DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER
MUNICIPIO LOS PATIOS

DISEÑO HIDROSANITARIO HOSPITAL PATIOS

CONSULTOR

EDGAR VILLEGAS PALLARES
Ingeniero Civil – Universidad Francisco de Paula Santander
Especialista en Agua y Saneamiento Ambiental - UMB

2023

TABLA DE CONTENIDO

1. GENERALIDADES 6
1.1 CONTEXTO 6
1.2 CONDICIONES LOCALES 6
1.2.1 Localización 6
1.2.2 Uso Proyectado de la Edificación 7
1.2.2.1 Reseña Histórica 7
1.2.2.2 Geografía 8
1.2.2.3 Ecología 9
1.2.2.4 Economía 9
1.3 DEFINICIONES 9
2. DISEÑO DE LA RED HIDRÁULICA 12
2.1 DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO 12
2.2 DOTACIÓN 12
2.3 CONSUMO 12
2.4 ALMACENAMIENTO 13
2.4.1 Dimensionamiento Del Tanque 13
2.5 ACOMETIDA PRINCIPAL 14
2.5.1 Acometida para el tanque de agua potable 14
2.5.2 Acometida para el tanque de reserva contraincendios 15
2.6 SISTEMA DE AGUA POTABLE 16
2.6.1 Dotación utilizada por los aparatos 16
2.6.1.1 Caudal y presión mínima 18
2.6.1.2 Caudal máximo y consumo de agua 19
2.6.1.3 Diámetro de la tubería de suministro para el aparato (NTC 1500) 19
2.6.1.4 Otros parámetros 20
2.6.2 Cálculo hidráulico 21
2.6.2.1 Cálculo de caudal método hunter modificado 21
2.6.2.2 Definición de la unidad de consumo modificada 21
2.6.2.3 Presión en un punto crítico de agua potable 21
2.6.2.4 Evaluación de la red hidráulica de agua potable 21
3. SISTEMA CONTRA INCENDIOS 23
3.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA 23
3.2 CLASIFICACIÓN DEL RIESGO 23

3.2.1 Sistema De Protección Contra Incendio Según La Ocupación 24
3.2.2 Clasificación del Riesgo Según NFPA 25
3.3 VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO 26
3.3.1 Consumo 26
3.3.2 Acometida Del Tanque 26
3.3.3 Dimensionamiento Del Tanque 27
3.4 COMPONENTES DEL SISTEMA 27
3.4.1 Sistema de Gabinetes 27
3.4.1.1 Presiones Máximas y Mínimas 28
3.4.1.2 Tasa de Flujo Del Sistema 28
3.4.2 Sistema De Rociadores 29
3.4.2.1 Tipo De Rociador 29
3.4.2.2 Presiones de Operación del Rociador 30
3.4.2.3 Tamaño de las Tuberías 30
3.4.2.4 Procedimiento De Calculo 30
3.4.3 Extintores 31
3.4.3.1 Disponibilidad 31
3.4.3.2 Ubicación 31
3.4.3.3 Altura De Instalación 31
3.4.3.4 Tamaño Y Colocación De Extintores Para Riesgos Clase A 32
3.4.3.5 Tamaño Y Colocación Extintores Para Riesgos Clase K 32
3.5 CALCULO HIDRÁULICO 33
3.5.1 Condiciones y Parámetros De Diseño 33
3.5.2 Evaluación Hidráulica 33
3.6 SISTEMA DE BOMBEO 36
3.6.1 Bomba Principal Centrifuga Eje Horizontal Carcasa Partido 36
3.6.1.1 Curva característica de la bomba 37
3.6.1.2 Bomba sostenedora de presión (Jockey) 37
4. DISEÑO SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO 39
4.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA 39
4.2 PARÁMETROS DE DISEÑO 39
4.2.1 Valores Unitarios De Desagüe Para Aparatos (NTC 1500) 39
4.2.2 Cálculo de Colectores. 41
4.3 CALCULO HIDRÁULICO 41

5. SISTEMAS DE EVACUACIÓN DE AGUAS LLUVIAS. 43
5.1 PARÁMETROS DE DISEÑO 43
5.1.1 Tipo de cobertura. 43
5.1.2 Intensidad – Frecuencia – Duración de las lluvias. 43
5.1.3 Tiempo de Concentración de las aguas en un determinado punto. 44
5.1.4 Estimación del Caudal de Diseño. 45
5.1.5 Periodo de Retorno de Diseño 46
5.2 INFORMACIÓN HIDROLÓGICA 46
5.2.1 Análisis de la Información Hidrológica. 46
5.2.1.1 Prueba de datos dudosos para la estación 47
5.2.1.2 Prueba de Bondad de ajuste Kolmogorov Smirnov 47
5.2.1.3 Distribución de probabilidad con el mejor ajuste para cada estación 47
5.2.2 Cálculo de las curvas IDF por el Método Simplificado. 47
5.3 DISEÑO RED PLUVIAL 50
5.3.1 DISEÑO DE TUBERÍAS 50
5.3.1.1 Deducción de la ecuación matemática utilizada en el estudio 50
5.3.1.2 Parámetros de diseño de las tuberías 52
5.3.1.3 Parámetros hidráulicos. 52
5.3.1.4 Procedimiento de diseño 52
5.4 ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS PLUVIALES 53
5.4.1 Dimensionamiento Pozo De Bombeo 53
5.4.2 Altura Dinámica De Impulsión 54
5.4.3 Perdidas en la tubería de Impulsión 55
5.4.4 Equipo De Bombeo 56
6. OBSERVACIONES ESPECIALES 58
7. BIBLIOGRAFÍA 59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del municipio en el departamento de Norte de Santander. 6
Figura 2. Tanque de almacenamiento para consumo. 14
Figura 3. Tanque de almacenamiento Reserva Contra Incendios 27
Figura 4. Elementos Gabinete Clase II 29
Figura 5. Rociador tipo colgante 30
Figura 6. Grafica Área / Densidad 31
Figura 7. Esquema Modelación sistema de gabinetes. 34
Figura 8. Esquema de modelación sistema rociadores 35
Figura 9. Curva característica de la bomba principal del sistema contra incendios 37
Figura 10. Curva Bomba Jockey Sistema Contra Incendios. 38
Figura 11. Ubicación estación VILLA DEL ROSARIO del IDEAM 47
Figura 12. Regiones en Colombia para definición de los parámetros a, b, c y d. 48
Figura 13. Curvas IDF estación VILLA DEL ROSARIO por el método simplificado. 49
Figura 14. Curva característica de la bomba de la estación de bombeo de agua pluvial. 57

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Dotación Neta 12
Tabla 2. Cálculo de consumo de agua potable 13
Tabla 3. Acometida para tanque Agua Potable 14
Tabla 4. Acometida para tanque de red contraincendios 15
Tabla 5. Acometida del proyecto 15
Tabla 6. Medidor del proyecto 16
Tabla 7. Unidades de consumo agua potable 16
Tabla 8. Valores de carga para dimensionamiento de tuberías 17
Tabla 9. Caudal y presión mínima NTC 1500 18
Tabla 10. Consumos y caudales máximo NTC 1500 19
Tabla 11. Diámetros mínimos para tuberías de suministro de agua para los aparatos 20
Tabla 12. Grupos y subgrupos de ocupación (NSR – 10, Título J) 23
Tabla 13. Sistema de protección contra incendio según la Ocupación. NSR-10 TITULO J 24
Tabla 14. Clasificación de riesgo según NFPA 25
Tabla 15. Cálculo del Volumen de Reserva Contra Incendio. 26
Tabla 16. Tamaño y colocación de extintores para riesgos clase A 32
Tabla 17. Unidades de desagüe aparatos sanitarios (NTC 1500 Cuarta edición) 40
Tabla 18. Unidades de desagüe de aparato para desagües de aparato o sifones 41
Tabla 19. Coeficientes de escorrentía. 43
Tabla 20. Parámetros acordes a la región. 48
Tabla 21. Diseño hidráulico tubería impulsión aguas Pluvial. 56

1. GENERALIDADES

1.1 CONTEXTO

El proyecto "HOSPITAL LOS PATIOS - MUNICIPIO LOS PATIOS. DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER", se obedece a la necesidad de la región de contar con un centro de salud en condiciones idóneas para la comunidad del municipio de Los Patios.

1.2 CONDICIONES LOCALES

1.2.1 Localización

El proyecto se encuentra ubicado en el municipio de Los Patios, departamento de Norte De Santander.



Figura 1. Ubicación del municipio en el departamento de Norte de Santander.

1.2.2 Uso Proyectado de la Edificación

El uso específico del proyecto se encuentra dentro de la categoría institucional y estará conformado por una estructura de dos plantas.

1.2.2.1 Reseña Histórica

Su origen se remonta al siglo XVll. Inició su historia en la hacienda " Los Patios" que era una extensión de tierra de tunas y cujies, de donde tomó su nombre el entonces caserío, que posteriormente pasó a ser corregimiento de Villa del Rosario y más tarde, el municipio 37 de Norte de Santander. Según los relatos históricos, se tienen como propietarios de esta hacienda a los señores Juan Aranda, Carlos Matamoros y Reinaldo Viccini, quienes se dedicaban al cultivo de productos agrícolas, principalmente del cacao.

Existieron, igualmente, las haciendas: La Rinconada (hoy Club Tenis y Colegio Santo Ángel), Kilómetro tres (hoy Urb. La Floresta), Los Colorados sobre la vega del río Pamplonita; Los Vados; El Hato, ubicada en los terrenos del hoy barrio Kilómetro 8; El Suspiro (hoy Vereda Agua Linda); La Garita, Buenos Aires (cerca de los Vados) y García, propiedad de Agustín García, ubicada en el hoy parque Recreacional San Rafael.

El Municipio fué creado mediante Ordenanza 13 de la Asamblea del Departamento Norte de Santander, de fecha Diciembre 10 de 1985.

El general Carlos Matamoros fué uno de los primeros propietarios de la Hacienda Los Patios, quien luego la vendió al señor Miguel Parra Picón. Estas tierras fueron asignadas al cultivo de la caña de azúcar, ganadería mayor y menor, además de los más variados cultivos propios de la época; existieron igualmente las Haciendas de la Rinconada (hoy Club Tenis y Colegio Santo Angel); la Hacienda el kilómetro tres (hoy Urbanización La Floresta); Hacienda Los Colorados sobre la vega del río Pamplonita; Hacienda Los Vados (Corregimiento de Los Vados) y la Hacienda El Hato ubicada en los terrenos del (hoy Barrio Kilómetro 8); Hacienda El Suspiro ubicada en la (hoy Vereda Agua Linda); Hacienda La Garita; Hacienda Buenos Aires, cerca a las Vados y la Hacienda García de propiedad de Agustín García, ubicada en el (hoy parque San Rafael), fueron nuestros primeros pobladores y fundadores los campesinos y labriegos, que trabajaron en estas haciendas y sus alrededores; quienes fueron formando pequeños caseríos, siendo el más importante por su gran actividad comercial, el casería de los Vados.

En el año de 1813 tuvo lugar la batalla de Carrillo, en la hacienda del mismo nombre; donde el militar Español Bartolomé Lizón derrotó a los patriotas comandados por el General Francisco de Paula Santander.

El caserío de los Vados fué el centro de fusilamientos militares. Allí fué fusilada la Heroína Florentina Salas, junto a 11 patriotas rebeldes, héroes de nuestra independencia. En el entonces caserío de Los Vados, se centró la mayor población tanto de propios como transeúntes, en su mayoría comerciantes que se alojaban en la posada de la señora Esther Serrati, ubicada al margen izquierdo de la vía a Pamplona, cerca a la entrada de la Vereda AGUA LINDA.

En los Vados vivió largas temporadas el ex presidente y ex dictador General Juan Vicente Gómez, desde donde planificó y partió a la toma del poder en la hermana República de Venezuela, causa que se denominó la Revolución de los Andinos, y que concluyó con la toma del poder en la persona del genera! Cipriano Castro, derrocado luego por Juan Vicente Gómez. Para la época de los años 1850 se registró el paso por el caserío de los Patios de misioneros que recorrían estos campos, en misión religiosa, y son estos misioneros quienes erigen el monumento de la Santa Cruz y la ubican en el sitio donde actualmente permanece, (Sector la Cruz). Inicialmente la cruz fue hecha en una madera muy fina- llamada Anacao negro; y la tradición de la conservación de este monumento posee total vigencia entre los creyentes católicos del hoy municipio Los Patios; éste monumento tiene más de 190 años de existencia.

El señor Augusto Duplat Angostini, de nacionalidad venezolana y origen Francés funda por los años de 1887 una planta de energía en el sector de la hacienda Los Colorados, desde donde abastece del fluido eléctrico a la población de Cúcuta. En la época de los años 1899 – 1902 o Guerra de los Mil Días, y, en razón a la huida de las familias liberales que pretendían llegar a San Cristobal (Venezuela), por el camino de Los Vados, en los trágicos sucesos de violencia política de nuestro país, muchas de estas familias se ubicaron en tierras de Los Patios. En ese entonces estos ingratos sucesos de violencia se conocieron como El Sitio de Cúcuta.

Se dice que en el sector de los vados, vivió largas temporadas el expresidente venezolano general JUAN VICENTE GÓMEZ, de donde planificó y partió a la toma del poder de la hermana república de Venezuela.

Primeras casonas: Casona El Hato: (Hacienda de Gáfaro). Casona La Libertad: (Hoy kilómetro 9). Casona La Unión: (Hoy Patios Centro). Casona La Opinión: (Hoy sector la cruz). Casa Zinc: (Hoy colegio Fe y Alegría). Casa Berlín: (Hoy los colorados). Casona la Victoria: (Construida en 1924). Casona la primavera: (Construida entre 1919 a 1920)

En el año de 1934, Siendo presidente de la república el doctor ENRIQUE OLAYA HERRERA y ministro de obras públicas el doctor Francisco José Chaux se empezó a construir en el Km. 7 vía a Pamplona el aeródromo Los Patios.

El 27 de Febrero de 1935, el piloto colombiano capitán Méndez Calvo en el avión N° 106 de la flotilla de guerra colombiana en compañía del Doctor Leopoldo Monrroy V. Ingeniero constructor del campo de aviación de Cúcuta (Los Patios), inaugurando los servicios de ese aeródromo.

1.2.2.2 Geografía

En diciembre de 1985 la Asamblea Departamental ordenó al Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC, la incorporación del territorio de Los Patios, ajustado a las condiciones cartográficas de la fecha, citando que: “Los límites generales del municipio de Los Patios, con los municipios vecinos serán así: al norte, con Cúcuta; al Sur, con Chinácota; al Oriente, con Villa del Rosario; al Occidente, con Cúcuta”.

Límites:

- Norte: Con el municipio de San José de Cúcuta.
- Sur: Con el municipio Ragonvalia.
- Oriente: Con el municipio de Villa del Rosario.
- Occidente: Con el Municipio de Bochalema y San José de Cúcuta.

1.2.2.3 Ecología

En la mayor parte del Municipio se presenta esta zona de vida. Presenta temperaturas superiores a los 27 grados, precipitaciones anuales de 500 a 1000 (mm), involucra las microcuencas de las quebradas de Juana Paula y Agua Linda. Vegetación Xerofítica sobre suelos muy bajos de fertilidad y poca profundidad efectiva, que tienen entre otras, las siguientes características, achaparrada, rala, espinosa, de hojas pequeñas y copas aparasoladas, hábitat para las cactáceas (cabeza de negro, tuna de la sabana, tuna mexica) existe el estrato arbustivo, donde sobresale especies como el cují, el gallinero, yabo, espino de cabro y el retamo calentano.

1.2.2.4 Economía

La economía del municipio está basada en la Actividad Agrícola: Las tierras de la parte sur del Municipio de Los Patios presentan mejores condiciones, tanto en el aspecto climático, como edáfico, para el desarrollo agropecuario, pero desafortunadamente la población, especialmente la gente joven, se ha ido saliendo de los campos por no contar con los recursos técnicos, económicos y de asesoría para hacer rentable sus tierras.

El resto de las tierras del municipio presentan condiciones de clima (mayor temperatura y menor lluvia), y de suelo (poco fértiles y arcillosos), que las hace económicamente no rentables, en el establecimiento de actividades agropecuarias.

Desde el Puente de San Rafael hasta la Vereda los Vados, por la margen derecha del Río Pamplonita se encuentran ubicados alrededor de 17 predios, que explotan cultivos de arroz, caña de azúcar, hortalizas, tabaco, productos que son traídos directamente a Cúcuta y las poblaciones venezolanas, donde se comercializan. La actividad pecuaria, es poca y está representada en los caprinos.

La Industria del cemento y Minera como Arcillas, carbón, arena.

1.3 DEFINICIONES

• **ACOMETIDA:** derivación de la red de distribución que llega hasta el registro de corte de un usuario. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general.
• **AGUA POTABLE:** reúne los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos que la hacen apta y aceptable para el consumo humano; cumple con la NTC 813 y con las demás normas de calidad de agua.
• **AGUAS LLUVIAS:** aguas provenientes de la precipitación pluvial.
• **AGUAS RESIDUALES**: desechos líquidos provenientes de residencias, edificios, instituciones, fábricas o industria.

• **ALCANTARILLADO:** conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales o de las aguas lluvias.
• **APARATO SANITARIO:** artefacto que facilita la utilización del agua potable, está conectado a una instalación interior y descarga a sistema de desagüe una vez utilizado.
• **BAJANTE:** tubería principal, vertical, de un sistema de desagüe de aguas lluvias o residuales, o de un sistema de ventilación, que se extiende a través de uno o más pisos.
• **CAJA DE INSPECCIÓN:** estructura para la conexión de desagües subterráneos con posibilidad de inspección, debe estar provista de cañuelas en mortero que garanticen el flujo y de tapa removible.
• **COLECTOR:** conducto destinado a evacuar aguas lluvias o servidas.
• **CONEXIÓN CRUZADA:** unión entre un sistema que contiene o conduce agua potable y otro que contiene o conduce cualquier sustancia que pueda causar contaminación del agua potable.
• **CONEXIÓN DOMICILIARIA:** conducto que transporta las aguas residuales, lluvias o combinadas desde la caja final de inspección hasta un colector de la red pública de alcantarillado.
• **DESAGÜE DE AGUAS RESIDUALES:** conducto que transporta aguas servidas.
• **DESAGÜE FINAL DEL EDIFICIO:** colector que recibe aguas servidas y las conduce a la caja final de inspección.
• **DESAGÜE DE APARATO SANITARIO:** conexión del aparato sanitario al sistema de desagüe del edificio.
• **DESAGÜE DE CUBIERTA:** conexión de las bocas de captación en las cubiertas con el sistema de bajantes de aguas lluvias.
• **EQUIPO EYECTOR DE AGUAS NEGRAS:** dispositivo mecánico fijo, que sirve para evacuar aguas negras o desechos líquidos que no puedan ser evacuados por gravedad.
• **GOLPE DE ARIETE:** sobrepresión producida por la detención brusca del flujo de agua.
• **PENDIENTE:** declive o inclinación de una tubería, referida a un plano horizontal, expresa en porcentaje o en milímetros de desnivel por metro de longitud del tubo.
• **POZO EYECTOR:** tanque que recibe aguas lluvias o servidas que no pueden ser evacuadas por gravedad y requieren vaciarse por medio mecánico.
• **RAMAL DE DESCARGA:** tubería que recibe los efluentes del ramal de descarga.
• **RAMAL DE DESAGÜE:** tubería que recibe los efluentes del ramal de descarga.
• **RAMAL DE VENTILACIÓN:** tubo ventilador secundario o individual.
• **RAMAL DE AGUA:** tubería que abastece de agua una salida aislada, o dentro de los límites del ambiente respectivo, u baño o un grupo de aparatos sanitarios.
• **REBOSE:** borde extremo de un receptor por encima del cual el agua se debe rebosar de un depósito o de los apartaos sanitarios.
• **RECEPTOR:** aparto sanitario o dispositivo aprobado, cuya forma y capacidad permiten recibir adecuadamente la descarga de tubos de desechos indirectos; construido y ubicado de tal forma que se facilite su limpieza.
• **REFLUJO:** flujo en el sentido inverso al previsto para un conducto.
• **SELLO HIDRÁULICO:** volumen de agua existente en un sifón.
• **SIFÓN:** dispositivo en forma de "U" que mantiene un sello de agua que impide la salida de los gases de la instalación sanitaria.
• **SISTEMA DE DESAGÜE:** conjunto de tuberías, accesorios y equipos, destinados a la evacuación de las aguas servidas y aguas lluvias de una edificación.

