



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Tecnología de la Construcción**

**Monografía**

**“DISEÑO DE LOS SISTEMAS HIDROSANITARIO, PLUVIALES Y CONTRA  
INCENDIO, HOSPITAL DR. HUMBERTO ALVARADO VASQUEZ, MASAYA”**

Para optar al título de Ingeniero Civil

**Elaborado por**

Br. José Dolores Arias Reyes

Br. Melvin José García Pereira

**Tutor**

**M.Sc. Ing. José Ángel Baltodano Maldonado**

Managua, septiembre 2019

## **Dedicatoria**

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

Todo ese trabajo ha sido posible gracias a ellos.

Agradezco a mi tutor de monografía M.Sc. José Ángel Baltodano Maldonado, quien con su experiencia, conocimiento, y motivación me oriento en la monografía.

Br. José Dolores Arias Reyes

## **Dedicatoria**

Dedicamos el presente Trabajo Monográfico primeramente a nuestro Padre celestial Dios, por darnos las fuerzas y la fortaleza para llevar a cabo cada una de nuestras actividades laborales diarias, y ser fuente inagotable de inspiración y vida.

Gracias a mis padres, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores principios que me han inculcado.

A mi esposa por ser el apoyo incondicional en mi vida que, con su amor y respaldo, me ayuda alcanzar mis objetivos.

Agradezco a mi tutor de monografía M.Sc. José Ángel Baltodano Maldonado, quien con su experiencia, conocimiento, y motivación me oriento en la monografía.

Br. Melvin José García Pereira

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento monográfico se refiere a la problemática de diseño de los sistemas hidrosanitario, pluviales y contra incendio, hospital Dr. Humberto Alvarado Vásquez, Masaya En lo que se retoman todas las características y evaluaciones de los sistemas del hospital.

Como resultado de la encuesta realizada y la recopilación de información de la situación actual de la infraestructura hidrosanitaria, pluvial y contra incendio. Se determinó el deterioro de tuberías debido al tiempo de operaciones o daños naturales en el sistema que abastece al local se determinó tuberías de agua potables oxidadas llaves de pase en mal estados accesorios en mal estado, lavamanos e inodoros sin uso por suministro de agua, tubería sanitaria rejillas oxidadas en cajas de registro y cocina deterioro de concreto en paredes y tapas, tubería contra incendio falta de extintores y mangueras.

En el presente trabajo se realizó una descripción física, del hospital resultando los principales temas de importancia específica como abastecimiento de agua fría, agua caliente, drenaje sanitario y drenaje pluvial también como ubicación, niveles, suelos y otros temas que son necesarios para llevar a cabo la descripción general del proyecto, de igual manera se abarcaron componentes primordiales del trabajo: El marco teórico y la metodología adecuada para realizar los diseños de una manera eficiente.

Esto tendrá como fin un mejor uso del agua así mismo control. Mediante un posible mejoramiento por parte de la administración.

Se plantearon los fundamentos teóricos, así como recolección de la información, parámetros generales, normas y diseño según ENACAL, diferentes aportes de libros de ingeniería, también se describió la manera en que se realizará el diseño de tal manera en que cumpla con las necesidades principales del hospital.

Durante el transcurso del trabajo se brindan los resultados finales de la monografía, todos los datos de importancia y de gran valor en el diseño, de igual forma se presenta el presupuesto de los alcances de las obras realizadas para poder llevar a cabo este importante proyecto que aporta el mejoramiento de la infraestructura de los sistemas y que ayuda de una manera directa a resolver los problemas que ocasiona la disposición de las aguas.

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. GENERALIDADES.....	1
1.2. ANTECEDENTES .....	2
1.3. JUSTIFICACION .....	3
1.4. OBJETIVOS .....	4
1.4.1 Objetivo general.....	4
1.4.2 Objetivos específicos .....	4
<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
2.1 Conceptos generales .....	5
2.1.1 Estudio demanda del agua .....	5
2.1.2. Sistema de abastecimiento de agua potable .....	5
2.1.3 Sistema hidroneumático.....	5
2.1.4 Cisterna.....	5
2.1.5 Servicio de agua caliente .....	6
2.1.6 Diseño del Sistema de tuberías .....	6
2.1.7 Tuberías.....	6
2.1.8 Calentadores.....	6
2.1.9 Válvula de paso .....	6
2.1.10 Medidores .....	6
2.1.11 Pegamento PVC .....	7
2.1.12 Sifón y sifones de piso .....	7
2.1.13 Aguas residuales .....	7
2.1.14 Vertidos residuales .....	7
2.1.15 Vertidos residuales de quirófanos, emergencia y salas de internos .....	8
2.1.16 Vertidos domésticos.....	8
2.1.17 Las descargas de laboratorios .....	8
2.1.18 Caja de registro.....	8
2.2 Alcantarillado sanitario .....	8
2.2.1 Trampa de grasas.....	9
2.2.2 Sifón y sifones de piso .....	9
2.2.3 Sistema de drenaje pluvial .....	9

2.2.4	Cordón de acera.....	10
2.2.5	Cuneta .....	10
2.2.6	Boca de tormenta.....	10
2.2.7	Cámara de conexión.....	10
2.2.8	Tubería de conexión .....	10
2.2.9	Cámara de inspección.....	10
2.2.10	Colectores secundarios.....	10
2.2.11	Colector principal .....	10
2.2.12	Bajante pluvial.....	11
2.2.13	Canal o canalón .....	11
2.3	Sistema contra incendio .....	11
2.3.1	Bombas verticales en línea .....	11
2.3.2	Bombas de carcasa partida horizontales y verticales .....	11
2.4	Marco normativo .....	11
2.4.1	Normas y criterios para sistema de agua potable .....	12
2.4.2.	Normas y criterios para aguas residuales .....	18
2.4.3.	Normas y criterios para aguas pluviales .....	30
2.4.4.	Normas y criterios para sistema contra incendios.....	32
<b>3.</b>	<b>DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	<b>45</b>
3.1	Acometida .....	45
3.1.1.	Almacenamiento .....	46
3.1.2.	Dimensionamiento de tuberías .....	47
3.2.	Aguas residuales.....	50
3.2.1	Caudal de diseño .....	50
3.2.2	Velocidad de diseño.....	50
3.2.3	Dimensionamiento de tuberías .....	51
3.2.4	Dimensionamiento de trampas de grasa .....	51
3.3.	Aguas pluviales .....	52
3.3.1.	Cálculo de caudal por el método racional .....	52
3.3.2.	Velocidad de diseño.....	53
3.3.3.	Pendiente de tuberías .....	53
3.3.4.	Dimensionamiento de canales, bajantes y tuberías soterradas .....	53

3.4. Sistema contra incendios .....	55
3.4.1. Sistema de rociadores .....	55
3.4.2 Sistema de gabinetes .....	58
3.4.3. Fuente de alimentación.....	58
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>59</b>
4.1. Descripción de la obra a realizar .....	59
4.2. Agua potable .....	59
4.2.1. Descripción del sistema de agua potable.....	59
4.2.2. Dotación.....	59
4.2.3. Acometida .....	60
4.2.4. Almacenamiento .....	61
4.2.5. Dimensionamiento de tubería .....	62
4.2.7 Equipo de bombeo .....	72
4.3. Agua residual .....	74
4.3.1. Descripción del sistema de aguas residuales .....	74
4.3.2. Cálculos topográficos de la red propuesta .....	74
4.3.3 Cálculo de red.....	76
4.3.4 Trampa de grasa.....	84
4.4 Agua pluvial.....	85
4.4.1. Descripción del sistema .....	85
4.4.2. Trazado de la red.....	86
4.4.3. Elementos para el cálculo del caudal.....	86
4.4.5. Calculo hidráulico de canales .....	88
4.4.6. Cálculo de bajantes .....	89
4.5 Sistema contra incendios .....	91
4.5.1 Descripción del sistema .....	91
4.5.2 Sistema de rociadores. ....	91
4.5.3 Sistema de gabinetes. ....	91
4.5.4 Trazado de la red.....	91
4.5.5 Clasificación de la ocupación.....	91
4.5.6 Selección de rociador. ....	92
4.6 Diseño de la red .....	92



4.6.1	Diseño de ramales y transversales .....	92
4.6.2	Cálculo del área de diseño.....	92
4.6.3	Densidad de descarga en el área de diseño.....	93
4.6.4	Número de rociadores a actuar.....	93
4.6.5	Determinación del área más remota hidráulicamente.....	93
4.6.6	Equipo de bombeo.....	94
4.6.7	Bomba.....	94
4.7.1	Sistema de gabinetes .....	95
4.7.3	Diseño de la tubería de alimentación.....	95
<b>5.</b>	<b>PLANES DE SEGURIDAD DEL AGUA (PSA) .....</b>	<b>96</b>
5.1.1	Evaluación del sistema .....	97
5.1.2	Determinación de las medidas.....	97
5.1.3	Planes de gestión .....	97
5.1.4	Normas sobre calidad del agua .....	98
5.1.5	Dificultades típicas .....	98
5.1.6	Determinación de los factores de peligro .....	99
5.1.7	Medidas de control.....	100
5.1.8	Determinación de las medidas de control del sistema .....	101
5.1.9	Selección de parámetros para el monitoreo operativo.....	101
5.1.10	Procedimientos de gestión para sistemas de distribución de agua por tuberías.....	102
5.2	Manual de Mantenimiento en Hospital Humberto Alvarado Vázquez .....	105
5.2.1	Tipos de mantenimiento.....	105
5.2.2	Mantenimiento Preventivo de la Infraestructura.....	106
5.2.3	Mantenimiento correctivo .....	106
5.3	Sistema de agua potable.....	106
5.3.1	Mantenimiento preventivo de la red de distribución .....	106
5.3.2	Área de captación .....	107
5.3.3	Ensamble y reparación de tuberías PVC (unión mecánica).....	109
5.3.4	Sistema de alcantarillado .....	109
5.3.4.1	Inspección.....	109
5.4	Sistema de prevención y control de incendio .....	113

5.4.1 Parámetros de Evaluación .....	114
5.5 Limpieza de la cisterna.....	116
5.6. Hipoclorador de carga constante .....	117
5.7 Instalación de recipiente clorador.....	118
<b>6.PRESUPUESTO .....</b>	<b>121</b>
<b>7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>128</b>
7.1. Conclusiones.....	128
7.2. Recomendaciones .....	128
<b>REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>131</b>
<b>PLANOS .....</b>	<b>139</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Cuadro 1. Unidades, Diámetros, Presiones y caudales mínimos requeridos .....</i>	<i>14</i>
<i>Cuadro 2. Cargas máximas permisibles para tuberías de desagüe vertical.....</i>	<i>20</i>
<i>Cuadro 3. Cargas máximas permisibles de drenaje horizontal .....</i>	<i>20</i>
<i>Cuadro 4. Unidades de descarga y diámetros mínimos de sifones y conductos de descarga de aparatos sanitarios .....</i>	<i>21</i>
<i>Cuadro 5. Pendiente mínima según diámetro .....</i>	<i>22</i>
<i>Cuadro 6. Dimensiones de cajas de registro.....</i>	<i>27</i>
<i>Cuadro 7. Norma según el material.....</i>	<i>34</i>
<i>Cuadro 8. Características de descarga de los rociadores .....</i>	<i>37</i>
<i>Cuadro 9. Rangos de temperatura, clasificación de temperatura y código de color</i>	<i>38</i>
<i>Cuadro 10. Requisitos de abastecimiento de agua para sistemas de gabinete .....</i>	<i>41</i>
<i>Cuadro 11. Requisitos de demanda para chorros de manguera .....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 12. Valores de C de Hazen-Williams .....</i>	<i>43</i>
<i>Cuadro 13. Longitudes equivalentes para tuberías de acero, C=120.....</i>	<i>43</i>
<i>Cuadro 14. Dimensiones de trampa de grasa .....</i>	<i>52</i>
<i>Cuadro 15. Consumo promedio diario para el hospital y el sistema contra incendios .....</i>	<i>61</i>
<i>Cuadro 16. Dimensiones de cisterna.....</i>	<i>62</i>
<i>Cuadro 17. oluciones de hipoclorito de sodio.....</i>	<i>63</i>
<i>Cuadro 18. Dosificación de hipoclorito calcio .....</i>	<i>63</i>
<i>Cuadro 19. Dosificación hipoclorito de cloro .....</i>	<i>64</i>
<i>Cuadro 20. Caudal de diseño de la red completa de agua potable.....</i>	<i>66</i>
<i>Cuadro 21. diseño de ramales externos (anillos) de agua potable.....</i>	<i>68</i>
<i>Cuadro 22. diseño de ramales internos de agua potable .....</i>	<i>70</i>
<i>Cuadro 23. Altura de bombeo para la red de agua potable.....</i>	<i>72</i>
<i>Cuadro 24. Calculo de unidades de descarga para tramo 2-1 AR .....</i>	<i>76</i>
<i>Cuadro 25. Cálculo de red 1 AR.....</i>	<i>79</i>
<i>Cuadro 26. Cálculo de red 2 AR.....</i>	<i>80</i>
<i>Cuadro 27. Cálculo de red 2 AR.....</i>	<i>81</i>
<i>Cuadro 28. Cálculo de la red en conjunto AR .....</i>	<i>82</i>
<i>Cuadro 29. Cálculo de la red en conjunto AR .....</i>	<i>83</i>
<i>Cuadro 30. Cálculo de caudal .....</i>	<i>85</i>
<i>Cuadro 31. Cálculo de caudal de escorrentía para canales.....</i>	<i>88</i>
<i>Cuadro 32. Cálculos hidráulicos de canales en área de techo.....</i>	<i>89</i>
<i>Cuadro 33. Cálculo hidráulico de bajantes en área de techo .....</i>	<i>91</i>

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1. Cálculo de caudal .....</i>	<i>45</i>
<i>Ecuación 2. Ecuación de Continuidad .....</i>	<i>46</i>
<i>Ecuación 3. Ecuación de Hazen-William .....</i>	<i>46</i>
<i>Ecuación 4. Caudal para unidades de accesorio menor a 100 sin fluxómetro .....</i>	<i>47</i>
<i>Ecuación 5. Caudal para unidades de accesorio entre 100 y 1200 sin fluxómetro .</i>	<i>47</i>
<i>Ecuación 6. Caudal para unidades de accesorio menor a 150 con fluxómetro .....</i>	<i>47</i>
<i>Ecuación 7. Caudal para unidades de accesorio entre 150 y 1200 con fluxómetro</i>	<i>47</i>
<i>Ecuación 8. Caudal para unidades de accesorio mayor a 1200 para ambos casos</i>	<i>47</i>
<i>Ecuación 9. Volumen de tanque para sistemas no precargados.....</i>	<i>49</i>
<i>Ecuación 10. Cálculo de potencia de bomba .....</i>	<i>49</i>
<i>Ecuación 11. Cálculo de velocidad con Manning .....</i>	<i>50</i>
<i>Ecuación 12. Radio hidráulico para mitad de tubería circular.....</i>	<i>50</i>
<i>Ecuación 13. Cálculo del tirante del colector.....</i>	<i>51</i>
<i>Ecuación 14. Cálculo de caudal por el método racional .....</i>	<i>52</i>
<i>Ecuación 15. Radio hidráulico .....</i>	<i>53</i>
<i>Ecuación 16. Cálculo número de Froude .....</i>	<i>53</i>
<i>Ecuación 17. Cálculo de la profundidad hidráulica del flujo.....</i>	<i>53</i>
<i>Ecuación 18. Área hidráulica para sección rectangular.....</i>	<i>54</i>
<i>Ecuación 19. Perímetro mojado para sección rectangular .....</i>	<i>54</i>
<i>Ecuación 20. Área hidráulica para sección circular .....</i>	<i>54</i>
<i>Ecuación 21. Perímetro mojado para sección circular.....</i>	<i>54</i>
<i>Ecuación 22. Numero de rociadores .....</i>	<i>56</i>
<i>Ecuación 23. Descargar mínima por rociadores.....</i>	<i>56</i>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Curvas área/densidad .....</i>	<i>42</i>
<i>Ilustración 2. Distribución de la red 22.....</i>	<i>65</i>
<i>Ilustración 3. Esquema de unidades del tramo.....</i>	<i>65</i>
<i>Ilustración 4. Tuberías aguas .....</i>	<i>74</i>
<i>Ilustración 5. Red 1 Agua pluvial .....</i>	<i>86</i>
<i>Ilustración 6. Curva IDF Estación Masaya.....</i>	<i>87</i>
<i>Ilustración 7. Cálculo hidráulico de canales con.....</i>	<i>89</i>
<i>Ilustración 8. Hipoclorador de carga constante .....</i>	<i>120</i>

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. GENERALIDADES

El estudio tiene como tema “**Diseño de los sistemas hidrosanitarios, pluvial y contra incendio del Hospital Dr. Humberto Alvarado Vásquez**”, el trabajo se está realizando debido al aumento de la demanda de ingresos de pacientes esto genera un aumento en el consumo del líquido vital y un posible aumento en periodos de mayor atención.

El hospital cuenta con la atención de Medicina interna, cirugía, pediatría, neonatología, gineco-obstetricia, sala de operaciones, emergencia, maxilo facial, labor y parto, farmacia, rayos x, laboratorio, fisioterapia ortopedia(niños y adultos), psicología, nutrición, Oftalmología, cirugía plástica, urología, cirugía pediátrica, dermatología, lavandería, servicio general, mantenimiento, contabilidad y finanzas, epidemiología trabajo social, patología, estadística, morgue, bodegas de papelería y medicamento.

Es un hecho el deterioro debido al tiempo de operaciones o daños naturales en el sistema que abastece al local. Esto tendrá como fin un mejor uso del agua así mismo control de saneamiento sanitario. Mediante un posible mejoramiento por parte de la administración. Esto llevará un estudio técnico que permita recopilar información de la situación actual de la infraestructura hidrosanitaria, pluvial y contra incendio.

## 1.2. ANTECEDENTES

El año 1984 el gobierno revolucionario construye un nuevo y moderno centro hospitalario el cual está ubicado en la parte Sur-Este de la ciudad.

En el año 2003 se realizó remodelación de algunas salas de atención, Fecha del 120 aniversario del natalicio del General de Hombres y Mujeres Libres Augusto C. Sandino, se realizó un acto de inauguración de todas estas mejoras y compras de equipos médicos para protagonismo del pueblo de Masaya.

El director del Hospital Humberto Alvarado, expresó que se invirtieron un poco más de 170 mil córdobas para mejorar el sistema eléctrico, pero principalmente para iluminar una serie de pasillos. Igual se rehabilitó la batería hidrosanitaria y se realizaron trabajos de pintura y ornamentación año 2015.

El hospital incorpora en el año 2017 una consulta externa remodelada con 18 clínicas, sus áreas básicas de pediatría, ginecología, medicina interna y obstetricia. El centro médico es abastecido del vital líquido por ENACAL, el cual dispone en Masaya de 11 pozos, desde los cuales se bombea el agua a una presión de 90 a 100 PSI por sus siglas en inglés (Pound-force/square inches), para alimentar la red que está instalada en los barrios de la ciudad.

El sistema alcantarillado de la ciudad Masaya tuvo un mejoramiento y ampliación través de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL) este mismo año, eliminando letrinas y mejorando el medio ambiente.

### 1.3. JUSTIFICACION

El Hospital Comandante Hilario Sánchez Vásquez, actualmente Hospital Dr. Humberto Alvarado Vásquez. -Ciudad Masaya, se encuentra ubicada en la parte Sur-Este del departamento de Masaya, con un área de influencia de 247,000 habitantes, distribuidos en nueve municipios que conforman el SILAIS, del cual el hospital forma parte integral.

Clasificado como un hospital general de carácter departamental, con 5 quirófanos de los cuales 4 están debidamente equipados, se utilizan para cirugías mayores, 1 quirófano para procedimientos contaminados, 1 para cirugías ambulatorias y 1 quirófano que por falta de equipamiento aún no funciona.

El hospital tiene un personal de 576 trabajadores, de estos 80 médicos, cuenta 217 camas, diariamente atienden a unas 300 personas en emergencia, igual cantidad en consultas externas y 200 pacientes hospitalizados diariamente.

El centro médico público está siendo abastecido del vital líquido mediante la red pública de ENACAL. Está conectada directamente de la red al medidor y de paso al sistema de abastecimiento el cual está formado por una cisterna enterrada con borde por encima del nivel de terreno, la cual funciona con sistema hidroneumático con la capacidad para suplir en caso de emergencia. El sistema de agua sanitaria funciona conectado a la colectora principal (PVS) ubicada a pocos metros del local.

Debido al deterioro por la antigüedad del centro médico, la cual puede estar ya pasada de tiempo de vida útil y el aumento de atenciones médicas. El hospital presenta fuga del vital líquido y deterioro del piso, área de lavandería y comedor en mal estado, se desarrollará este proyecto de mucho interés.

Siendo latente por qué la necesidad del estudio del rediseño de los sistemas hidrosanitario, pluvial y contra incendio para tener una mejor atención del hospital.



## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo general**

- Diseño de instalaciones hidrosanitario del hospital Dr. Humberto Alvarado Vásquez de Masaya

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Evaluación hidráulica de los sistemas hidrosanitarios, pluvial y contra incendio
- Elaboración de memoria de cálculo de los sistemas hidrosanitarios
- Elaborar el plan constructivo de los sistemas hidrosanitarios, pluvial y contra incendio hidrosanitario, pluvial y contra incendio.
- Elaborar planes de seguridad hidrosanitarios, pluvial y contra incendio en el hospital.
- Estimar Presupuesto de la Obra

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Conceptos generales**

#### **2.1.1 Estudio demanda del agua**

Para lograr diseñar de forma correcta este tipo de instalación se debe considerar la dotación que se requerirá para este tipo de construcción.

El grueso del cálculo tiene soporte en operaciones estadísticas objetivas y continuas que, dependiendo del dominio de medición, pueden ser censos, encuestas o registros administrativos respaldados por las normas de la OMS.

#### **2.1.2. Sistema de abastecimiento de agua potable**

##### **2.1.2.1 Sistema de abastecimiento**

El sistema de abastecimiento es directo, conectado a la red pública de ENACAL.

##### **2.1.2.2 Fuente de abastecimiento**

La fuente del vital líquido proviene de los pozos de agua potable de ENACAL.

##### **2.1.2.3 Red de distribución**

La red distribución consta de la fuente de abastecimiento al medidor, donde pasa a la cisterna la cual es bombeada al edificio.

##### **2.1.2.4 Sistema por abastecimiento por presión**

#### **2.1.3 Sistema hidroneumático**

El sistema hidroneumático cuenta con dos bombas que facilitan el agua en todo el hospital, teniendo una bomba principal.

#### **2.1.4 Cisterna**

El depósito de almacenamiento del hospital es subterráneo, se utiliza para recoger agua potable proveniente de la red pública ENACAL.

### **2.1.5 Servicio de agua caliente**

Se desarrolla mediante calentadores. El cual funciona para el uso limpieza tanto como lavandería y esterilización.

### **2.1.6 Diseño del Sistema de tuberías**

El cálculo de este diseño se realizó mediante cálculos para diseño de edificios mediante:

- Método del factor de simultaneidad, pre dimensionamiento.
- Caso de certeza total.
- Método de presunción del gasto.
- Método de Hunter original.
- Método de Hunter modificado (de acuerdo con la norma lcontec 1500).
- Pérdidas de energía por fricción.
- Pérdidas de energía por accesorios.

.

### **2.1.7 Tuberías**

Una tubería es un conducto que cumple la función de transportar agua u otros fluidos. Se suele elaborar con materiales muy diversos. También sirven para transportar materiales que, si bien no son propiamente un fluido, se adecuan a este sistema: Hormigón, cemento.

### **2.1.8 Calentadores**

Aparato sanitario cuya función específica es el suministro de energía calorífica al agua fría, con el objetivo de disponer agua caliente.

### **2.1.9 Válvula de paso**

Esta válvula se recomienda para todas aquellas aplicaciones en las cuales se requieren una pérdida de carga mínima y un corte rápido de flujo.

### **2.1.10 Medidores**

Su función es contabilizar el volumen de agua consumido en un periodo de tiempo, es decir, el tiempo transcurrido entre dos lecturas.

### **2.1.11 Pegamento PVC**

El pegamento de PVC es uno de los muchos tipos de adhesivos para tubería.

### **2.1.12 Sifón y sifones de piso**

Esta parte del desagüe domiciliario se puede definir como un dispositivo que recibe una descarga de todas las bajantes de inodoros, duchas y demás, aparatos sanitarios.

### **2.1.13 Aguas residuales**

El saneamiento o salud ambiental implica el desarrollo de investigación, normalización, capacitación, vigilancia y minimización de factores de riesgo que inciden en la condiciones de vida de la población en el marco de promoción y la protección de la salud.

Los hospitales consumen importantes volúmenes de agua por día, generando otro volumen similar de agua residual con microorganismos patógenos, medicamentos metabolizados o no, compuestos tóxicos, etc. que se vierten tratadas o no al agua, afectando su calidad y poniendo en riesgo la salud.

### **2.1.14 Vertidos residuales**

No hay contaminantes en detalle y son pre-tratadas de la manera habitual antes de colocarlo en la alcantarilla.

El tratamiento puede incluir las siguientes partes:

- ❖ Parrilla
- ❖ Filtracoclea gruesa
- ❖ Esterilización
- ❖ Tratamiento de aire, etc.

Esto disminuirá la contaminación de los desechos de medicamentos producida por ingesta de los pacientes. (Antibiótico, Analgésico...)

### **2.1.15 Vertidos residuales de quirófanos, emergencia y salas de internos**

Vienen de los aseos de la sala de infecciosos, emergencias del hospital. Debe ser tratado previamente de forma personalizada, antes de colocar en el alcantarillado.

Dependiendo de los tipos de enfermedades y el volumen diario, el tratamiento previo puede ser más o menos grande, a la misma velocidad de flujo.

El sistema completo también incluye el tratamiento del aire en el área de instalación, debido a que la prevención de la contaminación bacteriana debe ser considerada en un nivel general.

### **2.1.16 Vertidos domésticos**

Estos vienen de la cocina y lavandería del hospital, siendo las aguas grises generadas uso de jabones, detergentes y pueda ser alguna materia orgánica de desechos de comidas.

### **2.1.17 Las descargas de laboratorios**

Son sistemas de almacenamiento subterráneo, con varios niveles de automatización para la conmutación en caso de llenado y para el envío de alarmas. Pueden incluir las estaciones de neutralización u otras personalizaciones.

### **2.1.18 Caja de registro**

Diseñadas para interconectar las tuberías de aguas residuales o pluviales. Con tapa de fácil acceso que facilita la inspección de los ramales conectados.

Los siguientes materiales constructivos para sistema hidrosanitarios, se hallan en el mercado de dos tipos sanitarios y potables, con cédulas y diámetros diferentes según uso. Con dos tipos de material PVC, metálico y de concreto.

## **2.2 Alcantarillado sanitario**

Se denomina alcantarillado también red de alcantarillado, red de saneamiento o red de drenaje al sistema de tuberías y construcciones usadas para la recogida y

transporte de las aguas residuales, industriales y pluviales de una población desde, el lugar en que se generan hasta el sitio en que se vierten al medio natural o se tratan.

Las redes de alcantarillado son estructuras hidráulicas que funcionan a presión atmosférica, por gravedad. Sólo muy raramente, y por tramos breves, están constituidos por tuberías que trabajan bajo presión o por vacío. Normalmente están constituidas por conductos de sección circular, oval o compuesta.

El saneamiento puede clasificarse como los siguientes sistemas:

- Con sistemas de recolección en red de canales
- Sin sistemas de recolección en red de canales

### **2.2.1 Trampa de grasas**

En el lavado o procesamiento de alimentos constantemente se están produciendo grasas, las cuales salen a flote en el drenaje.

### **2.2.2 Sifón y sifones de piso**

Esta parte del desagüe domiciliario se puede definir como un dispositivo que recibe una descarga de todas las bajantes de inodoros, duchas y demás, aparatos sanitarios.

