



**ALCALDIA MAYOR
BOGOTA D.C.**

**Instituto
DESARROLLO URBANO**

**“ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD
Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL,
EN BOGOTÁ D.C.”**

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 1630 DE 2020

DE BOGOTÁ D.C.

MOVILIDAD

Instituto de Desarrollo Urbano

INF-RHS--CASC-168-21

INFORME REQUERIMIENTOS REDES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS

CONSORCIO CS



CONSORCIO CS

Caly Mayor
Colombia S.A.S.



Supering
Supervisión e Ingeniería de Proyectos

BOGOTÁ, 2021 – Diciembre 20

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Supering Colombia S.A.S.</p>
--	--	--

PRODUCTO DOCUMENTAL

INF-RHS--CASC-168-21 INFORME REQUERIMIENTOS REDES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS

CONTROL DE VERSIONES

Versión	Fecha	Descripción de la Modificación	Folios
Versión 00	20/12/21		58
Versión 01	31/12/21	Observaciones Interventoría	58
Versión 02	18/02/22	Observaciones Interventoría	60
Versión 03	23/03/22	Observaciones Interventoría	71
Versión 04	14/04/22	Observaciones Interventoría	81
Versión 05	07/05/22	Observaciones Interventoría	84

EMPRESA CONTRATISTA

VALIDADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Ing. Javier Mauricio Torres Cruz Especialista Hidráulico	Ing. Luis Antonio Espinosa A. Coordinador de Consultoría	Ing. Mario Ernesto Vacca G. Director de Consultoría

EMPRESA INTERVENTORA

REVISADO POR:	AVALADO POR:	APROBADO POR:
Ing. Jhon Fredy Aguilar Ariza Especialista en Redes Hidrosanitarias	Ing. Wilmer Alexander Rozo Coordinador de Interventoría	Ing. Oscar Andrés Rico Gómez Director de Interventoría

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCION.....	11
2	LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	12
2.1	LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN 20 DE JULIO.....	13
2.2	LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN LA VICTORIA.	13
2.3	LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN ALTAMIRA.	14
3	REQUERIMIENTOS INSTALACIONES HIDRAULICAS	15
3.1	DESCRIPCIÓN DE REDES.	15
3.2	NORMATIVA APLICABLE.....	15
3.3	PARAMETROS DE DISEÑO GENERALES.....	15
3.3.1	Definición de conceptos utilizados en el diseño.	15
3.3.2	Dimensionamiento del sistema de tuberías hidráulicas.	16
3.3.3	Cálculo de volumen requerido de agua potable.....	17
3.3.4	Cálculo de la acometida del proyecto.....	17
3.3.5	Trazado de la ruta crítica.	18
3.3.6	Especificaciones del equipo de presión para agua potable:	19
3.3.7	Sistema de tratamiento de aguas lluvias:	19
3.3.8	Cálculo de la red interna de agua potable.	22
3.4	ESTACIÓN PORTAL 20 DE JULIO	22
3.4.1	Características constructivas de los tanques.	22
3.4.2	Dimensionamiento del tanque para consumo de agua potable.	23
3.4.3	Dimensionamiento del tanque para consumo de agua tratada.....	25
3.4.4	Dimensionamiento del tanque recolección de aguas lluvias.	26
3.4.5	Cálculo de la acometida en estación 20 de Julio.....	26
3.4.6	Ruta crítica de agua potable.	28
3.4.7	Ruta crítica de agua tratada.....	29
3.4.8	Cuarto de Bombas Agua Potable.	30
3.4.9	Cuarto de bombas agua tratada.	31

3.4.10	Especificaciones del equipo de presión para agua potable:	33
3.4.11	Especificaciones del equipo de presión para agua tratada:	34
3.4.12	Tablero de control para equipo de agua potable y agua tratada:	36
3.4.13	Calculo red de agua caliente y calentador.	36
3.4.14	Puntos hidráulicos de servicios.....	37
3.5	ESTACIÓN LA VICTORIA	38
3.5.1	Características constructivas de los tanques.	38
3.5.2	Dimensionamiento del tanque para consumo de agua potable.	38
3.5.3	Dimensionamiento del tanque para consumo de agua tratada.....	40
3.5.4	Dimensionamiento del tanque recolección de aguas lluvias.	41
3.5.5	Cálculo de la acometida en estación La Victoria.	41
3.5.6	Ruta crítica de agua potable.	43
3.5.7	Ruta crítica de agua tratada.....	44
3.5.8	Cuarto de bombas agua potable.....	44
3.5.9	Cuarto de bombas agua tratada.	45
3.5.10	Especificaciones del equipo de presión para agua potable:	47
3.5.11	Especificaciones del equipo de presión para agua tratada:	48
3.5.12	Tablero de control para equipo de agua potable y agua tratada:	50
3.5.13	Calculo red de agua caliente y calentador.	50
3.5.14	Puntos hidráulicos de servicios.....	51
3.6	ESTACIÓN ALTAMIRA	52
3.6.1	Características constructivas de los tanques:	52
3.6.2	Dimensionamiento del tanque para consumo de agua potable.	52
3.6.3	Dimensionamiento del tanque para consumo de agua tratada.....	54
3.6.4	Dimensionamiento del tanque recolección de aguas lluvias.	55
3.6.5	Cálculo de la acometida en estación Altamira.	55
3.6.6	Ruta crítica de agua potable.	57
3.6.7	Ruta crítica de agua tratada.....	58
3.6.8	Cuarto de bombas agua potable.....	58
3.6.9	Cuarto de bombas agua tratada.	59

3.6.10	Especificaciones del equipo de presión para agua potable:	61
3.6.11	Especificaciones del equipo de presión para agua tratada:.....	62
3.6.12	Tablero de control para equipo de agua potable y agua tratada:	64
3.6.13	Calculo red de agua caliente y calentador.	64
3.6.14	Puntos hidráulicos de servicios.....	65
4	REQUERIMIENTOS INSTALACIONES SANITARIAS	66
4.1	DESCRIPCIÓN DE LAS REDES.....	66
4.2	NORMATIVA APLICABLE.....	66
4.3	PARAMETROS DE DISEÑO GENERALES.	66
4.3.1	Definición de conceptos utilizados en el diseño.	66
4.3.2	Dimensionamiento del sistema de tuberías de desagüe.	66
4.3.3	Calculo y dimensionamiento de tuberías de aguas lluvias y aguas residuales.	68
4.3.4	Caudal de diseño pluvial e intensidad promedio de lluvia.....	68
4.3.5	Ventilaciones	70
4.4	ESTACIÓN PORTAL 20 DE JULIO	71
4.4.1	Memoria de cálculo red de desagües	71
4.4.2	Aguas residuales.....	71
4.4.3	Bajantes de aguas residuales.....	71
4.4.4	Colectores de aguas residuales.....	72
4.4.5	Aguas lluvias.....	72
4.4.6	Bajantes de aguas lluvias.....	73
4.4.7	Colectores de aguas lluvias.....	73
4.4.8	Reboses del sistema de aguas lluvias.....	73
4.5	ESTACIÓN LA VICTORIA.....	75
4.5.1	Memoria de cálculo red de desagües	75
4.5.2	Aguas residuales.....	75
4.5.3	Bajantes de aguas residuales.....	75
4.5.4	Colectores de aguas residuales.....	76
4.5.5	Aguas lluvias.....	76
4.5.6	Bajantes de aguas lluvias.....	77

4.5.7	Colectores de aguas lluvias.....	77
4.5.8	Reboses del sistema de aguas lluvias.....	78
4.6	ESTACIÓN ALTAMIRA	78
4.6.1	Memoria de cálculo red de desagües	78
4.6.2	Aguas residuales	79
4.6.3	Bajantes de aguas residuales.....	79
4.6.4	Colectores de aguas residuales.....	79
4.6.5	Aguas lluvias.	80
4.6.6	Bajantes de aguas lluvias.....	80
4.6.7	Colectores de aguas lluvias.....	81
4.6.8	Reboses del sistema de aguas lluvias.....	81
5	CANTIDADES APROXIMADAS DE OBRA.....	83

LISTADO DE TABLAS

Tabla 3-1. Valores de unidades para aparatos en red de suministro.	16
Tabla 3-2. Valores C Hazen-Williams.....	18
Tabla 3-3. Tabla de longitudes equivalentes de accesorios.	19
Tabla 3-4. Cálculo de caudal de planta de tratamiento.....	20
Tabla 3-5. Sistema de tratamiento - componentes.....	20
Tabla 3-6. Detalle de áreas por uso (Estación 1).....	24
Tabla 3-7. Volumen de almacenamiento Agua Potable Estación 1.....	25
Tabla 3-8. Volumen de almacenamiento Agua Tratada Estación 1.....	26
Tabla 3-9. Volumen de almacenamiento Agua Cruda Estación 1.	26
Tabla 3-10. Parámetros iniciales de llenado de tanques - Estación 20 de Julio.	27
Tabla 3-11. Cálculo de la Acometida - Estación 20 de Julio.....	28
Tabla 3-12. Cálculo de la ruta crítica de agua potable – Estación 1.....	29
Tabla 3-13. Cálculo de la ruta crítica de agua tratada – Estación 1.	30
Tabla 3-14. Cálculo cabeza dinámica total equipo de presión potable.....	31
Tabla 3-15. Cálculo cabeza dinámica total equipo de presión agua tratada.....	32
Tabla 3-16. Cálculo de la cabeza neta de succión disponible – Agua potable.....	33
Tabla 3-17. Cálculo de tanque hidroacumulador agua potable – estación 1.....	34
Tabla 3-18. Cálculo de la cabeza neta de succión disponible – Agua potable.....	35
Tabla 3-19. Cálculo de tanque hidroacumulador agua tratada – estación 1.	36
Tabla 3-20. Capacidad calentador de agua - Estación 1.	37
Tabla 3-21. Volumen de almacenamiento Agua Potable Estación 2.....	40
Tabla 3-22. Volumen de almacenamiento Agua Tratada Estación 2.....	41
Tabla 3-23. Volumen de almacenamiento Agua Cruda Estación 2.	41
Tabla 3-24. Parámetros iniciales de llenado de tanques - Estación La Victoria.....	42
Tabla 3-25. Cálculo de la acometida - Estación La Victoria.....	42
Tabla 3-26. Cálculo de la ruta crítica de agua potable – Estación 2.....	43
Tabla 3-27. Cálculo de la ruta crítica de agua tratada – Estación 2.	44
Tabla 3-28. Cálculo cabeza dinámica total equipo de presión potable.....	45
Tabla 3-29. Cálculo cabeza dinámica total equipo de presión agua tratada.	46
Tabla 3-30. Cálculo de la cabeza neta de succión disponible – Agua potable.....	47
Tabla 3-31. Cálculo de tanque hidroacumulador agua potable – estación 2.....	48
Tabla 3-32. Cálculo de la cabeza neta de succión disponible – Agua potable.....	49
Tabla 3-33. Cálculo de tanque hidroacumulador agua tratada – estación 2.	49
Tabla 3-34. Capacidad calentador de agua - Estación 2.	50
Tabla 3-35. Volumen de almacenamiento Agua Potable Estación 3.....	54
Tabla 3-36. Volumen de almacenamiento Agua Tratada Estación 3.....	55
Tabla 3-37. Volumen de almacenamiento Agua Cruda Estación 3.	55

Tabla 3-38.	<i>Parámetros iniciales de llenado de tanques - Estación Altamira.....</i>	56
Tabla 3-39.	<i>Cálculo de la acometida - Estación Altamira.....</i>	56
Tabla 3-40.	<i>Cálculo de la ruta crítica de agua potable – Estación 3.....</i>	57
Tabla 3-41.	<i>Cálculo de la ruta crítica de agua tratada – Estación 3.....</i>	58
Tabla 3-42.	<i>Cálculo cabeza dinámica total equipo de presión potable.....</i>	59
Tabla 3-43.	<i>Cálculo cabeza dinámica total equipo de presión agua tratada.....</i>	60
Tabla 3-44.	<i>Cálculo de la cabeza neta de succión disponible – Agua potable.....</i>	61
Tabla 3-45.	<i>Cálculo de tanque hidroacumulador agua potable – estación 3.....</i>	62
Tabla 3-46.	<i>Cálculo de la cabeza neta de succión disponible – Agua potable.....</i>	63
Tabla 3-47.	<i>Cálculo de tanque hidroacumulador agua tratada – estación 3.....</i>	63
Tabla 3-48.	<i>Capacidad calentador de agua - Estación 3.....</i>	64
Tabla 4-1.	<i>Valores de unidades para aparatos en red de desagüe - Parte1.....</i>	67
Tabla 4-2.	<i>Valores de unidades para aparatos en red de desagüe - Parte2.....</i>	67
Tabla 4-3.	<i>Cálculo y dimensionamiento de bajantes aguas residuales.....</i>	71
Tabla 4-4.	<i>Cálculo y dimensionamiento de colectores aguas residuales.....</i>	72
Tabla 4-5.	<i>Dimensionamiento de bajantes aguas lluvias.....</i>	73
Tabla 4-6.	<i>Calculo y dimensionamiento de colectores aguas lluvia.....</i>	73
Tabla 4-7.	<i>Pases de reboses, canal perimetral - Estación 20 de Julio.....</i>	74
Tabla 4-8.	<i>Cálculo y dimensionamiento de bajantes aguas residuales.....</i>	75
Tabla 4-9.	<i>Cálculo y dimensionamiento de colectores aguas residuales.....</i>	76
Tabla 4-10.	<i>Dimensionamiento de bajantes aguas lluvia.....</i>	77
Tabla 4-11.	<i>Calculo y dimensionamiento de colectores aguas lluvia.....</i>	77
Tabla 4-12.	<i>Pases de reboses en cubierta - Estación La victoria.....</i>	78
Tabla 4-13.	<i>Cálculo y dimensionamiento de bajantes aguas residuales.....</i>	79
Tabla 4-14.	<i>Cálculo y dimensionamiento de colectores aguas residuales.....</i>	80
Tabla 4-15.	<i>Dimensionamiento de bajantes aguas lluvias.....</i>	81
Tabla 4-16.	<i>Calculo y dimensionamiento de colectores aguas lluvia.....</i>	81
Tabla 4-17.	<i>Pases de rebose, canal perimetral - Estación Altamira.....</i>	82
Tabla 4-18.	<i>Pases de rebose, canal central 1 - Estación Altamira.....</i>	82
Tabla 4-19.	<i>Pases de rebose, canal central 2 - Estación Altamira.....</i>	82

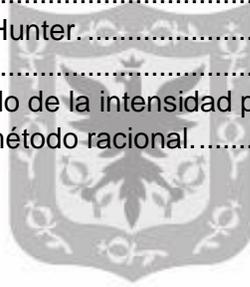
 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering</p>
---	--	---

LISTADO DE FIGURAS

Figura 2-1. Localización Estación Portal 20 de Julio.	12
Figura 2-2. Localización Estación 20 de Julio.	13
Figura 2-3. Localización Estación La Victoria.	14
Figura 2-4. Localización Estación La Victoria.	14
Figura 3-1. Esquema de disposición de espacio para tratamiento de aguas lluvias.	22
Figura 3-2. Áreas por uso (Estación 1).	23
Figura 3-3. Ubicación de puntos hidráulicos de servicios - 20 de Julio.	37
Figura 3-4. Áreas por uso (Estación 2).	39
Figura 3-5. Detalle de áreas por uso (Estación 2).	39
Figura 3-6. Ubicación de puntos hidráulicos de servicios – La Victoria.	51
Figura 3-7. Áreas por uso (Estación 3).	53
Figura 3-8. Detalle de áreas por uso (Estación 3).	53
Figura 3-9. Ubicación de puntos hidráulicos de servicios – Altamira.	65
Figura 4-1. Coeficiente y cálculo de Intensidad promedio de lluvia.	69
Figura 5-1. Formato FO-AC-07 del IDU, Cantidades de obra.	83

LISTADO DE ECUACIONES

Ecuación 1. Fórmula para el cálculo de volumen requerido de Agua potable.....	17
Ecuación 2. Método de Hazen Williams.	17
Ecuación 3. Cálculo del NPSH.....	19
Ecuación 4. Formula de Dawson-Hunter.	68
Ecuación 5. Formula de Manning.	68
Ecuación 6. Fórmula para el cálculo de la intensidad promedio de lluvia.	69
Ecuación 7. Cálculo del caudal - método racional.....	69



1 INTRODUCCION

El Instituto de Desarrollo Urbano – IDU, como entidad encargada del desarrollo y el mantenimiento de infraestructura vial de transporte y de espacio público dentro del Distrito Capital, conforme a los estudios y documentos previos desarrollados mediante el contrato interadministrativo de consultoría No. 2012-1531, (CN2012-0186 para el Metro) de noviembre de 2012, suscrito entre la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá y la Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá Ltda., se establecieron los compromisos contractuales para el desarrollo de los estudios de factibilidad de los futuros proyectos de cable para la ciudad de Bogotá en las localidades de Ciudad Bolívar y San Cristóbal. Así las cosas, con base a este estudio, la Dirección Técnica de Proyectos avaló la suscripción del contrato de Consultoría No. 1630 de 2020 entre el Instituto de Desarrollo Urbano – IDU y el Consorcio CS, cuyo objeto corresponde a la “*Actualización, Ajustes y Complementación de la Factibilidad y los Estudios y Diseños del Cable Aéreo en San Cristóbal, en Bogotá D.C.*”

El proyecto CABLE AEREO SAN CRISTOBAL es un sistema de transporte por cable aéreo ubicado en la Localidad de San Cristóbal hacia el sur de Bogotá. Cuenta con 3 estaciones

La estación 1 llamada ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA PORTAL 20 DE JULIO

La estación 2 llamada ESTACIÓN INTERMEDIA LA VICTORIA

La estación 3 llamada ESTACIÓN DE RETORNO ALTAMIRA

En el marco del Contrato suscrito entre el IDU y el Consorcio CS, se presenta el informe de "Redes Hidrosanitarias Internas", el cual se divide en dos subsistemas:

- * Requerimientos redes contra incendio.
- * Requerimientos redes Hidraulicas y Sanitarias.

La normatividad aplicada, está basada en los requerimientos del Reglamento RAS-2017 Y NTC 1500, 2020.

2 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto del Cable de San Cristóbal en la localidad del mismo nombre está ubicado en el sur oriente de Bogotá, entre las localidades de Santa Fe (norte), Usme (sur), Rafael Uribe Uribe y Antonio Nariño (occidente) y por el oriente es límite metropolitano con los municipios de Choachí y Ubaque. Entre las veinte localidades ocupa el quinto lugar en extensión, tiene suelo tanto urbano como rural, este último corresponde a la estructura ecológica principal de los cerros orientales de Bogotá.

El sistema de transporte mediante cable aéreo de San Cristóbal tiene una longitud en planta de 2.802,56 aproximadamente, y cuenta con tres estaciones: Portal 20 de julio (Estación de Transferencia), La Victoria (Estación Intermedia) y Altamira (Estación Retorno), la primera de ella conecta con el Portal 20 de Julio del sistema de Transmilenio, y la Victoria corresponde a la estación motriz del Cable.

En la siguiente Figura se presenta la configuración esquemática del trazado del cable en planta, el cual contara con 22 pilonas a lo largo de su recorrido con soporte intermedio. Las pilonas 1 y 2 se encuentran en el Portal del Sistema de Transmilenio, las pilonas 3-11, entre las estaciones 20 de Julio y la Victoria; y las pilonas 12-22 entre las estaciones La Victoria y Altamira.

Figura 2-1. Localización Estación Portal 20 de Julio.



Fuente: Elaboración propia

2.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN 20 DE JULIO.

La ubicación corresponde al parqueadero de vehículos particulares ubicado al costado izquierdo de la losa de estacionamiento de articulados sobre la calle 30ª Sur. Para los usuarios del Cable cuyo destino final requiera continuar con el uso de transporte público terrestre del portal, se tendrá una conexión con una pasarela elevada para confinar y mantener en resguardo a los usuarios.

Figura 2-2. Localización Estación 20 de Julio.



Fuente: Elaboración propia.

2.2 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN LA VICTORIA.

El Estudio de Localización de Trazado definió la ubicación de la Estación Intermedia en el barrio La Victoria, en un sector de gran actividad urbana y con vías importantes aledañas; de igual forma consideró los conceptos de cobertura, el potencial de desarrollo urbano y social, el menor impacto por compra de predios y la cercanía a vías importantes que faciliten la conexión con el sistema vial principal, permitiendo así la conexión con otros modos de transporte.

Figura 2-3. Localización Estación La Victoria.



Fuente: Elaboración propia.

2.3 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN ALTAMIRA.

El Estudio de Localización de Trazado definió la ubicación de la Estación de Retorno está ubicada entre las Calles 42a Sur, Carrera 12a Este y Carrera 12b Este.

Figura 2-4. Localización Estación La Victoria.



Fuente: Elaboración propia.

3 REQUERIMIENTOS INSTALACIONES HIDRAULICAS

3.1 DESCRIPCIÓN DE REDES.

El proyecto contará con un sistema de almacenamiento y suministro de agua potable y un sistema totalmente independiente de reutilización de aguas lluvias tratadas, dispondrá de tanques que suministrarán agua a todo el proyecto, con un sistema a presión que garantice el correcto funcionamiento de los servicios.

3.2 NORMATIVA APLICABLE.

- NTC 1500, 2020. CODIGO COLOMBIANO DE FONTANERIA. PARA LA INSTALACION Y CONEXIÓN DE APARATOS HIDROSANITARIOS.
- RAS 330 (2017). REGLAMENTO TECNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO. PARA LA DETERMINACION DE DOTACIONES MINIMAS.

3.3 PARAMETROS DE DISEÑO GENERALES.

El proyecto cuenta con un sistema de agua potable, para el suministro de los aparatos sanitarios (lavamanos, lavaplatos, pocetas de aseo, llaves mangueras al interior del proyecto y duchas), y un sistema independiente de agua tratada para suministro de los aparatos sanitarios (inodoros, riego de fachadas verdes y llaves mangueras al exterior del proyecto dispuestos para riego de zonas verdes),

3.3.1 Definición de conceptos utilizados en el diseño.

- A.F. / A.F.P.: Agua fría potable, esta abreviación hace referencia a todos los elementos como tuberías, uniones, accesorios, aparatos, tanques, etc., que hacen parte del diseño de la red de agua fría potable para suministro.
- A.F.T.: Agua fría tratada, esta abreviación hace referencia a todos los elementos como tuberías, uniones, accesorios, aparatos, tanques, etc., que hacen parte del diseño de la red de agua fría tratada para suministro.
- ACOM.: Acometida, esta abreviación hace referencia a todos los elementos como tuberías, uniones, accesorios, aparatos, tanques, etc., que hacen parte del diseño de la red acometida de agua potable para suministro.
- A.C.: Agua caliente potable, esta abreviación hace referencia a todos los elementos como tuberías, uniones, accesorios, aparatos, tanques, etc., que hacen parte del diseño de la red de agua caliente potable para suministro.

3.3.2 Dimensionamiento del sistema de tuberías hidráulicas.

Para el dimensionamiento de la red de suministro se contemplan todos los puntos hidráulicos dispuestos en el proyecto, se utiliza el número de unidades dispuesto por la NTC 1500 (2020) para cada aparato y se utiliza el método de Hunter para hallar el caudal requerido.

