CONSORCIO SSER-SJD

INFORME DISEÑO REDES HIDRAULICO, SANITARIO, MANEJO AGUAS LLUVIAS Y CONTROL DE INCENDIOS

CONSULTORÍA GRUPO 3

EDIFICIO CUNDIFARMA

Objeto del contrato

REALIZAR LA CONTRATACIÓN DE LAS CONSULTORÍAS PARA LA EJECUCIÓN DE LOS ESTUDIOS TÉCNICOS Y PROYECTOS DE RESTAURACIÓN DE VARIOS INMUEBLES QUE HACEN PARTE DEL COMPLEJO HOSPITALARIO SAN JUAN DE DIOS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ, DE ACUERDO CON LO ESTABLECIDO PARA CADA GRUPO – GRUPO 3

Bogotá Diciembre de 2022

PBX: +(571) 530 0660
E-mail: planos@pyd.com.co
Cra.19A No. 84-14 Piso 7
Bogotá D.C., Colombia

CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 2-1
1.1 GENERALIDADES 2-1
1.2 METODOLOGÍA Y ACTIVIDADES REALIZADAS 2-1
1.3 NORMATIVIDAD DE REFERENCIA 2-1
2 MARCO TEÓRICO DE DISEÑO 2-3
2.1 SISTEMA HIDRÁULICO 2-3
2.2 SISTEMA DE TUBERÍAS PARA EL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES 2-11
2.3 SISTEMA DE MANEJO DE AGUAS LLUVIAS 2-13
2.4 SISTEMA DE MANEJO CONTRA INCENDIOS 2-16
3 CÁLCULO HIDRAULICO SUMINISTRO DE AGUA 3-1
3.1 POBLACIÓN, DOTACIÓN Y CAUDAL DE DISEÑO 3-1
3.2 CALCULO TUBERIAS DE SUMINISTRO 3-1
3.3 SISTEMA DE BOMBEO AGUA POTABLE 3-4
3.4 TANQUE DE ALMACENAMIENTO AGUA POTABLE 3-11
3.5 TANQUE DE ALMACENAMIENTO AGUA APROVECHABLE PARA AGUA LLUVIA 3-11
3.6 CÁLCULO DE ACOMETIDA 3-12
4 SISTEMA DE MANEJO DE AGUAS RESIDUALES 4-1
4.1 CAUDALES DE FLUJO EN TUBERIAS 4-1
4.2 CALCULO DE LÍNEAS DE CONDUCCIÓN SANITARIA 4-1
4.3 CALCULO DE BAJANTES 4-4
4.4 SISTEMA DE VENTILACIÓN 4-5
5 SISTEMA DE MANEJO DE AGUAS LLUVIAS 5-1
5.1 DETERMINACIÓN DE ÁREAS Y CAUDALES 5-1
5.2 CALCULO DE BAJANTES 5-2
5.3 FLUJO A TRAVÉS DE TUBERÍAS AGUAS LLUVIAS 5-5
5.4 PROYECCION DE CANAL PARA ESCORRENTIA DE AGUA LLUVIA EN CUBIERTAS 5-8
5.5 TRATAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS 5-10
5.6 SUMINISTRO DE AGUA EN AUSENCIA DE AGUA LLUVIA 5-16
6 SISTEMA DE CONTRAINCENDIOS 1
6.1 CLASIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN 1
6.2 SISTEMAS DE TOMAS FIJAS 1
6.3 SISTEMA DE ROCIADORES 4
6.4 CALCULO DE BOMBEO SISTEMA DE INCENDIOS 8
6.5 TANQUE DE ALMACENAMIENTO TENIENDO EN CUENTA VOLUMEN PARA CONTRA INCENDIOS 11
6.6 CALCULO BOMBA EYECTORA 13
6.7 PRUEBAS GENERALES Y RECOMENDACIONES 14
7 ANEXOS 15

LISTA DE TABLAS

Tabla 2-1 UNIDADES DE HUNTER DE REFERENCIA 2-5
Tabla 2-2 CAUDALES DE APARATOS SANITARIOS CON BASE EN LAS UNIDADES DE HUNTER 2-5
Tabla 2-3 PRESIONES DE APARATOS SANITARIOS 2-8
Tabla 2-4 LONGITUDES EQUIVALENTES ACCESORIOS TUBERÍAS A PRESIÓN. 2-9
Tabla 2-5 RECOMENDACIONES DE PORCENTAJE DE CAUDAL PARA BOMBAS 2-11
Tabla 2-6 Relaciones Hidráulicas para conductos circulares 2-14
Tabla 2-7 RELACIÓN DE CAUDALES EN BAJANTES 2-15
Tabla 2-8 CLASIFICACIÓN DE LAS EDIFICACIONES SEGÚN EL TÍTULO J DE LA NSR-10. 2-16
Tabla 2-9 DEFINICIÓN DE RIESGO 2-18
Tabla 2-10 REQUERIMIENTO DE SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS 2-19
TABLA 2-11 REQUERIMIENTO DE ROCIADORES Y/O GABINETES 2-20
Tabla 2-12 Requisitos de abastecimiento de agua para sistemas de gabinetes 2-24
TABLA 2-13 VALORES DE C EN LA EXPRESIÓN DE HAZEN WILLIAMS 2-25
TABLA 2-14 tipos de Rociadores dependiendo la temperatura de funcionamiento 2-26
TABLA 2-15 Factor K del rociador, según NFPA (tabla 2-2.2 NFPA) 2-26
Tabla 2-16 Área máxima de cobertura de Rociadores 2-28
Tabla 2-17 Distancia de Rociadores 2-29
Tabla 2-18 Requisitos de abastecimiento de agua para sistemas de rociadores 2-29
TABLA 2-19 SEPARACIÓN DE EXTINTORES CLASE A 2-29
TABLA 2-20 SEPARACIÓN DE EXTINTORES CLASE B 2-30
Tabla 3-1 POBLACIÓN PROYECTADA 3-1
Tabla 3-2 DOTACION Y CONSUMO DIARIO DE AGUA 3-1
Tabla 3-3 DESCRIPCIÓN DE COLUMNAS DE LA TABLA DE CÁLCULOS LÍNEA HIDRÁULICA 3-2
Tabla 4-1 DESCRIPCIÓN DE COLUMNAS DE LA TABLA DE CÁLCULOS LÍNEA SANITARIA 4-2
Tabla 4-2 CALCULO DE BAJANTES DE AGUAS NEGRAS 4-4
Tabla 5-1 CAUDAL DE BAJANTES EN FUNCION DEL ANILLO PREVISTO 5-2
Tabla 5-2 DESCRIPCIÓN DE TABLA DE CÁLCULO DE SUMIDEROS Y BAJANTES 5-2
Tabla 5-3 CALCULO DE SIFONES Y BAJANTES PARA AGUAS LLUVIAS 5-3
Tabla 5-4 DESCRIPCIÓN DE TABLA DE CÁLCULO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL 5-6
Tabla 5-5 CALCULO DE CAUDALES PARA CANAL DE CUBIERTA 5-9
Tabla 6-1 DESCRIPCIÓN DE TABLA DE CÁLCULO PARA TUBERIAS DEL SISTEMA DE GABINETES 3
Tabla 6-2 RESUMEN DE CALCULO DE ALTERNATIVAS DE PUNTOS DE TOMAS MANGUERAS 4
Tabla 6-3 DESCRIPCIÓN DE TABLA DE CÁLCULO PARA TUBERIAS DEL SISTEMA DE ROCIADORES 7
Tabla 6-4 RESUMEN DE CALCULO DE ALTERNATIVAS DE AREAS DE ROCIADORES 8
Tabla 6-5 LONGITUDES EQUIVALENTES PARA ACCESORIOS EN LA SUCCIÓN 10

TABLA DE FIGURAS

FIGURA 2-1 DETALLE DE CONEXIÓN DE SANITARIO Y ORINAL 2-4
FIGURA 2-2 DETALLE DE CONEXIÓN DE LAVAMANOS Y VÁLVULA DE CONTROL DE FLUJO 2-4
FIGURA 2-3 CURVA DE DETERMINACIÓN DE DENSIDAD PARA ROCIADORES 2-28
FIGURA 3-1 PLANTA DE CUBIERTA DEL EDIFICIO 3-12
FIGURA 5-1 Áreas aferentes 5-1

FIGURA 5-2 Pendientado de pacas superiores..... 5-8
FIGURA 5-3 FLIJOGRAMA SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS..... 5-10
FIGURA 6-1 CURVA DE DETERMINACIÓN DE DENSIDAD PARA ROCIADORES.....4
FIGURA 6-2 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA.....12

CONTENIDO DE ANEXOS

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

Número de Contrato:	3053 de 2022
Objeto del Contrato:	REALIZAR LA CONTRATACIÓN DE LAS CONSULTORÍAS PARA LA EJECUCIÓN DE LOS ESTUDIOS TÉCNICOS Y PROYECTOS DE RESTAURACIÓN DE VARIOS INMUEBLES QUE HACEN PARTE DEL COMPLEJO HOSPITALARIO SAN JUAN DE DIOS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ, DE ACUERDO CON LO ESTABLECIDO PARA CADA GRUPO – GRUPO 3
Versión:	VA
Periodo:	2022-DIC-01 A 2022-DIC-31
Código de Proyecto:	C-3121
Número de total de Páginas:	91

INFORME DISEÑO REDES HIDRAULICO, SANITARIO, MANEJO AGUAS LLUVIAS Y CONTROL DE INCENDIOS

CONTROL DE CAMBIOS

Control de Versiones			
Versión	Fecha	Descripción de la modificación	Folios
VA.0	26/12/2022	Versión inicial de diseño	91

En el presente proyecto, participaron los siguientes especialistas:

CONSORCIO SSER-SJD			
ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:	
			
ING. WILLIAM RODRIGO BAYONA C	ARQ. LINA CONSTANZA BELTRAN	ING. JUAN DIEGO QUINTERO	ING. JHON ALEXNDER TRUJILLO LÓPEZ
ESP – CONSULTORÍA	DIRECTOR – CONSULTORÍA	DIRECTOR - INTERVENTORÍA	ESP - INTERVENTORÍA
MP.2520246741	MP.25700-67386	MP. 2520232884	MP. 25202153298

1 INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

El presente documento consta de las memorias de diseño de las redes de suministro de agua, evacuación de las aguas servidas y aguas lluvias actuales existentes en el edificio de Cundifarma que forma parte del estudio cuyo nombre es "Realizar la contratación de las consultorías para la ejecución de los estudios técnicos y proyectos de restauración de varios inmuebles que hacen parte del complejo hospitalario san juan de dios en la ciudad de Bogotá, de acuerdo con lo establecido para cada grupo – grupo 3"

1.2 METODOLOGÍA Y ACTIVIDADES REALIZADAS

Dentro de los diseños hidráulicos se ha contemplado lo siguientes aspectos:

- Se va utilizar el agua proveniente del acueducto de Bogotá (EAB) tomado de la red de derivación interna del Hospital San Juan de Dios (HSJD) con base en el plan maestro general
- El agua potable abastecerá al tanque de agua para uso doméstico y para uso del sistema contra incendios para llenado del tanque de consumo e incendios.
- Se van a utilizar redes independientes para la recolección y transporte de agua residual y agua lluvia.
- El planteamiento de suministro de agua para los diferentes puntos de consumo se proyecta desde el tanque de almacenamiento.
- Se proyecta un tanque de almacenamiento de agua potable en conjunto con almacenamiento de agua disponible para incendios. A través de sensores de nivel se dejará que se pueda consumir la parte superior de agua para consumo humano y la parte inferior se dejará para atender cualquier emergencia de incendio. De esta forma el agua estará siempre en movimiento evitando la descomposición del agua.
- Se proyectan rociadores tipo K 5.6 y tomas fijas dispuestos en diferentes puntos para la atención de cualquier eventualidad.
- Se proyecta aprovechar las aguas lluvias de la cubierta para el suministro y abastecimiento de aparatos sanitarios, orinales y riego de jardines.
- En ausencia de agua lluvia, se suministra agua potable al tanque a través de una tubería con una válvula solenoide desde la red principal pero solamente hasta una altura mínima que pueda funcionar el sistema permitiendo la disponibilidad de volumen para un eventual aguacero.

1.3 NORMATIVIDAD DE REFERENCIA

La reglamentación y recomendaciones dadas para las obras hidráulicas y sanitarias, están resumidas a continuación:

- Reglamento técnico normativo del sector de agua potable y Saneamiento básico RAS – 2000
- Norma Técnica Colombiana NTC 4595 Ingeniería Civil y Arquitectura Planeamiento y Diseño de Instalaciones
- Norma Técnica Colombiana NTC 1500 Código Colombiano de Fontanería
- Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 capítulo J y K

A nivel de sistema contra incendios se tiene la siguiente normatividad de referencia:

Acuerdo 20 del 20 de octubre de 1995

> Por el cual se adopta el Código de Construcción del Distrito Capital de Bogotá, se fijan sus políticas generales y su alcance, se establecen los mecanismos para su aplicación, se fijan plazos para su reglamentación prioritaria y se señalan mecanismos para su actualización y vigilancia.

Decreto 1388 de 1976

> Por el cual se expiden disposiciones sobre prevención y seguridad en el Distrito Especial de Bogotá"

Documentos de National Fire Protection Association (NFPA)

> NFPA 10 – Extintores Portátiles contra Incendios
>
> NFPA 13 – Instalación de Sistemas de Rociadores Automáticos.
>
> NFPA 14 – Instalación de Columnas de Agua y Sistemas de Mangueras.
>
> NFPA 20 – Instalación de Bombas Estacionarias de Protección contra Incendio
>
> NFPA 24 – Redes Privadas de Protección contra Incendio.
>
> NFPA 25 – Inspección, prueba y Mantenimiento de sistemas contra Incendio.
>
> NFPA 101 – Código de Seguridad Humana.

2 MARCO TEÓRICO DE DISEÑO

Para los diseños, se ha considerado algunos apuntes de la formulación matemática y recomendaciones generales para el adecuado funcionamiento de cada una de las instalaciones proyectadas.

2.1 SISTEMA HIDRÁULICO

El suministro de agua corresponde a satisfacer las siguientes necesidades.

- Uso en baños, sanitarios, lavamanos, llaves de consumo, en la edificación.
- Suministro de agua para cocinas.
- Lavado de traperos en la edificación.
- Terrazas y jardines
- Consumo en cafeterías
- Consumo red de contraincendios

El cálculo de necesidades de caudal y de presión corresponde al análisis realizado con la suma de aparatos disponibles con base en sus consumos y presiones de trabajo.

2.1.1 APARATOS DE FONTANERÍA

Los aparatos a instalar corresponden básicamente a:

- Sanitarios de fluxómetro con acceso de tubería en 1".
- Lavamanos con suministro de agua fría potable a través de fluxómetros de ¾"
- Orinales de fluxómetro con tubería corrida de 3/4" abastecidos por la red de agua para consumo.
- Elementos de suministro mediante llaves en puntos de agua, regaderas, duchas, etc.

El agua de consumo, proviene del acueducto de sistema de bombeo desde el tanque de almacenamiento.

Este sistema de tuberías alimentará las diferentes instalaciones, tanque de almacenamiento localizado en la parte baja de la edificación.

La tubería a utilizar está en diámetros de ½", ¾", 1" 1 ½" respectivamente. El material es de PVC RDE 9 y 21 para garantizar las presiones y durabilidad de la obra.

FIGURA 2-1 DETALLE DE CONEXIÓN DE SANITARIO Y ORINAL

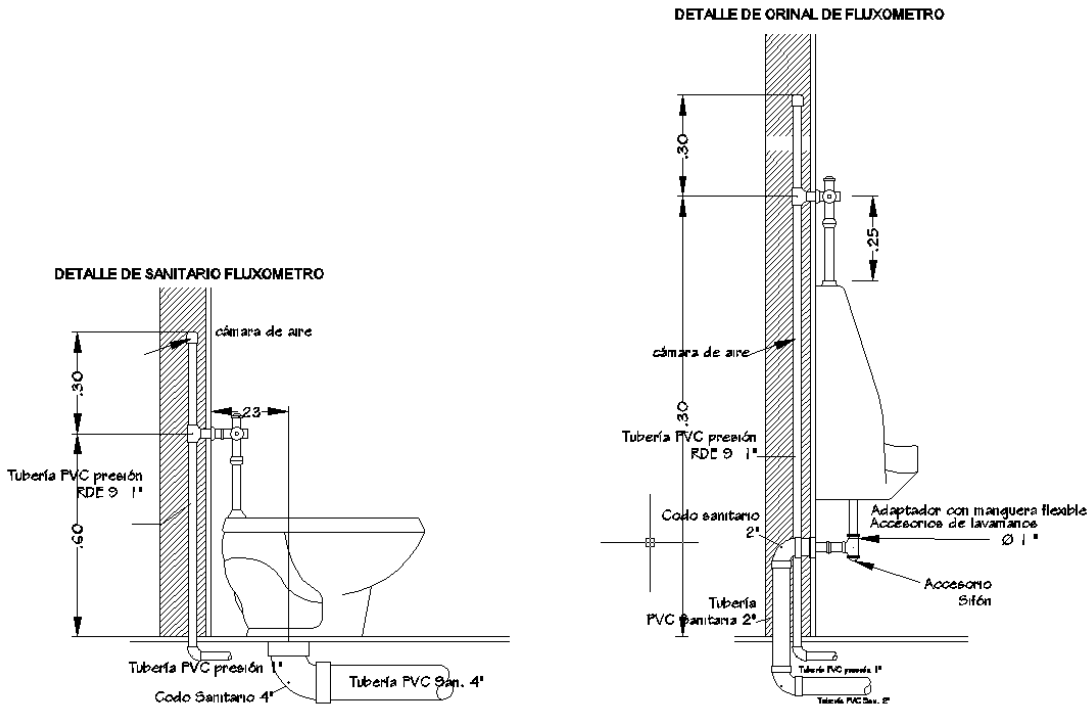
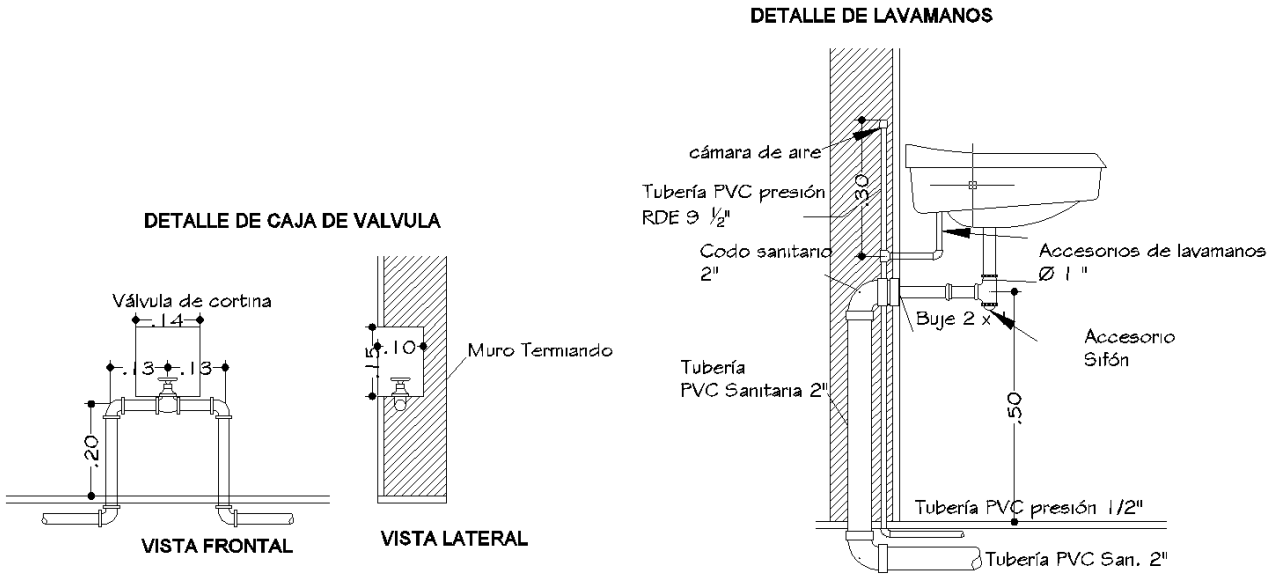


FIGURA 2-2 DETALLE DE CONEXIÓN DE LAVAMANOS Y VÁLVULA DE CONTROL DE FLUJO



2.1.2 CONSUMOS DE APARATOS

Se ha tomado como consume el valor probable según los valores de unidades de Hunter, conforme a la siguiente tabla:

Tabla 2-1 UNIDADES DE HUNTER DE REFERENCIA

APARATO	UNIDAD	UNIDAD AJUSTADA ***
Lavamanos	4	3
Drenaje de Piso	1 - 2	
Lavaplatos público	2	
Lavaplatos público restaurante, hotel	4	3
Ducha Privada	2	
Ducha Pública	4	3
Orinal Fluxómetro de 1"	10	7
Orinal Fluxómetro de 3/4"	5	4
Orinal de Llave	2	
Orinal corrido (cada 0,6 m)	2	
Sanitario de tanque	5	
Sanitario Fluxómetro	10	7

**** Teniendo en cuenta el numeral de la tabla 8 de la NTC-1500 "Los valores de unidades relacionados representan la carga total para el sistema de abastecimiento de agua. Los valores individuales tanto para agua fría como para agua caliente en aparatos que incluyan las dos conexiones de debe tomar como ¾ del valor total relacionado para el aparato*"

Para los lavamanos de fluxómetros se ha tomado 3 unidades de hunter teniendo en cuenta el NTC 1500 con base en el diámetro de alimentación.