### **2.2.3 Sistema de drenaje pluvial**

Es aquel que recibe el flujo proveniente de la escorrentía superficial producida por la lluvia, es decir, que está conformado por el conjunto de colectores y canales necesarias para evacuar la escorrentía superficial producida por la lluvia y la entrega al sistema de alcantarillado pluvial del lugar.

La principal función del sistema de aguas de lluvias es transportar adecuadamente la escorrentía superficial de la precipitación caída. Después se busca proyectar una red para garantizar un drenaje sobre toda la superficie de la construcción. Sistema de tuberías interconectadas que permite el desalojo de los líquidos pluviales.

#### **2.2.4 Cordón de acera**

Pieza de hormigón destinada a separar la calzada de la acera conformando de esta manera la cuneta longitudinalmente.

#### **2.2.5 Cuneta**

Canal de sección triangular que se forma entre el cordón y la calzada, destinada a conducir las aguas superficiales hacia las bocas de tormenta.

#### **2.2.6 Boca de tormenta**

Estructura hidráulica destinada a captar las aguas superficiales, que consiste en una cámara de mampostería de piedra u hormigón, ubicada bajo la acera o bajo la cuneta.

#### **2.2.7 Cámara de conexión**

Cámara de mampostería de piedra u hormigón que recibe las aguas pluviales captadas por la rejilla de la boca de tormenta.

#### **2.2.8 Tubería de conexión**

Es la tubería destinada a conectar la boca de tormenta con una cámara de inspección.

#### **2.2.9 Cámara de inspección**

Cámara de mampostería de piedra o concreto que une los diferentes tramos de colectores o recibe las tuberías de conexión de las bocas de tormenta.

#### **2.2.10 Colectores secundarios**

Tuberías que conducen la contribución del curso de agua afluente y queda ubicada en el fondo de un valle secundario de la cuenca de drenaje.

#### **2.2.11 Colector principal**

Tuberías que conducen la contribución del curso principal de agua y queda ubicada en el fondo de un valle principal de la cuenca de drenaje.

### **2.2.12 Bajante pluvial**

Tubo vertical a menudo de metal, que conduce hacia abajo el agua de la lluvia hasta una cisterna o el suelo

### **2.2.13 Canal o canalón**

Canal de sección semicircular o cuadrada que conduce el agua de lluvia de una cubierta hasta un bajante pluvial.

## **2.3 Sistema contra incendio**

Un sistema de alarma de incendios está diseñado para detectar la presencia no deseada de fuego, mediante la supervisión de los cambios ambientales asociados con la combustión. En general, un sistema de alarma contra incendios se clasifica según sea accionado automáticamente, accionado manualmente, o ambos.

### **2.3.1 Bombas verticales en línea**

En el caso de las bombas en línea, las más antiguas cronológicamente, existen un émbolo de caudal para bomba, en el orden de encendido cada cilindro. Los émbolos son accionados mediante un árbol de levas interno de la del motor. En este caso el caudal se regula mediante el giro simultáneo de los émbolos mediante.

### **2.3.2 Bombas de carcasa partida horizontales y verticales**

La única diferencia entre las bombas centrífugas horizontales y las verticales es la forma. El componente estacionario de una bomba centrífuga se compone de una carcasa, una cubierta para la carcasa y de los cojinetes. La voluta y la circular son básicamente dos tipos de carcasas de las bombas centrífugas.

## **2.4 Marco normativo**

En este se establecen las normas y reglamentos a seguir en el proceso de la elaboración del proyecto.



## **2.4.1 Normas y criterios para sistema de agua potable**

Para el sistema de agua potable las normas y criterios de diseño están basados en el código de instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificaciones de Costa Rica, edición 2017.

### **2.4.1.1. Dotación de agua potable**

**Artículo 4-1.** Las dotaciones mínimas de agua para uso doméstico, comercial, industrial, riego de jardín y otros fines se calcularán de acuerdo con lo establecido en anexo 1.

### **2.4.1.2. Conexiones**

#### **Artículo 6.1- 4.**

Conexiones no permitidas:

- a) No se permitirán conexiones directas entre las tuberías de la red pública y bombas u otros aparatos mecánicos de elevación de presión.
- b) El sistema de distribución de agua potable en un edificio no deberá estar conectado, directa ni indirectamente, con sistema alguno de agua no potable.
- c) Queda terminantemente prohibido realizar conexiones directas o indirectas entre el abastecimiento público de agua y el abastecimiento privado o el de emergencia.

**Artículo 6.1-5.** Válvulas requeridas. El sistema de alimentación y distribución de agua estará dotado de válvulas adecuadas a la presión existente y como mínimo en los siguientes puntos:

- a) Una en cada conexión al servicio público después del medidor correspondiente.
- b) Una para cada sección independiente.
- c) Una en cada baño colectivo o público.

**Artículo 6.1-6.** Para evitar posibles reflujos de agua, es recomendable colocar una válvula de retención después del medidor.

**Artículo 6.1-8.** Sistemas de almacenamiento. Cuando el abastecimiento de agua público no garantice servicio continuo, se utilizará alguno de los siguientes

Sistemas indirectos:

- a) Tanque elevado.
- b) Tanque de captación, equipo de bombeo y tanque hidroneumático.
- c) Cisterna, equipo de bombeo y tanque hidroneumático.

#### **2.4.1.3. Dimensionamiento de tuberías de distribución**

**Artículo 6.3.1-1.** La presión mínima en los nodos del sistema de distribución deberá permitir el funcionamiento adecuado de las piezas sanitarias correspondientes. La siguiente tabla indica las presiones mínimas recomendadas para la operación de varios aparatos sanitarios. En ningún caso la presión a la entrada de las piezas sanitarias será menor de dos metros de columna de agua (2 mca).

Si la presión máxima en los puntos de alimentación de las piezas sanitarias es mayor a cuarenta metros columna de agua (40 mca), el sistema deberá dividirse en zonas de presión, o instalar válvulas reductoras de presión.

**Artículo 6.3.1-2.** La presión de servicio después del medidor deberá ser mayor a diez metros de columna de agua (10 mca.)

#### **2.4.1.4. Velocidad de flujo**

**Artículo 6.3.2-1.** Para el dimensionamiento de las tuberías de distribución se recomienda una velocidad mínima de sesenta centímetros por segundo (60 cm/s) para evitar la sedimentación de partículas, y una velocidad máxima de dos metros por segundo (2 m/s) para evitar ruido excesivo en las tuberías y golpes de ariete.

### 2.4.1.5. Caudales de diseño

**Artículo 6.3.3-1.** El caudal de diseño de las tuberías de distribución se calculará de acuerdo con el método de Hunter. Este método, basado en el cálculo de probabilidades de uso simultáneo y en observaciones empíricas, otorga pesos para cada tipo de aparato sanitario de funcionamiento intermitente. Dichos pesos consideran, para tal accesorio, el caudal requerido, su duración y su frecuencia usual de operación.

Esto se cuantifica con las denominadas unidades de accesorio de abastecimiento de agua (u.a). Tales unidades se han seleccionado de manera que el caudal total de un sistema o subsistema con diferentes clases de accesorios y sus condiciones de servicio, pueda ser aproximado como múltiplo de ese factor, Ver tabla.

*Cuadro 1. Unidades, Diametros, Presiones y caudales mínimos requeridos*

Accesorio	Diámetro mínimo	Presión mínima (mca)	Unidades de accesorio (u.a)	
			Uso privado	Uso publico
Tina de baño	12	2	2	4
Bidé	12	3	1	2
Ducha	12	2	2	4
<b>Pantry</b>				
Domestico	12	2	2	4
Comercial	12	2	-	4
Clínicas	12	4	-	8
<b>Inodoros</b>				
Con tanque	12	2	3	5
Con fluxómetro	32	7 a 14	6	10
Fuente para beber	12	2	-	1
Lavatorio	12	2.5	1	2
Lavadora	12	3.4	4	-
Llave para riego	12	10	2	2
<b>Mingitorios</b>				
Con tanque	18	2	-	3
Con fluxómetro	18	5 a 10	4 a 5	5 a 6
Lava platos domestico	12	2	1.5	-
Pileta de lavar	12	2	2	4

**Fuente:** Calculo hidráulico

#### **2.4.1.6. Pérdida de carga**

**Artículo 6.3.4-1.** Para el cálculo de las pérdidas de carga originadas por fricción en las tuberías de distribución y los ramales de alimentación, se recomienda la utilización de la fórmula de Darcy-Weisbach, dado que presenta la mayor precisión para calcular las pérdidas de carga en tuberías. Sin embargo, el profesional responsable de diseño podrá utilizar otras formulaciones aceptadas por las buenas prácticas de la profesión.

**Artículo 6.3.4-2.** Se deberán considerar las pérdidas localizadas o pérdidas menores provocadas por cambios de dirección, válvulas, reducciones, medidores de caudal y otros accesorios. Se presentará una tabla que contiene las longitudes equivalentes de los accesorios necesarios para estimar las pérdidas locales en metros de columna de agua. Ver anexo 2.

#### **2.4.1.7. Requisitos constructivos en instalaciones de agua potable**

##### **a) Instalación y ubicación**

**Artículo 6.4.1-1.** En edificios de tres o más plantas, las tuberías de agua fría y agua caliente en tramos verticales se colocarán en ductos previstos para tal fin, cuyo tamaño deberá ser suficiente para su instalación, revisión, reparación y remoción convenientes.

**Artículo 6.4.1-3.** Se permitirá la colocación en un mismo ducto vertical, de los bajantes de aguas residuales, de aguas pluviales y la tubería de abastecimiento o distribución de agua fría o caliente, siempre y cuando exista una separación mínima de veinte centímetros (20 cm) de borde a borde entre ellas.

**Artículo 6.4.1-5.** Golpe de ariete. Para atenuar las sobrepresiones que pueda causar el golpe de ariete, se recomienda la instalación de cámaras de aire o de accesorios especiales para tal fin. Las cámaras de aire consisten en extensiones

verticales con finales ciegos de la tubería de alimentación de lavatorios, fregaderos, duchas y bañeras.

Estas extensiones serán de diámetro igual o mayor al de la tubería de alimentación y su longitud será de sesenta centímetros (60 cm). Las cámaras de aire llegan a dejar de funcionar con el tiempo, por lo que no se recomienda su utilización en edificios comerciales, industriales, hospitalarios o de reunión pública.

#### **b) Soporte de tuberías y elementos estructurales**

**Artículo 6.4.2-2.** Las tuberías colgantes horizontales y verticales estarán sujetas por abrazaderas que se fijarán al techo o muro mediante dispositivos de suspensión de material resistente.

#### **c) Tuberías enterradas**

**Artículo 6.4.3-1.** Cuando las tuberías de distribución de agua potable vayan enterradas, deberán alejarse lo más posible de los desagües de aguas residuales, debiendo estar separadas de estos una distancia mínima de un metro (1 m) en planta y veinticinco centímetros (25 cm) por encima. Cuando las tuberías de agua crucen los desagües, deberán colocarse siempre por encima de estos y a una distancia vertical no menor a veinticinco centímetros (25 cm).

**Artículo 6.4.3-2.** Las tuberías enterradas deberán colocarse en zanjas excavadas de dimensiones tales que permitan su fácil instalación. La profundidad mínima de la zanja será tal que haya al menos treinta centímetros (0,30 m) entre la corona del tubo y el nivel del terreno. Antes de proceder a la colocación de las tuberías, deberá compactarse el fondo de la zanja. El relleno de la zanja se efectuará utilizando un material adecuado, extendido por capas horizontales de quince centímetros (15 cm) de espesor como máximo, debidamente compactado.

**Artículo 6.4.3-4.** Las válvulas de las tuberías que queden bajo el nivel del terreno o del piso deberán estar provistas de una caja protectora. Esta caja deberá colocarse en un sitio accesible y será tal que permita la reparación, remoción y operación de las válvulas.

#### **d) Tanques de almacenamiento**

**Artículo 6.5-1.** Toda edificación ubicada en sectores donde el abastecimiento de agua no sea continuo o carezca de presión suficiente, deberá estar provisto de uno o varios tanques de almacenamiento que permitan el suministro de agua en forma adecuada a todas las piezas sanitarias o instalaciones previstas. Estos tanques podrán instalarse en los niveles inferiores (tanque de captación), en pisos intermedios, o sobre el edificio (elevados).

**Artículo 6.5-2.** Los tanques de agua deberán diseñarse de forma que garanticen la potabilidad del agua en todo momento e impidan la entrada de agua de lluvia, roedores u otros contaminantes.

#### **2.4.1.8. Equipos de bombeo**

**Artículo 6.6.1** Los diámetros de las tuberías de impulsión de las bombas se determinarán en función del caudal de bombeo y de la carga dinámica total. Los diámetros de las tuberías de succión de las bombas se determinarán de acuerdo con la carga neta de succión requerida de la bomba.

#### **c) Equipos hidroneumáticos**

**Artículo 6.7-1.** En lugares donde el abastecimiento público de agua no garantice presión suficiente para los requerimientos de la edificación, podrán instalarse equipos hidroneumáticos para mantener una presión adecuada en el sistema de distribución de agua. Los tanques hidroneumáticos no deben ser utilizados para la protección contra incendios.

**Artículo 6.7-2.** Para la instalación de equipos hidroneumáticos, deberá disponerse de un tanque bajo con capacidad mínima para el consumo total diario del hospital.

**Artículo 6.7.1-2.** Ciclos. Para la condición de demanda máxima, se recomienda que los arranques por hora del motor del sistema de bombeo no excedan las recomendaciones del fabricante. Como guía, se sugieren los siguientes valores:

1. Motores mayores de 4 kW: 6 a 8 ciclos/hora.
2. Motores entre 4 y 2 kW: 8 a 15 ciclos/hora.
3. Motores menores de 2 kW: 15 a 25 ciclos/hora.

**Artículo 6.7.2-2** Presiones. El ámbito de presiones de operación del tanque hidroneumático debe garantizar que las presiones máximas y mínimas en el sistema cumplan con lo establecido en la sección 6.3.1.

#### **2.4.2. Normas y criterios para aguas residuales**

Para el sistema de agua residual las normas y criterios de diseño están basados en el código de instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificaciones de Costa Rica, edición 2017.

##### **2.4.2.1. Normas generales de desagüe de aguas residuales**

**Artículo 7.1-1.** Las instalaciones sanitarias de aguas residuales deberán diseñarse y construirse de forma que permitan la rápida evacuación de los desechos, eviten obstrucciones, impidan el paso de gases y olores del sistema al interior de las edificaciones.

**Artículo 7.1-3.** Cada mueble sanitario o accesorio conectado directamente con el sistema de desagüe de aguas residuales deberá equiparse con un sello de agua o sifón para evitar la entrada de malos olores al interior de la edificación.

**Artículo 7.1-4.** Todo sistema de desagüe de aguas residuales deberá estar dotado de un número suficiente de cajas de inspección y registro para su limpieza y mantenimiento.

**Artículo 7.1-5.** El sistema de desagüe de aguas residuales deberá contar con tuberías de ventilación que permitan una aireación adecuada, garantizando flujo a presión atmosférica.

**Artículo 7.1-8.** En un sistema de desagüe de aguas residuales serán inadmisibles las siguientes condiciones:

1. Que las descargas de una edificación ingresen a las tuberías de otra edificación.
2. Que las tuberías de desagüe crucen el interior de tanques de almacenamiento de agua potable, ni que crucen sobre el techo o losa de cobertura de los mismos.
3. Cajas de registro en habitaciones o lugares cerrados.
4. Conexiones cruzadas en otros sistemas

#### **2.4.2.2. Dimensionamiento de conductos de desagües**

##### **a) Métodos de dimensionamiento**

**Artículo 7.3.1-1.** Las dimensiones de los colectores primarios y secundarios se calcularán tomando como base el caudal que pueda descargar cada pieza sanitaria que desagüe en los mismos. El caudal máximo de un colector se obtendrá considerando la probabilidad de uso simultáneo de las piezas sanitarias conectadas al mismo. Se sugiere utilizar cualquiera de los dos métodos que se indican a continuación:

Primer método: Este consiste en estimar el caudal de descarga de forma similar a la sección 6.3.3, utilizando las unidades de accesorio como unidades de descarga, pero se debe utilizar solamente los datos para sistemas con fluxómetros. Una vez obtenido el caudal máximo probable, el diámetro de desagües y bajantes se estima mediante los procedimientos indicados en el Artículo 7.3.3-1.

Segundo método: Esta manera consiste en utilizar tablas que relacionan directamente las unidades de descarga en una tubería de desagüe con el diámetro requerido. Las tablas siguientes se utilizan para estos efectos.



*Cuadro 2. Cargas máximas permisibles para tuberías de desagüe vertical*

Diámetro bajante (mm)	Bajantes de menos de tres pisos	Bajante de más de tres pisos	
		Total bajante	Total por pisos
Unidades de descarga			
31 <sup>1</sup>	2	2	1
38 <sup>1</sup>	4	8	2
50 <sup>1</sup>	10	24	6
62 <sup>1</sup>	20	42	9
75	30 <sup>3</sup>	60 <sup>3</sup>	16 <sup>2</sup>
100	240	500	90
125	540	1100	200
150	960	1900	350
200	-	3600	600
250	-	5600	1000

**Fuente:** Normas técnicas, Instalación sanitarias para edificios

Notas:

1. No se permiten inodoros
2. No se permiten más de dos inodoros
3. No se permiten más de seis inodoros

*Cuadro 3. Cargas máximas permisibles de drenaje horizontal*

Diámetro del tubo (mm)	Cualquier ramal horizontal de accesorio	Desagües y ramales principales			
		Pendiente (%)			
		0.5	1.0	2.0	4.0
Unidad de descarga					
32 <sup>1</sup>	1	Np	np	Np	Np
38 <sup>1</sup>	3	Np	np	Np	Np
50 <sup>1</sup>	6	Np	np	21	26
62 <sup>1</sup>	12	Np	np	24	31
75	20 <sup>2</sup>	Np	20 <sup>2</sup>	27 <sup>2</sup>	36 <sup>2</sup>
100	160	Np	180	216	250
125	360	Np	390	480	575
150	-	Np	700	840	1000
200	-	1400	1600	1920	2300
250	-	2500	2900	3500	4200
300	-	3900	4600	5600	6700

**Fuente:** Normas técnicas, Instalación sanitarias para edificios

Notas:

1. No se permiten inodoros.
2. No se permiten más de dos inodoros.
3. No se permiten más de seis inodoros.

## b) Unidades de descarga y diámetros mínimos

**Artículo 7.3.2-1.** Para la estimación de las capacidades de descarga de las diferentes piezas sanitarias, así como los diámetros mínimos de los sifones y de los conductos de descarga de dichos aparatos, se utilizarán los valores dados en la tabla 7.3. Para todo aparato que no aparezca en dicha tabla se utilizarán los datos indicados de la tabla 7.5, de acuerdo con las unidades de descarga

*Cuadro 4. Unidades de descarga y diámetros mínimos de sifones y conductos de descarga de aparatos sanitarios*

Accesorio	Diámetro mínimo sifón y conducto de descarga	Unidad de descarga (u.d)	
		Uso privado	Uso publico
Tina	38	2	4
Bidé	38	1	2
Ducha	50	2	4
Fregadero domestico	38	2	4
Fregadero comercial	50	-	1
Inodoro con tanque	100	3	5
Inodoro con válvula semiautomática	75	6	10
Lavatorio (uso residencial)	31	1	2
Lavatorio (uso colectivo)	38	4	-
Lavadora	50	2	2
Mingitorio corrido	50	0.5	-
Mingitorio con válvula semiautomática	50	3	
Pileta de lavar	38	4 a 5	5 a 6
Lavaplatos	12	1.5	-

**Fuentes:** Calculo hidráulico

### c) Pendientes y velocidades

**Artículo 7.3.3-1.** La pendiente de los tramos horizontales de los conductos de descarga, así como la de los colectores primarios y secundarios será uniforme. Para determinar su diámetro y su pendiente se tendrán las siguientes consideraciones:

1. El diámetro de un conducto horizontal de desagüe no podrá ser menor que el de cualquiera de los orificios de salida de las piezas que en él descarguen.
2. El conducto deberá funcionar a canal abierto con velocidades entre 0.6 y 2.5 m/s.
3. Para el caudal de diseño, la descarga llenará como máximo la mitad de la altura del colector, en condiciones de flujo uniforme. En edificios de varios pisos, la descarga podrá llenar hasta un máximo de 3/4 partes de la altura del colector, en condiciones de flujo uniforme.
4. Para la estimación del diámetro y pendiente requeridos, se recomienda la fórmula de Manning.

*Cuadro 5. Pendiente mínima según diámetro*

Diámetro (mm)	Pendiente mínima (%)
50	2
75	2
100	1.5
150	1
200	1

**Fuentes:** Dimensionamiento hidráulico de la red saneamiento

#### 2.4.2.3. Requisitos constructivos para los desagües de aguas residuales

##### a) Instalación y localización

**Artículo 7.4.1-1.** En edificios de tres o más plantas, los bajantes deberán colocarse en ductos previstos para tal fin. Sus dimensiones serán tales que permitan su instalación, revisión, reparación o remoción.

**Artículo 7.4.1-3.** No se permitirá la colocación de tuberías de drenaje directamente por encima de tanques de suministro de agua, de los registros de limpieza de dichos tanques o de áreas de piso usadas para la fabricación, preparación, empaque, almacenamiento o exhibición de alimentos.

**Artículo 7.4.1-5.** Los conductos y ramales de desagüe de aguas residuales de la edificación se instalarán en alineamientos rectos y con pendiente uniforme.

## **b) Conexiones entre tuberías**

**Artículo 7.4.2-1.** Los empalmes entre colectores, bajantes y los conductos de desagüe, se harán a un ángulo no mayor a cuarenta y cinco grados ( $45^\circ$ ), salvo que se hagan en una caja de registro, en cuyo caso el fondo de la caja será tal que acondicione el flujo.

**Artículo 7.4.2-5.** Los cambios de dirección horizontal de las tuberías de desagüe de aguas residuales deben hacerse por medio de uniones en Y de  $45^\circ$ , codos de curva abierta de  $60^\circ$ ,  $45^\circ$  o  $22,5^\circ$ , o con combinaciones apropiadas de estos aditamentos o de sus equivalentes.

**Artículo 7.4.2-6.** Los cambios de dirección del flujo de horizontal a vertical se harán mediante el uso de:

1. Uniones en T sanitarias sencillas o dobles.
2. Codos de  $45^\circ$  con uniones en Y de  $45^\circ$  sencillas o dobles.
3. Codos de  $90^\circ$ .
4. Pieza de conexión especial, aprobadas previamente por la autoridad sanitaria competente.

Los cambios de dirección del flujo, de vertical a horizontal, se harán mediante el uso de:

1. Codos de 90°, de radio corto (radio menor que 1.5 d), cuando el diámetro de conductos sea mayor de 75 mm, o codo de 90° de radio largo (radio mayor que 1.5 d), cuando el diámetro del conducto sea de 75 mm o menor.
2. Codos de 45° y uniones en Y de 45°.

### **c) Sifones**

**Artículo 7.5-1.** Toda pieza sanitaria deberá dotarse de un sifón o trampa cuyo sello de agua tendrá una altura no inferior a cinco centímetros (5 cm) ni mayor a diez centímetros (10 cm), excepto en aquellos casos en que se especifique la altura del sello por usar, o que por su diseño especial requiera una altura de agua no contemplada dentro del ámbito establecido en este artículo.

**Artículo 7.5-2.** Los sifones se colocarán lo más cerca posible de los orificios de descarga de las piezas sanitarias correspondientes, pero a una distancia vertical no mayor a sesenta centímetros (60 cm) entre el orificio de descarga y el vertedero del sifón.

### **d) Bocas de limpieza y cajas de registro**

**Artículo 7.6-1.** Los sistemas de desagüe de aguas residuales, de aguas de lluvia y de aguas residuales industriales estarán dotados de bocas de limpieza y cajas de registro de acuerdo con lo que se establece en los artículos siguientes.

**Artículo 7.6.1-2.** Se colocarán bocas de limpieza de acuerdo con lo que se indique a continuación:

1. Cuando no haya cajas de registro, al comienzo de cada ramal horizontal de desagüe de una batería de piezas sanitarias, o en tramos horizontales en los que han descargado otros ramales.
2. En los conductos horizontales de desagüe, cada diez metros (10 m).

3. Al pie de cada bajante, salvo cuando descargue en un colector recto con una caja de registro que se encuentre a no más de cinco metros (5 m) del pie del bajante.

4. En la parte inferior de los sifones de las piezas sanitarias.

5. En los conductos horizontales de desagüe, cada dos cambios de dirección (cada 180°).

6. En bajantes, al menos cada dos pisos.

7. Excepciones:

- La boca de limpieza se puede omitir en drenajes horizontales de menos de ciento cincuenta centímetros (150 cm) de largo, a menos que esta línea este sirviendo a un fregadero o un mingitorio.

- En drenajes horizontales con una pendiente tal que forme un ángulo igual o mayor a 18° respecto a una línea horizontal, excepto en las tuberías que vayan hacia las trampas de grasa.

**Artículo 7.6.1-7** Registros de piso. En los registros de piso, tanto la tapa como el borde superior del cuerpo deberán quedar a ras con el piso terminado. Estos registros deberán encontrarse a una distancia no menor a seis metros (6 m) de cualquier puerta de acceso.

**Artículo 7.6.1-8.** Para prevenir la salida de las aguas residuales, las bocas de limpieza se instalarán en forma que abran en dirección opuesta a la del flujo y formando un ángulo de cuarenta y cinco grados (45°) con la tubería de desagüe.

**Artículo 7.6.2-1.** Es recomendable que la conexión del desagüe de aguas residuales a la red pública se haga mediante una caja de registro con un sifón de edificio. Este sifón debe estar equipado con dos bocas de limpieza del mismo diámetro del sifón, y no menores a cien milímetros (100 mm). Las bocas de limpieza deben ser accesibles, de modo que permitan limpiar el interior del sifón y limpiar aguas arriba y aguas abajo del mismo.

En la medida de lo posible, este registro debe instalarse dentro de la línea de propiedad. El sifón de edificio debe colocarse aguas abajo de todos los ramales de drenaje de la edificación, excepto en aquellos colocados para recibir descargas de separadores de aceite, o de un sistema elevador de aguas residuales.

Debe proveerse una ventilación al sifón de edificio a una distancia no mayor a ciento veinte centímetros (120 cm). Debe tener un diámetro de al menos la mitad del diámetro del desagüe de la edificación en el punto de conexión, pero no menor a cincuenta milímetros (50 mm). Esta ventilación debe extenderse desde el punto de conexión hasta la atmósfera.

**Artículo 7.6.2-2.** Se instalarán cajas de registro en las redes de tuberías exteriores en todo cambio de dirección, pendiente o diámetro, en cada conexión con un ramal, y a cada diez metros (10 m) en tramos rectos. En los drenajes que pasan por debajo de una edificación se deberán instalar cajas de registro a la entrada y salida del tubo de la edificación.

**Artículo 7.6.2-3.** Las cajas de registro deberán construirse con materiales impermeables y podrán ser de concreto o de mampostería, con marco y tapa de hierro fundido, bronce o concreto u otros materiales que demuestren tener las características necesarias para formar parte del sistema.

**Artículo 7.6.2-4.** El interior de las cajas será pulido de manera que no presenten superficies rugosas o ásperas. Las cajas de registro construidas con mampostería deberán llevar un repello mínimo de un centímetro de espesor (1 cm). El fondo de las cajas deberá llevar medias cañas del diámetro de las tuberías a las que se conecta.