Tabla 3-1. Valores de unidades para aparatos en red 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
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	Grifería	1,0	1,0	1,4
Tina	Público	Grifería	3,0	3,0	4,0
Bidé	Privado	Grifería	1,5	1,5	2,0
Accesorio de combinación	Privado	Grifería	2,25	2,25	3,0
Lavavajillas	Privado	Automático	-	1,4	1,4
Bebedores	Oficinas, etc.	Válvula 3/8 de pulgada	0,25	-	0,25
Lavaplatos de cocina	Privado	Grifería	1,0	1,0	1,4
Lavaplatos de cocina	Hotel, restaurante	Grifería	3,0	3,0	4,0
Fregadero bateas (1 a 3)	Privado	Grifería	1,0	1,0	1,4
Lavamanos	Privado	Grifería	0,5 ^a	0,5	0,7
Lavamanos	Público	Grifería	1,5	1,5	2,0
Pocetas de aseo	Oficinas, etc.	Grifería	2,25	2,25	3,0
Ducha	Público	Válvula mezcladora	3,0	3,0	4,0
Ducha	Privado	Válvula mezcladora	1,0	1,0	1,4
Orinal	Público	0.5 Lpf a 1 Lpf	1,0	-	1,0
Orinal	Público	1.1 Lpf a 2.0 Lpf	2,0	-	2,0
Orinal	Público	Tanque de descarga > 2.0 Lpf	3,0	-	3,0
Máquina automática de lavar ropa (8 lb)	Privado	Automático	1,0	1,0	1,4
Máquina automática de lavar ropa (8 lb)	Público	Automático	2,25	2,25	3,0
Máquina automática de lavar ropa (15 lb)	Público	Automático	3,0	3,0	4,0
Inodoro	Privado	Válvula Fluxómetro	4,0	-	4,0
Inodoro	Privado	Tanque de descarga	2,2	-	2,2
Inodoro	Público	Válvula Fluxómetro	6,0	-	6,0
Inodoro	Público	Tanque de descarga	5,0	-	5,0
Inodoro	Público 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.

Fuente: NTC 1500, 2020. Instalaciones hidráulicas y sanitarias.

3.3.3 Cálculo de volumen requerido de agua potable.

Para el dimensionamiento de los tanques de suministro de agua, se toma como base las dotaciones y áreas según lo indica la RAS 2017, se identifica el uso de las áreas y se realiza el respectivo cálculo de volumen estimado de acuerdo al uso y dotación que indica la norma y realizando el respectivo calculo por medio de la siguiente formula:

Ecuación 1. Fórmula para el cálculo de volumen requerido de Agua potable.

$V = Q \times t$ $Q = A \times C$	<p>Donde:</p> <p>Q = Caudal Litros/dia [L/dia] t = Tiempo de reserva de agua [dias] C = Consumo [Según RAS] A = Area de uso según RAS [m²]</p>
-----------------------------------	--

Fuente: Elaboración propia.

3.3.4 Cálculo de la acometida del proyecto.

Para el cálculo de la acometida se necesita, conocer el volumen del tanque y se define un tiempo de llenado el cual no puede ser mayor a 12 horas según NTC 1500 (2020), para conocer el caudal de diseño de la acometida, de igual forma se requiere conocer parámetros presión y perdidas desde el punto de conexión a la red pública hasta el tanque.

Una vez se conocen los anteriores parámetros se calcula el diámetro requerido que cumpla con dichas condiciones, por el método de Hazen Williams:

Instituto de Desarrollo Urbano

Ecuación 2. Método de Hazen Williams.

$$\phi = \left(\frac{Q}{280 \times C \times J^{0.54}} \right)^{0.38}$$

Fuente: Hazen-Williams

Los valores para C (Constante de Hazen-Williams), son los estándares indicados en la literatura hidráulica.

Tabla 3-2. Valores C Hazen-Williams

Tubería o Tubo	Valor C
Hierro fundido o dúctil sin revestimiento interior	100
Acero negro(sistemas secos, incluyendo pre-acción)	100
Acero negro (sistemas húmedos, incluyendo inundación)	120
Galvanizado (todos)	120
Plástico (listados - todos)	150
Hierro fundido o dúctil con revestimiento interior de cemento	140
Tubo de cobre o acero inoxidable	150

Fuente: NTC – 1669

3.3.5 Trazado de la ruta crítica.

La ruta crítica se define como el recorrido desde el punto de entrada a la columna principal de suministro, al aparato de demanda más desfavorable.

CONSIDERACIONES:

- Cabeza de presión con que funciona el aparato
- Cabeza de posición del aparato más desfavorable
- Recorrido de la tubería y accesorios desde la columna de suministro hasta el aparato en cuestión.
- Para este proyecto se realizará redes independientes de suministro de agua potable y de suministro de agua tratada, por lo tanto, se deberán calcular una ruta crítica para cada red.

Por tanto, se considera la presión mínima del aparato con mayor requerimiento usado en el proyecto, independiente de si este es el aparato final de la ruta crítica, así mismo se dispondrá de una presión promedio por la diversidad de fabricantes, el cual debe ser igual o mayor al especificado en las fichas técnicas del proyecto, esto con el propósito de que la red crítica no este restringida a futuras adecuaciones, para este caso será un fluxómetro, este aparato requiere una presión de 21 m.c.a (29.83 PSI) en promedio, la ficha técnica del fluxómetro seleccionado funciona a una presión de 20 a 80 PSI. El punto a considerar debe ser el de mayor altura y se encuentra en el punto más desfavorable hidráulicamente, ubicado en el último piso o en la cubierta.

Durante el recorrido de la ruta crítica se deben ir incorporando las unidades de los demás tramos de tubería que están prestando servicio. En este proceso se cuentan los diferentes tipos de aparatos, para cada uno de los cuales se asignan las unidades de suministro correspondientes. Para definir el diámetro de la tubería se obtiene el caudal según las unidades. Además, se debe tener en cuenta la longitud de tubería de cada tramo, con el fin de multiplicarlas por el valor de las pérdidas unitarias (obtenido de la gráfica de HAZEN WILLIAMS para PVC).

El diseño de las redes que se encuentran por fuera de la ruta crítica es realizado asumiendo diámetros, y comprobando pérdida y velocidad, mediante la ecuación de HAZEN – WILLIAMS.

3.3.6 Especificaciones del equipo de presión para agua potable:

Las especificaciones de las Bombas requieren definir una potencia y una eficiencia.

El NPSH se calcula mediante la aplicación de la ecuación de Bernoulli entre el punto de succión y el punto de entrada del flujo a la bomba, tomando presiones absolutas. Mediante la aplicación de dicha ecuación, se tiene que:

Ecuación 3. Cálculo del NPSH.

$$NPSH = \frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} + \frac{P_{atm}}{\gamma} - \frac{P_{Cavitación\ agua}}{\gamma}$$

Para el cálculo de las longitudes equivalentes por accesorios y diámetros de succión se tiene la siguiente tabla.

Tabla 3-3. Tabla de longitudes equivalentes de accesorios.

Accesorio	Le (Longitud equivalente) por diametro de succión.								
	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6
VALVULA DE PIE	0,9	1,2	1,5	2,1	2,7	3,4	4,9	6,4	7,9
CODO 90	0,8	1,1	1,2	1,7	2,0	2,4	3,4	4,1	4,9
VALVULA DE BOLA	7,9	10,7	13,0	16,8	21,3	24,4	35,1	42,7	48,8
REDUCTOR	0,3	0,3	0,3	0,6	0,6	0,9	1,2	1,2	2,1
Le (Total)	10,0	13,3	16,0	21,2	26,7	31,1	44,5	54,4	63,7

Fuente: Elaboración propia, recopilación de varios fabricantes.

3.3.7 Sistema de tratamiento de aguas lluvias:

El proyecto contempla la reutilización de aguas lluvias para el suministro de aparatos con fines no potables, este proceso parte desde el tanque de aguas crudas, cuya función es almacenar una reserva de agua pluvial recolectada en la cubierta, posteriormente la planta de tratamiento realiza la succión en el tanque de aguas crudas, después se realiza el proceso de tratamiento y descarga al tanque de agua tratada que tiene como función almacenar el agua ya para uso del sistema de suministro.

Tabla 3-4. Cálculo de caudal de planta de tratamiento.

Volumen tanque agua tratada	8,00 m3
Tiempo de llenado día de reserva	8,00 Horas
Tiempo estimado trasvase	4,00 Horas
% de volumen a reponer por consumo	50,00 %
Caudal estimado	3,00 m3 / h
Caudal estimado	0,83 lps

Fuente: Elaboración propia.

La planta para las tres estaciones se diseña para un caudal de 3,00 m3/h. El tratamiento requiere solo de un proceso de filtración (con arena, carbón activado y cartucho) y desinfección (dosificador con pastilla cloro), como la red de aguas tratadas no está diseñada para consumo, no aplica la normativa de agua potable, además el tipo de agua a tratar es pluvial exclusivamente, por tanto, tampoco aplica la normativa para el tratamiento de aguas residuales. El sistema se compone principalmente de los siguientes elementos.

Tabla 3-5. Sistema de tratamiento - componentes.

Sistema de tratamiento aguas lluvias			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UN	CANT
1	Motobomba centrífuga de 1HP	Un	2.0
2	Filtro estructural de arena sílice de 18X65" con válvula manual	Un	1.0
3	Filtro estructural de carbón activado de 18X65" con válvula manual	Un	1.0
4	Filtro de cartucho de 20micras	Un	1.0
5	Dosificador de cloro en línea por pastilla	Un	1.0
6	Válvula solenoide de 1"	Un	1.0
7	Flotadores Mínima-Máxima	Un	1.0
8	Tablero de automatización y control	Un	1.0

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Algunos de estos elementos pueden estar sujetos a cambios de acuerdo al proveedor final del sistema de tratamiento.

Las características de los componentes son los siguientes:

- Motobomba centrífuga de 1HP.**
Esta bomba succiona el agua de lluvias desde el tanque de agua cruda, y descargar al tanque de agua tratada, teniendo que pasar a presión por el filtro de arena, el filtro de carbón activado, el filtro de cartucho y el dosificador de cloro para poder llegar al tanque.

- **Filtro de Arena.**

El agua es enviada a presión a través del filtro de arena silice, que permite de manera rápida y segura realizar labores de filtración. Este filtro está conformado por un tanque de plástico con refuerzo en fibra de vidrio.

Este filtro disminuye sólidos suspendidos de origen orgánico de hasta 280 micras presentes en el agua.

- **Filtro de carbón activado.**

Después del filtro de arena, el agua continua su recorrido a presión a través del filtro de carbón activado, que también permite de manera rápida y segura realizar labores de filtración. Este filtro está conformado por un tanque de plástico con refuerzo en fibra de vidrio y se encarga de disminuir la turbiedad y el color aparente, también es fundamental para mejorar parámetros de olor y sabor en el agua.

- **Filtro de cartucho.**

Después de pasar por los filtros de arena y carbón activado, el agua continua su recorrido a presión por el filtro de cartucho para retirar sólidos que hayan quedado y que sean superiores a 15 micras.

- **Dosificador de cloro.**

Una vez filtrada el agua, el dosificador se encargará de la desinfección de esta, las tabletas de cloro liberaran una cantidad de cloro activo o color (70%) proporcional al flujo a través de un dorador.

- **Válvula Solenoide + Flotador de niveles.**

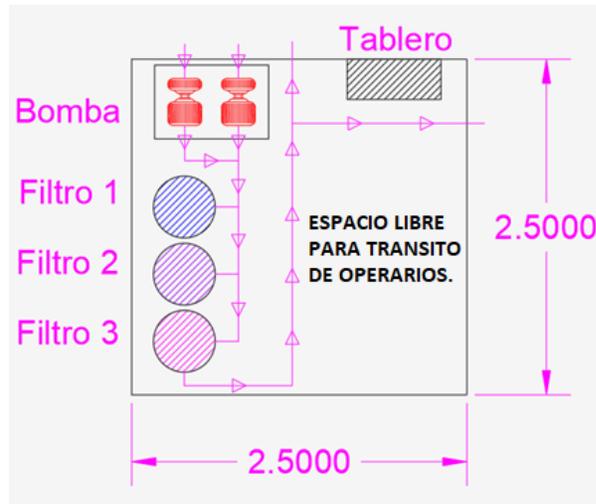
El tanque de agua tratada requiere de un suministro de agua potable, que pueda suplir el suministro al tanque cuando hay un déficit de agua lluvia disponible y por tanto el tanque se encuentre por debajo de su nivel mínimo, la válvula incluye flotador de niveles máximo/mínimo.

- **Tablero de control.**

Para el correcto funcionamiento del equipo, se requiere un tablero de control compatible con los flotadores de nivel, la función del tablero será prender el equipo de bombeo de la planta cuando sea necesario y abrir la válvula correspondiente de acuerdo al nivel del tanque.

En los cuartos de bombas de las tres estaciones se dispuso de un área de 4.00 m² para la instalación del sistema de tratamiento de aguas pluviales, este espacio es suficiente para contener los elementos de mayor tamaño, en donde sobresalen tres filtros de 18" (0.46 m), una motobomba de aproximadamente (0.25x0.35) m, y un tablero de control de (0.70x0.50x0.30) m, de igual forma se incluye espacio suficiente para el tránsito libre del operario.

Figura 3-1. Esquema de disposición de espacio para tratamiento de aguas lluvias.



Fuente: Elaboración propia.

La **Figura 3-2** es un esquema de disposición de espacio, la distribución final puede variar de acuerdo a la arquitectura de cada estación y la disposición o necesidad del recorrido libre que está incluido en el área reservada para el tratamiento.

3.3.8 Cálculo de la red interna de agua potable.

El proyecto cuenta con diferentes baterías de baños distribuidos en todos los pisos. La red interna y externa del proyecto se construirá en PVC presión, mientras que la distribución del cuarto de bombas se construirá en PVC SCH 80 - ALTA PRESION.

La red de agua caliente se diseñó en CPVC y solo se dispondrá para las duchas del baño-vestier de cada estación, cada calentador tendrá un solo punto hidráulico que alimentar.

3.4 ESTACIÓN PORTAL 20 DE JULIO

3.4.1 Características constructivas de los tanques.

Para la construcción del tanque se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- **VOLUMEN REQUERIDO:** Según NTC 1500, 2020 (CODIGO COLOMBIANO DE FONTANERIA), 2020, Art. 6.6.2. El volumen útil del tanque de reserva debe garantizar por lo menos el abastecimiento de agua para un día de servicio.

- **TIEMPO DE LLENADO:** El tanque para consumo tendrá una boca de alimentación de $\varnothing 1''$, con un tiempo de llenado no mayor a 12 horas según NTC 1500, 2020. (CODIGO COLOMBIANO DE FONTANERIA), 2020, Art. 6.6.4. ($Q_{\text{entrada}} = 2.06 \text{ L/s}$), velocidad: 1.37m/s.
- **VENTANA DE INSPECCIÓN:** Dimensiones 70 x 70 cm. se encuentra ubicada en la parte superior de los tanques cerca a la acometida para inspección y reparación de la misma.
- **PENDIENTADO:** La superficie interior del tanque cuenta con un pendiente de 5%, que facilita el movimiento del agua en la dirección del cárcamo de succión.
- **CÁRCAMO DE SUCCIÓN:** Está ubicado en la succión de las bombas. Ancho: 0.40 m Profundidad: 0.60 m.
- **MUROS DEL TANQUE:** Construidos en concreto reforzado.
- **LAVADO:** Se realizará por gravedad a través de una tubería de 3".
- **REBOSE:** En caso de falla del sistema del flotador que controla el flujo de agua hacia el interior del tanque se tendrá un rebose a 15cm sobre la lámina máxima de agua del tanque a través de la ventana de inspección lateral, la cual vierte directamente al cárcamo de desagüe para la disposición final hacia la red de aguas residuales.

3.4.2 Dimensionamiento del tanque para consumo de agua potable.

- Definición de áreas para dimensionamiento de suministro de agua.

A continuación, se relacionan las áreas tomadas según el uso dispuesto, como lo indica la norma:

Figura 3-2. Áreas por uso (Estación 1).



Convenciones: ■ Áreas comerciales (Oficinas), ■ Áreas comerciales (Locales), ■ Áreas población flotante.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-6. Detalle de áreas por uso (Estación 1).

Detalle de áreas de uso comercial (oficinas).			
Nivel	ID	Descripción	Area
Nvl1	O-01	Sala reuniones y oficina jefe de estación	130,00 m2
	O-02	Oficina de control y seguridad	6,00 m2
	O-03	Operador alimentadores y porteria	40,00 m2
Nvl2	O-04	Oficina transmilenio	80,00 m2
	O-05	Oficina interventoria	40,00 m2
	O-06	Oficina operador	50,00 m2
	O-07	Area de control general	120,00 m2
	O-08	Area de capacitacion	40,00 m2
Nvl3	O-09	Enfermeria + baño + rescate	40,00 m2
	O-10	Cuarto de control y potencias	12,00 m2
Area total			558,00 m2
Area de diseño: Uso comercial (oficinas)			600,00 m2
Detalle de áreas de uso población flotante			
Nivel	ID	Descripción	Area
Nvl 3	P-01	Zona de Abordaje	400,00 m2
Area total			400,00 m2
Area de diseño: Uso población flotante			600,00 m2

Fuente: Elaboración propia.

- Cálculo de volumen del tanque de almacenamiento de agua potable.

Tabla 3-7. Volumen de almacenamiento Agua Potable Estación 1

VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO AGUA POTABLE SEGÚN USO DEL AGUA			
Tipo de uso		Item	Valor
Uso comercial (Oficinas)	q	Area [m ²]	600
		Consumo de agua [L/m ² /día]	20
		Caudal [L/día]	12000
	t	tiempo de reserva [días]	1
	v	Volumen requerido [L]	12000
Uso comercial (Locales comerciales)	q	Area [m ²]	0
		Consumo de agua [L/m ² /día]	6
		Caudal [L/día]	0
	t	tiempo de reserva [días]	1
	v	Volumen requerido [L]	0
Uso por población flotante (Persona por m ²)	q	Area [m ²]	600
		Consumo de agua [L/m ² /día]	6
		Caudal [L/día]	3600
	t	tiempo de reserva [días]	1
	v	Volumen requerido [L]	3600
Volumen de almacenamiento requerido total [L]			15600,0
Volumen de almacenamiento requerido total [m ³]			15,6
Volumen de diseño tanque de agua potable [m ³]			16,0

Fuente: Elaboración propia.

Para un día de reserva se necesitará de un volumen de almacenamiento de **16.00 m³**.

3.4.3 Dimensionamiento del tanque para consumo de agua tratada.

Para el dimensionamiento del tanque de agua tratada se tiene en cuenta un coeficiente de porcentaje estimado de consumo, definido por criterio propio en base a la experiencia previa en este tipo de proyectos, ya que la normativa nacional no contempla una proporción definida para el uso de aguas reutilizadas.

De acuerdo a lo anterior el tanque de agua tratada se dimensiona bajo un porcentaje estimado del 40% del volumen del tanque de agua potable, sin reducir este porcentaje al volumen de agua potable dispuesto para consumo de un día, de esta forma se tiene un volumen de agua tratada adicional al volumen potable.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

Tabla 3-8. Volumen de almacenamiento Agua Tratada Estación 1.

VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO AGUA TRATADA			
Tipo de uso		Ítem	Valor
Uso para reutilización	V (p)	Volumen de diseño tanque de agua potable [m3/día]	16
	C	Porcentaje estimado de consumo	40%
	t	tiempo de reserva [días]	1
Volumen de almacenamiento requerido total por día [m3]			6,4
Volumen de diseño tanque de agua tratada [m3]			7,0

Fuente: Elaboración propia.

Para un día de reserva se necesitará de un volumen de almacenamiento de 7.0 m3.

3.4.4 Dimensionamiento del tanque recolección de aguas lluvias.

El dimensionamiento del tanque de aguas lluvias se realiza en base al suministro requerido de agua tratadas y no por normativa de retención y amortiguación de aguas pluviales, como se explica en el capítulo 4 de este informe, por tanto, el criterio de dimensionamiento está en términos del suministro de agua y no del desagüe de lluvias.

Para el cálculo del volumen de agua pluvial retenida para reutilización se estima un volumen de reserva adicional de 2 días sobre el volumen de agua tratada.

- **Cálculo tanque de almacenamiento de recolección de aguas lluvias ESTACION 1:** Para un día de reserva se necesitará de un volumen de almacenamiento de 14 m3.

Tabla 3-9. Volumen de almacenamiento Agua Cruda Estación 1.

VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO AGUA CRUDA			
Tipo de uso		Ítem	Valor
Uso para reutilización	V (t)	Volumen de diseño tanque de agua tratada [m3/día]	7
	t	tiempo de reserva [días]	2
Volumen de almacenamiento requerido total por día [m3]			14,0
Volumen de diseño tanque de agua cruda [m3]			14,0

Fuente: Elaboración propia.

3.4.5 Cálculo de la acometida en estación 20 de Julio.

Para el llenado del tanque de reserva del proyecto, se estima una acometida de 80 m de longitud que inicia sobre la calle 30 A Sur hasta llegar al llenado de los tanques. No se manejan acometidas independientes ya que con la misma acometida se suministra el llenado de los tanques.

Para el cálculo de la acometida, la cual se calcula para el llenado del tanque de agua fría potable, agua fría tratada y tanque de incendio se toman como base los siguientes parámetros.

Tabla 3-10. *Parámetros iniciales de llenado de tanques - Estación 20 de Julio.*

	TANQUE AFP	TANQUE AFT	TANQUE INCENDIO
Tiempo de Llenado:	8 horas	8 horas	8 horas
Volumen Almacenado:	16 m³	7 m³	52 m³
Caudal de Llenado:	0,56 L/s	0,24 L/s	1,81 L/s
Longitud Acometida:	80,00 m	80,00 m	80,00 m
Long. Equiv. Acom.:	144,00 m	144,00 m	144,00 m
Presión en la red:	15,00 m	15,00 m	15,00 m
Presión residual en el flotador:	2,00 m	2,00 m	2,00 m
Perdida del medidor	2,00 m	2,00 m	2,00 m
Perdida Unitaria (J):	0,08 m/m	0,08 m/m	0,08 m/m
C (Hazen Williams):	150	150	150

Fuente: Elaboración propia.

ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
MOVILIDAD
Instituto de Desarrollo Urbano

Una vez se conocen los anteriores parámetros se calcula el diámetro requerido que cumpla con dichas condiciones por medio de la **ecuación 2**, método de Hazen Williams.