Para el cálculo de caudal se presenta la tabla que recomienda el libro de Jorge Granados conforme a las unidades de Hunter ya sea por aparatos en tanque o con fluxómetro.

Tabla 2-2 CAUDALES DE APARATOS SANITARIOS CON BASE EN LAS UNIDADES DE HUNTER

CON TANQUE		
UNIDAD DE HUNTER	CAUDAL [L.P.S]	CAUDAL [G.P.M]
0	0,06	1
1	0,13	2
3	0,19	3
4	0,25	4
6	0,32	5
7	0,38	6
8	0,44	7
10	0,5	8
12	0,57	9

CON FLUXÓMETRO		
UNIDADES DE HUNTER	CAUDAL [L.P.S]	CAUDAL [GPM]
0,0	0	
0,2	0,06	1
0,5	0,13	2
0,7	0,19	3
0,9	0,25	4
1,2	0,32	5
1,4	0,38	6
1,6	0,44	7
1,8	0,5	8
2,1	0,57	9

CON TANQUE		
UNIDAD DE HUNTER	CAUDAL [L.P.S]	CAUDAL [G.P.M]
13	0,63	10
15	0,69	11
16	0,76	12
18	0,82	13
20	0,88	14
21	0,95	15
23	1,01	16
24	1,07	17
26	1,14	18
28	1,2	19
30	1,26	20
32	1,32	21
34	1,39	22
36	1,45	23
39	1,51	24
42	1,58	25
44	1,64	26
46	1,7	27
49	1,77	28
51	1,83	29
54	1,89	30
56	1,96	31
58	2,02	32
60	2,08	33
63	2,14	34
66	2,21	35
69	2,27	36
74	2,33	37
78	2,4	38
107	2,84	45
111	2,9	46
115	2,96	47
119	3,03	48
123	3,09	49
127	3,15	50
130	3,22	51
135	3,28	52
141	3,34	53
146	3,41	54
151	3,47	55
155	3,53	56
160	3,6	57
165	3,66	58
170	3,72	59
175	3,79	60
185	3,91	62

CON FLUXÓMETRO		
UNIDADES DE HUNTER	CAUDAL [L.P.S]	CAUDAL [GPM]
2,3	0,63	10
2,5	0,69	11
2,7	0,76	12
2,9	0,82	13
3,2	0,88	14
3,4	0,95	15
3,6	1,01	16
3,8	1,07	17
4,1	1,14	18
4,3	1,2	19
4,5	1,26	20
4,7	1,32	21
5	1,39	22
6	1,45	23
7	1,51	24
8	1,58	25
9	1,64	26
10	1,7	27
11	1,77	28
12	1,83	29
13	1,89	30
14	1,96	31
15	2,02	32
16	2,08	33
18	2,14	34
20	2,21	35
21	2,27	36
23	2,33	37
25	2,4	38
37	2,84	45
39	2,9	46
42	2,96	47
44	3,03	48
46	3,09	49
48	3,15	50
50	3,22	51
52	3,28	52
54	3,34	53
57	3,41	54
60	3,47	55
63	3,53	56
66	3,6	57
69	3,66	58
73	3,72	59
76	3,79	60
82	3,91	62

CON TANQUE		
UNIDAD DE HUNTER	CAUDAL [L.P.S]	CAUDAL [G.P.M]
195	4,04	64
205	4,16	66
215	4,29	68
225	4,42	70
236	4,54	72
245	4,67	74
254	4,79	76
264	4,92	78
275	5,05	80
284	5,17	82
294	5,3	84
305	5,43	86
315	5,55	88
326	5,68	90
337	5,8	92
348	5,93	94
359	6,06	96
370	6,18	98
380	6,31	100
406	6,62	105
431	6,94	110
611	9,15	145
638	9,46	150
665	9,78	155
692	10,09	160
719	10,41	165
748	10,72	170
778	11,04	175
809	11,36	180
840	11,67	185
874	11,99	190
945	12,62	200
1018	13,25	210
1091	13,88	220
1173	14,51	230
1254	15,14	240
1335	15,77	250
1418	16,4	260
1500	17,03	270
1583	17,66	280
1668	18,29	290
1755	18,93	300
1845	19,56	310
1926	20,19	320
2018	20,82	330
2110	21,45	340

CON FLUXÓMETRO		
UNIDADES DE HUNTER	CAUDAL [L.P.S]	CAUDAL [GPM]
88	4,04	64
95	4,16	66
102	4,29	68
108	4,42	70
116	4,54	72
124	4,67	74
132	4,79	76
140	4,92	78
148	5,05	80
158	5,17	82
168	5,3	84
176	5,43	86
186	5,55	88
195	5,68	90
205	5,8	92
214	5,93	94
223	6,06	96
234	6,18	98
245	6,31	100
270	6,62	105
295	6,94	110
521	9,15	145
559	9,46	150
596	9,78	155
631	10,09	160
666	10,41	165
700	10,72	170
739	11,04	175
775	11,36	180
811	11,67	185
850	11,99	190
931	12,62	200
1009	13,25	210
1091	13,88	220
1173	14,51	230
1254	15,14	240
1335	15,77	250
1418	16,4	260
1500	17,03	270
1583	17,66	280
1668	18,29	290
1755	18,93	300
1845	19,56	310
1926	20,19	320
2018	20,82	330
2110	21,45	340

CON TANQUE		
UNIDAD DE HUNTER	CAUDAL [L.P.S]	CAUDAL [G.P.M]
2204	22,08	350
2298	22,71	360
2388	23,34	370
2480	23,97	380
2575	24,6	390
2670	25,23	400
2765	25,86	410
2862	26,5	420
2960	27,13	430
3060	27,76	440
3150	28,39	450
3620	31,54	500
4070	34,7	550

CON FLUXÓMETRO		
UNIDADES DE HUNTER	CAUDAL [L.P.S]	CAUDAL [GPM]
2204	22,08	350
2298	22,71	360
2388	23,34	370
2480	23,97	380
2575	24,6	390
2670	25,23	400
2765	25,86	410
2862	26,5	420
2960	27,13	430
3060	27,76	440
3150	28,39	450
3620	31,54	500
4070	34,7	550

Fuente: Diseño de redes hidráulicas y sanitarias en edificaciones

2.1.3 PRESIONES DE TRABAJO

Con base en la NTC 1500 se toma como referencia la tabla Nº 7 cuyos valores dados y ajustados para el cálculo corresponde a la siguiente tabla.

Tabla 2-3 PRESIONES DE APARATOS SANITARIOS

APARATO		Presión requerida en el aparato		diferencia de altura al piso	perdidas por fricción	Presión diseño	diámetro min
		[Kpa.]	[m.c.a]	[m.]	[m.]	[m.c.a]	[pulg]
1	Ducha	55	5,5	2	0,5	8	1/2
2	lavadero	55	5,5	1	0,25	6,75	0,5
3	lavadoras	55	5,5	1	0,25	6,75	0,5
4	Lavamanos	55	5,5	1	0,25	6,75	1/2
5	Lavaplatos	55	5,5	1	0,25	6,75	1/2
6	Llave	55	5,5	0,5	0,25	6,25	1/2
7	Orinal fluxómetro	138	13,8	1,3	0,25	15,35	3/4
8	Orinal llave	55	5,5	1	0,25	6,75	1/2
9	Sanitario fluxómetro	172	17,2	0,6	0,2	18	1
10	Sanitario tanque	55	5,5	0,3	0,2	6	1/2

Nota:

Las pérdidas por fricción están dadas a criterio del diseñador, teniendo en cuenta la altura del tubo a conectar al aparato.

2.1.4 LONGITUDES EQUIVALENTES PARA ACCESORIOS

La siguiente tabla presenta las recomendaciones del libro de Jorge Granados – Universidad Nacional de Colombia para las longitudes equivalentes de los accesorios.

Tabla 2-4 LONGITUDES EQUIVALENTES ACCESORIOS TUBERÍAS A PRESIÓN.

DIAMETRO		CONTRACCION BRUSCA			TEE ESTANDAR		AMPLIACION BRUSCA			valvula de globo abierto	valvula de angulo abierta	valvula de pie con coLadera	valvula cheque pivote abierta	entrada tipo borda	entrada normal
NOMINAL PULGADAS	INTERNO MILIMETRICO	CODO 45°	d/D=1/2	d/D=3/4A	PASO DIRECTO O CODO LARGO	ENTRADA O SALIDA LATERAL	d/D=1/4 o codo estandar 90|	d/D=12	d/D=3/4 ovalvula de compurta abierta						
1/2	16,60	0,20	0,14	0,08	0,27	0,83	0,48	0,28	0,08	4,90	2,60	3,60	1,10	0,45	0,28
3/4	23,63	0,28	0,22	0,09	0,40	1,25	0,70	0,40	0,09	6,70	3,60	5,60	1,60	0,60	0,36
1	30,20	0,39	0,29	0,18	0,53	1,80	0,80	0,50	0,18	8,20	4,60	7,30	2,10	0,75	0,45
1 1/4	38,14	0,49	0,37	0,23	0,65	2,30	1,10	0,70	0,23	11,30	5,60	10,00	2,70	1,00	0,60
1 1/2	43,68	0,55	0,43	0,26	0,75	2,70	1,30	0,80	0,26	13,40	6,70	11,60	3,20	1,20	0,70
2	54,58	0,75	0,56	0,35	1,00	3,80	1,60	1,00	0,35	17,40	8,50	14,00	4,20	1,50	0,90
2 1/2	66,07	0,90	0,70	0,45	1,30	4,60	2,00	1,20	0,45	21,00	10,00	17,00	5,20	1,80	1,10
3	80,42	1,10	0,85	0,53	1,60	5,40	2,50	1,40	0,53	26,00	13,00	20,00	6,30	2,20	1,30
4	103,42	1,50	1,15	0,68	2,25	7,00	3,30	1,90	0,68	34,00	17,00	23,00	8,40	3,20	1,80
6	152,22	2,40	1,75	1,00	3,30	10,50	5,00	2,90	1,00	51,00	26,00	39,00	12,50	5,00	2,70
8		3,10	2,40	1,40	4,50	14,00	6,00	3,50	1,40	67,00	34,00	52,00	16,00	6,00	3,60
10		3,00	3,00	1,80	5,40	17,50	8,00	5,00	1,80	85,00	43,00	65,00	20,00	7,50	4,80
12		3,50	3,50	2,20	6,00	22,00	9,50	5,60	2,20	102,00	51,00	78,00	24,00	9,00	5,20

2.1.5 FLUJO EN TUBERÍAS A PRESIÓN

Para los cálculos se ha tenido en cuenta las presiones de los diferentes aparatos. El consumo es realizado mediante las unidades de Hunter, el cual tiene en cuenta la probabilidad de uso del respectivo aparato respecto a los demás.

Las pérdidas a través de las tuberías se realizan mediante la expresión de Hazen Williams, para el cual se ha utilizado el material de PVC.

$$hf = \frac{1734,6LQ^{1.85}}{D^{4.866}C^{1.85}}$$

Donde:

hf = perdidas por fricción [m.]

D = diámetro de la tubería [pulg.]

Q = caudal de flujo [L.P.S.]

L = longitud de la tubería [m.]

C = coeficiente que depende del material de la tubería [140 para PVC]

Para el cálculo se ha tenido en cuenta el efecto de los accesorios como longitud equivalente el cual tiene gran importancia en el cálculo de las pérdidas.

2.1.6 SISTEMA DE SUMINISTRO DE PRESIÓN

El equipo para abastecer las necesidades de los sanitarios, orinales, lavamanos, duchas lavaplatos y lavamanos, corresponde a un sistema de hidroneumático.

Las potencias son calculadas mediante las siguientes expresiones:

$$P = \frac{Qxhf}{n} = [wattios]$$
$$P = \frac{Qxhf}{76n} = [HP]$$
$$P = \frac{Qxhf}{75n} = [CV]$$

Dónde:

P = potencia

Q = caudal de flujo [L.P.S.]

hf = pérdidas ocasionadas por el flujo de agua a través de los conductos expresado en [m.c.a.]

n = eficiencia del sistema (para el proyecto se toma como 0.7)

2.1.7 CICLOS DE ARRANQUE DE BOMBAS PARA SISTEMA DE PRESIÓN

Se denomina ciclos de bombeo al número de arranques de una bomba en una hora.

Cuando se dimensiona un tanque se debe considerar la frecuencia del número de arranques del motor en la bomba. Si el tanque es demasiado pequeño, la demanda de distribución normal extraerá el agua útil del tanque rápidamente y los arranques de las bombas serán demasiado frecuentes. Un ciclo muy frecuente causa un desgaste innecesario de la bomba y un consumo excesivo de potencia.

Por convención se usa una frecuencia de 4 a 6 ciclos por hora, el ciclo de cuatro (4) arranques/hora se usa para el confort del usuario y se considera que con más de seis (6) arranques/hora puede "haber" un sobrecalentamiento del motor, desgaste innecesario de las unidades de bombeo y excesivo consumo de energía eléctrica.

El punto en que ocurre el número máximo de arranques, es cuando el caudal de demanda de la red alcanza el 50% de la capacidad de la bomba. En este punto el tiempo que funcionan las bombas igual al tiempo en que están detenidas. Si la demanda es mayor que el 50%, el tiempo de funcionamiento será más largo; cuando la bomba se detenga, la demanda aumentada extraerá el agua útil del tanque más rápidamente, pero la suma de los dos periodos, será más larga.

2.1.8 ESQUEMA DE BOMBAS PARA AGUA POTABLE

Se puede tener la siguiente configuración:

Tabla 2-5 RECOMENDACIONES DE PORCENTAJE DE CAUDAL PARA BOMBAS

TIPO DE USO	PORCENTAJE DEL CAUDAL	
	CAUDAL 250 GPM	CAUDAL 250 A 500 GPM
Apartamentos y Oficinas	50 / 50	20 / 40 / 40
Hoteles	65 / 65	30 / 40 / 40
Colegios	50 / 50	20 / 40 / 40
Hospitales	70 / 70	30 / 70 / 70
Industrias	65 / 65	20 / 50 / 50
Municipalidades	70 / 70	20 / 50 / 50

Fuente: Redes Hidráulicas y Sanitarias – Jorge Granados – Universidad Nacional

2.2 SISTEMA DE TUBERÍAS PARA EL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES

2.2.1 CAUDAL DE DISEÑO

La metodología utilizada corresponde a la metodología de Hunter en el cual está basado en la probabilidad de utilización de un aparato sanitario y el caudal que puede generar por su respectiva utilización.

Estas unidades para cada aparato están establecidas y su respectivo caudal está dado por una curva que permite determinar el flujo que generaría este equipo.

2.2.2 DETERMINACIÓN DE UNIDADES

Según la norma NTC 1500 los valores paras las unidades de Hunter depende si los equipos están instalados a un sistema de fluxómetro o aun sistema de tanque

APARATO	UNIDAD TANQUE
Lavamanos	1
Lavamanos fluxómetro	4
Drenaje de Piso	1-2
Lavaplatos doméstico Llave	2
Ducha Privada llave	2

Ducha Pública llave	3
Ducha con línea fluxómetro	4
Orinal Fluxómetro	10
Orinal de Llave	4
Orinal corrido (cada 0,6 m)	2
Sanitario de tanque	4
Sanitario Fluxómetro	10

El cálculo del caudal está dado por curvas con base en los estudios de Hunter.

2.2.3 FLUJO EN TUBERÍAS DE AGUAS RESIDUALES

Para el cálculo de flujo en las tuberías se efectúa mediante la ecuación de continuidad. Donde adicionalmente los caudales a tubo lleno y sus correspondientes velocidades se establecen mediante la ecuación de Manning así:

$$Q = V \times A / 1000$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

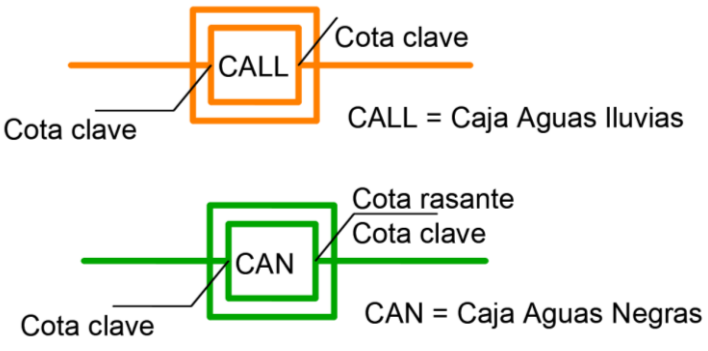
Q = caudal en litros por segundo

V = velocidad en metros por segundo

R = radio hidráulico en metros

S = pendiente en m/m

A los diferentes tramos de tuberías, se describe mediante su pendiente, diámetro y longitud respectiva. Igualmente, a las cajas de intersección se presentan las cotas de rasante y las cotas claves correspondientes



2.3 SISTEMA DE MANEJO DE AGUAS LLUVIAS

El método utilizado para el cálculo corresponde al método racional, dado por la siguiente expresión que equivale a una precipitación de 100 mm./hora, con base en recomendación de Jorge Granados "Diseñó de Instalaciones Hidrosanitarias para edificaciones"

Con base en la precipitación dada nos arroja el siguiente caudal:

$$Q = 0{,}0278\ A$$

Donde:

Q = caudal en litros por segundo
A = Área (m)

2.3.1 DETERMINACIÓN DE ÁREAS

Con base en la distribución de tuberías, cajas y canales, se establecieron polígonos aferentes en cada tramo de tubería o canal.

Estas áreas son acumulativas conforme el flujo es entregado de un tramo a otro.

2.3.2 FLUJO EN TUBERÍAS DE AGUAS LLUVIAS

Para el cálculo de caudales se ha establecido mediante la ecuación de continuidad. Donde adicionalmente los caudales a tubo lleno y sus correspondientes velocidades se establecen mediante la ecuación de Manning así:

$$Q = V \times A / 1000$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Dónde:

Q = caudal en litros por segundo
V = velocidad en metros por segundo
R = radio hidráulico en metros

S = pendiente en m/m

Para el cálculo de tuberías circulares, se tiene en cuenta la relación q/Q, para obtener los valores de altura de lámina de agua, radio hidráulico, etc., tal como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 2-6 Relaciones Hidráulicas para conductos circulares

Tabla 8.2
Relaciones hidráulicas para conductos circulares (n_o/n variable)

Rel.	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
V/Vo	0.000	0.292	0.362	0.400	0.427	0.453	0.473	0.492	0.505	0.520
d/D	0.000	0.092	0.124	0.148	0.165	0.182	0.196	0.210	0.220	0.232
R/Ro	0.000	0.239	0.315	0.370	0.410	0.449	0.481	0.510	0.530	0.554
V/Vo	0.540	0.553	0.570	0.580	0.590	0.600	0.613	0.624	0.634	0.645
d/D	0.248	0.258	0.270	0.280	0.289	0.298	0.308	0.315	0.323	0.334
R/Ro	0.586	0.606	0.630	0.650	0.668	0.686	0.704	0.716	0.729	0.748
V/Vo	0.656	0.664	0.672	0.680	0.687	0.695	0.700	0.706	0.713	0.720
d/D	0.346	0.353	0.362	0.370	0.379	0.386	0.393	0.400	0.409	0.417
R/Ro	0.768	0.780	0.795	0.809	0.824	0.836	0.848	0.860	0.874	0.886
V/Vo	0.729	0.732	0.740	0.750	0.755	0.760	0.768	0.776	0.781	0.787
d/D	0.424	0.431	0.439	0.447	0.452	0.460	0.468	0.476	0.482	0.488
R/Ro	0.896	0.907	0.919	0.931	0.938	0.950	0.962	0.974	0.983	0.992
V/Vo	0.796	0.802	0.806	0.810	0.816	0.822	0.830	0.834	0.840	0.845
d/D	0.498	0.504	0.510	0.516	0.523	0.530	0.536	0.542	0.550	0.557
R/Ro	1.007	1.014	1.021	1.028	1.035	1.043	1.050	1.056	1.065	1.073
V/Vo	0.850	0.855	0.860	0.865	0.870	0.875	0.880	0.885	0.890	0.895
d/D	0.563	0.570	0.576	0.582	0.588	0.594	0.601	0.608	0.615	0.620
R/Ro	1.079	1.087	1.094	1.100	1.107	1.113	1.121	1.125	1.129	1.132
V/Vo	0.900	0.903	0.908	0.913	0.918	0.922	0.927	0.931	0.936	0.941
d/D	0.626	0.632	0.639	0.645	0.651	0.658	0.666	0.672	0.678	0.686
R/Ro	0.136	1.139	1.143	1.147	1.151	1.155	1.160	1.163	1.167	1.172
V/Vo	0.945	0.951	0.955	0.958	0.961	0.965	0.969	0.972	0.975	0.980
d/D	0.692	0.699	0.705	0.710	0.719	0.724	0.732	0.738	0.743	0.750
R/Ro	1.175	1.179	1.182	1.184	1.188	1.190	1.193	1.195	1.197	1.200
V/Vo	0.984	0.987	0.990	0.993	0.997	1.001	1.005	1.007	1.011	1.015
d/D	0.756	0.763	0.770	0.778	0.785	0.791	0.798	0.804	0.813	0.820
R/Ro	1.202	1.205	1.208	1.211	1.214	1.216	1.219	1.219	1.215	1.214
V/Vo	1.018	1.021	1.024	1.027	1.030	1.033	1.036	1.038	1.039	1.040
d/D	0.826	0.835	0.843	0.852	0.860	0.868	0.876	0.884	0.892	0.900
R/Ro	1.212	1.210	1.207	1.204	1.202	1.200	1.197	1.195	1.192	1.190
V/Vo	1.041	1.042	1.042	1.042						
d/D	0.914	0.920	0.931	0.942						
R/Ro	1.172	1.164	1.150	1.136						

Fuente: Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados – Ricardo Alfredo López Cualla – Escuela Colombiana de ingeniería.