**Artículo 7.6.2-6** Las dimensiones de las cajas de registro se determinarán según la tabla 7.10. Además, deberán tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

1. La separación mínima entre el tubo y las paredes de la caja será de setenta y cinco milímetros (75 mm).
2. En las conexiones de un solo ramal, el ancho mínimo de las cajas estará dado por el diámetro de la tubería mayor más treinta centímetros (30 cm), distribuidos como diez centímetros (10 cm) y veinte centímetros (20 cm) de separación entre el tubo y las paredes.
3. En las conexiones de dos ramales, el ancho mínimo de las cajas estará dado por el diámetro de la tubería mayor más cuarenta centímetros (40 cm), de manera que la separación entre el tubo y las paredes sea de al menos veinte centímetros (20 cm). Estos deben entrar a la caja de registro en forma opuesta el uno del otro.

*Cuadro 6. Dimensiones de cajas de registro*

Profundidad máxima (m)	Dimensiones de la caja (m)	
	Ancho	Longitud
0.45	0.35	0.5
0.6	0.4	0.5
0.9	0.5	0.65
1.2	0.65	0.75
2.	0.6	1
4.5	0.8	1

**Fuentes:** Normas técnicas, Instalaciones sanitarios

e) Interceptores y trampas de grasa

**Artículo 7.8.1-1.** Se instalarán separadores o trampas de grasa en los conductos de desagüe de fregaderos, lavaplatos u otras piezas sanitarias instaladas en restaurantes, cocinas de hoteles, hospitales y similares, en donde existe el peligro de que al sistema de desagüe entre grasa en cantidad suficiente para afectar su buen funcionamiento. No será necesaria la instalación de éstas en viviendas unifamiliares.

**Artículo 7.8.1-2.** Los interceptores y trampas de grasas deberán cumplir los siguientes requisitos generales:



1. Deberán instalarse de tal forma que sea fácilmente accesible para su limpieza y cerca del accesorio que descarga los desperdicios grasosos. La limpieza consiste en la remoción completa de todo el contenido, incluidos los materiales flotantes, el agua de desechos, lodos y sólidos. La limpieza deberá correr por cuenta del usuario, el cual deberá realizarla de forma periódica con el objeto de mantener una operación eficiente.
2. Disponer de entrada y salida sumergidas para que la grasa pueda flotar en la superficie sin ser perturbada por la descarga. Se recomienda instalar una unión en T, tanto en la entrada como en la salida, las cuales tendrán un diámetro de al menos setenta y cinco milímetros (75 mm). La unión en T de entrada se extenderá en el líquido en al menos un veinticinco por ciento (25%) y la unión en T de salida en al menos un cincuenta por ciento (50%).
3. La tapa de registro deberá estar sellada.
4. Disponer de una ventilación adecuada que permita el flujo a través de la unidad sin crear problemas de olor. La tubería de ventilación deberá ser de al menos cincuenta milímetros (50 mm).
6. Es recomendable que en el fondo de la trampa se instale una bandeja perforada de hierro inoxidable, con agarraderas para facilitar la remoción de grasa.
7. Tener un flujo de baja velocidad en la tubería de salida.
8. La diferencia de nivel entre la tubería de ingreso y la de salida no deberá ser mayor a cinco centímetros (5 cm).
9. Se podrá aceptar diseños con un depósito adjunto para almacenamiento de grasas, cuando la capacidad total supere los seiscientos litros (600 l) o donde el establecimiento trabaje en forma continua por más de 16 horas diarias.

10. La trampa de grasa y el compartimento de almacenamiento de grasa estarán conectados a través de un vertedor de rebose, el cual deberá estar a 0.05m por encima del nivel de agua. El volumen máximo de acumulación de grasa será de por lo menos 1/3 del volumen total de la trampa de grasa.

**Artículo 7.8.1-3.** Los interceptores de grasa deberán tener al menos dos compartimentos, las trampas de grasa tendrán solo uno. El muro intermedio de separación se encontrará a una distancia entre  $2/3$  y  $3/4$  del largo total desde la pared de ingreso. La comunicación entre las cámaras se llevará a cabo por medio de un codo de radio largo o te, de igual tamaño a la T de entrada, pero no menor a cien milímetros (100 mm), colocado del lado del compartimento de entrada.

Este accesorio deberá instalarse a una altura mínima equivalente al 28% de la altura del líquido y como máximo un 50%. Además, todos los interceptores y trampas deberán contar con una pequeña cámara a la salida, la cual permita la toma de muestras del efluente para la realización de análisis.

#### f) Ventilación sanitaria

Artículo 8.1-1. El sistema de desagüe de aguas residuales de toda edificación debe estar provisto con un sistema auxiliar de tuberías de ventilación, diseñado de tal manera que los gases y olores de todas las tuberías de desagüe circulen hacia arriba y escapen a la atmósfera por encima de la edificación. Además, este sistema debe permitir la entrada y salida del aire de todas las partes del sistema, de modo que las condiciones de sifonaje, aspiración o contrapresión no causen una pérdida de los sellos de los sifones. Ver anexo 3.

**Artículo 8.1-6.** Las tuberías de ventilación horizontales deberán tener una pendiente uniforme no menor al 1%, de tal forma que lo que pudiera condensarse se lleve al desagüe.

### **2.4.3. Normas y criterios para aguas pluviales**

Para el sistema de agua residual las normas y criterios de diseño están basados en el reglamento de drenaje pluvial del municipio de Masaya.

#### **2.4.3.1. Criterios del estudio hidrológico**

La información hidrometeoro lógica servirá para calibrar y determinar el o los modelos hidrológicos que se utilizarán para calcular la tormenta de diseño que será la base del estudio hidrológico.

El estudio hidrológico es el cálculo del caudal máximo probable que ocurre en un punto determinado de una cuenca o subcuenta con el fin de diseñar una obra hidráulica. Cantidad de agua de lluvia. La cantidad de agua de escurrimiento de lluvia, se calculará por el método racional o por el método tránsito de avenidas en la variante de Muskingum, según sea el tamaño de la cuenca. Se deben tomar en cuenta las características morfológicas de la cuenca, tales como área, perímetro, características del relieve o pendiente y forma de la cuenca. Otros factores importantes son el tipo y uso o zonificación del suelo; ya que estos influyen en el comportamiento de la escorrentía superficial.

El método racional puede usarse en lugares donde no se posee información para calibrarse y es adecuado a utilizarse para áreas hasta 1,000 acres o sea 405 hectáreas y áreas no mayores de 5 Km.

#### **a) Coeficiente de escorrentía**

1. El coeficiente de escorrentía depende del suelo, la superficie y el uso de la cuenca. En general el volumen de agua que se precipita nunca es igual al que escurre en la cuenca. Para el cálculo de los coeficientes de escorrentía, se adoptará como uso de suelo oficial, el vigente contenido en el reglamento de zonificación y uso del suelo del municipio de Masaya.

2. El coeficiente de escorrentía de la fórmula racional, se estimará para los diferentes usos del suelo, dependiendo de la zona donde estará ubicado el proyecto, para lo cual se usarán valores de “C” contenidos en la tabla de coeficientes de escorrentía. Ver anexo 4.

#### **b) Intensidad de la lluvia**

La intensidad de la lluvia es función de la frecuencia del aguacero de diseño seleccionado 3

La intensidad de la precipitación de la lluvia puede ser tomada directamente de la curva Intensidad-Duración-Frecuencia de la o las estaciones meteorológicas representativas ubicadas cerca de la cuenca del proyecto y calculadas para diferentes periodos de retorno.

#### **2.4.3.2. Criterios de diseño hidráulico del sistema de drenaje pluvial**

**Artículo. 23.** Cálculos hidráulicos. En base a los estudios hidrológicos calculados se determinarán las dimensiones, la mejor ubicación y el tipo de obra hidráulica a diseñar. Todos los alcantarillados serán del sistema separado y nunca se aceptarán alcantarillados combinados o semicombinados.

Para los cálculos hidráulicos se utilizarán las fórmulas de Hazen William, Ganguillet y Rutter o la de Manning. También se podrían usar otras fórmulas tradicionales aceptadas en Hidráulica. Las secciones geométricas más usadas por presentar mejor eficiencia hidráulica son las rectangulares, trapezoidales y circulares (alcantarillas o tuberías).

Existen modelos hidráulicos computarizados como Hidráulica de canales (H-Canales) y el Centro de Ingeniería Hidrológica-Sistema de Análisis de Ríos (Hydrologic Engineering Center River Análisis System HEC-RAS) que también pueden ser utilizados para calcular parámetros hidráulicos en el diseño de obras en cauces naturales o revestidos.

a) **Pendiente.** La pendiente mínima longitudinal será de 0.5% y máxima será la suficiente para producir la velocidad máxima permitida en las tuberías y canales. La pendiente mínima debe ser tal que no produzca una velocidad que cause

b) sedimentación y la máxima debe ser aquella que no cause erosión o daños. Se permiten diferentes pendientes longitudinales en la tubería siempre que la capacidad hidráulica sea tal que permita conducir el mismo caudal de diseño.

b) **Velocidad mínima y velocidad máxima.** La velocidad mínima permisible será aquella que no permita la sedimentación ni la disminución de la capacidad de transporte de la estructura y la máxima requerida es la que no causa daños ni erosión. Las velocidades dependen de la pendiente y del tipo de material con que se construirá la estructura. La velocidad mínima en tubería no debe ser menor 0.9 m/s. y la máxima deberá ser 4 m/s. En casos especiales se permitirá velocidades hasta 5 m/s.

#### **2.4.4. Normas y criterios para sistema contra incendios**

Para el sistema contra incendios las normas y criterios de diseño están basados en el código NFPA (*National Fire Protection Association*).

##### **2.4.4.1. Clasificación del riesgo**

La metodología implementada en esta guía para realizar una clasificación se basa en los parámetros que plantea la NSR-10 para determinar si es necesario la utilización de rociadores o gabinetes, o si se requiere un sistema combinado. A partir de esta determinación se entrará a los criterios que plantea la NFPA 13 para el caso de rociadores, en donde se clasifica la edificación en determinados riesgos de acuerdo a su uso.

De acuerdo a la información obtenida de la NSR-10, se deduce lo siguiente:

Para aplicar las condiciones establecidas en la norma es necesario realizar una clasificación de las edificaciones según el grupo de ocupación como se indica en anexo 1.

El anexo 5 indica la clasificación de la edificación de acuerdo al uso según la NSR-10, esto con el fin de verificar las exigencias en cuanto a que sistema requiere la edificación.

Dada la clasificación de edificaciones, se plantea el sistema de protección contra incendio adecuado según el tipo de grupo al que pertenece, adicional a esto la norma indica qué reglamento regula cada dispositivo que se va a utilizar como lo indica en el anexo 6.

El anexo 7 señala la norma a la cual se debe referir según sea la clasificación de la ocupación, esta de igual manera indica que tipo de sistema es necesario implementar en la edificación.

#### **2.4.4.2. Materiales**

En general se debe tener en cuenta que el flujo del agua se realizará a través de tuberías, la cual estará interconectada entre sí mediante accesorios que por lo general son del mismo material que dicha tubería. Existe gran variedad de materiales, en los cuales se tendrán sus requerimientos especiales y distintos parámetros para su funcionamiento, dichos aspectos se rigen por la NFPA (*National Fire Protección Association*, 2016). Entre los distintos tipos de tubería que se describe en la NFPA se puede encontrar:

##### **a) Tuberías de acero soldadas o ranura das por laminado**

En tuberías que manejen presiones hasta de 300 psi, el espesor nominal debe ser: Para tubería de 5" de acuerdo a la cedula 10, tubería de 6" - (3.4mm) tubería de 8" y 10" - (4.78mm), y para tuberías de 12" - (8.38mm).

##### **b) Tuberías de acero – roscadas**

En tuberías que manejen presiones hasta de 300 psi el espesor mínimo nominal deberá estar de acuerdo a la cedula, para tubería de diámetro mayor de 8"- cedula 30, y para tubería de diámetro inferior a 8"- cedula 40.

### c) Tuberías de cobre

Cuando se utiliza tubería de cobre en sistemas de rociadores, el espesor de pared deberá ser tipo K, L o M. esta denominación de letras en la tubería de cobre indica características del material tales como su presión, su color o el espesor.

En la NFPA se clasifica el tipo de material de la tubería según la norma que lo rige, en donde se indica sus dimensiones, tal como se indica la tabla 7.

*Cuadro 7. Norma según el material.*

MATERIALES Y DIMENSIONES	NORMA
•Tubería ferrosa •Tubería de hierro galvanizado	ASTM 795
• Tubería de acero con y sin costura	ANSI/ASTM A 53
• Tubería de acero forjado	ANSI/ASME B
• Tubería de acero forjado para resistencia eléctrica	ASTM A 135
• Tubo de cobre sin costura	ASTM B 75
• Tubo de cobre forjado sin costura y aleaciones de cobre	ASTM B 251
• Metal de relleno para soldadura con latón	AWS A 5.8
• Aleaciones para soldar	ASTM B 32

**Fuente:** ASTM

#### 2.4.4.3. Sistema de rociadores

La NFPA 13 proporciona los requisitos mínimos para el diseño e instalación de sistemas de rociadores automáticos contra incendios; incluyendo el carácter y adecuación de las fuentes de abastecimiento de agua y la selección de rociadores, tuberías, válvulas y todos los materiales y accesorios.

El objeto de esta norma es proporcionar un grado de protección contra incendio razonable, para la vida humana y los bienes materiales, a través de la normalización de los requisitos de diseño, instalación y ensayo de estos sistemas, basado en principios de ingeniería confiables, información proveniente de ensayos y experiencias de campo.

### **a) Clasificación de las ocupaciones.**

En esta norma, la clasificación de las ocupaciones se refiere únicamente a la instalación de rociadores y a su abastecimiento de agua. No es una clasificación general de los riesgos de ocupación.

#### **1. Ocupaciones de Riesgo Leve.**

Ocupaciones o partes de otras ocupaciones, donde la cantidad y/o combustibilidad de los contenidos es baja, y se esperan incendios con bajo índice de liberación de calor.

#### **2. Ocupaciones de Riesgo Ordinario.**

-Riesgo Ordinario Grupo 1: Ocupaciones o parte de otras ocupaciones donde la combustibilidad es baja, la cantidad de combustibles es moderada, las pilas de almacenamiento de combustibles no superan 2.4 metros de altura, y se esperan incendios con un índice de liberación de calor moderado.

-Riesgo Ordinario Grupo 2: Ocupaciones o parte de otras ocupaciones donde la combustibilidad es baja, la cantidad de combustibles es de moderada a alta, las pilas de almacenamiento de combustibles no superan 3.7 metros de altura, y se esperan incendios con índices de liberación de calor moderados a altos.

#### **3. Ocupaciones de Riesgo Extra.**



Ocupaciones o parte de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos es muy alta y están presentes líquidos inflamables o combustibles, polvo u otros materiales, que introducen la probabilidad de existencia de incendios con un rápido desarrollo y elevados índices de liberación de calor.

- Riesgo Extra Grupo 1: Incluyen las ocupaciones descritas anteriormente con la presencia de poco o ningún líquido inflamable o combustible.

- Riesgo Extra Grupo 2: Incluyen las ocupaciones descritas anteriormente con cantidades moderadas a considerables de líquidos inflamables o combustibles, o donde se resguarden cantidades importantes de productos combustibles.

## **b) Rociadores**

### 1. Características generales.

Las características de un rociador que definen su capacidad para controlar o extinguir un incendio son:

- Sensibilidad Térmica: Esto corresponde a la rapidez con que funciona el elemento térmico. Una medida de esta característica es el índice de tiempo de respuesta (RTI).

- Temperatura de Activación.

- Diámetro del orificio de descarga.

- Orientación de la instalación.

- Características de la distribución de agua.

### 2. Según sus características de diseño y funcionamiento, los rociadores se definen como sigue:

- Rociador Estándar: Tipo de rociador que posee un elemento térmico con índice de tiempo de respuesta mayor o igual a 80 (m/s).

- Rociador de Respuesta Rápida: Tipo de rociador que posee un elemento térmico con índice de tiempo de respuesta menor o igual a 50 (m/s).
- Rociador Residencial: Tipo de rociador de respuesta rápida, y listado para uso en protección de unidades habitacionales.
- Rociador de Pulverización: Tipo de rociador listado por su capacidad de proporcionar control de incendios para un amplio rango de riesgos de incendio.
- Rociadores Abiertos: Rociadores que no poseen accionados ni elementos de respuesta al calor.
- Boquillas: Dispositivos que se utilizan en aplicaciones que requieren patrones de descarga de agua especiales, pulverización direccional u otras características inusuales de descarga.
- Características de descarga: El factor K y la descarga relativa de los rociadores dependiendo del tamaño de su orificio de descarga debe estar de acuerdo con la Tabla 8.

*Cuadro 8. Características de descarga de los rociadores*

Diámetro nominal del orificio		Factor k	Porcentaje de descarga	Tipo de rosca
Pulgadas	Milímetros			
¼	6,4	1.3 - 1.5	25	1/2" NPT
5/16	8	1.8 - 2.0	33,3	1/2" NPT
3/8	9,5	2.6 - 2.9	50	1/2" NPT
7/16	11	4.0 - 4.4	75	1/2" NPT
½	12,7	5.3 - 5.8	100	1/2" NPT
17/32	13,5	7.4 - 8.2	140	1/2" o 3/4" NPT
5/8	15,9	11.0 - 11.5	200	1/2" o 3/4" NPT
¾	19	13.5 - 14.5	250	3/4" NPT

**Fuente:** NFPA (National Fire Protection Association)

Características de temperatura. En la tabla 9 se indica la temperatura de activación normalizada de los rociadores automáticos.

*Cuadro 9. Rangos de temperatura, clasificación de temperatura y código de color*

Temperatura máxima de techo		Ámbito de temperatura		Clasificación de temperatura	Color de ampolla de vidrio
F	C	F	C		
100	38	135 a 170	57 a 77	Ordinaria	Naranja o Rojo
150	66	175 a 225	79 a 107	Intermedia	Amarillo o Verde
225	107	250 a 300	121 a 149	Alta	Azul
300	149	325 a 375	163 a 191	Extra Alta	Violeta
375	191	400 a 475	204 a 246	Extra Muy Alta	Negro
475	246	500 a 575	260 a 302	Ultra Alta	Negro
625	329	650	343	Ultra Alta	Negro

**Fuente:** NFPA (National Fire Protection Association)

#### 4. Posición, Ubicación y Espaciamiento de los rociadores.

-Área de protección por rociador: El área de cobertura por rociador (As) se determina multiplicando la separación existente entre rociadores a lo largo de los ramales (S) y entre ramales (L).

#### **c) Tuberías**

1. Drenaje: Toda la tubería y accesorios de los rociadores deben ser instalados de forma tal que el sistema pueda ser drenado. Para sistemas de tubería húmeda, las tuberías pueden instalarse a nivel. Las tuberías utilizadas en sistemas para rociadores deben ser de un tipo que pueda resistir una presión de trabajo no inferior a 175 psi (1207 KPa).

Entre los diferentes materiales aceptados por la NFPA se encuentran acero negro, acero galvanizado, acero forjado, hierro galvanizado y tubería de cobre. Toda la tubería interior se instala por medio de uniones roscadas, embridadas y juntas mecánicas o acoplamientos soldados o flexibles.

#### **d) Válvulas**

Todo sistema debe estar provisto de una válvula indicadora, localizada en una posición accesible, ubicada de modo que controle todas las fuentes automáticas de suministro de agua.

#### **e) Adicionales del sistema**

2. Conexiones para el departamento de bomberos. En todo sistema de rociadores se debe proporcionar una conexión para el departamento de bomberos.

Manómetros. Se deben instalar manómetros en cada tubería vertical de alimentación del sistema.

#### **2.4.4.4 Sistema de gabinetes**

Los parámetros que se deben manejar en la implementación de gabinetes en la red contra incendios, se encuentran en la NFPA 14, en ella se evidencia los procedimientos a realizar para que se pueda integrar el gabinete al sistema contra incendio de la mejor manera (National Fire Protection Association, 2016).

#### **a) Tipos de gabinete**

Existen tres tipos de gabinetes, cada uno con características específicas y usos distintos. Los sistemas de gabinetes son:

##### **1. Sistema clase I**

Está 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

## 2. Sistema clase II

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 I está conformado por:

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

## 3. 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 I está conformado por:

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

## b) Presión mínima y caudal requerido

Para referirse a los aspectos de caudal y presión de los gabinetes, será necesario distinguir cada tipo de gabinete, dado que cada tipo de sistema de gabinete maneja sus especificaciones que lo caracterizaran (*National Fire Protection Association*, 2016).

1. Sistema clase I Para este tipo de sistema el caudal mínimo requerido será de 500 gpm (1893 l/min). La presión mínima deberá ser de 100 psi para la conexión de 2½” y de 65 psi para la conexión de 1½”.

2. Sistema clase II Para este tipo de sistema el caudal mínimo requerido será de 100 gpm (379 l/min). La presión mínima deberá ser de 100 psi para la conexión de 2½” y de 65 psi para la conexión de 1½”.

3. Sistema clase III

Para este tipo de sistema el caudal mínimo requerido será de 500 gpm (1893 l/min). La presión mínima deberá ser de 100 psi para la conexión de 2½” y de 65 psi para la conexión de 1½”.

Existe una clasificación de caudales para los sistemas de gabinetes de acuerdo al tipo de riesgo que atenderá, esta clasificación se presenta a continuación la tabla

*Cuadro 10. Requisitos de abastecimiento de agua para sistemas de gabinete*

Caudal y tiempo de almacenamiento			
Clasificación de la ocupación	Mangueras interiores (gpm)	Mangueras interiores y exteriores (gpm)	Duración en minutos
Riesgo leve	0-50 ó 100	120	30
Riesgo ordinario	0-50 ó 100	250	60-90
Riesgo extra	0-50 ó 100	500	90-120

**Fuente:** NFPA (National Fire Protection Association)

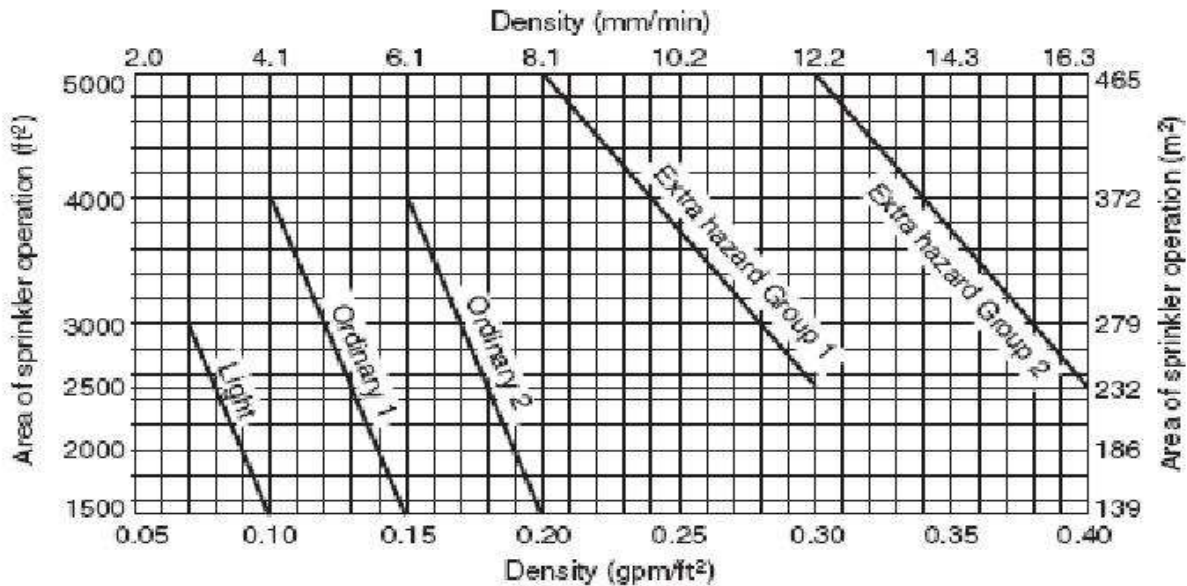
### c) Métodos de diseño y cálculo hidráulico

Para ocupaciones de riesgo leve deben utilizarse rociadores de respuesta rápida.

#### 1. Método de cálculo hidráulico.

El suministro de agua requerida exclusivamente para rociadores debe calcularse a partir de las curvas área/densidad de la Ilustración 2. Los cálculos deben satisfacer cualquier punto individual ubicado sobre la curva correspondiente. A esta cantidad de agua habrá que adicionarle la demanda para mangueras determinada según la Tabla 11.

*Ilustración 1. Curvas área/densidad*



*Cuadro 11. Requisitos de demanda para chorros de manguera*

Clasificación de la ocupación	Mangueras interiores (gpm)	Duración en minutos
Riesgo leve	0-50 ó 100	30
Riesgo ordinario	0-50 ó 100	60-90
Riesgo extra	0-50 ó 100	90-120

**Fuente:** NFPA

**Pérdidas por fricción:** Para determinar las pérdidas por fricción en las tuberías debe utilizarse la fórmula de Hazen-Williams.

Tabla 12. Valores de C de Hazen-Williams

Tubería	C
Fundición de hierro sin recubrimiento interior	100
Acero negro (sistema de tubería seca)	100
Acero negro (sistema de tubería húmeda)	120
Galvanizada	120
PVC	150
Cobre o acero inoxidable	150
Fundición de hierro revestida de cemento	140

Fuente: NFPA 14.

3. Longitudes de tubería equivalente para accesorios. Para determinar la longitud equivalente de tubería para accesorios y dispositivos debe utilizarse la tabla 13

Cuadro 13. Longitudes equivalentes para tuberías de acero, C=120

Accesorios expresados en pies equivalentes de tubería										
Accesorios	¾	1	1 1/4	1 ½	2	2 1/2	3	4	5	6
Codo 45°	1	1	1	2	2	3	3	4	5	7
Codo 90°	2	2	3	4	5	6	7	10	12	14
T o cruz	4	5	6	8	10	12	15	20	25	30

Fuente: Etapas de diseño

4. Procedimiento de diseño.

a) El área de diseño debe ser el área de mayor demanda hidráulica.

b) Las tuberías del sistema deben ser diseñadas hidráulicamente utilizando densidades de diseño y áreas de operación de acuerdo con las curvas área/densidad.

c) La densidad debe calcularse sobre la base del área de operación de los rociadores. El área cubierta por cualquier rociador utilizado en el diseño y cálculo hidráulico, debe ser la resultante de multiplicar las distancias horizontales medidas entre los rociadores del ramal y entre los ramales.

d) Cada rociador en el área de diseño y en el resto del sistema diseñado hidráulicamente, debe descargar a una tasa de flujo por lo menos igual al mínimo



de aplicación de agua estipulada multiplicado por el área de operación de los rociadores. Los cálculos deben comenzar en el rociador hidráulicamente más remoto. La descarga de cada rociador debe basarse en la presión calculada en ese rociador.

e) Calcular las pérdidas por accesorios, basándose en la longitud equivalente de la tubería del tramo donde esté incluido el accesorio.

f) Debe excluirse la pérdida por fricción de los accesorios conectados directamente a un rociador.

### 3. DISEÑO METODOLÓGICO

Los sistemas descritos se caracterizaban por la antigüedad de las infraestructuras de tratamiento, tuberías del sistema de distribución afectando a la presión y a la capacidad de satisfacer la demanda.

El volumen total de agua para edificaciones se determina en función del tipo de edificación y su respectiva unidad de medida, se deberá sacar el total de la unidad de medida en cuestión y se multiplicará por la dotación asignada según su uso. Ver anexo 1

#### 3.1 Acometida

El cálculo del diámetro de la tubería de acometida se determina en función del volumen total necesario para la edificación, en un tiempo de llenado entre 2 y 4 horas, cumpliendo con velocidades mínimas y máximas. Así mismo, se debe calculara las perdidas por fricción, con el propósito de verificar si la presión será suficiente para el correcto abastecimiento.

Para el cálculo del caudal se utilizará la siguiente ecuación:

*Ecuación 1. Cálculo de caudal*

$$Q = \frac{V_o}{T} * \frac{1}{3600}$$

Dónde:

**Q:** Caudal en metro cúbico por segundo

**Vo:** Volumen en m<sup>3</sup>

**T:** Tiempo en horas

Obteniendo el caudal de la ecuación anterior, se propondrá un diámetro de tubería de acometida y se calculará la velocidad a través de la ecuación de continuidad.