Tabla 3-11. Cálculo de la Acometida - Estación 20 de Julio

ACOMETIDA GENERAL							
Diámetro Requerido:	0,027	m					
Diámetro Interno Req.:	0,0285	m	=	1	pulg		
Diámetro Interno Dis.:	1	pulg	=	0,0285	m	Velocidad:	1,25 m/s
Diámetro de Diseño:	1 1/2 pulg						
Medidor tipo:	Volumetrico		Caudal Nom.	3,50 m ³ /h		Presión Max.	16,00 Bar
Diametro Medidor:	1	pulg	Caudal Min.	0,07 m ³ /h		Caudal Max.	7,00 m ³ /h
ACOMETIDA TANQUE AGUA POTABLE							
Diámetro Requerido:	0,024	m					
Diámetro Interno Req.:	0,0285	m	=	1	pulg		
Diámetro Interno Dis.:	1	pulg	=	0,0285	m	Velocidad:	0,87 m/s
Diámetro de Diseño:	1 pulg						
Medidor tipo:	Volumetrico		Caudal Nom.	3,50 m ³ /h		Presión Max.	16,00 Bar
Diametro Medidor:	1	pulg	Caudal Min.	0,07 m ³ /h		Caudal Max.	7,00 m ³ /h
ACOMETIDA TANQUE INCENDIO							
Diámetro Requerido:	0,037	m					
Diámetro Interno Req.:	0,0381	m	=	1 1/4	pulg		
Diámetro Interno Dis.:	1 1/2	pulg	=	0,0437	m	Velocidad:	1,20 m/s
Diámetro de Diseño:	1 1/2 pulg						
Medidor tipo:	Volumetrico		Caudal Nom.	3,50 m ³ /h		Presión Max.	16,00 Bar
Diametro Medidor:	1	pulg	Caudal Min.	0,07 m ³ /h		Caudal Max.	7,00 m ³ /h
ACOMETIDA TANQUE AGUA TRATADA							
Diámetro Requerido:	0,017	m					
Diámetro Interno Req.:	0,0218	m	=	3/4	pulg		
Diámetro Interno Dis.:	1	pulg	=	0,0285	m	Velocidad:	0,38 m/s
Diámetro de Diseño:	1 pulg						
Medidor tipo:	Volumetrico		Caudal Nom.	3,50 m ³ /h		Presión Max.	16,00 Bar
Diametro Medidor:	1	pulg	Caudal Min.	0,07 m ³ /h		Caudal Max.	7,00 m ³ /h

Fuente: Elaboración propia.

La acometida principal que suministra a toda la estación para el llenado de los tanques de suministro y de incendio será en 1 1/2" de diámetro en PVC RDE 21, con un medidor totalizador volumétrico DN 25 (1"), R-400, Qn = 3,50 m³/h y Qmax = 7,00 m³/h, el cual cumple para un caudal de 1.81 LPS (6,5 m³/h). Después del medidor totalizador se tendrá una acometida al tanque de agua potable (Medidor Volumétrico de DN 25 (1"), R-400, Qn = 3,50 m³/h y Qmax = 7,00 m³/h)., y tanque de incendio (Medidor Volumétrico de DN 25 (1"), R-400, Qn = 3,50 m³/h y Qmax = 7,00 m³/h).

3.4.6 Ruta crítica de agua potable.

Para el cálculo de la red de suministro de agua potable se tiene en cuenta todos los aparatos de consumo, a excepción de los aparatos sanitarios como inodoros y orinales, y redes externas de llaves manguera para riego.

La relación de aparatos y puntos hidráulicos se encuentra en el **Anexo 1. IDU-1630-2020-CS-ES1-RH-MEM-HS-0.**

Tabla 3-12. Cálculo de la ruta crítica de agua potable – Estación 1.

RUTA CRÍTICA 2 AGUA FRIA POTABLE (RUTA DE DISEÑO)														
TRAMO	UNIDADES ACUMULADAS	UNIDADES	CAUDAL [lps]	DIAMETRO		VELOCIDAD [m/s]	LONGITUD			PERDIDAS		ΔZ [m]	PRESION FINAL [psi]	
				NOMINAL [pulg]	INTERNO [m]		REAL [m]	EQUIV. [m]	TOTAL [m]	J [m/m]	Hf [m]			
1 - 2	5,25	5,25	0,32	1/2	0,017	1,48	7,20	2,16	9,36	0,16	1,87	-2,70	21,00	29,83
2 - 3	5,25	0,00	0,32	1/2	0,017	1,48	4,30	1,29	5,59	0,16	2,27	9,00	31,44	44,66
3 - 4	5,25	0,00	0,32	1/2	0,017	1,48	20,40	6,12	26,52	0,16	4,12	0,00	35,56	50,51
4 - 5	13,50	8,25	0,66	1	0,028	1,04	6,55	1,97	8,52	0,04	0,37	0,00	35,93	51,04
5 - 6	16,50	3,00	0,79	1	0,028	1,24	1,20	0,36	1,56	0,06	0,09	0,00	36,02	51,16
6 - 7	26,25	9,75	1,17	1	0,028	1,84	0,85	0,26	1,11	0,12	0,14	0,00	36,16	51,36
7 - 8	30,75	4,50	1,29	1 1/2	0,044	0,86	1,20	0,36	1,56	0,02	0,03	0,00	36,19	51,41
8 - 9	36,75	6,00	1,47	1 1/2	0,044	0,98	3,50	1,05	4,55	0,02	0,11	0,00	36,30	51,56
9 - 10	42,75	6,00	1,61	1 1/2	0,044	1,07	2,40	0,72	3,12	0,03	0,09	0,00	36,39	51,69
10 - 11	57,75	15,00	2,02	2	0,055	0,86	1,40	0,42	1,82	0,01	0,04	0,40	36,83	52,32
11 - 12 *	N/A	N/A	2,26	2	0,055	0,97	14,00	4,20	18,20	0,02	0,40	4,30	41,53	58,99
TOTAL	57,75		2,26				63,00				9,53	11,00	41,53	58,99

* En tramo 11-12 se agrega el caudal requerido para el llenado del tanque de Agua tratada en caso de ser necesario.

RESUMEN	Detalle	Valor
	Total Unidades de la Red de Alta:	57,75 Unidades
	Caudal Red de Sum.:	2,26 LPS
	Longitud Total:	63,00 metros
	Perdidas H _f :	9,53 metros
	Presion Requerida en Red:	41,53 metros = 58,99 PSI

Fuente: Elaboración propia.

Con base en estos resultados, se obtiene que se debe proveer 57.75 unidades de Hunter equivalentes a un caudal de 2.02 L/s más un caudal adicional reservado para el llenado de tanque de aguas tratadas en caso de necesitarse de 0.24 L/s, para un total de 2.26 L/s con una presión de 41.53 m.c.a. o 58.99 PSI.

3.4.7 Ruta crítica de agua tratada.

Para el cálculo de la red de suministro de agua tratada se excluyen todos los aparatos de consumo, se incluyen solamente aparatos sanitarios como fluxómetros y orinales, y redes externas de llaves manguera para riego.

La relación de aparatos y puntos hidráulicos se encuentra en el **Anexo 1. IDU-1630-2020-CS-ES1-RH-MEM-HS-0.**

Tabla 3-13. Cálculo de la ruta crítica de agua tratada – Estación 1.

RUTA CRÍTICA AGUA FRÍA TRATADA (RUTA DE DISEÑO)														
TRAMO	UNIDADES ACUMULADAS	UNIDADES	CAUDAL [lps]	DIAMETRO		VELOCIDAD [m/s]	LONGITUD			PERDIDAS		ΔZ [m]	PRESIÓN FINAL	
				NOMINAL [pulg]	INTERNO [m]		REAL [m]	EQUIV. [m]	TOTAL [m]	J [m/m]	Hf [m]		[m]	[psi]
10' - 11'	2,25	2,25	0,19	1/2	0,017	0,88	4,30	1,29	5,59	0,06	0,40	1,10	21,00	29,83
11' - 12'	15,75	13,50	0,76	1	0,028	1,19	0,75	0,23	0,98	0,06	0,05	0,00	22,55	32,03
12' - 13'	15,75	0,00	0,76	1	0,028	1,19	0,00	0,00	0,00	0,06	0,35	6,20	29,10	41,34
13' - 14'	15,75	0,00	0,76	1	0,028	1,19	9,30	2,79	12,09	0,06	0,68	0,10	29,88	42,44
14' - 15'	53,75	38,00	1,89	2	0,055	0,81	0,00	0,00	0,00	0,01	0,11	8,30	38,29	54,39
15' - 16'	53,75	0,00	1,89	2	0,055	0,81	1,20	0,36	1,56	0,01	0,02	0,00	38,31	54,42
16' - 8'	56,00	2,25	1,96	2	0,055	0,84	4,40	1,32	5,72	0,01	0,08	0,35	38,74	55,03
8' - 9'	131,00	75,00	3,24	2 1/2	0,066	0,95	5,70	1,71	7,41	0,01	0,15	4,00	42,89	60,92
TOTAL	131,00		3,24				25,65				1,84	20,05	42,89	60,92

RESUMEN	Total Unidades de la Red de Alta:	131,00 Unidades
	Caudal Red de Sum.:	3,24 LPS
	Longitud Total:	25,65 metros
	Perdidas H _f :	1,84 metros
	Presión Requerida en Red:	42,89 metros = 60,92 PSI

Fuente: Elaboración propia.

Con base en estos resultados, se obtiene que se debe proveer 131 unidades de Hunter equivalentes a un caudal de 3.24 L/s con una presión de 42.89 m.c.a. o 60.92 PSI.

3.4.8 Cuarto de Bombas Agua Potable.

El cuarto de bombas se ubicará junto al tanque de almacenamiento, así que el equipo tendrá cabeza positiva, cada bomba tendrá succión independiente al tanque.

Se decidió trabajar con DOS bombas cada una trabajando para el 100% del caudal total. Esto es: **Q (100%) = 2.26 L/s**. Es decir, se tendrán 2 bombas suplementarias que se encenderán alternadamente para un desgaste equivalente en los equipos.

Cada bomba tendrá una succión individual hacia el tanque de $\varnothing=2''$ y una descarga individual de $\varnothing=2''$. La flauta de descarga deberá ser en $\varnothing=2''$.

Tabla 3-14. Cálculo cabeza dinámica total equipo de presión potable.

CALCULO DE LA CABEZA DINAMICA TOTAL			
Parámetros de la Red.			
Presión en punto crítico:	21,00	m	
Pérdidas en la descarga:	9,53	m	
Altura estática en la descarga:	11,00	m	
Presión necesaria en la descarga:	41,53	m	
Altura estática en la succión :	2,00	m	
Parámetros de la Succión.			
Longitud de tubería	2,00	m	
Longitud equivalente.	21,19	m	
Longitud total	23,19	m	
Diámetro succión «pulgadas»	2,00	pulg.	
Porcentaje de Fraccionamiento en la succión:	100%		
Se instalarán 2,00 dos bombas, cada una con la capacidad de suministrar el 100% del Caudal Total del sistema:			
$Q_{\text{por bomba}}$:	2,26	lps	
Con Q [lps] =	2,26	$C = 120$	D [pulg] = 2,0 las pérdidas unitarias y la velocidad son:
$J =$	0,0379	m/m	$V = 1,12$ m/s
Para el cálculo de la Cabeza Dinámica Total:			
$H_f =$	0,88	m	
$P_{\text{desc.}} =$	41,53	m	
$Z_{\text{desc.}} =$	2,00	m	
C.D.T. =	44,41	m.c.a.	
CABEZA DINÁMICA TOTAL DE DISEÑO =	45,00	m.c.a.	= 64 psi
POTENCIA DEL EQUIPO			
$P = \frac{Q \times \varphi \times H_B}{76 \times n}$			P : Potencia útil del equipo [H.P.] Q : Caudal por Bomba [lps] = 2,26 φ : Peso específico del Agua = 1,00 H_B : Cabeza Dinámica Total [m] = 45,00 n : Eficiencia del equipo = 60%
$P =$	2,23	H.P.	
POTENCIA TOTAL DE DISEÑO/BOMBA =	3,00	H.P.	
POTENCIA TOTAL DEL EQUIPO DE BOMBEO =	6,00	H.P.	

Fuente: Elaboración propia.

3.4.9 Cuarto de bombas agua tratada.

El cuarto de bombas para agua tratada compartirá el mismo espacio del de potable, se ubicará junto al tanque de almacenamiento, así que el equipo tendrá cabeza positiva, cada bomba tendrá succión independiente al tanque.

Se decidió trabajar con DOS bombas cada una trabajando para el 100% del caudal total. Esto es: **Q (100%) = 3.24 L/s**. Es decir, se tendrán 2 bombas suplementarias que se encenderán alternadamente para un desgaste equivalente en los equipos.

Cada bomba tendrá una succión individual hacia el tanque de $\varnothing=3''$ y una descarga individual de $\varnothing=3''$. La flauta de descarga deberá ser en $\varnothing=3''$.

Tabla 3-15. Cálculo cabeza dinámica total equipo de presión agua tratada.

CALCULO DE LA CABEZA DINAMICA TOTAL

Parámetros de la Red.

Presión en punto crítico:	21,00	m
Pérdidas en la descarga:	1,84	m
Altura estática en la descarga:	20,05	m
Presión necesaria en la descarga:	42,89	m
Altura estática en la succión :	2,00	m

Longitud equivalente para succión de $\varnothing 3$	
Accesorio	Le (Long. Equivalente)
VALVULA DE PIE	3,4
CODO 90	2,4
VALVULA DE BOLA	24,4
REDUCTOR	0,9
Le (Total)	31,1

Parámetros de la Succión.

Longitud de tubería	2,50	m
Longitud equivalente.	31,08	m
Longitud total	33,58	m
Diámetro succión «pulgadas»	3,00	pulg.

Porcentaje de Fraccionamiento en la succión: 100%

Se instalarán 2,00 dos bombas, cada una con la capacidad de suministrar el 100% del Caudal Total del sistema:

$Q_{\text{por bomba}} = 3,24$ lps

Con Q [lps] = 3,24 $C = 120$ D [pulg] = 3,0 las pérdidas unitarias y la velocidad son:
 $J = 0,0103$ m/m $V = 0,71$ m/s

Para el cálculo de la Cabeza Dinámica Total:

$H_f = 0,34$ m
 $P_{\text{desc.}} = 42,89$ m
 $Z_{\text{desc.}} = 2,00$ m
C.D.T. = 45,23 m.c.a.

CABEZA DINÁMICA TOTAL DE DISEÑO = 46,00 m.c.a. = 65 psi

POTENCIA DEL EQUIPO

$$P = \frac{Q \times \varphi \times H_B}{76 \times n}$$

P : Potencia útil del equipo [H.P.]

Q : Caudal por Bomba [lps] = 3,24

φ : Peso específico del Agua = 1,00

H_B : Cabeza Dinámica Total [m] = 46,00

n : Eficiencia del equipo = 60%

P = 3,27 H.P.

POTENCIA TOTAL DE DISEÑO/BOMBA = 4,00 H.P.

POTENCIA TOTAL DEL EQUIPO DE BOMBE = 8,00 H.P.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.10 Especificaciones del equipo de presión para agua potable:

Las especificaciones de las Bombas son las siguientes:

- **POTENCIA:** Cada bomba requiere una potencia de 3 HP trabajando al 100%
- **EFICIENCIA:** 60%

El NPSH se calcula mediante la aplicación de la ecuación de Bernoulli (**Ecuación 3. Cálculo del NPSH**) entre el punto de succión y el punto de entrada del flujo a la bomba, tomando presiones absolutas. Mediante la aplicación de dicha ecuación, se tiene que:

Tabla 3-16. Cálculo de la cabeza neta de succión disponible – Agua potable.

CALCULO DE LA CABEZA NETA DE SUCCION DISPONIBLE (N.P.S.H.) DEL SISTEMA													
NPSH =	$P_o - H_{SL} - P_v + \frac{V^2}{2g} + \frac{D_s}{2}$												
ALTITUD:	2700 metros sobre el nivel del mar												
P_o = Presión atmosférica	7,4 mca												
HSL = H_e + H_f de succión=	2,88 mca												
P_v = Presión de vapor	0,24 mca												
Q =Caudal total del sistema =	2,26 lps												
*T Agua =	20 °C												
Diámetro de succión =	2,0 pulgadas												
V =	1,12 m/s												
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%;">P_v:</td> <td style="width: 15%;">0,24</td> <td style="width: 15%;">metros</td> </tr> <tr> <td>Cabeza de velocidad</td> <td>0,06</td> <td>metros</td> </tr> <tr> <td>∅ succión/2</td> <td>0,03</td> <td>metros</td> </tr> <tr> <td>NPSH</td> <td>4,40</td> <td>m.c.a.</td> </tr> </table>		P _v :	0,24	metros	Cabeza de velocidad	0,06	metros	∅ succión/2	0,03	metros	NPSH	4,40	m.c.a.
P _v :	0,24	metros											
Cabeza de velocidad	0,06	metros											
∅ succión/2	0,03	metros											
NPSH	4,40	m.c.a.											

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados, el NPSH es 4,40 m. Con los datos obtenidos anteriormente, se realiza el cálculo del hidroacumulador:

Tabla 3-17. Cálculo de tanque hidroacumulador agua potable – estación 1.

CALCULO DE TANQUE HIDROACUMULADOR DE AGUA POTABLE			
DATOS			
POTENCIA	<input type="text" value="3,00"/>	H.P.	
CAUDAL TOTAL DE BOMBEO (QT) B.Lider	<input type="text" value="2,26"/>	LTS/SEG	
C.D.T. <input type="text" value="45,00"/> m.c.a.	=	<input type="text" value="64,13"/>	P.S.I.
RANGO DE PRESIONES			
PRESION INICIAL (Pa)	<input type="text" value="64"/>	P.S.I.	
PRESION FINAL (Pb)	<input type="text" value="84"/>	P.S.I.	
TIEMPO DE REGULACION (T)	<input type="text" value="1,2"/>	min	
	<input type="text" value="72"/>	seg	
CALCULOS			
CAUDAL DE DISEÑO DEL TANQUE:			
$QM = QT \times \text{[input value: 65]} \%$			
		=	<input type="text" value="1,47"/>
VOLUMEN DE REGULACION:			
$VR = QM \times T/4$			
		=	<input type="text" value="26"/>
VOLUMEN DEL TANQUE:			
$VT = VR \times \frac{Pb + 14,7 \text{ P.S.I.}}{Pb - Pa}$			
		=	<input type="text" value="131"/>
SE INSTALARA(N) <input type="text" value="1"/> TANQUE(S) HIDROACUMULADOR(ES)			
DE <input type="text" value="200"/> LTS DE CAPACIDAD (C/U)			

Fuente: Elaboración propia.

3.4.11 Especificaciones del equipo de presión para agua tratada:

Las especificaciones de las Bombas son las siguientes:

- POTENCIA: Cada bomba requiere una potencia de 4 HP trabajando al 100%
- EFICIENCIA: 60%

El NPSH se calcula mediante la aplicación de la ecuación de Bernoulli (**Ecuación 3. Cálculo del NPSH**) entre el punto de succión y el punto de entrada del flujo a la bomba, tomando presiones absolutas. Mediante la aplicación de dicha ecuación, se tiene que:

Tabla 3-18. Cálculo de la cabeza neta de succión disponible – Agua potable.

CALCULO DE LA CABEZA NETA DE SUCCION DISPONIBLE (N.P.S.H.) DEL SISTEMA	
NPSH =	$P_o - H_{sl} - P_v + \frac{V^2}{2g} + \frac{D_s}{2}$
ALTITUD:	2700 metros sobre el nivel del mar
Po = Presión atmosférica	9,8 mca
HSL = He + Hf de succión=	2,34 mca
Pv = Presión de vapor	0,24 mca
Q =Caudal total del sistema =	3,24 lps
*T Agua =	20 °C
Diámetro de succión =	3,0 pulgadas
V =	0,71 m/s
Pv:	0,24 metros
Cabeza de velocidad	0,03 metros
Ø succión/2	0,04 metros
NPSH	7,28 m.c.a.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados, el NPSH es 7,28 m. Con los datos obtenidos anteriormente, se realiza el cálculo del hidroacumulador:

Tabla 3-19. Cálculo de tanque hidroacumulador agua tratada – estación 1.

CALCULO DE TANQUE HIDROACUMULADOR DE AGUA TRATADA			
DATOS		CALCULOS	
POTENCIA	4,00 H.P.	CAUDAL DE DISEÑO DEL TANQUE:	$QM = QT \times 65 \% = 2,11 \text{ LTS/SEG}$
CAUDAL TOTAL DE BOMBEO (QT) B Lider	3,24 LTS/SEG	VOLUMEN DE REGULACION:	$VR = QM \times T/4 = 38 \text{ LTS}$
C.D.T. 45,23 m.c.a. =	64,46 P.S.I.	VOLUMEN DEL TANQUE:	$VT = VR \times \frac{Pb + 14,7 \text{ P.S.I.}}{Pb - Pa} = 187 \text{ LTS}$
RANGO DE PRESIONES		SE INSTALARA(N) 1 TANQUE(S) HIDROACUMULADOR(ES)	
PRESION INICIAL (Pa)	64 P.S.I.	DE 200 LTS DE CAPACIDAD (C/U)	
PRESION FINAL (Pb)	84 P.S.I.		
TIEMPO DE REGULACION (T)	1,2 min		
	72 seg		

Fuente: Elaboración propia.

3.4.12 Tablero de control para equipo de agua potable y agua tratada:

El Tablero de control y mando construido en lámina C.R. calibre 16 y 18, con tratamiento anticorrosivo y acabado final en esmalte, totalmente ensamblado, cableado y probado por el fabricante según NORMAS que consta de:

(4) Variadores electrónicos de velocidad a 220 Voltios marca MITSUBISHI o similar para operación de un sistema de cuatro (4) electrobombas de 20 HP, con alternación automática, presión constante y caudal variable, con las características técnicas descritas más adelante. Existirá un hidro acumulador, el cual operará continuamente para mantener la presión en el conjunto durante períodos de baja demanda. Cuando las necesidades del caudal aumentan, sale de servicio este hidro acumulador e inicia las bombas en alternancia, para requerimientos pico pueden estar prendidas las dos bombas.

Se recomienda programar que las bombas instaladas realicen alternativamente las anteriores funciones con el fin de que ninguna de las bombas permanezca en desuso por largo tiempo.

Para garantizar un óptimo servicio, el tablero de control se diseña para hacer funcionar la siguiente bomba de acuerdo con la secuencia si la primera y/o segundas bombas fallan eléctricamente. Todas las fallas serán indicadas en el tablero por una luz piloto.

3.4.13 Calculo red de agua caliente y calentador.

La red de agua caliente se diseñó en CPVC y solo será para las duchas del baño-vestier de cada estación, cada calentador tendrá un solo punto hidráulico que alimentar, en la estación 1 se dispondrá de dos (2) calentadores, uno para cada ducha, la distancia entre calentador y el punto de suministro es de 5.00 metros.

Para suministra al punto se requiere un caudal de 3.79 L/min, cada calentador a utilizar tiene una capacidad de 6 L/min y una potencia de 8 KW.

Tabla 3-20. Capacidad calentador de agua - Estación 1.

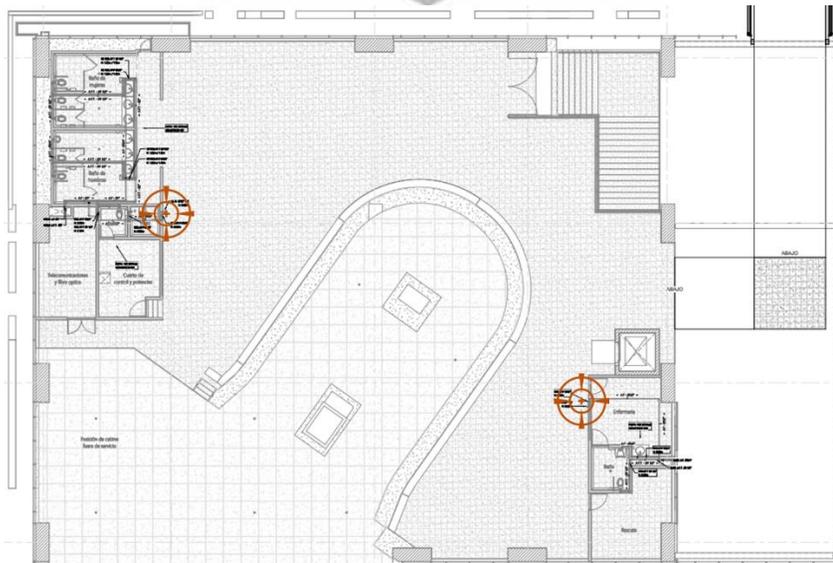
CAUDAL PUNTO AGUA CALIENTE DUCHA	3,79 L/min
CAUDAL CALENTADOR ELECTRICO P=8 kw	6,00 L/min
DISTANCIA - CALENTADOR A PUNTO (Max 15 m)	5,00 m
CAPACIDAD DE CALENTADOR	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

3.4.14 Puntos hidráulicos de servicios.

En el diseño se incluyen puntos hidráulicos de conexión de llave manguera, los cuales se encuentra ubicados en las zonas de abordaje y acceso de la estación.

