,}754 \times r^{\frac{5}{3}} \times d^{\frac{8}{3}} \dots\dots\dots\dots (5)$$

Donde:

q: capacidad en l/s

r: relación de áreas del anillo de agua a la sección de la tubería (7/24)

d: diámetro de la bajante en pulgadas

El caudal se calcula de acuerdo al método de las unidades de hunter. Adicional a esto se tendrá en cuenta lo dispuesto en la de la NTC 1500:

Diámetro del tubo, mm (pulgadas)	**38 (1-1/2)**	**51 (2)**	**64 (2-1/2)**	**76 (3)**	**102 (4)**	**152 (6)**	**203 (8)**	**254 (10)**	**305 (12)**
Unidades máximas Tubería de desagüe vertical Horizontal	 2[2] 1	 16 8	 32 14	 48 35	 256 216[3]	 1 380 720[3]	 3 600 2 640[3]	 5 600 4 680[3]	 8 400 8 200[3]
Longitud máxima Tubería de desagüe vertical, metros Horizontal (no limitada)	 65	 85	 148	 212	 300	 510	 750		
1) Se excluye el brazo del sifón 2) Excepto fregaderos, orinales, máquinas lavaplatos 3) Basado en una pendiente de 21 mm/m. Para una pendiente de 10 mm/m, multiplique las unidades horizontales de aparatos sanitarios por un factor de 0,8.									

Tabla 3. Carga máxima de unidades y longitud máxima de tubos de desagüe

Diámetro mínimo: Como criterio general se adopta un diámetro mínimo de 4 pulgadas para las bajantes y colectores de la red general de aguas residuales; esto por temas de posibles obstrucciones que se puedan dar en las redes y facilidad de inspección y limpieza de las mismas.

Velocidad en las bajantes: Dawson (1937) y Wyly (1952), en los Estados Unidos, derivaron una fórmula para calcular los parámetros de la máxima velocidad que se produce en las bajantes, denominada Velocidad Terminal, y la distancia a la que se produce, la cual se denomina longitud terminal. A continuación, se presenta las expresiones:

$$Vt = 2{,}76\left(\frac{q}{d}\right)^{\frac{2}{5}} \ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

$$Lt = 0{,}17Vt^2 \ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

Donde:

Vt: Velocidad terminal en m/s

q: caudal de diseño en litros por segundo

d: diámetro de la bajante en pulgadas

Lt: Longitud terminal desde el punto de entrega

En la Tabla 4 se presentan para distintos tipos de diámetros de bajantes y sus correspondientes máximos caudales, el cálculo de la velocidad terminal y la longitud terminal.

Diámetro (pulgadas)	q (l/s)	Vt (ms)	Lt (m)
3	4,2	3,16	1,70
4	9,1	3,84	2,51

6	26,8	5,02	4,28
8	57,6	6,07	6,26

Tabla 4. Máximo caudal para bajantes

Ver IGAC-DES-MC-001 - Bajantes Aguas Residuales - PRINCIPAL

3.2.4 Colectores de aguas residuales

Los colectores de aguas residuales se dimensionarán de acuerdo a la ecuación de Darcy - Weisbach:

$$Q = -2A\sqrt{8gR_hS}\log_{10}\left(\frac{k_s}{14.8R_h} + \frac{2.51v}{4R_h\sqrt{8gR_hS}}\right) \dots\dots\dots\dots (8)$$

Donde:

Q: caudal en m3/s

A: Área de la sección transversal m2

g: aceleración de la gravedad (9.8 m/s2)

v: viscosidad cinemática (m2/s)

kS: Rugosidad absoluta (m)

S0: pendiente de la tubería m/m

Rh: Radio hidráulico en metros

El caudal se calculará aplicando el método de las unidades de hunter; adicionalmente se deberá verificar que la velocidad mínima del agua en la tubería sea de 0,60 m/s y que la relación d/D (lámina de agua/diámetro) sea menor o igual a 0,75.

Además, se verifica el valor de la fuerza tractiva, la cual se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\tau = \gamma \times R_h \times S_0 \dots\dots\dots\dots (9)$$

Donde:

τ: fuerza tractiva en N/m2 o kg/m2.

γ: peso específico del agua 9800 N/m3 o densidad del agua 1000 kg/m3.

S0: pendiente de la tubería m/m.

El valor de la fuerza tractiva en cada colector debe ser mayor o igual 0.15 kg/m3.

Pendientes mínimas: Para tuberías de diámetro de 4" la pendiente mínima será del 1,00% y para tuberías de 6" o mayor será de 0,50%; en casos en donde la pendiente mínima sea menor a la especificada se deberá verificar su capacidad y el valor de la fuerza tractiva en el cálculo respectivo del colector.

3.2.5 Red ventilaciones y re-ventilaciones

Para la determinación de las redes de ventilación y los circuitos de re-ventilación de las tuberías de aguas residuales se tendrán en cuenta la Tabla 5.