2.3.3 FLUJO EN BAJANTES

La bajante corresponde a un ducto vertical que recibe las aguas lluvias que se recogen en la sección de cubierta, cuya área aferente se encuentra entre bajante y bajante respectivamente. El comportamiento de la bajante corresponde a la formación de un anillo de agua que se forma en las paredes de la tubería. La capacidad de una bajante está dada mediante la siguiente expresión:

$$q = 1{,}754\, r^{5/3} d^{8/3}$$

Dónde:

q = caudal en L.P.S.

r = relación de áreas del anillo de agua a la sección de tubería (1/4 ; 7/24; 1/3)

d = diámetro de la tubería en pulgadas

Por lo general se adopta una relación de 7/24 como r. La siguiente tabla presenta el cálculo de bajantes para diferentes diámetros

Tabla 2-7 RELACIÓN DE CAUDALES EN BAJANTES

DIAMETRO	CAUDAL EN L.P.S.		
	valor de r		
Pulg.	1/4	7/24	1/3
2	1.1	1.43	1.78
2 1/2	2	2.59	3.24
3	3.26	4.21	5.26
4	7.02	9.07	11.33
6	20.69	26.75	33.41
8	44.55	57.6	71.96
10	80.77	104.43	130.47
12	131.34	169.82	212.15

2.4 SISTEMA DE MANEJO CONTRA INCENDIOS

El fuego es una reacción de combustión que se caracteriza por la emisión de calor acompañada de humo, de llamas o de ambos.

Al ser la combustión una oxidación, habrán de intervenir, para que ésta se produzca, un material que se oxide, al que llamaremos COMBUSTIBLE, y un elemento oxidante, que llamaremos COMBURENTE. Para que la reacción de oxidación comience, habrá que disponer, además, de una cierta cantidad de energía, que llamaremos ENERGÍA DE ACTIVACIÓN (habitualmente CALOR).

Sin la presencia simultánea de estos tres elementos no es posible obtener fuego.

2.4.1 OBJETIVOS DE CONTROL DE INCENDIOS

Dependiendo de la función de las instalaciones proyectadas, del grado de inflamación, áreas expuestas, se requiere de control de incendios, cuyos objetivos son:

- ✓ Reducir en todo lo posible el riesgo de incendios en edificaciones.
- ✓ Evitar la propagación del fuego tanto dentro de las edificaciones como hacia estructuras aledañas.
- ✓ Facilitar las tareas de evacuación de los ocupantes de las edificaciones en caso de incendio.
- ✓ Facilitar el proceso de extinción de incendios en las edificaciones.
- ✓ Minimizar el riesgo de colapso de la estructura durante las labores de evacuación y extinción.

2.4.2 CLASIFICACIÓN DE LAS OCUPACIONES

El nivel que se le puede dar a la edificación, está dado por el código Colombiano Sismo Resistente y por la NFPA.

Según el capítulo J, se clasifican los siguientes grupos y subgrupos según su ocupación-

Tabla 2-8 CLASIFICACIÓN DE LAS EDIFICACIONES SEGÚN EL TÍTULO J DE LA NSR-10

Grupos y Subgrupos de ocupación	Clasificación	Sección del Reglamento
A	**ALMACENAMIENTO**	K.2.2
A-1	Riesgo moderado	
A-2	Riesgo bajo	
C	**COMERCIAL**	K.2.3
C-1	Servicios	
C-2	Bienes	
E	**ESPECIALES**	K.2.4
F	**FABRIL E INDUSTRIAL**	K.2.5
F-1	Riesgo moderado	

Grupos y Subgrupos de ocupación	Clasificación	Sección del Reglamento
F-2	Riesgo bajo	K.2.6
I	**INSTITUCIONAL**	
I-1	Reclusión	
I-2	Salud o incapacidad	
I-3	Educación	
I-4	Seguridad pública	
I-5	Servicio público	
L	**LUGARES DE REUNIÓN**	K.2.7
L-1	Deportivos	
L-2	Culturales y teatros	
L-3	Sociales y recreativos	
L-4	Religiosos	
L-5	De transporte	
M	**MIXTO Y OTROS**	K.2.8
P	**ALTA PELIGROSIDAD**	K.2.9
R	**RESIDENCIAL**	K.2.10
R-1	Unifamiliar y bifamiliar	
R-2	Multifamiliar	
R-3	Hoteles	
T	**TEMPORAL**	K.2.11

Fuente: tabla J.1.1-1 NSR-10

Con base en la posibilidad de riesgo de la NFPA se clasifica conforme a las siguientes definiciones

Riesgo Leve (bajo). Sitios donde el material de combustión es inferior a 35 Kg/cm^2 en términos de madera. Lugares donde el total de material combustible de clase A que incluyen muebles, decoración y contenidos, es de menor cantidad. Estos pueden incluir edificios o cuartos ocupados como oficinas, salones de clase, Iglesias, salones de asambleas, etc. Están incluidas también pequeñas cantidades de inflamables de la clase B utilizado para máquinas copiadoras, departamentos de arte., etc., siempre que se mantengan en envases sellados y estén seguramente almacenados.

Riesgo Ordinario (moderado). Lugares donde la cantidad total de combustible de clase A e inflamables de clase B están presentes en una proporción mayor que la esperada en lugares con riesgo leve (bajo). Lugares donde produzcan gran cantidad de humo y una carga combustible entre 35 y 75 Kg/cm^2 en términos de madera. Estas localidades podrían consistir en comedores, plantas procesadoras de cemento, alimentos, panaderías, fábricas de vidrio, tiendas de mercancía y el almacenamiento correspondiente, manufactura ligera, operaciones de investigación, salones de

exhibición de autos, parqueaderos, taller o mantenimiento de áreas de servicio de lugares de riesgo menor.

Riesgo ordinario Grupo 1. La parte combustible es baja cuyas pilas de almacenamiento de combustible no superan los 8 pies (2.4 m.), y se esperan incendios con un índice de liberación de calor moderado.

Riesgo ordinario Grupo 2. Donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos es de moderada a alta, donde las pilas de almacenamiento de contenidos con un índice de liberación de calor moderado no superan los 12 pies (3.66 m.), y las pilas de almacenamiento de contenidos con un índice de liberación de calor elevado no superan los 8 pies (2.4 m.)

Riesgos Extra (Alto). Lugares donde la cantidad total de combustible de clase A e inflamables de clase B están presentes, en almacenamiento, en producción y/o como productos terminados, en cantidades sobre y por encima de aquellos esperados y clasificados como riesgos ordinarios (moderados). Estos podrían consistir en talleres de carpintería, reparación de vehículos, reparación de aeroplanos y buques, salones de exhibición de productos individuales, centro de convenciones, exhibiciones de productos, depósitos y procesos de fabricación tales como: pintura, inmersión, revestimiento, incluyendo manipulación de líquidos inflamables.

Riesgo Extra Grupo 1. La parte combustible es muy alta donde hay presencia de polvos, pelusas u otros materiales que inducen la probabilidad de incendios que se desarrollan rápidamente con elevados índices de liberación de calo con poco o ningún líquido inflamable o combustible.

Riesgo Extra Grupo 2. La parte combustible es muy alta donde hay presencia de polvos, pelusas u otros materiales con líquidos inflamables o combustibles u ocupaciones donde el escudado de los combustibles es extenso.

Según el acuerdo 20 de 1995 la clasificación de Riesgo puede ser:

Tabla 2-9 DEFINICIÓN DE RIESGO

RIESGO	DEFINICIÓN	GRUPOS
BAJO	La cantidad y combustibilidad de los materiales son tales que sólo deben esperarse incendios de tamaño pequeño, que emitan cantidades relativamente bajas de calor.	a) Uso comercial de servicios (C-1); b) Institucional de reclusión (I-1); c) Institucional de salud o incapacidad (I-2); d) Institucional de educación (I-3); e) Residencial unifamiliar (R-1); f) Residencial multifamiliar (R-2); g) Residencial hoteles (R-3); h) Almacenamiento de riesgo bajo (A-2), e

RIESGO	DEFINICIÓN	GRUPOS
		i) Fabril e industrial de riesgo bajo (F-2).
MODERADO	Edificaciones o espacios donde la cantidad y combustibilidad de los materiales son tales que deben esperarse incendios de tamaño mediano, que emitan cantidades moderadas de calor	a) Almacenamiento de riesgo moderado (A-1); b) Fabril e industrial de riesgo moderado (F-1), c) Comercial de bienes y productos (C-2)
ALTO	Edificaciones o espacios donde la cantidad y combustibilidad de los materiales son tales que deben esperarse incendios de gran tamaño	grupo de uso de alta peligrosidad (P)

Fuente: título D.7.3.2

2.4.3 NECESIDADES DE LAS INSTALACIONES PARA DETECCIÓN DE INCENDIOS

Con base en la tabla J.4.2-1 se requiere sistema de detección para las siguientes condiciones

Tabla 2-10 REQUERIMIENTO DE SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS

Grupo	Subgrupo	Condición	Tipo de detector	Ubicación
R	R-2	Para edificios de mas de 7 pisos	Automáticos de humo y alarma sonora	• Pasillos, escaleras y espacios comunes de circulación. • Espacios residenciales para la cocina. • Zonas de almacenamiento cuya superficie total sea mayor de 50 m2 • Zonas comunes tales como salas de reunión, de juegos, de deportes etc.
	R-3	Para edificios de mas de 5 pisos		
I	I-2	En cualquier caso	Automáticos de humo y alarma sonora	• Se ubicará pulsadores manuales de alarma de incendio en los pasillos, zonas de circulación y en las diferentes dependencias del hospital. • En las zonas de hospitalización
C, I, A	C-1 C-2 I-4 I-5 A-1 A-2	Zonas de alto riesgo	Térmicos y/o de humo y alarma sonora	• Se ubicarán pulsadores manuales de alarma de incendios y repartidos adecuadamente.

Grupo	Subgrupo	Condición	Tipo de detector	Ubicación
I, L	I-3 L-1 L-2 L-3 L-4 L-5	Si la superficie total construida es mayor de 5.000 m^2 ó más de tres (3) pisos	Térmicos y/o de humo y alarma sonora	• Se dispondrán pulsadores manuales en el interior de los locales de edificaciones clasificadas en las categorías de riesgo I y II. • **No será necesario la utilización de detectores térmicos o de humo cuando exista una instalación de rociadores automáticos de agua.**

2.4.4 REQUERIMIENTO DE CONTROL A TRAVÉS DE ROCIADORES Y GABINETES SEGÚN LA CLASIFICACIÓN

TABLA 2-11 REQUERIMIENTO DE ROCIADORES Y/O GABINETES

Grupo o subgrupo	Sistemas de protección requeridos		Norma reguladora
	Sistema de Rociadores	Sistema de Mangueras	
A	A toda la edificación si: Tiene más de 3 pisos o 9 m de altura Tiene un área mayor a 2200 m^2	A Toda la edificación	Código para suministro y distribución de agua para extinción NTC 2301 NFPA 13
C	A toda la edificación si: Tiene un área mayor a 1100 m^2 Tiene más de 3 pisos o 9 m de altura	A toda la edificación	Código para suministro y distribución de agua para extinción NTC 2301 NFPA 13
I	A toda la edificación si: Pertenece a los subgrupos I1 e I2 Pertenece al subgrupo I3 y además: Tiene un área mayor a 2000 m^2 Tiene más de 4 pisos o 12 m de altura Todos los niveles bajos o sótanos En edificios clasificados en los subgrupos de ocupación de seguridad y servicio públicos (I-4 e I-5), de acuerdo con su uso; por ejemplo, edificios para oficinas se protegerán con las condiciones listadas para el grupo de ocupación	A toda la edificación si: tiene más de 3 pisos o 9 m de altura Todos los niveles bajos o sótanos Todas las edificaciones que se encuentren a más de 30 m de distancia al sitio hasta el que se puede acercar el vehículo de bomberos	Código para suministro y distribución de agua para extinción NTC 2301 NFPA 13

Grupo o subgrupo	Sistemas de protección requeridos		Norma reguladora
	Sistema de Rociadores	Sistema de Mangueras	
	comercial de servicios (C-1) y las áreas para asambleas con las condiciones del grupo de ocupación de lugares de reunión (L), etc.		
L	En la totalidad de edificios con carga de ocupación mayor de 300 personas. El sistema de rociadores debe cubrir todos los pisos que se encuentren por debajo del piso clasificado como L (Lugar de Reunión). Se eximen lugares no usados de exhibiciones con área, menor a 1100 m2 con separación de resistencia de una hora para fuego de otros espacios o edificios y con salidas para evacuación independientes y que no dispongan de instalaciones para una audiencia mayor de 100 personas.	En edificios de más de cuatro pisos o 12 m de altura, lo que sea mayor sobre el nivel de la calle. En edificios con dos pisos bajo nivel de la calle. En Edificios no protegidos con rociadores donde, en uno de los pisos, la distancia a cualquier punto desde el acceso más cercano para el Cuerpo de Bomberos, es mayor de 30 m. A cada lado del escenario se instalará una estación con manguera contra incendios de 38 mm de diámetro	Código para suministro y distribución de agua para extinción NTC 2301 NFPA 13
M	A toda la edificación	A toda la edificación	Código para suministro y distribución de agua para extinción NTC 2301 NFPA 13
P	A toda la edificación	A toda la edificación	Código para suministro y distribución de agua para extinción NTC 2301 NFPA 13
R-2	A toda la edificación si tiene 7 pisos o más (excepto en las escaleras) Todos los sótanos de parqueo	A toda la edificación si tiene más de 5 pisos o 15 m de altura Todos los sótanos de parqueo	Código para suministro y distribución de agua para extinción NTC 2301 NFPA 13
R-3	A toda si tiene más de 5 pisos o 15 m de altura (excepto en las escaleras) Todos los sótanos de parqueo	A toda la edificación si tiene más de 5 pisos o 15 m de altura Todos los sótanos de parqueo	Código para suministro y distribución de agua para extinción NTC 2301 NFPA 13

2.4.5 EXTINCIÓN A TRAVÉS DE GABINETES

Según la NTC 1669 que se basa en la NFPA 14 los gabinetes se clasifican en tres clases. Sistema Clase I, Clase II y clase III.

Sistema clase I Este sistema cuenta con estaciones de manguera de 1½" (40mm) para suministrar agua durante la respuesta inicial, a todo el personal entrenado e incluso bomberos. El gabinete tipo II está conformado por:

- ✓ Manguera 2½"
- ✓ Extintor
- ✓ Válvula 2½"
- ✓ Llave tensora
- ✓ Hacha
- ✓ Boquilla combinable
- ✓

Sistema clase II Esta provisto con estaciones de manguera de 1½" (40mm) para suministrar a bomberos y personal entrenado, para el manejo de grandes caudales. El gabinete tipo I está conformado por:

- ✓ Manguera
- ✓ Extintor
- ✓ Válvula 1½"
- ✓ Llave tensora
- ✓ Hacha
- ✓ Boquilla combinable

Sistema de clase III En este sistema también está contenido las estaciones de 1½" (40mm), pero adicionalmente se encuentran conexiones de mangueras de 2½" (65mm) para brindar un mayor volumen de agua para el uso de bomberos y todo aquel personal capacitado para manejar grandes caudales. El gabinete tipo III está conformado por:

- ✓ Manguera 1½"
- ✓ Manguera 2½"
- ✓ Extintor
- ✓ Válvula 2½"
- ✓ Llave tensora
- ✓ Hacha
- ✓ Boquilla combinable

Presión Mínima y máxima

7.8.3.1 Donde la presión residual en una salida de 38 mm (1 -1/2") sobre una conexión de manguera disponible para uso de personal entrenado excede 6.8 bares (100 psi) debe proveerse un dispositivo regulador de presión

7.10.1.1 Tasa de Flujo Mínima.

7.10.1.1.1 Para sistemas Clase I y Clase III, la tasa de flujo para la tubería vertical hidráulicamente más remota debe ser de 1893 L/min (500 gpm) y el procedimiento de cálculo debe estar en concordancia con 7.10.1.2.

Se cuenta con una sola tubería vertical.

Anexo 7.10.1.1 Si un sistema de suministro de agua suple más de un edificio o más de un área de incendios, el suministro total puede ser calculado con base en el edificio o área de incendios individual que requiere el mayor número de tuberías verticales.

Para el caso de varios bloques, se considera el bloque más lejano del tanque

7.10.1.2 Requisitos de cálculo hidráulico

7.10.1.2.1 Los cálculos hidráulicos y tamaños de tubería para cada tubería vertical deben estar basados en la provisión de 9465 L/min (250 gpm) en las conexiones de manguera hidráulica más remota en la tubería vertical a la presión residual mínima requerida por la sección 7.8

Caudal de flujo: (NFPA 14)

7.10.3.1 El flujo máximo requerido desde una conexión de manguera de 65 mm (2 ½") debe ser 946 L/min (250 gpm) (16 lps).

7.10.1.2.3 La tubería común de suministro debe ser calculada y dimensionada para proveer la tasa de flujo requerida para todas las tuberías verticales conectadas a tal tubería de suministro, con un total que no exceda 4731 L/min (1250 gpm)

REQUISITOS DE ALMACENAMIENTO DE AGUA

Existe una clasificación de caudales para los sistemas de gabinetes de acuerdo al tipo de riesgo que atenderá, esta clasificación se presenta a continuación. Requisitos de abastecimiento de agua para sistemas de gabinetes

Tabla 2-12 Requisitos de abastecimiento de agua para sistemas de gabinetes

Clasificación de la ocupación	Mangueras interiores (gpm)	Mangueras Interiores y Exteriores (gpm)	Duración (minutos)
Riesgo Leve	0, 50 o 100	100 gpm (6.3 lps)	30
Riesgo Ordinario	0, 50 o 100	250 gpm (16 lps)	60 - 90
Riesgo Extra	0, 50 o 100	500 gpm (32 lps)	90 - 120

Fuente NFPA

COMBINACION DE AGUA POTABLE CON AGUA INCENDIOS

Según el capitulo 14 de la NFPA 22 "Accesorios y Conexiones de tuberías" Numeral 14.8.1 *Tanques para servicio Dual: Donde sea necesario un servicio dual, debe reservarse de manera constante y automática un suministro adecuado de agua en el tanque para fines de protección contra incendios*"

UBICACIÓN DE EQUIPOS DE BOMBEO

Según NFPA 20 en donde se especifica en el numeral 4.13 en donde se aclara que el propósito es que se localice las bombas contra incendios en un cuarto dedicado, que provea protección tanto para el operador como para los equipos de bombeo. Las bombas contra incendio no deben ubicarse en espacios de otros equipos mecánicos, ya que puede exponer a la bomba a sufrir daños y al operador a posibles lesiones. Aunque, se permite que los equipos relacionador con el suministro de agua doméstica estén ubicados en el mismo alojamiento.

Según el numeral 4.14 de la NFPA 20 (4.14.1.1.6) Debe permitirse que los equipos relacionados con la distribución del agua de consumo estén ubicados dentro del mismo cuarto en el que se encuentren los equipos de bombas contra incendio.

CALCULO DE TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN

Las líneas de conducción están basadas por la expresión de Hazen Williams, cuyas pérdidas corresponde a:

$$hf = \frac{1734,6LQ^{1.85}}{D^{4.866}C^{1.85}}$$

Donde:

hf = perdidas por fricción [m.]

D = diámetro de la tubería [pulg.]

Q = caudal de flujo [L.P.S.]

L = longitud de la tubería [m.]

C = coeficiente que depende del material de la tubería [140 para PVC]

El valor de C recomendados por la NFPA corresponde a:

TABLA 2-13 VALORES DE C EN LA EXPRESIÓN DE HAZEN WILLIAMS

Tubería o Tubo	Valor C
Fundición de hierro o fundición dúctil sin recubrimiento interior	100
Acero negro (sistemas de tubería seca, incluyendo de preacción)	100
Acero negro (sistemas de tubería húmeda, incluyendo diluvio)	120
Galvanizada (toda)	120
Plástico (listada), toda	150
Fundición de hierro o fundición dúctil, revestida de cemento	140
Cobre o acero inoxidable	150

El diseño está basado en tubería acero al carbón por tanto el valor de C corresponde a C=120

2.4.6 CALCULO DE EXTINCIÓN A TRAVÉS DE REGADERAS

Comprende la extinción del fuego temprano a través de dispositivos en forma de regadera que se accionan automáticamente en función del calor.