Figura 3-3. Ubicación de puntos hidráulicos de servicios - 20 de Julio.



Fuente: Elaboración propia.

La proyección de los puntos hidráulicos identificados en la figura anterior se encuentran en el plano DIRHIP 03.

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering</p>
---	--	---

3.5 ESTACIÓN LA VICTORIA

3.5.1 Características constructivas de los tanques.

Para la construcción del tanque se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- **VOLUMEN REQUERIDO:** Según NTC 1500, 2020 (CODIGO COLOMBIANO DE FONTANERIA), 2020, Art. 6.6.2. El volumen útil del tanque de reserva debe garantizar por lo menos el abastecimiento de agua para un día de servicio.
- **TIEMPO DE LLENADO:** El tanque para consumo tendrá una boca de alimentación de $\varnothing 1''$, con un tiempo de llenado no mayor a 12 horas según NTC 1500, 2020. (CODIGO COLOMBIANO DE FONTANERIA), 2020, Art. 6.6.4. ($Q_{\text{entrada}} = 2.06 \text{ L/s}$), velocidad: 1.37m/s.
- **VENTANA DE INSPECCIÓN:** Dimensiones 70 x 70 cm. se encuentra ubicada en la parte superior de los tanques cerca a la acometida para inspección y reparación de la misma.
- **PENDIENTADO:** La superficie interior del tanque cuenta con un pendientado de 5%, que facilita el movimiento del agua en la dirección del cárcamo de succión.
- **CÁRCAMO DE SUCCIÓN:** Está ubicado en la succión de las bombas. Ancho: 0.40 m Profundidad: 0.60 m.
- **MUROS DEL TANQUE:** Construidos en concreto reforzado.
- **LAVADO:** Se realizará por gravedad a través de una tubería de 3".
- **REBOSE:** En caso de falla del sistema del flotador que controla el flujo de agua hacia el interior del tanque se tendrá un rebose a 15cm sobre la lámina máxima de agua del tanque a través de la ventana de inspección lateral, la cual vierte directamente al cárcamo de desagüe para la disposición final hacia la red de aguas residuales.

3.5.2 Dimensionamiento del tanque para consumo de agua potable.

- **Definición de áreas para dimensionamiento de suministro de agua.**

A continuación, se relacionan las áreas tomadas según el uso dispuesto, como lo indica la norma:

Figura 3-4. Áreas por uso (Estación 2).



Convenciones: ■ Áreas comerciales (Oficinas), ■ Áreas comerciales (Locales), ■ Áreas población flotante.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-5. Detalle de áreas por uso (Estación 2).

Detalle de áreas de uso comercial (oficinas).			
Nivel	ID	Descripción	Área
Nvl2	O-01	Enfermería	10,00 m ²
	O-02	Policía	20,00 m ²
	O-03	Atención cliente	35,00 m ²
Nvl3	O-04	Operador	40,00 m ²
	O-05	Interventor	35,00 m ²
	O-06	Reuniones	45,00 m ²
Nvl4	O-07	Oficinas abordaje 1	35,00 m ²
	O-08	Oficinas abordaje 2	45,00 m ²
Área total			265,00 m²
Área de diseño: Uso comercial (oficinas)			300,00 m²
Detalle de áreas de uso población flotante			
Nivel	ID	Descripción	Área
Nvl3	P-01	Acceso a estación	200,00 m ²
Nvl4	P-02	Abordaje	310,00 m ²
	P-03	Abordaje	200,00 m ²
Área total			710,00 m²
Área de diseño: Uso población flotante			800,00 m²
Detalle de áreas de uso comercial (Locales).			
Nivel	ID	Descripción	Área
Nvl1	L-01	Zonas disponibles para comercio	300,00 m ²
	L-02	Zonas disponibles para comercio	920,00 m ²
Área total			1220,00 m²
Área de diseño: Uso población flotante			1300,00 m²

Fuente: Elaboración propia.

- **Cálculo de volumen del tanque de almacenamiento de agua potable.**

Tabla 3-21. Volumen de almacenamiento Agua Potable Estación 2.

VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO AGUA POTABLE SEGÚN USO DEL AGUA			
Tipo de uso		Item	Valor
Uso comercial (Oficinas)	Q	Area [m2]	300
		Consumo de agua [L/m2/dia]	20
		Caudal [L/dia]	6000
	t	tiempo de reserva [días]	1
	v	Volumen requerido [L]	6000
Uso comercial (Locales comerciales)	Q	Area [m2]	1300
		Consumo de agua [L/m2/dia]	6
		Caudal [L/dia]	7800
	t	tiempo de reserva [días]	1
	v	Volumen requerido [L]	7800
Uso por población flotante (Persona por m2)	Q	Area [m2]	800
		Consumo de agua [L/m2/dia]	6
		Caudal [L/dia]	4800
	t	tiempo de reserva [días]	1
	v	Volumen requerido [L]	4800
Volumen de almacenamiento requerido total [L]			18600
Volumen de almacenamiento requerido total [m3]			18,6
Volumen de diseño tanque de agua potable [m3]			19,0

MOVILIDAD
Fuente: Elaboración propia.
Instituto de Desarrollo Urbano

Para un día de reserva se necesitará de un volumen de almacenamiento de 19.00 m3.

3.5.3 Dimensionamiento del tanque para consumo de agua tratada.

Para el dimensionamiento del tanque de agua tratada se tiene en cuenta un coeficiente de porcentaje estimado de consumo, definido por criterio propio en base a la experiencia previa en este tipo de proyectos, ya que la normativa nacional no contempla una proporción definida para el uso de aguas reutilizadas.

De acuerdo a lo anterior el tanque de agua tratada se dimensiona bajo un porcentaje estimado del 40% del volumen del tanque de agua potable, sin reducir este porcentaje al volumen de agua potable dispuesto para consumo de un día, de esta forma se tiene un volumen de agua tratada adicional al volumen potable.

Tabla 3-22. Volumen de almacenamiento Agua Tratada Estación 2

VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO AGUA TRATADA			
Tipo de uso		Ítem	Valor
Uso para reutilización	V (p)	Volumen de diseño tanque de agua potable [m3/día]	19
	C	Porcentaje estimado de consumo	40%
	t	tiempo de reserva [días]	1
Volumen de almacenamiento requerido total por día [m3]			7,6
Volumen de diseño tanque de agua tratada [m3]			8,0

Fuente: Elaboración propia.

Para un día de reserva se necesitará de un volumen de almacenamiento de 8.0 m3.

3.5.4 Dimensionamiento del tanque recolección de aguas lluvias.

Tabla 3-23. Volumen de almacenamiento Agua Cruda Estación 2.

VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO AGUA CRUDA			
Tipo de uso		Ítem	Valor
Uso para reutilización	V (t)	Volumen de diseño tanque de agua tratada [m3/día]	8
	t	tiempo de reserva [días]	2
Volumen de almacenamiento requerido total por día [m3]			16,0
Volumen de diseño tanque de agua cruda [m3]			16,0

Fuente: Elaboración propia.

Para un día de reserva se necesitará de un volumen de almacenamiento de 14 m3.

3.5.5 Cálculo de la acometida en estación La Victoria.

Para el llenado del tanque de reserva del proyecto, se estima una acometida de 30 m de longitud que inicia sobre la calle 41 sur hasta llegar al llenado de los tanques. No se manejan acometidas independientes ya que con la misma acometida se suministra el llenado de los tanques.

Para el cálculo de la acometida, la cual se calcula para el llenado del tanque de agua fría potable, agua fría tratada y tanque de incendio se toman como base los siguientes parámetros.

Tabla 3-24. Parámetros iniciales de llenado de tanques - Estación La Victoria.

	TANQUE AFP	TANQUE AFT	TANQUE INCENDIO
Tiempo de Llenado:	8 horas	8 horas	8 horas
Volumen Almacenado:	19 m ³	8 m ³	52 m ³
Caudal de Llenado:	0,66 L/s	0,28 L/s	1,81 L/s
Longitud Acometida:	30,00 m	30,00 m	30,00 m
Long. Equiv. Acom.:	54,00 m	54,00 m	54,00 m
Presión en la red:	15,00 m	15,00 m	15,00 m
Presión residual en el flotador:	2,00 m	2,00 m	2,00 m
Perdida del medidor	2,00 m	2,00 m	2,00 m
Perdida Unitaria (J):	0,20 m/m	0,20 m/m	0,20 m/m
C (Hazen Williams):	150	150	150

Fuente: Elaboración propia.

Una vez se conocen los anteriores parámetros se calcula el diámetro requerido que cumpla con dichas condiciones por medio de la **ecuación 2**, método de Hazen Williams.

Tabla 3-25. Cálculo de la acometida - Estación La Victoria.

ACOMETIDA GENERAL					
Diámetro Requerido:	0,024	m			
Diámetro Interno Req.:	0,0285	m	=	1	pulg
Diámetro Interno Dis.:	1	pulg	=	0,0285	m
				Velocidad:	1,47 m/s
Diámetro de Diseño:	1 1/2	pulg			
Medidor tipo:	Volumetrico		Caudal Nom.	3,50 m ³ /h	Presión Max. 16,00 Bar
Diámetro Medidor:	1	pulg	Caudal Min.	0,07 m ³ /h	Caudal Max. 7,00 m ³ /h
ACOMETIDA TANQUE AGUA POTABLE					
Diámetro Requerido:	0,021	m			
Diámetro Interno Req.:	0,0218	m	=	3/4	pulg
Diámetro Interno Dis.:	1	pulg	=	0,0285	m
				Velocidad:	1,04 m/s
Diámetro de Diseño:	1	pulg			
Medidor tipo:	Volumetrico		Caudal Nom.	3,50 m ³ /h	Presión Max. 16,00 Bar
Diámetro Medidor:	1	pulg	Caudal Min.	0,07 m ³ /h	Caudal Max. 7,00 m ³ /h
ACOMETIDA TANQUE INCENDIO					
Diámetro Requerido:	0,030	m			
Diámetro Interno Req.:	0,0381	m	=	1 1/4	pulg
Diámetro Interno Dis.:	1 1/2	pulg	=	0,0437	m
				Velocidad:	1,20 m/s
Diámetro de Diseño:	1 1/2	pulg			
Medidor tipo:	Volumetrico		Caudal Nom.	3,50 m ³ /h	Presión Max. 16,00 Bar
Diámetro Medidor:	1	pulg	Caudal Min.	0,07 m ³ /h	Caudal Max. 7,00 m ³ /h
ACOMETIDA TANQUE AGUAT RATADA					
Diámetro Requerido:	0,015	m			
Diámetro Interno Req.:	0,0166	m	=	1/2	pulg
Diámetro Interno Dis.:	1	pulg	=	0,0285	m
				Velocidad:	0,44 m/s
Diámetro de Diseño:	1	pulg			
Medidor tipo:	Volumetrico		Caudal Nom.	3,50 m ³ /h	Presión Max. 16,00 Bar
Diámetro Medidor:	1	pulg	Caudal Min.	0,07 m ³ /h	Caudal Max. 7,00 m ³ /h

Fuente: Elaboración propia.

La acometida principal que suministra a toda la estación para el llenado de los tanques de suministro y de incendio será en 1 1/2" de diámetro en PVC RDE 21, con un medidor totalizador volumétrico DN 25 (1"), R-400, Qn = 3,50 m3/h y Qmax = 7,00 m3/h, el cual cumple para un caudal de 1.81 LPS (6,5 m3/h). Después del medidor totalizador se tendrá una acometida al tanque de agua potable (Sin medición), y tanque de incendio (Medidor Volumétrico de DN 25 (1"), R-400, Qn = 3,50 m3/h y Qmax = 7,00 m3/h). Posterior a la descarga del equipo de agua potable, la red tendrá medición independiente para la red general de la estación y para cada punto comerciales dispuesto a futuro en estación 2 y 3 (Medidor Volumétrico de DN 25 (1"), R-400, Qn = 3,50 m3/h y Qmax = 7,00 m3/h).

3.5.6 Ruta crítica de agua potable.

Para el cálculo de la red de suministro de agua potable se tiene en cuenta todos los aparatos de consumo, a excepción de los aparatos sanitarios como inodoros y orinales, y redes externas de llaves manguera para riego.

La relación de aparatos y puntos hidráulicos se encuentra en el **Anexo 2. IDU-1630-2020-CS-ES2-RH-MEM-HS-0.**

Tabla 3-26. Cálculo de la ruta crítica de agua potable – Estación 2.

RUTA CRÍTICA 3 AGUA FRIA POTABLE (RUTA DE DISEÑO)														
TRAMO	UNIDADES ACUMULADAS	UNIDADES	CAUDAL [lps]	DIAMETRO		VELOCIDAD [m/s]	LONGITUD			PERDIDAS		ΔZ [m]	PRESION FINAL	
				NOMINAL [pulg]	INTERNO [m]		REAL [m]	EQUIV. [m]	TOTAL [m]	J [m/m]	Hf [m]		[m]	[psi]
1 - 2	1,50	1,50	0,16	1/2	0,017	0,74	8,90	2,67	11,57	0,04	0,62	-2,80	18,82	26,73
2 - 3	5,25	3,75	0,32	3/4	0,022	0,86	2,30	0,69	2,99	0,04	0,12	0,00	18,94	26,90
3 - 4	9,00	3,75	0,47	1	0,028	0,74	1,00	0,30	1,30	0,02	0,03	0,00	18,97	26,95
4 - 5	9,00	0,00	0,47	1	0,028	0,74	0,00	0,00	0,00	0,02	0,12	5,10	24,19	34,36
5 - 6	12,00	3,00	0,57	1	0,028	0,89	0,00	0,00	0,00	0,03	0,10	3,10	27,39	38,91
6 - 7	15,75	3,75	0,76	1	0,028	1,19	0,00	0,00	0,00	0,06	0,21	3,80	31,40	44,60
7 - 8	15,75	0,00	0,76	1	0,028	1,19	5,60	1,68	7,28	0,06	0,41	0,00	31,81	45,18
8 - 9	39,00	23,25	1,51	1 1/2	0,044	1,01	3,80	1,14	4,94	0,02	0,12	0,00	31,93	45,36
9 - 10	40,50	1,50	1,56	1 1/2	0,044	1,04	3,30	0,99	4,29	0,03	0,11	0,00	32,04	45,51
10 - 10A	42,00	1,50	1,58	1 1/2	0,044	1,05	0,90	0,27	1,17	0,03	0,03	0,00	32,07	45,55
10A - 11	46,50	4,50	1,73	1 1/2	0,044	1,15	0,50	0,15	0,65	0,03	0,02	0,00	32,09	45,58
11 - 12	48,00	1,50	1,75	1 1/2	0,044	1,17	3,50	1,05	4,55	0,03	0,15	0,00	32,24	45,80
12 - 13	49,50	1,50	1,80	1 1/2	0,044	1,20	4,10	1,23	5,33	0,03	0,18	0,00	32,42	46,05
13 - 24	66,00	16,50	2,21	1 1/2	0,044	1,47	4,20	1,26	5,46	0,05	0,27	0,00	32,69	46,43
24 - 25	98,90	32,90	2,68	2	0,055	1,14	4,50	1,35	5,85	0,02	0,14	0,20	33,03	46,92
25 - 0 *	N/A	N/A	2,96	2	0,055	1,26	2,40	0,72	3,12	0,03	0,21	4,30	37,54	53,32
TOTAL	98,90		2,96				45,00				2,84	13,70	37,54	53,32

* En tramo 25-0 se agrega el caudal requerido para el llenado del tanque de Agua tratada en caso de ser necesario.

RESUMEN	Total Unidades de la Red de Alta:	98,90 Unidades
	Caudal Red de Sum.:	2,96 LPS
	Longitud Total:	45,00 metros
	Perdidas H _f :	2,84 metros
	Presion Requerida en Red:	37,54 metros = 53,32 PSI

Fuente: Elaboración propia.

Con base en estos resultados, se obtiene que se debe proveer 98.90 unidades de Hunter equivalentes a un caudal de 2.68 L/s más un caudal adicional reservado para el llenado de tanque de aguas tratadas en caso de necesitarse de 0.28 L/s, para un total de 2.96 L/s con una presión de 37.54 m.c.a. o 53.32 PSI.

3.5.7 Ruta crítica de agua tratada.

Para el cálculo de la red de suministro de agua tratada se excluyen todos los aparatos de consumo, se incluyen solamente aparatos sanitarios como fluxómetros y orinales, y redes externas de llaves manguera para riego.

La relación de aparatos y puntos hidráulicos se encuentra en el **Anexo 2. IDU-1630-2020-CS-ES2-RH-MEM-HS-0.**

Tabla 3-27. Cálculo de la ruta crítica de agua tratada – Estación 2.

RUTA CRÍTICA AGUA FRÍA TRATADA 3 (RUTA DE DISEÑO)														
TRAMO	UNIDADES ACUMULADAS	UNIDADES	CAUDAL [lps]	DIAMETRO		VELOCIDAD [m/s]	LONGITUD			PERDIDAS		ΔZ [m]	PRESION FINAL [psi]	
				NOMINAL [pulg.]	INTERNO [m]		REAL [m]	EQUIV. [m]	TOTAL [m]	J [m/m]	Hf [m]			
													21,00	29,83
19' - 20'	13,50	13,50	0,66	1	0,028	1,04	62,40	18,72	81,12	0,04	3,52	-1,00	23,52	33,41
20' - 21'	15,75	2,25	0,76	1	0,028	1,19	7,70	2,31	10,01	0,06	0,89	6,00	30,41	43,20
21' - 22'	27,75	12,00	1,20	1 1/2	0,044	0,80	0,00	0,00	0,00	0,02	0,17	10,70	41,28	58,64
22' - 23'	33,75	6,00	1,39	1 1/2	0,044	0,93	0,60	0,18	0,78	0,02	0,04	0,90	42,22	59,97
23' - 13'	45,75	12,00	1,70	2	0,055	0,73	1,70	0,51	2,21	0,01	0,02	0,00	42,24	60,00
13' - 0'	157,75	112,00	3,69	2 1/2	0,066	1,08	4,80	1,44	6,24	0,02	0,19	4,60	47,03	66,80
TOTAL	157,75		3,69				77,20				4,83	21,20	47,03	66,80

RESUMEN	Total Unidades de la Red de Alta:	157,75 Unidades
	Caudal Red de Sum.:	3,69 LPS
	Longitud Total:	77,20 metros
	Perdidas H _f :	4,83 metros
	Presion Requerida en Red:	47,03 metros = 66,80 PSI

Fuente: Elaboración propia.

Con base en estos resultados, se obtiene que se debe proveer 157.75 unidades de Hunter equivalentes a un caudal de 3.69 L/s con una presión de 47.03 m.c.a. o 66.80 PSI.

3.5.8 Cuarto de bombas agua potable.

El cuarto de bombas se ubicará junto al tanque de almacenamiento, así que el equipo tendrá cabeza positiva, cada bomba tendrá succión independiente al tanque.

Se decidió trabajar con DOS bombas cada una trabajando para el 100% del caudal total. Esto es: **Q (100%) = 2.96 L/s**. Es decir, se tendrán 2 bombas suplementarias que se encenderán alternadamente para un desgaste equivalente en los equipos.

Cada bomba tendrá una succión individual hacia el tanque de $\varnothing=3''$ y una descarga individual de $\varnothing=3''$. La flauta de descarga deberá ser en $\varnothing=3''$.

Tabla 3-28. Cálculo cabeza dinámica total equipo de presión potable.

CALCULO DE LA CABEZA DINAMICA TOTAL																	
Parámetros de la Red.																	
Presión en punto crítico:	21,00		m														
Pérdidas en la descarga:	2,84		m														
Altura estática en la descarga:	13,70		m														
Presión necesaria en la descarga:	37,54		m														
Altura estática en la succión :	2,00		m														
Parámetros de la Succión.																	
Longitud de tubería	2,00		m														
Longitud equivalente.	31,08		m														
Longitud total	33,08		m														
Diámetro succión «pulgadas»	3,00		pulg.														
Porcentaje de Fraccionamiento en la succión:		100%															
Se instalarán 2,00 dos bombas, cada una con la capacidad de suministrar el 100% del Caudal Total del sistema:																	
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Longitud equivalente para succión de Ø 3</th> </tr> <tr> <th>Accesorio</th> <th>Le (Long. Equivalente)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VALVULA DE PIE</td> <td style="text-align: center;">3,4</td> </tr> <tr> <td>CODO 90</td> <td style="text-align: center;">2,4</td> </tr> <tr> <td>VALVULA DE BOLA</td> <td style="text-align: center;">24,4</td> </tr> <tr> <td>REDUCTOR</td> <td style="text-align: center;">0,9</td> </tr> <tr> <td>Le (Total)</td> <td style="text-align: center;">31,1</td> </tr> </tbody> </table>				Longitud equivalente para succión de Ø 3		Accesorio	Le (Long. Equivalente)	VALVULA DE PIE	3,4	CODO 90	2,4	VALVULA DE BOLA	24,4	REDUCTOR	0,9	Le (Total)	31,1
Longitud equivalente para succión de Ø 3																	
Accesorio	Le (Long. Equivalente)																
VALVULA DE PIE	3,4																
CODO 90	2,4																
VALVULA DE BOLA	24,4																
REDUCTOR	0,9																
Le (Total)	31,1																
$Q_{\text{por bomba}}$:	2,96		lps														
Con Q [lps] =	2,96	$C = 120$	D [pulg] = 3,0 las perdidas unitarias y la velocidad son:														
$J =$	0,0086	m/m	$V =$ 0,65 m/s														
Para el cálculo de la Cabeza Dinámica Total:																	
$H_f =$	0,29		m														
$P_{\text{desc.}} =$	37,54		m														
$Z_{\text{desc.}} =$	2,00		m														
C.D.T. =	39,83		m.c.a.														
CABEZA DINÁMICA TOTAL DE DISEÑO =	40,00	m.c.a.	= 57 psi														
POTENCIA DEL EQUIPO																	
$P = \frac{Q \times \varphi \times H_B}{76 \times n}$	P : Potencia útil del equipo [H.P.] Q : Caudal por Bomba [lps] = 2,96 φ : Peso específico del Agua = 1,00 H_B : Cabeza Dinámica Total [m] = 40,00 n : Eficiencia del equipo = 60%																
$P =$	2,59		H.P.														
POTENCIA TOTAL DE DISEÑO/BOMBA =	3,00		H.P.														
POTENCIA TOTAL DEL EQUIPO DE BOMBEO =	6,00		H.P.														