• **SISTEMA DE FONTANERÍA O INSTALACIÓN INTERIOR:** conjunto de tubería, equipos o dispositivos, destinados al abastecimiento y distribución del agua, evacuación de los residuos líquidos y ventilación del sistema de tubería dentro de las edificaciones. Comprende los sistemas de suministro de agua potable, de desagüe y ventilación.

• **SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE:** conjunto de tuberías, accesorios, equipos, griferías y apartaos sanitarios destinados al manejo y distribución del agua potable dentro de una edificación.

• **SISTEMA DE VENTILACIÓN:** conjunto de tuberías y accesorios instalados para proveer una corriente de are desde o hacia el sistema de desagüe, que proporcione circulación de aire dentro del sistema, con el fin de prevenir la pérdida del sello de los sifones, por sifonaje o contrapresión.

• **TRAMPA DE GRASA:** dispositivo diseñado para retener grasas suspendidas en el agua residual proveniente de los aparatos de fontanería.

• **VÁLVULA DE CHEQUE:** accesorio instalad en los sistemas de abastecimiento a presión para permitir el flujo en un solo sentido.

• **VÁLVULA ANTIRREFLUJO:** accesorio de funcionamiento automático destinado a evitar la inversión del flujo normal de cualquier conducto de desagüe, de tal manera que asegure el sentido especificado por diseño para el flujo del contenido de los alcantarillados de aguas lluvias o negras o de los canales abiertos.

• **VÁLVULA DE FLUXÓMETRO:** dispositivo diseñado para descargar directamente una cantidad predeterminada de agua requerida para la limpieza del aparato sanitario, activado por la presión residual del agua.

• **VENTILACIÓN:** cualquier tubería que sirve para ventilar un sistema sanitario y para prevenir el sifonaje y la contrapresión, o para equilibrar las presiones neumáticas dentro de dicho sistema.

2. DISEÑO DE LA RED HIDRÁULICA

2.1 DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO

El sistema se abastecerá de la red de acueducto existente en la zona del proyecto, el cual abastecerá el tanque de almacenamiento de agua potable y el tanque de reserva contra incendios, los cuales a través de un equipo de bombeo suministraran el agua a los aparatos previstos en la edificación.
El sistema de la red hidráulica comprende:

- Acometida principal
- Acometida tanques de almacenamientos.
- Suministro por bombeo a los aparatos sanitarios
- Tanques y cuarto de bombas.

2.2 DOTACIÓN

Los tanques de almacenamiento se dimensionarán de acuerdo a las dotaciones establecidos en la resolución 0330 de 2017 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

Tomando en cuenta en la resolución no se presentan tablas de dotaciones, se emplearán las tablas del título B, para determinar la capacidad almacenamiento mínimo requerida para el proyecto.

Tabla 1. Dotación Neta

Tabla B.2.9 Consumo institucional

Tipo de instalación		Consumo de agua
Salud	Hospitales, clínicas y centros de salud	800 L/cama/día
	Orfanatos y asilos	300 L/huésped/día
Seguridad	Cuarteles	150 L/persona/día
	Cárceles	150 L/interno/día

Por lo que para el proyecto se empleara una dotación de 800 L/Cama /día.

2.3 CONSUMO

Para efectos de diseño y construcción se considera una sola acometida para toda la edificación. El agua potable llegará a un tanque bajo subterráneo, de donde con equipo de bombeo se realizará el reparto a cada uno de los aparatos que requieren demanda hídrica. Se instalará un medidor totalizador en la acometida de la edificación. Se construirá el tanque bajo con el volumen mayor al mínimo para atender el consumo de agua potable de dos días de almacenamiento.
Ver Cálculo de consumos (Ver Anexo1).

El volumen de un día de consumo se determina de acuerdo al siguiente cuadro:

Tabla 2. Cálculo de consumo de agua potable

Cálculo de consumos							
Item	**concepto**	**unidad**	**cantidad**	**Dotación**		**Consumo**	
				und/día	cantidad	cantidad	Und
1	hospital	Persona	63.0	L/cama /día	800.0	50,400	L/día
	Sub total diario			días	1.00	50,400	L
	Almacenamiento Total Consumo			días	2.00	100,800	L
	Total, almacenamiento			día		100,800	L
	DEFINTIVO RECOMENDADO			día		100,800	L

2.4 ALMACENAMIENTO

Las condiciones normales de operación del sistema de acueducto municipal para la zona donde se ubica el proyecto son permanentes, aunque podría existir cortes de servicios en determinados periodos de tiempo, además se estima una baja presión en las horas del día y de media a alta presión en horas de la noche, razón por la cual se requiere la construcción de almacenamiento al interior del proyecto.
De acuerdo a la resolución 4445 del 1996 del ministerio de Salud, se estipula en el artículo 17 "La capacidad del tanque o tanques de almacenamiento de agua potable deberá garantizar como mínimo 48 horas de servicio y su construcción deberá permitir que durante la operación de limpieza y desinfección no se interrumpa el suministro de agua"; por lo anterior se proyecta un almacenamiento de 2 días. (Ver Anexo 1)

El tanque estará ubicado en una zona del proyecto, será enterrado, construido en concreto reforzado, las casetas de la estación de bombeo de agua potable, se ubicará sobre los tanques de almacenamiento.

2.4.1 Dimensionamiento Del Tanque

El tanque bajo, será enterrado y estará ubicado una zona destinada del proyecto. El resultado del diseño hidráulico para un almacenamiento del 100%.

La construcción del tanque bajo tiene las siguientes consideraciones:

- El tanque inicialmente se proyecta con piso, muros y tapa en concreto reforzado.
- El acceso al tanque deberá ser superior. Deberá construirse una escalera preferiblemente en Fibra de Vidrio Reforzada - PRFV, para evitar oxidación.
- El tanque puede ser alimentado por otra fuente en caso de emergencias.
- Se recomienda el lavado del tanque al menos una vez al año.

Para el proyecto se optó tomar un mayor almacenamiento que el mínimo recomendado para tener buenas reservas de agua, el tanque subterráneo se dimensiono para el 100% del almacenamiento total, de donde las dimensiones finales fueron de 9.20 m x 5.50 m x 2.00 m, para un almacenamiento subterráneo 101.20 m^3. Ver Cálculo de dimensionamiento de tanque (Ver anexo 2)

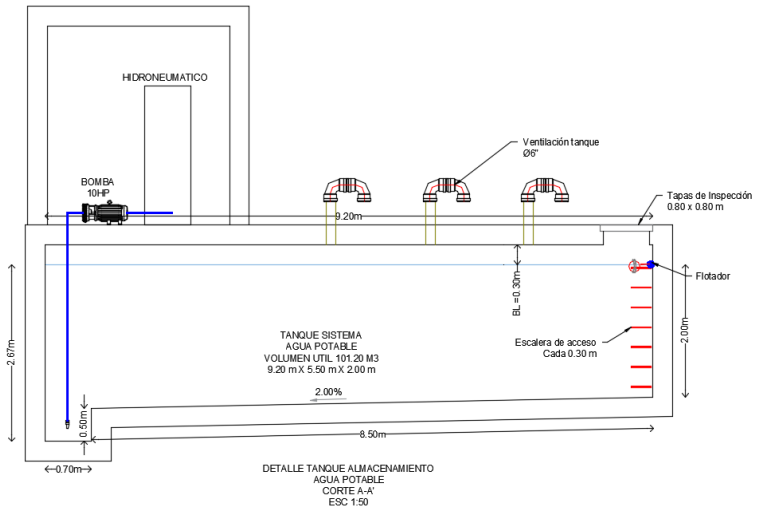


Figura 2. Tanque de almacenamiento para consumo.

2.5 ACOMETIDA PRINCIPAL

Se instalará una acometida para alimentar toda la edificación, incluyendo un micro medidor totalizador.

Esta acometida principal será tanto para el abastecimiento del tanque de almacenamiento de agua potable y el de reserva contra incendios, por lo que se calculó el diámetro de la acometida para cada uno de los sistemas por separada y luego se obtuvo el valor para el diámetro de la acometida principal y el medidor.

2.5.1 Acometida para el tanque de agua potable

Para determinar del diámetro de la acometida se utiliza el consumo medio diario, obtenido en el cuadro cálculos de consumo (Ver anexo 1).

Consumo medio diario = 100.80 m^3
Tiempo de llenado = 8 horas.
Caudal consumo agua potable = 3.50 L/s.

Donde la velocidad debe estar entre 1.0 y 1.5 m/s, lo cual de las ecuaciones de Flamant obtenemos un diámetro óptimo de 2 1/2 pulgada. El agua de consumo llegará primero al tanque bajo de almacenamiento, de donde se llevará a través de equipo de bombeo a cada uno de los puntos de demanda hídrica.

Tabla 3. Acometida para tanque Agua Potable.

ACOMETIDA INDIVIDUAL				
QMD Llegada a tanque	3.50	lts/seg		
Tiempo de llegada a tanque	8.00	horas		
Velocidad estimada de salida	1.5	m/seg	Asumida para salida	
Área tubo	0.0023	m2		
Diámetro estimado	2.15	pulg		
Diámetro comercial	2 1/2	pulg		
Velocidad real de salida	1.1	m/seg		
Perdida de carga	0.01	m/m		

2.5.2 Acometida para el tanque de reserva contraincendios

Tabla 4. Acometida para tanque de red contraincendios

ACOMETIDA SISTEMA INCENDIOS		
QMD Llegada a tanque	1.02	l/s
Tiempo de llegada a tanque	8.00	horas
Velocidad estimada de salida	1.5	m/s
Área tubo	0.0006782	m²
Diámetro estimado	1.16	pulg
Diámetro comercial	1 1/4	pulg
Velocidad real de salida	1.28	m/s
Perdida de carga	0.05	m/m

Por lo que la acometida principal del proyecto para la alimentación de los tanques de almacenamiento sería:

Tabla 5. Acometida del proyecto

ACOMETIDA PROYECTO				
QMD Llegada a tanque	4.52	lts/seg		
Tiempo de llegada a tanque	8.00	horas		
Velocidad estimada de salida	1.50	m/seg	Asumida para salida	
Área tubo	0.0030	m2		
Diámetro estimado	2.44	pulg		
Diámetro comercial	2 1/2	pulg		
Velocidad real de salida	1.43	m/seg		
Perdida de carga	0.02	m/m		

Tabla 6. Medidor del proyecto

MEDIDOR		
Diámetro	1 1/2	pulg
Caudal nominal	5.6	L/s
Porcentaje de capacidad	80.00%	[-]
Perdidas (J)	6.40	m

Se debe colocar un medidor de 1 1/2 pulgada para un caudal nominal de 5.6 L/s, trabajando a un 80% de su capacidad con lo que producirá una pérdida de carga de 6.40 metros.

2.6 SISTEMA DE AGUA POTABLE

En el proyecto se contempla la distribución de agua desde el tanque de almacenamiento bajo hasta los aparatos a través de un equipo de bombeo, los cuales brindaran la presión suficiente para transportar el fluido a través de la tubería ramificada.

2.6.1 Dotación utilizada por los aparatos

Se utilizará básicamente las unidades de abasto presentadas para el método de Hunter Modificado, los cuales fueron tomadas del Código Colombiano de Fontanería Norma ICONTEC 1500 (cuarta Actualización).

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

Tabla 7. Unidades de consumo agua potable

UNIDADES DE CONSUMO	
NTC 1500 CUARTA EDICIÓN	
APARATO	UNIDADES
Lavamanos	2.0
unidad dental	2.0
Sanitario tanque	5.0
Sanitario fluxómetro	6.0
Llave Aseo	2.25
Lavadora	4.0
ducha	4.0
orinal	3.0
lavadero	3.0
lavaplatos	2.0

Tabla 8. Valores de carga para dimensionamiento de tuberías

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

Aparato	Uso	Tipo de control de suministro	Valores de carga en unidades de aparatos de suministro de agua (w.s.f.u)		
			Fría	Caliente	Total
Grupo de baño	Privado	Sanitario de tanque	3.7	1.5	4.3
Grupo de baño	Privado	Válvula fluxómetro	5.5	1.5	6.1
Tina	Privada	Grifería	1.0	1.0	1.4
Tina	Público	Grifería	3.0	3.0	4.0
Bidé	Privado	Grifería	1.5	1.5	2.0
Accesorios de combinación	Privado	Grifería	2.25	2.25	3.0
Lavavajillas	Privado	Automático	-	1.4	1.4
Bebederos	Oficinas, etc.	Válvula 3/8 de pulgada	0.25	-	0.25
Lavaplatos de Cocina	Privado	Grifería	1.0	1.0	1.4
Lavaplatos de Cocina	Hotel, restaurante	Grifería	3.0	3.0	4.0
Fregaderos bateas (1 a 3)	Privado	Grifería	1.0	1.0	1.4
Lavamanos	Privado	Grifería	0.5	0.5	0.7
Lavamanos	Público	Grifería	1.5	1.5	2.0
Pocetas de aseo	Oficinas, etc.	Grifería	2.25	2.25	3.0
Ducha	Público	Válvula mezcladora	3.0	3.0	4.0
Ducha	Privado	Válvula mezcladora	1.0	1.0	1.4
Orinal	Público	0.5 Lpf a 1 Lpf	1.0	-	1.0
Orinal	Público	1.1 Lpf a 2.0Lpf	2.0	-	2.0
Orinal	Público	Tanque de descarga>2.0 Lpf	3.0	-	3.0
Maquina automática de lavar ropa (8 lb)	Privado	Automático	1.0	1.0	1.4
Maquina automática de lavar ropa (8 lb)	Público	Automático	2.25	2.25	3.0
Maquina automática de lavar ropa (15 lb)	Público	Automático	3.0	3.0	4.0
Inodoro	Privado	Válvula fluxómetro	4.0	-	4.0
Inodoro	Privado	Tanque de descarga	2.2	-	2.2
Inodoro	Público	Válvula fluxómetro	6.0		6.0
Inodoro	Público	Tanque de descarga	5.0	-	5.0
Inodoro	Público o privado	Tanque de fluxómetro	2.0	-	2.0

Para SI: 1 pulgada = 25.4 mm; 1 libra = 0.454 Kg

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

2.6.1.1 Caudal y presión mínima

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

Tabla 9. Caudal y presión mínima NTC 1500

Tabla 7.4.3.1 Criterios de diseño del sistema de distribución de agua capacidad requerida en el tubo de salida para el suministro de aparato		
Tipo de aparatos hidrosanitario	**Caudal L/min (gpm)**	**Presión de flujo Kpa (psi)**
Bañera, válvula mezcladora balance de presión, termostática o de combinación balance de presión/ termostática	15 (4)	138 (20)
Bidé, válvula de mezclado termostática	8 (2)	138 (20)
Accesorio de combinación	15 (4)	55 (8)
Lavavajillas doméstico	10 (2.75)	55 (8)
Bebedero	3 (0.75)	55 (8)
Lavadero	15 (4)	55 (8)
Lavamanos privado	3 (0.8)	55 (8)
Lavamanos privado, válvula mezcladora	3 (0.8)	55 (8)
Lavamanos publico	1.5 (0.4)	55 (8)
Ducha	9.5 (2.5)	55 (8)
Ducha con válvula de mezclado de presión balanceada, termostática o combinada de presión balanceada/termostática	9.5 (2.5)	138 (20)
Grifería de manguera	19 (5)	55 (8)
Poceta residencial	6.6 (1.75)	55 (8)
Poceta servicio	11 (3)	55 (8)
Orinal válvula	45 (12)	172 (25)
Inodoro de desboque o arrastre con válvula fluxómetro	95(25)	310 (45)
Inodoro, tanque fluxómetro	6 (1.6)	138 (20)
Inodoro, sifónico, válvula de fluxómetro	95(25)	241 (35)
Inodoro, tanque cierre acoplado	11 (3)	138 (20)
Inodoro, tanque una pieza	23(6)	138 (20)
Factores de conversión:1Kpa=0.14 psi 1 L/min =0.26 galón por minuto a Para requisitos adicionales de caudales y presión, véase el numeral 7.4.4. b Cuando el fabricante de la ducha con válvula mezcladora indique una presión de flujo inferior para la válvula mezcladora, se debe instalar la válvula de baja presión.		

2.6.1.2 Caudal máximo y consumo de agua

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

- EXCEPCIÓN 1 Inodoros de desboque y arrastre directo con un consumo máximo de agua de 13 Lpf (3 ½ galones).
- EXCEPCIÓN 2 Rociadores para vegetales.
- EXCEPCIÓN 3 Pocetas clínicas con un consumo de agua de 17 Lpd (litros por descarga) (4 ½ galones).
- EXCEPCIÓN 4 Poceta de servicio.
- EXCEPCIÓN 5 Duchas De Emergencia.

Tabla 10. Consumos y caudales máximo NTC 1500

Tabla 7.4.4 Consumos y caudales máximos para aparatos hidrosanitarios y accesorios para los aparatos	
Aparatos hidrosanitarios o accesorios para los aparatos	**Consumos y caudales máximos b**
Lavamanos privado	8.3 L/min (2.2 gpm) a 414Kpa (60 Psi)
Lavamanos público (con cierre automático)	0.9 Lpf (0.25 gpm) por ciclo de descarga
Lavamanos público (otro que no sea con cierre automático)	1.9 L/min (0.5 gpm) a 414Kpa (60 Psi)
Regadera a	9.5 L/min (2.5 gpm) a 552Kpa (80 Psi)
Grifo de poceta	8.3 L/min (2.2 gpm) a 414Kpa (60 Psi)
Orinales	3.8 L/min (1.0 gpm) por ciclo de descarga
Inodoros	6.0 L/min (1.6 gpm) por ciclo de descarga
Factores de conversión: 1 L=0.3 galón, 1 L/min=0.3 galón/min 1 Kpa=0.1 libra por pulgada cuadrada a Una teleducha es una regadera b Las tolerancias de consumo deben ser las determinadas en las normas citadas Lpf Litros por descarga NOTA Para otros aparatos sanitarios, véase la NTC 1644	

2.6.1.3 Diámetro de la tubería de suministro para el aparato (NTC 1500)

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

Tabla 11. Diámetros mínimos para tuberías de suministro de agua para los aparatos

Tabla 7.4.5 Diámetro mínimos para tubos de suministro de agua a los aparatos	
Aparato	**Diámetro mínimo del tubo (Pulgada)**
Bañeras a 1 524 mm x 813 mm (60 pulgadas x 32 pulgadas) y más pequeñas.	(1/2)
Bañeras a más grandes de 1 524 mm x 813 mm (60 pulgadas x 32 pulgadas) y más pequeñas.	(1/2)
Bidé	(1/2)
Combinación de poceta y bandeja	(1/2)
Lavavajillas, doméstico a	(1/2)
Bebedero	(1/2)
Grifería para manguera	(1/2)
Lavaplatos a	(1/2)
Lavadero de 1, 2 0 3 compartimientos	(1/2)
Lavamanos	(1/2)
Ducha; regadera sencilla	(1/2)
Poceta, con rebose	(1/2)
Poceta, servicio	(1/2)
Orinal, tanque de descarga	(1/2)
Orinal, fluxómetro	(3/4)
Hidrante de pared	(1/2)
Inodoro, tanque de descarga	(1/2)
Inodoro, tanque de fluxómetro	(3/4)
Inodoro, válvula de fluxómetro	1
Inodoro, una pieza a	(1/2)
Para SI: 1 pulgada = 25.4 mm, Pie = 304.8mm 1 libra por pulgada (psi)= 6.895 Kpa a Cuando la longitud de desarrollo de la tubería de distribución es de 15.3 m(50 pies) o menor; y la presión disponible en el medidor es de 241.325Kpa (35 Psi), la dimensión mínima de una tubería de distribución individual suministrada desde un tubo distribuidor e instalada como parte de un sistema de distribución paralela de agua debe ser de un tamaño nominal menor que las dimensiones indicadas.	