## *Ecuación 2. Ecuación de Continuidad*

$$V = \frac{Q}{A}$$

Dónde:

**V:** Velocidad en metros por segundo

**Q:** Volumen en m<sup>3</sup> por segundo

**A:** Sección transversal de tubería en m<sup>2</sup>

Por último, se calcularán las pérdidas de energía a través de la ecuación de Hazen-William.

## *Ecuación 3. Ecuación de Hazen-William*

$$hf = \frac{10.67 L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}}$$

Dónde:

**hf:** Perdida de energía en metros

**L:** Longitud de tubería en metros

**C:** Coeficiente de Hazen - William (depende del material de la tubería)

**Q:** Caudal en m<sup>3</sup> por segundo

**D:** Diámetro de tubería en metros

### **3.1.1. Almacenamiento**

Se debe escoger el tipo de sistema de almacenamiento según las características del proyecto. El dimensionamiento de la obra de almacenamiento del agua dependerá del volumen de agua a consumir y del estilo del tanque (circular o rectangular). Se propondrán las dimensiones hasta obtener el volumen deseado.

### 3.1.2. Dimensionamiento de tuberías

#### 3.1.2.1. Velocidad

Se propondrá un diámetro de tubería y se calculará la velocidad a través de la ecuación 2 cumpliendo con el rango de velocidad permitida descrito en la sección.

#### 3.1.2.2. Caudales de diseño

Para el cálculo de los caudales de diseño se hará uso de la tabla 1. Se seleccionará la unidad de accesorio de acuerdo al tipo de artefacto, su clasificación y su uso. Dicho valor se ingresará en las siguientes formulas según la cantidad de unidades de accesorio y si corresponde a artefactos con fluxómetro o no.

*Ecuación 4. Caudal para unidades de accesorio menor a 100 sin fluxómetro*

$$Q = 0.13(UA)^{0,669}$$

*Ecuación 5. Caudal para unidades de accesorio entre 100 y 1200 sin fluxómetro*

$$Q = 0.0145(UA) + 1.39 - 2.83 \times 10^{-6}(UA)^2$$

*Ecuación 6. Caudal para unidades de accesorio menor a 150 con fluxómetro*

$$Q = 0.68(UA)^{0,4}$$

*Ecuación 7. Caudal para unidades de accesorio entre 150 y 1200 con fluxómetro*

$$Q = 0.0122(UA) + 3.37 - 2.15 \times 10^{-6}(UA)^2$$

*Ecuación 8. Caudal para unidades de accesorio mayor a 1200 para ambos casos*

$$Q = 0.121(UA)^{0,676}$$

### **3.1.2.3. Pérdida de carga**

#### a) Pérdida de carga en tuberías

Se calcularán las pérdidas de energía de cualquier tubería a través de la ecuación 3

#### b) Pérdida de carga de accesorios

1. Longitud equivalente con tabla. Ver anexo 2.

Se escogerán los accesorios a utilizar en función de su diámetro correspondiente y el valor correspondiente será equivalente a la longitud de tubería.

Con el propósito de agilizar los cálculos, se podrá aumentar la longitud de la tubería con un factor de 50%.

### **3.1.2.4. Presiones**

Realizado todo el levantamiento se seleccionó una ruta crítica, es decir, se escogió la ruta con mayor pérdida de carga por fricción desde el punto de descarga del artefacto, hasta el punto de abastecimiento. La sumatoria de carga será la presión mínima que necesita el sistema para que el fluido llegue a todos los artefactos.

En la tabla 1 se puede apreciar la presión mínima que necesita un determinado artefacto para su correcto funcionamiento, si un artefacto no llegara a cumplir con dicho requerimiento, este se convirtió en una nueva ruta crítica y se hará nuevamente el cálculo para satisfacer dicha presión.

La resultante entre la sumatoria de pérdida por fricción, presión mínima en el artefacto y altura estática desde el punto de abastecimiento hasta el punto de descarga del artefacto de la ruta crítica, establecerá la presión mínima que debe asegurar el sistema.

### **3.1.2.5 Equipo de bombeo**

#### **3.1.2.5.1 Tanque hidroneumático**

**Artículo 6.7.2-3** Dimensionamiento. El volumen total del tanque hidroneumático se puede determinar según las siguientes expresiones:

Para sistemas no precargados:

*Ecuación 9. Volumen de tanque para sistemas no precargados*

$$V_{th} = 1800 \frac{QP_{max}}{Co(P_{max} - P_{min})}$$

**Dónde:**

**V<sub>th</sub>:** Volumen del tanque hidroneumático (litros)

**Q:** Caudal del sistema de bombeo (L/s)

**P<sub>max</sub>:** Presión absoluta máxima de operación del tanque

**P<sub>min</sub>:** Presión absoluta mínima de operación del tanque

**P<sub>a</sub>:** Presión atmosférica

**Co:** Ciclos/hora de operación de las bombas

El volumen calculado según las fórmulas anteriores incluye un 10% adicional para asegurar el sello de los tubos de entrada y salida del líquido. Además, en el caso de instalaciones con compresor, incluye un 10% adicional como margen de seguridad contra posibles pérdidas de aire en el sistema.

**Artículo 6.6.2-3.** La potencia de la bomba podrá calcularse mediante la siguiente ecuación:

*Ecuación 10. Cálculo de potencia de bomba*

$$P = \frac{pgQH}{1000n}$$

**Dónde:**

**P:** Potencia absorbida por la bomba (kW)

**H:** Presión desarrollada por la bomba (mca)

**Q:** Caudal que suministrara la bomba (L/s)

- p:** Densidad del agua (kg/m<sup>3</sup>)  
**g:** Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)  
**n:** Eficiencia de la bomba (%)

## 3.2. Aguas residuales

### 3.2.1 Caudal de diseño

De forma similar a los sistemas de abastecimiento de agua potable, los sistemas de drenaje de aguas residuales se dimensionarán utilizando el concepto del caudal máximo probable. El método de Hunter, explicado en la sección 6.3.3, puede utilizarse también para estimar los caudales de descarga de aguas residuales.

Para estimar el caudal de diseño se utilizarán las ecuaciones 6, 7 y 8, mencionadas anteriormente.

### 3.2.2 Velocidad de diseño

Para el cálculo de la velocidad de diseño se utilizará la ecuación de Manning:

*Ecuación 11. Cálculo de velocidad con Manning*

$$V = \frac{1}{n} (Rh)^{2/3} S^{1/2}$$

Donde,

**V:** Velocidad de diseño del colector (m/s)

**n:** Coeficiente de rugosidad de Manning

**Rh:** Radio hidráulico (m)

**S:** Pendiente del conducto (m/m)

*Ecuación 12. Radio hidráulico para mitad de tubería circular*

$$Rh = \frac{D}{4}$$

### 3.2.3 Dimensionamiento de tuberías

Primer método:

1. Una vez obtenido el caudal de diseño se propondrán diámetros de tuberías y pendientes según tabla.
2. El resultado de la velocidad deberá estar en el rango permisible según Artículo 7.3.3-1 (b).
3. Se deberá calcular el tirante del colector, este se obtiene de la siguiente manera:

*Ecuación 13. Cálculo del tirante del colector*

$$\frac{y}{d} = \frac{Q_{diseño}}{Q_{lleno}}$$

Dónde:

$\frac{y}{d}$  : Tirante del colector

**Qlleno:** Caudal lleno (se obtiene despejando la ecuación 2)

**Qdiseño:** Caudal de diseño

El tirante del colector deberá cumplir la condición estipulada en la sección 5.2.2.2 inciso c, Artículo 7.3.3-1.

El diámetro de la tubería será válido si cumple con todas las condiciones anteriores.

### 3.2.4 Dimensionamiento de trampas de grasa

Para el dimensionamiento de las trampas de grasa se deberá calcular los caudales provenientes de los patries. Una vez obtenido el caudal se escogerá la trampa de grasa con la siguiente tabla:



Cuadro 14. Dimensiones de trampa de grasa

GPM	10	20	25	35	50
A	44.4 cm	<b>60 cm</b>	78.7 cm	78.7 cm	78.7 cm
B	36.5 cm	44.4 cm	59.7 cm	59.7 cm	59.7 cm
C	8.9 cm	8.9 cm	10.1 cm	12.7 cm	12.7 cm
D	32.5 cm	32.5 cm	17.8 cm	31.8 cm	47 cm
E	41.4 cm	41.4 cm	27.9 cm	44.4 cm	59.7 cm

Fuente: Manual técnico trampa grasa

### 3.3. Aguas pluviales

#### 3.3.1. Cálculo de caudal por el método racional

El caudal de las aguas pluviales se calculará mediante el método racional:

*Ecuación 14. Cálculo de caudal por el método racional*

$$Q=0.2778CIA$$

Donde,

**Q:** Caudal de diseño de la tubería, bajante o canal de desagüe (m<sup>3</sup>/s)

**C:** Coeficiente de escorrentía superficial (adimensional)

**I:** Intensidad de la lluvia (mm/hora)

**A:** Área de drenaje tributaria (km<sup>2</sup>)

El coeficiente de escorrentía se calculará mediante la tabla ubicada en el anexo 4.

La intensidad de lluvia se obtendrá a través de las curvas IDF proporcionadas por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER).

El área de drenaje tributaria corresponde a las zonas del techo y superficie de rodamiento del parqueo.

### 3.3.2. Velocidad de diseño

Considerando el tipo de material del cual estará hecha la tubería, se verificará que se cumpla con una velocidad mínima de 0.6 m/s y una máxima de 3 m/s.

### 3.3.3. Pendiente de tuberías

Las pendientes serán definidas de manera tal que se permita cumplir con rangos de velocidades recomendados.

### 3.3.4. Dimensionamiento de canales, bajantes y tuberías soterradas

Al conocer el caudal de escorrentía proveniente de área de techo y superficie de rodamiento de parqueo se procederá al cálculo hidráulico de dichos elementos.

Las ecuaciones utilizadas en los cálculos hidráulicos son la ecuación 3 y 4 mencionadas anteriormente.

*Ecuación 15. Radio hidráulico*

$$Rh = \frac{A}{Pm}$$

*Ecuación 16. Cálculo número de Froude*

$$F = \frac{V}{\sqrt{g * D}}$$

*Ecuación 17. Cálculo de la profundidad hidráulica del flujo*

$$D = \frac{A}{T}$$

Dónde:

**F:** Número de Froude, efecto de las fuerzas inerciales y las fuerzas gravitacionales sobre el estado del flujo. Adimensional.

**V:** Velocidad media del flujo en m/s.

**D:** Profundidad hidráulica del flujo en metros

**g:** Aceleración de la gravedad constante, (9.81 m/s<sup>2</sup>).

F = 1 Flujo Crítico.

F < 1 Flujo Subcrítico.

F > 1 Flujo Supercrítico.

#### **3.3.4.1 Cálculo de canales de techo y canales con rejilla**

Los canales de techo y canales de rejilla tendrán una estructura rectangular por lo que se utilizarán las siguientes ecuaciones:

*Ecuación 18. Área hidráulica para sección rectangular*

$$A = B * H$$

*Ecuación 19. Perímetro mojado para sección rectangular*

$$Pm = B + 2 H$$

#### **3.3.4.2 Cálculo de bajantes y tuberías soterradas**

Los bajantes y tuberías soterradas tendrán una estructura circular por lo que se utilizarán las siguientes ecuaciones:

*Ecuación 20. Área hidráulica para sección circular*

$$A = \frac{(\pi D^2)}{4}$$

*Ecuación 21. Perímetro mojado para sección circular*

$$Pm = 2 \pi R$$

### **3.4. Sistema contra incendios**

#### **3.4.1. Sistema de rociadores**

##### **3.4.1.1. Selección del rociador**

El primer paso para el diseño del sistema de supresión es la selección del rociador a utilizar, la norma NFPA 13 (*Standard for installation of sprinkler systems*), establece que para ocupaciones de riesgo leve los rociadores deben ser de respuesta rápida.

Luego es necesario establecer el rango de temperatura de activación del rociador, rango que depende de las características de la edificación; teniendo en cuenta que la biblioteca no presenta sistemas de calefacción, tubería de vapor ni otros elementos que transmitan calor al ambiente y las recomendaciones dadas por la norma, se establece un rango de temperatura de activación ordinaria, clasificación que está comprendida entre 55 a 77 °C (ver tabla 9).

##### **3.4.1.2. Ubicación de rociadores**

La distribución de los rociadores se hizo teniendo en cuenta las recomendaciones hechas por la NFPA en cuanto espaciamiento entre rociadores, rociadores y paredes, distanciamiento a obstrucciones (columnas), disposición de ductos y rejillas del sistema de aire acondicionado y lámparas.

##### **3.4.1.3. Cálculo del área de diseño**

##### **3.4.1.4. Determinación de la densidad de descarga en el área de diseño**

Para la determinación del área de diseño se tuvo en cuenta las recomendaciones hechas por la norma NFPA 13, la cual establece como área mínima de diseño para riesgo leve, 139  $m^2$ .

Utilizando la curva área/densidad (ver ilustración 2) se obtiene el valor de la densidad de descarga para el área de diseño.

## a) Diseño de ramales y transversales

### 3.4.1.5. Número de rociadores a actuar

Para determinar el número de rociadores a actuar, se tomó un área de cobertura del rociador promedio.

*Ecuación 22. Numero de rociadores*

$$\text{Rociadores totales a calcular} = \frac{\text{Área de diseño}}{A_s}$$

### 3.4.1.6. Descarga mínima por rociador

*Ecuación 23. Descargar mínima por rociadores*

$$Q = \varphi * A_s$$

Dónde:

**Q:** Caudal del rociador (gpm)

**$\varphi$ :** Densidad de descarga en el área de diseño (gpm/m<sup>2</sup>)

**A<sub>s</sub>:** Área de cobertura del rociador promedio (m<sup>2</sup>)

### 3.4.1.7. Diseño de la red de tubería

El diseño de los ramales y transversales es decisivo para lograr una uniformidad en la descarga. Esta sólo se consigue al tener la presión en los rociadores lo más parecida posible. Por lo tanto, las pérdidas por fricción en las tuberías deben reducirse al máximo.

La selección de los diámetros de la tubería en las diferentes partes del sistema es un proceso de prueba y error. Se supone un diámetro (empezando por el menor diámetro comercial) y se calculan las pérdidas; si las pérdidas son aceptables el

diámetro es el adecuado, de lo contrario se prueba con el siguiente diámetro comercial.

Se deben establecer criterios de uniformidad en la descarga para poder establecer si las pérdidas son aceptables, para este diseño se tomó como criterio de uniformidad en la descarga una diferencia del 20% entre los rociadores de menor y mayor descarga.

#### **b) Diseño de la tubería de alimentación**

La tubería de alimentación es la encargada de suministrar agua a los rociadores, el diseño solo implica el cálculo de pérdida para el posterior cálculo de la cabeza de la bomba y de la presión de diseño.

#### **c) Diseño de la tubería de succión**

La tubería de alimentación es la encargada de suministrar agua a los rociadores, el diseño solo implica el cálculo de pérdida para el posterior cálculo de la cabeza de la bomba y de la presión de diseño.

Para garantizar el buen funcionamiento de la bomba debe evitarse la cavitación, para ello deben seguirse ciertas recomendaciones como las siguientes:

1. El diámetro de la tubería debe ser como mínimo un tamaño comercial mayor al de la succión de la bomba.
2. Debe conectarse la bomba con la fuente de abastecimiento en la forma más directa posible.
3. Cada bomba debe tener su tubería de succión separada e individual

#### **3.4.1.8. Selección de la bomba**

La selección de la bomba es un factor determinante en el costo de funcionamiento. Las bombas se seleccionan básicamente por cabeza y caudal; el caudal para su selección es la suma de los caudales de descarga de los rociadores. La cabeza de la bomba será la suma de la cabeza de trabajo de los rociadores, de las pérdidas

por fricción desde el rociador más lejano hasta la succión y de las diferencias de nivel.

### **3.4.2 Sistema de gabinetes**

El sistema de gabinete está conformado por equipo manejillo de puerta, extintores, válvulas de 2 ½ y mangueras de 30 metros. Conectado a tuberías metálicas, la estructura del gabinete son metálicas de acero inoxidable.

#### **3.4.2.1 Diseño de la red de tubería**

##### a) Diseño de la tubería de alimentación

La NFPA establece un diámetro mínimo de 2 pulgadas para la tubería de alimentación de los gabinetes. El diseño solo implica el cálculo de pérdida para el posterior cálculo de la cabeza de la bomba y de la presión de diseño.

##### b) Diseño de la tubería de succión

Para la tubería de succión hay que tener en cuenta las recomendaciones hechas anteriormente para esta tubería.

### **3.4.3. Fuente de alimentación**

Para el sistema contra incendio tanto rociadores como gabinetes, utilizarán como única fuente de alimentación un tanque subterráneo que cumpla con los requerimientos de caudal, que a su vez será alimentado por la red de suministro local.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Descripción de la obra a realizar

En el hospital doctor Humberto Alvarado Vásquez se realiza el estudio de los sistemas hidrosanitario, pluvial y contra incendio se pretende hacer el rediseño y estimación de presupuesto, planos.

En las colindancias del proyecto existen redes de agua potable, alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial de ENACAL, por tal razón, no será necesaria la construcción de una fuente de agua potable ni una planta de tratamiento de aguas residuales.

### 4.2. Agua potable

#### 4.2.1. Descripción del sistema de agua potable

Los sistemas de agua potable se encuentran casi en su totalidad en buen estado, manteniendo ciertas irregulares en medicina mixta, cirugía mixta y aislamiento pediatría y gineco obstetricia, pueden ser un cambio a ejecutar, no solamente cambios en el sistema de consumo así, en desagüe sanitario.

#### 4.2.2. Dotación

Considerando que el proyecto corresponde a edificaciones para hospitales, con áreas bien definidas, el cálculo del consumo se tomaron los valores de la tabla de dotaciones mínimas (Ver anexo 1).

Paciente diarios	200	600 l/pers/día	120,000 l/día
Paciente internos	200	600 l/pers/día	120,000 l/día
Administración	20	90 l/pers/día	1,800 l/día
Médicos	80	90 l/pers/día	7,200 l/día



Mantenimiento	8	90 l/pers./día	720 l/día
Limpieza	6	200 l/pers./día	1,200 l/día
Cocina	3	500 l/pers./día	1500 l/día
Lavandería	4	5000 l/pers./día	20,000 l/día
<b>Total</b>			<b>272,420.000 l/día</b>

### 4.2.3. Acometida

La acometida de agua potable del Hospital constará de un medidor ubicado en la entrada del proyecto el cual le pertenecerá al ENACAL.

Para abastecer la edificación se realizará un acople directamente en la línea de ENACAL la cual es de 6" PVC con un nivel de conexión de -1 metro, donde la presión es de 28 metros columna de agua, desde este punto se construirá una línea de conducción el cual está ubicado el medidor en la entrada del proyecto, se conducirá el agua por medio de una tubería de PVC y tendrá como nivel de descarga final 0.3 metros para las cisternas ubicada cerca del cuarto de máquina.

Para conducir el caudal demandado por el hospital y sus sistemas conexos, se definió una línea de Conducción de 180 m de longitud aproximadamente y 100 mm (4") de diámetro.

Se presenta el ejemplo de cálculo de red de acometida para un tiempo de llenado de 8 horas.

a) Se calculará el caudal entrante necesario para la edificación haciendo referencia a la ecuación 1 del documento:

$$Q_{ent} = \frac{272.420 \text{ m}^3}{8h} * \frac{1000 \text{ l}}{1\text{m}^3} * \frac{1h}{3600s} = 9.46 \text{ l/s} = 0.0095 \text{ m}^3/\text{s}$$

b) Se propone un diámetro de tubería, en este caso será de 100 mm (0.1 m) cuya sección transversal es  $7.854 \times 10^{-3} \text{ m}^2$  y se verificará que cumpla con la velocidad a través de la ecuación 2:

$$V = \frac{0.0095 \text{ m}^3/\text{s}}{7.854 \times 10^{-3}} = 1.21 \text{ m/s}$$

c) Verificando que la velocidad cumpla con la norma establecida mediante el diámetro propuesto, se procede al cálculo de las pérdidas a través de la ecuación .3 mencionada en este documento:

$$h_f = \frac{10.67 * 180\text{m} * (0.0095\text{m}^3/\text{s})^{1,852}}{150^{1,852} * 0.1 \text{ m}^{4,87}} = 2.39 \text{ m}$$

d) La carga total dinámica resultará ser la suma de la altura estática de las tuberías sumada con las pérdidas por fricción de la tubería, dicho valor se le restará a la presión pública y el valor obtenido será la presión de descarga:

$$P_{des} = 22\text{m} - (2.39\text{m} + 0.7) = 18.91 \text{ m}$$

#### 4.2.4. Almacenamiento

Resulta un consumo promedio diario de  $272.42 \text{ m}^3/\text{día}$ , Se deberá agregar un volumen adicional de agua para el sistema contra incendios de  $64 \text{ m}^3/\text{día}$ , este valor se detallará en los resultados del sistema contra incendio.

Cuadro 15. Consumo promedio diario para el hospital y el sistema contra incendios

N°	Descripción	CPD (m <sup>3</sup> )
1	Hospitales	272.42
2	Sistema contra incendios	64.00
TOTAL		336.42

Fuente: Elaboración propia.

Para cumplir con los requerimientos de demanda se propone una cisterna de almacenamiento de las siguientes dimensiones.

*Cuadro 16. Dimensiones de cisterna*

N°	Dimensiones Cisterna	Unidades	Valor
1	Profundidad útil	M	3
2	Ancho	M	6.8
3	Largo	M	16.6
4	Volumen total de almacenamiento	M <sup>3</sup>	338.64

**Fuente:** Elaboración propia

Se definió una cisterna de concreto con las siguientes dimensiones internas: 3 m de profundidad, 7 m de ancho y 16.6 m de largo = 348.60 m<sup>3</sup>.

#### **4.2.5. Dimensionamiento de tubería**

##### **4.2.5.1 Dosificación de cloro**

Se recomienda usar dióxido de cloro para la desinfección del cloro, almacenada en las cisternas, la cual será distribuida por hipoclorador constante. Usando soluciones madre del producto, prefiriendo el de estado líquido.

Se presentan en solución para desinfección en la tabla 19. Se utiliza la dotación según caudal de consumo, para número de población, para número de viviendas.

*Cuadro 17. oluciones de hipoclorito de sodio*

Caudal	Calculo Analiticos( gramos)			Sugerencia	
	Gotero denominación 8 l.p.h	Gotero denominación 4.00 l.p.h	Gotero denominación 2.00 l.p.h	Para No de pobla	Para de No de viviendas
0.10	103.81	96.40	207.69	144	24
0.15	157.72	144.60	311.54	216	43
0.20	207.63	192.80	415.38	288	58
0.25	259.53	240.99	519.23	360	72
0.30	311.44	289.19	623.08	432	86
0.35	363.35	337.89	726.92	504	101
0.40	415.25	386.59	830.77	576	115
0.45	467.16	433.79	934.62	648	130
0.50	519.06	481.99	1034.46	720	144
0.55	570.97	530.19	1142.31	792	158
0.60	622.88	578.39	1246.15	864	173
0.65	674.78	626.59	1350.00	936	187
0.70	722.98	674.78	1453.00	1008	202
0.75	778.60	722.98	1557.69	1080	216
0.80	830.50	771.18	1661.54	1152	230
0.85	882.41	819.38	1765.38	1224	245
0.90	934.32	867.58	1869.23	1296	254
0.95	986.22	915.78	1973.08	1368	274
1.00	1038.13	963.98	2076.92	1440	288
1.05	1090.04	1012.18	2180.77	1512	302
1.10	1141.91	1060.37	2284.62	1584	317
1.15	1193.85	1108.57	2388.46	1656	331
1.20	1245.76	1156.77	2492.31	1728	346
1.25	1297.66	1204.97	2596.15	1800	360
1.30	1359.57	1253.17	2700.00	1872	374
1.35	1401.47	1301.37	2803.85	1944	384
1.40	1453.38	1349.57	2907.69	2016	403

**Fuente:** Desinfección del agua

*Cuadro 18. Dosificación de hipoclorito calcio*

<b>Volumen de agua a Desinfectar</b>	<b>Cantidad de cloro líquido a agregar en tiempo normal</b>	<b>Cantidad de cloro líquido a agregar en emergencia</b>
1 Litro ½ gota 1 gota	½ gota	1 gota
2 Litros 1 gotas 1 ½ gotas	1 gotas	1 ½ gotas
1 Galón 1 ½ gotas 3 gotas	1 ½ gotas	1 ½ gotas

5 Litros 2 gotas 4 gotas	2 gotas	4 gotas
10 Litros 4 gotas 8 gotas	4 gotas	8 gotas
20 Litros	8 gotas	16 gotas
100 Litros (25 Galones)	40 gotas (2 mililitros)	4 mililitros (½ tapita)
200 Litros (50 Galones)	4 mililitros (½ tapita)	8 mililitros (1 tapita)
1000 Litros (250 Galones)	20 mililitros (2 ½ tapitas)	40 mililitros (5 tapitas)

**Fuente:** Desinfección del agua

*Cuadro 19. Dosificación hipoclorito de cloro*

Si la concentración es de 10% (100000 mg/L)

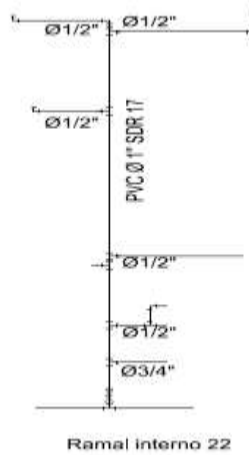
<b>Volumen de agua a Desinfectar</b>	<b>Cantidad de cloro líquido a agregar en tiempo normal</b>	<b>Cantidad de cloro Líquido a agregar en emergencia</b>
1 Litro	2 gotas	4 gotas
2 Litros	½ gota	1 gota
1 Galón	1 gota	1 ½ gotas
5 Litros	1 gota	2 gotas
10 Litros	2 gotas	4 gotas

**Fuente:** Desinfección del agua

#### 4.2.5.2 Caudales de diseño

Se calculan los caudales de diseño de todas las redes de abastecimiento, en este caso sería solamente los pabellones A, B y C haciendo un total de 26 redes internas

*Ilustración 2. Distribución de la red 22*



**Fuente:** Elaboración propia

A continuación, se muestra un pequeño ejemplo del cálculo de caudal para una red:  
**a).** Se abastecerá los artefactos que pertenecen dos cuartos del hospital. Conociendo esta información, se hará uso de la tabla 1 y se obtendrá el valor de las unidades de accesorios (UA)

*Ilustración 3. Esquema de unidades del tramo*

3 inodoros con tanque	3 lavamanos	
	2 ducha	2 panas patries

**b).** Una vez obtenido la cantidad de unidades de accesorio totales de la red, se verifica en la red que predomina los artefactos con fluxómetro, esto con el fin de escoger la ecuación a utilizar mencionado en la sección 6.1.4.2. de este documento.

**c)** Los accesorios en mención son de uso público, con un total de 37 unidades de accesorio.

**d)** Con 37 unidades de accesorio y un sistema donde no predominan los artefactos con fluxómetro, el caudal de diseño se calcula mediante la ecuación 4.

#### Ecuación 4. Cálculo de caudal

$$Q = 0.13 * 37^{0.669} = 1.45 \text{ l/s}$$

Se presentan las tablas de resumen del cálculo de caudal de diseño elaboradas en la herramienta Excel para la red completa de agua potable.