Diámetro de la bajante		Unidades de descarga ventiladas	Diámetro requerido para el tubo de ventilación principal							
			38 mm (1½ de pulgada)	51 mm (2 pulgadas)	64 mm (2½ de pulgadas)	76 mm (3 pulgadas)	102 mm (4 pulgadas)	127 mm (5 pulgadas)	152 mm (6 pulgadas)	203 mm (8 pulgadas)
			Longitud máxima del tubo en metros							
38 mm	(1 ½ pulgadas)	8	45,0							
38 mm	(1 ½ pulgadas)	42	9,0	30,0	90,0					
51 mm	(2 pulgadas)	12	23,0	60,0						
51 mm	(2 pulgadas)	20	15,0	45,0						
64 mm	(2 ½ pulgadas)	10	30,0							
76 mm	(3 pulgadas)	10	9,0	30,0	60,0	180,0				
76 mm	(3 pulgadas)	30		18,0	60,0	150,0				
76 mm	(3 pulgadas)	60		15,0	24,0	120,0				
102 mm	(4 pulgadas)	100		11,0	30,0	78,0	300,0			
102 mm	(4 pulgadas)	200		9,0	27,0	75,0	270,0			
102 mm	(4 pulgadas)	500		6,0	21,0	54,0	210,0			
127 mm	(5 pulgadas)	200			11,0	24,0	105,0	300,0		
127 mm	(5 pulgadas)	500			9,0	21,0	90,0	270,0		
127 mm	(5 pulgadas)	1 100			6,0	15,0	60,0	210,0		
152 mm	(6 pulgadas)	350			8,0	15,0	60,0	120,0	390,0	
152 mm	(6 pulgadas)	620			5,0	9,0	38,0	90,0	330,0	
152 mm	(6 pulgadas)	960				7,0	30,0	75,0	300,0	
152 mm	(8 pulgadas)	1 900				6,0	21,0	60,0	210,0	
203 mm	(8 pulgadas)	600					15,0	54,0	150,0	390,0
203 mm	(8 pulgadas)	1 400					12,0	30,0	120,0	360,0
203 mm	(10 pulgadas)	2 200					9,0	24,0	105,0	330,0
203 mm	(10 pulgadas)	3 600					8,0	18,0	75,0	240,0
254 mm	(10 pulgadas)	1 000						23,0	38,0	300,0
254 mm	(10 pulgadas)	2 500						15,0	30,0	150,0
254 mm	(10 pulgadas)	3 800						15,0	24,0	105,0
254 mm		5 600						8,0	18,0	75,0

Tabla 5. Diámetros y longitud máxima en redes de ventilación

Pendientes mínimas: Las tuberías de ventilación y re-ventilación deberán tener una pendiente mínima 0.50% hacia la tubería de desagüe que conectan.

Diámetro del ramal horizontal de desagüe		Número máximo de unidades de descarga	Diámetro del tubo de ventilación					
			38 mm (1½ de pulgada)	51 mm (2 pulgadas)	64 mm (2½ de pulgada)	76 mm (3 pulgadas)	102 mm (4 pulgadas)	127 mm (5 pulgadas)
			Máxima longitud del tubo de ventilación (m)					
38 mm	(1 ½ pulgadas)	10	6,0					
51 mm	(2 pulgadas)	12	4,5	12,0				
51 mm	(2 pulgadas)	20	3,0	9,0				
76 mm	(3 pulgadas)	10		6,0	12,0			
76 mm	(3 pulgadas)	30		-	12,0	30,0		
76 mm	(3 pulgadas)	60		-	4,8	24,0		
102 mm	(4 pulgadas)	100		2,1	6,0	15,6	60,0	
102 mm	(4 pulgadas)	200		1,8	5,4	15,0	54,0	
102 mm	(4 pulgadas)	500			4,2	10,8	42,0	
127 mm	(5 pulgadas)	200				4,8	21,0	60,0
127 mm	(5 pulgadas)	1 100				3,0	12,0	42,0

Tabla 6. Diámetros y longitud máxima de círculos de ventilación

3.2.6 Bajantes de aguas lluvias

El dimensionamiento de las bajantes de aguas residuales se realiza aplicando la expresión de Dawson - Hunter:

$$q = 1{,}754 \times r^{\frac{5}{3}} \times d^{\frac{8}{3}} \dots\dots\dots\dots (10)$$

Donde:

q: capacidad en l/s

r: relación de áreas del anillo de agua a la sección de la tubería (7/24)

d: diámetro de la bajante en pulgadas

El caudal se calcula aplicando la ecuación del método racional:

$$Q = C \times i \times A \dots\dots\dots. (11)$$

Donde:

Q: caudal en Lt/seg.

C: Coeficiente de escorrentía (1 para cubiertas).

i: intensidad de la lluvia de diseño (132 mm/hr).

A: Área aferente en metros cuadrados (m2).

Adicional a esto se tendrá en cuenta los parámetros mostrados en la Tabla 8.

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 7. Dimensiones de desagües principales de cubierta, ramales y bajantes de aguas lluvias.

Diámetro mínimo: Como criterio general se adopta un diámetro mínimo de 4 pulgadas para las bajantes y colectores de la red general de aguas lluvias; esto por temas de posibles obstrucciones que se puedan dar en las redes y facilidad de inspección de las mismas.

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 8. Definición de las dimensiones de tuberías horizontal de agua lluvia.

Velocidad en las bajantes: Dawson (1937) y Wyly (1952), en los Estados Unidos, derivaron una fórmula para calcular los parámetros de la máxima velocidad que se produce en las bajantes, denominada Velocidad Terminal, y la distancia a la que se produce, la cual se denomina longitud terminal. A continuación, se presenta las expresiones:

$$Vt = 2{,}76\left(\frac{q}{d}\right)^{\frac{2}{5}} \ldots\ldots\ldots\ldots (12)$$

$$Lt = 0{,}17Vt^2 \ldots\ldots\ldots\ldots (13)$$

Donde:

Vt: Velocidad terminal en m/s

q: caudal de diseño en litros por segundo

d: diámetro de la bajante en pulgadas

Lt: Longitud terminal desde el punto de entrega

En la tabla 7 se presentan para distintos tipos de diámetros de bajantes y sus correspondientes máximos caudales, el cálculo de la velocidad terminal y la longitud terminal.