- CLASES DE ROCIADORES

Los rociadores están clasificados en función del caudal y en función de la temperatura de accionamiento

TABLA 2-14 tipos de Rociadores dependiendo la temperatura de funcionamiento

Temp. Max. En el cielo raso		Rango de Temp.		Clasificación de La Temp	Código de color	Colores de la Ampolla de vidrio
ºF	ºC	ºF	ºC			
100	38	135 - 170	57 - 77	Ordinaria	Sin color o negro	Naranja o Rojo
150	66	175 - 225	79 - 107	Intermedia	Blanco	Amarillo o verde
225	107	250 - 300	121 - 149	Alta	Azul	Azul
300	149	325 - 375	163 - 191	Extra Alta	Rojo	Violeta
375	191	400 - 475	204 - 246	Ultra muy Alta	Verde	Negro
475	246	500 - 575	260 - 302	Ultra Alta	Naranja	Negro
625	329	650	343	Ultra Alta	Naranja	Negro

DETERMIANCION DE FACTOR DE ROCIADOR

TABLA 2-15 Factor K del rociador, según NFPA (tabla 2-2.2 NFPA)

Factor K nominal $[gpm/(psi)^{1/2}]$	Factor K nominal $[L/min/(bar)^{1/2}]$	Rango del factor K $[gpm/(psi)^{1/2}]$	Rango del factor K $[L/min/(bar)^{1/2}]$	Porcentaje de descarga del factor K-5.6 nominal	Tipo de rosca1
1.4	20	1.3–1.5	19–22	25	NPT de ½ pulg.
1.9	27	1.8–2.0	26–29	33.3	NPT de ½ pulg.
2.8	40	2.6–2.9	38–42	50	NPT de ½ pulg.
4.2	57	4.0–4.4	59–64	75	NPT de ½ pulg.
5.6	80	5.3–5.8	76–84	100	NPT de ½ pulg.
8.0	115	7.4–8.2	107–118	140	NPT de ¾ pulg. o NPT de ½ pulg.
11.2	160	10.7–11.7	159–166	200	NPT de ½ pulg. o NPT de ¾ pulg.
14.0	200	13.5–14.5	195–209	250	NPT de ¾ pulg.
16.8	240	16.0–17.6	231–254	300	NPT de ¾ pulg.
19.6	280	18.6–20.6	272–301	350	NPT de 1 pulg.
22.4	320	21.3–23.5	311–343	400	NPT de 1 pulg.
25.2	360	23.9–26.5	349–387	450	NPT de 1 pulg.
28.0	400	26.6–29.4	389–430	500	NPT de 1 pulg.

Fuente NFPA tabla 6.2.3.1

Tipos de Rociador dependiendo el uso

Otra clasificación de los rociadores está en función del uso

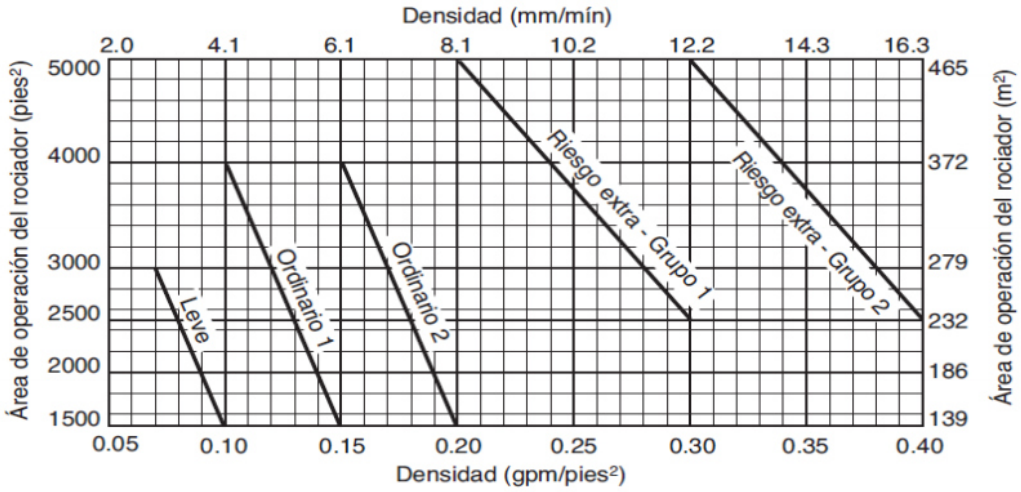
En este numeral se encuentra los diferentes tipos de rociadores que están especificados en la NFPA 13. A su vez se brindan las especificaciones para caracterizar el funcionamiento de este dispositivo en la red contra incendio (National Fire Proteccion Association, 2016).

- Rociador de control de modo densidad/ área (CMDA): Tiene como propósito controlar el fuego en sitios de almacenaje, utilizando el criterio de densidad / área.
- Rociador de control de aplicación específica (CMSA): Es capaz de producir gotas grandes de agua con la finalidad de atender riesgos de incendio de alto desafío.
- Rociador de supresión temprana – respuesta rápida (ESFR): Cumple con los requisitos para trabajar mediante los principios de sensibilidad térmica. Tiene la capacidad de controlar fuegos de alto desafío pues maneja un índice de tiempo de respuesta de 50 m/s o menos.
- Rociador de cobertura extendida: Maneja un sistema de pulverizado con el fin de cubrir amplias distancias
- Rociador convencional: Dirige el agua en una proporción del 40% al 60% en dirección hacia abajo, se caracteriza porque en su instalación el deflector se ubica colgante o montante.
- Rociador abierto: No tiene ningún tipo de elemento de respuesta al calor
- Rociador de respuesta rápida y cobertura extendida: Trabaja mediante los principios de sensibilidad térmica, maneja un índice de tiempo de respuesta de 50 m/s o menos y tiene un desempeño en áreas de cobertura extensas
- Rociador de respuesta rápida (QR): Tiene la particularidad de que su rociado es pulverizado y con sensibilidad térmica, con un índice de tiempo de respuesta de 50 m/s o menos.
- Rociador residencial: Es un rociador de uso específico para viviendas, cumple con el criterio de sensibilidad térmica y el índice de tiempo que uso los rociadores de respuesta rápida.
- Rociador especial Es un tipo de rociador al cual se le realiza una serie de pruebas con el fin de determinar su desempeño, dentro de esta prueba se evalúa la humedad de los muros y suelos, tipo de riesgo, sensibilidad térmica, entre otros.
- Rociador de modo de control de aplicación específica: Es un rociador de uso específico para almacenamiento, se caracteriza por una descarga pulverizada la cual se determina según el riesgo a tratar, ubicando cierta cantidad de rociadores.
- Rociador pulverizador estándar: Es un rociador de descarga tipo pulverizada, con áreas de cobertura máxima según las obstrucciones que se presenten y las medidas que se deban tomar para su adecuado funcionamiento.

Presión mínima Requerida para los Rociadores

La NFPA dicta los parámetros en términos de presión y de caudal mínimos con el cual se desempeñará la red de rociadores, en la norma se describe varios métodos por los cuales se puede determinar el nivel de agua con el que trabajará el sistema, entre estos métodos, se encuentra el método de Densidad vs. Área, en el cual se podrá determinar la demanda de agua para los rociadores, utilizando factores tales como la densidad del fluido, el área a proteger y el tipo de riesgo (National Fire Proteccion Association,). El esquema mencionado se presenta en la Imagen Densidad VS Área.

FIGURA 2-3 CURVA DE DETERMINACIÓN DE DENSIDAD PARA ROCIADORES



Área máxima de cobertura de Rociador

Dependiendo la clase de ocupación, el área máxima de ocupación corresponde a:

Tabla 2-16 Área máxima de cobertura de Rociadores

Clase de Ocupación	Área cobertura Máxima		
	pie²	m²	Nota
Riesgo Ligero	225	20	4.5 x 4.5
Riesgo Ordinario	130	12	3.5 x 3.5
Riesgo Extra*	130	12	3.5 x 3.5
almacenaje en pilas altas**	100	9	3 x 3

- * Para densidades menores de 0.25 gpm / pie²
- ** Para densidades menores de 0.25 gpm / pie2

La separación de los rociadores se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 2-17 Distancia de Rociadores

Clase de Ocupación	Separación ente rociadores		Separación a paredes	
	máxima	mínima	máxima	mínima
Riesgo Leve	15 pies (4.6 m.)	6 pies (1.8 m.)	7.5 pies (2.3 m.)	4" (10 cm)
Riesgo Ordinario	15 pies (4.6 m.)		7.5 pies (2.3 m.)	
Riesgo Extra	15 pies (4.6 m.)*		7.5 pies (2.3 m.)	
Almacenaje en Pilas altas	12 pies (3.7 m.)**		6 pies (2.3 m.)	

- * Para densidades menores de 0.25 gpm / pie^2
- ** Para densidades menores de 0.25 gpm / pie2

Los datos de caudal y presión mínima con la que se trabajara, se presentan la Tabla siguiente Requisitos de abastecimiento de agua para sistemas de rociadores.

Tabla 2-18 Requisitos de abastecimiento de agua para sistemas de rociadores

Clasificación de la ocupación	Presión residual min. requerida		Caudal		Duración (minutos)
	psi	Bar	gpm	L/min	
Riesgo Leve	15	1	500 - 750	1893 - 1839	30 - 60
Riesgo Ordinario	20	1.4	850 - 1500	3218 - 5678	60 - 90

La presión mínima no debe ser menor de 7 psi para el rociador más lejano

2.4.7 UBICACIÓN DE EXTINTORES

Según el acuerdo 20 de 1995 se recomienda las siguientes distancias según el tipo de extinción de fuego

TABLA 2-19 SEPARACIÓN DE EXTINTORES CLASE A

ÁREAS MÁXIMAS PROTEGIDAS POR EXTINTOR PARA FUEGOS CLASE A				
CLASIFICACIÓN MÍNIMA BÁSICA DEL EXTINTOR PARA LA ZONA ESPECIFICADA	DISTANCIA MÁXIMA DE RECORRIDO HASTA ALCANZAR LOS EXTINTORES		ZONAS PROTEGIDAS POR EL EXTINTOR	
	ACTIVIDAD (sic) DE RIESGO BAJO		ACTIVIDAD RIESGO MODE	ACTIVIDAD (sic) RIESGO ALTO
1-A	23 m	280 m^2	+	+
2-A	23 m	560 m^2	280 m^2	+
3-A	23 m	840 m^2	420 m^2	280 m^2
4-A	23 m	1050 m^2	840 m^2	370 m^2

ÁREAS MÁXIMAS PROTEGIDAS POR EXTINTOR PARA FUEGOS CLASE A				
CLASIFICACIÓN MÍNIMA BÁSICA DEL EXTINTOR PARA LA ZONA ESPECIFICADA	DISTANCIA MÁXIMA DE RECORRIDO HASTA ALCANZAR LOS EXTINTORES		ZONAS PROTEGIDAS POR EL EXTINTOR	
	ACTIVIDAD (sic) DE RIESGO BAJO		ACTIVIDAD RIESGO MODE	ACTIVIDAD (sic) RIESGO ALTO
6-A	23 m	1050 m^2	1050 m^2	560 m^2
10-A	23 m	1050 m^2	1050 m^2	840 m^2
20-A	23 m	1050 m^2	1050 m^2	1050 m^2
40-A	23 m	1050 m^2	1050 m^2	1050 m^2

Fuente: Artículo 20 de 1995 TABLA D.7-6

TABLA 2-20 SEPARACIÓN DE EXTINTORES CLASE B

CLASIFICACIÓN DE LOS EXTINTORES CLASE B		
TIPO DE RIESGO	CLASIFICACIÓN MÍNIMA BÁSICA DEL EXTINTOR	MÁXIMA LONGITUD DEL RECORRIDO HASTA LOS EXTINTORES
BAJO	5-B	9 m.
	10-B	15 m.
MODERADO	10-B	9 m.
	20-B	15 m.
ALTO	20-B	9 m.
	40-B	15 m.

Fuente: Artículo 20 de 1995 TABLA D.7-7

3 CÁLCULO HIDRAULICO SUMINISTRO DE AGUA

El bastecimiento de agua proviene del sistema del plan maestro el cual es bastecido del acueducto de Bogotá (EAB)

3.1 POBLACIÓN, DOTACIÓN Y CAUDAL DE DISEÑO

Con base en la distribución de espacios y a la proyección general del edificio, se espera contar con la siguiente población:

Tabla 3-1 POBLACIÓN PROYECTADA

Descripción	cantidad
visitantes en salas de espera	295
Personal Fijo	55

El caudal y volumen necesario de agua se determina con base en la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{P\ x\ d}{86400} = \ lps$$

Donde:

Q es el caudal medio en litros por segundo
P es la población de diseño
d es la dotación en L / persona-día

Con base en la tabla N°6 de la NTC 1500 primera edición se tiene los siguientes valores de dotación y por consiguiente los volúmenes necesarios para abastecer las necesidades de 1 día.

Tabla 3-2 DOTACION Y CONSUMO DIARIO DE AGUA

Descripcion	cantidad	Dotacion (L/persona - dia)	Vr Parcial (litros)
visitantes en salas de espera	295	3	885
personal fijo	55	90	4.950
		Consumo Diario Total	5.835,00

3.2 CALCULO TUBERIAS DE SUMINISTRO

Para el cálculo de consumo de agua se ha tenido la probabilidad de funcionamiento con base en las unidades de Hunter.

DATOS PARA CÁLCULOS

En el anexo Nº1 se presenta la tabla de valores donde se establece los sectores o tramos de análisis con base en la distribución de tuberías y accesorios presentados en los planos.

Para las velocidades se da cumplimiento a lo establecido en la NTC 1500 primera edición en el numeral 6.9, donde se requiere que la velocidad máxima deber ser de 2 m/seg., para tubería de diámetro inferior a 76.2 mm. (3"); para diámetros de 76.2 mm o mayores, la velocidad máxima debe ser de 2.5 m/seg

DESCRIPCIÓN TABLA DE CÁLCULOS

A continuación, se da la descripción de cada una de las variables que conforman la tabla de cálculos.

Tabla 3-3 DESCRIPCIÓN DE COLUMNAS DE LA TABLA DE CÁLCULOS LÍNEA HIDRÁULICA

COLUMNA			DESCRIPCIÓN
TRAMO		DE	Punto de inicio de tubería
		A	Punto final de la tubería
	DIÁMETRO	Pulg.	Diámetro de la tubería del tramo
LONGITUD	TUBO	m.	Longitud del tramo de tubería
	ACCES.	m.	Longitud equivalente con base en el accesorio y diámetro de la tubería
	TOTAL	m.	Suma de la longitud y la longitud equivalente
	presión inicial	m.s.n.	Corresponde a la presión mayor del tubo anterior en análisis
presión necesaria adicional		m.c.a.	Corresponde a la presión necesaria para el funcionamiento del aparato.
	Diferencia de Nivel	m.	Altura entre los puntos de inicio y final

COLUMNA			DESCRIPCIÓN
CALCULO DE CAUDAL	UNIDADES DE HUNTER	parcial	Unidad dependiendo del aparato para abastecer. Tomado de la tabla de consumos
		Acumulado.	Valor acumulado de las unidades de Hunter con base en la configuración de las tuberías
	CAUDAL [L.P.S]	Acumulado.	Valor calculado de caudal con base en las tablas y gráficas de Hunter para la determinación de caudal
VELOCIDAD		M/S	Valor de velocidad con base en la expresión V = Q/A, donde A es el área de la sección transversal del tubo
PERDIDAS		m.	Pérdidas de presión con base en la expresión de Hazen Williams $hf = \frac{1734,6LQ^{1.85}}{D^{4.866}C^{1.85}}$ Con C= 140 correspondiente a tubería PVC
PRESIÓN ACUMULADA		m.	Valor total de la presión acumulada, presión inicial + presión necesaria adicional, diferencia de nivel + pérdidas
POTENCIA		HP	Cálculo de la potencia en HP
		k-wattios	Cálculo de la potencia en kW.
		CV	Cálculo de la potencia en CV

En el anexo Nº2 se presenta los cálculos hidráulicos de tal forma que el diámetro seleccionado, cumpla con los requisitos de velocidad y presiones correspondientes, para finalmente encontrar la potencia de las bombas.

3.3 SISTEMA DE BOMBEO AGUA POTABLE

El sistema de suministro de presión corresponderá a la condición acumulada y para la necesidad más alta de presión de toda la implantación.

Para el presente edificio y con base en los requerimientos de caudal y presión obtenidos en la tabla de cálculos, se necesita contar con un equipo de bombeo que cumplan los siguientes parámetros:

Teniendo en cuenta la suplencia de agua potable al tanque de agua lluvia tratada en ausencia de lluvias, se aumenta el caudal de agua de suministro equivalente al consumo de los aparatos sanitarios.

AGUA POTABLE

Con base en la tabla de cálculo (Anexo 1 y 2) se tiene los siguientes valores de caudal y presión necesarios.

Caudal = 6,22 lps (99 gpm)

Altura total = 25,2 m.c.a = 36 psi

La siguiente tabla da las recomendaciones de configuración de las bombas.

FRACCIONAMIENTO DE CAUDAL DE BOMBEO

Tipo de uso	Porcentaje del Q máximo probable	
	Caudal 250 gpm	Caudal 250 a 500 gpm
Apartamentos y oficinas	50/50	20/40/40
Hoteles	65/65	30/40/40
Colegios	50/50	20/40/40
Hospitales	70/70	30/70/70
Industrias	65/65	20/50/50
Municipalidades	70/70	20/50/50

Fuente página 175 Libro "Redes Hidráulicas y sanitarias para edificaciones" Jorge Granados universidad Nacional de Colombia

Se recomienda contar con dos bombas cada una con el 70% del caudal total esperado.

Pérdidas por succión Agua Potable

Conforme a la ecuación de Hazen Williams, se cuenta con las siguientes pérdidas en la succión, teniendo en cuenta los accesorios y longitudes de tubería. Los accesorios se evalúan como longitudes equivalentes.

Detalles hidráulicos

Caudal	4,4	lps
	70	gpm
Longitud de tubería	2	m.
Diferencia de Nivel	0,0	m.

CANTIDAD DE ACCESORIOS

codo	1
válvula de pie	1

DIÁMETRO	2-1/2”	pulg
longitud equivalente	23,0	m.
Longitud total	25,0	m.

Velocidad = 1,39 m/seg.

Tipo de tubería PVC 140 Hazen Williams

presión necesaria adicional 25,2 m.c.a.

Pérdidas por fricción =	0,83	m.
Presión acumulada =	26,03	m.
	37	psi

eficiencia sistema de bombeo 0,7

Potencia Aprox.	2,2	HP
	1,6	k-wattios
	2,2	CV
	39	k-wattios - día

CALCULO NPSH BOMBAS AGUA POTABLE

Se calcula la NPSH para condición crítica, es decir cuando el nivel de agua está al mínimo.

NPSH = PB - TVATA – ADS

NPSH = Nel positive suction Head
PB = presión de vapor = 10,33 – Ja (TABLAS 4.2 Libro Carmona)
TVATA = Tensión de vapor de agua a temperatura ambiente
ADS = Altura dinámica de succión = DH + hf + hv
DH = Diferencia de altura eje bomba, nivel mínimo de agua
Hf = pérdidas por fricción
Hv = altura de velocidad

PB = 10,33 – 2,854 (para 2600 msnm) = 7,476 m.
TVATA = 0,17 para 15 ^{O}C
DH = 0,0 entre eje de bomba y nivel mínimo de agua
Hf = pérdidas para 2-1/2" = 0,83 *m.*
Hv = 0,10 *m. para una velocidad de 1,39 m/seg.*
ADS = 0,93
NPSH = 6,38 *m.*

Potencias de las bombas Agua Potable

Por tanto, las potencias de las 2 bombas corresponden a:

Q= 4,4 lps (70 gpm) H = 26 m.c.a (37 psi) $P = \frac{Q\gamma H}{76\eta} =$ 2,2 HP

Se recomienda que el encendido sea alternado con base en el tablero de control y bombas con velocidad variable

SISTEMA HIDRONEUMÁTICO AGUA POTABLE

El volumen del tanque está dado por la ecuación

$$V = VR\ \frac{(Pa + 1)}{(Pa - Pb)}$$

Donde VR es el volumen de regulación para el sistema hidroneumático, corresponde a:

$$VR = \frac{Qb\ x\ T}{4}$$

Donde:

V = Volumen del tanque
VR = volumen de regulación
Qb = caudal de bombeo
T = tiempo de funcionamiento de bombeo

Pa = Presión máxima en atmósferas.
Pb = presión de suministro.

El caudal de bombeo de cada Qb al promedio entre el caudal máximo y el caudal mínimo estimado (0.25 x Qmax)

Q min = 0.25 x 4,4 = 1,10 lps

Por tanto

$$Qb = \frac{Qmax+Qmin}{2} = (4,\ 4 + 1{,}10) / 2 = 2{,}75 \text{ lps.}$$

La siguiente tabla se recomienda el número de ciclos por hora para encendido según la potencia de la bomba

Potencia en HP	T min	# ciclos por hora
1 – 3	1.2	50
3 – 5	1.8	33
5 – 7.5	2.0	30
7.5 – 15	3.0	20
15 – 30	4.0	15
Más de 30	6.0	10

Fuente: Tabla 2.1 Diseño instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones Rafael Pérez Carmona

El tiempo de bombeo deberá de 1.2 minutos por ciclo.

$$VR = \frac{2{,}75\ x\ 1.2\ x\ 60}{4} = 50\ litros$$

Pb = 26 m.c.a = 37 psi = 2,5 atm. Se estima que este sea el 70% del total

Pa = 37,1 m.c.a = 52 psi = 3,6 atm.

Por tanto

V = 50 x (3,6 + 1) / (3,6 – 2,5) = 207 litros.

Se puede conformar un sistema de 2 cilindros de 100 litros de capacidad, o 1 de 200 litros

AGUA DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS

Con base en la tabla de cálculo (Anexo 1 y 2) se tiene los siguientes valores de caudal y presión necesarios.

Caudal = 5,12 lps (81,2 gpm)

Altura total = 34,62 m.c.a = 50 psi

Al contar con 2 bombas cada una con el 70% del caudal se tiene:

Pérdidas por succión Bombas Agua Aprovechamiento aguas lluvias

Conforme a la ecuación de Hazen Williams, se cuenta con las siguientes pérdidas en la succión, teniendo en cuenta los accesorios y longitudes de tubería. Los accesorios se evalúan como longitudes equivalentes.