2.6.1.4 Otros parámetros

- El sistema de distribución del suministro de agua para el proyecto debe diseñarse de manera que abastezca los aparatos y equipos con la mínima cantidad de agua necesaria para obtener un funcionamiento que satisfaga los requisitos de salubridad con presiones y velocidades adecuadas. La velocidad máxima de diseño debe ser de 2 m/s para tubería de diámetro inferior a 76,2 mm; para diámetros de 76.2 mm o mayores, la velocidad máxima debe ser de 2.50 m/s.

- La tubería para el suministro de agua debe cumplir con la NTC 539 y debe cumplir con una de las normas indicadas en la tabla 7.5.3. toda tubería hidráulica de servicio instalada bajo tierra y afuera de la estructura, debe tener una clasificación de presión de trabajo mínima de 100 kPa (160 psi) a 23 °C (73.4 °F). Donde la presión del agua exceda los 1 100 Kpa, el material de la tubería debe tener una presión nominal mínima de trabajo igual a la presión disponible más alta. Los materiales de la tubería para el suministro de agua no certificados en forma independiente para distribución de agua deben terminar en o antes de la válvula de abertura total ubicada a la entrada de la estructura. Todos los tubos para agua de hierro dulce deben ser revestidos con mortero de cemento de acuerdo con la AWWA C104/A21.4.

2.6.2 Cálculo hidráulico

2.6.2.1 Cálculo de caudal método hunter modificado

De acuerdo a las unidades suministradas para la obtención del Caudal se empleará la metodología de hunter modificado para su cálculo:

El método de hunter modificado consiste en transformar el método de Hunter en un método relativamente económico, desde el punto de vista de la estimación de los caudales o gastos de los aparatos.

2.6.2.2 Definición de la unidad de consumo modificada

- Para unidades de consumo entre 3 < UC < 240

Q=0.1163*UC^0.6875 Para aparatos Comunes
Q=0.7243*UC^0.384 para aparatos con fluxómetro

- Para unidades de consumo entre 260<UC<1000

Q=0.074*UC^0.7504 para aparatos comunes
Q=0.3356*UC^0.5281 para aparatos con fluxómetro

2.6.2.3 Presión en un punto crítico de agua potable

De acuerdo a la anterior metodología se determinó el caudal máximo probable y el punto crítico de operación, con lo cual se dimensiono la red de agua potable para ser abastecida desde el tanque subterráneo. De acuerdo con la distribución del proyecto y requerimiento de los aparatos sanitarios, se define como ruta critica el sanitario con válvula de fluxómetro, aparato considerado como el punto con mayor requerimiento de caudal y de presión, respecto al nivel de referencia del tanque de almacenamiento.

2.6.2.4 Evaluación de la red hidráulica de agua potable

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

Utilizando una hoja electrónica, con la fórmula de Flamant para diámetros hasta 1 ½ Pulgadas y la fórmula de Hazen Williams para diámetros 2 Pulgadas en adelante para calcular las pérdidas por fricción, y se determinó las longitudes equivalentes para los accesorios en cada uno de los ramales, se elaboran todos los cálculos hidráulicos y el diseño de tuberías de la red de distribución de agua potable (Ver Anexo 3).

El sistema de bombeo se ubicará cerca del tanque de almacenamiento en la zona destinada de acuerdo al diseño arquitectónico y tendrá las siguientes características:

En la succión

- Se procurará diseñar la succión lo más corta posible
- Hermetismo en la instalación
- Instalar el menor número de accesorios.
- El diámetro de la succión debe ser igual o mayor al de la succión de la bomba.
- No se deben permitir formas que impidan la libre salida del aire al momento del cebado.
- Se debe usar válvula de pie cuando la bomba no es autocebante y coladera cuando la bomba es autocebante.
- La ubicación de las bombas debe contar con buena ventilación para garantizar la durabilidad y eficiencia de los equipos.

En la descarga

- El diámetro debe ser igual o mayor al de la descarga de la bomba.
- Se debe proveer el tapón de cebado.
- Es necesario colocar válvula de cheuque para prevenir daños en la bomba cuando el agua se regresa por el apagado de la bomba.

El diseño del sistema de bombeo de agua potable tanque bajo a los aparatos sanitarios se presenta en el Anexo 3.

Datos técnicos de pedido. Con estas características se solicita el equipo de bombeo a los fabricantes y vendedores.

- **DATOS DE LA BOMBA.**

Caudal	= 12.58 L/s = 199.369 G.P.M.
Altura dinámica total	= 33.47 m
N.P.S.H Disponible	= 6.21 m.c.a
N.P.S.H Requerido	= 1.07 m.c.a
Número de Motobombas	= 2 (Un operando y la otra de reserva)
Tipo de Motor	= Eléctrico, Voltaje =220/440 V, 3600 RPM
Tipo motobomba	= Centrifuga, Alta Presión
Succión, descarga	= 3” y 3”
Potencia estimada	= 10.0 H.P (catálogo de Barnes, Ver anexo 3-Curva de la bomba)

- **DATOS DEL HIDROFLÓ**

Presión de trabajo	= 50- 70 PSI
Volumen del tanque	= 1 tanque de 750 Litros. (Ver ficha técnica)

3. SISTEMA CONTRA INCENDIOS

3.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema de red contra incendio del proyecto se abastecerá del tanque de reserva contra incendios que se alimenta de la línea de acometida proveniente de la red de acueducto y que contará con un sistema de bombeo para luego abastecer los sistemas de incendios de la edificación desde el tanque bajo de reserva de incendios

3.2 CLASIFICACIÓN DEL RIESGO

La siguiente tabla de Grupos y Subgrupos de ocupación, indican la clasificación de la edificación de acuerdo al uso según la NSR-10, con la finalidad de verificar las exigencias en cuanto a que sistema requiere la edificación.

Tabla 12. Grupos y subgrupos de ocupación (NSR – 10, Título J)

Grupos y Subgrupos de ocupación	Clasificación	Sección Del Reglamento
A	**ALMACENAMIENTO**	**K.2.2**
A-1	Riesgo Moderado	
A-2	Riesgo Bajo	
C	**COMERCIAL**	**K.2.3**
C-1	Servicios	
C-2	Bienes	
E	**ESPECIAL**	**K.2.4**
F	**FABRIL E INDUSTRIAL**	**K.2.5**
F-1	Riesgo Moderado	
F-2	Riesgo Bajo	
I	**INSTITUCIONAL**	**K.2.6**
I-1	Reclusión	
I-2	Salud o Incapacidad	
I-3	Educación	
I-4	Seguridad Publica	
I-5	Servicio Publico	
L	**LUGARES DE REUNIÓN**	**K.2.7**
L-1	Deportivos	
L-2	Culturales y teatros	
L-3	Sociales y recreativos	
L-4	Religiosos	
L-5	De Transporte	
M	**MIXTO Y OTROS**	**K.2.8**
P	**ALTA PELIGROSIDAD**	**K.2.9**
R	**RESIDENCIAL**	**K.2.10**
R-1	Unifamiliar y Bifamiliar	
R-2	Multifamiliar	
R-3	Hoteles	
T	**TEMPORAL**	**K2.11**

El proyecto se encuentra dentro del grupo de ocupación Institucional (I), en el subgrupo de Salud o Incapacidad (I-2)

3.2.1 Sistema De Protección Contra Incendio Según La Ocupación

Dada la clasificación de la edificación se plantea el sistema de protección contra incendio de acuerdo al tipo de grupo al que pertenece:

Tabla 13. Sistema de protección contra incendio según la Ocupación. NSR-10 TITULO J

GRUPO O SUBGRUPO	SISTEMAS DE PROTECCIÓN REQUERIDOS		
	SISTEMA DE ROCIADORES	SISTEMA DE MANGUERAS Y TOMAS FIJA DE AGUA	SISTEMA DE EXTINTORES
I	• En la totalidad de edificios con confinamiento o restricción de movimiento, clasificados en el subgrupo de ocupación de reclusión (I-1). • En la totalidad de edificios, clasificados en el subgrupo de ocupación de salud o incapacidad (I-2) • En la totalidad de edificios con área total de construcción de 2 000 m² o mayor, clasificados en el subgrupo de ocupación de educación (I-3). • En la totalidad de edificios con más de cuatro pisos o 12 m de altura, lo que sea mayor, clasificados en el subgrupo de ocupación de educación (I-3). • En la totalidad de edificios con uno o más pisos bajo el nivel del suelo, clasificados en el subgrupo de ocupación de educación (I-3). • En edificios clasificados en los subgrupos de ocupación de seguridad y servicio públicos (I-4 e I-5), de acuerdo con su uso; por ejemplo, edificios para oficinas se protegerán con las condiciones listadas para el grupo de ocupación comercial de servicios (C-1) y las áreas para asambleas con las condiciones del grupo de ocupación de lugares de • reunión (L), etc.	Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación I (Institucional) debe estar protegida por un sistema de tomas fijas para bomberos y mangueras para extinción de incendios diseñados de acuerdo con la última versión del Código para suministro y distribución de agua para extinción de incendios en edificaciones, NTC 1669, y con el Código para Instalación de Sistemas de Tuberías Verticales y Mangueras, NFPA 14, asi: • En edificios de más de tres pisos o 9 m de altura, lo que sea mayor, sobre el nivel de la calle. • En edificios con un piso bajo nivel de la calle. • En edificios donde, en uno de sus pisos, la distancia a cualquier punto desde el acceso más cercano para el Cuerpo de Bomberos es mayor de 30 m. • Cuando el edificio esté protegido con un sistema de rociadores, las tomas fijas para bomberos se diseñarán teniendo en	Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación I (Institucional) debe estar protegida por un sistema de extintores portátiles de fuego, diseñados de acuerdo con la última versión de la norma Extintores de fuego portátiles, NTC 2885 y con la Norma de Extintores de fuego Portátiles, NFPA 10.

GRUPO O SUBGRUPO	SISTEMAS DE PROTECCIÓN REQUERIDOS		
	SISTEMA DE ROCIADORES	SISTEMA DE MANGUERAS Y TOMAS FIJA DE AGUA	SISTEMA DE EXTINTORES
		cuenta lo recomendado por la última versión del Código para suministro y distribución de agua para extinción de incendios en edificios, NTC2301 y con la Norma para Instalación de Sistemas de Rociadores, NFPA 13.	

De acuerdo a lo anterior para el proyecto se requiere la instalación de sistemas de mangueras (gabinetes y siamesa), sistema de rociadores y extintores.

3.2.2 Clasificación del Riesgo Según NFPA

La siguiente tabla permite clasificar el riesgo de la edificación de acuerdo a su uso entre los riesgos leve, ordinario y extra, según la NFPA.

Tabla 14. Clasificación de riesgo según NFPA

Riesgo Leve	Refugios para animales. Iglesias. Clubes. Aleros y voladizos, si son de construcciones combustibles, sin materiales combustibles debajo. Ocupaciones educacionales. Hospitales, incluidos hospitales para animales e instalaciones. Veterinarias. Ocupaciones Institucionales. Criaderos de Perros. Bibliotecas, excepto grandes salas con libros apilados. Museos. Hogares de cuidados intermedios o casas de convalecencia. Oficinas, incluidas las de procesamiento de datos. Ocupaciones residenciales. Áreas de asientos de restaurantes. Teatros y auditorios, excluidos los escenarios y proscenios. Áticos no utilizados.
Riesgo Ordinario (Grupo I)	Estacionamientos y salas de exhibición de automóviles. Panaderías. Fábricas de bebidas. Enlatadoras. Fabricación y procesamiento de productos lácteos. Plantas electrónicas. Fabricación de vidrio y productos de vidrio. Lavanderías. Áreas de servicio de restaurantes.
Riesgo Ordinario	Instalaciones agrícolas.

(Grupo II)	Caballerizas y establos. Molinos cerealeros. Plantas químicas – productos químicos ordinarios. Productos de confitería. Destilerías. Tintorerías. Dársenas exteriores de carga. Molinos de pienso. Establos para caballos.

De acuerdo a lo anterior el proyecto se clasifica como riesgo Leve.

3.3 VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

3.3.1 Consumo

Teniendo en cuenta lo anterior, el volumen de almacenamiento disponible para la red contra incendios debe estar en capacidad de suministrar el flujo necesario para el funcionamiento de 2 gabinete, de 3.15 l/s y la demanda del sistema de 7 rociadores de 1.42 L/s en 30 minutos, volumen que debe permanecer siempre disponible en el tanque de almacenamiento contra incendios de reserva.

Tabla 15. Cálculo del Volumen de Reserva Contra Incendio.

Ítem	concepto	cantidad	duración	Dotación		Consumo	
		unid	min	und/día	cantidad	cantidad	Und
1	SISTEMA CLASE II	2.00	30.00	l/seg	3.15	11,340	L
2	7 ROCIADORES	7.00	30.00	l/seg	1.42	17,892	L
	Total, almacenamiento			día		29,232	L
	DEFINTIVO RECOMENDADO			día		29,300	L

En el Anexo 4 se presenta el cálculo del consumo de la red contraincendios.

3.3.2 Acometida Del Tanque

Se evalúa la acometida para el suministro del agua a la estructura proyectada.
Para determinar del diámetro de la acometida se utiliza el consumo medio diario, obtenido en los cuadros de cálculos de consumo, ver Anexo 4.

Consumo medio diario = 29.30 m^3
Tiempo de llenado = 8 horas.
Caudal consumo agua potable = 1.02 L/s.

Donde la velocidad debe estar entre 1.0 y 1.5 m/s, lo cual de las ecuaciones de Flamant obtenemos un diámetro óptimo de 1 1/4 pulg para la acometida.

El agua de consumo llegará primero al tanque bajo de almacenamiento, de donde se llevará a través de equipo de bombeo a cada uno de los puntos de demanda hídrica.

3.3.3 Dimensionamiento Del Tanque

El tanque será enterrado y el sistema de bombeo estará localizado sobre el tanque de reserva contra incendio trabajando a succión negativa y estará ubicado una zona destinada dentro del proyecto. El resultado del diseño hidráulico para un almacenamiento del 100%.

La construcción del tanque tiene las siguientes consideraciones:

- El tanque inicialmente se proyecta con piso, muros y tapa en concreto reforzado.
- El acceso al tanque deberá ser superior. Deberá construirse una escalera preferiblemente en Fibra de Vidrio Reforzada - PRFV, para evitar oxidación.
- El tanque puede ser alimentado por otra fuente en caso de emergencias.
- Se recomienda el lavado del tanque al menos una vez al año.

El tanque subterráneo se dimensiono para el 100% del almacenamiento total, de donde las dimensiones finales fueron de 9.20m x 1.60m x 2.00 m, para un almacenamiento subterráneo de 29.44 m^3. Ver Cálculo de dimensionamiento de tanque (Ver Anexo 5)

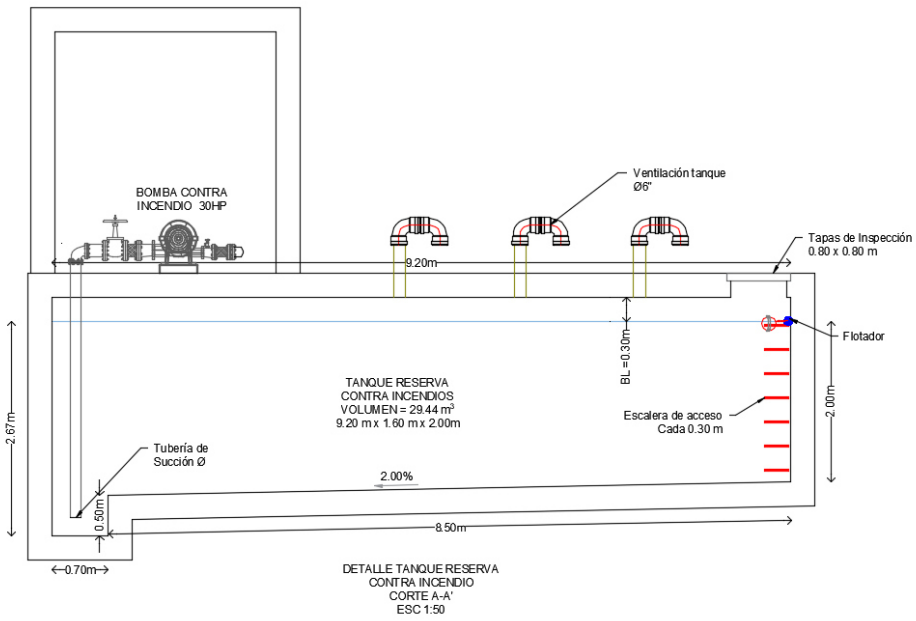


Figura 3. Tanque de almacenamiento Reserva Contra Incendios

3.4 COMPONENTES DEL SISTEMA

3.4.1 Sistema de Gabinetes

La edificación estará diseñada bajo los parámetros de un sistema clase II, según lo establecido en la NFPA 14, el cual lo define como un sistema que provee estaciones de manguera de 1 ½" para

suministrar agua de uso primario de personal entrenado y aquellos entrenados en el manejo de chorros pesados.

3.4.1.1 Presiones Máximas y Mínimas

La máxima presión en la boca de las mangueras en los sistemas clase II no deberá superar los 100 psi (70.35 m.c.a) y no ser menor a 65 psi (45.0 m.c.a) acorde a lo estipulado en la NFPA 14 en el capítulo.7.2.3.2

3.4.1.2 Tasa de Flujo Del Sistema

De acuerdo a la NFPA 14 la tasa de flujo mínima para sistemas clase II es de 100 GPM. De acuerdo a lo anterior se propone el uso de un Gabinete tipo II

GABINETE CLASE II

Los gabinetes del sistema contra incendio adoptados tienen sus dimensiones indicadas en los planos de detalles. Igualmente, en los anexos se presenta las características de los extintores especiales recomendados para atender siniestros en la infraestructura eléctrica.

Los gabinetes tipo II están compuestos por:

- Valvular angular tipo globo 1 1⁄2" x 1 1⁄2" NPT. Sin tapa.
- Soporte tipo canastilla para manguera gabinetera.
- Manguera contra incendio de 1 1⁄2" de 100 pies (30 mts).
- Boquilla de Chorro Neblina en policarbonato de 1 1⁄2“.
- Hacha Pico de 4 1⁄2 lb.
- Llave Spanner de dos servicios.
- extintor Solkaflam 10 Lbs.