Diámetro (pulgadas)	q (l/s)	Vt (ms)	Lt (m)
3	4,2	3,16	1,70
4	9,1	3,84	2,51
6	26,8	5,02	4,28
8	57,6	6,07	6,26

Tabla 9. Máximo caudal para bajantes

Ver IGAC-DES-MC-002 - Bajantes Aguas Lluvias - PRINCIPAL.

3.2.7 Colectores de aguas lluvias

Los colectores de aguas lluvias se dimensionan utilizando la ecuación (8); para este caso el caudal se calcula utilizando la ecuación (11), con un coeficiente de escorrentía conforme al área que se esté drenando.

Los parámetros a verificar son: la velocidad mínima del agua en la tubería sea de 0,60 m/s y que la relación d/D (lámina de agua/diámetro) sea menor o igual a 0,75.

Pendientes mínimas: Para tuberías de diámetro de 4” la pendiente mínima será del 1,00% y para tuberías de 6” o mayor será de 0,50%; en casos en donde la pendiente mínima sea menor a la especificada se deberá verificar su capacidad y el valor de la fuerza tractiva en el cálculo respectivo del colector.

4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

4.1 SISTEMA DE AGUA POTABLE.

4.1.1 Redes de Suministro.

Incluye todas las instalaciones de agua potable dentro de las áreas del proyecto hasta todos y cada uno de los aparatos proyectados, incluso tuberías interiores de distribución, aparatos y equipamiento, etc.

Alcance de los trabajos: Tendido y conexión de toda la tubería de suministro de agua potable dentro del proyecto, hasta la conexión con los aparatos sanitarios ubicados en cada espacio del proyecto.

Los trabajos específicos descritos en planos y en estos Pliegos, son los siguientes:

- Provisión y montaje de la red principal de agua fría en tubería de PVC-P unión soldada con accesorios y soportes, hasta los aparatos de cada equipo y/o artefacto.
- Provisión y montaje de tuberías y accesorios de agua fría, en sector de baños, en tubería de PVC-P unión soldada, desde la red de distribución principal hasta los puntos de consumo de cada equipo y/o aparatos en el sector.
- Provisión y montaje y puesta en servicio de todos y cada uno de los medidores de agua potable según las características indicadas en los planos del proyecto.

4.1.2 Puntos Hidráulicos Agua Fría.

Se define Punto hidráulico como el tramo vertical desde la “boca” de conexión del aparato, hasta el accesorio de conexión con la red de distribución. (Se incluye el accesorio de cambio de dirección de horizontal a vertical y las tapas de protección o pruebas de las “bocas” hidráulicas).

4.2 RED DE AGUAS RESIDUALES

4.2.1 Red General de Desagües Aguas Residuales Domésticas, Ventilaciones y Reventilaciones.

Incluye todas las extensiones de aguas residuales domésticas del proyecto.

Alcance de los trabajos: Tendido y conexión de toda la tubería de aguas residuales domésticas, desde la salida sanitaria de los aparatos, hasta la conexión con el sistema de alcantarillado municipal.

Los trabajos específicos descritos en planos y en estos Pliegos, son los siguientes:

- Provisión y montaje de tuberías y accesorios para las bajantes, en tuberías y accesorios de PVC.
- Provisión y montaje de tuberías y accesorios para desagües de baños, en tuberías de PVC.
- Provisión y montaje de tuberías y accesorios para las ventilaciones, en tuberías y accesorios de PVC aprobado.
- Provisión y montaje de sifones de piso y tapas de inspección en PVC, con tapa o reja de acero inoxidable.
- Sujeciones y soportes de tuberías según detalles que se soliciten o necesidad de la obra.
- Rotura y reconstrucción de obras civiles de canaletas, pases (en losas o mampostería), provisión de camisas en losas para pases de tuberías.

Todas las terminaciones, protecciones, aislamientos y pinturas de la totalidad de los elementos que forman el aislamiento.

4.2.2 Salidas Sanitarias.

Se define salida sanitaria como el tramo vertical desde la “boca” de conexión del aparato, hasta el accesorio de conexión con la red horizontal. (Se incluye el accesorio de cambio de dirección de horizontal a vertical y las tapas de protección o pruebas de las “bocas” sanitarias).

- Provisión y montaje de desagües de Inodoros, sifones, orinales, lavaplatos y lavamanos en tuberías de PVC.

4.3 RED DE AGUAS LLUVIAS

4.3.1 Red General de Desagües Aguas Lluvias.

Incluye todas las instalaciones de aguas lluvias del proyecto.

Alcance de los trabajos: Tendido de toda la tubería de aguas lluvias dentro del edificio, desde la conexión con tragantes, sifones y demás accesorios de desagües, hasta la descarga a la red de alcantarillado municipal.

Los desagües de aguas lluvias del edificio, incluidos en esta cotización corresponden la evacuación de las tuberías verticales que desaguan la cubierta, excluyendo los empalmes con las canaletas de techos y/o embudos.