Detalles hidráulicos

Caudal	3,6	lps
	57	gpm
Longitud de tubería	2	m.
Diferencia de Nivel	0,0	m.

CANTIDAD DE ACCESORIOS

codo	1
válvula de pie	1

DIÁMETRO 2-1/2" pulg

longitud equivalente	23,0	m.
Longitud total	25,0	m.

Velocidad = 1,14 m/seg.

Tipo de tubería PVC 140 Hazen Williams

presión necesaria adicional 34,62 m.c.a.

Pérdidas por fricción =	0,57	m.
Presión acumulada =	35,2	m.
	50	psi

eficiencia sistema de bombeo 0,7

Potencia Aprox. 2,4 HP

1,8	k-wattios
2,4	CV
43	k-wattios - día

CALCULO NPSH BOMBAS AGUAS LLUVIAS

Se calcula la NPSH para condición crítica, es decir cuando el nivel de agua está al mínimo.

NPSH = PB - TVATA – ADS

NPSH = Nel positive suction Head
PB = presión de vapor = 10,33 – Ja (TABLAS 4.2 Libro Carmona)
TVATA = Tensión de vapor de agua a temperatura ambiente
ADS = Altura dinámica de succión = DH + hf + hv
DH = Diferencia de altura eje bomba, nivel mínimo de agua
Hf = pérdidas por fricción
Hv = altura de velocidad

PB = 10,33 – 2,854 (para 2600 msnm) = 7,476 m.
TVATA = 0,17 para 15 ^{o}C
DH = 0,0 entre eje de bomba y nivel mínimo de agua
Hf = pérdidas para 2-1/2" = 0,57 m.
Hv = 0,07 m. para una velocidad de 1,14 m/seg.
ADS = 0,64
NPSH = 6,67 m.

Potencias de las bombas Agua Lluvias

Por tanto, las potencias de las 2 bombas corresponden a:

Q= 3,6 lps (57 gpm) H = 35,2 m.c.a (50 psi) $P = \frac{Q\gamma H}{76\eta} =$ 2,5 HP

Se recomienda que el encendido sea alternado con base en el tablero de control y bombas con velocidad variable

SISTEMA HIDRONEUMÁTICO AGUAS LLUVIAS

El volumen del tanque está dado por la ecuación

$$V = VR\ \frac{(Pa + 1)}{(Pa - Pb)}$$

Donde VR es el volumen de regulación para el sistema hidroneumático, corresponde a:

$$VR = \frac{Qb\ x\ T}{4}$$

Donde:

V = Volumen del tanque
VR = volumen de regulación
Qb = caudal de bombeo
T = tiempo de funcionamiento de bombeo
Pa = Presión máxima en atmósferas.
Pb = presión de suministro.

El caudal de bombeo de cada Qb al promedio entre el caudal máximo y el caudal mínimo estimado (0.25 x Qmax)

Q min = 0.25 x 5,12 = 1,28 lps

Por tanto

$Qb = \frac{Qmax+Qmin}{2}$ = (5,12 + 1,28) / 2 = 3,20 lps.

La siguiente tabla se recomienda el número de ciclos por hora para encendido según la potencia de la bomba

Potencia en HP	T min	# ciclos por hora
1 – 3	1.2	50
3 – 5	1.8	33
5 – 7.5	2.0	30
7.5 – 15	3.0	20
15 – 30	4.0	15
Más de 30	6.0	10

Fuente: Tabla 2.1 Diseño instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones Rafael Pérez Carmona

El tiempo de bombeo deberá de 1.2 minutos por ciclo.

$$VR = \frac{3{,}20\ x\ 1.2\ x\ 60}{4} = 58\ litros$$

Pb = 35,2 m.c.a = 50 psi = 3,4 atm. Se estima que este sea el 70% del total

Pa = 50,3 m.c.a = 71 psi = 4,9 atm.

Por tanto

V = 58 x (4,9 + 1) / (4,9 – 3,4) = 227 litros.

Se puede conformar un sistema de 2 cilindros de 100 litros de capacidad o uno de 250 litros

SISTEMA DE ALIVIO DE PRESIÓN

Con base en el numeral 6.7.2 de la norma técnica NTC 1500, cuando la presión de funcionamiento exceda los 550 Kpa, (56 m.c.a.), se deben instalar dispositivos reductores de presión. Por lo tanto, para el proyecto NO es necesario.

3.4 TANQUE DE ALMACENAMIENTO AGUA POTABLE

El volumen total de almacenamiento, se proyecta con base en las necesidades de consumo de agua potable:

Caudal Medio agua potable = QM = 5,835 m^3/día = 5835 litros / día.

El tanque de agua está proyectado junto con el tanque contra incendios, disponiendo sensores de nivel para controlar el consumo de cada sector de volumen. (Ver capítulo de Incendios para el volumen total)

3.5 TANQUE DE ALMACENAMIENTO AGUA APROVECHABLE PARA AGUA LLUVIA

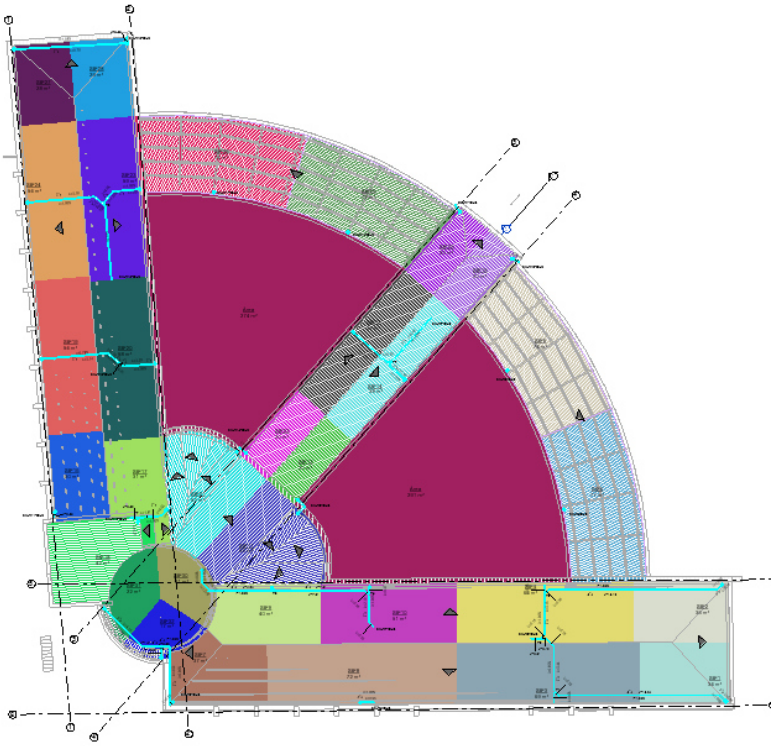
Se proyecta contar con un tanque que almacene el agua recogida de las cubiertas, para ser utilizada en sanitarios, orinales y riego.

Con base en requerimientos de proyectos similares se estima que el 70% del agua que se consume corresponde a un agua para uso de sanitarios y orinales, por tanto, el tanque mínimo que puede proyectarse es de:

Caudal Medio = QM = 5,8 x 0,7 = 4,1 m^3/día = 4100 litros / día.

El caudal aprovechable de agua lluvia, corresponde al caudal proveniente de la cubierta que al contar con una intensidad de 100 mm (Recomendaciones Jorge Granados Universidad Nacional de Colombia), se tendría el siguiente casual en un aguacero.

FIGURA 3-1 PLANTA DE CUBIERTA DEL EDIFICIO



$Q = C\ I\ A = 0.9 \times 100/3600 \times 1411\ m^2 = 35{,}33\ lps = 0{,}035\ m^3/seg.$

El tiempo de llenado de las necesidades de consumo diario del tanque corresponde a:

$T = V / Q = 14{,}32\ m3 / (0{,}035) = 409\ seg = 7\ minutos$

Lo que significa que con un aguacero torrencial se llenaría fácilmente el tanque.

3.6 CÁLCULO DE ACOMETIDA

Para el cálculo de la acometida, se tomará un tiempo de 4 horas de las necesidades de agua del sitio (Consumo diario = 5,84 m^3)

Q = Consumo día / 4 horas

Q = 0,41 L.P.S. = 1,46 m^3/h = 24,3 l.p.m.

Diámetro Acometida

La velocidad debe estar entre 1 y 1.5 m/seg.

Teniendo en cuenta la ecuación de continuidad Q = V x A y con una velocidad de 1.5 m/seg., tenemos que

$$D = \sqrt{\frac{4\,Q}{\pi\,V}} = 0.02 \text{ m.} = 3/4\text{”}$$

Cálculo de medidor

El consumo para el llenado del tanque diario corresponde a 0,41 lps, equivalente a 24,3 litros por minuto o 1,46 m^3/h. con este valor y con la siguiente tabla se recomienda un medidor de 15 mm.

Diámetro medidor (mm)	QN (m3/h)	Qw cont. (m3/h)	Qmax. (m3/h)
15	1.5	2.25	3
20	2.5	3.75	5
25	3.5	5.25	7
30	5	7.5	10
40	10	15	20
50	15	22.5	30
65	25	37.5	50
80	40	60	80

Fuente: Criterios para definir el diámetro de la acometida y el medidor para urbanizaciones y edificios EPM

4 SISTEMA DE MANEJO DE AGUAS RESIDUALES

El agua proveniente del retorno de uso de aparatos de fontanería se capta a través de accesorios, tuberías y cajas de inspección, el cual es descargado finalmente al sistema de alcantarillado del plan maestro del hospital que posteriormente descarga al sistema de alcantarillado de Bogotá (EAB)

4.1 CAUDALES DE FLUJO EN TUBERIAS

Los caudales que circulan en cada tubo corresponden al correspondiente de la probabilidad de funcionamiento, mediante las unidades de Hunter, así:

Orinal	Sanitarios	sifón	Ducha	lavamanos
5	10	1	4	6

Con las sumatoria acumulada se determina el caudal con base en las curvas de Hunter. Los valores obtenidos se presentan en las tablas de las páginas siguientes.

4.2 CALCULO DE LÍNEAS DE CONDUCCIÓN SANITARIA

Las aguas sanitarias (aguas negras) provenientes de sanitarios y orinales se conducen a través de un sistema de tuberías independiente las cuales conducen finalmente a los puntos de entrega determinados.

Para el cálculo de caudales se ha establecido mediante la ecuación de continuidad. Donde adicionalmente los caudales a tubo lleno y sus correspondientes velocidades se establecen mediante la ecuación de Manning así:

$$Q = V \times A / 1000 \qquad V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

Q = caudal en litros por segundo
V = velocidad en metros por segundo
R = radio hidráulico en metros
S = pendiente en m/m

Inicialmente se lleva a cabo una lista de tramos consecutivos indicando el aparato y el correspondiente número de Hunter, posteriormente se realiza los diferentes cálculos con base en la descripción de la siguiente tabla.

Tabla 4-1 DESCRIPCIÓN DE COLUMNAS DE LA TABLA DE CÁLCULOS LÍNEA SANITARIA

TUBERÍA	DE	Inicio de tramo de tubería
	A	Fina de tramo de tubería
COTA DE TERRENO	DE	Valor de rasante en el inicio del tramo
	A	Valor de rasante al final del tramo
COTA DE TUBERÍA	DE	Cota clave al inicio del tramo
	A	Cota clave al final del tramo
CAUDAL	L.P.S.	Caudal con base en las unidades de Hunter
LONGITUD	[m]	Distancia entre punto inicial y punto final
PENDIENTE %	TUBERÍA	Diferencia de nivel entre el punto inicial y final en %
TUBERÍA PROYECTADA	CALCULADO [pulg]	Necesidades de diámetro con base en la expresión: $D = 1.548\ x\ \left(\frac{n\ Q}{S}\right)^{3/8}$
	SELECCIÓN [pulg]	Con base en resultado anterior se selecciona el diámetro comercial.
VELOCIDAD	M/S	Velocidad de la tubería a tubo lleno, con base en la ecuación de Manning. $V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$
CAUDAL	L.P.S.	Caudal a tubo lleno con base en la expresión Q = V x A x 1000
RELACIÓN DE CAUDAL q/Q		Valor de la relación de caudal de flujo esperado en relación al caudal a tubería llena
RELACIÓN DE ALTURAS d/D		Valor de la relación de altura con base en tablas y ecuaciones obtenidas de iteración.
velocidad v	m./seg.	Valor obtenido de tablas y ecuaciones en función de q/Q v = v/V x V

		Valor calculado con ecuaciones correlacionadas de tablas con base en el valor de q/Q
profundidad d	m.	Valor obtenido de tablas y ecuaciones en función de q/Q d = d/D x D Valor calculado con ecuaciones correlacionadas de tablas con base en el valor de q/Q
radio hidráulico r	m.	Valor obtenido de tablas y ecuaciones en función de q/Q r = r/R x R Valor calculado con ecuaciones correlacionadas de tablas con base en el valor de q/Q
Fuerza tractiva	Kg/m2	$F = 1000 \frac{(v\,n)^2}{r^{1/3}}$
$V^2/2g$		Energía específica de velocidad
Energía Especifica	(m)	Valor de Energía E = d + **$V^2/2g$**
Profundidad Hidráulica	(m)	Valor de profundidad específica con base tablas y ecuaciones. Valor calculado con ecuaciones correlacionadas de tablas con base en el valor de q/Q
NF		Número de Froude Valor obtenido con base en la velocidad y profundidad hidráulica. $NF = \frac{v}{\sqrt{g\,H}}$ donde H es la profundidad hidráulica
RÉGIMEN DE FLUJO		Con base en el número de Froude determinación si es subcrítico, critico o supercrítico.

Los parámetros a cumplir corresponden a:

$q/Q < 0.9$

$d/D < 0.85$

Fuerza tractiva > 0.12 Kg/m^2 o Velocidad > 0.6 m/seg.

En el Anexo Nº 3 Se presenta la tabla de valores de los tramos y cotas

En el anexo Nº 4, Se presentan los cálculos hidráulicos de las tuberías sanitarias, donde se determinan las cotas y pendientes para que dé cumplimiento a los parámetros de velocidad, fuerza tractiva y relación de caudales.

4.3 CALCULO DE BAJANTES

Las bajantes de aguas residuales son calculadas con la expresión:

$$D = \left[\frac{q}{1.754\, r^{5/3}}\right]^{3/8}$$

Dónde:

D = Es el diámetro en pulgadas
Q = caudal en litros por segundo
r = relación de llenado de ducto, para el caso se ha tomado como 2/7

En la siguiente tabla, se resume los valores de comportamiento de las diferentes bajantes del sistema.

Tabla 4-2 CALCULO DE BAJANTES DE AGUAS NEGRAS

BAJANTE		CAUDAL L/seg.	DIÁMETRO CALCULADO	DIÁMETRO SELECCIONADO	VELOCIDAD TERMINAL	LONGITUD TERMINAL
DE	A		Pulg.	Pulg.	m/seg.	m.
BAJANTE 1						
BAN1-P2	BAN1-P1	1,96	2,25	4	2,08	0,73
BAN2-P2	BAN2-P1	3,65	2,84	4	2,66	1,20
BAN3-P2	BAN3-P1	2,18	2,34	4	2,17	0,80
BAN4-P2	BAN4-P1	2,18	2,34	4	2,17	0,80
BAN5-P2	BAN5-P1	2,18	2,34	4	2,17	0,80
BAN6-P2	BAN6-P1	2,18	2,34	4	2,17	0,80
BAN7-P2	BAN7-P1	3,88	2,91	4	2,73	1,26

4.4 SISTEMA DE VENTILACIÓN

Con base en la distribución de tuberías, se ha contemplado lo siguiente:

Longitud máxima permisible de la tubería de ventilación

Esta se establece a una pérdida por fricción de 2,5 cm en columna de agua equivalente a 25,4 metros de columna de aire. Con base en la expresión de Darcy Weisbach y el diagrama de moody se tiene que las pérdidas en las tuberías de ventilación corresponden a:

$$hf = f\ \frac{L}{D^5}\ Q^2\ x\ 7{,}815$$

(Libro "Redes Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones" Jorge Armando granados)

Dónde:

L = longitud en metros.
Q = caudal del aire en L/s
D = diámetro de la columna de ventilación en pulgadas
f = factor de fricción dado por el diagrama de moody en función del número de Reynolds y de la rugosidad relativa e/D

La longitud máxima es aquella que produzca una pérdida de 2,5 cm en columna de agua o 25,4 metros de columna de aire, por tanto. (Fuente: Jorge Granados Universidad Nacional de Colombia)

$$L = 3{,}25\ x\ \frac{D^5}{f\ Q^2}$$

Teniendo en cuenta la ecuación de velocidad terminal en el cual el aire se transporta a la misma velocidad del agua se puede obtener una equivalencia entre el caudal de agua y el caudal de aire para una proporción de 7/24 de utilización de la bajante. (2,42857142857143) Ver tabla 6.1 del libro de Diseño e Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones Rafael Pérez Carmona.

5 SISTEMA DE MANEJO DE AGUAS LLUVIAS

Se proyecta aprovechar el agua recogida en las cubiertas para reúso en la edificación en aparatos sanitarios, orinales y riego.

Conforme a las recomendaciones del libro "Redes Hidráulicas y sanitarias en edificaciones" por Jorge Granados Universidad Nacional, el método utilizado para el cálculo corresponde al método racional, dado por la siguiente expresión que equivale a una precipitación de 100 mm./hora.

$$Q = C\ I\ A$$
$$Q = C \times 0{,}0278 \times A$$

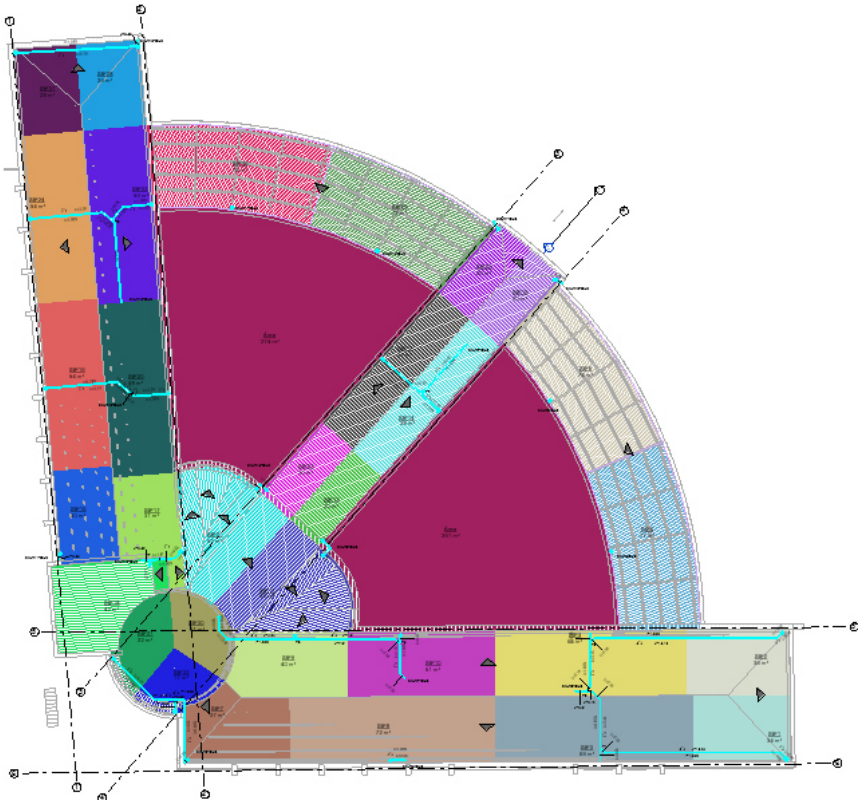
Donde:

Q = caudal en litros por segundo
C = Coeficiente de escorrentía
I = intensidad en mm/h y su valor equivalente en L/seg-m^2.
A = Área (m)

5.1 DETERMINACIÓN DE ÁREAS Y CAUDALES

Con base en la distribución de sumideros y a la entrega de tuberías, cajas y canales, se establecieron varias zonas de áreas.

FIGURA 5-1 Áreas aferentes



5.2 CALCULO DE BAJANTES

La bajante corresponde a un ducto vertical que recibe las aguas lluvias que se recogen en la sección de cubierta, cuyas áreas aferentes se encuentra entre bajante y bajante respectivamente. El comportamiento de la bajante corresponde a la formación de un anillo de agua que se forma en las paredes de la tubería. La capacidad de una bajante está dada mediante la siguiente expresión:

$$q = 1{,}754\, r^{5/3} d^{8/3}$$

Donde:

q = caudal en L.P.S.
r = relación de áreas del anillo de agua a la sección de tubería (1/4; 7/24; 1/3)
d = diámetro de la tubería en pulgadas.

Tabla 5-1 CAUDAL DE BAJANTES EN FUNCION DEL ANILLO PREVISTO

DIAMETRO	CAUDAL EN L.P.S.		
	valor de r		
Pulg.	1/4	7/24	1/3
2	1.1	1.43	1.78
2 1/2	2	2.59	3.24
3	3.26	4.21	5.26
4	7.02	9.07	11.33
6	20.69	26.75	33.41
8	44.55	57.6	71.96
10	80.77	104.43	130.47
12	131.34	169.82	212.15

Por lo general se adopta una relación de 7/24 como r. La siguiente tabla presenta el cálculo de caudal máximo permisible de bajantes para diferentes diámetros

En la tabla siguiente se presenta la descripción del cálculo de caudal y parámetros hidráulicos de las bajantes del edificio.