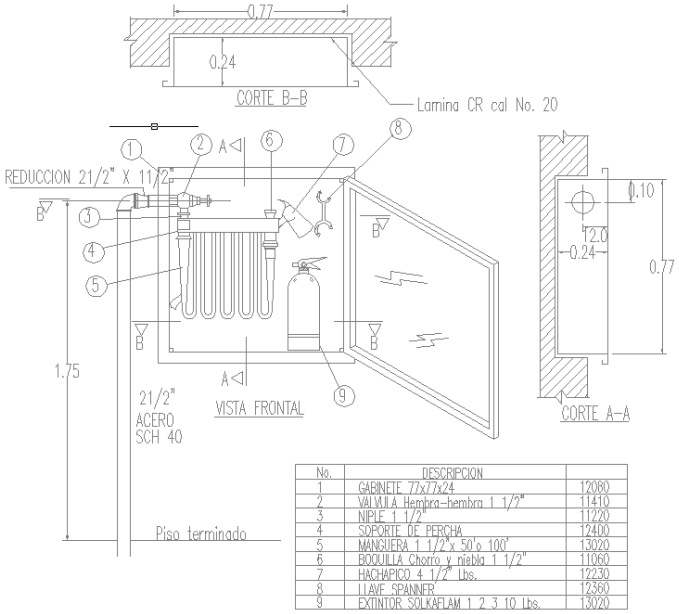


Figura 4. Elementos Gabinete Clase II

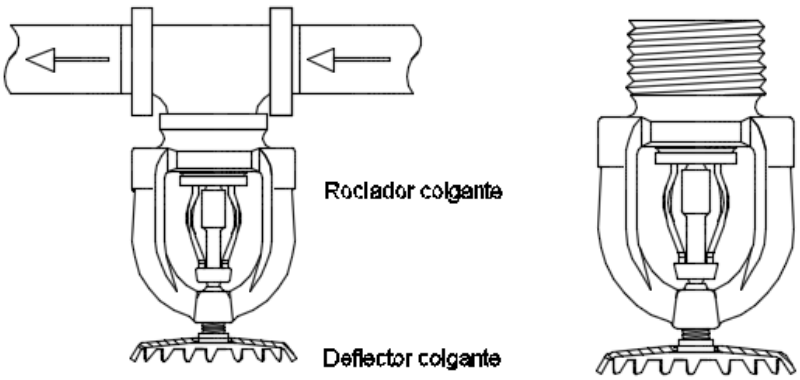
El coeficiente de descarga para esta clase de gabinetes de 0.5 lps/mca^0.5

3.4.2 Sistema De Rociadores

El método mediante el cual los rociadores controlan un incendio se denomina "control del incendio". Este método presupone que en la zona del incendio se pondrá en marcha un determinado número de rociadores. Los rociadores situados inmediatamente encima del incendio cumplen la función de extinción, mientras tanto, los rociadores abiertos fuera de la proximidad inmediata del fuego mojan los combustibles adyacentes, contribuyendo a evitar su propagación. Todos los rociadores abiertos enfrían la atmósfera y evitan que los rociadores más alejados del incendio entren en funcionamiento.
Debido a que la funcionalidad del sistema es sofocar cualquier foco de incendio antes de que se propague por el resto de la edificación, no es necesario que los rociadores instalados en todos los pisos funcionen al mismo tiempo, por lo tanto, el diseño de la potencia necesaria para el suministro de agua al sistema, se calculara para el piso con mayor demanda de caudal.

3.4.2.1 Tipo De Rociador

De acuerdo al riesgo de la edificación se seleccionará el rociador de respuesta rápida (QR), el cual es un tipo de rociador pulverizador que tienen un elemento térmico con un RTI de 50 (metros-segundos)$^{1/2}$ o menos y este listado como un rociador de respuesta rápido para su uso intentado.



ROCIADOR TIPO COLGANTE

Figura 5. Rociador tipo colgante.

El rociador de acuerdo a su orientación será colgante, es un rociador diseñado para instalarse de manera tal que la corriente de agua vaya dirigida hacia abajo contra el deflector.
El diámetro del roceador es de ½" con un coeficiente de descarga K=5.6.

3.4.2.2 Presiones de Operación del Rociador

La presión mínima de operación de cualquier roceador es de 7 psi, como el proyecto es riesgo leve la presión mínima es de 10 psi (7 m.c.a) y la presión máxima es de 175 psi (123 m.c.a).

3.4.2.3 Tamaño de las Tuberías

Los tamaños de las tuberías deben estar de acuerdo con Tabla 23.5.2.2.1 de la NFPA 13.

Tabla 23.5.2.2.1 Tabla de Tuberías para Riesgo Leve.

Acero		Cobre	
1 pulg	2 rociadores	1 pulg	2 rociadores
1¼ pulg	3 rociadores	1¼ pulg	3 rociadores
1½ pulg	5 rociadores	1½ pulg	5 rociadores
2 pulg	10 rociadores	2 pulg	12 rociadores
2½ pulg	30 rociadores	2½ pulg	40 rociadores
3 pulg	60 rociadores	3 pulg	65 rociadores
3½ pulg	100 rociadores	3½ pulg	115 rociadores
4 pulg	Ver Sección 8.2	4 pulg	Ver Sección 8.2

Para unidades SI: 1 pulg. = 25.4 mm.

3.4.2.4 Procedimiento De Calculo

la curva describe gráficamente múltiples puntos de diseño para cada clase de riesgo de ocupación, a cada punto de la curva corresponde un área donde se presume que opera los rociadores y que descargaran un determinado volumen de agua que permitirá controlar el incendio. Este es el punto de partida para determinar el requerimiento de caudal y presión del sistema de rociadores.

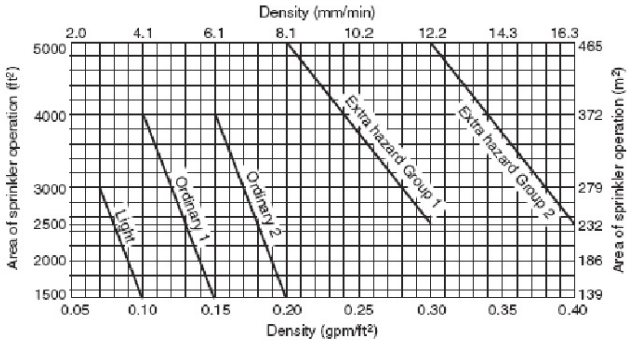


Figura 6. Grafica Área / Densidad

Riesgo	Densidad (GPM/ pies^2)	Área (pie^2)	Qr (GPM)	Qm (GPM)	Qt (GPM)
leve	0.1	1500	150	100	250

Riesgo	Densidad (GPM/ pies^2)	Área de cubrimiento por rociador (ft)	Qr (GPM)	Qr (lps)	K (gpm/psi^0.5)
leve	0.1	225	22.5	1.42	5.6

3.4.3 Extintores

Son elementos portátiles destinados a la lucha contra fuegos incipientes o principios de incendio, los cuales pueden ser dominados y extinguidos en forma breve.

Para el proyecto se instalarán Extintores Clase A y Clase K de acuerdo a lo dispuesto en la NFPA 10.

3.4.3.1 Disponibilidad

Los extintores portátiles deben mantenerse en condiciones operativos y completamente cargados y deben quedar en los lugares designados en todo momento cuando no estén siendo utilizados.

3.4.3.2 Ubicación

Los extintores deben estar ubicados en lugares claramente visibles, donde sean fácilmente accesibles y estén inmediatamente disponibles ante un fuego.

Los extintores deben estar ubicados a lo largo de los recorridos normales, incluso en las salidas desde las distintas áreas.

3.4.3.3 Altura De Instalación

Los extintores de un peso bruto que no exceda de 40 lb deben instalarse que la parte superior del extintor no esté a más de 5 pies (1.53 m) por encima del piso.

Los extintores de un peso bruto mayor a 40 lb deben instalarse de manera que la parte superior del extintor no esté a más 3 ½ pis (1.07 m por encima del piso.

3.4.3.4 Tamaño Y Colocación De Extintores Para Riesgos Clase A

Los tamaños mínimos de extintores para los grados de riesgos listados deben proveerse en función de o especificado en la tabla 6.2.1.1 (Cap. 6.2.1.1, NFPA 10).

- La cantidad mínima de extintores para riesgos clase A para cada uno de los pisos de un edificio debe ser determinada dividiendo el área de piso total por el área máxima que va a ser protegida por cada extintor, según lo recomendado en la tabla 6.2.1.1 (Cap. 6.2.1.2.1, NFPA 10).

- Los extintores deben estar ubicados de modo que las distancias de recorrido máximas no excedan de 75 pies (22.9 m), excepto según las modificaciones de 6.2.4.1 (Cap. 6.2.1.2.2, NFPA 10).

Tabla 16. Tamaño y colocación de extintores para riesgos clase A

Tabla 6.2.1.1 Tamaño y colocación de extintores para riesgos clase A

Criterios	Ocupación de riesgo ligero	Ocupación de riesgo ordinario	Ocupación de riesgo extra
Mínimo potencial de extinción y clasificación	2-A	2-A	4-A
Área de piso máxima por unidad A	3000 pies^2	1500 pies^2	1000 pies^2
Área de piso máxima por extintor	11,250 pies^2	11,250 pies^2	11,250 pies^2
Distancia de recorrido máxima hasta el extintor	75 pies	75 pies	75 pies

Para unidades SI, 1 pie = 0.305 m; 1 pie^2 = 0.0929 m^2.
Nota: Para acceder a las explicaciones sobre áreas de piso máximas, ver E.3.3.

- Debe permitirse reemplazar hasta la mitad del complemento de extintores especificados en la tabla 6.2.1.1 por estaciones de manguera de 1 ½ pulg espaciadas de manera uniforme para ser utilizadas por los ocupantes del edificio (Cap. 6.2.1.4, NFPA 10).
- Donde así se provean estaciones de mangueras, deben cumplir con la NFPA 14. (Cap. 6.2.1.4.1, NFPA 10).
- La ubicación de las estaciones de manguera y la colocación de extintores deben ser tales que las estaciones para manguera no reemplacen a más de un extintor por medio. (Cap. 6.2.1.4.2, NFPA 10).

3.4.3.5 Tamaño Y Colocación Extintores Para Riesgos Clase K

- Deben proveerse extintores clase K para riesgos donde haya un potencial de fuego que involucre medios de cocción combustibles (aceites y grasas vegetales o animales). (Cap. 6.6.1, NFPA 10)
- La distancia de recorrido máxima no debe exceder de 30 pies (9.1 m) desde el riesgo hasta los extintores. (Cap. 6.6.2, NFPA 10)
- Todos los aparatos de cocina que utilicen combustible sólido (estén o no situado debajo de una campana con un volumen de 5 pie^3 (0.12 m^3) menor deben contar con al menos un extintor de

tipo de agua listado, con un potencial de extinción y clasificación 2-A o con un extintor de químico liquido de 1.6 Gal (6 L), listado para fuego clase K. (Cap. 6.6.3, NFPA 10)

3.5 CALCULO HIDRÁULICO

3.5.1 Condiciones y Parámetros De Diseño

- La alimentación a las tuberías y gabinetes del sistema contra incendio será independiente del sistema de agua potable y será por bombeo.
- Las tuberías >= 2" será en acero negro ranurado SCH 10
- Las tuberías <=2" serán en acero negro roscado SCH 40
- la tubería enterrada será blue brute C-900 PVC
- Se construirá un tanque con capacidad para alimentación del sistema contra incendio.
- El suministro de energía a las bombas contra incendio contará con acometida, circuito e interruptor independientes, de tal forma que, al desconectarse la energía de los demás circuitos del edificio, éstas queden energizadas.
- La planta de emergencia también estará conectada por lo menos a una de las motobombas del sistema contra incendios.
- El sistema contra incendio estará en capacidad de bombear 6.3.0 l/s durante 30 minutos, y con una presión mínima de 45 mca, cumpliendo normas técnicas de diseño de este tipo de sistemas.
- Los gabinetes estarán ubicados en sitios de fácil acceso, de tal forma que extendidas las mangueras ningún sitio este a más de 9.0 metros de distancia de la boquilla para garantizar el alcance del chorro de agua. La manguera de 30 metros de longitud perfectamente alcanza a cubrir el piso superior o inferior en toda el área que se requiera.
- Para conexión del cuerpo de Bomberos Voluntarios en la ciudad se debe instalar una siamesa en la parte baja de la fachada. La siamesa deberá llevar incorporado un cheque.
- El sistema contra incendio deberá ser operado como mínimo cada tres meses, para verificar su correcto funcionamiento.

3.5.2 Evaluación Hidráulica

La evaluación hidráulica del sistema de la red contraincendios se realizó con el software EPANET 2.0, teniendo en cuenta como ecuación de diseño la ecuación Darcy – Weisbach.

Donde se ingresan los datos de ubicación de los gabinetes y sector de rociadores más crítico, a cada nodo se le asigno su respectiva cota de diseño y se ingresaron los datos de las tuberías (longitud, diámetro, rugosidad, perdidas).

Como en el caso de la modelación no se pretende modelar rociadores en demanda no se ingresa ningún valor, por lo que el dato ingresado es el coeficiente del emisor el cual para rociadores tipo pendent es 0.42 lps/mca^0.5 y para gabinetes tipo II 0.5 lps / mca^0.5.

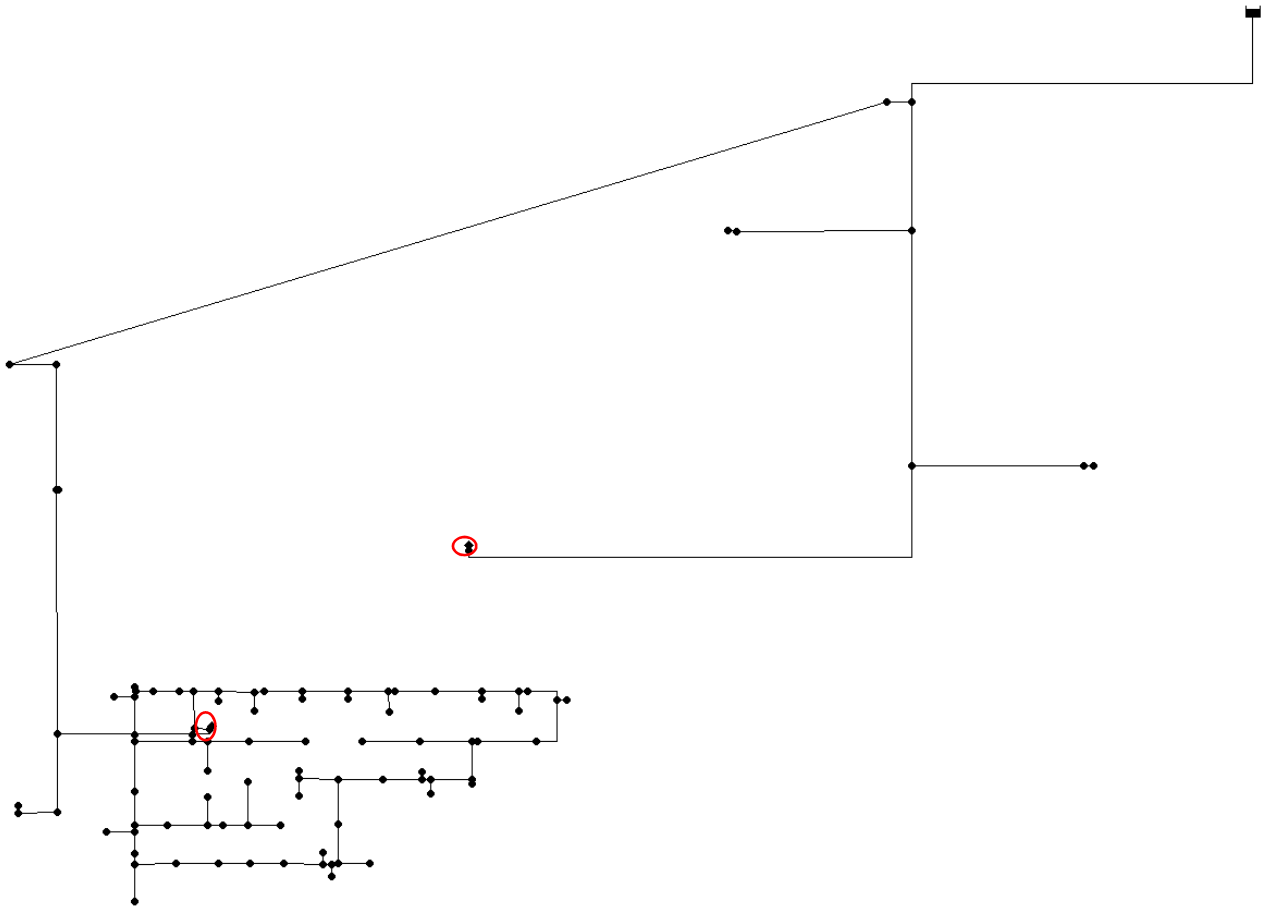


Figura 7. Esquema Modelación sistema de gabinetes.

Para el diseño se evaluaron dos gabinetes, tal y como se presentan en la Figura 7.

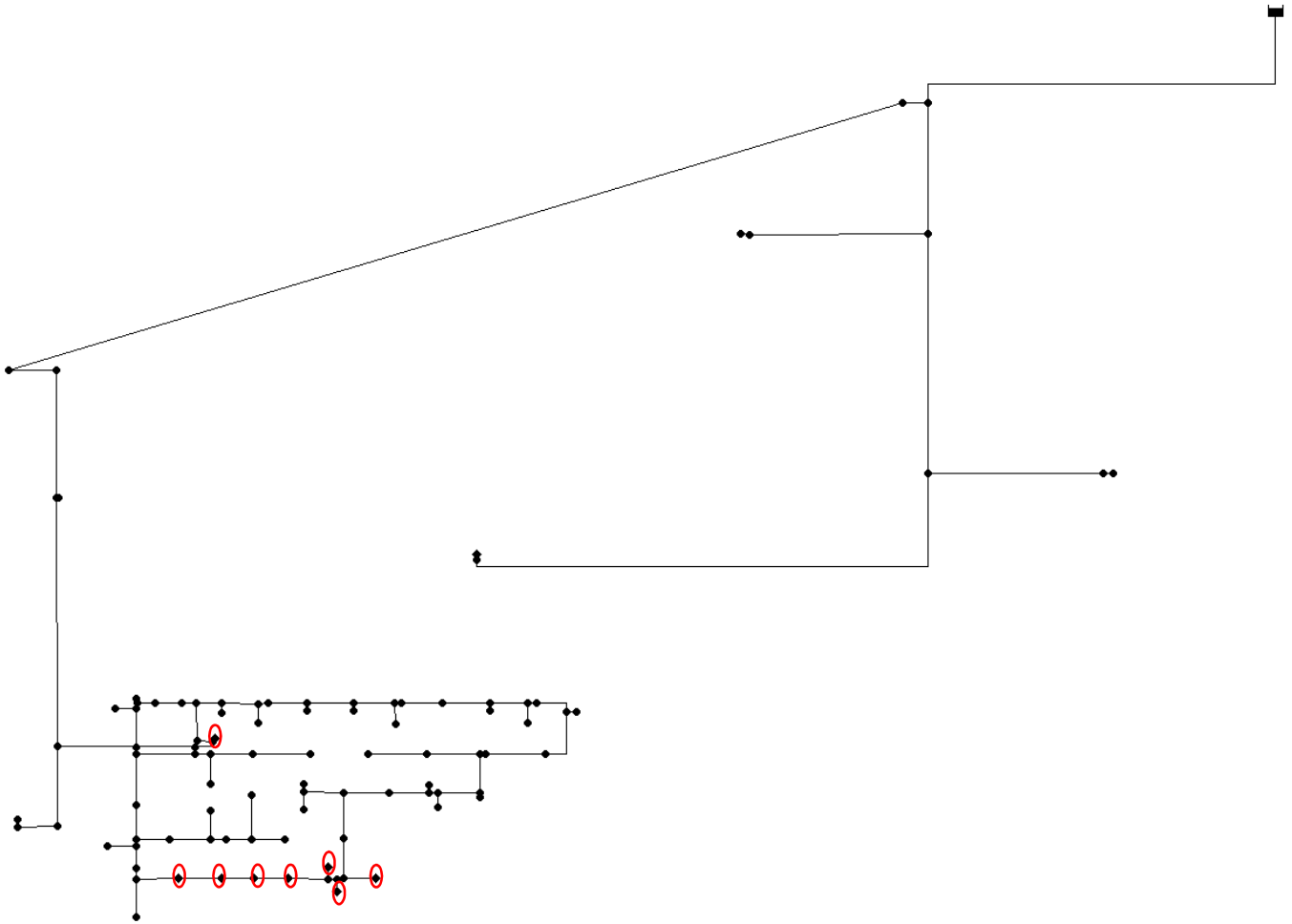


Figura 8. Esquema de modelación sistema rociadores

Los rociadores que fueron evaluados en el diseño son los marcados en la Figura 8.
Los resultados de la modelación se presentan en el Anexo 6.