Cuadro 20. Caudal de diseño de la red completa de agua potable

N°	Artefacto	Tipo	Uso	Numero	Unidades Accesorio (UA)	Total UA	Gasto Agua Potable (l)
Agua potable	Inodoro con tanque	Publico	Publico	48	5	240	
	Lavamanos	Publico	Publico	42	2	84	
	Ducha	Publico	Publico	39	4	156	
	Pana pantry	Publico	Publico	41	5	205	
Total				170		685	11.32

Fuente: Elaboración propia

En esta red no predominan los artefactos sin fluxómetro y sus unidades de accesorio se encuentran entre 100 y 1200, por lo cual se hizo uso de la ecuación 5.

#### 4.2.5.2. Cálculo de red

El cálculo de la red tiene como objetivo la determinación del diámetro de las tuberías, para su obtención, entraran en juego factores tales como la velocidad del fluido y la pérdida originada en la tubería.

Como se mencionó en el artículo 6.3.2.1. de la normativa utilizada, la velocidad del fluido debe estar en un rango permisible, por otra parte, si se analiza la ecuación 2, se evidencia que la velocidad es inversamente proporcional a la sección transversal de la tubería, dicho esto, se deberá tener el cuidado en la selección del diámetro.

En contraste, el otro factor a analizar será las pérdidas por fricción de la tubería, cuyo valor está dado por la ecuación 3. Si se analiza dicha ecuación, se evidencia que la pérdida por fricción es inversamente proporcional al diámetro de la tubería.

Ciertamente la pérdida es un valor que debe ser el menor posible, con el fin de ahorro de costos en obras de abastecimiento, ya sea la obtención de una bomba de mayor potencia para impulsión del fluido o bien, mayor altura de tanque en caso de abastecimiento por gravedad.

Al momento de escoger los diámetros, se deberá hacer un balance, fundamentalmente entre la velocidad y las pérdidas por fricción. En segundo orden, los diámetros serán elegidos con el propósito del mayor ahorro de costos posibles. El procedimiento del cálculo de la red tendrá una metodología de tanteo y se hará a través de la herramienta Excel, con el objetivo de simular todos los diámetros posibles y hacer la elección más prudente en cuanto a lo escrito anteriormente.

A continuación, se muestra el ejemplo para el cálculo correcto de los diámetros de las tuberías de los ramales externos.



Cuadro 21. diseño de ramales externos (anillos) de agua potable

Tramo		Artefacto Tramo	Artefacto. Acomul.	U. Acce. Tramo	U. Acce. Acomul.	Gasto Probable l/s	Diámetro de cálculo (mm)	Diámetro comercial m	Velocidades m/s	Longitud			H.F. Tramo m
Nodo Inicial	Nodo Final									Real	Equiv.	Total	
AB29	Nodo 3	57	57	237	237	4.67	49.77	50	2.4	21.52	5	26.52	2.76
Nodo3	Nodo2	0	57	0	237	4.67	49.77	50	2.4	5	10	15	1.56
AB12	Nodo2	42	42	164	401	6.75	62.50	63	2.2	13	5	18	1.20
Nodo2	Nodo19	0	42	0	401	6.75	62.50	63	2.2	6	10	16	1.07
AB19	Nodo19	67	67	17	418	6.96	62.50	63	2.2	21.52	5.11	26.63	1.88
Nodo19	Tanq.H	0	67	37	455	7.40	62.50	63	2.4	18	7.22	25.22	2.00

Fuente: Elaboración propia

Se describe brevemente los datos reflejados en la tabla anterior:

**a)** Enumerar los tramos de la red: La enumeración de los tramos de la red consiste en asignar valores numéricos con un orden ascendente desde el punto de inicio hasta los artefactos más lejanos.

**b)** Artefactos: Según el tramo analizado se verifica la cantidad de artefactos que están incluidos en él, se analizará si hay artefactos acumulados o si se trata de un tramo cabecero.

**c)** Unidades de accesorio: Según el tramo analizado se verifica la cantidad de unidades de accesorio que están incluidos en él, se analizará si hay unidades de accesorio acumulados o si se trata de un tramo cabecero.

**d)** Gasto probable: Se calcula el caudal con respecto a las unidades de accesorio acumulada del tramo en cuestión.

**e)** Diámetro de cálculo: Con el fin de tener un diámetro cercano al verdadero, se calcula un diámetro teórico que estará condicionado a una velocidad prudente de 1.5 m/s

**f)** Diámetro comercial: Una vez obtenido el diámetro teórico se estima un diámetro comercial cercano al diámetro teórico y se verificará la nueva velocidad para revisar el cumplimiento del rango permisible de la velocidad.

**g)** Pérdidas del tramo: Para el cálculo de las pérdidas por fricción se utilizará la ecuación 3.

A continuación, se presentan los croquis y las tablas de resumen de los cálculos de la red de agua potable hasta su punto inicial de descarga. Estos valores serán de vital importancia para el cálculo de su respectivo equipo de bombeo

Cuadro 22. diseño de ramales internos de agua potable

Tramo		Artefacto Tramo	Artefacto. Acomul.	U. Acce. Tramo	U. Acce. Acomul.	Gasto Probable l/s	Diámetro de cálculo (mm)	Diámetro comercial m	Velocidades m/s	Longitud			H.F. Tramo m
Nodo Inicial	Nodo Final									Real	Equiv.	Total	
25	26	2	2	10	10	0.61	19.23	19	2.1	1.9	1.4	3.3	0.87
26	27	3	5	18	28	1.21	24.82	25	2.5	6,48	3.6	10.08	2.51
27	28	6	11	22	50	1.78	32.10	32	2.2	13	4.1	17.1	2.62
28	AB29	6	17	22	72	2.27	38.01	38	2.0	18,17	5.11	23.28	2.43
24	23	4	21	17	89	2.62	38.01	38	2.3	21,39	5.11	26.5	3.60
23	22	8	29	37	126	3.17	49.77	50	1.6	7,09	5	12.09	0.62
22	21	13	42	50	176	3.85	49.77	50	2.0	9,75	5	14.75	1.08
21	20	10	52	39	215	4.38	49.77	50	2.2	14,51	5	19.51	1.80
20	AB29	3	55	14	229	4.56	49.77	50	2.3	5,67	1.7	7.37	0.74
17	18	6	6	22	22	1.03	24.83	25	2.1	13	3.6	16.6	3.07
18	AB19	6	12	22	44	1.63	32.10	32	2.0	18,17	5.11	23.28	3.05
16	15	5	17	24	68	2.19	38.01	38	1.9	13,92	5.11	19.03	1.85
15	14	13	30	50	118	3.06	49.77	50	1.6	9,75	5	14.75	0.70
14	13	10	40	39	157	3.60	49.77	50	1.8	14,57	6.7	21.27	1.37
13	AB19	3	43	14	171	3.79	49.77	50	1.9	5,76	5	10.76	0.76
9	10	7	7	32	32	1.32	32.10	32	1.6	13,45	4.1	17.55	1.55
10	11	6	13	22	54	1.87	32.10	32	2.3	13	4.1	17.1	2.89
11	AB12	6	19	22	76	2.36	38.01	38	2.1	18,17	4.1	22.27	2.49
8	7	4	23	17	93	2.70	38.01	38	2.4	22,15	5.11	27.26	3.91
7	6	8	31	29	122	3.12	49.77	50	1.6	5,8	6.7	12.5	0.62
6	5	7	38	35	157	3.60	49.77	50	1.8	4,75	5	9.75	0.63

5	4	2	40	7	164	3.69	49.77	50	1.9	2,68	5	7.68	0.52
4	3	4	44	19	183	3.95	49.77	50	2.0	7,09	5	12.09	0.92
3	2	12	56	16	199	4.16	49.77	50	2.1	9,75	5	14.75	1.24
2	1	10	66	39	238	4.68	49.77	50	2.4	14,47	5	19.47	2.04
1	AB12	3	69	14	252	4.86	49.77	50	2.5	5,78	6.7	12.48	1.40

**Fuente:** Elaboración propia

## 4.2.7 Equipo de bombeo

### 4.2.7.1 Bombas

#### 4.2.7.1.1 Altura total de bombeo

La altura estática representa la diferencia de nivel de la bomba y la altura de la cisterna, restando 0.30 m para dar espacio a válvulas de pie. Los resultados serán presentados a través de las siguientes tablas:

#### a) Red agua potable:

*Cuadro 23. Altura de bombeo para la red de agua potable*

<b>ALTURA DE BOMBEO</b>	
Altura Estática de Succión [m] =	1.70
Presión Máxima Tanque Hidroneumático. [m] =	45.25
<b>Altura de Bombeo [m] =</b>	<b>46.95</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.7.1.2 Cálculo de la potencia de bomba

El cálculo de la bomba se realiza a través de la ecuación 11 de este documento. Para ello, será necesario el cálculo de la altura total que tiene que vencer la bomba.

#### a) Agua potable:

$$\begin{aligned} \text{Potencia} &= \frac{(1000 \text{ kg/m}^3 * 9.81 \text{ m/s}^2 * 11.32 \text{ l/s} * 46.95 \text{ m})}{(1000 * 75\%)} = 6.95 \text{ KW Potencia} \\ &= 6.95 \text{ KW} = 9.3 \text{ HP} \end{aligned}$$

#### 4.2.7.1.3 Selección de equipos

##### a) Red de agua potable

Se recomienda utilizar dos bombas STA – RITE Multi etapas Modelo DHJH5, de 5.0 HP, 85 GPM, 230V/460V, de 3 fases, diámetro de succión de 2 1/2" y diámetro de descarga de 2 1/2"

#### 4.2.7.2 Tanque hidroneumático

Para el cálculo del volumen de los tanques hidroneumáticos se utilizará los sistemas precargados, ya que es el que se ajusta más a las necesidades del edificio.

##### a) Red de agua potable:

Se utilizará la ecuación 10 de este documento. La presión diferencial se recomienda que sea de 20 metros, mientras que la presión máxima será la suma de la presión mínima y la presión diferencial, y para los ciclos por hora ver artículo 6.7.1-2.

$$V_{th} = 1800 * \frac{(11.32 \text{ l/s} * 46.95 \text{ m})}{(24 * 20)} = 1993 \text{ m}^3$$

#### 4.2.7.2.1 Selección de tanques hidroneumáticos

- a) **Agua potable:** Para mantener la presión necesaria en la red se recomienda 4 tanques hidroneumáticos STA-RITE Pro – Source PS119- T35, con capacidad de 119 galones.

### 4.3. Agua residual

#### 4.3.1. Descripción del sistema de aguas residuales

El sistema de aguas residuales del hospital consta con drenaje sanitario independiente en donde deberá pasar por un pre tratamiento antes de ser evacuado al sistema de alcantarillado municipal y esto se hará a través de una trampa de grasa. Además los baños, inodoros y lavamanos pertenecientes, serán descargados al alcantarillado municipal sin la necesidad de un previo tratamiento. Las dos redes de aguas residuales serán unidas mediante una caja de registro y posteriormente serán evacuadas.

#### 4.3.2. Cálculos topográficos de la red propuesta

Una vez calculada la red de aguas residuales y teniendo el diámetro y pendientes de las tuberías se procede al cálculo topográfico de los niveles de las tuberías.

Por otra parte, será necesario conocer el nivel invert del último tramo de la red con el propósito de conocer la profundidad necesaria de las cajas de registro sanitario, la trampa de grasa y el nivel de conexión al pozo de visita sanitario del alcantarillado público.

Para este cálculo, será necesaria la realización de nuevos croquis ilustrativos.

*Ilustración 4. Tuberías aguas*

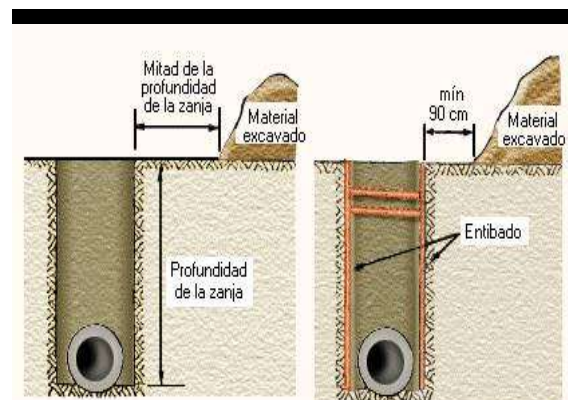
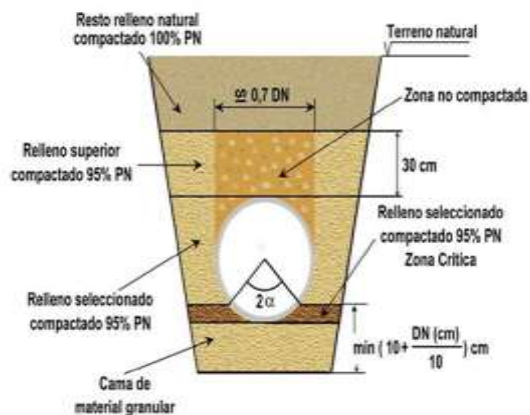


Figura 6.3.2 a Colocación de las tierras excavadas

Se hace el ejemplo del cálculo de los niveles para el tramo 4-3 de la red.

#### **a) Niveles de tapa**

Se debe conocer los niveles de tapa de aguas arriba y aguas abajo. En este caso los niveles serán el nivel de piso terminado, ya que todas las tuberías, la trampa de grasa y las cajas de registro se encuentran dentro de la edificación.

#### **b) Caída de tubería**

Para el cálculo de la caída de tubería se deberá conocer la longitud de cada tramo y la pendiente del mismo. La primera se obtendrá mediante el diseño de la red y el segundo a través de los cálculos realizados anteriormente.

$$\text{Caída de tubería} = \text{longitud (m)} * \text{pendiente (\%)}$$

$$\text{Caída de tubería} = 10.72 \text{ m} * 1\% = 0.11 \text{ m}$$

#### **c) Nivel de corona**

Al igual que en los niveles de tapa se deberá obtener los niveles de aguas arriba y aguas abajo. En los casos donde el tramo sea cabecero, el nivel de corona aguas arriba se propondrá de -0.5 metros con respecto al nivel de piso terminado, mientras que el nivel de corona de aguas abajo se calculará de la siguiente manera:

$$\text{Nivel corona}_{A. Abajo} = \text{Nivel corona}_{A. Arriba} - \text{Caída de tubería}$$

$$\text{Nivel corona}_{A. Abajo} = -0.5 \text{ m} - 0.11 \text{ m} = -0.61 \text{ m}$$

#### **d) Nivel invert**

El nivel invert representa la parte inferior de la tubería, y al igual que en casos anteriores se necesita calcular el nivel invert aguas arriba y aguas abajo. Para el cálculo de dichos niveles se les restará a los niveles de corona el diámetro calculado anteriormente, así como se muestra a continuación:



$$\text{Nivel invert}_{A.Ariba} = \text{Nivel corona}_{A.Ariba} - \text{Diametro de tubería}$$

$$\text{Nivel invert}_{A.Abajo} = \text{Nivel corona}_{A.Abajo} - \text{Diametro de tubería}$$

$$\text{Nivel invert}_{A.Ariba} = -0.5 \text{ m} - \frac{100 \text{ mm}}{1000} = -0.6 \text{ m}$$

$$\text{Nivel invert}_{A.Abajo} = -0.61 \text{ m} - \frac{100 \text{ mm}}{1000} = -0.71 \text{ m}$$

A continuación, se presentarán las tablas de resumen para cálculos topográficos de la red, en conjunto respectivamente.

### 4.3.3 Cálculo de red

#### 4.3.3.1 Unidades de descarga

Para el cálculo de la red de aguas residuales, es necesario saber el caudal para el cálculo de la red de aguas residuales, es necesarios saber el caudal originario por los artefacto, para ellos deberá calcular el número de unidades de descarga por cada tramo.

*Cuadro 24. Calculo de unidades de descarga para tramo 2-1 AR*

Tramo	Artefactos	Cantidad de artefactos en tramo	Unidades de Descarga Individual	Unidades de Descarga Total
31	Inodoro	1	5	5
	Patries	1	5	5
	Drenaje de piso	1	2	2
TOTAL				12

**Fuente:** Elaboración propia

Para el cálculo de caudal originado por cada tramo, se realizará a través de las ecuaciones 4 y 8 mencionadas en la sección 6.1.4.2. De este documento, se hará uso de las unidades de descarga calculadas en el punto anterior.

Se presentará el ejemplo de cálculo para el tramo 2-1, el resto de cálculos son similares.

$$Q_{2-1} = 0.13 * (12)^{0.669} = 0.69 \text{ l/s}$$

#### 4.3.3.2 Dimensionamiento de las tuberías

Una vez determinado el trazado de la red de aguas residuales, se procede a los cálculos pertinentes para la definición del tamaño de las tuberías. Para ello, se tendrá en cuenta ciertos criterios mencionados en el capítulo 3, tales como la pendiente mínima según el diámetro de tubería escogido, la velocidad del fluido y la altura de su tirante permisible.

Se calculará una serie de valores para la determinación del diámetro, donde finalmente se hará la revisión que todos los valores cumplan con las normas.

Se presentará el ejemplo de cálculo para el tramo 2-1 el resto de cálculos son similares:

**a) El cálculo de la velocidad en la tubería se realiza por medio de la fórmula de Manning.** La pendiente mínima se propone en base al diámetro que se utilice. En este caso se propone una tubería de 100mm debido a la presencia de inodoros. Para un diámetro de 100 mm se debe proponer una pendiente de 1% según lo estipulado en la tabla 3 de este documento.

#### **b) Cálculo de radio hidráulico (RH):**

Para el cálculo del radio hidráulico se hará uso de la ecuación 12

$$Rh = \frac{100mm}{4} * \frac{1 m}{1000 mm} = 0.025 m$$

### c) Cálculo de velocidad a tubo lleno

Para el cálculo de la velocidad a tubo lleno se hará uso de la ecuación 11

$$V_{lleno} = \frac{1}{0.009} * 0.025^{2/3} * 0.01^{1/2} = 0.95 \text{ m/s}$$

### d) Cálculo de caudal a tubo lleno

Para el cálculo del caudal a tubo lleno se hará uso de la ecuación 2

$$Q_{lleno} = \frac{\pi * (100 \text{ mm}/1000)^2}{4} * 0.95 \text{ ms/s} * \frac{1000 \text{ l}}{1\text{m}^3} = 7.46 \text{ l/s}$$

### e) Cálculo de Qdis/Qlleno

Para el cálculo del caudal a tubo lleno se hará uso de la ecuación 13

$$\frac{Q_{dis}}{Q_{lleno}} = \frac{0.69 \text{ l/s}}{7.46 \text{ l/s}} = 0.10$$

El resto de cálculos se efectuarán de la misma manera para todos los tramos. A continuación, se presentarán las tablas de resumen para cálculos topográficos de la red, en conjunto respectivamente:

Cuadro 25. Cálculo de red 1 AR

Tramo	Tramo	Artefac. Tramo.	Artefac. Acomu.	U. Descarga Tramo	U. Descarga Acomul.	Caudal l/s	Diámetro (mm)	Pendiente (%)	Radio hidráulico (m)	Velocidad (m/s)	Caudal lleno
Nodo Inicial	Nodo Final										
1	2	4	4	16	16	0.83	100	1.00%	0.025	0.95	7.46
2	3	0	4	0	16	0.83	100	1.00%	0.025	0.95	7.46
4	3	15	15	49	49	1.76	100	1.00%	0.025	0.95	7.46
3	5	0	19	0	65	2.12	100	1.00%	0.025	0.95	7.46
6	5	19	19	62	62	2.06	100	1.00%	0.025	0.95	7.46
5	7	0	38	0	127	3.19	100	1.00%	0.025	0.95	7.46
8	7	6	6	23	23	1.06	100	1.00%	0.025	0.95	7.46
7	9	0	44	0	150	3.50	100	1.00%	0.025	0.95	7.46
10	9	4	4	13	13	0.72	100	1.00%	0.025	0.95	7.46
9	11	0	48	0	163	3.68	100	1.00%	0.025	0.95	7.46
12	11	6	6	17	17	0.87	100	1.00%	0.025	0.95	7.46
11	13	0	54	0	180	3.91	100	1.00%	0.025	0.95	7.46
13	14	0	54	0	180	3.91	100	1.00%	0.025	0.95	7.46
15	14	17	17	63	63	2.08	100	1.00%	0.025	0.95	7.46
14	16	0	71	0	243	4.75	100	1.00%	0.025	0.95	7.46
17	16	18	18	63	63	2.08	100	1.00%	0.025	0.95	7.46
16	18	0	89	0	306	5.56	150	1.00%	0.0375	1.24	22.00
18	19	0	89	0	306	5.56	150	1.00%	0.0375	1.24	22.00
23	22	8	8	26	26	1.15	100	1.00%	0.025	0.95	7.46
22	20	0	8	0	26	1.15	100	1.00%	0.025	0.95	7.46
21	20	8	8	26	26	1.15	100	1.00%	0.025	0.95	7.46
20	19	0	105	0	358	6.22	150	1.00%	0.0375	1.24	22.00

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 26. Cálculo de red 2 AR

Tramo		Artefacto Tramo	Artefacto. Acomul.	U. Descarga Tramo	U. Descarga Acomul.	Caudal l/s	Diámetro (mm)	Pendiente (%)	Radio hidráulico (m)	Velocidad (m/s)
Nodo Inicial	Nodo Final									
25	24	4	4	16	16	0.83	100	1.00%	0.025	0.95
24	26	0	4	0	16	0.83	100	1.00%	0.025	0.95
27	26	15	15	49	49	1.76	100	1.00%	0.025	0.95
26	28	0	19	0	65	2.12	100	1.00%	0.025	0.95
29	28	19	19	62	62	2.06	100	1.00%	0.025	0.95
28	31	0	38	0	127	3.19	100	1.00%	0.025	0.95
31	30	7	7	28	28	1.21	100	1.00%	0.025	0.95
30	32	0	45	0	155	3.57	100	1.00%	0.025	0.95
37	36	8	8	26	26	1.15	100	1.00%	0.025	0.95
36	34	0	8	0	26	1.77	100	1.00%	0.025	0.95
35	34	8	8	26	26	1.15	100	1.00%	0.025	0.95
34	33	0	16	0	52	2.14	100	1.00%	0.025	0.95

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 27. Cálculo de red 2 AR

Tramo		Artefacto Tramo	Artefacto. Acomul.	U. Descarga Tramo	U. Descarga Acomul.	Caudal l/s	Diámetro (mm)	Pendiente	Radio hidráulico (m)	Velocidad (m/s)
Nodo Inicial	Nodo Final									
24	25	4	4	16	16	0.83	100	1.00%	0.025	0.95
24	26	0	4	0	16	0.83	100	1.00%	0.025	0.95
27	26	15	15	49	49	1.76	100	1.00%	0.025	0.95
26	28	0	19	0	65	2.12	100	1.00%	0.025	0.95
29	28	19	19	62	62	2.06	100	1.00%	0.025	0.95
28	30	0	38	0	127	3.19	100	1.00%	0.025	0.95
31	30	10	10	41	41	1.56	100	1.00%	0.025	0.95
34	33	6	6	21	21	1.69	100	1.00%	0.025	0.95
41	40	8	8	26	26	1.15	100	1.00%	0.025	0.95
40	38	0	8	0	26	1.77	100	1.00%	0.025	0.95
39	38	8	8	26	26	1.15	100	1.00%	0.025	0.95
38	36	0	16	0	52	2.14	100	1.00%	0.025	0.95
37	36	6	6	19	19	1.66	100	1.00%	0.025	0.95
36	35	0	22	0	71	2.25	100	1.00%	0.025	0.95

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 28. Cálculo de la red en conjunto AR

Tramo		Artefacto Tramo	Artefacto. Acomul.	U. Descarga Tramo	U. Descarga Acomul.	Caudal l/s	Diámetro (mm)	Pendiente	Radio hidráulico (m)	Velocidad (m/s)
Nodo Inicial	Nodo Final									
CRS1	TG	0	105	0	358	6.64	150	1.00%	0.0375	1.24
TG	CR2	0	150	0	513	8.45	150	1.00%	0.0375	1.24
CR2	CR3	0	166	0	565	9.02	150	1.00%	0.0375	1.24
CR3	CR4	0	214	0	733	10.73	150	1.00%	0.0375	1.24
CR4	CR5	0	224	0	774	11.13	150	1.00%	0.0375	1.24
CRS5	PVS	0	248	0	845	11.62	150	1.00%	0.0375	1.24

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 29. Cálculo de la red en conjunto AR

Tramo		Nivel de tapa		Longitud (m)	Pendiente (%)	Caída de tubería (m)	Diámetro (mm)	Niveles de caja de registro sanitaria				H
Nodo Inicial	Nodo Final	A. Arriba	A. Abajo					Tapa	Entrada	Salida	fondo	
2	1	153.6	153.6	5.12	1.00%	0.05	100	153.7	153.10	153.07	152.97	0.73
1	3	153.6	153.6	6.16	1.00%	0.06	100	153.7	153.02	152.99	152.89	0.81
4	3	153.6	153.6	10.72	1.00%	0.11	100	153.7	152.93	152.90	152.80	0.90
3	5	153.6	153.6	8.61	1.00%	0.09	100	153.7	152.79	152.76	152.66	1.04
6	5	153.6	153.6	13.07	1.00%	0.13	100	153.7	152.67	152.64	152.54	1.16
5	7	153.6	153.6	7.03	1.00%	0.07	100	153.7	152.51	152.48	152.38	1.32
8	7	153.6	153.6	7.77	1.00%	0.08	100	153.7	152.41	152.38	152.28	1.42
7	9	153.6	153.6	1.9	1.00%	0.02	100	153.7	152.31	152.28	152.18	1.52
10	9	153.6	153.6	3.08	1.00%	0.03	100	153.7	152.26	152.23	152.13	1.57
9	11	153.6	153.6	11.24	1.00%	0.11	100	153.7	152.20	152.17	152.07	1.63
12	11	153.6	153.6	1.79	1.00%	0.02	100	153.7	152.05	152.02	151.92	1.78
11	13	153.6	153.6	6.38	1.00%	0.06	100	153.7	152.01	151.98	151.88	1.82
13	14	153.6	153.6	7.69	1.00%	0.08	100	153.7	151.91	151.88	151.78	1.92
15	14	153.6	153.6	16.81	1.00%	0.17	100	153.7	151.80	151.77	151.67	2.03
14	16	153.6	153.6	3.64	1.00%	0.04	100	153.7	151.61	151.58	151.48	2.22
17	16	153.6	153.6	22.47	1.00%	0.22	100	153.7	151.54	151.51	151.41	2.29
16	18	153.6	153.6	13.29	1.00%	0.13	101	153.7	151.29	151.26	151.16	2.54
18	19	153.6	153.6	28.43	1.00%	0.28	102	153.7	151.12	151.09	150.99	2.71
23	22	153.6	153.6	7.34	1.00%	0.07	103	153.7	150.81	150.78	150.68	3.02
22	20	153.6	153.6	11.86	1.00%	0.12	104	153.7	150.70	150.67	150.57	3.13
21	20	153.6	153.6	7.34	1.00%	0.07	105	153.7	150.56	150.53	150.43	3.27
20	19	153.6	153.6	3.43	1.00%	0.03	106	153.7	150.45	150.42	150.32	3.38
19	TG	153.6	153.6	3	1.00%	0.03	107	153.7	150.39	150.36	150.26	3.44
TG	PVC	153.6	153.6	5	1.00%	0.05	108	153.7	150.33	150.30	150.20	3.50

Fuente: Elaboración propia



#### 4.3.4 Trampa de grasa

##### 4.3.4.1. Ubicación de trampa de grasa

Se ubicará una trampa de grasa de mampostería a las afueras en el estacionamiento externo del costado sur del proyecto.

##### 4.3.4.2. Dimensionamiento de la trampa de grasa

Se consideró el caudal de diseño en base a la descarga de todos los *pantries*. El caudal originado es el caudal total de la red, con un total de 23 artefactos y un total de 192 unidades de descarga, dicho valor fue calculado anteriormente. Ver tabla 30 de este documento.