Fuente: Elaboración propia.

3.5.9 Cuarto de bombas agua tratada.

El cuarto de bombas para agua tratada compartirá el mismo espacio del de potable, se ubicará junto al tanque de almacenamiento, así que el equipo tendrá cabeza positiva, cada bomba tendrá succión independiente al tanque.

Se decidió trabajar con DOS bombas cada una trabajando para el 100% del caudal total. Esto es: **Q (100%) = 3.69 L/s**. Es decir, se tendrán 2 bombas suplementarias que se encenderán alternadamente para un desgaste equivalente en los equipos.

Cada bomba tendrá una succión individual hacia el tanque de $\varnothing=3''$ y una descarga individual de $\varnothing=3''$. La flauta de descarga deberá ser en $\varnothing=3''$.

Tabla 3-29. Cálculo cabeza dinámica total equipo de presión agua tratada.

CALCULO DE LA CABEZA DINAMICA TOTAL

Parámetros de la Red.

Presión en punto crítico:	21,00	m
Pérdidas en la descarga:	4,83	m
Altura estática en la descarga:	21,20	m
Presión necesaria en la descarga:	47,03	m
Altura estática en la succión :	2,00	m

Longitud equivalente para succión de $\varnothing 3$	
Accesorio	Le (Long. Equivalente)
VALVULA DE PIE	3,4
CODO 90	2,4
VALVULA DE BOLA	24,4
REDUCTOR	0,9
Le (Total)	31,1

Parámetros de la Succión.

Longitud de tubería	2,50	m
Longitud equivalente.	31,08	m
Longitud total	33,58	m
Diámetro succión «pulgadas»	3,00	pulg.

Porcentaje de Fraccionamiento en la succión: 100%

Se instalarán 2,00 dos bombas, cada una con la capacidad de suministrar el 100% del Caudal Total del sistema:

$Q_{\text{por bomba}} = 3,69$ lps

Con Q [lps] = 3,69 $C = 120$ D [pulg] = 3,0 las pérdidas unitarias y la velocidad son:
 $J = 0,0130$ m/m $V = 0,81$ m/s

Para el cálculo de la Cabeza Dinámica Total:

$H_t = 0,44$ m
 $P_{\text{desc.}} = 47,03$ m
 $Z_{\text{desc.}} = 2,00$ m
C.D.T. = 49,47 m.c.a.

CABEZA DINÁMICA TOTAL DE DISEÑO = 50,00 m.c.a. = 71 psi

POTENCIA DEL EQUIPO

$$P = \frac{Q \times \varphi \times H_B}{76 \times n}$$

P : Potencia útil del equipo [H.P.]

Q : Caudal por Bomba [lps] = 3,69

φ : Peso específico del Agua = 1,00

H_B : Cabeza Dinámica Total [m] = 50,00

n : Eficiencia del equipo = 60%

P = 4,04 H.P.

POTENCIA TOTAL DE DISEÑO/BOMBA = 5,00 H.P.

POTENCIA TOTAL DEL EQUIPO DE BOMBE = 10,00 H.P.

Fuente: Elaboración propia.

3.5.10 Especificaciones del equipo de presión para agua potable:

Las especificaciones de las Bombas son las siguientes:

- **POTENCIA:** Cada bomba requiere una potencia de 3 HP trabajando al 100%
- **EFICIENCIA:** 60%

El NPSH se calcula mediante la aplicación de la ecuación de Bernoulli (**Ecuación 3. Cálculo del NPSH**) entre el punto de succión y el punto de entrada del flujo a la bomba, tomando presiones absolutas. Mediante la aplicación de dicha ecuación, se tiene que:

Tabla 3-30. Cálculo de la cabeza neta de succión disponible – Agua potable.

CALCULO DE LA CABEZA NETA DE SUCCION DISPONIBLE (N.P.S.H.) DEL SISTEMA	
NPSH =	$P_o - H_{sl} - P_v + \frac{V^2}{2g} + \frac{D_s}{2}$
ALTITUD:	2700 metros sobre el nivel del mar
Po = Presión atmosférica	7,4 mca
HSL = He + Hf de succión=	2,29 mca
Pv = Presión de vapor	0,24 mca
Q =Caudal total del sistema =	2,96 lps
°T Agua =	20 °C
Diámetro de succión =	3,0 pulgadas
V =	0,65 m/s

Pv:	0,24	metros
Cabeza de velocidad	0,02	metros
Ø succión/2	0,04	metros
NPSH	4,96	m.c.a.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados, el NPSH es 4,96 m. Con los datos obtenidos anteriormente, se realiza el cálculo del hidroacumulador:

Tabla 3-31. Cálculo de tanque hidroacumulador agua potable – estación 2.

CALCULO DE TANQUE HIDROACUMULADOR DE AGUA POTABLE			
DATOS			
POTENCIA	<input type="text" value="3,00"/>	H.P.	
CAUDAL TOTAL DE BOMBEO (QT) B.Lider	<input type="text" value="2,96"/>	LTS/SEG	
C.D.T. <input type="text" value="40,00"/> m.c.a.	=	<input type="text" value="57,00"/>	P.S.I.
RANGO DE PRESIONES			
PRESION INICIAL (Pa)	<input type="text" value="57"/>	P.S.I.	
PRESION FINAL (Pb)	<input type="text" value="77"/>	P.S.I.	
TIEMPO DE REGULACION (T)	<input type="text" value="1,2"/>	min	
	<input type="text" value="72"/>	seg	
CALCULOS			
CAUDAL DE DISEÑO DEL TANQUE:			
$QM = QT \times \text{[65]} \% = \text{[1,92]} \text{ LTS/SEG}$			
VOLUMEN DE REGULACION:			
$VR = QM \times T/4 = \text{[35]} \text{ LTS}$			
VOLUMEN DEL TANQUE:			
$VT = VR \times \frac{Pb + 14,7 \text{ P.S.I.}}{Pb - Pa} = \text{[159]} \text{ LTS}$			
SE INSTALARA(N) <input type="text" value="1"/> TANQUE(S) HIDROACUMULADOR(ES)			
DE <input type="text" value="200"/> LTS DE CAPACIDAD (C/U)			

Fuente: Elaboración propia.

3.5.11 Especificaciones del equipo de presión para agua tratada:

Las especificaciones de las Bombas son las siguientes:

- POTENCIA: Cada bomba requiere una potencia de 5 HP trabajando al 100%
- EFICIENCIA: 60%

El NPSH se calcula mediante la aplicación de la ecuación de Bernoulli (**Ecuación 3. Cálculo del NPSH**) entre el punto de succión y el punto de entrada del flujo a la bomba, tomando presiones absolutas. Mediante la aplicación de dicha ecuación, se tiene que:

Tabla 3-32. Cálculo de la cabeza neta de succión disponible – Agua potable.

CALCULO DE LA CABEZA NETA DE SUCCION DISPONIBLE (N.P.S.H.) DEL SISTEMA	
NPSH =	$Po - Hsl - Pv + \frac{V^2}{2g} + \frac{Ds}{2}$
ALTITUD:	2700 metros sobre el nivel del mar
Po = Presión atmosférica	9,8 mca
HSL = He + Hf de succión=	2,44 mca
Pv = Presión de vapor	0,24 mca
Q = Caudal total del sistema =	3,69 lps
°T Agua =	20 °C
Diámetro de succión =	3,0 pulgadas
V =	0,81 m/s

Pv:	0,24	metros
Cabeza de velocidad	0,03	metros
Ø succión/2	0,04	metros
NPSH	7,20	m.c.a.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados, el NPSH es 7,20 m. Con los datos obtenidos anteriormente, se realiza el cálculo del hidroacumulador:

Tabla 3-33. Cálculo de tanque hidroacumulador agua tratada – estación 2.

CALCULO DE TANQUE HIDROACUMULADOR DE AGUA TRATADA	
DATOS	CALCULOS
POTENCIA <input type="text" value="5,00"/> H.P.	CAUDAL DE DISEÑO DEL TANQUE: $QM = QT \times \text{[65]} \% = \text{[2,40]} \text{ LTS/SEG}$
CAUDAL TOTAL DE BOMBEO (QT) B.Lider <input type="text" value="3,69"/> LTS/SEG	VOLUMEN DE REGULACION: $VR = QM \times T/4 = \text{[43]} \text{ LTS}$
C.D.T. <input type="text" value="50,00"/> m.c.a. = <input type="text" value="71,25"/> P.S.I.	VOLUMEN DEL TANQUE: $VT = VR \times \frac{Pb + 14,7 \text{ P.S.I.}}{Pb - Pa} = \text{[228]} \text{ LTS}$
RANGO DE PRESIONES	SE INSTALARA(N) <input type="text" value="1"/> TANQUE(S) HIDROACUMULADOR(ES)
PRESION INICIAL (Pa) <input type="text" value="71"/> P.S.I.	DE <input type="text" value="380"/> LTS DE CAPACIDAD (C/U)
PRESION FINAL (Pb) <input type="text" value="91"/> P.S.I.	
TIEMPO DE REGULACION (T) <input type="text" value="1,2"/> min	
<input type="text" value="72"/> seg	

Fuente: Elaboración propia.

3.5.12 Tablero de control para equipo de agua potable y agua tratada:

El Tablero de control y mando construido en lámina C.R. calibre 16 y 18, con tratamiento anticorrosivo y acabado final en esmalte, totalmente ensamblado, cableado y probado por el fabricante según NORMAS que consta de:

(4) Variadores electrónicos de velocidad a 220 Voltios marca MITSUBISHI o similar para operación de un sistema de cuatro (4) electrobombas de 20 HP, con alternación automática, presión constante y caudal variable, con las características técnicas descritas más adelante.

Existirá un hidro acumulador, el cual operará continuamente para mantener la presión en el conjunto durante períodos de baja demanda. Cuando las necesidades del caudal aumentan, sale de servicio este hidro acumulador e inicia las bombas en alternancia, para requerimientos pico pueden estar prendidas las dos bombas.

Se recomienda programar que las bombas instaladas realicen alternativamente las anteriores funciones con el fin de que ninguna de las bombas permanezca en desuso por largo tiempo.

Para garantizar un óptimo servicio, el tablero de control se diseña para hacer funcionar la siguiente bomba de acuerdo con la secuencia si la primera y/o segundas bombas fallan eléctricamente. Todas las fallas serán indicadas en el tablero por una luz piloto.

3.5.13 Calculo red de agua caliente y calentador.

La red de agua caliente se diseñó en CPVC y solo será para las duchas del baño-vestier de cada estación, cada calentador tendrá un solo punto hidráulico que alimentar, en la estación 2 se dispondrá de dos (2) calentadores, uno para cada ducha, la distancia entre calentador y el punto de suministro es de 5.00 metros.

Para suministra al punto se requiere un caudal de 3.79 L/min, cada calentador a utilizar tiene una capacidad de 6 L/min y una potencia de 8 KW.

Tabla 3-34. Capacidad calentador de agua - Estación 2.

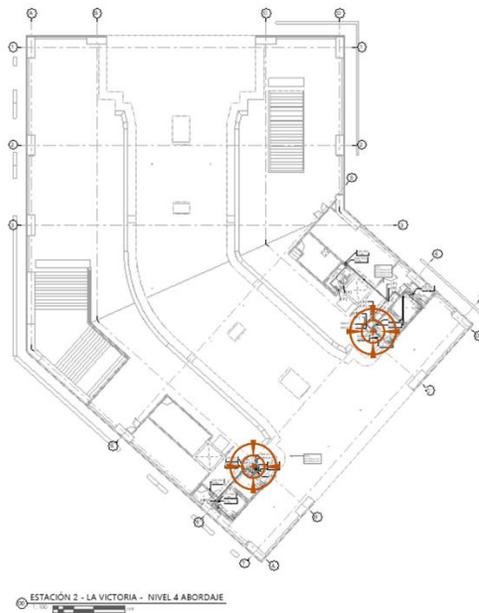
CAUDAL PUNTO AGUA CALIENTE DUCHA	3,79 L/min
CAUDAL CALENTADOR ELECTRICO P=8 kw	6,00 L/min
DISTANCIA - CALENTADOR A PUNTO (Max 15 m)	5,00 m
CAPACIDAD DE CALENTADOR	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

3.5.14 Puntos hidráulicos de servicios.

En el diseño se incluyen puntos hidráulicos de conexión de llave manguera, los cuales se encuentra ubicados en las zonas de abordaje y acceso de la estación.

Figura 3-6. Ubicación de puntos hidráulicos de servicios – La Victoria.



Fuente: Elaboración propia.

La proyección de los puntos hidráulicos identificados en la figura anterior se encuentran en el plano DIRHIP 03.

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering</p>
---	--	---

3.6 ESTACIÓN ALTAMIRA

3.6.1 Características constructivas de los tanques:

Para la selección del tanque se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

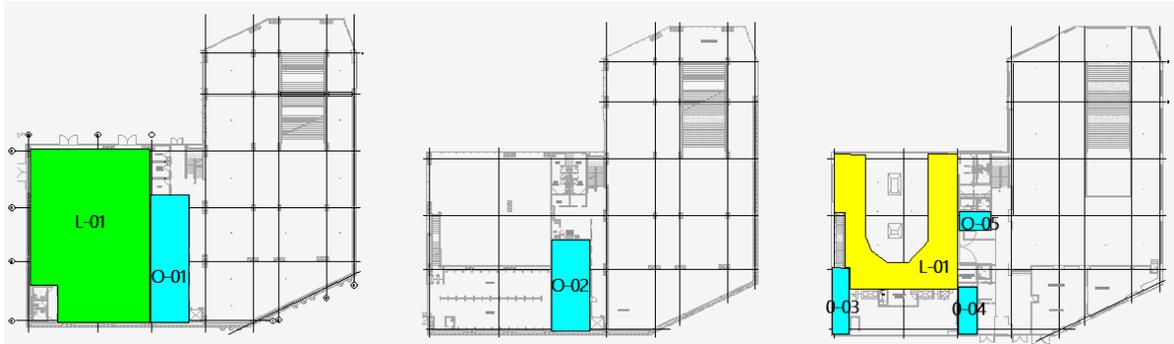
- **VOLUMEN REQUERIDO:** Según NTC 1500, 2020 (CODIGO COLOMBIANO DE FONTANERIA), 2020, Art. 6.6.2. El volumen útil del tanque de reserva debe garantizar por lo menos el abastecimiento de agua para un día de servicio.
- **TIEMPO DE LLENADO:** El tanque para consumo tendrá una boca de alimentación de $\varnothing 1''$, con un tiempo de llenado no mayor a 12 horas según NTC 1500, 2020. (CODIGO COLOMBIANO DE FONTANERIA), 2020, Art. 6.6.4. ($Q_{\text{entrada}} = 2.06 \text{ L/s}$), velocidad: 1.37m/s.
- **VENTANA DE INSPECCIÓN:** Dimensiones 70 x 70 cm. se encuentra ubicada en la parte superior de los tanques cerca a la acometida para inspección y reparación de la misma.
- **PENDIENTADO:** La superficie interior del tanque cuenta con un pendientado de 5%, que facilita el movimiento del agua en la dirección del cárcamo de succión.
- **CÁRCAMO DE SUCCIÓN:** Está ubicado en la succión de las bombas. Ancho: 0.40 m Profundidad: 0.60 m.
- **MUROS DEL TANQUE:** Construidos en concreto reforzado.
- **LAVADO:** Se realizará por gravedad a través de una tubería de 3".
- **REBOSE:** En caso de falla del sistema del flotador que controla el flujo de agua hacia el interior del tanque se tendrá un rebose a 15cm sobre la lámina máxima de agua del tanque a través de la ventana de inspección lateral, la cual vierte directamente al cárcamo de desagüe para la disposición final hacia la red de aguas residuales.

3.6.2 Dimensionamiento del tanque para consumo de agua potable.

- Definición de áreas para dimensionamiento de suministro de agua.

A continuación, se relacionan las áreas tomadas según el uso dispuesto, como lo indica la norma:

Figura 3-7. Áreas por uso (Estación 3).



Convenciones: ■ Áreas comerciales (Oficinas), ■ Áreas comerciales (Locales), ■ Áreas población flotante.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-8. Detalle de áreas por uso (Estación 3).

Detalle de áreas de uso comercial (oficinas).			
Nivel	ID	Descripción	Área
Nvl1	O-01	Oficina 1er piso	130,00 m2
Nvl2	O-02	Oficina 2do piso	100,00 m2
Nvl3	O-03	Policia	30,00 m2
	O-04	Enfermeria	30,00 m2
	O-05	Taquilla	30,00 m2
Área total			320,00 m2
Área de diseño: Uso comercial (oficinas)			400,00 m2
Detalle de áreas de uso población flotante			
Nivel	ID	Descripción	Área
Nvl3	P-01	Acceso a estacion	250,00 m2
Área total			250,00 m2
Área de diseño: Uso población flotante			250,00 m2
Detalle de áreas de uso comercial (Locales).			
Nivel	ID	Descripción	Área
Nvl1	L-01	Zonas disponibles para comercio	540,00 m2
Área total			540,00 m2
Área de diseño: Uso población flotante			600,00 m2

Fuente: Elaboración propia.

- **Cálculo de volumen del tanque de almacenamiento de agua potable.**

Tabla 3-35. Volumen de almacenamiento Agua Potable Estación 3.

VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO AGUA POTABLE SEGÚN USO DEL AGUA			
Tipo de uso		Item	Valor
Uso comercial (Oficinas)	Q	Area [m2]	400
		Consumo de agua [L/m2/día]	20
		Caudal [L/día]	8000
	t	tiempo de reserva [días]	1
	v	Volumen requerido [L]	8000,0
Uso comercial (Locales comerciales)	Q	Area [m2]	600
		Consumo de agua [L/m2/día]	6
		Caudal [L/día]	3600
	t	tiempo de reserva [días]	1
	v	Volumen requerido [L]	3600,0
Uso por población flotante (Persona por m2)	Q	Area [m2]	250
		Consumo de agua [L/m2/día]	6
		Caudal [L/día]	1500
	t	tiempo de reserva [días]	1
	v	Volumen requerido [L]	1500,0
Uso Industrial	Q	Trabajadores	14
		Jornada	2
		Consumo de agua [L/trabajador/jornada]	100
		Caudal [L/día]	2800
	t	tiempo de reserva [días]	1
	v	Volumen requerido [L]	2800,0
Volumen de almacenamiento requerido total [L]			15900,0
Volumen de almacenamiento requerido total [m3]			15,9
Volumen de diseño tanque de agua potable [m3]			16,0

Fuente: Elaboración propia.

Para un día de reserva se necesitará de un volumen de almacenamiento de **16.00 m³**.

3.6.3 Dimensionamiento del tanque para consumo de agua tratada.

Para el dimensionamiento del tanque de agua tratada se tiene en cuenta un coeficiente de porcentaje estimado de consumo, definido por criterio propio en base a la experiencia previa en este tipo de proyectos, ya que la normativa nacional no contempla una proporción definida para el uso de aguas reutilizadas.

De acuerdo a lo anterior el tanque de agua tratada se dimensiona bajo un porcentaje estimado del 40% del volumen del tanque de agua potable, sin reducir este porcentaje al volumen de agua potable dispuesto para consumo de un día, de esta forma se tiene un volumen de agua tratada adicional al volumen potable.

Tabla 3-36. *Volumen de almacenamiento Agua Tratada Estación 3.*

VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO AGUA TRATADA			
Tipo de uso		Ítem	Valor
Uso para reutilización	V (p)	Volumen de diseño tanque de agua potable [m3/día]	16
	C	Porcentaje estimado de consumo	40%
	t	tiempo de reserva [días]	1
Volumen de almacenamiento requerido total por día [m3]			6,4
Volumen de diseño tanque de agua tratada [m3]			7,0

Fuente: Elaboración propia.

Para un día de reserva se necesitará de un volumen de almacenamiento de 7.0 m3.

3.6.4 Dimensionamiento del tanque recolección de aguas lluvias.

Tabla 3-37. *Volumen de almacenamiento Agua Cruda Estación 3.*

VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO AGUA CRUDA			
Tipo de uso		Ítem	Valor
Uso para reutilización	V (t)	Volumen de diseño tanque de agua tratada [m3/día]	7
	t	tiempo de reserva [días]	2
Volumen de almacenamiento requerido total por día [m3]			14,0
Volumen de diseño tanque de agua cruda [m3]			14,0

Fuente: Elaboración propia.

Para un día de reserva se necesitará de un volumen de almacenamiento de 14 m3.

3.6.5 Cálculo de la acometida en estación Altamira.

Para el llenado del tanque de reserva del proyecto, se estima una acometida de 10 m de longitud que inicia sobre la carrera 12 A Este hasta llegar al llenado de los tanques. No se manejan acometidas independientes ya que con la misma acometida se suministra el llenado de los tanques.

Para el cálculo de la acometida, la cual se calcula para el llenado del tanque de agua fría potable, agua fría tratada y tanque de incendio se toman como base los siguientes parámetros.

Tabla 3-38. Parámetros iniciales de llenado de tanques - Estación Altamira

	TANQUE AFP	TANQUE AFT	TANQUE INCENDIO
Tiempo de Llenado:	8 horas	8 horas	8 horas
Volumen Almacenado:	16 m ³	7 m ³	52 m ³
Caudal de Llenado:	0,56 L/s	0,24 L/s	1,81 L/s
Longitud Acometida:	10,00 m	10,00 m	10,00 m
Long. Equiv. Acom.:	18,00 m	18,00 m	18,00 m
Presión en la red:	15,00 m	15,00 m	15,00 m
Presión residual en el flotador:	2,00 m	2,00 m	2,00 m
Perdida del medidor	2,00 m	2,00 m	2,00 m
Perdida Unitaria (J):	0,61 m/m	0,61 m/m	0,61 m/m
C (Hazen Williams):	150	150	150

Fuente: Elaboración propia.

Una vez se conocen los anteriores parámetros se calcula el diámetro requerido que cumpla con dichas condiciones por medio de la **ecuación 2**, método de Hazen Williams.

Tabla 3-39. Cálculo de la acometida - Estación Altamira

ACOMETIDA GENERAL					
Diámetro Requerido:	0,018	m			
Diámetro Interno Req.:	0,0218	m	=	3/4	pulg
Diámetro Interno Dis.:	1	pulg	=	0,0285	m
				Velocidad:	1,25 m/s
Diámetro de Diseño:	1 1/2	pulg			
Medidor tipo:	Volumetrico		Caudal Nom.	3,50 m ³ /h	Presión Max. 16,00 Bar
Diametro Medidor:	1	pulg	Caudal Min.	0,07 m ³ /h	Caudal Max. 7,00 m ³ /h
ACOMETIDA TANQUE AGUA POTABLE					
Diámetro Requerido:	0,015	m			
Diámetro Interno Req.:	0,0166	m	=	1/2	pulg
Diámetro Interno Dis.:	1	pulg	=	0,0285	m
				Velocidad:	0,87 m/s
Diámetro de Diseño:	1	pulg			
Medidor tipo:	Volumetrico		Caudal Nom.	3,50 m ³ /h	Presión Max. 16,00 Bar
Diametro Medidor:	1	pulg	Caudal Min.	0,07 m ³ /h	Caudal Max. 7,00 m ³ /h
ACOMETIDA TANQUE INCENDIO					
Diámetro Requerido:	0,024	m			
Diámetro Interno Req.:	0,0285	m	=	1	pulg
Diámetro Interno Dis.:	1 1/2	pulg	=	0,0437	m
				Velocidad:	1,20 m/s
Diámetro de Diseño:	1 1/2	pulg			
Medidor tipo:	Volumetrico		Caudal Nom.	3,50 m ³ /h	Presión Max. 16,00 Bar
Diametro Medidor:	1	pulg	Caudal Min.	0,07 m ³ /h	Caudal Max. 7,00 m ³ /h
ACOMETIDA TANQUE AGUA TRATADA					
Diámetro Requerido:	0,011	m			
Diámetro Interno Req.:	0,0166	m	=	1/2	pulg
Diámetro Interno Dis.:	1	pulg	=	0,0285	m
				Velocidad:	0,38 m/s
Diámetro de Diseño:	1	pulg			
Medidor tipo:	Volumetrico		Caudal Nom.	3,50 m ³ /h	Presión Max. 16,00 Bar
Diametro Medidor:	1	pulg	Caudal Min.	0,07 m ³ /h	Caudal Max. 7,00 m ³ /h

Fuente: Elaboración propia.