Se incluye la vinculación entre las bajantes pluviales verticales de desagües de cubierta.

Los trabajos específicos descritos en planos y en estos Pliegos, son los siguientes:

- Provisión y montaje de tuberías y accesorios para las bajantes, en tuberías y accesorios de PVC.
- Provisión y montaje de tuberías y accesorios para colectores horizontales, en tuberías de PVC.
- Todas las terminaciones, protecciones, aislamientos y pinturas de la totalidad de los elementos que forman la instalación.
- Todos aquellos trabajos, elementos, materiales y equipos que, aunque no estén expresamente indicados, resulten necesarios para que las instalaciones se ejecuten de acuerdo a sus fines y construidas de acuerdo con las reglas del arte.

4.4 MONTAJE APARATOS, GRIFERIAS Y ACCESORIOS

Los trabajos específicos descritos en planos y en estos pliegos, son los siguientes:

- Los aparatos y griferías responderán a las marcas y modelos que se detallan en el pliego de Arquitectura y/o en el listado de ítem correspondiente. Incluirán todos los accesorios necesarios para su correcta terminación, siendo las conexiones de agua en tubería de PVC-P unión soldada y tuberías de desagüe domésticos de PVC-S, con rosetas para cubrir los bordes del revestimiento. Las alternativas de materiales o marcas deberán ser presentadas a la Interventoría para su aprobación.
- Montaje de inodoros, serán sifónicos, con bridas de bronce, tornillos de fijación de bronce con tuercas ciegas cromadas, conexión y roseta de bronce cromado. Se alimentarán con válvulas de descarga tipo Fluxómetro de bajo consumo de agua. Las alternativas de materiales o marcas deberán ser presentadas a la Interventoría para su aprobación.
- Montaje de lavamanos, lavaplatos y lavaderos con soportes para colgar tipo ménsula reforzada, desagües con sifón de bronce cromado, con tapón y cadena. La grifería será del tipo temporizador mecánico (push) de sobreponer, de bajo consumo de agua. Las alternativas de materiales o marcas deberán ser presentadas a la Interventoría para su aprobación.
- Montaje de rejilla de desagües o drenajes de piso, conforme a planos y pliegos e indicaciones de la Interventoría.
- Montaje de aparatos y posterior protección de los mismos y sus griferías.

4.5 CONSTRUCCIONES EN MAMPOSTERIA, CONCRETO Y OTROS MATERIALES.

4.5.1 Generalidades y Materiales Varios.

El Contratista deberá ocuparse de la previsión y/o apertura de canaletas y orificios para cruce de tuberías en obras de mampostería y concreto.

Los pases de grandes dimensiones que atraviesen partes principales de la estructura o mampostería tendrán que ser previstos, requeridos y/o practicados exactamente por el Contratista en oportunidad

de realizarse las obras respectivas, debiendo éste responsabilizarse de toda omisión en tal sentido y de toda otra posterior necesaria.

Las tuberías a alojarse en el interior de dichas canaletas se fijarán adecuadamente por medio de grapas especiales, colocadas a intervalos regulares.

Las tuberías que se coloquen suspendidas se sujetarán por medio de grapas especiales de hierro, planchuela de 4 x 25 mm de sección ajustada con pernos y desarmables para permitir el retiro de las tuberías que sostienen. Serán de tamaños tales que aseguren la correcta posición de las mismas.

Las grapas verticales y horizontales que vayan adosadas a columnas o tabiques y a quedar vistos, serán colocadas con elementos especiales que no dañen el concreto, como brocas de expansión, niples pasamuro o dispositivos similares, en la posición que indique la obra. La forma de las grapas responderá en cada caso al diseño que indique la Interventoría.

Cuando vayan colocadas en ambientes con acabado en baldosín, se proveerán campanas de bronce cromado a fin de proteger y cubrir el recorte del baldosín.

Las llaves de manguera serán de bronce cromado, con entrada para llave a cuadrado, tipo reforzada con rosca para acoplar manguera de 13, 19 o 25 mm de diámetro, según se indique en el plano.

Donde sean necesarios se colocarán juntas de dilatación o liras de expansión, para evitar esfuerzos en las tuberías y soportes.

El Contratista deberá proveer y colocar todos los artefactos y broncerías, efectuará su colocación con la mayor precisión y esmero que exigen las buenas prácticas de ingeniería.

Todos los artefactos que a juicio de la Interventoría no hayan sido correctamente instalados, serán removidos y vueltos a colocar por el Contratista.

4.6 CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE OBRA.

4.6.1 Excavación, relleno y compactación.

Ninguna excavación deberá hacerse en terreno rellenado o removido, hasta tanto se haya compactado para soportar la construcción. Todas las zanjas deberán estar secas y limpias en la ubicación y profundidad que indican los planos cuando se tiende tubería.

En todas las tuberías que no necesiten pendientes, se podrá acompañar el perfil del terreno sin cambios bruscos que puedan tensionarla o producir pérdidas a través de las juntas. A tal efecto la deflexión de tubería adoptada no excederá la mitad de la deflexión de tubería admitida por el tipo de

junta utilizada y el diámetro de la tubería. Eso tiene como objeto tener un margen suficiente para absorber posibles asentamientos del terreno.

En los casos en que la excavación sea hecha a mayor profundidad que la indicada o bien donde el terreno hubiera sido disgregado, ya sea por factores atmosféricos o por cualquier otra causa imputable o no a la falta de previsión del Contratista, este deberá rellenar con concreto pobre, de forma tal que permita alcanzar el nivel de obra previsto.