El dimensionamiento se hace en base a lo abordado en la sección 6.2.4. de este documento. A continuación, se muestra el cálculo para las dimensiones de la trampa de grasas (TG) utilizando como tiempo de retención 15 minutos, lo cual garantiza una operación eficiente se hará uso de la ecuación 2.

$$V = 4.07 \text{ l/s} * 15 \text{ min} * \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} * \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ l}} = 3.67 \text{ m}^3$$

Se propone un ancho de 1.2 metros y su longitud será tres veces el ancho propuesto:

$$L = 3 * B = 3 * 1.2 \text{ m} = 3.6 \text{ m}$$

$$H = \frac{3.67 \text{ m}}{1.2 \text{ m} * 3.6 \text{ m}} = 0.85 \text{ m}$$

El extremo final del tubo de entrada deberá tener una sugerencia mínima de 0.15 metros. La boca del tubo de salida deberá localizarse por lo menos a 5 cm del fondo del tanque:

$$H_{TOTAL} = 0.85 \text{ m} + 0.15 \text{ m} = 1 \text{ m}$$

Cuadro 30. Cálculo de caudal

N°	Descripción	Unidad	Ecuación	Valor
1	Caudal de diseño	l/s		4.07
2	Velocidad de ascenso	mm/s	$V = Q / A \leq 4 \text{ mm/s}$	1.13
3	Tiempo de retención Tr	Minutos		15
3	Volumen de Trampa de Grasa	m <sup>3</sup>	$V = Q \times Tr$	3.67
4	Ancho propuesto B	M		1.2
5	Longitud L (Relación B/L=1:3)	M	$L = 3 B$	3.6
6	Altura de Trampa de Grasa	M	$H=Vt/L*B$	0.85
7	Borde Libre BL	M		0.15
8	Altura Total HTOTAL	M	$Ht=H+BL$	1

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4 Agua pluvial

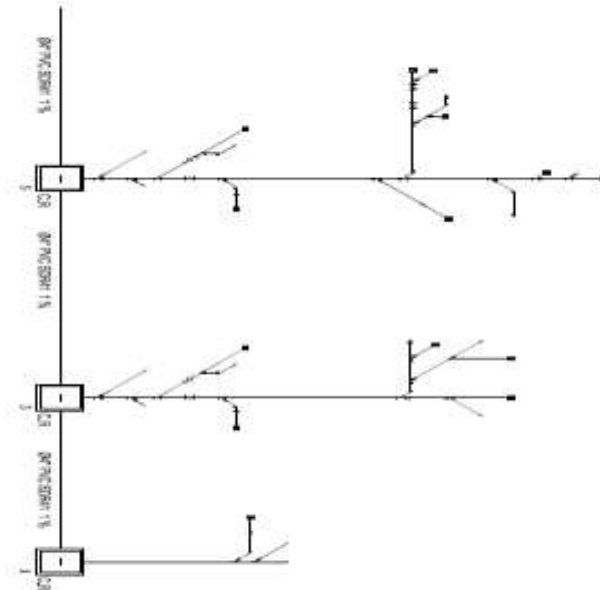
##### 4.4.1. Descripción del sistema

El sistema de drenaje está conformado por canales combinados por canales (Canaletes) de PVC en los pabellones y lavandería, otra parte está conformada por canales de aluminio.

El diámetro de los bajantes es de 3 pulgadas, estos están conformados por caja de desagües y colectores de pvc.

#### 4.4.2. Trazado de la red

*Ilustración 5. Red 1 Agua pluvial*



**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.4.3. Elementos para el cálculo del caudal

##### 4.4.3.1. Coeficiente de escorrentía (C)

El coeficiente de escorrentía para el cálculo hidrológico se tomó del Anexo, previamente elaborada y contenida en el Reglamento de Drenaje Pluvial para la Ciudad de Masaya. Se utilizó el valor de  $C = 0.90$  que corresponde para áreas de techo.

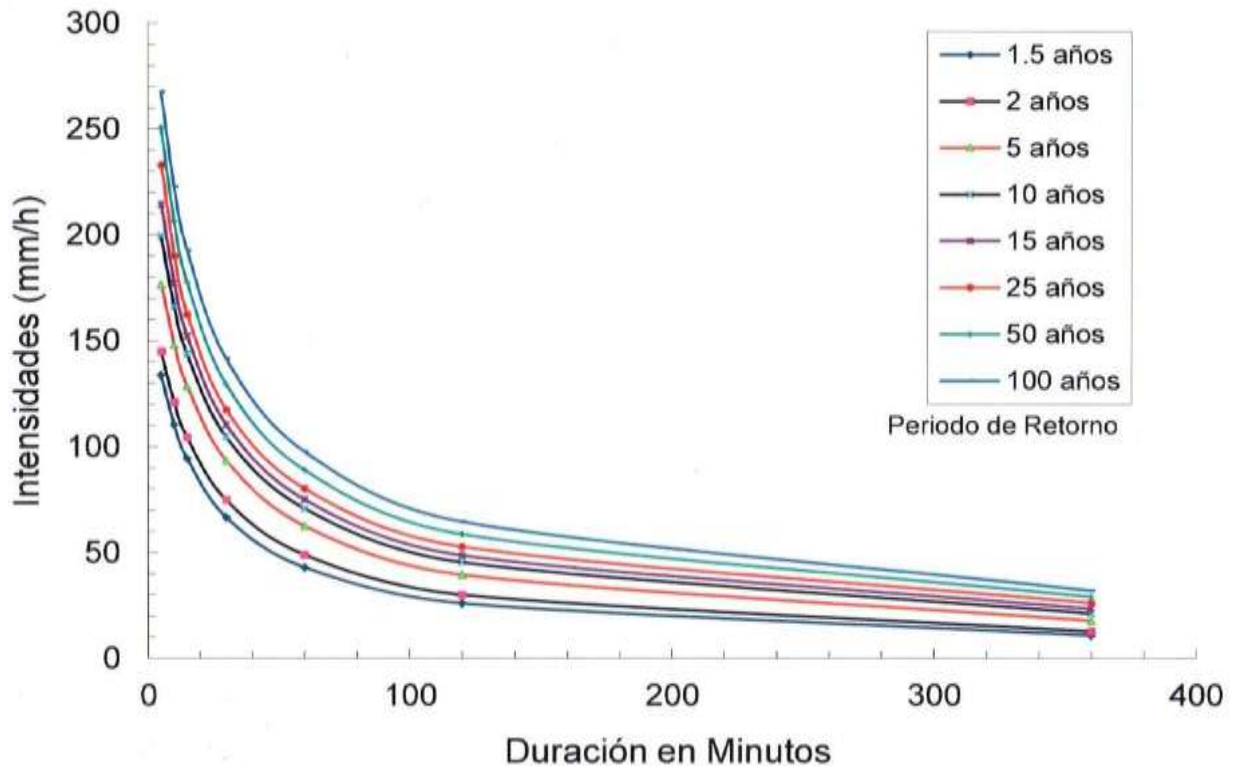
##### 4.4.3.2. Intensidad de lluvia

Se utilizó un valor de Intensidad de Lluvia de  $162.8 \text{ mm/h}$  para un periodo de retorno de 10 años y un tiempo de concentración de 10 minutos.

### Ilustración 6. Curva IDF Estación Masaya

Curvas de intensidad, duración y frecuencia de la precipitación en Masaya.

Periodo: 1986-2015



#### 4.4.3.3. Área de escorrentía

Las áreas de techo cuyo caudal será evacuado a través de canales de PVC

#### 4.4.3.4 Cálculo de caudales

Las áreas de techos se calcularon los caudales a transportar utilizando el método racional. En el área de techos se proponen canales de sección rectangular.

Para el cálculo de caudales en los canales se utilizará la ecuación 15 de este documento.

#### a) Cálculo de caudal en el área de techo

$$Q = 0.2778 * 0.9 * 162.8 \text{ mm/h} * 420 \text{ m}^2 * \frac{1 \text{ km}^2}{(1000\text{m})^2} = 0.0171 \text{ m}^3/\text{s}$$

A continuación, se presentará la tabla de resumen con los cálculos de caudal para todos los canales.

*Cuadro 31. Cálculo de caudal de escorrentía para canales*

Canal	Área (m2)	C	Intensidad (mm/h)	Q (m <sup>3</sup> /s)
1	420	0.9	162.8	0.0171
2	290	0.9	162.8	0.0118
3	350	0.9	162.8	0.0143

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.4.5. Cálculo hidráulico de canales

Utilizando el programa HCANALES, el cual utiliza como base la ecuación de Manning se procedió al cálculo hidráulico de los canales garantizando cumplir con las velocidades correspondientes. En la ilustración 5 se muestra un ejemplo de cálculo utilizando HCANALES y en las tablas 32 y 33 se muestran los resultados obtenidos para los canales en el área de parqueo y área techada, respectivamente.

Ilustración 7. Cálculo hidráulico de canales con

**canales con HCANALES. Pabellones A, B, C**

A continuación, se presentará las tablas de resumen con los cálculos hidráulicos para todos los canales del área de área de techo:

*Cuadro 32. Cálculos hidráulicos de canales en área de techo*

Canal	Q (m <sup>3</sup> /s)	Coef. Manning	Pendiente (%)	Ancho (b)	V (m/s)	Y (m)
1	0.0171	0.009	1	0.2	1.29	0.066
2	0.0118	0.009	1	0.2	1.16	0.051
3	0.0143	0.009	1	0.2	1.23	0.058

**Fuente:** Elaboración propia

**4.4.6. Cálculo de bajantes**

El agua recolectada será transportada a través de bajantes de tubería PVC, para los cuales se realizó el cálculo hidráulico verificando velocidades y relaciones Y/D.

Se presentará el ejemplo de cálculo para el bajante 1 de la red de parqueo, el resto de cálculos son similares.

**a) El cálculo de la velocidad** en la tubería se realiza por medio de la fórmula de Manning. La pendiente mínima se propone en base al diámetro que se utilice. En este caso se propone una tubería de 100 mm.

**b) Cálculo de velocidad a tubo lleno:** Para el cálculo de la velocidad a tubo lleno se hará uso de la ecuación 11

$$V_{lleno} = \frac{1}{0.009} * \left( \frac{\frac{100}{1000}}{4} \right)^{2/3} * 0.01^{1/2} = 0.95 \text{ m/s}$$

**c) Cálculo de caudal a tubo lleno:** Para el cálculo del caudal a tubo lleno se hará uso de la ecuación 2

$$Q_{lleno} = \frac{\pi * (100\text{mm}/1000)^2}{4} * 0.95 \text{ m/s} * \frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3} = 7.46 \text{ l/s}$$

**d) Cálculo de Qdis/Qlleno**

Para el cálculo del caudal a tubo lleno se hará uso de la ecuación 13

$$\frac{Q_{dis}}{Q_{lleno}} * \frac{17.1 \text{ l/s}}{7.46 \text{ l/s}} = 2.29$$

La velocidad resultante se encuentra en el rango permisible establecido en la sección 6.3.2. En consecuencia, el diámetro propuesto es correcto.

Cuadro 33. Cálculo hidráulico de bajantes en área de techo

Bajante	Q dis (lps)	Diámetro (mm)	Cof.Manning	Pend. (%)	VII(m/s)	QII(lps)	Qd/QII
1	17.1	100	0.009	1.00%	0.95	7.46	2.29
2	11.8	100	0.009	1.00%	0.95	7.46	1.58
3	14.3	100	0.009	1.00%	0.95	7.46	1.92

#### 4.5 Sistema contra incendios

##### 4.5.1 Descripción del sistema

El sistema contra incendios del edificio estará dividido en dos tipos, sistema de gabinetes y sistema de rociadores, los dos serán totalmente independientes.

**4.5.2 Sistema de rociadores.** El sistema de rociadores estará destinado a la protección de los módulos del edificio, el cual está conformado por pabellones A, B, y C, que son usados para consultas e ingresos de las diferentes áreas. Este sistema estará diseñado para una sola planta.

**4.5.3 Sistema de gabinetes.** El sistema de gabinetes estará destinado a la protección del estacionamiento de vehículos de los visitantes y trabajadores del edificio. Este sistema estará diseñado para una sola planta.

**4.5.4 Trazado de la red.** El trazado de la red del sistema se hizo a través del software AutoCad, creando gabinetes con un diámetro de 30 metros de cobertura, así mismo, los rociadores tendrán área de cobertura de 21 m<sup>2</sup>

**4.5.5 Clasificación de la ocupación.** Tanto la combustibilidad de contenidos como la tasa de emisión de calor bajo fuego de los elementos del hospital mencionados anteriormente se consideró baja, entonces la clasificación de la ocupación pertenece a un riesgo leve. Ver sección 2.4.4.1.



**4.5.6 Selección de rociador.** La norma NFPA 13 *Standard for installation of sprinkler systems*, establece que para ocupaciones de riesgo leve los rociadores deben ser de respuesta rápida (QR). De acuerdo a las necesidades y requerimientos establecidos anteriormente se seleccionó como rociador a utilizar el siguiente *Automatic Quick Response Recessed Pendent ki7sprinklers, model H – ½” orifice \* ½” NPT. De Kidde Fire Fighting*, cuyas especificaciones técnicas se citan a continuación.

- a) Modelo: *Automatic Quick Response Recessed Pendent sprinklers, model H – ½” orifice \* ½” NPT.*
- b) Factor K: 5.6
- c) Número de identificación: *Pendent AS5651.*
- d) Rango de temperatura de activación: Ordinaria (57 C)
- e) Fabricante: *Kidde Fire Fighting*

## **4.6 Diseño de la red**

### **4.6.1 Diseño de ramales y transversales**

La disposición seleccionada para el sistema de rociadores del hospital es el sistema en malla o reticulado, debido a las ventajas que ofrece en confiabilidad y seguridad. El diseño de los ramales y transversales es decisivo para lograr una uniformidad en la descarga.

**4.6.2 Cálculo del área de diseño.** Para la determinación del área de diseño se tuvo en cuenta las recomendaciones hechas por la norma NFPA 13 *Standard for instalación of sprinkler systems*, la cual establece como área mínima de diseño para riesgo 139  $m^2$  (1500  $ft^2$ ).

#### 4.6.3 Densidad de descarga en el área de diseño

Utilizando la curva área/densidad (ver ilustración 2) se obtiene el valor de la densidad de descarga para el área de diseño se calcula mediante la ecuación 23.

$$\phi = 0.1 \frac{gpm}{ft^2} = 0.0678 \text{ l/m}$$

#### 4.6.4 Número de rociadores a actuar

Para determinar el número de rociadores a actuar, se tomó un área de cobertura del rociador promedio, se calcula mediante la ecuación 22.

$$As = 3.8 \text{ m} * 3.8 \text{ m} = 14.44 \text{ m}^2$$

$$\text{Rociadores totales a calcular} = \frac{139 \text{ m}^2}{14.44 \text{ m}^2}$$

Rociadores totales a calcular  $\cong$  120

Descarga por rociador:

$$Q = \phi * As = 0.0678 \frac{\text{l/s}}{\text{m}^2} * 14.44 \text{ m}^2 \cong 1 \text{ l/s}$$

#### 4.6.5 Determinación del área más remota hidráulicamente

La selección de los diámetros de la tubería es un proceso de prueba y error. Se supone un diámetro (empezando por el menor diámetro comercial) y se calculan las pérdidas; si las pérdidas son aceptables el diámetro es el adecuado, de lo contrario se prueba con el siguiente diámetro comercial, con el fin de obtener el criterio de uniformidad en la descarga.

#### 4.6.6 Equipo de bombeo

La bomba se selecciona básicamente por cabeza y caudal; el caudal para su selección es la suma de los caudales de descarga de los rociadores. La cabeza de la bomba será la suma de la cabeza de trabajo de los rociadores, de las pérdidas por fricción desde el rociador más lejano hasta la succión y de las diferencias en el área de pabellones A, B y C. Además las otras áreas del hospital que no serán rediseñada.

#### 4.6.7 Bomba

##### a) Cálculo de potencia de la bomba

El cálculo de la bomba se realiza a través de la ecuación 11 de este documento. Para ello, será necesario el cálculo de la altura total que tiene que vencer la bomba.

$$potencia = \frac{1000 \text{ kg/m}^3 * 9.81 \text{ m/s}^2 * 10 \text{ l/s} * 60.53 \text{ m}}{1000 * 75\%} = 7.92 \text{ KW}$$
$$potencia = 6.61 \text{ KW} = 10.76 \text{ HP}$$

##### b) Selección de la bomba

Para el valor calculado de la potencia de la bomba no se encontró un modelo de bomba que satisfaga la potencia requerida, se propone la utilización de bombas en paralelo.

Se recomienda utilizar dos bombas STA – RITE Multi etapas Modelo DHJH5, de 5.0 HP, 85 GPM, 230V/460V, de 3 fases, diámetro de succión de 4" y diámetro de descarga de 3".

#### **4.7.1 Sistema de gabinetes**

##### **Tipo de gabinete**

La NFPA recomienda para instalaciones de riesgo leve gabinetes contra incendios Clase II, gabinetes destinados al uso de los ocupantes del edificio; las mangueras son de 1½ pulgada de diámetro con una longitud de 30 metros de largo.

**4.7.2 Ubicación.** Hay ubicados gabinetes por cada pabellón. Para la altura de localización de los gabinetes, la NFPA .recomienda entre 0,9 a 1,5 metros por encima del piso. En este diseño se tomó como altura 0,9 metros desde el piso hasta la parte inferior del gabinete.

##### **4.7.3 Diseño de la tubería de alimentación.**

La NFPA establece un diámetro mínimo de 2 pulgadas para la tubería de alimentación de los gabinetes. El diseño solo implica el calculo de la cabeza de la bomba y de la precion de diseño.

## **5. PLANES DE SEGURIDAD DEL AGUA (PSA)**

Establecer un equipo calificado y dedicado es un requisito para garantizar que se cuenta con los conocimientos técnicos necesarios para elaborar un plan de seguridad del agua (PSA).

Esta etapa consiste en reunir a un equipo de personas del servicio de abastecimiento de agua, y también, en algunos casos, de un grupo más amplio de interesados, que tendrán la responsabilidad colectiva de comprender el sistema de suministro de agua y determinar qué peligros pueden afectar a la calidad y seguridad del agua a lo largo de la cadena de suministro.

El equipo será responsable del desarrollo, ejecución y mantenimiento del PSA como parte fundamental de sus funciones cotidianas. Es fundamental que todos los involucrados apoyen la metodología de PSA y desempeñen una función activa en su desarrollo.

Un PSA puede quedar obsoleto rápidamente debido a: cambios en el tratamiento y la distribución, y programas de mejora que pueden afectar a los diagramas de proceso y a las evaluaciones de riesgos; cambios en los procedimientos; renovación de personal; cambios en la información de contacto de las entidades involucradas.

Los objetivos principales de un PSA para garantizar la aplicación de prácticas adecuadas en el abastecimiento de agua de consumo son la reducción al mínimo de la contaminación de las aguas de origen, la reducción o eliminación de los contaminantes mediante operaciones de tratamiento y la prevención de la contaminación durante el almacenamiento, la distribución y la manipulación del agua de consumo.

Estos objetivos son aplicables tanto a los grandes sistemas de distribución de agua por tuberías, como a los pequeños sistemas de abastecimiento comunitarios

y a los sistemas domésticos, y pueden alcanzarse por medio del conocimiento del sistema concreto y de su capacidad de suministrar agua que cumpla las metas de protección de la salud.

Un PSA comprende tres componentes fundamentales guiados por metas de protección de la salud y supervisados mediante la vigilancia del abastecimiento de agua de consumo. Son los siguientes:

#### **5.1.1 Evaluación del sistema**

Para determinar si la cadena de abastecimiento de agua de consumo (hasta el punto de consumo) en su conjunto puede proporcionar agua cuya calidad cumpla las metas de protección de la salud. Se incluye también la evaluación de los criterios de diseño de los sistemas nuevo

#### **5.1.2 Determinación de las medidas**

Que de forma colectiva, controlarán los riesgos identificados en un sistema de abastecimiento de agua de consumo y garantizarán el cumplimiento de las metas de protección de la salud. Para cada medida de control determinada, debe definirse un medio adecuado de monitoreo operativo que garantice la detección rápida y oportuna de cualquier desviación con respecto al funcionamiento requerido.

#### **5.1.3 Planes de gestión**

Que describan las medidas que deben adoptarse durante el funcionamiento normal y cuando se produzcan incidentes, y que documenten los planes de evaluación (incluidos los relativos a las ampliaciones y mejoras), monitoreo y comunicación del sistema, así como los programas complementarios.

La determinación de las posibles fuentes de contaminación y del modo en que pueden controlarse. La validación de las medidas de control empleadas para combatir los factores de peligro.

La aplicación de un sistema de monitoreo de las medidas de control adoptadas en el sistema de abastecimiento de agua.

#### **5.1.4 Normas sobre calidad del agua**

Con frecuencia, las normas sobre calidad del agua estaban definidas deficientemente, o no eran coherentes, ya que algunos organismos aplicaban metas de tipo medioambiental y otros aplicaban metas de protección de la salud, para el mismo sistema.

En algunos casos, se aplicaban las directrices sanitarias de la OMS sin adaptarlas a las condiciones y limitaciones locales, de modo que las normas no eran realistas y tenían, por tanto, poco valor. No había en ningún caso programas activos de cumplimiento.

En todos los casos se necesitaban mejoras de las instalaciones para lograr la calidad del agua y uniformidad del suministro deseados.

#### **5.1.5 Dificultades típicas**

Determinación de las responsabilidades del personal, con indicación de los responsables de la detección sobre el terreno de los peligros y la determinación de las medidas de control.

- Garantizar la correcta determinación de medidas de control pertinentes que sean rentables y sostenibles.
- La incertidumbre en la clasificación de los riesgos debido a la ausencia de datos, el conocimiento deficiente de actividades de la cadena de suministro de agua y su contribución relativa al tipo de peligro generado por el evento peligroso, así como la puntuación de riesgo del evento

### **5.1.6 Determinación de los factores de peligro**

Pueden introducirse agentes peligrosos durante el tratamiento, o bien pueden producirse circunstancias peligrosas que permitan que concentraciones significativas de contaminantes resistan el tratamiento.

Los siguientes son algunos de los factores de peligro y sucesos peligrosos que pueden afectar al rendimiento del tratamiento del agua de consumo:

- Variaciones del caudal que superan los límites de diseño; operaciones de tratamiento, incluida la desinfección, inadecuadas o insuficientes.
- Medios de reserva insuficientes (infraestructuras, personal)
- Averías y funcionamiento deficiente de los sistemas de control de las operaciones o escasa fiabilidad de los equipos
- Uso de sustancias y materiales para el tratamiento del agua no autorizados o contaminados
- Errores en la dosificación de sustancias químicas
- Mezclado insuficiente
- Averías de las alarmas o de los equipos de monitoreo
- Cortes del suministro eléctrico
- Contaminación accidental o deliberada
- Catástrofes naturales
- Conexiones cruzadas con aguas contaminadas o aguas residuales, cortocircuitos internos

La protección del sistema de distribución es fundamental para proporcionar agua de consumo inocua. Dada la naturaleza del sistema de distribución, que puede comprender muchos kilómetros de tuberías, depósitos de almacenamiento e interconexiones con industrias usuarias, y la posibilidad de manipulación y vandalismo, es posible la contaminación microbiana y química del sistema.

Dicha contaminación del sistema de distribución puede producirse por los siguientes medios:



- ❖ Por la entrada de agua contaminada procedente del subsuelo y, sobre todo, de las alcantarillas cercanas al sistema de distribución, debido a una presión baja en el interior de las tuberías o por el efecto de una onda de presión en el sistema (infiltración).
- ❖ Por la succión de agua contaminada al sistema de distribución o embalse de almacenamiento ocasionada por el reflujo debido a una reducción de la presión interior de la tubería y por la existencia de una conexión física entre una fuente de agua contaminada y el sistema de almacenamiento o distribución.
- ❖ Por medio de acueductos y embalses de almacenamiento de agua tratada abiertos o no protegidos, que están potencialmente expuestos a fuentes de contaminación fecal como el agua de escorrentía superficial y las heces de aves acuáticas y otros animales, y que pueden no estar protegidos contra actos de vandalismo o manipulación.
- ❖ Por roturas de tuberías al reparar o sustituir tuberías existentes o al instalar tuberías nuevas, que pueden ocasionar la entrada en el sistema de tierra o materiales contaminados.
- ❖ Por errores humanos que dan lugar a la conexión cruzada no intencionada de tuberías de aguas residuales o pluviales con el sistema de distribución de agua, o por conexiones ilegales o no autorizadas.
- ❖ Por la disolución de sustancias químicas y metales pesados procedentes de materiales como tuberías, soldaduras o juntas, grifos y sustancias químicas utilizadas en la limpieza y desinfección de los sistemas de distribución.
- ❖ Por la difusión de gasolina o aceite a través de tuberías de plástico.

### **5.1.7 Medidas de control**

La evaluación y planificación de las medidas de control debe garantizar el cumplimiento de las metas de protección de la salud y debe basarse en la determinación y evaluación de los factores de peligro.

El grado de control aplicado a un factor de peligro debe ser proporcional a la importancia asignada al mismo. La evaluación de las medidas de control conlleva:

- Determinar las medidas de control existentes para cada factor de peligro o suceso peligroso6g significativo, dé la cuenca de captación al consumidor.
- Evaluar si las medidas de control, tomadas en su conjunto, controlan eficazmente el riesgo, reduciéndolo a niveles aceptables; y en caso de que se necesite realizar mejoras, evaluar las medidas de controles alternativos y adicionales que podrían aplicarse.
- Las medidas de control son aquellas operaciones que se realizan en el sistema de abastecimiento.

#### **5.1.8 Determinación de las medidas de control del sistema**

La índole y número de las medidas de control son específicos del sistema y vienen determinados por el número y la naturaleza de los factores de peligro y la magnitud de los riesgos asociados.

Las medidas de control deben reflejar la probabilidad y las consecuencias de la pérdida de control. Las medidas de control presentan los siguientes requisitos operativos entre otros:

- Que los parámetros de monitoreo operativo sean mensurables y permitan la fijación de límites que definan la eficacia operativa de la actividad.
- Que los parámetros de monitoreo operativo puedan medirse con una frecuencia suficiente para la detección oportuna de averías; que existan procedimientos de adopción de medidas correctoras que puedan ponerse en práctica cuando se produzcan desviaciones con respecto a los límites establecidos.

#### **5.1.9 Selección de parámetros para el monitoreo operativo**

Los parámetros seleccionados para el monitoreo operativo deben reflejar la eficacia de cada medida de control, proporcionar una indicación oportuna del funcionamiento, ser fácilmente mensurables y permitir que pueda adoptarse una respuesta adecuada.

Son ejemplos de tales parámetros variables mensurables como el residuo de cloro, el pH y la turbidez, o bien factores observables, como la integridad de almacenamiento.

En los sistemas de distribución de agua entubada, algunos parámetros de monitoreo operativo pueden ser los siguientes:

- El monitoreo del residuo de cloro proporciona una indicación rápida de la existencia de problemas que determinará la medición de parámetros microbiológicos. La desaparición repentina de un residuo que normalmente es estable puede indicar la entrada de contaminantes. Por el contrario, la dificultad para mantener las concentraciones de residuos en determinados puntos de un sistema de distribución o su desaparición gradual puede indicar la existencia de una elevada demanda de oxígeno en el agua o en el sistema de tuberías debida a la proliferación de bacterias.
- También puede medirse el potencial oxidación-reducción (potencial redox) como parámetro para el monitoreo operativo de la eficacia de la desinfección. Puede definirse un potencial redox mínimo necesario para garantizar una desinfección eficaz. Este valor debe determinarse caso por caso y no pueden recomendarse valores universales. Es muy deseable profundizar en la investigación y evaluación del uso del potencial redox como técnica de monitoreo operativo.
- La presencia de bacterias heterótrofas en el agua puede ser un indicador útil de cambios como el aumento del potencial de proliferación microbiana, aumento de la formación de biopelículas, aumento de los tiempos de retención.
- Las mediciones de la presión y de la turbidez son también parámetros útiles para el monitoreo operativo en sistemas de distribución por tuberías.