La acometida principal que suministra a toda la estación para el llenado de los tanques de suministro y de incendio será en 1 1/2" de diámetro en PVC RDE 21, con un medidor totalizador volumétrico DN 25 (1"), R-400, Qn = 3,50 m³/h y Qmax = 7,00 m³/h, el cual cumple para un caudal de 1.81 LPS (6,5 m³/h). Después del medidor totalizador se tendrá una acometida al tanque de agua potable (Sin medición), y tanque de incendio (Medidor Volumétrico de DN 25 (1"), R-400, Qn = 3,50 m³/h y Qmax = 7,00 m³/h). Posterior a la descarga del equipo de agua potable, la red tendrá medición independiente para la red general de la estación y para cada punto comerciales dispuesto a futuro en estación 2 y 3 (Medidor Volumétrico de DN 25 (1"), R-400, Qn = 3,50 m³/h y Qmax = 7,00 m³/h).

3.6.6 Ruta crítica de agua potable.

Para el cálculo de la red de suministro de agua potable se tiene en cuenta todos los aparatos de consumo, a excepción de los aparatos sanitarios como inodoros y orinales, y redes externas de llaves manguera para riego.

La relación de aparatos y puntos hidráulicos se encuentra en el **Anexo 3. IDU-1630-2020-CS-ES3-RH-MEM-HS-0.**

Tabla 3-40. Cálculo de la ruta crítica de agua potable – Estación 3.

RUTA CRÍTICA AGUA FRIA POTABLE (RUTA DE DISEÑO)														
TRAMO	UNIDADES ACUMULADAS	UNIDADES	CAUDAL [lps]	DIAMETRO		VELOCIDAD [m/s]	LONGITUD			PERDIDAS		ΔZ [m]	PRESION FINAL	
				NOMINAL [pulg]	INTERNO [m]		REAL [m]	EQUIV. [m]	TOTAL [m]	J [m/m]	Hf [m]		[m]	[psi]
1 - 2	3,75	3,75	0,25	1/2	0,017	1,16	15,00	4,50	19,50	0,10	2,39	4,80	21,00	29,83
2 - 3	5,25	1,50	0,32	3/4	0,022	0,86	3,00	0,90	3,90	0,04	0,31	3,60	28,19	40,04
3 - 4	10,50	5,25	0,54	1	0,028	0,85	39,00	11,70	50,70	0,03	1,50	0,00	33,60	47,73
4 - 5	37,50	27,00	1,49	1 1/2	0,044	0,99	30,00	9,00	39,00	0,02	1,01	2,80	37,41	53,14
5 - 6	37,50	0,00	1,49	1 1/2	0,044	0,99	25,00	7,50	32,50	0,02	0,79	0,00	38,20	54,26
6 - 7 *	70,40	32,90	2,38	1 1/2	0,044	1,59	5,00	1,50	6,50	0,06	0,60	4,00	42,80	60,80
TOTAL	70,40		2,38				117,00				6,00	15,20	42,80	60,80

* En tramo 6-7 se agrega el caudal requerido para el llenado del tanque de Agua tratada en caso de ser necesario, al igual que el caudal de las zonas disponibles para comercio.

RESUMEN	Total Unidades de la Red de Alta:	70,40 Unidades
	Caudal Red de Sum.:	2,38 LPS
	Longitud Total:	117,00 metros
	Perdidas H _f :	6,00 metros
	Presion Requerida en Red:	42,80 metros = 60,80 PSI

Fuente: Elaboración propia.

Con base en estos resultados, se obtiene que se debe proveer 70.40 unidades de Hunter equivalentes a un caudal de 2.13 L/s más un caudal adicional reservado para el llenado de tanque de aguas tratadas en caso de necesitarse de 0.24 L/s, para un total de 2.38 L/s con una presión de 42.80 m.c.a. o 60.80 PSI.

3.6.7 Ruta crítica de agua tratada.

Para el cálculo de la red de suministro de agua tratada se excluyen todos los aparatos de consumo, se incluyen solamente aparatos sanitarios como fluxómetros y orinales, y redes externas de llaves manguera para riego.

La relación de aparatos y puntos hidráulicos se encuentra en el **Anexo 3. IDU-1630-2020-CS-ES3-RH-MEM-HS-0**.

Tabla 3-41. Cálculo de la ruta crítica de agua tratada – Estación 3.

RUTA CRÍTICA AGUA FRIA TRATADA (RUTA DE DISEÑO)														
TRAMO	UNIDADES ACUMULADAS	UNIDADES	CAUDAL [lps]	DIAMETRO		VELOCIDAD [m/s]	LONGITUD			PERDIDAS		ΔZ [m]	PRESION FINAL	
				NOMINAL [pulg]	INTERNO [m]		REAL [m]	EQUIV. [m]	TOTAL [m]	J [m/m]	Hf [m]		[m]	[psi]
1' - 2'	9,00	9,00	0,47	1	0,028	0,74	35,30	10,59	45,89	0,02	1,20	6,50	28,70	40,77
2' - 3'	27,00	18,00	1,17	1 1/2	0,044	0,78	5,00	1,50	6,50	0,02	0,18	5,00	33,88	48,13
3' - 4'	53,00	26,00	1,87	2	0,055	0,80	3,00	0,90	3,90	0,01	0,09	3,00	36,97	52,51
4' - 5'	83,00	30,00	2,37	2 1/2	0,066	0,69	30,00	9,00	39,00	0,01	0,32	2,80	40,09	56,95
5' - 6'	83,00	0,00	2,37	2 1/2	0,066	0,69	30,00	9,00	39,00	0,01	0,33	4,00	44,42	63,10
TOTAL	83,00		2,37				103,30				2,12	21,30	44,42	63,10

RESUMEN	Total Unidades de la Red de Alta:	83,00 Unidades
	Caudal Red de Sum.:	2,37 LPS
	Longitud Total:	103,30 metros
	Perdidas H _f :	2,12 metros
	Presion Requerida en Red:	44,42 metros = 63,10 PSI

Fuente: Elaboración propia.

Con base en estos resultados, se obtiene que se debe proveer 83 unidades de Hunter equivalentes a un caudal de 2.37 L/s con una presión de 44.42 m.c.a. o 63.10 PSI.

3.6.8 Cuarto de bombas agua potable.

El cuarto de bombas se ubicará junto al tanque de almacenamiento, así que el equipo tendrá cabeza positiva, cada bomba tendrá succión independiente al tanque.

Se decidió trabajar con DOS bombas cada una trabajando para el 100% del caudal total. Esto es: **Q (100%) = 2.38 L/s**. Es decir, se tendrán 2 bombas suplementarias que se encenderán alternadamente para un desgaste equivalente en los equipos.

Cada bomba tendrá una succión individual hacia el tanque de $\varnothing=3''$ y una descarga individual de $\varnothing=3''$. La flauta de descarga deberá ser en $\varnothing=3''$.

Tabla 3-42. Cálculo cabeza dinámica total equipo de presión potable.

CALCULO DE LA CABEZA DINAMICA TOTAL																	
Parámetros de la Red.																	
Presión en punto crítico:	21,00	m															
Pérdidas en la descarga:	6,00	m															
Altura estática en la descarga:	15,20	m															
Presión necesaria en la descarga:	42,80	m															
Altura estática en la succión :	2,00	m															
Parámetros de la Succión.																	
Longitud de tubería	2,00	m															
Longitud equivalente.	31,08	m															
Longitud total	33,08	m															
Diámetro succión «pulgadas»	3,00	pulg.															
Porcentaje de Fraccionamiento en la succión:	100%																
Se instalarán 2,00 dos bombas, cada una con la capacidad de suministrar el 100% del Caudal Total del sistema:																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Longitud equivalente para succión de Ø 3</th> </tr> <tr> <th>Accesorio</th> <th>Le (Long. Equivalente)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VALVULA DE PIE</td> <td>3,4</td> </tr> <tr> <td>CODO 90</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>VALVULA DE BOLA</td> <td>24,4</td> </tr> <tr> <td>REDUCTOR</td> <td>0,9</td> </tr> <tr> <td>Le (Total)</td> <td>31,1</td> </tr> </tbody> </table>				Longitud equivalente para succión de Ø 3		Accesorio	Le (Long. Equivalente)	VALVULA DE PIE	3,4	CODO 90	2,4	VALVULA DE BOLA	24,4	REDUCTOR	0,9	Le (Total)	31,1
Longitud equivalente para succión de Ø 3																	
Accesorio	Le (Long. Equivalente)																
VALVULA DE PIE	3,4																
CODO 90	2,4																
VALVULA DE BOLA	24,4																
REDUCTOR	0,9																
Le (Total)	31,1																
$Q_{\text{por bomba}}$:	2,38	lps															
Con Q [lps] =	2,38	$C = 120$	D [pulg] = 3,0 las pérdidas unitarias y la velocidad son:														
$J =$	0,0058	m/m	$V =$ 0,52 m/s														
Para el cálculo de la Cabeza Dinámica Total:																	
$H_f =$	0,19	m															
$P_{\text{desc.}} =$	42,80	m															
$Z_{\text{desc.}} =$	2,00	m															
C.D.T. =	44,99	m.c.a.															
CABEZA DINÁMICA TOTAL DE DISEÑO =	45,00	m.c.a.	= 64 psi														
POTENCIA DEL EQUIPO																	
$P = \frac{Q \times \phi \times H_B}{76 \times n}$	P : Potencia útil del equipo [H.P.] Q : Caudal por Bomba [lps] = 2,38 ϕ : Peso específico del Agua = 1,00 H_B : Cabeza Dinámica Total [m] = 45,00 n : Eficiencia del equipo = 60%																
$P =$	2,34	H.P.															
POTENCIA TOTAL DE DISEÑO/BOMBA =	3,00	H.P.															
POTENCIA TOTAL DEL EQUIPO DE BOMBEO =	6,00	H.P.															

Fuente: Elaboración propia.

3.6.9 Cuarto de bombas agua tratada.

El cuarto de bombas para agua tratada compartirá el mismo espacio del de potable, se ubicará junto al tanque de almacenamiento, así que el equipo tendrá cabeza positiva, cada bomba tendrá succión independiente al tanque.

Se decidió trabajar con DOS bombas cada una trabajando para el 100% del caudal total. Esto es: **Q (100%) = 2.37 L/s. Es** decir, se tendrán 2 bombas suplementarias que se encenderán alternadamente para un desgaste equivalente en los equipos.

Cada bomba tendrá una succión individual hacia el tanque de $\varnothing=3''$ y una descarga individual de $\varnothing=3''$. La flauta de descarga deberá ser en $\varnothing=3''$.

Tabla 3-43. Cálculo cabeza dinámica total equipo de presión agua tratada.

CALCULO DE LA CABEZA DINAMICA TOTAL

Parámetros de la Red.

Presión en punto crítico:	21,00	m
Pérdidas en la descarga:	2,12	m
Altura estática en la descarga:	21,30	m
Presión necesaria en la descarga:	44,42	m
Altura estática en la succión :	2,00	m

Longitud equivalente para succión de $\varnothing 3$	
Accesorio	Le (Long. Equivalente)
VALVULA DE PIE	3,4
CODO 90	2,4
VALVULA DE BOLA	24,4
REDUCTOR	0,9
Le (Total)	31,1

Parámetros de la Succión.

Longitud de tubería	2,50	m
Longitud equivalente.	31,08	m
Longitud total	33,58	m
Diámetro succión «pulgadas»	3,00	pulg.

Porcentaje de Fraccionamiento en la succión: 100%

Se instalarán 2,00 dos bombas, cada una con la capacidad de suministrar el 100% del Caudal Total del sistema:

Q_{por bomba} = 2,37 lps

Con Q [lps] = 2,37 $C = 120$ D [pulg] = 3,0 las pérdidas unitarias y la velocidad son:
 $J = 0,0058$ m/m $V = 0,52$ m/s

Para el cálculo de la Cabeza Dinámica Total:

$H_f = 0,19$ m
 $P_{desc.} = 44,42$ m
 $Z_{desc.} = 2,00$ m
C.D.T. = 46,61 m.c.a.

CABEZA DINÁMICA TOTAL DE DISEÑO = 47,00 m.c.a. = 67 psi

POTENCIA DEL EQUIPO

$$P = \frac{Q \times \varphi \times H_B}{76 \times n}$$

P : Potencia útil del equipo [H.P.]

Q : Caudal por Bomba [lps] = 2,37

φ : Peso específico del Agua = 1,00

H_B : Cabeza Dinámica Total [m] = 47,00

n : Eficiencia del equipo = 60%

P = 2,45 H.P.

POTENCIA TOTAL DE DISEÑO/BOMBA = 3,00 H.P.

POTENCIA TOTAL DEL EQUIPO DE BOMBE = 6,00 H.P.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-45. Cálculo de tanque hidroacumulador agua potable – estación 3.

CALCULO DE TANQUE HIDROACUMULADOR DE AGUA POTABLE	
DATOS	
POTENCIA	3.00 H.P.
CAUDAL TOTAL DE BOMBEO (QT) B.Lider	2.38 LTS/SEG
C.D.T. 45.00 m.c.a. =	64.13 P.S.I.
RANGO DE PRESIONES	
PRESION INICIAL (Pa)	64 P.S.I.
PRESION FINAL (Pb)	84 P.S.I.
TIEMPO DE REGULACION (T)	1.2 min
	72 seg
CALCULOS	
CAUDAL DE DISEÑO DEL TANQUE:	$QM = QT \times 65\% = 1.54 \text{ LTS/SEG}$
VOLUMEN DE REGULACION:	$VR = QM \times T/4 = 28 \text{ LTS}$
VOLUMEN DEL TANQUE:	$VT = VR \times \frac{Pb + 14.7 \text{ P.S.I.}}{Pb - Pa} = 137 \text{ LTS}$
SE INSTALARA(N)	1 TANQUE(S) HIDROACUMULADOR(ES)
DE	200 LTS DE CAPACIDAD (C/U)

Fuente: Elaboración propia.

3.6.11 Especificaciones del equipo de presión para agua tratada:

Las especificaciones de las Bombas son las siguientes:

- **POTENCIA:** Cada bomba requiere una potencia de 3 HP trabajando al 100%
- **EFICIENCIA:** 60%

El NPSH se calcula mediante la aplicación de la ecuación de Bernoulli (**Ecuación 3. Cálculo del NPSH**) entre el punto de succión y el punto de entrada del flujo a la bomba, tomando presiones absolutas. Mediante la aplicación de dicha ecuación, se tiene que:

Tabla 3-46. Cálculo de la cabeza neta de succión disponible – Agua potable.

CALCULO DE LA CABEZA NETA DE SUCCION DISPONIBLE (N.P.S.H.) DEL SISTEMA	
NPSH =	$Po - Hsl - Pv + \frac{V^2}{2g} + \frac{Ds}{2}$
ALTITUD:	2700 metros sobre el nivel del mar
Po = Presión atmosférica	9,8 mca
HSL = He + Hf de succión=	2,19 mca
Pv = Presión de vapor	0,24 mca
Q =Caudal total del sistema =	2,37 lps
°T Agua =	20 °C
Diámetro de succión =	3,0 pulgadas
V =	0,52 m/s

Pv:	0,24	metros
Cabeza de velocidad	0,01	metros
Ø succión/2	0,04	metros
NPSH	7,42	m.c.a.

DE BOGOTÁ D.C.
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados, el NPSH es 7,42 m. Con los datos obtenidos anteriormente, se realiza el cálculo del hidrocumulador:

Tabla 3-47. Cálculo de tanque hidrocumulador agua tratada – estación 3.

CALCULO DE TANQUE HIDROACUMULADOR DE AGUA TRATADA	
DATOS	CALCULOS
POTENCIA <input style="width: 50px;" type="text" value="3,00"/> H.P.	CAUDAL DE DISEÑO DEL TANQUE: $QM = QT \times \text{input} \% = \text{input} \text{ LTS/SEG}$
CAUDAL TOTAL DE BOMBEO (QT) B Lider <input style="width: 50px;" type="text" value="2,37"/> LTS/SEG	VOLUMEN DE REGULACION: $VR = QM \times T/4 = \text{input} \text{ LTS}$
C.D.T. <input style="width: 50px;" type="text" value="47,00"/> m.c.a. = <input style="width: 50px;" type="text" value="66,98"/> P.S.I.	VOLUMEN DEL TANQUE: $VT = VR \times \frac{Pb + 14,7 \text{ P.S.I.}}{Pb - Pa} = \text{input} \text{ LTS}$
RANGO DE PRESIONES	SE INSTALARA(N) <input style="width: 50px;" type="text" value="1"/> TANQUE(S) HIDROACUMULADOR(ES)
PRESION INICIAL (Pa) <input style="width: 50px;" type="text" value="66"/> P.S.I.	DE <input style="width: 50px;" type="text" value="200"/> LTS DE CAPACIDAD (C/U)
PRESION FINAL (Pb) <input style="width: 50px;" type="text" value="86"/> P.S.I.	
TIEMPO DE REGULACION (T) <input style="width: 50px;" type="text" value="1,2"/> min	
<input style="width: 50px;" type="text" value="72"/> seg	

Fuente: Elaboración propia.

3.6.12 Tablero de control para equipo de agua potable y agua tratada:

El Tablero de control y mando construido en lámina C.R. calibre 16 y 18, con tratamiento anticorrosivo y acabado final en esmalte, totalmente ensamblado, cableado y probado por el fabricante según NORMAS que consta de:

(4) Variadores electrónicos de velocidad a 220 Voltios marca MITSUBISHI o similar para operación de un sistema de cuatro (4) electrobombas de 20 HP, con alternación automática, presión constante y caudal variable, con las características técnicas descritas más adelante. Existirá un hidro acumulador, el cual operará continuamente para mantener la presión en el conjunto durante períodos de baja demanda. Cuando las necesidades del caudal aumentan, sale de servicio este hidro acumulador e inicia las bombas en alternancia, para requerimientos pico pueden estar prendidas las dos bombas.

Se recomienda programar que las bombas instaladas realicen alternativamente las anteriores funciones con el fin de que ninguna de las bombas permanezca en desuso por largo tiempo.

Para garantizar un óptimo servicio, el tablero de control se diseña para hacer funcionar la siguiente bomba de acuerdo con la secuencia si la primera y/o segundas bombas fallan eléctricamente. Todas las fallas serán indicadas en el tablero por una luz piloto.

3.6.13 Calculo red de agua caliente y calentador.

La red de agua caliente se diseñó en CPVC y solo será para las duchas del baño-vestier de cada estación, cada calentador tendrá un solo punto hidráulico que alimentar, en la estación 3 se dispondrá de dos (2) calentadores, uno para cada ducha, la distancia entre calentador y el punto de suministro es de 5.00 metros.

Para suministra al punto se requiere un caudal de 3.79 L/min, cada calentador a utilizar tiene una capacidad de 6 L/min y una potencia de 8 KW.

Tabla 3-48. Capacidad calentador de agua - Estación 3.

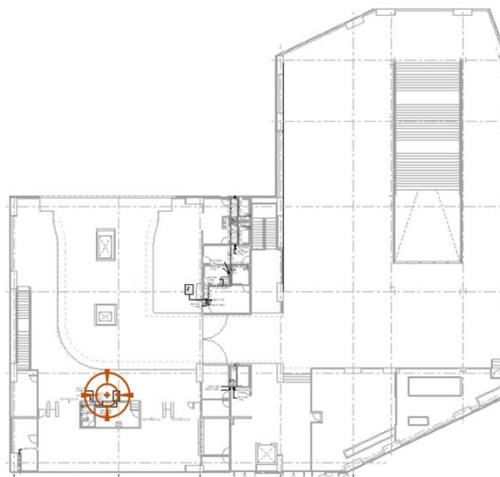
CAUDAL PUNTO AGUA CALIENTE DUCHA	3,79 L/min
CAUDAL CALENTADOR ELECTRICO P=8 kw	6,00 L/min
DISTANCIA - CALENTADOR A PUNTO (Max 15 m)	5,00 m
CAPACIDAD DE CALENTADOR	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

3.6.14 Puntos hidráulicos de servicios.

En el diseño se incluyen puntos hidráulicos de conexión de llave manguera, los cuales se encuentra ubicados en las zonas de abordaje y acceso de la estación.

Figura 3-9. Ubicación de puntos hidráulicos de servicios – Altamira.



Fuente: Elaboración propia.

La proyección de los puntos hidráulicos identificados en la figura anterior se encuentra en el plano DIRHIP 23.

4 REQUERIMIENTOS INSTALACIONES SANITARIAS

4.1 DESCRIPCIÓN DE LAS REDES.

4.2 NORMATIVA APLICABLE.

- NTC 1500, 2020. CODIGO COLOMBIANO DE FONTANERIA. PARA LA INSTALACION Y CONEXIÓN DE APARATOS HIDROSANITARIOS.
- RAS 2017. REGLAMENTO TECNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO. PARA LA DETERMINACION DE DOTACIONES MINIMAS.

4.3 PARAMETROS DE DISEÑO GENERALES.

El proyecto contará con redes de aguas residuales las cuales recogen las bajantes por piso y estas llegan a cajas de inspección, para drenar finalmente en el pozo de inspección o interceptando la red principal existente de acuerdo a cada estación.

El desagüe de las redes de aguas lluvias se recolectarán en un tanque de almacenamiento en primer nivel de acuerdo a cada estación y se realizara proceso de tratamiento de estas aguas para poder reutilizar en sanitarios, orinales y riego.

4.3.1 Definición de conceptos utilizados en el diseño.

- A.R.: Aguas residuales, esta abreviación hace referencia a todos los elementos como tuberías, uniones, accesorios, aparatos, entre otros, que hacen parte del diseño de la red de desagüe de aguas residual.
- A.LL.: Aguas lluvias, esta abreviación hace referencia a todos los elementos como tuberías, uniones, accesorios, aparatos, entre otros, que hacen parte del diseño de la red de desagüe de aguas pluviales.

4.3.2 Dimensionamiento del sistema de tuberías de desagüe.

Para el dimensionamiento de la red de desagüe se contemplan todos los puntos de desagüe dispuestos en el proyecto, se utiliza el número de unidades dispuesto por la NTC 1500 (2020) para cada aparato y se utiliza el método de Hunter para hallar el caudal requerido.

Tabla 4-1. Valores de unidades para aparatos en red de desagüe - Parte 1.