3.6 SISTEMA DE BOMBEO

El sistema de bombeo se proyecta directo desde tanque bajo a los hidrantes directamente, con las siguientes características generales:

- Las bombas estarán ubicadas en el cuarto destinado para tal fin en el diseño arquitectónico.
- El sistema considera la instalación de una motobomba la cual deberá ser accionada electrónicamente.
- El sistema de encendido debe considerar como eventos; que exista agua en el tanque bajo para bombear.
- El cuarto o estación de bombas debe contar con buena ventilación, para garantizar la durabilidad y eficiencia de los equipos.
- La bomba deberá también enviar a no menos del 150% del caudal nominal a una presión no inferior al 65% de la presión nominal.
- La cabeza de cierre total no deberá exceder el 140% de la cabeza nominal total en la bomba.
- Las bombas deben estar certificadas de acuerdo a lo establecido en la NFPA 20

3.6.1 Bomba Principal Centrifuga Eje Horizontal Carcasa Partido

Caudal	= 16.24 L/s = 257.4 GPM
Altura dinámica total	= 75 m
Eficiencia	= 60%
Revoluciones	= 3550 RPM
Potencia Estimada	= 30 HP

3.6.1.1 Curva característica de la bomba

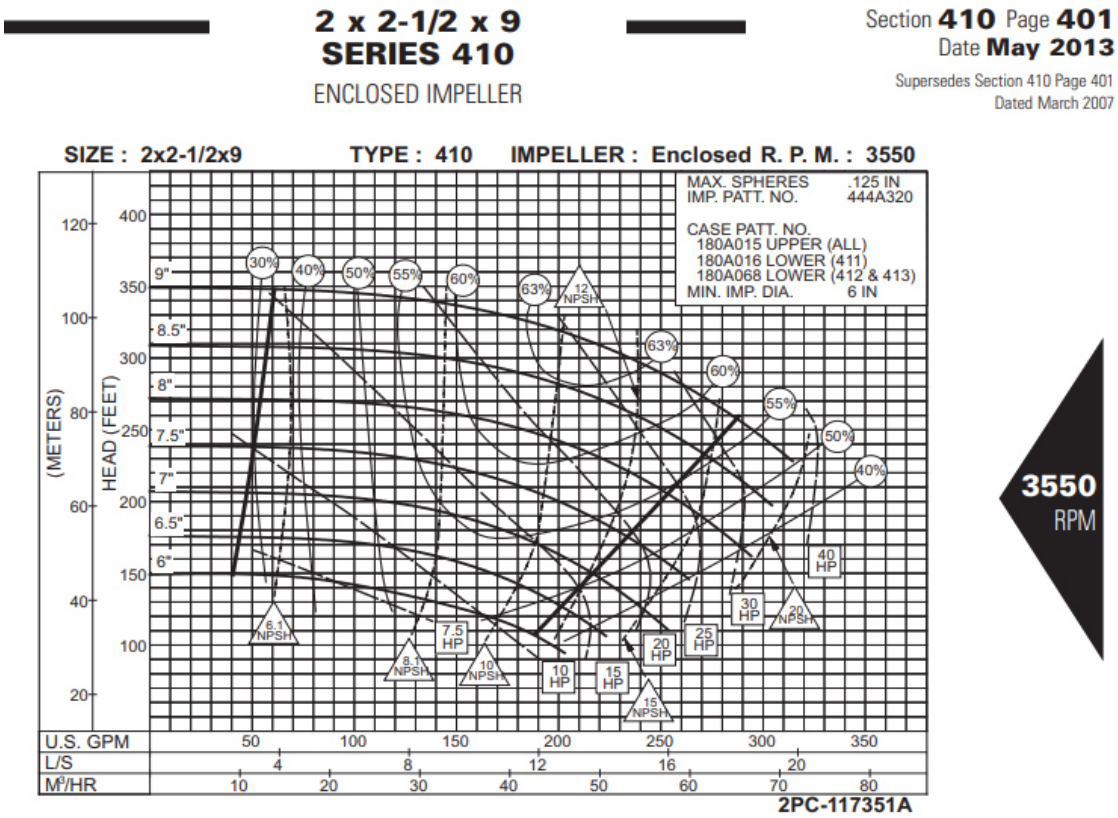


Figura 9. Curva característica de la bomba principal del sistema contra incendios

3.6.1.2 Bomba sostenedora de presión (Jockey)

Con la finalidad de mantener el sistema contra incendio presurizado, se requiere la instalación de una bomba JOCKIE.

Bomba Tipo Multietapas vertical

Caudal	= 0.49 L/s = 7.7 GPM
Altura dinámica total	= 85 m
Numero De Bombas	= 1
Potencia Estimada	= 2.0 HP
Tipo Motor	= 3450 RPM

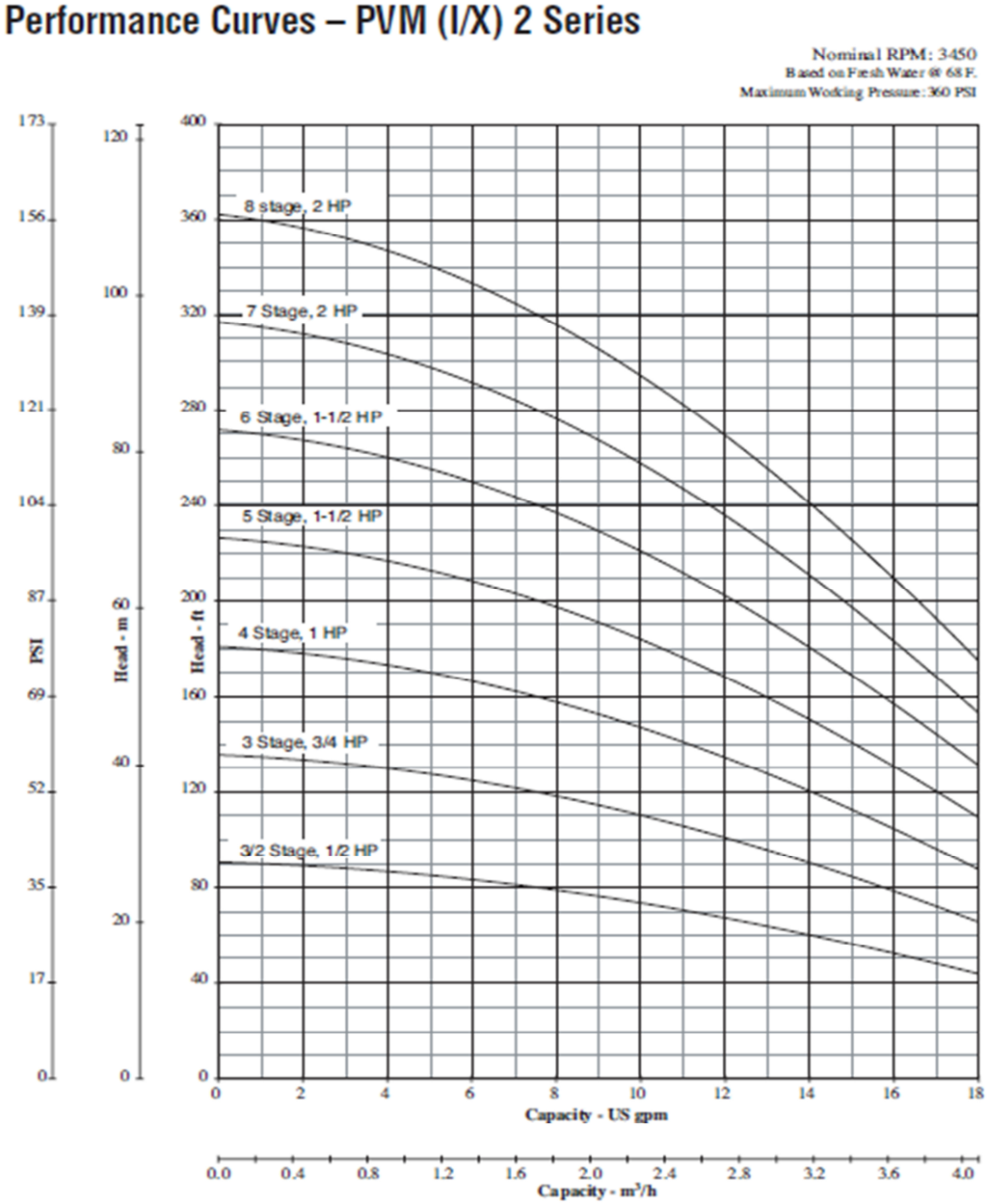


Figura 10. Curva Bomba Jockey Sistema Contra Incendios.

4. DISEÑO SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

4.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

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

La red sanitaria incluye:

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

4.2 PARÁMETROS DE DISEÑO

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

- Se siguieron las recomendaciones de diseño y especificaciones mínimas establecidas en la norma de ICONTEC 1500 Código Colombiano de Fontanería.
- Se considera tubería PVC sanitaria para la red interna para el empalme a los colectores municipales.
- Se debe cumplir $Q/Qo < 0.75$
- La pendiente de la tubería sanitaria debe ser tal que garantice su capacidad para evacuar el caudal de diseño con una velocidad comprendida entre 0.45 m/s y 5 m/s (condiciones tubo lleno) o mínimo 0.15 kg/m2 de fuerza tractiva.
- El desagüe de todos los aparatos sanitarios se descargará por gravedad a través de la caja de inspección principal, que entrega al sistema de alcantarillado a través de conexión domiciliaria.
- El diámetro de la tubería de desagüe no debe ser reducido en la dirección del flujo.

4.2.1 Valores Unitarios De Desagüe Para Aparatos (NTC 1500)

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

Tabla 17. Unidades de desagüe aparatos sanitarios (NTC 1500 Cuarta edición)

Tabla 8.9.1 Unidades de desagüe de aparatos individuales y en grupo		
Tipo de aparato o accesorio	**Valor unitario de desagüe de aparato como factor de carga**	**Dimensión mínima del sifón (pulgadas)**
Maquina automática de lavar ropa, comercial a.g	3	2
Maquina automática de lavar ropa, residencial a.g	2	2
Grupos sanitarios como se define en el numeral 3.2 6,06Lpf (1.6 gpd inodoro) f	5	-
Grupos sanitarios como se define en el numeral 3.2 (lavado del inodoro mayor a 6.06 Lpf (1.6 gpd)	6	-
Bañera b (con o sin regadera o accesorios de hidromasaje)	2	1 1/2
Bidé	1	1 1/4
Combinación de poceta y bandeja	2	1 1/2
Lavamanos dental	1	1 1/4
Unidad o escupidera dentales	1	1 1/4
Lavadora para platos c; domestica	2	1 1/2
Bebedero	1/2	1 1/4
Drenaje de emergencia para pisos	0	2
Drenajes de piso b	2h	2
Poceta de piso	h	2
Lavaplatos, doméstico	2	1 1/2
Lavaplatos con triturador de vertimientos, lavavajillas o ambos	2	1 1/2
Bandeja para lavar ropa (1 o 2 compartimientos)	2	1 1/2
Lavamanos dental	1	1 1/4
Ducha (basado en el gasto total nominal, a traves de regaderas y duchas de mano) Gasto nominal: 0.36 L/s (5.7 gpm) o menos más de 0.36 L/s hasta 0.78 L/S (Más de 5.7 gpm hasta 12.3 gpm) Más de 0.78 L/s hasta 1.63 L/s (Más de 12.3 gpm hasta 25.8 gpm) Más de 1.63 L/s hasta 3.51 L/s (Más de 25.8 gpm hasta 55.6 gpm)	 2 3 5 6	 1 1/2 2 3 4
Poceta de servicio	2	1 1/2
Poceta	2	1 1/2
Orinal	4	d
Orinal, 1 galón por descarga o menos	2e	d
Orinal, sin suministro de agua	1/2	d
Poceta de aseo (circular o múltiples) cada juego de grifos	2	1 1/2
Inodoro, tanque con fluxómetro, público o privado	4-´e	d
Inodoro, privado (1.6 gpf)	3-´e	d
Inodoro privado (descarga mayor a 1.6 gpf)	4-´e	d
Inodoro público (1.6 gpf)	4-´e	d
Inodoro, publico (lavado mayor a 1.6 gpf)	6-´e	d

Factores de conversión: 1 L=0.3 galón (gpf= galones por descarga)
a Para (sifones) mayores a 3 pulgadas, use Tabla 8.9.2
b Una regadera sobre una bañera o una bañera de hidromasaje no aumenta el valor unitario de desagüe del aparato
c Véase los numerales 8.9.2 a 8.9.4.1 para métodos de cálculo del valor unitario de desagüe de aparataros no incluidos en esta tabla o para las velocidades de dispositivos con gastos intermitentes.
d La dimensión de (sifón) debe ser consistente con la dimensión de la boca de la salida del aparato.
e Con propósito de calcular las cargas en las redes de drenaje de edificaciones, los inodoros y orinales no se deben medir en una unidad de aparato de desagüe más baja, a menos que valores más bajos sean confirmados por ensayos.
f Para aparatos agregados a grupos sanitario, agregar el valor unidad de aparato de desagüe (UAD) de aquellos aparatos agregados al total del grupo de aparatos sanitarios.
g Véase numeral 5.6.3 para requerimientos de tamaño para drenaje de aparato, drenaje de ramal y desagüe de la bajante de una cañería vertical de un lavarropas automático.
h Véase los numerales 8.9.4 y 8.9.4.1

Aparatos no incluidos en la tabla 8.9.1

Los aparatos no incluidos en la tabla 8.9.1 deben tener una unidad de carga de desagüe del aparato de acuerdo con la dimensión de la salida del desagüe del aparato conformen con la tabla 8.9.2. la dimensión mínima para el sifón de aparatos no incluidos debe ser el de la dimensión nominal de la salida de descarga, pero nunca menos de 32 mm (1 ¼ pulgadas).

Tabla 18. Unidades de desagüe de aparato para desagües de aparato o sifones
(NTC 1500 Cuarta edición)

Tabla 8.9.2 Unidades de desagüe de aparato para desagües de aparato o sifones	
Diámetro del aparato de drenaje o sifón (pulgadas)	**Valor unitario de desagüe de aparato**
1 1/4	1
1 1/2	2
2	3
2 1/2	4
3	5
4	6

Para el proyecto en específico se emplearon las siguientes unidades

UNIDADES DE DESCARGA	
NTC 1500 CUARTA EDICIÓN	
APARATO	**UNIDADES**
Lavamanos	1
Sanitario Tanque	5
Sanitario Fluxómetro	6
orinal	4
unidad o escupidera dental	1
Lavaplatos	2
Sifón Piso	5
lavadero	2
lavadora	3

4.2.2 Cálculo de Colectores.

Para le cálculo de los caudales de la red sanitaria se empleó la metodología de Hunter modificado, la cual fue explicada en el capítulo 2.

4.3 CALCULO HIDRÁULICO

Considerando la carga, ubicación de los colectores y aparatos sanitarios en toda la edificación, se traza y diseña la red de colectores utilizando una hoja electrónica en Excel, donde previamente se han programado las fórmulas, procedimientos y procesos, según metodología de diseño elaborada por el consultor apoyándose en el concepto de flujo uniforme.
En ingeniería existen diferentes ecuaciones de flujo uniforme apropiadas para este tipo de cálculo, dentro de las cuales se destacan la ecuación de Darcy-Weisbach, en conjunto con la ecuación de Colebrook-White y la ecuación de Manning. La ecuación de Darcy-Weisbach es la ecuación

físicamente basada para representar el flujo uniforme en diferentes tipos de ducto, y cubre todo el rango del flujo turbulento desde hidráulicamente liso hasta hidráulicamente rugoso. En la práctica, la ecuación de Manning, es la más utilizada; sin embargo, esta ecuación es aplicable únicamente para el caso de flujo turbulento hidráulicamente rugoso.

Ver cálculo de diseños sanitario (Anexo 7)

5. SISTEMAS DE EVACUACIÓN DE AGUAS LLUVIAS.

5.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

Para lograr un buen diseño deben tomarse en cuenta todas las variables que puedan intervenir en la determinación de un gasto de aguas lluvias acumulándose y que pueden crear inconvenientes en la comunidad y en la infraestructura de servicios existente o proyectada, sin embargo no deja de reconocerse que ello resulta difícil de evaluar y que aún con la mejor información posible, existirán criterios que primarán en el diseño de los proyectos referidos a un rango de probabilidades de ocurrencia de daños. En general se pueden considerar los siguientes factores importantes, para efectos de diseño de un sistema de recolección de aguas lluvias.

5.1.1 Tipo de cobertura.

El tipo de superficie, sus pendientes, así como los porcentajes de construcción son factores que influyen sobre el grado de impermeabilidad que facilita o retarda el escurrimiento de las aguas lluvias que puedan concentrarse en un punto.

El coeficiente de escorrentía, C, es función del tipo de suelo, del grado de permeabilidad de la zona, de la pendiente del terreno y otros factores que determinan la fracción de la precipitación que se convierte en escorrentía. En su determinación deben considerarse las pérdidas por infiltración en el suelo y otros efectos retardadores de la escorrentía.

Tabla 19. Coeficientes de escorrentía.

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	
TIPO DE SUPERFICIE	**COEFICIENTE**
Pavimento en asfalto	0.70 a 0.95
Patios y tejados	**0.70 a 1.00**
Jardines y zonas verdes	0.40

Para el proyecto se empleó un coeficiente de escorrentía de 1.0.

5.1.2 Intensidad – Frecuencia – Duración de las lluvias.

Las características de las lluvias a considerar en el diseño dependen del grado de protección que se desee, lo cual, por razones económicas, se basa en la importancia del sector, en la importancia de los canales de drenaje y las vías, y los posibles daños que se puedan causar por no controlar las mismas.

Las curvas Intensidad - Frecuencia - Duración de las lluvias sintetizan las características de los eventos extremos máximos de precipitación de una determinada zona y definen la intensidad media de lluvia para diferentes duraciones de eventos de precipitación con períodos de retorno específicos. De acuerdo a la resolución 0330 de junio de 2017 “se deben seleccionar las curvas IDF de cada localidad o región en particular y verificar su validez. Si no existen o no contemplan datos del último quinquenio, se deben obtener a partir de información pluviográfica de la zona, incluyendo los datos más recientes, para derivar las curvas de frecuencia correspondientes mediante análisis puntuales de frecuencia de eventos extremos máximos”

La intensidad de una lluvia se define como el volumen de agua que se precipita por unidad de tiempo y generalmente se expresa en mm/hr o lts/Ha/seg. Es conveniente recordar que 1 mm/hr = 2.78 lts/seg/ha. La intensidad de precipitación que debe usarse en la estimación del caudal pico de aguas lluvias corresponde a la intensidad media de la precipitación dada por las curvas IDF para el período de retorno de diseño definido con base en lo establecido literal 2 del artículo 135 de la resolución 0330 de junio del 2017.