#### **5.1.10 Procedimientos de gestión para sistemas de distribución de agua por tuberías**

La gestión eficaz conlleva la definición de las medidas que deberán adoptarse en respuesta a las variaciones que se producen en condiciones operativas normales, las medidas que deberán adoptarse si se produce incidentes específicos que

podieran ocasionar la pérdida de control del sistema, y los procedimientos que deben aplicarse en situaciones imprevistas o de emergencia.

Los procedimientos de gestión deberán documentarse, de igual modo que la evaluación del sistema, los planes de monitoreo, los programas complementarios y la estrategia de comunicación necesarios para garantizar el funcionamiento seguro del sistema.

Una parte sustancial de un plan de gestión describirá las medidas que deberán adoptarse en respuesta a las variaciones normales de los parámetros de monitoreo operativo con el fin de mantener un funcionamiento óptimo cuando dichos parámetros alcancen los límites operativos. Habitualmente, se conoce como incidente una desviación significativa de un parámetro, detectada en el monitoreo operativo o la verificación, que conlleva la superación un límite crítico.

Un incidente es cualquier situación en la que hay motivos para sospechar que el agua suministrada para beber puede ser, o llegar a ser, insalubre, es decir, se pierde la confianza en la inocuidad del agua.

Como parte de un PSA, deben definirse procedimientos de gestión para responder a los incidentes previsibles, así como a los incidentes imprevisibles y las situaciones de emergencia. Las situaciones siguientes pueden provocar incidentes.

Incumplimiento de los criterios de monitoreo operativo:

- Mal funcionamiento de una planta de tratamiento de aguas residuales que descarga al agua de origen.
- Derrame de una sustancia peligrosa al agua de origen.
- Corte del suministro eléctrico a una medida de control fundamental.
- Pluviosidad extrema en una cuenca de captación.
- Detección de una turbidez más alta de la habitual (en el agua de origen o en el agua tratada).
- Sabor, olor o aspecto anormales del agua.

Detección de concentraciones anormalmente altas de microorganismos indicadores, como indicadores de contaminación fecal (en el agua de origen o en el agua tratada) y patógenos (en el agua de origen)

Valores anormales de indicadores de salud pública o brotes de enfermedades de las que el agua es un posible vector. Los planes de respuesta a incidentes pueden contemplar diversos niveles de alerta, desde la advertencia temprana de incidentes menores para los que no es preciso adoptar otra medida que su investigación adicional, a las situaciones de emergencia, que con frecuencia requieren la intervención de organizaciones ajenas al proveedor de agua de consumo, en particular de las autoridades de salud pública.

Los planes de respuesta a incidentes habitualmente comprenden:

- Responsabilidades e información de contacto del personal clave, con frecuencias diversas personas pertenecientes a varias organizaciones.
- Listas de indicadores mensurables y valores o estados límite que desencadenarían los incidentes, y los niveles de alerta pertinentes.
- Una descripción clara de las medidas que deben adoptarse en respuesta a las alertas.
- Ubicación e identidad de los procedimientos normalizados de actuación (PNA) y equipos necesarios.
- Ubicación de los equipos de reserva.
- Información logística y técnica de interés.
- Listas de control y guías de consulta rápida.

Es posible que sea necesario aplicar el plan en un plazo muy breve, de modo que se necesitan listas de personal responsable de reserva, sistemas de comunicación eficaces, y mantener actualizados la formación y documentación.

Debe formarse al personal en la adopción de medidas de respuesta para garantizar que son capaces de gestionar eficazmente los incidentes o situaciones de emergencia.

Los planes de respuesta a incidentes y situaciones de emergencia deben revisarse y ensayarse periódicamente. Los ensayos mejoran la preparación y permiten mejorar la eficacia de los planes antes de que se produzca una situación de emergencia.

## **5.2 Manual de Mantenimiento en Hospital Humberto Alvarado Vázquez**

Un hospital debe considerarse como un establecimiento donde se llevan a cabo un conjunto de actividades complejas, asistidas por sistemas también complejos, destinados a restaurar y/o recuperar la salud de personas.

Esto implica estar frente a un problema singular de servicios que debe tener seguridad y continuidad los 365 días del año, las 24 horas del día, de manera que otorgue confiabilidad al funcionamiento de todos los Departamentos o servicios que conforman el hospital.

Así pues, la esencia del servicio de mantenimiento hospitalario se centra en el acto de garantizar el funcionamiento de los equipos, ambientes o sistemas de manera que el hospital siga produciendo y brindando servicios de forma continua.

### **5.2.1 Tipos de mantenimiento**

La necesidad de tener una entidad interna responsable de encarar y concretar las diversas acciones de conservar y mantener las instalaciones, equipos y máquinas, así como los edificios, espacios abiertos, etc., se debe a que cualquier estructura necesita ser atendida para que mantenga su estado lo más cercano posible a su estado inicial y, de ser posible, mejorarlo aún más.

La aplicación de un programa de mantenimiento preventivo es un proceso dinámico que debe actualizarse continuamente, tomando en cuenta las innovaciones en materiales y herramientas para este fin. Además se deben incorporar todos los registros documentados de las actividades de rutina.

### **5.2.2 Mantenimiento Preventivo de la Infraestructura**

Es la conservación planeada de la infraestructura física se inicia con el adecuado uso y la verificación permanente a través de inspecciones periódicas y una atención continua. Las prácticas de mantenimiento general de los inmuebles deben orientarse sobre todo a la prevención de su deterioro y a mejorar su imagen de acuerdo con la importancia de sus funciones. Por lo tanto, se debe disponer de programas generales de mantenimiento y conservación que incluyan, entre otras, las actividades de:

- Pintura de exteriores e interiores
- Impermeabilización
- Cableado e instalaciones eléctricas generales
- Instalaciones hidráulicas y sanitarias, etc.

### **5.2.3 Mantenimiento correctivo**

Es aquel que se establece en función del reporte de fallas y desgaste de la infraestructura física, ocasionado por diversos factores no atendidos oportunamente.

La falla se reporta una vez que se ha detectado y por lo general la podemos calificar como de atención inmediata. Es necesario, para disminuir las atenciones de mantenimiento correctivo, aumentar el mantenimiento preventivo, originando con esto que la mayor parte de los trabajos área.

## **5.3 Sistema de agua potable**

### **5.3.1 Mantenimiento preventivo de la red de distribución**

Mantenimiento de válvulas Si se necesita cambiar una válvula por presencia de fugas, daños o porque al cerrarlas deja pasar agua, se recomienda seguir el siguiente procedimiento:

1. Ubique en el plano la válvula que debe ser retirada.

2. Suspenda el servicio de agua en la zona donde está la válvula que va a ser retirada
3. Excave alrededor de la caja para sacarla y así facilitar la reparación o cambio.
  
4. Retire de la válvula los accesorios que la ajustan, bien sea la unión de reparación, brida, niple .etc.
  
5. Saque la válvula para su reparación. Si debe cambiar algún accesorio en el sitio, hágalo rápidamente; de lo contrario lleve la válvula al taller de reparación y coloque en su lugar una válvula de repuesto.
  
6. Aproveche para hacer una buena limpieza de la válvula y para aceitar sus componentes. Si durante esta labor encuentra algún otro componente dañado, cámbielo.
  
7. Coloque nuevamente la válvula en su lugar utilizando para ello cinta teflón, sellante o pegador.
  
8. En caso de que no exista válvula de repuesto para reemplazar la que se va a llevar al taller, instale en su lugar un accesorio (unión, niple, etc.) para continuar con el suministro de agua mientras la válvula es reparada. Instale el accesorio más adecuado, de acuerdo con los empates que tenga la válvula.

### **5.3.2 Área de captación**

- Encender y apagar los equipos de bombeo según la programación establecida.
- Realizar el cebado de los equipos de bombeo colocando agua para que no arranquen en seco.
- Realizar labores de mantenimiento de los equipos de bombeo según las recomendaciones de los manuales de operación y mantenimiento que suministra el fabricante.



- Para las tuberías de aducción y conducción se deben realizar las siguientes actividades de mantenimiento preventivo:

1. Mantener despejada el área adyacente a la tubería. Esto facilita su inspección
2. Hacer recorridos frecuentes a lo largo de las tuberías para verificar su estado y detectar riesgos de inestabilidad del terreno.
3. Debe evitarse que queden tramos de tubería expuestos al sol, sobre todos son de plástico o polietileno. El sol daña la superficie de las tuberías, afecta su flexibilidad y las hace menos resistentes. Si esta situación se presenta, hay que cubrir la tubería a una altura mínima de 60 centímetros por encima del lomo del tubo.
4. Detectar fugas, filtraciones y roturas y repararlas de inmediato. Recuerde que las fugas producen exceso de humedad en el suelo, lo que a su vez puede provocar derrumbes o asentamientos del terreno alrededor de las tuberías, con el consecuente daño de la tubería o de otro tipo de infraestructura instalación como calles, carreteras, muros, casas, etc.
5. Revisar periódicamente que las válvulas para aire o ventosas tengan un funcionamiento correcto, es decir que expulsen el aire contenido en las tuberías. La válvula de conexión entre la tubería de conducción y la ventosa debe permanecer siempre abierta.
6. Abrir periódicamente las válvulas de purga y drenar los posibles sedimentos acumulados en el fondo de las tuberías. Durante esta operación, las válvulas se deben abrir y cerrar lentamente, con el fin de evitar sobrepresiones en las tuberías (golpe de ariete).
7. Revisar periódicamente el funcionamiento de las válvulas y lubricarlas

### **5.3.3 Ensamble y reparación de tuberías PVC (unión mecánica)**

- Antes de unir las tuberías, limpie cuidadosamente tanto el interior de la campana como el espigo.
- Coloque el lubricante indicado de manera pareja hasta alcanzar la mitad de la longitud del espigo. Mueva el espigo de tal forma que gire y “riegue” el lubricante. Nunca use jabón, manteca u otra sustancia diferente del lubricante indicado.
- Asegúrese de que las tuberías estén alineadas. Nunca trate de introducir el espigo en ángulo. Tuberías PVC presión (unión soldada).
- Corte el tubo con una sierra y asegúrese de que éste quede a escuadra, es decir que el corte debe ser parejo en la “boca” del tubo. Si en el primer intento no lo logra, repita la operación. Quite las marcas de la sierra para que la superficie quede bien lisa.
- Limpie las superficies que va a unir tanto el tubo como el accesorio, usando un trapo humedecido con limpiador PVC.

### **5.3.4 Sistema de alcantarillado**

Implementación de las acciones de limpieza a de tuberías La limpieza de tubería de pequeño diámetro generalmente se logra con el uso combinado de un camión de limpieza por medio de alta presión, un camión para remoción de lodos usando el vacío y un tanque de agua.

A continuación se explicará la forma como debe realizarse el mantenimiento de los componentes de los sistemas de alcantarillado.

#### **5.3.4.1 Inspección**

La finalidad de la inspección de las redes de alcantarillado es el de tener conocimiento del estado de conservación, a través del tiempo, de los diversos componentes que conforman las redes y en especial las tuberías de drenaje.

La inspección rutinaria debe dirigirse a los colectores colocados cruzando el campo o localizados en las márgenes de los ríos, quebradas y acequias y a las líneas de alcantarillado con mayor incidencia de problemas. La inspección ayudará a conocer lo siguiente:

- La vejez o antigüedad de la tubería.
- El grado de corrosión interna o externa.
- La formación de depósitos en el fondo o infiltraciones o fugas anormales.
- La penetración de raíces en la tubería.
- La limitación en la capacidad de transporte de las aguas residuales.

Existencia de tapas de buzones y estado de conservación interno del buzón.

La inspección interna de los colectores y buzones será en forma visual. Lo más recomendable para la ejecución de esta tarea, es que el colector se encuentre sin flujo o tenga el mínimo nivel de agua. Normalmente, tales condiciones se tienen entre la medianoche y las cinco horas de la mañana; sin embargo, en base al comportamiento local de la red podría tenerse otro horario más adecuado.

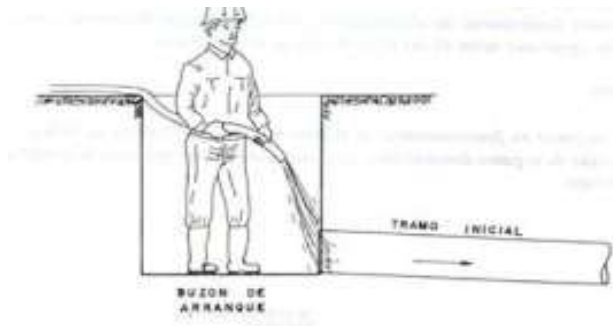
#### **5.3.4.2 Limpieza de la trampa de grasas**

- Retire la tapa de la trampa de grasas poniéndola a un costado con cuidado para no romperla.
- Retire las grasas sobrenadantes de la trampa de grasas con un recipiente pequeño (una vez a la semana).
- Con una escobilla pequeña retire las grasas que se encuentren en las paredes y en la tubería de entrada y salida de la trampa de grasas.
- Obstruya la salida de agua de la trampa de grasas con una esponja y retire el agua vertiéndola por la parte superior de la “T” de salida.
- Retire los residuos que se hayan asentado en el fondo de la trampa de grasas y arrójelos a la bolsa de basura. Limpie con agua y esponja y vuelva a colocar la tapa.

### 5.3.4.3 Limpieza de los colectores

- Se deberá identificar, en función a la antigüedad de la tubería y la pendiente de la misma, los tramos de la red críticos, que merece mantenimiento más frecuente, y los no críticos, aquellos que necesitan mantenimiento más espaciados
- La frecuencia de mantenimiento para los tramos críticos será de seis meses y para los no críticos un año.
- Se deberá realizar la limpieza de los tramos iniciales de los colectores con Abundante chorros de agua.
- Cuando se hayan acumulado bastantes sólidos y natas se deberán limpiar los colectores o caja de registro, porque si no se corre el riesgo de permitir la salida de los lodos, que malograrían el funcionamiento de los colectores.
- Por lo menos una vez por año se inspeccionará la altura de lodos en el colector.
- Se deberá realizar la limpieza manual de las alcantarillas, para lo cual podrán emplearse barras o varillas de acero de 3/8" a 1/2" de diámetro y de 1,0 m. de longitud. También pueden emplearse cables de acero de 12 mm. de longitud variable. En ambos casos se pueden adaptar ciertos dispositivos como cortadores de raíces y cortadores expandibles con cuchillas adaptables al diámetro de la tubería.
- Se deberán abrir las tapas de los buzones aguas abajo y aguas arriba del tramo afectado y esperar 15 minutos antes de ingresar, para permitir una adecuada ventilación de los gases venenosos que se producen en las alcantarillas.
- Cuando sea necesario, se deberá ocasionar el represamiento del flujo en una cámara de inspección, cerrando con compuertas manejadas a mano, el arranque de la tubería. Al levantarse dicha compuerta, el agua represada ingresa violentamente a través de la tubería arrastrando los depósitos aguas abajo. Esta práctica da muy buenos resultados en tuberías de diámetro de 4 pulgadas.

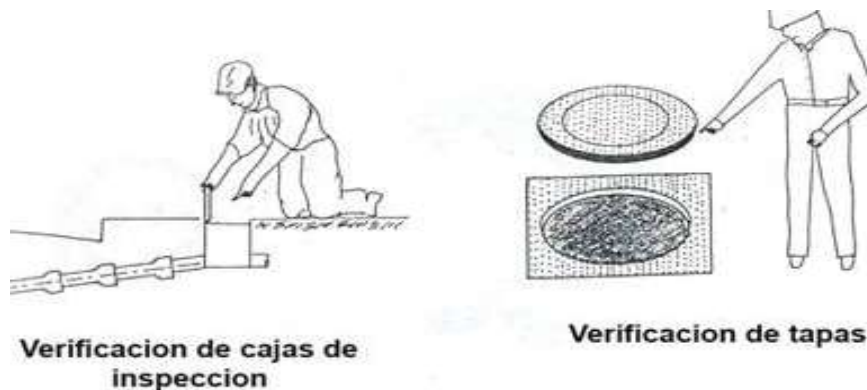
### Ilustración 7. Mantenimiento 1



Fuente: imágenes/google

- Esperar 15 minutos por lo menos para ventilar la cámara.
- Limpieza de dispositivos simplificados de inspección.
- Como parte del programa de mantenimiento de los colectores se deberá realizar la limpieza de los tramos a través de los dispositivos de inspección:
- Los terminales de limpieza ubicados en las cabeceras de las redes de alcantarillado deberán limpiarse con chorros de agua o empleando cables o varillas por lo menos dos veces por año.
- Los tubos de inspección deberán ser lavados con chorros de agua por lo menos una vez por año.
- Las cajas de paso ubicadas en los cambios de pendiente, diámetro y dirección deberán ser limpiados con abundante agua por lo menos 1 vez por año.

### Ilustración 8. Mantenimiento 2



Fuentes: imágenes/google

## **Descripción de equipos**

- ❖ Botas de Caucho
- ❖ Calzado de Seguridad (punta de acero)
- ❖ Guantes de cuero, puño largo y corto (reforzados)
- ❖ Guantes de caucho, puño largo
- ❖ Casco protector de fibra
- ❖ Saco impermeable con capucha
- ❖ Overol
- ❖ Protector Facial
- ❖ Anteojos de Seguridad
- ❖ Protector Auricular
- ❖ Máscara antigás

### **5.4 Sistema de prevención y control de incendio**

El tipo más común de sistemas de protección contra incendios es el que se basa en el uso de agua. Por lo tanto, resulta esencial que se disponga de un suministro de agua adecuado y bien mantenido. El sistema de suministro de agua del edificio será la primera fuente que utilice la brigada contra incendios del hospital.

El agua debe proporcionarse con el flujo y la presión necesarios para poder utilizar las mangueras contra incendios. Las bombas contra incendios son en esencia, iguales a las bombas normales. Las consideraciones adicionales correspondientes a las bombas contra incendio se presentan en las normas NFPA 20. Los factores que deben tomarse en cuenta con relación a este tipo de bombas son:

- Uso del equipo señalado para bombas contra incendio
- Uso de accesorios aprobados
- Capacidad adecuada para satisfacer la demanda de propagación del incendio

- Operación automática Ubicación segura para que el servicio sea interrumpido.

#### **5.4.1 Parámetros de Evaluación**

##### **5.4.1.1 Extintores de incendio**

Realizar las siguientes verificaciones los extintores está en su lugar asignado y que no presentan muestras aparentes de daños;

¿Qué son adecuados conforme al riesgo a proteger?

¿Que no tienen el acceso obstruido, son visibles o están señalizados y tienen sus instrucciones de manejo en la parte delantera?

¿Que las instrucciones de manejo son legibles?

¿Que el indicador de presión se encuentra en la zona de operación?

¿Que las partes metálicas (boquillas, válvula, manguera...) están en?

¿Buen estado?

¿Que no faltan ni están rotos los precintos o los tapones indicadores de uso?

¿Que no han sido descargados total o parcialmente?

¿Comprobación de la señalización de los extintores?

##### **5.4.1.2 Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios**

Verificación por inspección de todos los elementos, depósitos, válvulas, mandos, alarmas motobombas, accesorios, señales, etc. Comprobación del funcionamiento automático y manual de la instalación, de acuerdo con las instrucciones del fabricante o instalador.

Mantenimiento de acumuladores, limpieza de bornas (reposición de agua destilada, etc.). Verificación de niveles (Combustible, agua, aceite, etc.).

##### **5.4.1.3 Sistemas de señalización luminiscente**

Comprobación visual de la existencia, correcta ubicación y buen estado en cuanto a limpieza, legibilidad e iluminación (en la oscuridad) de las señales, balizamientos y planos de evacuación.

Verificación del estado de los elementos de sujeción (anclajes, varillas, angulares, tornillería, adhesivos, etc.).

#### **5.4.1.4 Sistema de agua pluvial**

##### **5.4.1.5 Área de captación**

Hay que recordar que este sistema está conformado por varias, las cuales requieren cierto mantenimiento de captación de lluvias. Se deberá hacer limpieza general en las láminas del techo.

Con una escoba o cepillo se deberá limpiar los residuos que se encuentran depositados en el piso, tales como polvo, hojas, plásticos, pelotas etc. Se deberán llevar a un punto donde se reúna todos los residuos, y con un recogedor se deberá depositar en una bolsa, para posterior darle un final destino fuera del captación.

##### **5.4.1.6 Canales y tuberías**

El mantenimiento de estas estructuras deberá realizarse a la par con la limpieza general de los techos vista en el apartado, se realizaran de la siguiente manera:

Se deben retirar cualquier objeto que se encuentren obstruyendo la conducción del líquido tales como follajes de árboles, papel, etc...

Esta limpieza general deberá realizarse una vez por semana en las áreas donde no se encuentran rodeadas de árboles, y finalmente las áreas que se encuentran rodeadas de árboles deberán de recibir una limpieza general tres veces por semana los días Lunes, Miércoles y viernes.

Ya que al existir follaje de estos en los canales son arrastrados al filtro ubicado junto a la cisterna y obstruir el paso de agua, así como causar una sobrepresión en las de tuberías de conducción y ocasionar fallas en las estructura.



Finalmente se deberá lavar dos veces por año, iniciando en el mes de Mayo o antes de que se inicie la temporada de lluvias, y para finalizar en el mes de noviembre.

Se deberá hacer limpieza con agua- jabón una vez por mes, realizándose de la siguiente manera:

- A) Se deberá humedecer una franela en esta agua haciendo limpieza de los canales, se quitando todas las incrustaciones que se encuentran pegadas en las paredes de los canales. No se deberá de utilizar cepillos ya que estos puedan dañar la estructura.
- B) Al mismo tiempo de recibir el mantenimiento se deberá revisar la unión de las canaletas y bajantes para que no existan fugas que puedan ocasionar una pérdida significativa del líquido.
- C) De la misma manera y en los mismos tiempos antes mencionados se deberán desazolver o liberar de basura de las rejillas que se encuentran ubicados en los ductos de captación los cuales conducen el agua a los canales o tubo.

## **5.5 Limpieza de la cisterna**

1. Vaciar parcialmente la cisterna, cerrando previamente el paso de agua entrante y dejando una cierta cantidad (unos 15 a 20 cm). También se debe cerrar el paso hacia las tuberías del hospital para evitar que se ensucien durante la limpieza.

2. Con un cepillo limpiar a fondo el techo, las paredes y el piso utilizando el agua ya existente, a la que no se debe agregar ningún producto para limpieza como detergentes.

- Elimine el agua sucia resultante vaciando totalmente la cisterna por medio de la válvula de desagüe. Si su tanque no la posee, utilice baldes. Nunca lo haga abriendo las válvulas de distribución interna (cocina, baño, etc.).

- Llene aproximadamente la mitad del tanque y agregue 2ml. de cloro por cada mil litros que sea destinado a desinfección de agua para consumo humano. En este tramo del procedimiento no debe usarse ni ingerir agua de las canillas. Si es posible, deje actuar el agua clorada durante un par de horas.
- Abra todas las llaves de distribución de agua a la vez, permitiendo que el agua clorada se evacúe, circule y desinfecte las cañerías, hasta vaciar el tanque.
- Cierre las llaves de distribución y abra definitivamente la llave de paso del tanque (entrada de agua) o accione el dispositivo que lo permite, posibilitando su llenado.
- Vuelva a dejar correr el agua entre tres y cinco minutos, por última vez, previo a su consumo.
- Para ingerir agua siempre debe hervirse la misma y luego guardarla en la refrigerado.

### **5.6. Hipoclorador de carga constante**

Instalación del tanque solución madre o solución clorada El sistema de cloración por goteo es el conjunto de componentes que permiten desinfectar el agua en el reservorio. Cuenta con una cámara de almacenamiento o tanque de solución madre y otros accesorios para la regulación, entrega por descarga libre en forma de goteo de la suficiente cantidad de solución clorada que garantice la desinfección del agua que se abastece a la población.

- a) Colocar el tanque de polietileno de 250 o 600 sobre la estructura metálica confeccionada por tal fin.
- b) Enroscar el multiconector a la salida del tanque de polietileno

a) Al multiconector (que contiene 3 salidas) se conectan en la parte superior el tubo transparente (visor) de control de nivel de solución clorada, la salida directa sirve para realizar la limpieza del tanque y por la parte lateral, se conecta un niple hacia las conexiones con el recipiente dosificador.

d) Seguidamente, se conecta con el recipiente dosificador en forma secuencial 6 cada uno de los accesorios como son:

- ❖ Niple PVC de  $\frac{1}{2}$ " x 1.5" con rosca (CR), codo PVC de  $\frac{1}{2}$ " x 90° CR,
- ❖ Niple de  $\frac{1}{2}$ " x 1.5" CR.
- ❖ Unión universal de  $\frac{1}{2}$ " CR,
- ❖ Niple PVC de  $\frac{1}{2}$ " x 1.5" CR, válvula de paso PVC de  $\frac{1}{2}$ ", niple PVC de  $\frac{1}{2}$ " CR (adaptado a la longitud requerida), unión universal de  $\frac{1}{2}$ " CR,
- ❖ Niple de  $\frac{1}{2}$ " x 1.5" CR, codo PVC de  $\frac{1}{2}$ " x 90° CR, niple PVC de  $\frac{1}{2}$ " x 1.5" CR, reductor de  $\frac{3}{4}$ " a  $\frac{1}{2}$ " (accesorio incluido con la válvula flotadora o boya).

Finalmente la válvula flotadora o válvula de boya en el recipiente dosificador. Acondicionar la varilla de la válvula de boya, utilizando solamente uno de los extremos roscados para unir la válvula con la boya.

### **5.7 Instalación de recipiente clorador**

Perforar un orificio circular de  $\frac{3}{4}$ " en la parte lateral (superior) del recipiente, aproximadamente a 12 cm por debajo del nivel de la tapa del recipiente, como indica la figura adjunta.

Conectar la válvula de boya de acuerdo con la imagen mostrada en la fotografía.

Luego, perforar en el otro extremo un orificio circular de  $\frac{1}{2}$ " a una altura de 10 cm de la base del recipiente y en la dirección del ingreso de la válvula flotadora o formando un ángulo de 90°, de tal forma que se acondicione a las necesidades de instalación.

Utilizar empaquetadura de jebe de  $\frac{1}{2}$ " (se puede confeccionar de material de guante de jebe) en la salida del recipiente dosificador.

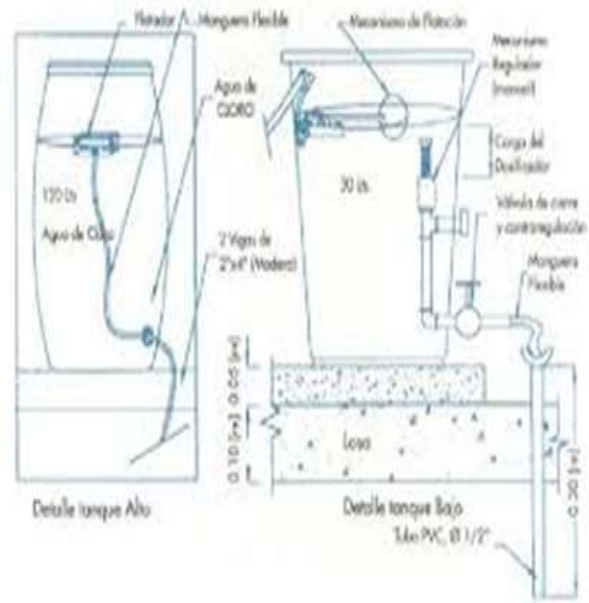
Instalar la salida del recipiente dosificador, iniciar en el interior colocando un adaptador PVC o unión presión rosca con su empaquetadura; en la parte externa conectar a un:

- ❖ Codo PVC de ½"x 90° CR,
- ❖ Luego un niple de ½" x 1.5" CR,
- ❖ Unión universal de ½"CR,
- ❖ Niple PVC de ½" x 1.5" CR,
- ❖ Válvula PVC de ½" (reguladora del goteo),
- ❖ Niple PVC de ½" x 1.5" CR,
- ❖ Tee PVC ½" CR,
- ❖ Un niple de ½" x 1.5"CR,
- ❖ Válvula PVC de ½",
- ❖ Niple PVC de ½" x 1.5" CR,

Unión universal de ½" CR, niple PVC de ½"x CR en la longitud requerida y llevar al interior del reservorio utilizando accesorios roscados y tubería PVC de ½", ingresándolo por la tapa de inspección del reservorio u otro acceso acondicionado.

f) En la Tee roscada, instalar un grifo de PVC que sirve para medir el caudal de goteo. g) Unir las piezas roscadas usando cinta de teflón, verificar el funcionamiento. Es recomendable que la caída de solución clorada coincida con el ingreso del agua hacia el reservorio.