Tabla 5-2 DESCRIPCIÓN DE TABLA DE CÁLCULO DE SUMIDEROS Y BAJANTES

COLUMNAS	DESCRIPCIÓN
BAJANTE	Número de bajante
Área Aferente / Coeficiente C	Corresponde al área aferente con base en el tipo de suelo aportante de escorrentía
ÁREA AFERENTE [m^2]	Con base en la distribución de planos, corresponde al área de cubierta que drena sobre la bajante

COLUMNAS		DESCRIPCIÓN
C ponderado		Valor proporcional con base en el área de cada sector $C = \frac{\Sigma C_i A_i}{\Sigma A_i}$
CAUDAL L/seg.		Cálculo de caudal con base en la ecuación $Q = 0{,}0278\ A$
DIÁMETRO CALCULADO	Pulg.	Cálculo de diámetro con base en la expresión: $q = 1{,}754\, r^{5/3} d^{8/3}$
DIÁMETRO SELECCIONADO	Pulg.	Selección de diámetro comercial más cercano
VELOCIDAD TERMINAL	m./seg.	Cálculo de la velocidad del flujo con base en la expresión: $Vt = 2.76\ \left(\frac{q}{d}\right)^{2/5}$
LONGITUD TERMINAL	m./seg.	Cálculo de la distancia a la que se presenta la velocidad terminal $Lt = 0.17\ Vt^2$

Los cálculos y resultados de las diferentes bajantes de aguas lluvias, se presentan a continuación.

Tabla 5-3 CALCULO DE SIFONES Y BAJANTES PARA AGUAS LLUVIAS

BAJANTE	**ÁREA AFERENTE [m²]**	**Coeficiente C**	**CAUDAL L/seg.**	DIÁMETRO CALCULADO	DIÁMETRO SELECCIONADO	VELOCIDAD TERMINAL	LONGITUD TERMINAL
				Pulg.	Pulg.	m/seg.	m.
SIF1	34,00	0,9	0,85	1,65	3	1,67	0,47
SIF2	36,00	0,9	0,90	1,68	3	1,71	0,49
SIF3	69,00	0,9	1,73	2,15	3	2,21	0,83
SIF4	66,00	0,9	1,65	2,11	3	2,17	0,80
SIF5	77,00	0,9	1,93	2,24	3	2,31	0,91
SIF6	74,00	0,9	1,85	2,20	3	2,27	0,88
SIF7	37,00	0,9	0,93	1,70	3	1,73	0,51
SIF8	72,00	0,9	1,80	2,18	3	2,25	0,86
SIF9	40,00	0,9	1,00	1,75	3	1,78	0,54
SIF10	51,00	0,9	1,28	1,92	3	1,96	0,66
SIF11	55,00	0,9	1,38	1,97	3	2,02	0,70

BAJANTE	**ÁREA AFERENTE [m²]**	**Coeficiente C**	**CAUDAL L/seg.**	DIÁMETRO CALCULADO	DIÁMETRO SELECCIONADO	VELOCIDAD TERMINAL	LONGITUD TERMINAL
				Pulg.	Pulg.	m/seg.	m.
SIF12	20,00	0,9	0,50	1,35	3	1,35	0,31
SIF13	37,00	0,9	0,93	1,70	3	1,73	0,51
SIF14	38,00	0,9	0,95	1,72	3	1,74	0,52
SIF15	20,00	0,9	0,50	1,35	3	1,35	0,31
SIF16	30,00	0,9	0,75	1,57	3	1,59	0,43
SIF17	31,00	0,9	0,78	1,59	3	1,61	0,44
SIF18	42,00	0,9	1,05	1,78	3	1,81	0,56
SIF19	54,00	0,9	1,35	1,96	3	2,01	0,68
SIF20	58,00	0,9	1,45	2,01	3	2,06	0,72
SIF21	52,00	0,9	1,30	1,93	3	1,98	0,66
SIF22	20,00	0,9	0,50	1,35	3	1,35	0,31
SIF23	59,00	0,9	1,48	2,03	3	2,08	0,74
SIF24	54,00	0,9	1,35	1,96	3	2,01	0,68
SIF25	72,00	0,9	1,80	2,18	3	2,25	0,86
SIF26	76,00	0,9	1,90	2,23	3	2,30	0,90
SIF27	28,00	0,9	0,70	1,53	3	1,54	0,40
SIF28	29,00	0,9	0,73	1,55	3	1,57	0,42
SIF29	20,00	0,9	0,50	1,35	3	1,35	0,31
SIF30	21,00	0,9	0,53	1,38	3	1,38	0,32
SIF31	22,00	0,9	0,55	1,40	3	1,40	0,33
SIF32	17,00	0,9	0,43	1,27	3	1,27	0,27
REG1	72,75	0,3	0,61	1,45	3	1,46	0,36
REG2	72,75	0,3	0,61	1,45	3	1,46	0,36
REG3	72,75	0,3	0,61	1,45	3	1,46	0,36
REG4	72,75	0,3	0,61	1,45	3	1,46	0,36
REG5	68,50	0,3	0,57	1,42	3	1,42	0,34
REG6	68,50	0,3	0,57	1,42	3	1,42	0,34
REG7	68,50	0,3	0,57	1,42	3	1,42	0,34
REG8	68,50	0,3	0,57	1,42	3	1,42	0,34

BAJANTE	**ÁREA AFERENTE [m²]**	**Coeficiente C**	**CAUDAL L/seg.**	DIÁMETRO CALCULADO	DIÁMETRO SELECCIONADO	VELOCIDAD TERMINAL	LONGITUD TERMINAL
				Pulg.	Pulg.	m/seg.	m.
BAJANTES							
BALLR1-P1			0,50	1,35	3	1,35	0,31
BALLR2-P1			1,91	2,23	3	2,30	0,90
BALLR3-P1			5,13	3,23	4	3,05	1,58
BALLR4-P1			1,93	2,24	3	2,31	0,91
BALLR5-P1			1,85	2,20	3	2,27	0,88
BALLR6-P1			1,80	2,18	3	2,25	0,86
BALLR7-P1			2,81	2,58	4	2,40	0,98
BALLR8-P1			1,88	2,22	3	2,29	0,89
BALLR9-P1			1,88	2,22	3	2,29	0,89
BALLR10-P1			0,50	1,35	3	1,35	0,31
BALLR11-P1			0,75	1,57	3	1,59	0,43
BALLR12-P1			1,83	2,19	3	2,26	0,87
BALLR13-P1			2,80	2,57	4	2,39	0,97
BALLR14-P1			1,80	2,18	3	2,25	0,86
BALLR15-P1			2,83	2,58	4	2,40	0,98
BALLR16-P1			1,80	2,18	3	2,25	0,86
BALLR17-P1			1,90	2,23	3	2,30	0,90
BALLR18-P1			1,43	2,00	3	2,05	0,72

5.3 FLUJO A TRAVÉS DE TUBERÍAS AGUAS LLUVIAS

Para el cálculo de caudales a través de las tuberías de alcantarillado, se ha realizado mediante la ecuación de continuidad. Donde adicionalmente los caudales a tubo lleno y sus correspondientes velocidades se establecen mediante la ecuación de Manning así:

$$Q = V \times A / 1000$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

Q = caudal en litros por segundo
V = velocidad en metros por segundo
R = radio hidráulico en metros
S = pendiente en m/m

Con base en la distribución del sistema de tuberías de evacuación de aguas lluvias, se calcula inicialmente el caudal que fluye por cada uno de los tramos con base en las áreas aferentes, la bajante o sumidero que aporta caudal en cada punto o caja de intersección.

La siguiente tabla presenta las variables tenidas en cuenta para el cálculo de caudal respectivo.

Tabla 5-4 DESCRIPCIÓN DE TABLA DE CÁLCULO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

COLUMNAS			DESCRIPCIÓN
DATOS DE TERRENO	TUBERÍA	DE	Punto de inicio de tubería
		A	Punto final de tubería
	CAUDAL L.P.S.	Fijo	Caudal calculado en la tabla de sifones.
		Adicional	Valores de aportes adicionales
		Total	Sumatoria de los caudales anteriores
	LONGITUD	[m]	Distancia entre el punto inicio y final
	PENDIENTE %		Pendiente de la tubería proyectada para que cumpla con la velocidad y fuerza tractiva
	COTA DE TERRENO	DE	Altura de terreno punto inicial
		A	Altura de terreno punto final
	COTA DE TUBERIA	DE	Cota clave de la tubería punto inicial
		A	Cota clave de la tubería punto final
	PROFUNDIDAD A CLAVE	DE	Profundidad de la tubería en el punto inicial
		A	Profundidad de la tubería en el punto final
	TUBERÍA PROYECTADA	CALCULADO [pulg]	Con base en las condiciones existentes, cálculo del tubo necesario para satisfacer las condiciones de caudal $D = 1.548 \left(\frac{n\,Q}{S^{1/2}}\right)^{1/8}$
		SELECCIÓN [pulg]	Selección del diámetro de tubo comercial por encima de las necesidades calculadas
A TUBO LLENO	VELOCIDAD	M/S	Cálculo de la velocidad de flujo a tubo lleno

COLUMNAS			DESCRIPCIÓN
			$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$
	CAUDAL	L.P.S.	Valor calculado de caudal a tubo lleno Q = V A
PARÁMETROS HIDRÁULICOS	RELACIÓN DE CAUDAL q/Q		Valor de la relación de caudal de flujo con respecto al caudal a tubo lleno q / Q
	RELACIÓN DE Profundidad d/D		Valor de la relación de altura de la lámina de agua en la tubería

	velocidad v	m/seg.	Con base en la relación de q/Q se determina el valor # de v/V
			v = V v/V

	profundidad d	m.	Con base en la relación de q/Q se determina el valor # de d/D
			d = D d/D

	radio hidráulico r	m.	Con base en la relación de q/Q se determina el valor # de r/R
			r = R r/R

	$V^2/2g$		Cálculo de altura de energía de velocidad
	Energía Especifica	(m)	Cálculo de energía específica $E = d + v^2/2g$
	Profundidad Hidráulica	(m)	Valor obtenido de H =D x H/D
	NF		Número de Froude NF= $\frac{V}{\sqrt{g\,H}}$
	RÉGIMEN DE FLUJO		Conforme al valor obtenido se identifica si es subcrítico, estable o supercrítico

Los parámetros a cumplir corresponden a:

$q/Q < 0.9$

$d/D < 0.85$

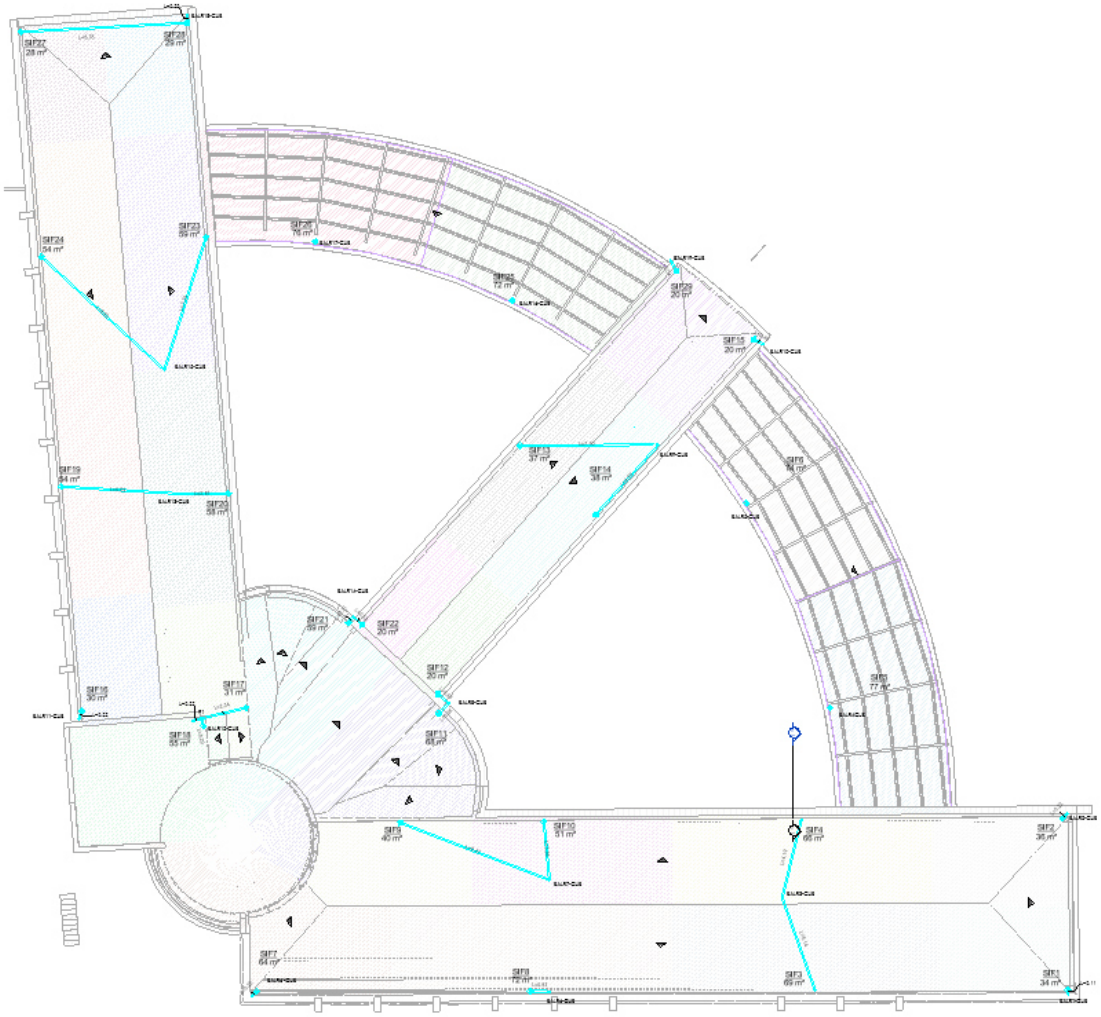
Fuerza tractiva > 0.30 Kg/m^2 o Velocidad > 0.6 m/seg.

En el anexo Nº 5 se presentan los cálculos hidráulicos de la tubería de aguas lluvias, cumpliendo con los parámetros de sección suficiente, velocidades y fuerza tractiva.

5.4 PROYECCION DE CANAL PARA ESCORRENTIA DE AGUA LLUVIA EN CUBIERTAS

La localización de los sifones para evacuar las canales se presenta a continuación.

FIGURA 5-2 Pendientado de pacas superiores



Canal de recolección de aguas sector central:

El área de aporte de escorrentía corresponde al sifón 5 el cual cuenta con un área aferente de 77 m^2.

El caudal probable corresponde a:

$$Q = 0.9 \times 0.0278 \times 77 = 1{,}93 \text{ lps}$$

La sección proyectada es de 0.15 x 0.15 cuyo comportamiento de flujo se expresa en la siguiente tabla de cálculo.

Teniendo en cuenta una pendiente del 0.5% con un coeficiente de Manning de 0.013, el comportamiento de velocidad y caudal para diferentes alturas.

$$Q = V \times A$$

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Tabla 5-5 CALCULO DE CAUDALES PARA CANAL DE CUBIERTA

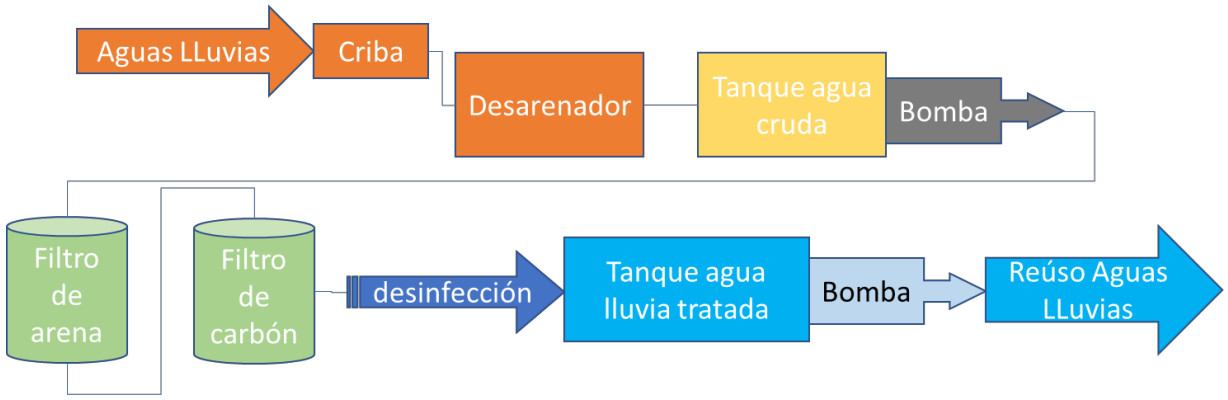
PROFUNDIDAD DEL AGUA	ANCHO SUPERIOR	AREA	PERIMETRO MOJADO	RADIO HIDRAULICO	VELOCIDAD	CAUDAL	PROF. HIDRAULICA	Número de Froude	
[m.]	T [m.]	A [m^2]	P [m.]	R [m.]	V [m./seg.]	Q [LPS.]	A/T [m.]		
0,02	0,15	0,00	0,19	0,02	0,34	1,03	0,02	0,77	subcritico
0,04	0,15	0,01	0,23	0,03	0,48	2,87	0,04	0,76	subcritico
0,06	0,15	0,01	0,27	0,03	0,56	5,07	0,06	0,73	subcritico
0,08	0,15	0,01	0,31	0,04	0,62	7,47	0,08	0,70	subcritico
0,10	0,15	0,01	0,35	0,04	0,67	9,99	0,10	0,67	subcritico
0,12	0,15	0,02	0,39	0,05	0,70	12,60	0,12	0,65	subcritico
0,14	0,15	0,02	0,43	0,05	0,73	15,26	0,14	0,62	subcritico

Por tanto, el canal es capaz de evacuar las aguas de escorrentía del sector.

5.5 TRATAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS

Para eliminar las partículas y elementos que pueda arrastrar el sistema de aguas lluvias captado en las cubiertas, se proyecta conformar un tratamiento a través de desbaste, decantación de arenas, filtración y desinfección, tal como se presenta en el siguiente esquema.

FIGURA 5-3 FLIJOGRAMA SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS



5.5.1 CRIBA Y DESAREANDOR

Con base en el área aferente de la cubierta se espera contar con un caudal instantáneo de 35.33 lps.

DATOS

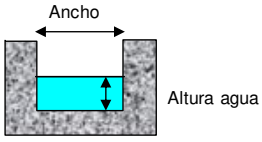
audal máximo con lluvias 35,33 L.P.S.

Sección de canal

Ancho 1 m.

espesor concreto 0,2 m.

borde libre 0,94 m.



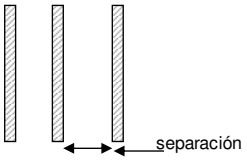
CRIBADO GRUESO

Barras

espesor de barra = 1,6 cm. = 5/8"

separación = 2 cm.

inclinación de barras = 90 º



$$H = \beta\left(\frac{w}{b}\right)^{4/3} hv.sen\theta$$

H = Pérdidas de energía (m.)

β = factor de forma

2,42 barra rectangular

1,67 barra semicircular

1,79 barra circular

w = ancho de barra (m.)

b = separación de barra (m.)

hv = altura de energía = $v^2/2g$

θ = Angulo de inclinacion de barras

número de barras = 28

largo de la lámina = 1,07 m.

CALCULOS

La sección de la barra es circular por tanto el B es igual a **1,79**

Altura de salida de la tubería	**0,160**	equivale a la altura de salida de la tubería
Ancho efectivo de las aperturas =	**0,560**	m.
Area de sección =Ancho efectivo x Altrua	0,090	m^2
Velocidad de flujo =Q/A =	0,39	m/seg.
hv = = $v^2/2g$ =	0,01	m.

Lás pérdidas de la rejilla limpia corresponde a:

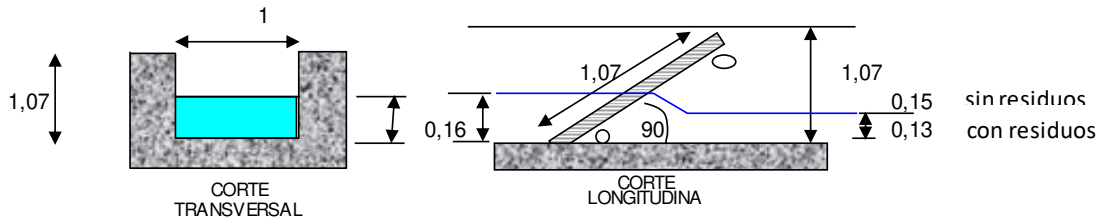
$$H = \beta\left(\frac{w}{b}\right)^{4/3} hv.sen\theta \qquad 0{,}01 \quad m.$$

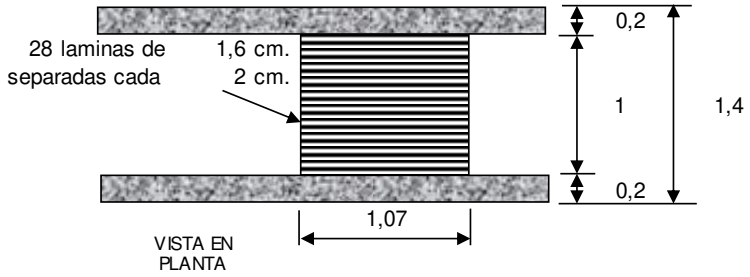
En la condición de saturación por residuos hace que las pérdidas se incrementen, debido a la reducción de la sección.
Se asume un 50% de llenado de residuos en las rendijas

Lás pérdidas de la rejilla sucia corresponde a:

$$H = \beta\left(\frac{w}{b}\right)^{4/3} hv.sen\theta \qquad \mathbf{0{,}03} \quad m.$$

CRIBADO GRUESO





DESARENADOR

CAUDAL DE DISEÑO 35,33 LPS

La velocidad de asentamiento de las partículas está dada por la ecuación de Hazen y Stokes

$$Vs = \frac{g}{18}\frac{(\rho_s - \rho)}{\mu} d^2$$

donde:

Vs = Velocidad de sedimentación de la partícula (cm./seg.)
g = Aceleración de gravedad (m/seg2).
ρs = peso específico de la partícula (arena = 2.65)
ρ = peso especifico del agua = 1.00
μ = Viscosidad cinemática del fluido (cm2 / seg.)
d = diámetro de la partícula.

g = 981 m/seg^2 ρ = 1
ρ_s = 2,65 μ = 0,01059 cm^2/seg. Para 15 ºC
d = 0,2 mm

Vs = 3,397 cm/seg.