No se alcanzará nunca de primera intención la cota definitiva de fondo de las excavaciones, sino que se dejará siempre una capa de 0,10m de espesor que sólo se recortará en el momento de efectuar el apoyo de la tubería.

La excavación se realizará con suma precaución, teniendo en cuenta la naturaleza del terreno.

Se trabajará con bombas eyectoras, si se estuviera en presencia de agua.

Las zanjas deberán tener las pendientes requeridas y se excavarán de manera tal que las tuberías se apoyen en toda su longitud, salvo las uniones. Cuando la profundidad de la zanja supera el metro, se preverá el apuntalamiento de las mismas, para evitar el desmoronamiento de los laterales. El apuntalamiento deberá reunir las condiciones que permitan y aseguren la ejecución de los trabajos correctamente.

La excavación de tuberías y para bocas de desagüe, bocas de registro, cajas inspección se tendrá en cuenta, como así también la rotura de los pavimentos si fuera necesario, si por cualquier motivo la excavación se hubiese profundizado más de lo debido, se rellenará con concreto pobre hasta el nivel correspondiente.

4.6.2 Materiales.

Todos los materiales que se incorporan a la obra deberán ser nuevos y sin uso, de la mejor calidad dentro de su tipo y de acuerdo con la norma NP-040 de la EAAB, o normatividad local correspondiente.

En los casos en que la Interventoría solicite, los materiales serán sometidos a ensayos y análisis por cuenta del Contratista. La Interventoría podrá solicitar que se tomen muestras para realizar ensayos de calidad y el Contratista deberá entregar las probetas requeridas.

4.6.3 Montaje.

Antes de transportar las tuberías y piezas al lugar de su colocación se examinarán cuidadosamente, separándose aquellos que presenten cortes o fallas para no ser utilizadas. Luego se ubicarán al costado y a lo largo de las zanjas.

En aquellos casos en que las tuberías y piezas estén protegidas por anticorrosivo se tendrá especial cuidado de no dañar la protección. Luego se asentarán firmemente sobre el fondo de la excavación cuidando de que se apoyen en toda su longitud.

Cuando por cualquier causa se interrumpa la colocación de tuberías, la extremidad de la última tubería colocada deberá ser obturada para evitar la introducción de cuerpos extraños.

Las tuberías, una vez instaladas, deberán estar alineadas sobre una recta salvo en los puntos expresamente previstos en los planos o en los que indique la inspección.

El Contratista será el único responsable de cualquier daño, desperfecto o prejuicio directo o indirecto, a personas, a las obras mismas, o a edificaciones e instalaciones próximas, derivados del empleo de métodos de trabajo inadecuados y/o falta de previsión de su parte.

El Contratista deberá adoptar las medidas necesarias para evitar deterioros en canalizaciones e instalaciones que afecten el trazado de las obras, siendo por su cuenta los apuntalamientos y sostenes que sean necesarios realizar a ese fin y los deterioros que pudieran producir aquellas.

Queda entendido que el costo de todos estos trabajos y la provisión de materiales y lo que se requiera para el correcto desarrollo de la obra, se consideran incluidos en los precios que se contraten para las excavaciones.

El material sobrante de las excavaciones luego de efectuados los rellenos será retirado de la obra a costo y responsabilidad del Contratista.

La carga, descarga y transporte de estos materiales será por cuenta del Contratista.

Todos los componentes de tubería serán del número de SCHEDULE, espesor de pares, RDE serie y/o rating dados en la especificación particular de cada servicio.

El espesor de las tuberías será uniforme en todo su perímetro. Las roscas y bridas deberán estar en buenas condiciones cuando se proceda al tendido de la tubería.

La tubería no se podrá ovalar en total, más del 3% del diámetro.

La tubería se podrá armar en caballetes sobre la zanja correspondiente, luego se bajarán por tramos a medida que se va avanzando. Se tendrá especial cuidado en estas operaciones para no causar daños en el revestimiento. Antes de roscar o soldar una tubería a la línea se le pasará una scraper para garantizar la limpieza del interior.

Las soldaduras se realizarán en condiciones apropiadas no pudiendo soldar bajo la lluvia o fuertes vientos, si no es bajo carpa o protección adecuada.

Toda la tubería elevada de acero que se conecte a la tubería enterrada debe hacerlo mediante conexión bridada con junta dieléctrica para aislación.

5 PRUEBAS.

5.1 GENERALIDADES.

El Contratista hará las pruebas de presión requeridas en todas las tuberías incluidas en esta sección, en presencia de la Interventoría, a quien informará con suficiente antelación de la fecha de la prueba.

El Contratista proveerá todos los elementos necesarios para las pruebas. Todo defecto que aparezca deberá ser prontamente solucionado, procediendo nuevamente a la prueba a entera satisfacción de la Interventoría.

Todas las tuberías serán probadas a presión después del montaje. Cada prueba de cada circuito será inspeccionada y aprobada por la obra.

La presión de prueba será mantenida por 60 minutos antes de hacer la verificación de pérdidas.

Las pérdidas en uniones con pernos o roscadas pueden ser reparadas sin despresurizar el sistema, quedando a discreción del responsable de conducir la prueba para que se haga sin riesgo de accidentes o de daño.