Ilustración 8. Hipoclorador de carga constante



Fuentes: Imágenes/google

## 6.PRESUPUESTO

PRESUPUESTO HIDRO SANITARIO – HOSPITAL			
N°	DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD
<b>PABELLON-A-PRIVADO Y MEDICINA MIXTA</b>			
<b>I</b>	<b>SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS RESIDUALES</b>		
1	Trazo y nivelación	M	145.45
2	Excavación y conformación	m3	8.73
3	Relleno y compactación	m3	7.75
4	<b>Edificio</b>		
5	Instalación de Tubería de (TUBO PVC 50mm (2") X6MTS SDR41)	M	64.08
6	Instalación de Tubería de (TUBO PVC 75mm (3") X6MTS SDR41)	M	5.12
7	Instalación de Tubería de (TUBO PVC 100mm (4") X6MTS SDR41)	M	76.25
8	Codo PVC 50mm SANI (2") x 90°	M	64.00
9	Codo PVC 50mm SANI (2") x 45°	M	12.00
10	Codo PVC 75mm SANI (3") x 90°	M	1.00
11	Codo PVC 100mm SANI (4") x 90°	M	11.00
12	Codo PVC 100mm SANI (4") x 45°	Und	3.00
13	Yee PVC SANI 2" 45°	Und	11.00
14	Yee PVC SANI 3" 45°	Und	2.00
15	Yee PVC SANI 4" 45°	Und	32.00
16	Reductor de SANI 3"X2"	Und	2.00
17	Reductor de SANI 4"X2"	Und	33.00
18	Tee Lisa PVC SANI 2"	Und	10.00
19	Tee Lisa PVC SANI 4"	Und	19.00
20	Tapón HEMB SANI PVC 50mm (2") BL	Und	21.00
21	Tapón HEMB SANI PVC 100mm (4") BL	Und	9.00
<b>II</b>	<b>SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES</b>		
22	Canal pluvial PVC de 20mm	M	35
23	Instalación de Bajante PVC 4" con accesorios	M	11
24	Codo PVC (8") x 90°	Und	7

III	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE		
25	Trazo y nivelación	M	296.00
26	Excavación y Conformación	m <sup>3</sup>	23.67
27	Relleno Y Compactación	m <sup>3</sup>	21.66
28	<b>Edificio</b>		
29	Tubo PVC 12mm (1/2") X6M SDR13.5	M	79.46
30	Tubo PVC 18mm (3/4") X6M SDR17	M	40.00
31	Tubo PVC 25mm (1") X6M SDR17	M	21.00
32	Tubo PVC 32mm (1 1/4") X6M SDR17	M	8.70
33	Tubo PVC 50mm (2") X6m SDR17	M	116.66
34	Tubo PVC 100mm (4") X6m SDR18	M	30.00
35	Codo Liso PVC PRES 12mm (1/2") X90	Und	78.00
36	Codo Liso PVC PRES 18mm (3/4") X90	Und	1.00
37	Codo Liso PVC PRES 25mm (1") X90	Und	29.00
38	Codo Liso PVC PRES 50mm (2") X90	Und	4.00
39	Codo Liso PVC PRES 100 mm (4") X90	Und	4.00
40	Reductor LI PVC PRES 18mm (3/4") X12mm (1/2")	Und	13.00
41	Reductor LI PVC PRES 25mm (1") X12mm (1/2")	Und	8.00
42	Reductor LI PVC PRES 25mm (1") X18mm (3/4")	Und	11.00
43	Reductor LI PVC PRES 33mm (1 1/4") X12mm (1/2")	Und	3.00
44	Reductor LI PVC PRES 33mm (1 1/4") X18mm (3/4")	Und	4.00
45	Reductor LI PVC PRES 50mm (2") X18mm (3/4")	Und	4.00
46	Reductor LI PVC PRES 50mm (2") X25mm (1")	Und	4.00
47	Reductor LI PVC PRES 50mm (2") X32mm (1 1/4")	Und	2.00
48	Reductor LI PVC PRES 50mm (2") X100mm (4")	Und	2.00
49	Tee Lisa PVC PRES 12mm (1/2")	Und	5.00
50	Tee Lisa PVC PRES 18mm (3/4")	Und	14.00
51	Tee Lisa PVC PRES 25mm (1")	Und	14.00
52	Tee Lisa PVC PRES 25mm (1 1/4")	Und	6.00
53	Tee Lisa PVC PRES 25mm (2")	Und	9.00

54	Tee Lisa PVC PRES 25mm (4")	Und	10.00
<b>PABELLON-B-CIRUGIA MIXTA Y AISLAMIENTO</b>			
<b>I</b>	<b>SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS RESIDUALES</b>		
55	Trazo y nivelación	M	118.65
56	Excavación y conformación	m3	33.23
57	Relleno y compactación	m3	30.79
58	<b>Edificio</b>		
59	Instalación de Tubería de (TUBO PVC 50mm (2") X6MTS SDR41)	M	52.17
60	Instalación de Tubería de (TUBO PVC 75mm (3") X6MTS SDR41)	M	5.12
61	Instalación de Tubería de (TUBO PVC 100mm (4") X6MTS SDR41)	M	61.36
62	Codo PVC 50mm SANI (2") x 90°	M	51.00
63	Codo PVC 50mm SANI (2") x 45°	M	9.00
64	Codo PVC 75mm SANI (3") x 90°	M	1.00
65	Codo PVC 100mm SANI (4") x 90°	M	8.00
66	Codo PVC 100mm SANI (4") x 45°	und	2.00
67	Yee PVC SANI 2" 45°	und	10.00
68	Yee PVC SANI 3" 45°	und	2.00
69	Yee PVC SANI 4" 45°	und	24.00
70	Reductor de SANI 3"X2"	und	2.00
71	Reductor de SANI 4"X2"	und	25.00
72	Tee Lisa PVC SANI 2"	und	6.00
73	Tee Lisa PVC SANI 4"	und	15.00
74	Tapón HEMB SANI PVC 50mm (2") BL	und	18.00
75	Tapón HEMB SANI PVC 100mm (4") BL	und	6.00
76	<b>Trampas de Grasas</b>	und	1
<b>II</b>	<b>SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES</b>		
78	Canal pluvial PVC de 20mm	m	35
79	Instalación de Bajante PVC 4" con accesorios	m	11
80	Codo PVC (4") x 90°	und	7
<b>III</b>	<b>SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE</b>		



81	Trazo y nivelación	m	266
82	Excavación y Conformación	m3	23.94
83	Relleno Y Compactación	m3	21.54
84	<b>Edificio</b>		
85	Tubo PVC 12mm (1/2") X6M SDR13.5	m	67.21
86	Tubo PVC 18mm (3/4") X6M SDR17	m	30.26
87	Tubo PVC 25mm (1") X6M SDR17	m	34.7
88	Tubo PVC 32mm (1 1/4") X6M SDR17	m	8.69
89	Tubo PVC 50mm (2") X6m SDR17	m	97.66
90	Tubo PVC 100mm (4") X6m SDR18	m	27.48
91	Codo Liso PVC PRES 12mm (1/2") X90	und	63.00
92	Codo Liso PVC PRES 18mm (3/4") X90	und	22.00
93	Codo Liso PVC PRES 25mm (1") X90	und	2.00
94	Codo Liso PVC PRES 50mm (2") X90	und	4.00
95	Reductor LI PVC PRES 18mm (3/4") X12mm (1/2")	und	27.00
96	Reductor LI PVC PRES 25mm (1") X12mm (1/2")	und	9.00
97	Reductor LI PVC PRES 25mm (1") X18mm (3/4")	und	11.00
98	Reductor LI PVC PRES 33mm (1 1/4") X12mm (1/2")	und	3.00
99	Reductor LI PVC PRES 33mm (1 1/4") X18mm (3/4")	und	4.00
100	Reductor LI PVC PRES 50mm (2") X18mm (3/4")	und	1.00
101	Reductor LI PVC PRES 50mm (2") X25mm (1")	und	4.00
102	Reductor LI PVC PRES 50mm (2") X33mm (1 1/4")	und	1.00
103	Reductor LI PVC PRES 100mm (4") X50mm (2")	und	1.00
104	Tee Lisa PVC PRES 12mm (1/2")	und	5.00
105	Tee Lisa PVC PRES 18mm (3/4")	und	14.00
106	Tee Lisa PVC PRES 25mm (1")	und	13.00
107	Tee Lisa PVC PRES 25mm (1 1/4")	und	6.00
108	Tee Lisa PVC PRES 25mm (2")	und	7.00
109	Tee Lisa PVC PRES 25mm (4")	und	1.00
<b>I</b>	<b>SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS RESIDUALES</b>		

110	Trazo y nivelación	m	322.8
111	Excavación y conformación	m3	90.384
112	Relleno y compactación	m3	65.496
113	<b>Edificio</b>		
114	Instalación de Tubería de (TUBO PVC 50mm (2") X6MTS SDR41)	m	78.66
115	Instalación de Tubería de (TUBO PVC 75mm (3") X6MTS SDR41)	m	5.12
116	Instalación de Tubería de (TUBO PVC 100mm (4") X6MTS SDR41)	m	124.66
117	Instalación de Tubería de (TUBO PVC 200mm (8") X6MTS SDR41)	m	114.36
117	Codo PVC 50mm SANI (2") x 90°	m	105.00
118	Codo PVC 50mm SANI (2") x 45°	m	22.00
119	Codo PVC 75mm SANI (3") x 90°	m	1.00
120	Codo PVC 100mm SANI (4") x 90°	m	15.00
121	Codo PVC 100mm SANI (4") x 45°	und	4.00
122	Yee PVC SANI 2" 45°	und	13.00
123	Yee PVC SANI 3" 45°	und	2.00
124	Yee PVC SANI 4" 45°	und	55.00
125	Reductor de SANI 3"X2"	und	2.00
126	Reductor de SANI 4"X2"	und	60.00
127	Tee Lisa PVC SANI 2"	und	9.00
128	Tee Lisa PVC SANI 4"	und	25.00
129	Tapón HEMB SANI PVC 50mm (2") BL	und	36.00
130	Tapón HEMB SANI PVC 100mm (4") BL	und	12.00
<b>II</b>	<b>SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES</b>		
131	Canal pluvial PVC de 20mm	m	35
132	Instalación de Bajante PVC 4" con accesorios	m	11
133	Codo PVC (4") x 90°	und	7
<b>III</b>	<b>SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE</b>		
134	Trazo y nivelación	m	362.62
135	Excavación y Conformación	m3	54.393
136	Relleno Y Compactación	m3	51.29

137	<b>Edificio</b>		
138	Tubo PVC 12mm (1/2") X6M SDR13.5	m	106.25
139	Tubo PVC 18mm (3/4") X6M SDR17	m	66.21
140	Tubo PVC 25mm (1") X6M SDR17	m	61.20
141	Tubo PVC 32mm (1 1/4") X6M SDR17	m	8.69
142	Tubo PVC 50mm (2") X6m SDR17	m	70.27
143	Tubo PVC 100mm (4") X6m SDR18	m	50
144	Codo Liso PVC PRES 12mm (1/2") X90	und	102.00
145	Codo Liso PVC PRES 18mm (3/4") X90	und	43.00
146	Codo Liso PVC PRES 25mm (1") X90	und	4.00
147	Codo Liso PVC PRES 50mm (2") X90	und	4.00
148	Reductor LI PVC PRES 18mm (3/4") X12mm (1/2")	und	47.00
149	Reductor LI PVC PRES 25mm (1") X12mm (1/2")	und	13.00
150	Reductor LI PVC PRES 25mm (1") X18mm (3/4")	und	16.00
151	Reductor LI PVC PRES 33mm (1 1/4") X12mm (1/2")	und	3.00
152	Reductor LI PVC PRES 33mm (1 1/4") X18mm (3/4")	und	4.00
153	Reductor LI PVC PRES 50mm (2") X12mm (1/2")	und	1.00
154	Reductor LI PVC PRES 50mm (2") X18mm (3/4")	und	3.00
155	Reductor LI PVC PRES 50mm (2") X25mm (1")	und	6.00
156	Reductor LI PVC PRES 50mm (2") X33mm (1 1/4")	und	1.00
157	Reductor LI PVC PRES 100mm (4") X50mm (2")	und	1.00
158	Tee Lisa PVC PRES 12mm (1/2")	und	6.00
159	Tee Lisa PVC PRES 18mm (3/4")	und	26.00
160	Tee Lisa PVC PRES 25mm (1")	und	21.00
161	Tee Lisa PVC PRES 25mm (1 1/4")	und	6.00
162	Tee Lisa PVC PRES 25mm (2")	und	10.00
163	Tee Lisa PVC PRES 25mm (4")	und	1.00
IV	<b>SISTEMA CONTRA INCENDIO</b>		
165	Extintores	und	14.00
166	Mangueras de 30 m	und	14.00

167	Valvulas 2 1 /2	und	14.00
V	<b>BOMBAS</b>		
168	Bomba Sistema Contra Incendio	und	1.00
169	Bomba del Sistema de agua potable	und	1.00
169	Tanque Hidroneumático	Und	2.00

## **7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1. Conclusiones**

Se realizó la evaluación hidráulica de los diferentes sistemas hidrosanitarios existente en el hospital, permitiendo detectar los diferentes problemas que los sistemas actuales tienen, y así poder proponer una mejora y ampliación de los mismos.

Se elaboraron las memorias de cálculos hidráulicos de los sistemas hidrosanitarios del hospital, que se utilizaran para mejorar, ampliar y optimizar cada uno de los sistemas hidrosanitarios de los edificios del hospital.

Se formularon planes constructivos de los diferentes sistemas hidrosanitarios del hospital, tomando en cuenta la distribución arquitectónica de los diferentes ambientes del hospital y que permitirán una manera más eficiente la construcción de la ampliación de los mismos.

Se obtuvo el presupuesto de la ampliación y mejora de los sistemas hidrosanitarios propuestos, que permitirá a los administradores del hospital conocer los costos reales de las mejoras que se deben de hacer.

### **7.2. Recomendaciones**

a) Agua potable

Todos los sistemas deber ser instalados y aprobados de acuerdo con los requerimientos de ENACAL.

Utilizar las tuberías y accesorios indicados en los planos.

Antes de que comience a funcionar el sistema deben de realizarse las pruebas de hermeticidad con el fin de asegurarse que no existan fugas en el sistema.

Capacitar al personal que operara el sistema para que le deben un uso adecuado y eficiente.

#### b) Aguas residual

Seguir las indicaciones de los planos al momento de la instalación de las tuberías, principalmente asegurar la pendiente estipuladas en los planos para el correcto funcionamiento.

Para la tubería de aguas residuales se recomienda utilizar tuberías de PVC SDR-41, típica para uso sanitario de aguas negras.

No permitir descarga de desechos sólidos en las diferentes unidades de registros del sistema de drenaje de agua residual.

#### c) Agua pluvial

Para la tubería de agua pluvial se recomienda usa tuberías de PVC SDR-32.5.

Garantizar la limpieza y remoción eventualmente de cualquier desperdicio de basura en la superficie de transito de canales.

#### d) Sistema contra incendios

Pintar las tuberías de hierro galvanizado, para protegerlas de la exposición con el ambiente.

Realizar las pruebas pertinentes para corroborar el buen estado y resistencia de las tuberías, así como la revisión de fugas y correcta instalación de los materiales.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

1. Ministerio de obras públicas y comunicaciones. (2010). Reglamento para el diseño y la construcción de instalaciones sanitarias en edificios. Decreto N° 572. República Dominicana.
2. Rodríguez Pérez C.A. (2017). Código de instalaciones hidráulicas en edificaciones. San José. Costa Rica. Publicado en la Gaceta, diario oficial.
3. Alcaldía municipal de Managua. (2012). Reglamento de drenaje pluvial del municipio de Managua. Managua. Nicaragua.
4. Normas NFPA para sistema contra incendio.
5. Fundamentos hidráulica
6. ¿Desinfección del agua? Pág. 64.
7. ¿Imágenes, google?



## ANEXOS

### Anexos I. Tabla de dotaciones mínimas

Consumo de agua potable		
Hospitales	600	L/Persona/d
Hoteles	250	L/cama/d
Oficinas	90	L/Persona/d
Jardines	50	L/m <sup>2</sup>
Lavandería	48	L/lav/d
Prisiones	600	L/Persona
Restaurantes	4	L/Persona

Notas:

- (1) La dotación hace referencia a litros/día por cama, según mediciones realizadas en dos hospitales nacionales (Hospital México y Nacional de Niños). Se deberá incrementar la dotación en caso de que el hospital cuente con lavandería.
- (2) En ningún caso, la dotación será menor de 2000 litros por día (2000 l/día).
- (3) Dotación en litros por metro cuadrado de área útil.
- (4) Dotación en litros por metro cuadrado.
- (5) Dotación en litros por kilogramo de ropa por lavar.

## Anexo II. Tabla de longitud equivalente

Accesorio o Válvula	DN (pulg)								
	1/2"	3/4"	1"	1	1	2	1/2"	3"	4"
	Longitud equivalente en metros								
Llave de paso abierta (globo)	4.80	6.70	8.80	11.60	13.70	17.70	21.40	24.70	36.60
Llave de ángulo abierta	2.60	3.66	4.50	5.80	6.70	8.85	10.10	12.80	17.70
Llave de compuerta abierta	0.11	0.15	0.16	0.24	0.27	0.37	0.43	0.52	0.74
Llave de compuerta 50% abierta	3.36	4.28	5.18	6.70	7.00	10.40	12.20	15.50	20.60
Válvula de retención	1.63	2.43	3.23	4.03	4.83	6.43	8.03	9.63	12.83
Válvula de pie con colador	3.59	5.19	6.78	8.38	9.97	13.16	16.35	19.54	25.92
Codo 45	0.25	0.31	0.38	0.52	0.61	0.79	0.92	1.15	1.53
Codo 90 normal	0.46	0.64	0.85	1.16	1.34	1.68	2.14	2.47	3.46
Codo 90 medio	0.43	0.55	0.73	0.92	1.16	1.37	1.62	2.14	2.74
Codo 90 largo	0.34	0.40	0.52	0.73	0.85	1.07	1.31	1.55	2.14
Tee normal (Flujo recto)	0.34	0.40	0.52	0.73	0.85	1.07	1.31	1.56	2.14
Tee normal (Flujo 90)	1.01	1.37	1.77	2.44	2.75	3.66	4.28	4.88	6.70
Tee reducida a 1/2	0.46	0.64	0.85	1.16	1.34	1.68	2.14	2.47	3.46
Tee reducida a 1/4	0.43	0.55	0.73	0.92	1.16	1.37	1.52	2.14	2.74
Reducción d/D=1/4	0.34	0.40	0.52	0.73	0.85	1.07	1.31	1.56	2.14
Reducción d/D=1/2	0.18	0.24	0.31	0.40	0.46	0.58	0.73	0.85	1.16
Reducción d/D=3/4	0.11	0.15	0.16	0.24	0.27	0.37	0.43	0.52	0.74
Salida de borda	0.46	0.61	0.28	1.07	1.22	1.55	1.83	2.35	3.20
Salida corriente	0.27	0.37	0.43	0.61	0.70	0.92	1.10	1.37	1.84

**Fuente:** Instalaciones sanitaria

**Anexo III.** Tabla tamaño de los bajantes y ramales de ventilación

Diámetro bajante aguas residuales (mm)	Unidades de descarga (u.d.)	Diámetro tubería de ventilación (mm)										
		32	38	50	62	75	100	125	150	200	250	300
		Longitud máxima de la tubería de ventilación (m)										
38	2	9										
38	8	15	46									
38	10	9	30									
50	12	9	23	61								
50	20	8	15	46								
62	42	n.p.	9	30	91							
75	10	n.p.	13	44	108	317						
75	21	n.p.	10	36	82	245						
75	53	n.p.	8	29	70	207						
75	102	n.p.	8	26	64	189						
100	43	n.p.	n.p.	11	26	70	297					
100	140	n.p.	n.p.	8	20	69	229					
100	320	n.p.	n.p.	7	17	50	194					
100	530	n.p.	n.p.	6	15	48	177					
125	190	n.p.	n.p.	n.p.	9	25	98	300				
125	490	n.p.	n.p.	n.p.	6	19	75	232				
125	940	n.p.	n.p.	n.p.	5	16	63	204				
125	1400	n.p.	n.p.	n.p.	5	15	58	178				
150	800	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	10	40	122	306			
150	1100	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	8	30	94	236			
150	2000	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	7	26	79	200			
150	2900	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	6	23	73	161			
200	1800	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	9	29	73	207		
200	3400	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	7	28	56	219		
200	5600	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	6	19	47	184		
200	7600	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	5	17	43	169		
250	4000	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	9	24	93	293	
250	7200	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	7	18	72	224	
250	11000	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	6	16	81	191	
250	15000	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	5	14	55	174	
300	7300	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	9	37	118	287
300	13000	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	7	29	90	219
300	20000	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	6	24	78	188
300	26000	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	5	22	69	169
375	15000	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	12	38	93
375	25000	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	9	29	72
375	38000	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	8	25	61
375	50000	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	7	23	55

**Fuente:** Ventilacion sanitaria

**Anexo IV.** Tabla de coeficiente de escorrentía para la ciudad de Masaya

Componente del área	Coeficiente de escorrentía	
	Máximo	Mínimo
Centro de la ciudad capital (API - N)	0.70	0.80
Zona de Producción de Industria Liviana (PI - 1)	0.50	0.70
Zona de Producción de Industria Pesada (PI-2)	0.30	0.50
Zona de Producción Mixta de Artesanía y Vivienda (PM - 1)	0.75	0.85
Zona de Producción Mixta de Industria y Comercio (PM- 2)	0.75	0.85
Zona de Equipamiento de Transporte Aéreo (ET - 1)	0.60	0.80
Zona de Equipamiento de Transporte Lacustre (ET- 2)	0.50	0.70
Zona de Equipamiento de Transporte Terrestre y Mercados (ET-3)	0.70	0.85
Zona de Equipamiento Institucional Especializado (E. I. E)	0.60	0.80
Zona de Reserva Natural de Parques Nacionales (RN - 1)	0.05	0.20
Zona de Reserva Natural de la Costa del Lago (RN - 2)	0.10	0.25
Zona de Reserva Natural de Protección del suelo (PN - 3)	0.05	0.20
Zona de Reserva Natural de Parques Urbanos (RN - 4)	0.35	0.40
Zona de Reserva Natural de Cementerios (RN - 5)	0.25	0.35
Zona de Reserva Natural de Minas (RN - 6)	0.05	0.20
Zona Urbana Regional, Terrenos Planos	0.10	0.15
Zona Urbana Regional, Terrenos Ondulados	0.15	0.20
Zona Rural de Producción Agropecuaria	0.05	0.20
Zona de Vivienda de Densidad Alta (U - 1)	0.50	0.60
Zona de Vivienda de Densidad Media Alta (U - 2)	0.40	0.50
Zona de Vivienda de Densidad Media Baja (U - 3)	0.35	0.40
Zona de Vivienda de Densidad Baja (U - 4)	0.30	0.35
Techos y Calles de Asfalto y Concreto	0.90	0.95
Áreas con gramas y pastos o cultivos con pendientes no mayores de 5%	0.10	0.20
Áreas con gramas y pastos o cultivos con pendientes del 5% al 10%	0.12	0.20
Áreas boscosas (depende de pendientes, tipo de suelo o cobertura superficial)	0.05	0.20

Fuente: Reglamento de drenaje pluvial el municipio de Masaya

**Anexo V.** Tabla de coeficiente de rugosidad de tuberías de Manning

<b>Tipo de material</b>	<b>Coeficiente de rugosidad</b>
Canales de tierra con grama	0.040
Superficie de mortero pulido	0.013
Superficie de concreto sin pulir	0.018
Canales de tierra con vegetación	0.023
Canales de tierra con rocas y malezas	0.035
Canales de tierra sinuosos con maleza y pasto	0.028
Tubos de metal corrugado	0.024
Tubos de concreto	0.013
Canales de concreto	0.015
Canales de Asfalto	0.016
Canales de adoquín	0.019
Piedra Cantera repellada	0.025
Piedra Cantera sin repello	0.030
Canales de ladrillo de barro	0.032
Canales de Concreto ciclópeo (bolones)	0.035

Fuente: Reglamento de drenaje pluvial del municipio de Masaya

**Anexo VI.** Grupos y sub grupos de ocupación

<b>Grupos y sub grupos de ocupación</b>	<b>Clasificación</b>
<b>A</b>	<b>ALMACENAMIENTO</b>
A-1	Riesgo moderado
A-2	Riesgo bajo
<b>C</b>	<b>COMERCIAL</b>
C-1	Servicios
C-2	Bienes
<b>E</b>	<b>ESPECIALES</b>
<b>F</b>	<b>FABRIL E INDUSTRIAL</b>
F-1	Riesgo moderado
F-2	Riesgo bajo
<b>I</b>	<b>INSTITUCIONAL</b>
I-1	Reclusión
I-2	Salud o incapacidad
I-3	Educación
I-4	Seguridad pública
I-5	Servicio público
<b>L</b>	<b>LUGARES DE REUNIÓN</b>
L-1	Deportivos
L-2	Culturales y teatros
L-3	Sociales y recreativos
L-4	Religiosos
L-5	De transporte
<b>M</b>	<b>MIXTO Y OTROS</b>
<b>P</b>	<b>ALTA PELIGROSIDAD</b>
<b>R</b>	<b>RESIDENCIAL</b>
R-1	Unifamiliar y bifamiliar
R-2	Multifamiliar
R-3	Hoteles
<b>T</b>	<b>temporal</b>

Fuente: Grupo y sub grupos de ocupación de edificaciones

**Anexo VII.** tabla Sistema de protección contra incendio según la ocupación

<b>Grupo o subgrupo</b>	<b>Sistemas de protección requeridos</b>		<b>Norma reguladora</b>
<b>Sistema de rociadores</b>		<b>Sistema de mangueras</b>	
A	A toda la edificación si:	A toda la edificación	• Código para suministro y distribución de agua para extinción.
• Tiene más de 3 pisos o 9m de altura			
• Tiene un área mayor a 2200 m <sup>2</sup>		• NTC 2301	
• NFPA 13			
C	A toda la edificación si:	A toda la edificación	• Código para suministro y distribución de agua para extinción.
• Tiene más de 3 pisos o 9m de altura			
• Tiene un área mayor a 1100 m <sup>2</sup>		• NTC 2301	
• NFPA 13			
I	A toda la edificación si:	A toda la edificación si:	• Código para suministro y distribución de agua para extinción.
• Pertenece a los subgrupos I-1 e I-2		• Tiene más de 3 pisos o 9m de altura	
• Pertenece al subgrupo I-3 y además:		• Todos los niveles bajos o sótanos	• NTC 2301
• NFPA 13			
• Todas las edificaciones que se encuentren a más de 30m de distancia al sitio hasta el que se puede acercar el vehículo de bomberos			
• Tiene un área mayor a 2000 m <sup>2</sup>			
• Tiene más de 4 pisos o 12m de altura			
• Todos los niveles bajos			

Fuente: NFPA

## PLANOS