Con base en el porcentaje de remoción esperada, la relación entre el tiempo de sedimentación efectiva y el tiempo de sedimentación teórica (θ / t) se determina por al siguiente tabla

REALCION DE (θ / t)

Condición	Remoción (%)							
	87.5	80	75	70	65	60	55	50
n = 1	7.00	4.00	3.00	2.30	1.80	1.50	1.30	1.00
n = 3	2.75		1.66					0.76
n = 4	2.37		1.52					0.73
n = ∞	0.88		0.75					0.50

Donde

n = 1 Deflectores deficientes o sin ellos
n = 2 deflectores regulares
n = 3 deflectores buenos
n > = ∞ caso teórico

Con 75% de remoción se tiene es: θ / t = 3,00
H = 1 metros

$t = \frac{H}{V_s}$ = 29 segundos θ = 88 segundos

el volumen corresponde a:

V = θ x Q = 3,12 m^3

El área superficial es:

$A = \frac{V}{H}$ = 3,12 m^2

Relación Largo Ancho = 2,5 :1 $B = \sqrt{\frac{A}{R}}$ = 1,12 metros

valor ajustado ≈ 1,00 metros
Longitd = L = 2,5 metros

Velocidad horizontal 0,035 m/seg. debe ser menor de 0,17 m/seg.

Volumen de espacio de arenas

Caudal	35,33	lps
%Arena / Vol	20%	
Nº dias de lluvia al mes	30	dias
meses para limpieza	6	meses
Caudal de arena	7,066	lps
Vol total	1271,88	litros
	1,272	m3
Ancho de desarnador	1,00	m.
Largo desarenador	2,50	m.
Profundidad	0,51	m.

5.5.2 FILTRACION DE AGUAS LLUVIAS A RECIRCULAR

Se proyecta un sistema de tratamiento pasando por dos medios granulares de arena y otro de carbón activado.

La tasa de filtración está entre 60 – 160 L/min-m^2.

Teniendo en cuenta que se cuenta con un tanque de recibo de aguas lluvias, funciona como un sistema de amortiguación de tal manera que propicia una reducción del caudal considerablemente.

El volumen de agua a tratar corresponde a 14,32 m^3, que al tratarlo en 2 horas corresponde a un caudal de

$$Q = 14{,}32\ m^3/2\ horas = 1{,}98\ lps = 119\ L / min$$

Por tanto, el área necesaria de filtración corresponde a:

$$A = Q / q = 119 / 120 = 1\ m^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4\,A}{\pi}} = 1{,}13\ m.$$

Se recomienda contar con dos frentes de flujo cada uno con un filtro de arena seguido por un filtro de carbón.

5.5.3 BOMBA DE IMPULSION A FILTROS

Para impulsar el agua a tratar del tanque a los filtros, se requiere de una bomba que pueda vencer las pérdidas de las tuberías, más las pérdidas por fricción hasta el punto de conexión del tanque de agua lluvia a recircular.

Detalles hidráulicos

Caudal	2	lps
	32	gpm
Longitud de tubería	8,91	m.
Diferencia de Nivel	2,0	m.

CANTIDAD DE ACCESORIOS

codo	9
válvula de pie	1
Válvula	6

DIÁMETRO	2”	pulg.

longitud equivalente	132,87	m.
Longitud total	141,71	m.

Velocidad =	0,99	m/seg.

Tipo de tubería PVC 140 Hazen Williams

presión necesaria adicional	10	m.c.a.

Pérdidas por fricción =	3,24	m.
Presión acumulada =	15,24	m.
	21,64	psi

eficiencia sistema de bombeo	0,7	

Potencia Aprox.	0,6	HP
	0,43	k-wattios
	0,58	CV
	10,26	k-wattios - día

La bomba de agua para filtración se activa con ausencia de agua dentro del tanque de agua tratada y con presencia de agua dentro del tanque de agua cruda

Potencias de las bombas Agua Lluvia a tratar

Por tanto, las potencias de las 2 bombas en paralelo (1 de emergencia) corresponden a:

Q= 2 lps (32 gpm) H = 15,24 m.c.a (22 psi) $P = \frac{Q\gamma H}{76\eta} =$ 1 HP

5.5.4 DESINFECCION DE AGUAS LLUVIAS A RECIRCULAR

Se recomienda adicionar cloro en una proporción de 1,5 mg/L al agua efluente del sistema de filtración de tal manera que tenga un tiempo de contacto en el tanque de agua a recircular.

Al contar con un tanque de 100 litros con una carga de cloro de 10 Kg, la concentración de cloro corresponde a:

Ct = 10 Kg / 100 L = 0,1 Kg / L = 1x105 mg/L

El caudal de dosificación corresponde al balance de concentraciones:

q= (Q_tubo C_f)/C_t =3 x 10-5 L/seg = 1,8 ml / min.

Con este caudal, el tiempo de vaciado del tanque de cloro, corresponde a:

T = V / q = 55.556 min = 926 horas

Al contar con un uso diario de 2 horas, el tiempo de duración o de reposición de cloro del tanque es de

T disponible = T / 2 = 463 días

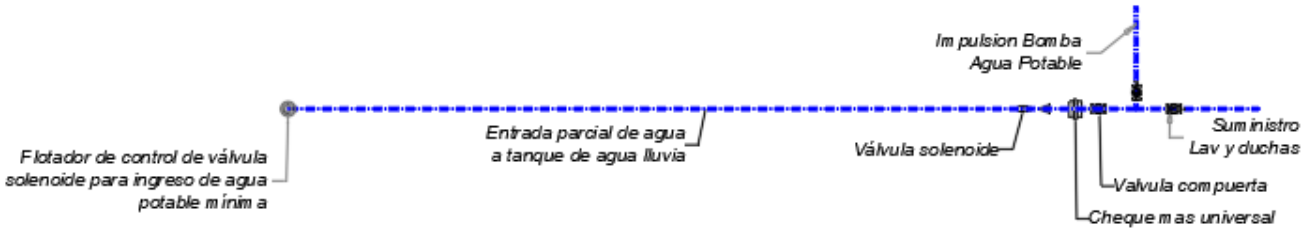
Este volumen y disponibilidad puede ajustarse con el sistema comercial de equipos de dosificación y concentración de cloro.

5.6 SUMINISTRO DE AGUA EN AUSENCIA DE AGUA LLUVIA

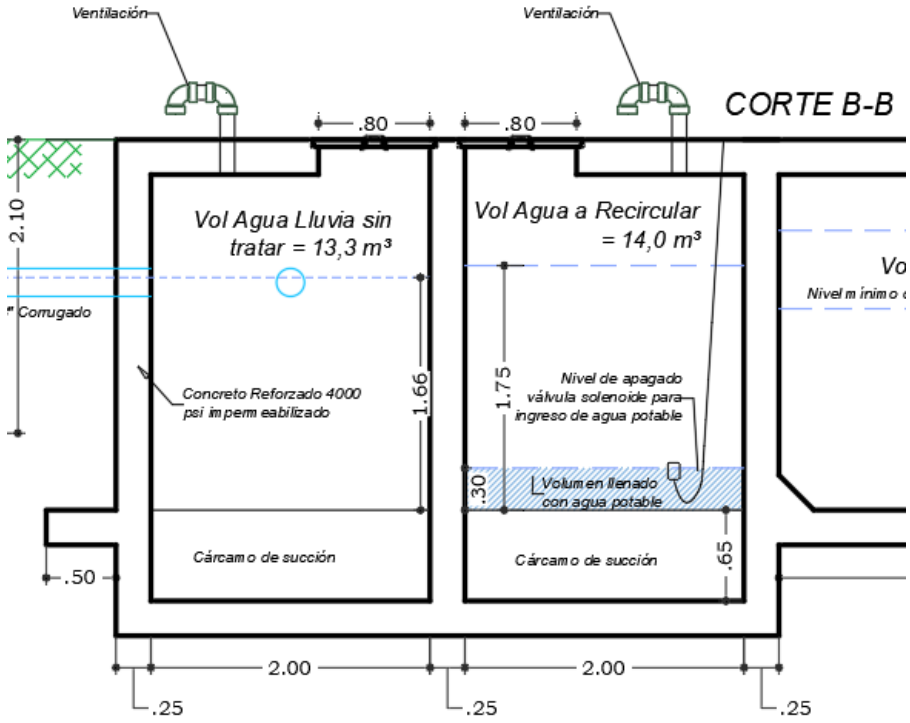
Durante épocas de verano, el agua almacenada de agua lluvia a reutilizar disminuirá hasta acabarse totalmente.

Para suplir esta necesidad, se proyecta una tubería proveniente de las bombas que suministran agua potable a los lavamanos y duchas, controlada por una válvula solenoide que acciona su apertura a través de la señal que envía el sensor de nivel dentro del tanque de agua tratada.

El llenado de la tubería solo será hasta un nivel mínimo, de tal manera que permite contar siempre con la disposición de espacio en caso de que llueva.



La altura mínima de agua dentro del tanque de agua tratada, corresponde a 30 cm., teniendo en cuenta que el volumen de reserva de consumo total está calculado dentro del tanque de agua potable.



6 SISTEMA DE CONTRAINCENDIOS

6.1 CLASIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

Conforme a la Tabla 2-8 CLASIFICACIÓN DE LAS EDIFICACIONES SEGÚN EL TÍTULO J DE LA NSR-10, la edificación se puede clasificar como I2

Conforme a la anterior clasificación y con base en la TABLA 2-11 REQUERIMIENTO DE ROCIADORES Y/O GABINETES, se requiere sistema de extinción a través de rociadores y mangueras

Se aclara igualmente tal como se describe en el capítulo 2,

COMBINACION DE AGUA POTABLE CON AGUA INCENDIOS

Según el capítulo 14 de la NFPA 22 "Accesorios y Conexiones de tuberías" Numeral 14.8.1 *Tanques para servicio Dual: Donde sea necesario un servicio dual, debe reservarse de manera constante y automática un suministro adecuado de agua en el tanque para fines de protección contra incendios*"

UBICACIÓN DE EQUIPOS DE BOMBEO

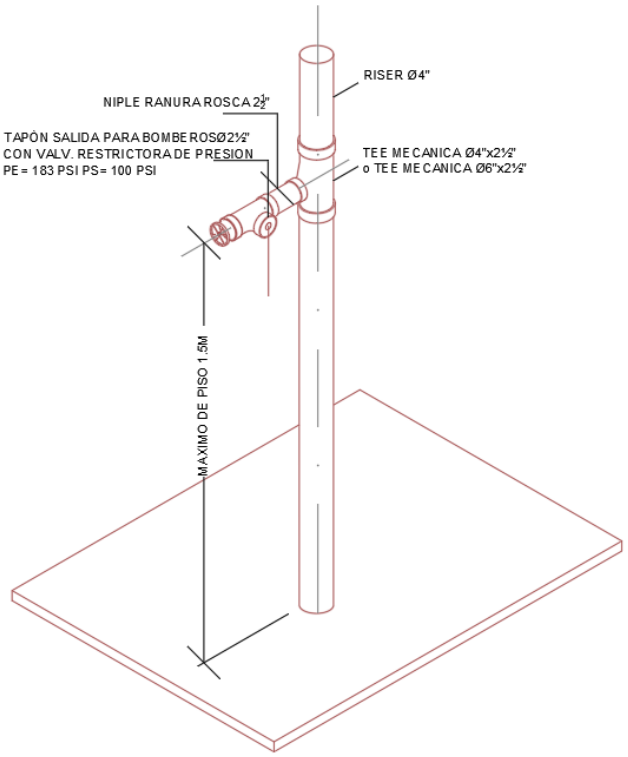
Según NFPA 20 en donde se especifica en el numeral 4.13 en donde se aclara que el propósito es que se localice las bombas contra incendios en un cuarto dedicado, que provea protección tanto para el operador como para los equipos de bombeo. Las bombas contra incendio no deben ubicarse en espacios de otros equipos mecánicos, ya que puede exponer a la bomba a sufrir daños y al operador a posibles lesiones. Aunque, se permite que los equipos relacionador con el suministro de agua doméstica estén ubicados en el mismo alojamiento.

Según el numeral 4.14 de la NFPA 20 (4.14.1.1.6) Debe permitirse que los equipos relacionados con la distribución del agua de consumo estén ubicados dentro del mismo cuarto en el que se encuentren los equipos de bombas contra incendio.

6.2 SISTEMAS DE TOMAS FIJAS

Se proyectan Tomas fijas en las escaleras, correspondiente a las siguientes características:

- ✓ Manguera
- ✓ Válvula 1½"
- ✓ Boquilla combinable



DETALLE COLUMNA ESCALERA PARA
CONEXIÓN A BOMBEROS
SIN ESCALA

El diseño se proyecta para suplir caudales de 250 lps, conforme a requerimientos de la NFPA

Para el cálculo del flujo de las tuberías que distribuyen a los gabinetes, se realiza mediante la tabla de cálculos cuya descripción corresponde a:

- TRAMO: Corresponde al punto de inicio y terminación del tubo en análisis
- COTA DE PISO: Corresponde a la altura general que cuenta el nivel de piso con respecto al nivel de referencia. Para el caso se tomó como referencia los planos arquitectónicos
- COTA DE TUBO: Corresponde al nivel donde quedará el tubo, ya que en algunos casos la tubería se encuentra elevada o contra el techo.
- LONGITUD: distancia entre los puntos del tramo de análisis.
- CAUDAL: Con base en la simultaneidad de los gabinetes, se ha determinado las necesidades correspondientes, para cada gabinete.
- ACCESORIOS: Cantidad de accesorios existentes en cada tramo de tubería

El flujo hidráulico se ha realizado a través de una tabla de cálculos cuya descripción corresponde a:

Tabla 6-1 DESCRIPCIÓN DE TABLA DE CÁLCULO PARA TUBERIAS DEL SISTEMA DE GABINETES

COLUMNA			DESCRIPCIÓN
TRAMO		DE	Punto de inicio de tubería
		A	Punto final de la tubería
	Diámetro	pulg	Diámetro de la tubería del tramo
LONGITUD	Tubo	m.	Longitud del tramo de tubería
	Accesorios	m.	Longitud equivalente con base en el accesorio y diámetro de la tubería
	TOTAL	m.	Suma de la longitud y la longitud equivalente
	presión inicial	m.s.n.m.	Corresponde a la presión mayor del tubo anterior en análisis
presión necesaria adicional		m.c.a.	Corresponde a la presión necesaria para el funcionamiento del aparato.
	Diferencia de Nivel	m.	Altura entre los puntos de inicio y final
CALCULO DE CAUDAL		parcial	Caudal del sistema a suministrar dependiendo si está o no funcionando
		Acum.	Valor acumulado a lo largo del trayecto
VELOCIDAD		M/S	Valor de velocidad con base en la expresión V = Q/A, donde A es el área de la sección transversal del tubo
PERDIDAS		m.	Pérdidas de presión con base en la expresión de Hazen Williams $hf = \frac{1734,6LQ^{1.85}}{D^{4.866}C^{1.85}}$ Con C= 120 correspondiente a tubería HG
PRESIÓN ACUMULADA		m.	Valor total de la presión acumulada, presión inicial + presión necesaria adicional, diferencia de nivel + pérdidas
POTENCIA		HP	Cálculo de la potencia en HP
		k-wattios	Cálculo de la potencia en kwatt
		CV	Cálculo de la potencia en CV

En el anexo Nº6 se presentan la tabla de valores donde se determina las longitudes, accesorios de cada uno de los tramos a calcular

En el anexo Nº7 se presentan los cálculos hidráulicos, de tal forma que se dé cumplimiento a las velocidades de flujo y menores pérdidas posibles, para encontrar finalmente las necesidades de equipo de bombeo.

Conforme a las tablas de cálculo los resultados de las diferentes alternativas de funcionamiento de gabinetes, se resume a continuación:

Tabla 6-2 RESUMEN DE CALCULO DE ALTERNATIVAS DE PUNTOS DE TOMAS MANGUERAS

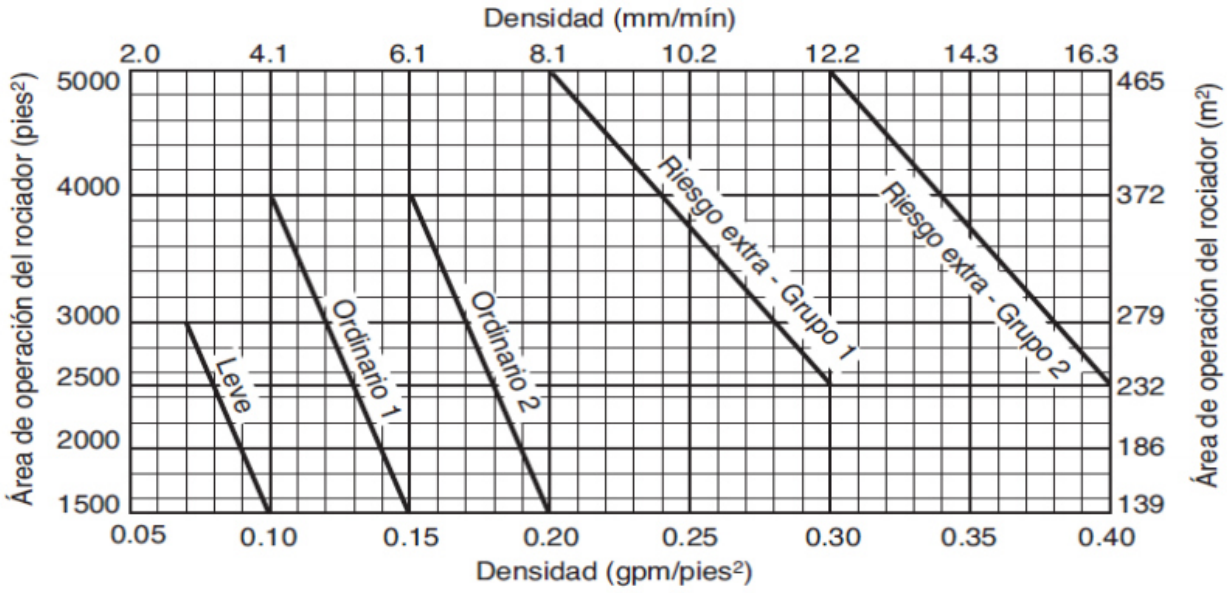
ENCENDIOD DE TOMAS FIJAS	CAUDAL		PRESIÓN	
	lps	gpm	m.c.a	psi
1 y 2	32,00	507,27	85,61	122,30
3 y 4	32,00	507,27	84,24	120,34

6.3 SISTEMA DE ROCIADORES

Se han distribuido las regaderas en todas las áreas de La edificación, con una separación entre ellas de 3.50 metros, teniendo en cuenta el radio de cobertura correspondiente. (ver planos de incendios). Con base en la distribución arquitectónica, se han tomado los valores correspondientes de cada punto y se han determinado los accesorios que se encuentran en cada tramo para calcular las respectivas pérdidas una vez definidos los diámetros de cada sector. Para ello se ha tenido en cuenta las longitudes equivalentes de cada accesorio.

Con base en la clasificación de la edificación (Leve), y con base en la siguiente figura, se tiene los parámetros de densidad de cálculo.

FIGURA 6-1 CURVA DE DETERMINACIÓN DE DENSIDAD PARA ROCIADORES



Con una densidad de 0.15 GPM / pie^2 (0.102 LPS / m^2), se tiene un área de operación de 1500 pie^2 (140 m^2).

Para las regaderas de ½" (K=5.6) se tiene un área de cobertura de 140 pie^2 (13 m^2), el número de regaderas para el área crítica es de:

$$Nº\ de\ regaderas = \frac{1500}{140} = 11\ regaderas$$

La longitud del área crítica se calcula mediante la expresión:

$$L = 1.2\sqrt{A} = 1.2\sqrt{1500} = 46.48\ pie = 14\ m.$$

Por tanto, el área crítica para un eventual cubrimiento de incendio es de

$$14 \text{ x } 14 = 196 \text{ m}^2$$

El número de regaderas para tener en cuenta en el cálculo es de:

$$196 / 13 = 15 \text{ regaderas}$$

El caudal de consumo con base en el área crítica corresponde a:

$$Q = 0.15 \text{ x } 1500 = 225 \text{ GPM} = 14.2 \text{ LPS}$$

Para efectos prácticos, para la edificación de diseño, se tendrá en cuenta varias alternativas con base en la distribución del edificio.

Para determinar las dimensiones de las tuberías, se ha dispuesto en la tabla de cálculos una variable que indica si la regadera se encuentra prendida o no, con la colocación del número 1 o 0.