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))	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)

Fuente: NTC 1500, 2020. Instalaciones hidráulicas y sanitarias.

Tabla 4-2. Valores de unidades para aparatos en red de desagüe - Parte 2.

Tipo de aparato o accesorio	Valor unitario de desagüe de aparato como factor de carga	Dimensión mínima del sifón (pulgadas)
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)
Drenajes de piso ^b	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 ^o	^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 ^o	^d
Inodoro, privado (1,6 gpf)	3 ^o	^d
Inodoro, privado (descarga mayor a 1,6 gpf)	4 ^o	^d
Inodoro, público (1,6 gpf)	4 ^o	^d
Inodoro, público (lavado mayor a 1.6 gpf)	6 ^o	^d

Fuente: NTC 1500, 2020. Instalaciones hidráulicas y sanitarias.

4.3.3 Cálculo y dimensionamiento de tuberías de aguas lluvias y aguas residuales.

El cálculo y dimensionamiento de las bajantes se calcula con el diámetro requerido según su flujo máximo permisible, utilizando la fórmula de "DAWSON-HUNTER".

Ecuación 4. Formula de Dawson-Hunter.

$d = \left(\frac{Q}{1,754 \times r^{(5/3)}} \right)^{(3/8)}$	Con: Q = Caudal por la tubería [lps] r = relación de áreas del anillo de agua = 7/24 d = Diámetro requerido [pulg]
---	---

Fuente: Elaboración propia

El cálculo y dimensionamiento de las tuberías colectoras de desagüe se realiza con la fórmula de "MANNING".

Ecuación 5. Formula de Manning.

$V = \frac{R^{(2/3)} \times S^{(1/2)}}{n}$	Con: n = 0,009 : Tubería PVCs R = Radio Hidraulico [m] S = Pendiente Longitudinal [m/m] V = Velocidad en el tramo [m/s] Q = Caudal a tubo lleno [m3/s] A = Area Tubo [m2]
Nota: Valor de coeficiente n de acuerdo a RAS 2017	

Fuente: Elaboración propia

4.3.4 Caudal de diseño pluvial e intensidad promedio de lluvia.

Para el cálculo de los colectores y elementos del sistema pluvial se tendrá en cuenta una intensidad promedio de lluvias, para todas las estaciones se estimó en 170 mm/h (0.0472 lps/m2), esta es una intensidad por encima del promedio. Posteriormente ya teniendo datos de una disponibilidad del acueducto de Bogotá de diciembre del 2021 de la localidad de San Cristóbal, se realizó el cálculo de la intensidad y la respectiva validación de que la intensidad calculada fuera igual o menor a la intensidad de diseño.

Ecuación 6. Fórmula para el cálculo de la intensidad promedio de lluvia.

$$I = \frac{C T^m}{D^e + F}$$

A continuación, se relacionan los coeficientes de lluvia de la zona y la intensidad calculada.

Figura 4-1. Coeficiente y cálculo de Intensidad promedio de lluvia.

Coeficiente zonales	Periodo de retorno
C = 2070,76	T = 10 años
E = 0,9951	
F = 23,2337	Duración de tormenta
M = 0,1810	D = 10 min
Intensidad promedio de lluvia (Calculada)	
I = 94,85 mm/h	
Intensidad promedio de lluvia (Diseño)	
I = 170,00 mm/h	

Fuente: Elaboración propia.

De esta forma se evidencia que la intensidad de diseño cumple para la zona del proyecto, ya que la intensidad calculada es inferior a la utilizada en la memoria de cálculo.

Para el cálculo del caudal de agua lluvia se utiliza la fórmula del método racional.

Ecuación 7. Cálculo del caudal - método racional.

$Q = C \times I \times A$	Con:	C = Coeficiente de Escorrentía (adimensional)
		C = 1 para cubiertas y terrazas
		C = 0,3 para zonas verdes
		I = Intensidad promedio de la lluvia [lps/m ²]
		A = Área de Drenaje [m ²]

Nota: Valor de coeficiente C de acuerdo a RAS 2017

4.3.5 Ventilaciones

Todas las ventilaciones se realizarán mediante el sistema de válvulas minivent y la ventilación en la bajante principal se crea un bastón de ventilación.

- Válvulas minivent:

La válvula de admisión de aire (AAV), conocida también como Mini-vent, son válvulas que permiten la entrada de aire y son utilizadas para la red de ventilación de una red residual, el objetivo de esta ventilación es mantener el nivel de presión adecuado dentro del sistema para proteger el sello de los sifones.

El uso de AAV reduce la necesidad de instalar grandes tramos de tubería al reemplazar el sistema convencional con columnas de ventilación.

El diseño del sistema de ventilación de la red de aguas residuales se hace a partir de dos criterios de distribución de las válvulas de Admisión de Aire (AAV), de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y para una válvula con descarga de 160 Unidades (UH) y una capacidad de 7.5 PSI a -250 Pa, los criterios son los siguientes:

- Se pondrá una AAV con una cobertura de radio de 3 metros de diámetro, dentro de una misma red residual.
- Se pondrá una AAV con cobertura cada 7 aparatos sanitarios.

De igual manera, se verificará el cálculo de cada araña sanitaria con inodoros de fluxómetros, verificando que la cantidad de unidades sanitarias de la araña no sea mayor a 160 UH que es el admitido por la AVV, o que en dado el caso tenga el número de AVV necesarias, esta verificación se puede ver en el **Anexo 1**, **Anexo 2** y **Anexo 3** correspondientes a las memorias de la estación 1, 2 y 3, respectivamente.

El diseño de ventilación de las tres estaciones esta dado bajo estos dos criterios, el primero en cumplirse para cada caso, ya sea cobertura por distancia o por número de aparatos, según aplique en cada caso.

4.4 ESTACIÓN PORTAL 20 DE JULIO

4.4.1 Memoria de cálculo red de desagües

El sistema de desagües propuesto será separado, es decir las aguas residuales tendrán un sistema independiente. Para la recolección de aguas residuales se contarán con una bajante de 4" que hará entrega a la caja de inspección y el primer piso se desaguará independiente; estas se conectan en una caja de inspección y finalmente se empalma a una red existente.

El sistema de recolección de aguas lluvias conduce los caudales de cubierta hacia el tanque de recolección de aguas lluvias donde se le hace un tratamiento pertinente y luego es bombeada al tanque de aguas tratadas para su respectivo bombeo.

4.4.2 Aguas residuales

Los aparatos sanitarios se evacuarán a través colectores sectoriales de desagües con pendiente constructiva mínima de 1.0 %, excepto donde se indique lo contrario en planos por condiciones físicas del proyecto y diámetro mínimo para el desagüe de sanitarios de $\varnothing 4"$, suficientes para la evacuación de las aguas residuales de estas baterías. En consecuencia, se realiza el cálculo a partir de las bajantes de aguas residuales de acuerdo a las unidades estipuladas por la NTC 1500, 2020.

El cálculo de numero de aparatos y unidades de desagüe realizado para el diseño de aguas residuales se encuentra en el **Anexo 1. IDU-1630-2020-CS-ES1-RH-MEM-HS-0.**

4.4.3 Bajantes de aguas residuales.

Las bajantes atienden las baterías de baños, cocinetas o redes de sifones de cada piso; esta bajante se conecta de manera a un colector de bajantes en el primer piso, este colector no puede tener conexiones de ese mismo nivel, solo bajantes de pisos superiores, esto con el fin de evitar problemas de taponamiento que se evidencien en los primeros pisos, que es lo más usual.

Tabla 4-3. Cálculo y dimensionamiento de bajantes aguas residuales.

B.A.R. N°	UNIDADES DE DESCARGA	Q [lps]	d [pulg]	d _{diseño} [pulg]	Colector de descarga
1	33,00	1,36	1,96	4	A
2	49,00	1,77	2,17	4	E
3	92,00	2,55	2,48	4	G

Fuente: Elaboración propia.

Concluyendo que por unidades Hunter la bajante y la recolección de aguas residuales en piso uno cumple con un diámetro de 4". Esta instalación se realizará con tubería PVS Sanitaria.

4.4.4 Colectores de aguas residuales.

Con las unidades por bajante se calculan los colectores principales de aguas residuales hasta la descarga a la caja de inspección con una pendiente del 1.00% y de esta forma hasta la entrega al colector público.

El mantenimiento de los desagües es responsabilidad de cada usuario, no se deben arrojar basuras, pañales, ni toallas higiénicas en los aparatos sanitarios, esto se debe indicar en el manual del propietario.

Tabla 4-4. Cálculo y dimensionamiento de colectores aguas residuales.

COLECTORES AGUAS RESIDUALES														
TRAMO	UNID. HUNTER ACUMULADAS	q DISEÑO [L/s]	PENDIENTE [%]	DIAM. CALC. [m]	DIA. NOM. CAL. ["]	DIAM. NOM. ["]	DIAM. INT.	Q TUBO LL [L/s]	V TUBO LL [m/s]	V [m/s]	Ft Kg/m ²	q/Q	LONG. [m]	COTA CLAVE [m] Inicial Final
A - C.11	33,0	1,36	2,0%	0,05	2	4	0,111	13,94	1,44	0,74	0,56	0,10	25,50	2612,08 2611,57
C.11 - C.12	33,0	1,36	1,0%	0,05	2	8	0,182	36,84	1,42	N/A	0,46	0,04	22,85	2611,57 2611,34
B - C	15,0	0,69	1,0%	0,04	2	2	0,057	1,70	0,66	0,53	0,14	0,41	4,15	2612,02 2611,98
C - CN1	20,0	0,88	1,0%	0,04	2	3	0,079	4,03	0,81	0,53	0,20	0,22	2,60	2611,97 2611,94
CN1 - D	20,0	0,88	1,0%	0,04	2	3	0,079	4,03	0,81	0,53	0,20	0,22	0,94	2611,74 2611,73
D - C.12	50,0	1,80	1,0%	0,06	3	4	0,111	9,86	1,02	0,64	0,28	0,18	4,00	2611,72 2611,68
E - C.12	49,0	1,77	1,0%	0,06	3	4	0,111	9,86	1,02	0,63	0,28	0,18	8,40	2611,68 2611,60
F - C.12	48,0	1,75	1,0%	0,06	3	4	0,111	9,61	0,99	0,62	0,26	0,18	10,00	2611,69 2611,60
G - C.13	92,0	2,55	1,0%	0,07	3	4	0,111	9,86	1,02	0,70	0,28	0,26	6,00	2611,70 2611,64
H - C.13	15,0	0,69	1,0%	0,04	2	3	0,079	4,03	0,81	0,50	0,20	0,17	8,60	2611,89 2611,80
C.13 - P.14	107,0	2,82	1,0%	0,07	3	8	0,182	36,84	1,42	N/A	0,46	0,08	15,00	2611,03 2610,88
C.12 - P.14	180,0	4,03	1,0%	0,08	4	8	0,182	36,84	1,42	0,76	0,46	0,11	15,00	2611,03 2610,88
P.14 - PZ	287,0	5,55	1,0%	0,09	4,00	8	0,182	36,84	1,42	0,84	0,46	0,15	8,56	2611,63 2611,64

Fuente: Elaboración propia.

4.4.5 Aguas Iluvias.

La recolección de aguas lluvias se realiza en las vigas-canales que reciben la escorrentía proveniente de las cubiertas, se dispondrá de tragantes tipo cúpula, las cuales están diseñadas para evitar taponamiento al tener acceso de flujo desde diferentes ángulos.

Para la estación del 20 de Julio se calcula entonces un área **920 m²**, para un caudal total de **43.44 L/s**.

El dimensionamiento del tanque de aguas lluvias no se realiza con el propósito de retener el caudal pluvial, si no exclusivamente para reutilización de las mismas, se dispone un tanque de aguas crudas para el depósito del agua previo al tratamiento, con un rebose que permite desaguar a la red de alcantarillado en caso de ser necesario, posterior al tratamiento el agua será almacenada en un tanque diferente el cual incluye un equipo de bombeo para suministrar la red de aguas tratadas como se indica en el capítulo 3 de este informe.

4.4.6 Bajantes de aguas lluvias.

Las bajantes atienden la cubierta, estas bajantes se conectan de manera individual al tanque de aguas crudas en el primer piso en su mayoría, esto con el fin de evitar problemas de taponamiento y que la red colapse al tener un solo colector, que es lo más usual.

Con base a la precipitación media promedio de 170 mm/h. Se hace un cálculo de área por bajante como se indica a continuación.

Tabla 4-5. Dimensionamiento de bajantes aguas lluvias.

BALL No	ID AREA DRENADA	C	Area [m2]	I [lps/m2]	Q [lps]	d ["]	d _{diseño} ["]	Colector de descarga
1	Cubierta	1,000	460,00	0,0472	21,72	5,55	6,00	A'
2	Cubierta	1,000	460,00	0,0472	21,72	5,55	6,00	C'

Fuente: Elaboración propia.

4.4.7 Colectores de aguas lluvias.

Los colectores de aguas lluvias se manejan colgantes, hasta hacer un cambio de nivel a la llegada al tanque.

Tabla 4-6. Calculo y dimensionamiento de colectores aguas lluvia.

TRAMO	COLECTORES AGUAS LLUVIAS																
	Área m ²	Área Verde m ²	Área (Dura) m ²	q DISEÑO [L/s]	PENDIENTE [%]	DIAM. CALC. [m]	DIAM. N. CAD. ["]	DIAM. NOM. ["]	DIAM. INT. [m]	Q TUBO LL [L/s]	V TUBO LL [m/s]	q/Q	V [m/s]	Ft [Kg/m2]	LONG. [m]	COTA CLAVE [m]	
A' - B'	460	0	460,00	21,72	0,6%	0,16	6	6	0,164	22,39	1,06	0,97	1,10	0,26	15,00	-	-
C' - D'	460	0	460,00	21,72	0,6%	0,16	6	6	0,164	22,39	1,06	0,97	1,10	0,26	45,00	-	-
TQ - C.1. *	460	0	460,00	21,72	0,6%	0,16	6	6	0,164	22,39	1,06	0,97	1,10	0,26	5,00	-	-
TQ - C.1. **	460	0	460,00	21,72	0,6%	0,16	6	6	0,164	22,39	1,06	0,97	1,10	0,26	5,00	-	-
C.1 - PZ *	920,00	0	920,00	43,44	1,0%	0,19	8	8	0,182	36,84	1,42	1,18	1,47	0,46	15,00	-	-

* Calculo de conexión de rebose 1 del tanque a la red publica, con la capacidad de desaguar el 50% del caudal calculado.
 ** Calculo de conexión de rebose 2 del tanque a la red publica, con la capacidad de desaguar el 50% del caudal calculado.
 *** Calculo de conexión de red final de desagüe del tanque a la red publica, con la capacidad de desaguar el 100% del caudal calculado.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.8 Rebores del sistema de aguas lluvias.

El cálculo final de la *Tabla 4-6.* corresponde al caudal total recolectado en cubierta que será transportado por el rebose del tanque cuando el tanque este en su nivel máximo, este rebose cumple para el diámetro indicado. En caso de fallo del sistema de desagüe de lluvias de las cubiertas, por falta de mantenimiento o factores de otro tipo, se debe permitir el desagüe hacia el exterior de la edificación, para este caso se requiere de pases en el muro exterior de la viga canal.

Tabla 4-7. Pases de rebose, canal perimetral - Estación 20 de Julio.

PASOS DE REBOSE EN CUBIERTA - CANAL PERIMETRAL					
NO. DE PASOS DE REBOSE	Área (Dura)	q DISEÑO	DIAM. CALC.	DIAM. N. CAL	DIAM. NOM.
	m ²	[L/s]	[m]	["]	["]
PASE No.1	200,00	9,44	0,11	4	4
PASE No.2	200,00	9,44	0,11	4	4
PASE No.3	200,00	9,44	0,11	4	4
PASE No.4	200,00	9,44	0,11	4	4
PASE No.5	120,00	5,67	0,09	4	4
Total	920,00				
No. Min. de pases.	5,00 pases de 4 " de diametro.				

Nota: La viga-canal de recolección recorre la totalidad del perímetro de la cubierta, por lo cual los pases son distribuidos a lo largo del perímetro independiente del área que cubren, su posición se indica en el plano de desagües de cubiertas.

Fuente: Elaboración propia.

4.5 ESTACIÓN LA VICTORIA

4.5.1 Memoria de cálculo red de desagües

El sistema de desagües propuesto será separado, es decir las aguas residuales tendrán un sistema independiente. Para la recolección de aguas residuales se contarán con una bajante de 4" que hará entrega a la caja de inspección y el primer piso se desaguará independiente; estas se conectan en una caja de inspección y finalmente se empalma a una red existente.

El sistema de recolección de aguas lluvias conduce los caudales de cubierta hacia el tanque de recolección de aguas lluvias donde se le hace un tratamiento pertinente y luego es bombeada al tanque de aguas tratadas para su respectivo bombeo.

4.5.2 Aguas residuales

Los aparatos sanitarios se evacuarán a través colectores sectoriales de desagües con pendiente constructiva mínima de 1.0 %, excepto donde se indique lo contrario en planos por condiciones físicas del proyecto y diámetro mínimo para el desagüe de sanitarios de $\varnothing 4"$, suficientes para la evacuación de las aguas residuales de estas baterías. En consecuencia, se realiza el cálculo a partir de las bajantes de aguas residuales de acuerdo a las unidades estipuladas por la NTC 1500, 2020.

El cálculo de número de aparatos y unidades de desagüe realizado para el diseño de aguas residuales se encuentra en el **Anexo 2. IDU-1630-2020-CS-ES2-RH-MEM-HS-0.**

4.5.3 Bajantes de aguas residuales. Desarrollo Urbano

Las bajantes atienden las baterías de baños, cocinetas o redes de sifones de cada piso; esta bajante se conecta de manera a un colector de bajantes en el primer piso, este colector no puede tener conexiones de ese mismo nivel, solo bajantes de pisos superiores, esto con el fin de evitar problemas de taponamiento que se evidencien en los primeros pisos, que es lo más usual.

Tabla 4-8. Cálculo y dimensionamiento de bajantes aguas residuales.

B.A.R. N°	UNIDADES DE DESCARGA	Q [lps]	d [pulg]	d _{diseño} [pulg]	Colector de descarga
1	96,00	2,62	2,51	4	C
2	66,00	2,21	2,36	4	F
3	48,00	1,75	2,16	4	I
4	10,00	0,50	1,35	3	A
5	37,00	1,47	2,02	3	G

Fuente: Elaboración propia.

Concluyendo que por unidades Hunter la bajante y la recolección de aguas residuales en piso uno cumple con un diámetro de 4". Esta instalación se realizará con tubería PVS Sanitaria.

4.5.4 Colectores de aguas residuales.

Con las unidades por bajante se calculan los colectores principales de aguas residuales hasta la descarga a la caja de inspección con una pendiente del 1.00% y de esta forma hasta la entrega al colector público.

El mantenimiento de los desagües es responsabilidad de cada usuario, no se deben arrojar basuras, pañales, ni toallas higiénicas en los aparatos sanitarios, esto se debe indicar en el manual del propietario.

Tabla 4-9. Cálculo y dimensionamiento de colectores aguas residuales.

COLECTORES AGUAS RESIDUALES 1															
TRAMO	UNID. HUNTER ACUMULADAS	q DISEÑO [L/s]	PENDIENTE [%]	DIAM. CALC. [m]	DIA. NOM. CAL. ["]	DIAM. NOM. ["]	DIAM. INT. [m]	Q TUBO LL [L/s]	V TUBO LL [m/s]	V [m/s]	Ft Kg/m ²	q/Q	LONG. [m]	COTA CLAVE [m]	
														Inicial	Final
A - B	10,0	0,50	1,4%	0,03	2	4	0,111	11,66	1,21	N/A	0,39	0,04	10,00	2736,40	2736,26
C - B	96,0	2,62	0,5%	0,08	3	4	0,111	6,97	0,72	0,57	0,14	0,38	20,00	2736,37	2736,27
B - K	66,0	2,21	0,5%	0,07	3	4	0,111	6,97	0,72	0,53	0,14	0,32	6,20	2736,03	2736,00
K - C.I.1	172,0	3,91	0,5%	0,09	4	4	0,111	6,97	0,72	0,63	0,14	0,56	2,00	2735,54	2735,53
D - E	44,0	1,64	1,0%	0,06	2	4	0,111	9,86	1,02	0,62	0,28	0,17	9,00	2736,30	2736,21
E - C.I.1	64,0	2,17	0,5%	0,07	3	4	0,111	6,97	0,72	0,53	0,14	0,31	23,00	2735,85	2735,74
F - K	66,0	2,21	1,0%	0,06	3	4	0,111	9,86	1,02	0,68	0,28	0,22	16,00	2736,30	2736,14
C.I.1 - P.I.2	236,0	4,85	1,0%	0,09	4	8	0,182	36,84	1,42	0,81	0,46	0,13	15,00	2735,80	2735,65
I - J	48,0	1,75	0,5%	0,07	3	4	0,111	6,97	0,72	0,50	0,14	0,25	2,00	2736,30	2736,29
G - J	37,0	1,47	0,5%	0,06	3	4	0,111	6,97	0,72	0,47	0,14	0,21	26,50	2736,42	2736,29
J - C.I.3	85,0	2,41	0,5%	0,07	3	4	0,111	6,97	0,72	0,55	0,14	0,35	1,50	2736,29	2736,28
H - C.I.3	68,0	2,25	0,5%	0,07	3	4	0,111	6,97	0,72	0,54	0,14	0,32	14,00	2736,24	2736,17
C.I.3 - P.I.4	153,0	3,61	5,0%	0,06	2	8	0,182	82,38	3,17	N/A	2,28	0,04	22,15	2735,40	2734,29
P.I.4 - P.I.5	153,0	3,61	20,0%	0,04	2	8	0,182	164,77	6,33	N/A	9,10	0,02	28,50	2734,13	2728,43

Fuente: Elaboración propia.

4.5.5 Aguas Iluvias.

La recolección de aguas lluvias se realiza en las vigas-canales que reciben la escorrentía proveniente de las cubiertas, se dispondrá de tragantes tipo cúpula, las cuales están diseñadas para evitar taponamiento al tener acceso de flujo desde diferentes ángulos.

Para la estación de La Victoria se calcula entonces un área 1500 m², para un caudal total de 70.83 L/s.

El dimensionamiento del tanque de aguas lluvias no se realiza con el propósito de retener el caudal pluvial, si no exclusivamente para reutilización de las mismas, se dispone un tanque de aguas crudas para el depósito del agua previo al tratamiento, con un rebose que permite desaguar a la red de alcantarillado en caso de ser necesario, posterior al tratamiento el agua será almacenada en un tanque diferente el cual incluye un equipo de bombeo para suministrar la red de aguas tratadas como se indica en el capítulo 3 de este informe.

4.5.6 Bajantes de aguas lluvias.

Las bajantes atienden la cubierta, estas bajantes se conectan de manera individual al tanque de aguas crudas en el primer piso en su mayoría, esto con el fin de evitar problemas de taponamiento y que la red colapse al tener un solo colector, que es lo más usual.

Con base a la precipitación media promedio de 170 mm/h. Se hace un cálculo de área por bajante como se indica a continuación.

Tabla 4-10. Dimensionamiento de bajantes aguas lluvia.