Las pérdidas de uniones soldadas deben ser reparadas con el circuito totalmente despresurizado y drenado. Se asegurará que todas las uniones sean herméticas y las reparaciones necesarias estén hechas antes de entregar el circuito a la obra para su inspección.

Los manómetros a utilizar serán nuevos y en alcance o rango suficiente para poder llegar a la presión de prueba requerida. Estarán graduados en unidades kg/cm² o bar y serán suministrados a la obra los registros de calibración de los manómetros a ser usados para las pruebas.

Se abrirán los venteos y conexiones, durante la etapa de llenado, para que pueda salir todo el aire antes de aplicar la presión.

Las tuberías que no necesitan prueba de presión son las siguientes: Tuberías normalmente abiertas a la atmósfera, como drenajes, venteos, descargas de elementos de alivio, etc.

La línea de circuitos de tuberías se agrupará para formar un "circuito de prueba". Cuando se agrupan las líneas en un circuito de prueba común debe verificarse que cada línea esté diseñada para soportar la presión de prueba y el medio de prueba.

Cada circuito de prueba comprenderá el mayor número de líneas posible y puede incluir también algún equipo interconectado. Un circuito de prueba puede ser subdividido de acuerdo con el programa de montaje, limitaciones físicas, etc.

Las conexiones para instrumentos deberán ser probadas hasta la primera válvula de bloqueo, incluyendo la tubería y/o equipo al que estén conectadas.

Las líneas de conexión a instrumentos entre la primera válvula de bloqueo y el instrumento, no se incluirán con el circuito principal de la tubería o equipos al cual están conectados; deben probarse separadamente.

5.2 PRUEBA NEUMÁTICA E HIDRÁULICA.

Se tomarán todas las precauciones para evitar sobre-presurizar el circuito.

Se instalarán elementos de alivio donde sea necesario. Cada unión mediante pernos, roscas, soldadura, etc., debe ser cubierta con jabón o solución similar para detectar pérdidas. El circuito de prueba debe estar completo, es decir con todas las conexiones hechas, las soldaduras terminadas y los soportes instalados.

Toda restricción que pueda interferir con el llenado, venteo, drenaje o limpieza con chorro de agua, no debe ser instalada hasta que las operaciones de prueba y limpieza no hayan terminado. Esto incluye placas de orificio, venturis, medidores de presión diferencial, medidores a turbina, medidores magnéticos, filtros y todo otro equipo en línea. La temperatura del agua en el circuito a ser probado no será menor de 35° F (1,6° C). El agua con un significativo contenido de sólidos en suspensión deberá ser filtrada y tratada.

Se podrá considerar pruebas de presión a temperaturas por debajo de 35°F (1,6°C) si el medio de prueba es anticongelante y si el material de la tubería es de categoría de bajo riesgo, como aceros austeníticos, aceros ferríticos con prueba de impacto, o materiales no ferrosos, minimizando el riesgo de falla debido a fractura por fragilidad.

No deben hacerse pruebas de presión cuando las condiciones atmosféricas hagan que los resultados no sean confiables, o haya riesgo de dañar los componentes. Durante el desarrollo de la prueba no se permitirá en el área ningún personal excepto el autorizado y el necesario para conducir y controlar la prueba.

Cuando una válvula es usada en posición "cerrada" para aislar un circuito de prueba, la presión diferencial a través de la válvula no debe exceder las presiones de prueba de cierre.

Cuando la válvula está en posición "abierta" la presión de prueba del circuito no debe exceder las presiones de prueba del cuerpo, para materiales cubiertos por ANSI B 16.5, excepto para acero inoxidable tipos 304, 304 L y 316 L.

La máxima presión de prueba admisible para válvulas de materiales metálicos o series no cubiertas por el ANSI B 16.5, será determinado por los respectivos estándares que las gobiernan y en su ausencia de estos por los datos del fabricante.

En todos los casos en que se utilice una válvula para aislar un circuito o un equipo no sometido a la prueba, se tendrá especial precaución para protegerlo contra una posible falla de la válvula.

Se deberán colocar venteos en los puntos altos y drenajes en los puntos bajos de la tubería, según corresponda, para efectuar las pruebas hidráulicas. Se definirán junto con la Interventoría, la posición de los instrumentos de control de la prueba. Todas estas tareas se deberán ejecutar ante la presencia del personal que asigne la Interventoría, en las instalaciones del Fabricante y/o en Obra, con personal e instrumental propio.

Todos los gastos que originen estas tareas, cualquiera sea su tipo, serán por cuenta del contratista, pero quedaran aclaradas en las ofertas. De todo lo actuado se entregarán los protocolos de ensayos.

Previamente a la prueba hidráulica se deberá realizar una circulación de agua perfectamente limpia, con el objeto de evitar la permanencia de residuos dentro del sistema, que pudieran provocar daños a elementos mecánicos del mismo; además se colocarán filtros temporales en lugares adecuados para eliminar dichos residuos.

Se realizarán pruebas neumáticas (con aire) en los siguientes casos:

- En sistemas de tuberías que no sean de plástico.
- Cuando la Interventoría lo crea conveniente.

Los valores de presión de prueba neumática/ hidráulica, duración de la misma y caída admisible al término del tiempo de prueba, para cada instalación son:

Prueba de agua instalación de desagües de aguas residuales, lluvias y ventilación

Prueba con columna de agua, 3 mca sobre NPT (Nivel piso terminado) – Duración 15 minutos - Variaciones solo por dilatación térmica. El sistema debe ser hermético en todos los puntos.