Para determinar la condición más crítica en cuanto a caudal y presión necesaria se han establecido varias alternativas de áreas.

- *Cálculos de tuberías para regaderas*

Se ha establecido un rociador cuya presión mínima corresponde a 7 psi (0.5 bares)

La expresión de la equivalencia entre el caudal y la presión está dada por la expresión

$$Q = K\sqrt{P}$$

Donde

Q = caudal en gpm
P = presión en psi
K es una constante que depende del diámetro de salida
K = 5.6 para Φ = ½"
K = 8.10 para Φ = 1 - 7/32"

Las pérdidas por fricción en la tubería y accesorios al igual que la anterior expresión, pero en otras unidades se calculan por la expresión de Hazen Williams

$$hf = 1734.6\ x\ \frac{L\ Q^{1.85}}{D^{4.866}\ C^{1.85}}$$

donde:

hf = pérdidas en metros
L = longitud total en metros
Q = caudal en lps
D = diámetro de la tubería en pulg.
C = coeficiente dependiendo del material de la tubería

La presión de velocidad está dada por la expresión

$$Pv = 0.001123\ Q^2 / D^4$$

Donde:

Q = caudal en gpm
D = diámetro en pulg.

La demanda de agua se realiza con base en la densidad de descarga y el número probable de regaderas en funcionamiento.

para los cálculos se han hecho varios tanteos para determinar la condición crítica de funcionamiento probable, dado por áreas de funcionamiento.

DATOS PARA DISEÑO:

Las regaderas seleccionadas corresponden a un diámetro de ½" por tanto el valor del K es de 5.6. según la Tabla 2-18 Requisitos de abastecimiento de agua para sistemas de rociadores, para riesgo Leve la presión mínima de trabajo del rociador es de 15 psi o 1 Bar

La distribución de las regaderas corresponde a una separación en promedio entre ellas de 3.50 metros con base en el radio de cubrimiento de agua en aspersión.

La densidad de la regadera es de 0.15 gal /min/pie^2 equivalente a 0.102 L/seg. – m^2

Si el área promedio de cubrimiento corresponde a 9.62 m^2 = 104 pie^2 (para un radio de 1.75 m. de cobertura de rociador)

El caudal corresponde a: Q = 0.15 x 104 = 15.53 gpm = 0.98 lps

Por tanto, la presión del rociador es de:

$$P = (Q/K)^2 = \left(\frac{15.53}{5.6}\right)^2 = 7.69\ psi$$

Los cálculos de las tuberías están dados con base en la distribución de los rociadores en la siguiente tabla

Tabla 6-3 DESCRIPCIÓN DE TABLA DE CÁLCULO PARA TUBERIAS DEL SISTEMA DE ROCIADORES

COLUMNA			DESCRIPCIÓN
CONDICIÓN DE APERTURA			Determina si la regadera está abierta o cerrada 1 = abierta 0 = cerrada o no aplica
TRAMO		DE	Punto de inicio de la tubería
		A	Punto final de la tubería
	Diámetro	pulg	Diámetro de la tubería en pulgadas
LONGITUD	Tubo	m.	Longitud de la tubería entre inicio y final
	Accesorios	m.	Longitud equivalente de los accesorios con base en el diámetro y el tipo y cantidad de accesorios calculado en tabla de entrada
	Total	m.	Suma de longitud de tubo más longitud de accesorios
CAUDAL	anterior	gpm	Caudal previo por la tubería anterior que la precede
	regadera	gpm	Caudal propio de la regadera con base en el diámetro y densidad correspondiente
	acumulado	gpm	Suma de caudales anterior y de la regadera
		lps	Suma de caudales en lps
	presión inicial	m.c.a.	Presión del punto inicial o precedente de tuberías anteriores
presión necesaria adicional		psi	Con base en el diámetro y constante K, presión de trabajo necesaria en psi
		m.c.a.	Con base en el diámetro y constante K, presión de trabajo necesaria en m.c.a
	Diferencia de Nivel	m.	Con base en la distribución de los pisos, diferencia de nivel entre punto de inicio y final.
VELOCIDAD		M/S	V = Q/A
PERDIDAS fricción		m.c.a.	Pérdidas de presión con base en la expresión de Hazen Williams $hf = \frac{1734,6LQ^{1.85}}{D^{4.866}C^{1.85}}$ Con C= 120 correspondiente a tubería HG en metros
		psi	Pérdida en psi
presión de velocidad		m.c.a.	Pérdida de velocidad en m.c.a con base en la columna siguiente
		psi	Con base en la velocidad, $P_v = \frac{0.001123\ x\ Q^2}{D^4}$ Pv en psi Q en gpm D en pulg
PRESIÓN ACUMULADA		m.c.a.	Sumatoria de la presión inicial, más pérdida por fricción, velocidad en m.c.a.
		psi	Sumatoria de la presión inicial, más pérdida por fricción, velocidad en psi

En el anexo Nº 8 Se presenta la tabla de valores de los tramos que alimentan a los diferentes rociadores con los puntos de intersección, donde se indica los accesorios y elementos que conforman las tuberías.

En el anexo Nº 9 corresponde a los cálculos hidráulicos para la alternativa crítica, determinando los diámetros óptimos que garanticen la presión y velocidades permisibles. Finalmente se encuentra la potencia de las bombas requeridas para el suministro correspondiente.

Algunas tuberías se combinan con las tuberías de gabinetes, por tal razón se han contemplado VRP (Estaciones de control) para los sectores de los splinkers.

Con base en la distribución arquitectónica se cuentas con las siguientes alternativas probables de funcionamiento.

Tabla 6-4 RESUMEN DE CALCULO DE ALTERNATIVAS DE AREAS DE ROCIADORES

ENCENDIOD DE AREA CRITICA	CAUDAL		PRESIÓN	
	lps	gpm	m.c.a	psi
1	25,81	409,18	46,37	65,93

6.4 CALCULO DE BOMBEO SISTEMA DE INCENDIOS

Para el cálculo de la bomba se establece los consumos para para los gabinetes seleccionados y el área crítica de rociadores establecidos en la curva de funcionamiento.

Conforme al numeral 7.10.1.3.1.1 de la NFPA 14, referente a sistemas combinados, expresa lo siguiente: “Cuando el requisito de suministro de agua del sistema de rociadores, incluyendo el chorro de manguera autorizado determinado conforme a la norma NFPA 13, Standard for the Installation of Sprinkler Systems, excede la demanda del sistema establecida en los numerales 7.7 y 7.10.1, se debe proveer el mayor de los dos valores”

Consumo rociadores Incendio = 11,34 lps

Consumo tomas mangueras Incendio = 57 lps

Conforma a los cálculos para gabinetes como para rociadores, se tienen las siguientes presiones de funcionamiento

Presión para tomas mangueras = 85,6 m.c.a = 122 psi

Presión para Rociadores = 46,4 m.c.a = 66 psi

La altura de suministro corresponde a 85,6 m.c.a. o 122 psi

La Bomba Jockey se ha establecido con un caudal de 5% de la Bomba Principal

Q = 0.05 x 500 = 25 gpm = 1,6 lps

Cálculo de pérdidas adicionales por succión

La longitud de succión es de 1.50 metros contando con un codo, una válvula de pie y una válvula.

Las pérdidas adicionales por la succión corresponden a:

Detalles hidráulicos

Caudal	32	lps
	507	gpm
Longitud de tubería	2	m.
Diferencia de Nivel	0,0	m.

CANTIDAD DE ACCESORIOS

codo	1
Válvula	1
válvula de pie	1

DIÁMETRO	6	pulg

longitud equivalente	95	m.
Longitud total	97	m.

Velocidad =	1,75	m/seg.

Tipo de tubería PVC 120 Hazen Williams

presión necesaria adicional 86 m.c.a.

Pérdidas por fricción =	2,37	m.
Presión acumulada =	88,4	m.
	125,5	psi

eficiencia sistema de bombeo	0,7	
Potencia Aprox.	53,2	HP
	40	k-wattios
	54	CV
	952	k-wattios - día

CALCULO NPSH BOMBAS AGUA POTABLE

Se calcula la NPSH para condición crítica, es decir cuando el nivel de agua está al mínimo.

NPSH = PB - TVATA – ADS

NPSH = Nel positive suction Head
PB = presión de vapor = 10,33 – Ja (TABLAS 4.2 Libro Carmona)
TVATA = Tensión de vapor de agua a temperatura ambiente
ADS = Altura dinámica de succión = DH + hf + hv
DH = Diferencia de altura eje bomba, nivel mínimo de agua
Hf = pérdidas por fricción
Hv = altura de velocidad

PB = 10,33 – 2,854 (para 2600 msnm) = xxxx m.
TVATA = 0,17 para 15 ^{O}C
DH = 0,0 entre eje de bomba y nivel mínimo de agua
Hf = pérdidas para 6” = 2,37 m.
Hv = 0,16 m. para una velocidad de 1,75 m/seg.
ADS = 2,53
NPSH = 4,78 m.

La longitud equivalente corresponde a la sumatoria de los valores de los accesorios tal como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 6-5 LONGITUDES EQUIVALENTES PARA ACCESORIOS EN LA SUCCIÓN

LONGITUDES EQUIVALENTES EN TUBERIA RECTILINEA															
DIAMETRO		CONTRACCION BRUSCA			TEE ESTANDAR		AMPLIACION BRUSCA			valvula de globo abierto	valvula de angulo abierta	valvula de pie con coLadera	valvula cheque pivote	entrada tipo borda	entrada normal
NOMINAL PULGADAS	INTERNO MILIMETRICO	CODO 45°	d/D=1/2	d/D=3/4A	PASO DIRECTO O	ENTRADA O SALIDA	d/D=1/4 o codo	d/D=12	d/D=3/4 ovalvula de						
1/2	15,80	0,20	0,14	0,08	0,27	0,83	0,48	0,28	0,08	4,90	2,60	3,60	1,10	0,45	0,28
3/4	20,93	0,28	0,22	0,09	0,40	1,25	0,70	0,40	0,09	6,70	3,60	5,60	1,60	0,60	0,36
1	26,64	0,39	0,29	0,18	0,53	1,80	0,80	0,50	0,18	8,20	4,60	7,30	2,10	0,75	0,45
1 1/4	35,05	0,49	0,37	0,23	0,65	2,30	1,10	0,70	0,23	11,30	5,60	10,00	2,70	1,00	0,60
1 1/2	40,89	0,55	0,43	0,26	0,75	2,70	1,30	0,80	0,26	13,40	6,70	11,60	3,20	1,20	0,70
2	52,50	0,75	0,56	0,35	1,00	3,80	1,60	1,00	0,35	17,40	8,50	14,00	4,20	1,50	0,90
2 1/2	64,00	0,90	0,70	0,45	1,30	4,60	2,00	1,20	0,45	21,00	10,00	17,00	5,20	1,80	1,10
3	77,93	1,10	0,85	0,53	1,60	5,40	2,50	1,40	0,53	26,00	13,00	20,00	6,30	2,20	1,30
4	102,26	1,50	1,15	0,68	2,25	7,00	3,30	1,90	0,68	34,00	17,00	23,00	8,40	3,20	1,80
5	128,19	2,00	1,40	0,85	2,80	8,90	4,00	2,40	0,85	43,00	21,00	30,00	10,40	4,00	2,30
6	154,10	2,40	1,75	1,00	3,30	10,50	5,00	2,90	1,00	51,00	26,00	39,00	12,50	5,00	2,70
8	202,70	3,10	2,40	1,40	4,50	14,00	6,00	3,50	1,40	67,00	34,00	52,00	16,00	6,00	3,60
10	254,50	3,00	3,00	1,80	5,40	17,50	8,00	5,00	1,80	85,00	43,00	65,00	20,00	7,50	4,80
12	303,30	3,50	3,50	2,20	6,00	22,00	9,50	5,60	2,20	102,00	51,00	78,00	24,00	9,00	5,20

Potencias de las bombas

Potencia Bomba principal.

Q= 32 lps (507 g.p.m) H = 88,4 m.c.a (125,5 psi) $P = \frac{Q\gamma H}{76\eta} =$ 53 HP

(comercialmente es de 50 hp)

la potencia de la bomba Jockey corresponde a:

La presión de trabajo de la Bomba Jockey debe ser de 10 psi más alta que la bomba principal. (NFPA 20)

Por tanto, la presión de trabajo de la bomba Jockey es de

P = 10 + 125,5 = 135,5 psi = 95 m.c.a.

Q= 1,6 lps (25 gpm) H = 95 m.c.a (135,5 psi) $P = \frac{Q\gamma H}{76\eta} =$ 3 HP

La Curva característica de las bombas contra incendio debe cumplir con el siguiente criterio: a caudal cero la presión no debe ser mayor al 140% de la presión nominal; al 150% del caudal nominal, la presión no debe ser menor al 65% de la presión nominal. Esto permite que la presión en la descarga varíe "suavemente" con las variaciones de caudal.

6.5 TANQUE DE ALMACENAMIENTO TENIENDO EN CUENTA VOLUMEN PARA CONTRA INCENDIOS

Conforme a la NFPA 14 NTC 1669 y NFPA 13, se requiere el siguiente volumen de agua para atender cualquier emergencia.

- ✓ Según el numeral 7.10.1.1.1 de la NTC 1669 El caudal mínimo de descarga de las bombas es de 500 gpm,
- ✓ Según el numeral 7.10.1.1.2 de la NTC 1669 El caudal mínimo de descarga de las bombas cuando se abastece tres o más conexiones de manguera en cualquier piso debe ser de 750 gpm.
- ✓ Según el numeral 7.10.1.1.3 de la NTC 1669 El caudal mínimo de descarga de las bombas para redes adicionales debe ser de 250 gpm de tal manera que no exceda de 1250 gpm o 1000 gpm para edificios protegidos con rociadores.
- ✓ Según el numeral 7.10.2.1.1 de la NTC 1669 El caudal mínimo de cuando se abastece gabinetes clase II debe ser de 100 gpm.

Teniendo en cuenta que son varios edificios los que serán protegidos por el sistema contra incendios, se requiere un caudal mínimo de 500 gpm teniendo en cuenta que existe protección con

rociadores y de igual manera como el riesgo es leve, se tendrá un volumen mínimo de atención de 30 minutos, por tal razón el volumen mínimo de contingencia corresponde a:

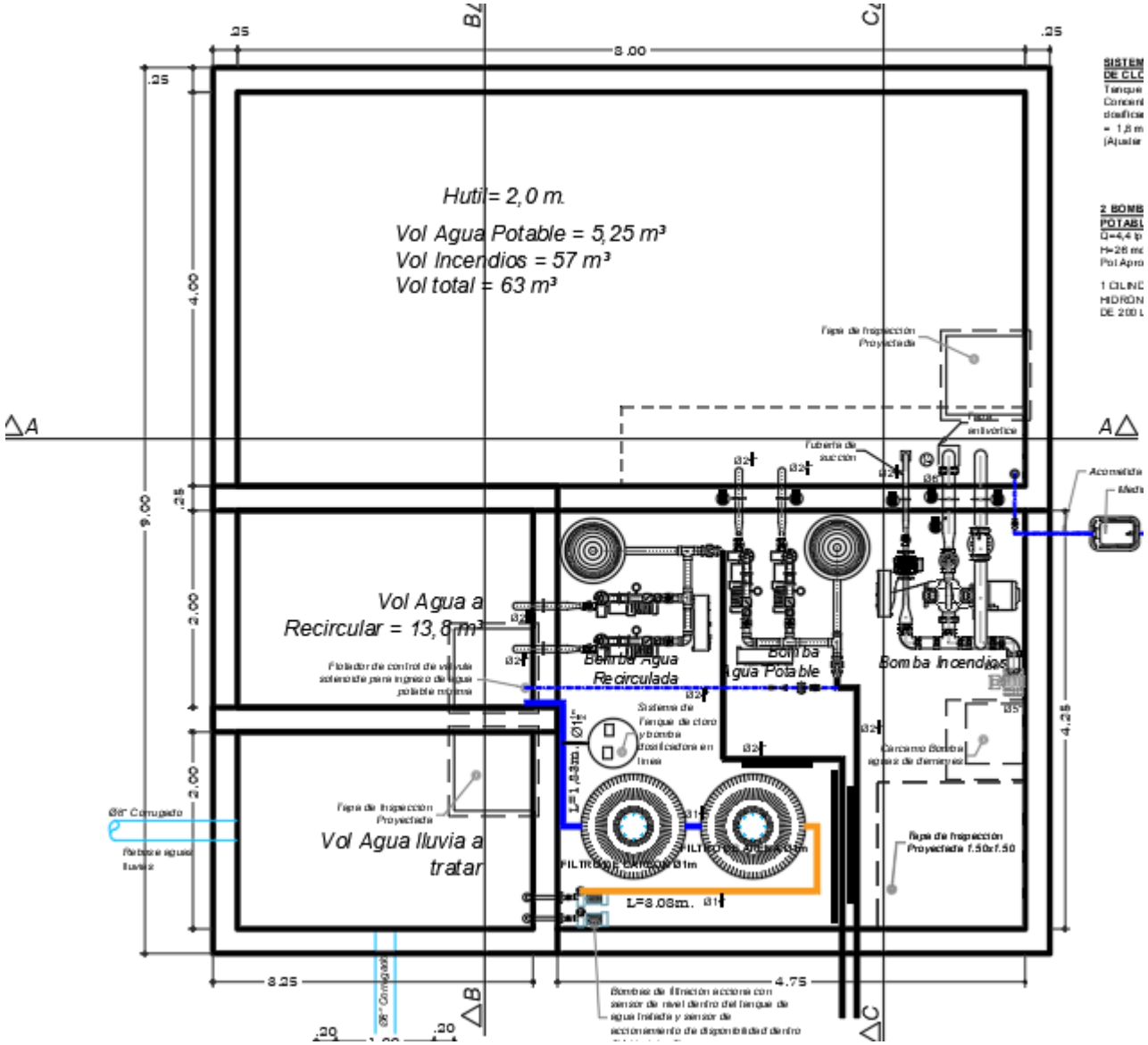
$$V = Q \times T = 500 \text{ gpm} \times 30 \text{ min} = 15.000 \text{ galones} = 57 \text{ m}^3$$

El volumen total del tanque es de:

Consumo sistema Incendio	=	57 m^3
Consumo Agua Potable	=	20,5 m^3
Volumen **total**	=	77,5 m^3

Al contar con un tanque de 2.0 metros de profundidad útil se tienen la siguiente configuración

FIGURA 6-2 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA



6.6 CALCULO BOMBA EYECTORA

Las aguas de derrames y pruebas de bombeo en el tanque de bombas, es necesario evacuarlas a través de una bomba eyectora, la cual estaría localizada en la cota -3.30 con respecto a la tapa del tanque de almacenamiento.

El caudal a evacuar corresponde a 8 litros por segundo, cuyas pérdidas por accesorios y tubería se describen a continuación:

Detalles hidráulicos

Caudal	8	lps
	127	gpm
Longitud de tubería	6	m.
Diferencia de Nivel	3.50	m.

CANTIDAD DE ACCESORIOS

codo	3
válvula de pie	1

longitud equivalente	27,5	m.
Longitud total	33,5	m.
DIÁMETRO	3	pulg

Velocidad = 1,75 m/seg.

Tipo de tubería PVC 140 Hazen Williams

presión necesaria adicional 2 m.c.a.

Pérdidas por fricción =	1,38	m.
Presión acumulada =	6,68	m.
	9,5	psi

eficiencia sistema de bombeo 0,7

Potencia Aprox.	1,01	HP
	0,75	k-wattios
	1,02	CV
	18	k-wattios - día

Se recomienda disponer de dos bombas sumergibles con funcionamiento alternado cuyas características son H = 7 m.c.a = 10 psi y Q = 8 lps = 127 g.p.m.

6.7 PRUEBAS GENERALES Y RECOMENDACIONES

Para un buen funcionamiento el sistema contra incendios se deberá someter a una prueba hidrostática a una presión sostenida no inferior a 1.4 Mpa (aprox. 200 psi) o 0.35 Mpa (aprox. 50 psi), por encima de la normal de funcionamiento durante 2 horas. Este ensayo se debe repetir periódicamente.

Realizar pruebas periódicas para verificar el funcionamiento.

Colocar válvulas reguladoras de presión para controlar las presiones de los sectores sin que afecte los equipos de suministro.

Colocar un volumen adicional de los tanques existentes aumentando 2 metros la lámina de agua o sobre los tanques existentes disponer de dos tanques equivalentes en área con 2 metros de altura adicional.

El equipo de bombeo recomendado en los presentes cálculos debe ser ajustado conforme a los equipos del mercado que igualmente deben satisfacer los caudales y presiones presentadas en las especificaciones y planos de diseño.

7 ANEXOS

ANEXO 1 CHSJD-CDF-E4-HYS-MEM-C01-VA.0

ANEXO 2 CHSJD-CDF-E4-HYS-MEM-C02-VA.0

ANEXO 3 CHSJD-CDF-E4-HYS-MEM-C03-VA.0

ANEXO 4 CHSJD-CDF-E4-HYS-MEM-C04-VA.0

ANEXO 5 CHSJD-CDF-E4-HYS-MEM-C05-VA.0

ANEXO 6 CHSJD-CDF-E4-HYS-MEM-C06-VA.0

ANEXO 7 CHSJD-CDF-E4-HYS-MEM-C07-VA.0

ANEXO 8 CHSJD-CDF-E4-HYS-MEM-C08-VA.0

ANEXO 9 CHSJD-CDF-E4-HYS-MEM-C09-VA.0