La frecuencia es el inverso del periodo de Retorno.

5.1.3 Tiempo de Concentración de las aguas en un determinado punto.

Tiempo de concentración se define como el tiempo necesario, desde el inicio de la precipitación, para que toda la hoya contribuya al sitio de la obra de drenaje en consideración, o, en otras palabras, el tiempo que toma el agua desde los límites más extremos de la hoya hasta llegar a la salida de la misma.

En general, el tiempo de concentración se calcula por medio de ecuaciones empíricas, dentro de las cuales se analizó 5 de las 16 existentes, del manual de drenaje para carreteras presentado por el Instituto Nacional de Vías, de las cuales están las siguientes:

- Ecuación de Kirpich

$$T_e = 0.06628 \left(\frac{L}{S^{0.5}}\right)^{0.77}$$

Dónde:
Te: Tiempo de concentración, en horas (h)
L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km)
S: Pendiente entre las elevaciones máxima y mínima (pendiente total) del cauce principal, en metro por metro (m/m)

- Ecuación de Temez.

$$T_e = 0.30 \left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0.76}$$

Dónde:
Te: Tiempo de concentración, en horas (h)
L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km)
S: Pendiente total del cauce principal, en porcentaje (%)

- Ecuación de SCS - Ranser.

$$T_e = 0.947 \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$$

Dónde:
Te: Tiempo de concentración, en horas (h)

L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km)
H: Diferencia de cotas entre puntos extremos de la corriente principal, en metros (m)

- Ecuación de V.T. Chow.

$$T_e = 0.273 \left(\frac{L}{S^{0.5}}\right)^{0.64}$$

Dónde:
Te: Tiempo de concentración, en horas (h)
L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km)
S: Pendiente total del cauce principal, en metro por metro (%)

- Ecuación de Federal Aviation Administration.

Desarrollada de información sobre el drenaje de aeropuertos, recopilada por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos; el método fue desarrollado para ser utilizado en problemas de drenaje de aeropuertos, pero ha sido frecuentemente usado para calcular el flujo superficial en cuencas urbanas.

$$T_C = \frac{3.261\ (1.1 - C)\ L^{0.50}}{S^{0.333}}$$

Dónde:
Te: Tiempo de concentración, en horas (h)
L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km)
S: Pendiente total del cauce principal, en metro por metro (%)

Aunque el cálculo de los diferentes tiempos de concentración para una hoya hidrográfica difiere de acuerdo con la fórmula empleada, se requiere que se utilice, desde el punto de vista de la seguridad en relación con menores tiempos de concentración (mayores intensidades de precipitación y/o histogramas de lluvias más concentrados). Por otro lado, se tomará como mínimo un tiempo de concentración igual a 10 min, con el fin de tener en cuenta el tiempo inicial que tarda el agua en concentrarse en una hoya y no sobrestimar la intensidad de precipitación que resultaría con valores calculados menores a este tiempo de concentración.

El tiempo de concentración se toma como la duración de la lluvia para efectos de cálculo.

5.1.4 Estimación del Caudal de Diseño.

La determinación del gasto de diseño para un sistema de recolección de aguas lluvias atiende generalmente el método racional, el cual asume que el caudal máximo que se acumula en un determinado punto como consecuencia de aguas pluviales está expresado por la ecuación:

$$Q = CIA$$

Dónde:
Q = Caudal en litros/segundo.

C = Coeficiente de escorrentía.
i = Intensidad de lluvia (litros/segundo/ha)
A = Área en Has.

El método considera la intensidad de lluvias, para una duración igual al tiempo de concentración, ya que se estima que habrá un incremento de caudal a medida que se incrementa el área, puesto que la disminución en intensidad con el tiempo es compensada con el mayor incremento de área.

5.1.5 Periodo de Retorno de Diseño

De acuerdo al literal 12.6. Dimensionamiento de conductores, bajantes y drenajes para aguas lluvias, de la Norma Técnica Colombiana (NTC1500) cuarta actualización, la dimensión de los conductores verticales y bajantes , drenajes de edificaciones y alcantarillados de aguas lluvia de la edificación de cualquier ramal horizontal de dichos drenajes o alcantarillas debe basarse en el caudal de precipitación con duración de 10 min a un intervalo de 10 años o de la información meteorológica y estudios ambientales (Ideam) o en otras tasas de precipitación determinadas por información meteorológica local aprobada.

5.2 INFORMACIÓN HIDROLÓGICA

5.2.1 Análisis de la Información Hidrológica.

En la zona se cuenta con la estación climatológica ordinaria 16010010 VILLA DEL ROSARIO del IDEAM ubicada en cercanías a la zona de estudio; los datos de esta estación ofrecen la suficiente confianza ya que está ubicada cerca de la zona de estudio y se encuentra activa actualmente.

Se empleó en el estudio la totalidad de los datos de precipitaciones con una base de datos de 48 años desde el año 1972 hasta el 2020, con el fin de que la muestra fuera lo más significativa posible. (Anexo 8).

Para la obtención de las precipitaciones para diferentes periodos de retorno se usaron funciones de distribución con el fin de elegir la que más se ajustara a los registros de la estación. Los métodos empleados fueron: distribución Normal, distribución Gumbell y distribución Log Pearson tipo III y Log Normal.

A los resultados obtenidos por los métodos anteriores se les aplico la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov Smirnov y se eligió el método que dio como resultado el más bajo.



Figura 11. Ubicación estación VILLA DEL ROSARIO del IDEAM

5.2.1.1 Prueba de datos dudosos para la estación

Los datos dudosos (outlers), son puntos de la información que se alejan significativamente de la tendencia de la información restante. La retención o eliminación de estos datos puede afectar significativamente la magnitud de los parámetros estadísticos calculados para la información, especialmente en muestras pequeñas. La prueba realizada a los datos se presenta en el Anexo 9.

5.2.1.2 Prueba de Bondad de ajuste Kolmogorov Smirnov

Esta prueba se utiliza para probar hipótesis acerca de la distribución de la población, de la cual se extrae una variable aleatoria. La hipótesis nula para la prueba de bondad de ajuste es que la distribución de la población es una distribución dada frente a la alternativa de que los datos no se ajustan a la distribución dada. Los resultados se observan en el Anexo 10.

5.2.1.3 Distribución de probabilidad con el mejor ajuste para cada estación

Una vez se realiza la prueba de bondad y se analiza la distribución de la población y se determina la que mejor se ajusta a los datos existentes con el fin de obtener los datos de precipitación. El resultado se observa en el Anexo 11.

5.2.2 Cálculo de las curvas IDF por el Método Simplificado.

Las curvas IDF que se tendrán en cuenta en el presente estudio son realizadas por el método simplificado presentado en el manual de drenaje de INVIAS, basadas en registro de precipitaciones de la Estación meteorológica 16010010 VILLA DEL ROSARIO perteneciente al IDEAM.

La metodología simplificada de cálculo de las curvas intensidad – duración – frecuencia se debe llevar a cabo siempre y cuando no se disponga de datos históricos de precipitación de corta duración (datos pluviográficos). En este estudio se dedujeron curvas intensidad-duración-frecuencia por correlación con la precipitación máxima promedio anual en 24 horas, el número promedio de días de lluvia al año, la precipitación total media anual y la elevación de la estación.

La mejor correlación obtenida, sin embargo, fue la que se obtuvo con la precipitación máxima promedio anual en 24 horas en una estación, y es la que se propone para los estudios, la expresión utilizada para determinar la intensidad está dada por:

$$i = \frac{a * T^b * M^d}{\frac{t}{60}^c}$$

Donde:
I: Intensidad de precipitación, en milímetros por hora (mm/h).
T: Periodo de retorno, en años.
M: precipitación máxima promedio anual en 24 h a nivel multianual.
t: Duración de la lluvia en minutos

a,b,c,d: Parámetros de ajuste de la regresión. Estos parámetros fueron regionalizados como se presenta en la Figura 2.13 del manual de drenaje para carreteras de INVÍAS.

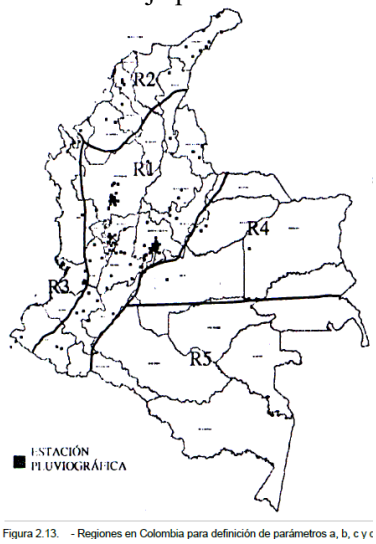


Figura 12. Regiones en Colombia para definición de los parámetros a, b, c y d.

La zona de estudio se encuentra dentro de la región Andina R1 por lo que los parámetros a, b, c, d, se definen en la siguiente tabla.

Tabla 20. Parámetros acordes a la región.

REGIÓN	a	b	c	d
Andina (R1)	0.94	0.18	0.66	0.83
Caribe (R2)	24.85	0.22	0.5	0.1
Pacífico (R3)	13.92	0.19	0.58	0.2
Orinoquía (R4)	5.53	0.17	0.63	0.42

Y acorde a los datos de precipitación obtenidos de la estación se tiene que la precipitación máxima promedio anual de 20.25 mm, A continuación, se presentaran las curvas IDF los cálculos pueden observarse en el Anexo 12.

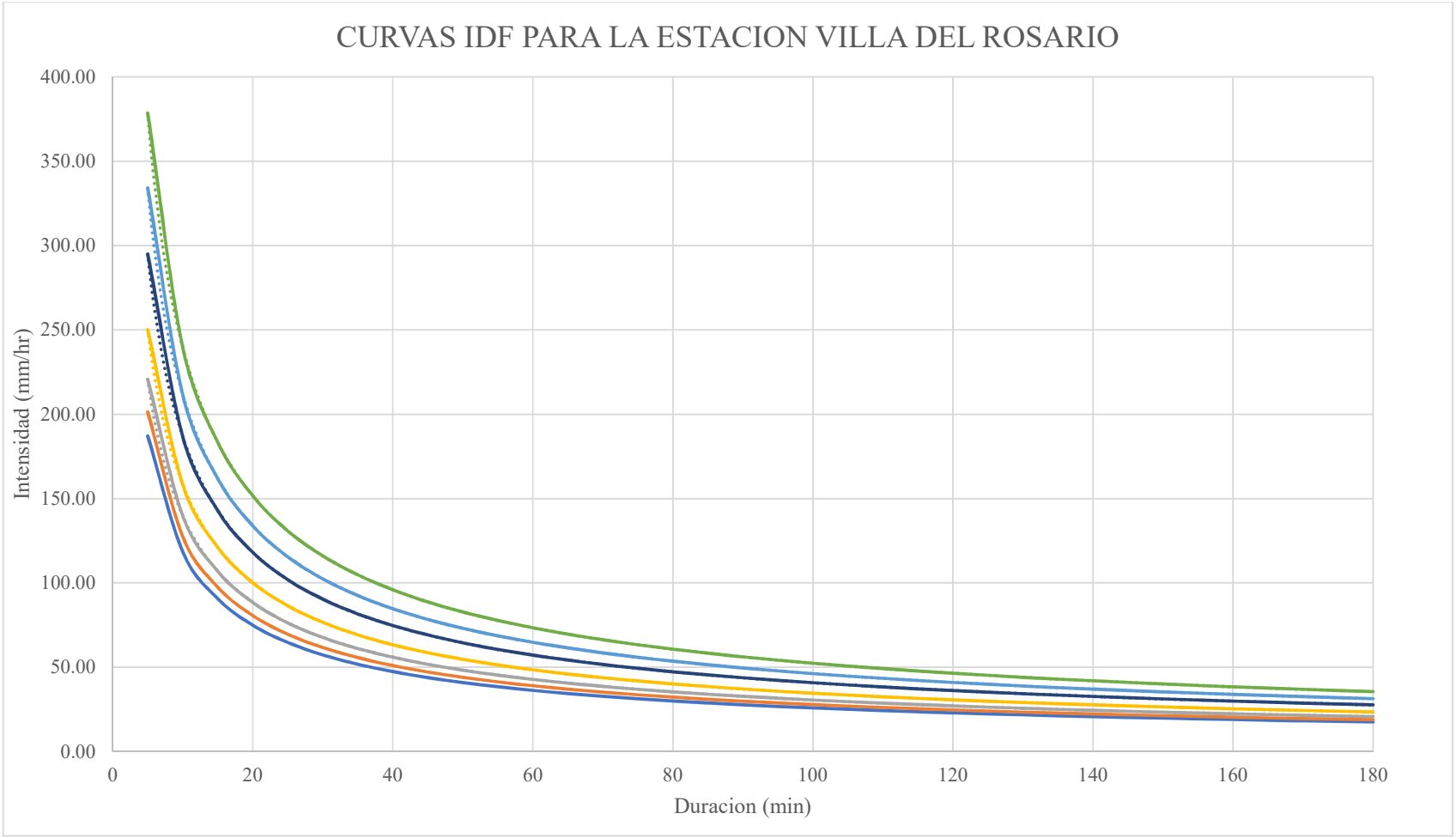


Figura 13. Curvas IDF estación VILLA DEL ROSARIO por el método simplificado.

5.3 DISEÑO RED PLUVIAL

Los parámetros de diseño constituyen los elementos básicos para el desarrollo del diseño de un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales.

5.3.1 DISEÑO DE TUBERÍAS

En general, cada uno de los tramos que forman parte del sistema de alcantarillado debe diseñarse como un conducto a flujo libre por gravedad. El flujo de aguas residuales o de aguas lluvias en una red de alcantarillado para su recolección y evacuación no es permanente. Sin embargo, el dimensionamiento hidráulico de la sección transversal de cada tramo puede hacerse suponiendo que el flujo es uniforme, debido a que siempre va a existir una tendencia a establecer este tipo de flujo. Esto es particularmente válido para los tramos de diámetro pequeño.

En ingeniería existen diferentes ecuaciones de flujo uniforme apropiadas para este tipo de cálculo, dentro de las cuales se destacan la ecuación de Darcy-Weisbach, en conjunto con la ecuación de Colebrook-White y la ecuación de Manning. La ecuación de Darcy-Weisbach es la ecuación físicamente basada para representar el flujo uniforme en diferentes tipos de ducto, y cubre todo el rango del flujo turbulento desde hidráulicamente liso hasta hidráulicamente rugoso. En la práctica, la ecuación de Manning, es la más utilizada; sin embargo, esta ecuación es aplicable únicamente para el caso de flujo turbulento hidráulicamente rugoso.

5.3.1.1 Deducción de la ecuación matemática utilizada en el estudio

Partiendo de las ecuaciones:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log_{10}\left[\frac{Ks}{3.7d} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}}\right]$$ Ecuación de Colebrook White Ec (1)

$$Re = \frac{V.d}{\nu}$$ Ecuación de Numero de Reynolds Ec (2)

$$h_f = f\frac{L}{d}\frac{V^2}{2g}$$ Ecuación de Darcy Weisbach Ec (3)

Dónde:

h_f = Pérdida de cabeza a lo largo del tramo (m)
f = Factor de fricción de Darcy (Adimensional)
L= Longitud del tramo de tubería (m)
d = Diámetro interior de la tubería (m)
V = Velocidad media del flujo (m/s)
g = Aceleración de la gravedad (m/s^2)
Ks = Rugosidad absoluta de la tubería (m). Para PVC = $1.5*10^{-6}$m
Re = Número de Reynolds = Vd/ν (Adimensional)
ν = Viscosidad cinemática del fluido (m^2/s)

De la Ec (3) despejamos la velocidad:

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

Como D=4R (R=radio hidráulico) y hf/L=Sf

$$V^2 = S_f * \frac{4R}{f} * 2g = S_f * \frac{8R}{f} g \Rightarrow V = \frac{\sqrt{S_f * 8R * g}}{\sqrt{f}}$$

En función de caudal

$$V = \frac{\sqrt{S_f * 8R * g}}{\sqrt{f}} \Rightarrow Q = \frac{\sqrt{S_f * 8R * g}}{\sqrt{f}} * A \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{f}} = \frac{Q}{\sqrt{S_f * 8R * g} * A}$$

De la Ec (2)

$$\mathrm{Re} = \frac{\mathrm{V.D}}{\nu} = \frac{\mathrm{V.4R}}{\nu}$$

Reemplazando lo anterior en la Ec (1).

$$\frac{Q}{\sqrt{S_f * 8R * g} * A} = -2\log_{10}\left[\frac{\mathrm{Ks}}{3.7 * 4\mathrm{R}} + \frac{2.51 * \upsilon}{V * 4R\sqrt{\mathrm{f}}}\right]$$

Sustituyendo para la velocidad

$$\frac{Q}{\sqrt{S_f * 8R * g} * A} = -2\log_{10}\left[\frac{\mathrm{Ks}}{14.8\mathrm{R}} + \frac{2.51 * \upsilon}{\frac{\sqrt{S_f * 8R * g}}{\sqrt{f}} * 4R\sqrt{\mathrm{f}}}\right]$$

Aclarando que en flujo uniforme $S_f = S_o = S$

Despejando y cancelando, llegamos a la ecuación utilizada en el diseño:

$$Q = -2 * A * \sqrt{8 * g * R * S} * Log\left(\frac{Ks}{14.8 * R} + \frac{2.51 * \nu}{4 * R * \sqrt{8 * g * R * S}}\right)$$

Dónde:

Q = Caudal (m^3/s)

A = Área mojada de la tubería. (m^2)
R = Radio hidráulico. (m)
S = Pendiente hidráulica.

Como los colectores de aguas lluvias no trabajan a presión, para hacer los cálculos se analiza la tubería para tubo parcialmente lleno y de acuerdo al caudal de diseño se define el diámetro y la lámina de agua para tubo parcialmente lleno, por lo tanto, el área a considerar es la de un segmento de círculo con ángulo central θ (Teta), o sea:

$$A = r^2/2\ (\theta - sen\theta) = d^2/8\ (\theta - sen\theta\ )$$

5.3.1.2 Parámetros de diseño de las tuberías

Los parámetros de diseño a considerar son los siguientes:

Relación y/d inicial (tuberías) = 0.93
Rugosidad absoluta de la tubería = $1.5*10^{-6}$m (Para tubería en PVC)
Diámetro = Se calcula y se ajusta a diámetro comercial

5.3.1.3 Parámetros hidráulicos.

Los principales son:
Tiempo de concentración mínimo =10 minutos.
Método utilizado para cálculo de caudales = Racional.
En nuestro caso para una intensidad de frecuencia de 10 años se toman 152.55mm/hr
Coef. De escorrentía Pavimentos, patios tejados = 1.0 (Superficie Dura)

5.3.1.4 Procedimiento de diseño

A continuación, se explicará el procedimiento utilizado para el diseño de tuberías, información básica con la cual se elaboran los cuadros de cálculo presentados y relacionados en este documento.

1. Se definen los puntos de control o nodos en sitios estratégicos y a criterio del diseñador, considerando especialmente los sitios al recibo de nuevas cargas de agua residual, cambios bruscos de dirección y pendiente, con el objeto de diseñar las secciones acordes a las necesidades.
2. En cada punto y utilizando el diseño arquitectónico se determina longitud y diferencia de nivel.
3. Para la evaluación de los caudales, se emplea el procedimiento descrito anteriormente
4. Se dimensiona el diámetro y la pendiente, siguiendo el siguiente proceso:

   a) Se nombra el tramo, se indica el abcisados, se determina la longitud del tramo.
   b) Usando la ecuación de Colebrook White se despeja el diámetro requerido y luego se aproxima al diámetro interno comercial (d_{real}), con este diámetro a partir de la misma

ecuación se determina la relación (y / d_{real}), siendo "y" la profundidad de la lámina de agua en la tubería.

c) Se calculan los siguientes parámetros: Velocidad, Número de Froude, Esfuerzo cortante, verificando las siguientes condiciones: (Resolución 0330 del 2017)

Esfuerzo cortante: $\tau > 1.0$ N / m^2

El procedimiento de cálculo se realiza en Excel, aplicando macros para mayor precisión. Ver Cálculo Diseño Aguas Lluvias Anexo 13

5.4 ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS PLUVIALES.