Prueba de aire instalación de desagües de aguas residuales, lluvias y ventilación

Prueba con presión indicada uniforme de 34.5 kPa (5 psi) o la suficiente para equilibrar una columna de mercurio de 254 mm (10 pulgadas). Duración 1 hora. Variaciones por temperatura o asentamiento de redes, se debe realizar antes del inicio de la prueba.

Prueba de final instalación de desagües de aguas residuales, lluvias y ventilación

Condiciones de prueba:

Prueba con presión equivalente a 25.4 mm (1 pulgada) de agua – Duración 15 minutos.

Protocolo:

- Llenar todas las trampas hidráulicas con agua
- Introducir en la totalidad del sistema humo espeso y picante producido por máquinas de humo.
- Cuando el humo salga por las aberturas de las bajantes de la cubierta, las aberturas deben sellarse y mantener la presión indicada bajo el tiempo determinado.

Prueba por Gravedad Instalación Alcantarillado Sanitario y Pluvial

Prueba con columna de agua, 3 mca sobre NPT – Duración 15 minutos - Variaciones solo por dilatación térmica.

Prueba a Presión Instalación Alcantarillado Sanitario y Pluvial

Prueba con columna de agua, 34.5 kPa (5 psi) – Duración 15 minutos.

Prueba a Instalación Hidráulica- Agua potable y similar

Prueba Hidráulica, a 1,5 presión de trabajo – Duración 15 minutos – Caída admisible 0 bar.

Para sistemas de tuberías que no sean de plástico, la presión de prueba de aire no debe ser menor a 344 kPa (50 psi).

Todas las conexiones y uniones estarán completamente terminadas, incluyendo las acometidas a los equipos. Las superficies a aislar estarán limpias de materiales extraños y no deben existir sectores con pinturas mal terminadas.

6 OBRAS COMPLEMENTARIAS.

6.1 LAVADO Y DESINFECCIÓN DEL SISTEMA.

Para el lavado y desinfección de los sistemas de distribución de agua potable, se debe seguir lo recomendado por la NTC 1500, la autoridad competente o lo descrito a continuación:

El sistema de tuberías debe limpiarse con un chorro de agua hasta que salga sólo agua potable en los puntos de salida.

El sistema o sus partes deben llenarse con una solución de cloro en agua que contenga al menos cincuenta (50) partes por millón de cloro (50 mg/L), y el sistema o sus partes deben estar sellados, para reposo al menos durante 24 horas; o el sistema o sus partes deben llenarse con una solución de cloro en agua que contenga al menos doscientas (200) partes por millón de cloro (200 mg/L) y se les deja reposar por 3 horas.

Terminado el periodo de reposo, el sistema debe ser limpiado con agua potable limpia hasta que el cloro residual del agua que sale del sistema no exceda el cloro residual del agua de limpieza.

El proceso debe repetirse si las pruebas bacteriológicas realizadas por un organismo aprobado revelan que persiste la contaminación.

6.2 ELABORACIÓN DE PLANOS RECORD Y MANUAL DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN.

Una vez terminadas las tareas y conjuntamente con la Recepción Provisional, e independientemente de los planos que el contratista deba elaborar para la aprobación ante los entes oficiales correspondientes, se entregará a Interventoría un original y tres (3) juegos de copias de planos de las instalaciones estrictamente Conforme a Obra y CD correspondientes, en Autocad 2007 o superior, así mismo se debe considerar la actualización del modelo Revit, en versión 2019.

Adicionalmente una vez finalizada la obra, el contratista deberá elaborar un manual de operación y mantenimiento de la obra.

7 MATERIALES.

Todos los materiales a emplear deberán ser nuevos y sin uso, serán de marcas y tipos aprobados por las Normas Técnicas Colombianas, normas de la EAAB, o normatividad local correspondiente.

Sus características particulares se ajustarán a las que más adelante se describen, se exigirán los materiales de mejor calidad reconocidos en el mercado.

Los materiales recibidos en la obra deberán ser aprobados por la Interventoría, quién podrá solicitar la certificación de los materiales a fin de detectar previamente cualquier falla de fabricación o deterioro sufrido.

En los casos en que la Interventoría lo solicite, los materiales serán sometidos a ensayos y análisis por cuenta del Contratista. La Interventoría podrá solicitar que se tomen muestras para realizar ensayos de calidad y el Contratista deberá entregar las muestras requeridas.

Si se instalaran elementos, piezas o accesorios con fallas o mal preservados, serán cambiados a costa del Contratista.

Las tuberías para distribución de agua, deben cumplir con la NTC 539.

7.1 TUBERÍAS DE P.V.C.

7.1.1 TUBERÍAS DE PVC-PRESIÓN.

Para redes a presión se utilizará tubería de PVC Presión marca "PAVCO" o equivalente; las tuberías deberán estar de acuerdo a lo indicado en la Tabla 10.

Diámetro (Pulg.)	RDE
Ø½”	9
Ø¾”	11
>Ø1”	21

Tabla 10. RDE para tuberías de PVC Presión

Las tuberías deberán cumplir lo estipulado en las normas ASTM D1785, NTC 382, NTC 5697 Y CSA-B137.3

Los accesorios para tuberías de PVC deben estar de acuerdo a las normas ASTM D2464, ASTM D2466, NTC 4404, CSA-B137.2, CSA-B137.3 Y NTC 1339.