BALL No	ID AREA DRENADA	C	Area [m2]	i [pps/m2]	Q [lps]	d ["]	d _{diseño} ["]	Colector de descarga
1	Cubierta	1,000	450,00	0,0472	21,25	5,50	6,00	A
2	Cubierta	1,000	300,00	0,0472	14,17	4,73	6,00	B
3	Cubierta	1,000	300,00	0,0472	14,17	4,73	6,00	C
4	Cubierta	1,000	450,00	0,0472	21,25	5,50	6,00	D

Fuente: Elaboración propia.

4.5.7 Colectores de aguas lluvias.

Los colectores de aguas lluvias se manejan colgantes, hasta hacer un cambio de nivel a la llegada al tanque.

Tabla 4-11. Calculo y dimensionamiento de colectores aguas lluvia.

TRAMO	COLECTORES AGUAS LLUVIAS																
	Área m ²	Área Verde m ²	Área (Dura) m ²	q DISEÑO [L/s]	PENDIENTE [%]	DIAM. CALC. [m]	DIAM. N. CAL ["]	DIAM. NOM. ["]	DIAM. INT [m]	Q TUBO LL [L/s]	V TUBO LL [m/s]	q/Q	V [m/s]	Ft Kg/m2	LONG. [m]	COTA CLAVE [m]	
																Inicial	Final
B' - E'	300,00	0	300,00	14,17	1,0%	0,13	6	6	0,164	27,98	1,32	0,51	1,14	0,41	35,00	BAJO PLACA	2736,60
C' - E'	300,00	0	300,00	14,17	1,0%	0,13	6	6	0,164	27,98	1,32	0,51	1,14	0,41	20,00	BAJO PLACA	2736,60
A' - TQ	450,00	0	450,00	21,25	1,0%	0,15	6	6	0,164	27,98	1,32	0,76	1,29	0,41	35,00	BAJO PLACA	2736,60
E' - TQ	600,00	0	600,00	28,33	1,0%	0,16	8	6	0,164	27,98	1,32	1,01	1,38	0,41	20,00	BAJO PLACA	2736,60
D' - TQ	450,00	0	450,00	21,25	1,0%	0,15	6	6	0,164	27,98	1,32	0,76	1,29	0,41	5,00	BAJO PLACA	2736,60
TQ - C.1 *	750,00	0	750,00	35,42	0,5%	0,20	8	8	0,182	26,05	1,00	1,36	1,04	0,23	15,00	2736,38	2736,31
TQ - C.1 **	750,00	1	750,00	35,43	0,5%	0,20	8	8	0,182	26,05	1,00	1,36	1,04	0,23	15,00	2736,38	2736,31
C.1 - PZ ***	1500,00	0	1500,00	70,83	1,0%	0,23	10	10	0,227	66,41	1,64	1,07	1,71	0,57	13,70	2735,55	2735,41

* Cálculo de conexión de rebose 1 del tanque a la red pública, con la capacidad de desaguar el 50% del caudal calculado.
 ** Cálculo de conexión de rebose 2 del tanque a la red pública, con la capacidad de desaguar el 50% del caudal calculado.
 *** Cálculo de conexión de red final de desagüe del tanque a la red pública, con la capacidad de desaguar el 100% del caudal calculado.

Fuente: Elaboración propia.

4.5.8 Reboses del sistema de aguas lluvias.

El cálculo final de la tabla *Tabla 4-11*. corresponde al caudal total recolectado en cubierta que será transportado por el rebose del tanque cuando el tanque este en su nivel máximo, este rebose cumple para el diámetro indicado. En caso de fallo del sistema de desagüe de lluvias de las cubiertas, por falta de mantenimiento o factores de otro tipo, se debe permitir el desagüe hacia el exterior de la edificación, para este caso se requiere de pases en el muro exterior de la viga canal.

Tabla 4-12. Pases de reboses en cubierta - Estación La victoria.

PASES DE REBOSE EN CUBIERTA - CANAL PERIMETRAL					
NO. DE PASES DE REBOSE	Área (Dura)	q DISEÑO	DIAM. CALC.	DIAM. N. CAL	DIAM. NOM.
	m ²	[L/s]	[m]	["]	["]
PASE No.1	200,00	9,44	0,11	4	4
PASE No.2	200,00	9,44	0,11	4	4
PASE No.3	200,00	9,44	0,11	4	4
PASE No.4	200,00	9,44	0,11	4	4
PASE No.5	200,00	9,44	0,11	4	4
PASE No.6	200,00	9,44	0,11	4	4
PASE No.7	200,00	9,44	0,11	4	4
PASE No.8	100,00	4,72	0,08	4	4
Total	1500,00				
No. Min. de pases.	8,00 pases de 4 " de diametro.				

Nota: La viga-canal de recolección recorre la totalidad del perimetro de la cubierta, por lo cual los pases son distribuidos a lo largo del perimetro independiente del area que cubren, su posición se indica en el plano dedesagues de cubiertas.

Fuente: Elaboración propia.

4.6 ESTACIÓN ALTAMIRA

4.6.1 Memoria de cálculo red de desagües

El sistema de desagües propuesto será separado, es decir las aguas residuales tendrán un sistema independiente. Para la recolección de aguas residuales se contarán con una bajante de 4" que hará entrega a la caja de inspección y el primer piso se desaguará independiente; estas se conectan en una caja de inspección y finalmente se empalma a una red existente.

El sistema de recolección de aguas lluvias conduce los caudales de cubierta hacia el tanque de recolección de aguas lluvias donde se le hace un tratamiento pertinente y luego es bombeada al tanque de aguas tratadas para su respectivo bombeo.

4.6.2 Aguas residuales

Los aparatos sanitarios se evacuarán a través colectores sectoriales de desagües con pendiente constructiva mínima de 1.0 %, excepto donde se indique lo contrario en planos por condiciones físicas del proyecto y diámetro mínimo para el desagüe de sanitarios de $\varnothing 4''$, suficientes para la evacuación de las aguas residuales de estas baterías. En consecuencia, se realiza el cálculo a partir de las bajantes de aguas residuales de acuerdo a las unidades estipuladas por la NTC 1500, 2020.

El cálculo de numero de aparatos y unidades de desagüe realizado para el diseño de aguas residuales se encuentra en el **Anexo 3. IDU-1630-2020-CS-ES3-RH-MEM-HS-0.**

4.6.3 Bajantes de aguas residuales.

Las bajantes atienden las baterías de baños, cocinetas o redes de sifones de cada piso; esta bajante se conecta de manera a un colector de bajantes en el primer piso, este colector no puede tener conexiones de ese mismo nivel, solo bajantes de pisos superiores, esto con el fin de evitar problemas de taponamiento que se evidencien en los primeros pisos, que es lo más usual.

Tabla 4-13. Cálculo y dimensionamiento de bajantes aguas residuales.

B.A.R. N°	UNIDADES DE DESCARGA	Q [lps]	d [pulg]	d _{diseño} [pulg]	Colector de descarga
1	86,00	2,43	2,44	4	A
2	70,00	2,11	2,32	4	B
3	22,00	0,98	1,74	4	D
4	125,00	3,14	2,69	4	H

Fuente: Elaboración propia.

Concluyendo que por unidades Hunter la bajante y la recolección de aguas residuales en piso uno cumple con un diámetro de 4". Esta instalación se realizará con tubería PVS Sanitaria.

4.6.4 Colectores de aguas residuales.

Con las unidades por bajante se calculan los colectores principales de aguas residuales hasta la descarga a la caja de inspección con una pendiente del 1.00% y de esta forma hasta la entrega al colector público.

El mantenimiento de los desagües es responsabilidad de cada usuario, no se deben arrojar basuras, pañales, ni toallas higiénicas en los aparatos sanitarios, esto se debe indicar en el manual del propietario.

Tabla 4-14. Cálculo y dimensionamiento de colectores aguas residuales.

COLECTORES AGUAS RESIDUALES															
TRAMO	UNID. HUNTER ACUMULADAS	q DISEÑO [L/s]	PENDIENTE [%]	DIAM. CALC. [m]	DIA. NOM. CAL. ["]	DIAM. NOM. ["]	DIAM. INT. [m]	Q TUBO LL [L/s]	V TUBO LL [m/s]	V [m/s]	Ft Kg/m ²	q/Q	LONG. [m]	COTA CLAVE [m]	
													Inicial	Final	
A - C.1.1	86,0	2,43	1,0%	0,07	3	4	0,111	9,86	1,02	0,69	0,28	0,25	15,50	2872,04	2871,89
B - C.1.1	70,0	2,11	1,0%	0,06	3	4	0,111	9,86	1,02	0,67	0,28	0,21	5,00	2871,93	2871,88
C - C.1.1	15,0	0,69	1,0%	0,04	2	3	0,079	4,03	0,81	0,50	0,20	0,17	10,00	2871,98	2871,88
D - E	22,0	0,98	1,0%	0,05	2	4	0,111	9,86	1,02	0,52	0,28	0,10	22,40	2872,07	2871,85
E - C.1.2	22,0	0,98	1,0%	0,05	2	4	0,111	9,86	1,02	0,52	0,28	0,10	10,90	2871,51	2871,40
F - G	32,0	1,32	1,0%	0,05	2	4	0,111	9,86	1,02	0,59	0,28	0,13	22,40	2872,07	2871,85
G - C.1.2	32,0	1,32	1,0%	0,05	2	4	0,111	9,86	1,02	0,59	0,28	0,13	10,90	2871,51	2871,40
C.1.1 - C.1.2	171,0	3,89	1,0%	0,08	3	8	0,182	36,84	1,42	0,76	0,46	0,11	17,40	2871,80	2871,63
C.1.2 - P.1.3	226,0	4,70	1,0%	0,08	4	8	0,182	36,84	1,38	0,79	0,43	0,13	3,60	2871,40	2871,36
H - I	125,0	3,14	1,0%	0,07	3	8	0,182	36,84	1,42	N/A	0,46	0,09	7,70	REBOSE	C.N.
I - P.1.4	126,0	3,14	1,0%	0,07	3	8	0,182	36,84	1,42	N/A	0,46	0,09	3,40	C.N.	2868,80

Fuente: Elaboración propia.

4.6.5 Aguas Iluvias.

La recolección de aguas lluvias se realiza en las vigas-canales que reciben la escorrentía proveniente de las cubiertas, se dispondrá de tragantes tipo cúpula, las cuales están diseñadas para evitar taponamiento al tener acceso de flujo desde diferentes ángulos.

Para la estación de Altamira se calcula entonces un área 2270 m², para un caudal total de 107 L/s.

El dimensionamiento del tanque de aguas lluvias no se realiza con el propósito de retener el caudal pluvial, si no exclusivamente para reutilización de las mismas, se dispone un tanque de aguas crudas para el depósito del agua previo al tratamiento, con un rebose que permite desaguar a la red de alcantarillado en caso de ser necesario, posterior al tratamiento el agua será almacenada en un tanque diferente el cual incluye un equipo de bombeo para suministrar la red de aguas tratadas como se indica en el capítulo 3 de este informe.

4.6.6 Bajantes de aguas Iluvias.

Las bajantes atienden la cubierta, estas bajantes se conectan de manera individual al tanque de aguas crudas en el primer piso en su mayoría, esto con el fin de evitar problemas de taponamiento y que la red colapse al tener un solo colector, que es lo más usual.

Con base a la precipitación media promedio de 170 mm/h. Se hace un cálculo de área por bajante como se indica a continuación.

Tabla 4-15. Dimensionamiento de bajantes aguas lluvias.

BALL No	ID AREA DRENADA	C	Area [m2]	I [lps/m2]	Q [lps]	d ["]	d _{diseño} ["]	Colector de descarga
1	Cubierta	1,000	400,00	0,0472	18,89	5,27	6,00	A'
2	Cubierta	1,000	500,00	0,0472	23,61	5,73	6,00	B'
3	Cubierta	1,000	450,00	0,0472	21,25	5,50	6,00	C'
4	Cubierta	1,000	280,00	0,0472	13,22	4,61	6,00	D'
5	Cubierta	1,000	320,00	0,0472	15,11	4,84	6,00	E'
6	Cubierta	1,000	320,00	0,0472	15,11	4,84	6,00	F'

Fuente: Elaboración propia.

4.6.7 Colectores de aguas lluvias.

Los colectores de aguas lluvias se manejan colgantes, hasta hacer un cambio de nivel a la llegada al tanque.



Tabla 4-16. Calculo y dimensionamiento de colectores aguas lluvia.

TRAMO	COLECTORES AGUAS LLUVIAS																
	Área m ²	Área Verde m ²	Área (Dura) m ²	q DISEÑO [L/s]	PENDIENTE [%]	DIAM. CALC. [m]	DIAM. N. CALDIAM. NOM. ["]	DIAM. INT ["]	Q TUBO LL [L/s]	V TUBO LL [m/s]	q/Q	V [m/s]	Ft Kg/m2	LONG. [m]	COTA CLAVE [m]		
															Inicial	Final	
A' - G'	400	0	400,00	18,89	1,0%	0,14	6	6	0,164	27,98	1,32	0,68	1,25	0,41	32,00	2872,20	2872,40
B' - G'	500	0	500,00	23,61	1,0%	0,15	6	6	0,164	27,98	1,32	0,84	1,33	0,41	32,00	2872,20	2872,40
C' - G'	450	0	450,00	21,25	1,0%	0,15	6	6	0,164	27,98	1,32	0,76	1,29	0,41	45,00	2872,17	2872,40
D' - H'	280	0	280,00	13,22	1,0%	0,12	6	6	0,164	27,98	1,32	0,47	1,13	0,41	21,00	2871,36	2871,15
E' - H'	320	0	320,00	15,11	1,0%	0,13	6	6	0,164	27,98	1,32	0,54	1,16	0,41	6,30	2871,28	2872,40
F' - G'	320	0	320,00	15,11	1,0%	0,13	6	6	0,164	27,98	1,32	0,54	1,16	0,41	30,00	2872,13	2872,40
G' - TQ	1670	0	1670,00	78,86	2,5%	0,20	8	8	0,182	58,25	2,24	1,35	2,33	1,14	9,00	BAJO PLACA	2872,40
H' - TQ	600	0	600,00	28,33	0,5%	0,19	8	8	0,182	26,05	1,00	1,09	1,04	0,23	1,00	BAJO PLACA	2872,40
TQ - C.N.	2270	0	2270,00	107,19	1,3%	0,26	10	10	0,227	75,72	1,87	1,42	1,95	0,74	12,90	2870,93	2870,76
C.N. - PZ *	2270,00	0	2270,00	107,19	2,0%	0,24	10	10	0,227	93,92	2,32	1,14	2,41	1,14	4,30	2867,65	2867,66

* Calculo de conexión de rebose del tanque a la red publica, con la capacidad de desaguar el 100% del caudal calculado.

Fuente: Elaboración propia.

4.6.8 Reboses del sistema de aguas lluvias.

El cálculo final de la tabla *Tabla 4-16.* corresponde al caudal total recolectado en cubierta que será transportado por el rebose del tanque cuando el tanque este en su nivel máximo, este rebose cumple para el diámetro indicado. En caso de fallo del sistema de desagüe de lluvias de las cubiertas, por falta de mantenimiento o factores de otro tipo, se debe permitir el desagüe hacia el exterior de la edificación, para este caso se requiere de pases en el muro exterior de la viga canal.

Tabla 4-17. Pases de rebose, canal perimetral - Estación Altamira.

PASES DE REBOSE EN CUBIERTA - CANAL PERIMETRAL					
NO. DE PASES DE REBOSE	Área (Dura)	q DISEÑO	DIAM. CALC.	DIAM. N. CAL	DIAM. NOM.
	m ²	[L/s]	[m]	["]	["]
PASE No.1	200,00	9,44	0,11	4	4
PASE No.2	200,00	9,44	0,11	4	4
PASE No.3	200,00	9,44	0,11	4	4
PASE No.4	200,00	9,44	0,11	4	4
PASE No.5	200,00	9,44	0,11	4	4
PASE No.6	200,00	9,44	0,11	4	4
PASE No.7	100,00	4,72	0,08	4	4
Total	1300,00				
No. Min. de pases.	7,00	pases de 4 " de diametro.			

Nota: La viga-canal de recolección recorre la totalidad del perímetro de la cubierta, por lo cual los pases son distribuidos a lo largo del perímetro independiente del área que cubren, su posición se indica en el plano de desagues de cubiertas.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4-18. Pases de rebose, canal central 1 - Estación Altamira.

PASES DE REBOSE EN CUBIERTA - CANAL CENTRAL 1					
NO. DE PASES DE REBOSE	Área (Dura)	q DISEÑO	DIAM. CALC.	DIAM. N. CAL	DIAM. NOM.
	m ²	[L/s]	[m]	["]	["]
PASE No.1	500,00	23,61	0,15	6	6
Total	500,00				
No. Min. de pases.	1,00	pases de 6 " de diametro.			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4-19. Pases de rebose, canal central 2 - Estación Altamira.

PASES DE REBOSE EN CUBIERTA CANAL - CENTRAL 2					
NO. DE PASES DE REBOSE	Área (Dura)	q DISEÑO	DIAM. CALC.	DIAM. N. CAL	DIAM. NOM.
	m ²	[L/s]	[m]	["]	["]
PASE No.1	500,00	23,61	0,15	6	6
Total	500,00				
No. Min. de pases.	1,00	pases de 6 " de diametro.			

Fuente: Elaboración propia.

5 CANTIDADES APROXIMADAS DE OBRA.

Las cantidades de obra del proyecto completo están presentadas en el correspondiente formato **FO-AC-07** del IDU, en donde se agrupan por estación, especialidad y subespecialidad, cada ítem está identificado con un código de IDU, en caso de no existir un código para la actividad o suministro se asigna uno y se realiza a especificación correspondiente, el formato corresponde al **Anexo 4. IDU-1630-2020-CS-GEN-RH-DOC-CAN-0** de este informe.

Figura 5-1. Formato FO-AC-07 del IDU, Cantidades de obra.

FORMATO										ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Desarrollo Urbano		
Contrato IDU 1630 de 16 de diciembre de 2020												
AJUSTES, ACTUALIZACIÓN Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.												
CÓDIGO FO-AC-07		PROCESO CANTIDADES DE OBRA								VERSION 0	Desarrollo Urbano	
RESUMEN CANTIDADES POR ESPECIALIDAD												
RESPONSABLE			CÓDIGO			FECHA			12/11/2021			
ESTACIÓN DE SALIDA	ESTACIÓN DE LLEGADA	ALTERNATIVA	ESPECIALIDAD	SUBESPECIALIDAD	Nº ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	OBSERVACIONES		
						(Colocar la descripción del ítem tomado de la lista ítems IDU. Si no existe colocar la descripción completa del ítem nuevo)			N	(Colocar el documento de referencia de donde se tomó la cantidad. Ej. plano, reporte, etc)		
Portal 20 de Julio	-	4	RH	AP	8522	TUBERÍA CPVC D= 1/2 (INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACIÓN)	ML	22,52		TUBERIAS		
Portal 20 de Julio	-	4	RH	AP	4801	TUBERÍA PVC-PRESION (PVC-P) D=1 1/2 RDE 21 (INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACIÓN)	ML	6,02	NTC1500 - NTC382	TUBERIAS		
Portal 20 de Julio	-	4	RH	AP	5084	TUBERÍA PVC-PRESION (PVC-P) D=1 RDE 13,5 (INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACIÓN)	ML	135,99	NTC1500 - NTC382	TUBERIAS		
Portal 20 de Julio	-	4	RH	AP	HAP035	TUBERÍA PVC-PRESION (PVC-P) D=1/2 RDE 9 (INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACIÓN)	ML	118,54	NTC1500 - NTC382	TUBERIAS		
Portal 20 de Julio	-	4	RH	AP	3223	TUBERÍA PVC-PRESION (PVC-P) D=2 RDE 21 (INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACIÓN)	ML	20,52	NTC1500 - NTC382	TUBERIAS		
Portal 20 de Julio	-	4	RH	AP	HAP008	TUBERÍA PVC-PRESION (PVC-P) D=3/4 RDE 11 (INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACIÓN)	ML	79,17	NTC1500 - NTC382	TUBERIAS		
Portal 20 de Julio	-	4	RH	AP	HAP001	TUBERÍA ACERO INOXIDABLE RANURADA (A.I) D=1 1/2	ML	0,04		TUBERIAS		
Portal 20 de Julio	-	4	RH	AP	HAP002	TUBERÍA ACERO INOXIDABLE RANURADA (A.I) D=1 3/4	ML	0,68		TUBERIAS		
Portal 20 de Julio	-	4	RH	AP	HAP003	TUBERÍA ACERO INOXIDABLE RANURADA (A.I) D=1	ML	0,04		TUBERIAS		
Portal 20 de Julio	-	4	RH	AP	HAP004	TUBERÍA ACERO INOXIDABLE RANURADA (A.I) D=1/2	ML	0,49		TUBERIAS		
Portal 20 de Julio	-	4	RH	AP	HAP005	TUBERÍA ACERO INOXIDABLE RANURADA (A.I) D=1/4	ML	0,18		TUBERIAS		
Portal 20 de Julio	-	4	RH	AP	HAP006	TUBERÍA ACERO INOXIDABLE RANURADA (A.I) D=2	ML	2,45		TUBERIAS		
Portal 20 de Julio	-	4	RH	AP	HAP032	TUBERÍA PVC-PRESION (PVC-P) D=1 1/2 SCH 80 (INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACIÓN)	ML	0,78	NTC1500 - NTC382	TUBERIAS		
Portal 20 de Julio	-	4	RH	AP	HAP033	TUBERÍA PVC-PRESION (PVC-P) D=1 1/4 SCH 80 (INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACIÓN)	ML	1,53	NTC1500 - NTC382	TUBERIAS		
Portal 20 de Julio	-	4	RH	AP	HAP009	TUBERÍA PVC-PRESION (PVC-P) D=2 SCH 80 (INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACIÓN)	ML	2,01	NTC1500 - NTC382	TUBERIAS		
Portal 20 de Julio	-	4	RH	AN	3043	TUBERÍA PVC ENT CORRUGADO INT LIBO-1 D=8 (INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACIÓN)	ML	74,80		TUBERIAS		
Portal 20 de Julio	-	4	RH	AN	HAN001	TUBERÍA PVC-LIVIANA (PVC-L) D=2 (INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACIÓN)	ML	6,83	NTC1500 - NTC1341 - NTC1087	TUBERIAS		
Portal 20 de Julio	-	4	RH	AN	HAN002	TUBERÍA PVC-LIVIANA (PVC-L) D=4 (INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACIÓN)	ML	42,62	NTC1500 - NTC1341 - NTC1087	TUBERIAS		
Portal 20 de Julio	-	4	RH	AN	5073	TUBERÍA PVC-SANITARIA (PVC-S) D=2 (INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACIÓN)	ML	127,33	NTC1500 - NTC1341 - NTC1087	TUBERIAS		

Nota: La figura anterior es solo ilustrativa, la información completa de cantidades se encuentra en el anexo mencionado anteriormente.

ANEXOS.

Anexo 1. IDU-1630-2020-CS-ES1-RH-MEM-HS-0

Anexo 2. IDU-1630-2020-CS-ES1-RH-MEM-HS-0

Anexo 3. IDU-1630-2020-CS-ES1-RH-MEM-HS-0

Anexo 4. IDU-1630-2020-CS-GEN-RH-DOC-CAN-0



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
MOVILIDAD

Instituto de Desarrollo Urbano