Se proyecta la estación de bombeo para impulsar el agua pluvial de la zona de parqueadero, y que por estar a nivel inferior de las vías por lo tanto se hace necesario la implementación del sistema de bombeo.

Se propone el empleo de 2 bombas sumergibles las cuales fusionaran alternadamente.

5.4.1 Dimensionamiento Pozo De Bombeo

Se dimensionará para un tiempo de retención de 5 min y empleando el caudal captado por las rejillas proyectadas en la zona del parqueadero.

Q diseño = 0.07037 m3/s
Horas de Bombeo = 24 horas
Nº Bombas= 2 bombas
Tiempo de retención = 5 min
Altura reguladora = 1.0 m
Volumen mínimo del pozo =

$$vol = 0.07037 \frac{m3}{seg} * 300\ seg = 21.11\ m3$$

Área superficial del pozo

$$As = \frac{21.11 m3}{1.0\ m} = 21.11\ m2$$

Se propone una sección cuadrada

$$Ancho = \sqrt{21.11\ m2} = 4.59 m$$

Ancho constructivo = 4.60 m
Largo constructivo = 4.60 m

Volumen final del pozo

$$Vol = 4.6\,m * 4.6m * 1.0m = 21.16\,m3$$

Tiempo de operación = 20 min-1200 seg

El caudal de bombeo sería:

$$Qb = \frac{21.16m3 * \frac{1000\,L}{1\,m3}}{1200\,seg} = 17.6\frac{m3}{seg}$$

$$Qbombeo = 17.6Lps$$

Cotas pozo de bombeo

Nivel Batea llegada Tubería	-0.59	msnm
Nivel máximo de agua	-0.59	msnm
Nivel Mínimo de agua	-1.59	msnm
Sumergencia	0.50	msnm
Nivel fondo cárcamo	-2.09	msnm

5.4.2 Altura Dinámica De Impulsión

Cálculo del diámetro de impulsión individual

$$Di = 1.2\left(\frac{t}{24}\right)^{0.25}\sqrt{Q}$$

En donde:
t = horas de bombeo
Q= Caudal de bombeo

Por lo tanto,

$$Di = 1.20\left(\frac{24}{24}\right)^{0.25}\sqrt{0.002\frac{m3}{seg}} = 0.0588\,m$$

Se ajusta a un diámetro comercial en donde se secciona 4.0 pulgadas, se verifica que la velocidad de impulsión este dentro de los rangos establecidos por la normatividad:

Velocidad = 2.10 m /seg (1.5 – 2.4 m/s)

5.4.3 Perdidas en la tubería de Impulsión

Se obtiene mediante la ecuación universal para flujos a presión (Ecuación de Darcy – Weisbach). El coeficiente de fricción de Darcy f para tuberías de sección circular se obtiene utilizando las siguientes ecuaciones:

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

En donde:
hf = perdidas por fricción
D = diámetro tubería en m
V = velocidad en m/s
L= longitud de la tubería
g = aceleración de la gravedad m/s^2
f = coeficiente de fricción de Darcy
Para flujo laminar (Re < 2000) se utiliza la expresión

$$f = \frac{64}{Re}$$

Para flujo turbulento (Re > 4000) se utiliza la expresión

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\,Log_{10}\left[\frac{K_s}{3.7D} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}}\right]$$

En donde:
f= coeficiente de fricción de Darcy
Re = número de Reynolds
D = diámetro
Ks = coeficiente de rugosidad
El número de Reynolds este definido por la siguiente ecuación

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

En donde:
Re = número de Reynolds
V= velocidad
D = diámetro de la tubería
ρ = Densidad
μ = Viscosidad dinámica

- Perdidas por Accesorios

Se calcula a través de la siguiente expresión

$$hm = Km\frac{V^2}{2g}$$

En donde:

hm = perdidas por accesorios
Km = coeficiente de pérdida del accesorio
V = velocidad
g = aceleración de la gravedad.

Datos de entrada:

T = 29.00 °C
ρ = 996.02 Kg/m^3
μ = 0.00087 Pa. S
Ks = 0.0000015 m PVC

Tabla 21. Diseño hidráulico tubería impulsión aguas Pluvial.

Calculo Impulsión Común e individual					
Tramo	Caudal	D asumido	D asumido	Area	V.Impulsión
	m3/seg	pulg	m	m2	m/s
ESTACION BOMBEO - VIA	0.018	4	0.10	0.01	2.10

Pérdidas por Fricción						
Reynolds	f1	f2	f	Error	Longitud	Hf
(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	m	m
248535.7	8.132	8.131	0.015	0.001	13	0.4

Perdidas por Accesorios							
Válvula compuerta	Km	Cheque	Km	Codo 90°	Km	Codo 45°	Km
(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
1	0.2	1	2.5	2	0.8	1	0.4

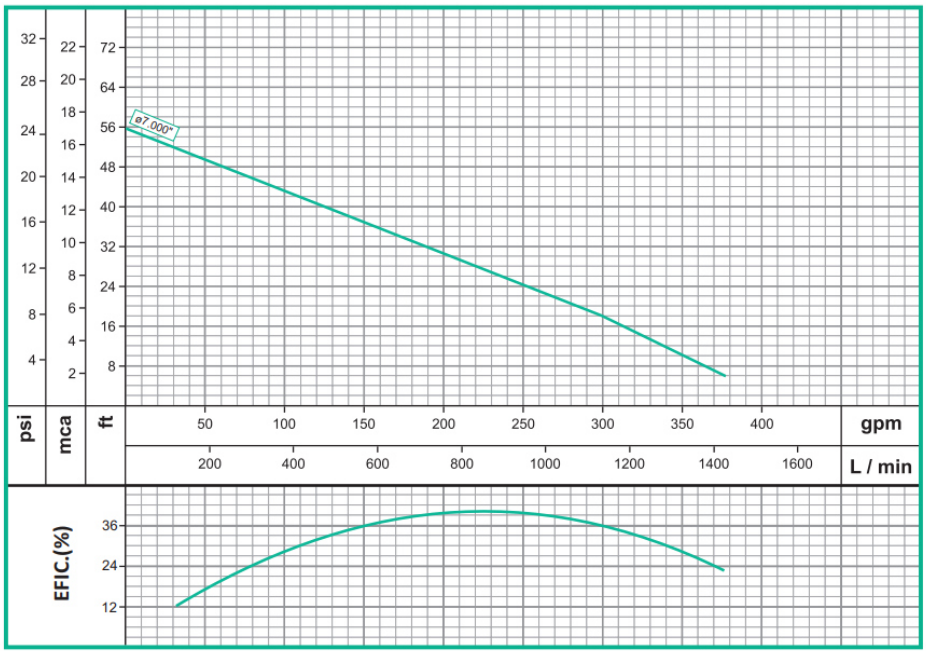
Perdidas por Accesorios							
Tee sentido recto	Km	Te salida lateral	Km	Reducción Gradual	Km	Km Total	Hm
(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	m
0	0.3	0	1.8	1	0.25	4.95	1.11

5.4.4 Equipo De Bombeo

Caudal = 17.63 L/s = 279.524 G.P.M.
Altura dinámica total = 3.85 m
Número de Motobombas = 2 (Un operando y la otra de reserva)
Tipo de Motor = Eléctrico, Voltaje =220/440 V, 1750 RPM
Tipo motobomba = Centrifuga, Alta Presión
Descarga = 3”

Potencia estimada = 2.0 H.P (catálogo de Barnes)

Figura 14. Curva característica de la bomba de la estación de bombeo de agua pluvial.



6. OBSERVACIONES ESPECIALES

Es importante presentar y enunciar algunas observaciones relativas al estudio realizado sobre el diseño hidráulico para la edificación del proyecto

- En concordancia con la propuesta el presente estudio no incluye diseños estructurales, eléctricos, ni estudios de suelos, caracterización de aguas, ni estudio de impacto ambiental o tramitación de la licencia ambiental.
- Los planos hidráulicos se presentan sobre planos arquitectónicos entregado por el arquitecto.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Chow Ven Te, "Open Channel Hydraulics", McGraw-Hill Kogakusha Ltd., 1959
- Chow V.T., Maidment D.R., Mays L.W.,"Applied Hydrology", McGraw-Hill International Editions, Civil Engineering Series, New York, U.S.A., 1988.
- Monsalve G., "Hidrología en la Ingeniería", Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, Santafé de Bogotá D.C., 2 ª Edición, enero de 1999.
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Resolución 0330 junio de 2017.

ANEXOS

Anexo 1. Cálculo de consumos agua potable.

Cálculo de consumos							
Item	**concepto**	**unidad**	**cantidad**	**Dotación**		**Consumo**	
				und/día	cantidad	cantidad	Und
1	hospital	Persona	63.0	L/cama /dia	800.0	50,400	L/día

	Sub total diario			días	1.00	50,400	L
	Almacenamiento Total Consumo			dias	2.00	100,800	L

	Total almacenamiento			dia		100,800	L
	DEFINTIVO RECOMENDADO			dia		100,800	L

Caudales tubería alimentación		
Volumen 1 día	m3	100.800
Tiempo llenado	horas	4.00
Q para volumen 1 día	l/s	7.00
Tiempo llenado	horas	6.00
Q para volumen 1 día	l/s	4.67
Tiempo llenado	horas	8.00
Q para volumen 1 día	l/s	3.50
Tiempo llenado	horas	12.00
Q para volumen 1 día	l/s	2.33

Seleccionado

Total volumen consumo	100,800	l/día
Tiempo de alimentación tanque	8.00	horas
Caudal acometida suministro tanque	3.50	lts/s
Porcentaje tanque Bajo	100	%
Porcentaje tanque Alto	0	%
Volumen tanque Bajo	100,800	L
Volumen tanque Alto	0	L
Volumen total tanque	**100,800**	**L**

ACOMETIDA INDIVIDUAL				
QMD Llegada a tanque	3.50	lts/seg		
Tiempo de llegada a tanque	8.00	horas		
Velocidad estimada de salida	1.5	m/seg	Asumida para salida	
Área tubo	0.0023	m2		
diámetro estimado	2.15	pulg		
diámetro comercial	2 1/2	pulg		
Velocidad real de salida	1.1	m/seg		
Perdida de carga	0.01	m/m		

ACOMETIDA PROYECTO				
QMD Llegada a tanque	4.52	lts/seg		
Tiempo de llegada a tanque	8.00	horas		
Velocidad estimada de salida	1.50	m/seg	Asumida para salida	
Área tubo	0.0030	m2		
diámetro estimado	2.44	pulg		
diámetro comercial	2 1/2	pulg		
Velocidad real de salida	1.43	m/seg		
Perdida de carga	0.02	m/m		

MEDIDOR		
diámetro	1 1/2	pulg
Caudal nominal	5.6	L/s
Porcentaje de capacidad	80.00%	[-]
Perdidas (J)	6.40	m

Anexo 2. Cálculo del dimensionamiento del tanque

Almacenamiento Agua Potable	100,800	L
Tiempo de alimentación tanque	8.00	horas
Caudal acometida suministro tanque	3.50	lts/s
Porcentaje tanque bajo	100%	
Volumen total tanque BAJO	**100.80**	**m3**

DIMENSIONAMIENTO TANQUE				
Volumen requerido	100.80	m3		
Numero de módulos	1.00	und		
Volumen por modulo	100.80	m3		
Altura efectiva + BL	2.30	m	Calculado	
Sumergencia (agua mínima s/succión)	0.50	m	(a)	
Altura efectiva (altura util)	2.00	m		
Altura Coladera	0.10	m		
Borde libre superior	0.30	m	(0,15+Øreb+0,10)	
Caída por pendiente longitudinal (Sw=2.0%)	0.17	m	(b)	
Altura cajón lodos	0.50	m		
Altura total interna	**2.97**	m		
Área horizontal	50.40	m2		
Sección	**Cuadrado**	**Definida**		
Largo	7.10	3.7	m	
Ancho	7.10	3.7	m	
Volumen útil	27.38	error		
Volumen agua	29.84			
Sección	**Rectangular**	**Definida**		
Largo (Definido)	9.20	9.20	m	
Ancho (Calculado)	5.48	5.50	m	
Volumen útil	101.20	m3 ok		
Volumen agua	109.82			
Sección	**Circular**	**Definida**		
diámetro útil	8.01	4.20	m	
Radio útil	4.01	1.60	m	
Volumen útil modulo	27.71	error		
ACOMETIDA				
QMD Llegada a tanque	3.50	lts/seg		
Tiempo de llegada a tanque	8.00	horas		
Velocidad estimada de salida	1.5	m/seg	Asumida para salida	
Área tubo	0.0023	m2		
diámetro estimado	2.15	pulg		
diámetro comercial	2 1/2	pulg		

Anexo 3. Cálculo red hidráulica de agua potable sistema a bombeo.

SISTEMA DE DISTRIBUCION															
TRAMO	TIPO DE APARATO	NUMERO DE APARATOS	UNIDAD DISEÑO	Caudal Q	Velocidad (V)	hv	C	j	Φ	LONGITUD DE TUBERIA				Pérdida Total (J)	Presión
			UND	lt/seg.	mt/seg	m.c.a.	Fricción	m/m	Pulg.	Horizontal	Vertical	Accesorios	Total	m.c.a.	m.c.a.
2a-2c	NF	6	24	1.03	1.31	0.09	0.000	0.05	1 1/4	17.36	2.00	10.34	29.70	1.41	17.30
2b-2c	NF	3	12	0.64	1.27	0.08	0.000	0.06	1	7.00	2.00	6.73	15.73	0.94	16.82
2c-2f	NF	9	36	1.37	1.73	0.15	0.000	0.08	1 1/4	1.83	0.00	3.08	4.91	0.38	17.83
2d-2f	NF	3	12	0.64	1.27	0.08	0.000	0.06	1	9.29	2.00	7.23	18.52	1.11	16.99
2f-2j	NF	21	84	2.45	1.21	0.07	150.000	0.03	2	12.42	0.00	14.05	26.47	0.77	18.68
2h-2i	NF	6	24	1.03	1.31	0.09	0.000	0.05	1 1/4	13.72	2.00	10.95	26.67	1.27	17.16
2g-2i	NF	3	12	0.64	1.27	0.08	0.000	0.06	1	5.41	2.00	7.23	14.64	0.87	16.76
2i-2j	NF	15	60	1.94	1.70	0.15	0.000	0.06	1 1/2	6.73	0.00	5.53	12.26	0.74	18.04
2j-2l	NF	39	156	3.74	1.85	0.17	150.000	0.06	2	12.77	0.00	8.04	20.81	1.33	20.18
2k-2l	NF	2	4	0.30	1.06	0.06	0.000	0.06	3/4	6.38	0.80	1.54	8.72	0.54	6.90
2l-2s	NF	41	160	3.81	1.88	0.18	150.000	0.07	2	6.06	0.00	5.36	11.42	0.75	21.11
2m-2o	NF	5	16	0.78	1.54	0.12	0.000	0.08	1	8.30	0.80	0.00	9.10	0.77	7.19
2n-2o	NF	5	16.25	0.79	1.56	0.12	0.000	0.09	1	11.03	0.80	9.29	21.12	1.82	16.54
2o-2r	NF	21	74.25	2.25	1.97	0.20	0.000	0.08	1 1/2	9.25	0.00	10.40	19.65	1.53	18.27
2p-2r	NF	6	24	1.03	1.31	0.09	0.000	0.05	1 1/4	14.90	2.00	10.71	27.61	1.31	17.20
2r-2s	NF	27	98.25	2.72	1.34	0.09	150.000	0.04	2	4.82	0.00	5.36	10.18	0.36	17.65
2s-2y	NF	73	272.5	4.97	1.57	0.13	150.000	0.04	2 1/2	13.54	0.00	8.04	21.58	0.79	22.02
2x-2y	NF	8	24.25	1.04	1.32	0.09	0.000	0.05	1 1/4	23.19	0.30	12.78	36.27	1.75	15.94
2y-2w	NF	81	296.75	5.30	1.67	0.14	150.000	0.04	2 1/2	9.51	0.00	7.16	16.67	0.68	22.84
2v-2w	NF	5	22	0.97	1.92	0.19	0.000	0.12	1	11.72	0.20	11.57	23.49	2.91	17.10
2u-2w	NF	6	22	0.97	1.92	0.19	0.000	0.12	1	11.43	0.20	11.57	23.20	2.87	17.06
2w-2z	NF	92	340.75	5.88	1.86	0.18	150.000	0.05	2 1/2	6.80	0.00	7.03	13.83	0.69	23.71
2t-2z	NF	5	18.25	0.86	1.69	0.15	0.000	0.10	1	13.36	0.00	6.73	20.09	1.99	15.93
2z-2	NF	97	359	6.12	1.93	0.19	150.000	0.05	2 1/2	7.30	0.00	6.90	14.20	0.76	24.65
2-1ad	NF	97	359	6.12	1.93	0.19	150.000	0.05	2 1/2	3.40	3.40	2.34	9.14	0.49	28.73
1a-1c	NF	4	16	0.78	1.54	0.12	0.000	0.08	1	13.81	0.80	7.73	22.34	1.88	16.61
1b-1c	NF	4	16	0.78	1.54	0.12	0.000	0.08	1	7.80	0.80	7.23	15.83	1.34	16.06
1c-1e	NF	8	32	1.26	1.59	0.13	0.000	0.07	1 1/4	0.27	0.00	3.34	3.61	0.24	16.98
1d-1e	NF	4	16	0.78	1.54	0.12	0.000	0.08	1	6.13	0.80	7.73	14.66	1.24	15.96
1e-1g	NF	12	48	1.67	1.46	0.11	0.000	0.05	1 1/2	7.96	0.00	5.62	13.58	0.63	17.71
1f-1g	NF	4	8	0.49	1.70	0.15	0.000	0.14	3/4	8.80	0.80	4.66	14.26	2.05	8.50
1g-1i	NF	18	68	2.12	1.86	0.18	0.000	0.07	1 1/2	2.20	0.00	3.58	5.78	0.41	18.29
1h-1i	NF	8	32	1.26	1.59	0.13	0.000	0.07	1 1/4	15.80	0.80	13.10	29.70	2.00	16.73