Las uniones entre tuberías y accesorios serán soldadas, utilizando productos recomendados por el fabricante de la tubería.

7.1.2 TUBERÍAS DE PVC-SANITARIA – RED DE DESAGÜES POR GRAVEDAD.

Se usará tubería de PVC Sanitaria marco "PAVCO" o equivalente para redes de desagües de aguas residuales y aguas lluvias principales o secundarias, suspendidas o enterradas.

En su uso en redes de alcantarillado, solo podrá ser reemplazado, por cobre o polipropileno, cuando sea expresamente solicitado por la Interventoría, por planos o listado de ítems en Especificación Técnica Particular, o cuando sea necesario por excesiva temperatura de descarga de los efluentes

(hornos, hervidoras, etc.) o cuando el Contratista proponga su uso en reemplazo del PVC a igual costo.

Las tuberías de desagües horizontales y verticales serán de PVC sanitaria para aguas lluvias y residuales interiores no enterradas, y estarán de acuerdo con lo indicado por las normas NTC 1087, ASTM D2665, ASTM F891, ASTM F1488, ASTM D2949 Y CSA B181.2. Las uniones entre tuberías y accesorios serán soldadas, y estos deberán cumplir con las normas NTC 1341, ASTM D2665 y ASTM F1866.

Para las redes enterradas de aguas lluvias y residuales, se empleará tubería de PVC pared estructural, la cual debe estar de acuerdo con la norma NTC 3722-3; también se admite el uso de tubería PVC sanitaria para interiores, especificada en el párrafo anterior. Los accesorios de las redes enterradas deberán estar de acuerdo a lo establecido en las normas ASTM D3034 y NTC 4764. Tanto las tuberías como accesorios deberán ser marca será “PAVCO” o similar, según planos. Las alternativas de materiales o marcas deberán ser presentadas a la Interventoría para su aprobación.

Queda prohibido expresamente el uso de tuberías de PVC, con unión mecánica en redes colgantes, salvo la siguiente excepción:

- Se preverán acoples especiales con unión reparación, sólo para absorber dilatación, en tramos verticales largos o cuando no exista en el mercado por elevado diámetro. En tal caso, el diseño debe proveer la posibilidad de aumentar el número de bajantes de menor diámetro.

Los accesorios y piezas especiales serán de la misma marca y sus uniones se realizarán de igual manera (soldadas) y con las mismas previsiones que recomiende el proveedor de las tuberías.

7.1.3 TUBERÍAS DE PVC-LIVIANA – RED DE VENTILACIÓN.

Las tuberías de ventilación, serán de PVC tipo liviana, de acuerdo con lo indicado en la NTC 1087, con uniones soldadas, marca "PAVCO” o equivalente, según planos. Las alternativas de materiales o marcas deberán ser presentadas a la Interventoría para su aprobación.

Los accesorios y piezas especiales serán de la misma marca y sus uniones se realizarán de igual manera (soldadas) y con las mismas previsiones que recomiende el proveedor de las tuberías.

7.1.4 TUBERÍAS DE CPVC-SCH 80 – CUARTO DE BOMBAS.

En los cuartos de bombas se utilizará tubería CPVC SCH80 para la conexión de los equipos de presión de agua potable, la marca será "Lubrizol" de referencia Corzan, o equivalente.

Las tuberías deberán cumplir lo estipulado en las normas NTC 1062, ASTM F441, ASTM F442 y CSA B137.6

Para la unión de las tuberías se utilizarán los siguientes tipos de accesorios:

- Para diámetros iguales o mayores a 3”, se utilizarán accesorios con extremos ranurados en CPVC SCH80, los cuales deben estar fabricados de acuerdo a ASTM D1784 y además deberán contar con certificado para conducción de agua potable. Sistema de ranurado deberá ser el adecuado para tuberías de CPVC. El sistema de accesorios ranurados será de la marca Victaulic referencia PGS-300 o similar.
- Para diámetros menores a 3”, se utilizarán accesorios soldados, fabricados de acuerdo a ASSE 1061, NTC 1062, ASTM F437, ASTM F438, ASTM F439 Y CSA B137.6.

Los acoples para la unión de tuberías y accesorios serán de dos tipos:

- Acople para unión tubería-tubería o tubería-accesorio CPVC-CPVC. El acople deberá ser Victaulic estilo 357 o equivalente.
- Acople para unión tubería-accesorio o accesorio-accesorio CPVC-Metal. El acople deberá ser Victaulic estilo 356 o equivalente.

Las dimensiones de las ranuras para las tuberías, así como el procedimiento de la elaboración de estas se deberá realizar de acuerdo a recomendaciones del fabricante y/o proveedor.

7.2 VÁLVULAS Y LLAVES DE PASO PARA AGUA FRÍA.

7.2.1 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE VÁLVULAS.

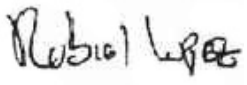
Se indicará en los planos de construcción junto a cada válvula una clasificación (texto o tag) en concordancia con el siguiente detalle:

V1: Válvula Compuerta o esclusa, modelos “Red & White” o similar, cuerpo en bronce ASTM B62.

Extremos roscados NPT, según ANSI B1.20.1, diámetros menores e iguales a Ø2”.

Las alternativas de materiales o marcas deberán ser presentadas a la Interventoría para su validación y respectiva aprobación.

ESPECIALISTA HIDRAULICO:



ING. ALBERTO LOPEZ
MP25202-291402 CND