SISTEMA DE DISTRIBUCION															
TRAMO	TIPO DE APARATO	NUMERO DE APARATOS	UNIDAD DISEÑO	Caudal Q	Velocidad (V)	hv	C	j	Φ	LONGITUD DE TUBERIA				Pérdida Total (J)	Presión
			UND	lt/seg.	mt/seg	m.c.a.	Fricción	m/m	Pulg.	Horizontal	Vertical	Accesorios	Total	m.c.a.	m.c.a.
1i-1k	NF	26	100	2.76	1.36	0.09	150.000	0.04	2	5.09	0.00	5.36	10.45	0.38	18.77
1j-1k	NF	5	14	0.71	1.41	0.10	0.000	0.07	1	9.60	0.80	7.23	17.63	1.27	7.67
1k-1m	NF	31	114	3.02	1.49	0.11	150.000	0.04	2	2.86	0.00	5.62	8.48	0.36	19.24
1l-1m	NF	10	36.5	1.38	1.74	0.15	0.000	0.08	1 1/4	15.80	0.80	13.10	29.70	2.34	17.10
1m-1ac	NF	41	150.5	3.65	1.80	0.17	150.000	0.06	2	14.47	0.00	8.43	22.90	1.39	20.80
1n-1p	NF	6	20	0.91	1.80	0.17	0.000	0.11	1	16.80	0.20	10.79	27.79	3.07	17.23
1o-1p	NF	3	8	0.49	1.70	0.15	0.000	0.14	3/4	8.46	0.80	4.35	13.61	1.96	8.40
1p-1r	NF	13	36	1.37	1.73	0.15	0.000	0.08	1 1/4	6.04	0.00	3.95	9.99	0.77	18.16
1q-1r	NF	3	11	0.60	1.19	0.07	0.000	0.05	1	9.00	2.00	7.16	18.16	0.98	8.55
1r-1t	NF	16	47	1.64	1.44	0.11	0.000	0.04	1 1/2	1.67	0.00	4.16	5.83	0.26	18.53
1s-1t	NF	3	9.25	0.54	1.88	0.18	0.000	0.17	3/4	5.80	0.20	5.91	11.91	2.04	16.02
1t-1v	NF	21	60.25	1.95	1.71	0.15	0.000	0.06	1 1/2	14.60	0.00	6.68	21.28	1.29	19.96
1u-1v	NF	6	24	1.03	1.31	0.09	0.000	0.05	1 1/4	7.9	0.80	10.84	19.54	0.93	15.62
1v-1z	NF	31	100.25	2.76	1.36	0.09	150.000	0.04	2	28.08	0.00	11.24	39.32	1.43	21.49
1w-1y	NF	6	24	1.03	1.31	0.09	0.000	0.05	1 1/4	12.75	0.20	14.53	27.48	1.31	15.40
1x-1y	NF	6	23	1.00	1.98	0.20	0.000	0.13	1	10.54	0.20	13.92	24.66	3.22	17.42
1y-1z	NF	12	47	1.64	1.44	0.11	0.000	0.04	1 1/2	3.94	0.00	2.08	6.02	0.27	17.80
1z-1ab	NF	43	147.25	3.60	1.78	0.16	150.000	0.06	2	9.90	0.00	5.99	15.89	0.94	22.59
1aa-1ab	NF	5	18.25	0.86	1.69	0.15	0.000	0.10	1	8.25	0.30	7.73	16.28	1.61	7.55
1ab-1ac	NF	48	165.5	3.90	1.92	0.19	150.000	0.07	2	3.10	0.00	5.36	8.46	0.58	23.36
1ac-1ak	NF	89	316	5.56	1.76	0.16	150.000	0.04	2 1/2	5.72	0.00	6.90	12.62	0.56	24.08
1af-1ah	NF	2	4.25	0.31	1.10	0.06	0.000	0.07	3/4	6.00	0.80	3.88	10.68	0.72	7.08
1ag-1ah	NF	3	12	0.64	1.27	0.08	0.000	0.06	1	7.96	2.00	7.23	17.19	1.03	16.91
1ah-1ai	NF	9	28.25	1.16	1.46	0.11	0.000	0.06	1 1/4	5.57	0.00	8.35	13.92	0.81	17.82
1aj-1ai	NF	6	16	0.78	1.54	0.12	0.000	0.08	1	10.75	0.20	9.29	20.24	1.71	15.83
1ai-1ak	NF	15	44.25	1.57	1.99	0.20	0.000	0.10	1 1/4	9.85	0.00	1.67	11.52	1.15	19.17
1ak-1am	NF	104	360.25	6.13	1.94	0.19	150.000	0.05	2 1/2	4.82	0.00	6.90	11.72	0.63	24.90
1al-1am	NF	1	2.25	0.20	1.60	0.13	0.000	0.21	1/2	6.46	0.30	1.30	8.06	1.73	7.66
1am-1ao	NF	105	362.5	6.16	1.95	0.19	150.000	0.05	2 1/2	8.63	0.00	6.90	15.53	0.84	25.93
1an-1ao	NF	5	14.25	0.72	1.43	0.10	0.000	0.07	1	11.84	0.30	3.73	15.87	1.16	7.07
1ao-1aq	NF	110	376.75	6.34	1.39	0.10	150.000	0.02	3	2.33	0.00	7.60	9.93	0.23	26.26
1ap-1aq	NF	6	16	0.78	1.54	0.12	0.000	0.08	1	18.06	0.80	6.94	25.80	2.18	8.60
1aq-1as	NF	116	392.75	6.54	1.44	0.10	150.000	0.02	3	3.79	0.00	7.60	11.39	0.28	26.65
1ar-1as	NF	4	16	0.78	1.54	0.12	0.000	0.08	1	7.86	0.80	5.95	14.61	1.23	15.95
1as-bu	NF	120	408.75	6.74	1.48	0.11	150.000	0.03	3	5.54	0.00	7.60	13.14	0.35	27.11
1at-1aw	NF	3	11	0.60	1.19	0.07	0.000	0.05	1	10.95	2.00	6.73	19.68	1.06	8.63

SISTEMA DE DISTRIBUCION																
TRAMO	TIPO DE APARATO	NUMERO DE APARATOS	UNIDAD DISEÑO	Caudal Q	Velocidad (V)	hv	C	j	Φ	LONGITUD DE TUBERIA				Pérdida Total (J)	Presión
			UND	lt/seg.	mt/seg	m.c.a.	Fricción	m/m	Pulg.	Horizontal	Vertical	Accesorios	Total	m.c.a.	m.c.a.
1av-1aw	NF	4	14	0.71	1.41	0.10	0.000	0.07	1	7.02	2.00	6.73	15.75	1.13	17.03
1aw-1ay	NF	7	25	1.06	1.34	0.09	0.000	0.05	1 1/4	12.07	0.00	4.56	16.63	0.83	17.96
1ax-1ay	NF	2	8	0.49	0.96	0.05	0.000	0.04	1	5.67	0.80	4.66	11.13	0.41	15.05
1ay-1ba	NF	10	35.25	1.35	1.70	0.15	0.000	0.08	1 1/4	5.67	0.00	3.34	9.01	0.68	18.78
1az-1ba	NF	4	14	0.71	1.41	0.10	0.000	0.07	1	7.42	2.00	7.58	17.00	1.22	17.12
1ba-1be	NF	14	49.25	1.69	1.49	0.11	0.000	0.05	1 1/2	2.38	0.00	3.90	6.28	0.30	19.20
1bb-1bd	NF	5	10	0.57	1.99	0.20	0.000	0.19	3/4	16.90	0.80	6.78	24.48	4.60	11.10
1bc-1bd	NF	6	22	0.97	1.92	0.19	0.000	0.12	1	9.55	2.00	7.23	18.78	2.32	18.31
1bd-1be	NF	11	32	1.26	1.59	0.13	0.000	0.07	1 1/4	8.55	0.00	3.34	11.89	0.80	19.24
1be-1bg	NF	25	81.25	2.39	1.18	0.07	150.000	0.03	2	12.51	0.00	5.36	17.87	0.50	19.81
1bf-1bg	NF	3	6	0.40	1.40	0.10	0.000	0.10	3/4	6.62	0.80	3.25	10.67	1.08	7.48
1bg-1bi	NF	29	89.5	2.56	1.26	0.08	150.000	0.03	2	6.87	0.00	8.04	14.91	0.47	20.36
1bh-1bi	NF	6	24	1.03	1.31	0.09	0.000	0.05	1 1/4	11.65	0.80	13.92	26.37	1.26	15.94
1bi-1bk	NF	35	113.5	3.01	1.48	0.11	150.000	0.04	2	0.28	0.00	5.36	5.64	0.24	20.71
1bj-1bk	NF	5	22	0.97	1.92	0.19	0.000	0.12	1	12.00	0.80	4.81	17.61	2.18	16.97
1bk-1bm	NF	40	135.5	3.40	1.68	0.14	150.000	0.05	2	4.42	0.00	5.36	9.78	0.52	21.38
1bl-1bm	NF	2	8	0.49	0.96	0.05	0.000	0.04	1	43.04	0.80	4.09	47.93	1.76	16.40
1bm-1bo	NF	42	143.5	3.54	1.74	0.16	150.000	0.06	2	8.80	0.00	5.36	14.16	0.81	22.34
1bn-1bo	NF	2	8	0.49	1.70	0.15	0.000	0.14	3/4	2.35	0.80	0.00	3.15	0.45	15.20
1bo-1ae	NF	44	151.5	3.67	1.81	0.17	150.000	0.06	2	7.14	0.00	5.36	12.50	0.77	23.28
1ad-1ae	NF	97	360.5	6.14	1.94	0.19	150.000	0.05	2 1/2	0.90	0.00	6.58	7.48	0.40	29.33
1ae-1bu	NF	137	500	7.84	1.72	0.15	150.000	0.03	3	3.48	0.00	0.00	3.48	0.12	29.60
1bu-1	NF	249	892.75	12.12	1.49	0.11	150.000	0.02	4	29.85	0.00	0.00	29.85	0.57	30.28
1bv-1bx	NF	5	18.25	0.86	1.69	0.15	0.000	0.10	1	20.55	0.80	7.23	28.58	2.82	17.57
1bw-1bx	NF	5	19	0.88	1.74	0.15	0.000	0.10	1	8.62	1.00	7.23	16.85	1.75	8.40
1bx-1	NF	12	45.25	1.60	1.40	0.10	0.000	0.04	1 1/2	49.42	0.00	3.74	53.16	2.28	19.95
1-BOMBA	NF	261	938	12.58	1.55	0.12	150.000	0.02	4	1.32	0.00	0.00	1.32	0.03	30.43
BOMBA-SUCCIÓN	NF	261	938	12.58	0.69	0.02	150.000	0.00	6	0.70	3.00	0.00	3.70	0.01	33.47

Diseño de equipo de bombeo

DISEÑO DEL EQUIPO BOMBA - HIDRONEUMATICO
Calculo NPSH Succión Negativa

NSPH = K – ADS

Para patios	K =	9.24	m.c.a.
Altura dinámica de succión (ADS)	ADS=	3.03	m.c.a.
NSPH =	NSPH =	6.21	m.c.a.

Altura Máxima de Succión

AMS = 10.33 – (a+b+c+d+e+f)

a) Perdida por altura sobre el nivel del mar(1600 msnm)	0.500	m	
b) Perdida por temperatura (35ºC)	0.550	m	
c) Perdida por depresiones barométricas (Steel)	0.360	m	
d) Pedida por vació imperfecto(Steel)	2.400	m	
e) Perdida por fricción y accesorios J	0.011	m	
f) Perdida por cabeza de velocidad (hv)	0.024	m	

AMS = AMS = 6.49 m

Altura dinámica total

ADT = Impulsión + Succión ADT = 33.47 m.c.a.

Potencia de las Bombas

$$P_{HP} = \frac{\gamma * ADT * Q}{76 * e} =$$

e=	**0.60**	**-**	
Q=	**12.58**	**L/s**	
	754.6	**LPM**	
	199.36862	**GPM**	

P_{HP}= 9.23 H.P.
$P_{COMERCIAL}$= 10.00 H.P.

Se instalarán una bomba de 5.0 HP para que una este trabajando y se recomienda otra igual para ser utilizada en un daño de la primera o para ser utilizada por ciclos.

Tamaño de la succión	3"	Velocidad = 3600 rpm		NPSH requerido por la bomba =	1.07 m
Tamaño de la descarga	3 "	Comportamiento =	Bomba Centrifuga	NPSH disponible =	6.21 m

Para mantener una presión constante en la red se instalará un **HIDROFLO.**

EQUIPO HI - PRESS

Para un rango de:	Presion de arranque=	50 PSI	35.2112676 m	3.402297853 Atm
	Presion de apagado=	70 PSI	49.2957746 m	4.763216995 Atm

$$Vol\,Tanque = 0.65 * Presion\ apagado\ (psi) * \sqrt{Q\ bomba}$$

Volumen Del tanque = 642.45 Lts
750 Lts

Se propone utilizar un tanque con capacidad de 400 L y una presion de trabajo de 50 -70 PSI.

Curva de la bomba

BARNES® de Colombia S.A.

BOMBAS ALTA PRESION ELECTRICAS

KE 3 100 / KE 3 150
KE 3 200 / KE 3 250

Modelo	Ref.	Potencia (HP)	Voltaje	H max. (mca) *	Q max. (GPM) **	Succión	Descarga	Peso (kg)
KE 3 100	1E0533	10.0	220/440	55	250	3"	3"	90.0
KE 3 150	1E0534	15.0	220/440	71	270	3"	3"	97.0
KE 3 200	1E0587	20.0	220/440	80	280	3"	3"	131.0
KE 3 250	1E0535	25.0	220/440	94	297	3"	3"	142.0

* La altura (H) máxima se logra con la válvula totalmente cerrada. (mca= metros columna de agua).
** El caudal (Q) máximo se logra con la válvula totalmente abierta. (gpm= galones por minuto).

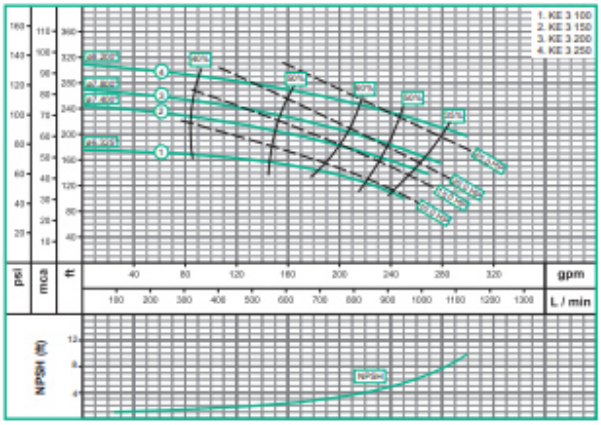


Materiales	
Cuerpo	Hierro fundido ASTM A-48, Clase 30
Impulsor	Hierro fundido ASTMA-48, Clase 30
Sello mecánico	Carbón/Cerámica/Buna-N
Acople intermedio	Hierro fundido ASTM A-48,Clase 30
Empaques	Buna Nitrilo

Aplicaciones
• Aprovisionamiento de aguas limpias
• Recirculacion de agua en torres de enfriamiento
• Refrigeracion de maquinaria/Circuitos de recirculacion
• Sistemas de Presión
• Equipos contraincendio
• Plantas de tratamiento
• Riego por goteo
• Llenado de tanque bajo y tanque alto

Características de la bomba	
Tipo de bomba	Centrífuga
Tipo de acoplamiento	Monobloque
Succión	3" NPT
Descarga	3" NPT
Tipo de impulsor	Cerrado Balanceado dinámicamente según ISO G6.3
Cantidad de impulsores	1
Tipo de sello	Sello mecánico 1-1/4" TIPO 01(10hp a 15hp) Sello mecánico 1-1/2" TIPO 01(20hp a 25hp)
Temperatura Max. Liquido	158° F (70 ° C) Continua

Características del Motor	
Tipo	Eléctrico
Potencia	10 a 25Hp (Según modelo)
Diseño	NEMA JM
Velocidad	3.600 RPM (nominal)
Aislamiento	Clase F
Voltaje	230v o 220/440v
Factor de servicio	1,15
Frecuencia	60Hz
Fases	3



Ficha técnica equipo hidroneumático

BARNES® de Colombia S.A.

TANQUES HIDROACUMULADORES VERTICALES HI-PRESS

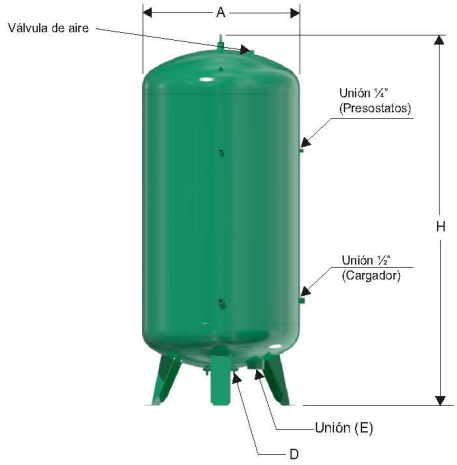


Caracteristricas

- El tanque acumulador es fabricado en lámina de acero de alta resistencia, recubierto internamente con una película de pintura epóxica, evitando el contacto del agua con el metal.
- El diseño del tanque garantiza un sellamiento y hermeticidad absolutos. No requiere bolsa o diafragma en su interior.
- El aire dentro del tanque no se disminuye porque un cargador automático de alta calidad garantiza una reposición permanente en cada ciclo de operación.
- Gran facilidad para cebar, conectar, y efectuar labores de mantenimiento.
- El drenaje de agua en el tanque es fácil y rápido.

Dimensiones Generales

Referencia	Capacidad	H	A	E	D
025056	100 Lts	90 cms	50 cms	1" NPT	1" NPT
025083	200 Lts	140 cms	60 cms	1-1/2" NPT	1-1/2" NPT
025063	300 Lts	120 cms	60 cms	2" NPT	2" NPT
025059	400 Lts	147 cms	70 cms	2" NPT	2" NPT
025060	500 Lts	170 cms	70 cms	2" NPT	2" NPT
025061	750 Lts	209 cms	70 cms	2" NPT	2" NPT
025067	1000 Lts	245 cms	80 cms	2" NPT	2" NPT



CONDICIONES DE TRABAJO DE LOS TANQUES

Capacidad		PRESIÓN DE ARRANQUE (P.S.I) 20		30		40		50	
		PRESIÓN DE APAGADO (P.S.I) 40		50		60		70	
		VOLUMEN TOTAL							
Lts	Gal.	Lts	Gal.	Lts	Gal.	Lts	Gal.	Lts	Gal.
100	26.4	37.5	9.9	33.3	8.8	30.0	7.9	20.0	5.2
200	52.8	75.0	19.8	66.6	17.6	60.0	15.8	40.0	10.5
300	79.2	112.5	29.7	99.9	26.4	90.0	23.7	60.0	15.8
400	105.6	150.0	39.6	132.4	35.0	120.0	31.7	80.0	21.1
500	132.1	187.5	49.5	165.5	43.7	150.0	39.6	100.0	26.4
750	198.1	225.0	59.4	200.5	52.9	180.0	47.5	120.0	31.7
1000	264.2	262.5	69.3	235.0	62.0	210.0	55.4	140.0	36.9

Parque Industrial Celta
Autopista Bogotá-Medellín Km 7.5 bodegas 86 y 93
Funza - Cundinamarca
PBX (57)(1) 743 9090
Apartado Aéreo 12098
www.barnes.com.co

WDM PUMPS

Anexo 4. Cálculo de consumos contra incendios.

Item	concepto	cantidad	duracion	Dotación		Consumo	
		unid	min	und/dia	cantidad	cantidad	Und
1	SISTEMA CLASE II	2.00	30.00	l/seg	3.15	11,340	L
2	7 ROCIADORES	7.00	30.00	l/seg	1.42	17,892	L
	Total almacenamiento			dia		29,232	L
	DEFINTIVO RECOMENDADO			dia		29,300	L

Caudales tubería alimentación		
Volumen 1 día	m³	29.300
Tiempo llenado	horas	4.00
Q para volumen 1 día	l/s	2.03
Tiempo llenado	horas	6.00
Q para volumen 1 día	l/s	1.36
Tiempo llenado	horas	8.00
Q para volumen 1 día	l/s	1.02
Tiempo llenado	horas	12.00
Q para volumen 1 día	l/s	0.68

Seleccionado

Total volumen consumo	29,300	l/día
Tiempo de alimentación tanque	8.00	horas
Caudal acometida suministro tanque	1.02	l/s
Porcentaje tanque bajo	100%	
Volumen total tanque	**29.30**	**m³**

ACOMETIDA SISTEMA INCENDIOS		
QMD Llegada a tanque	1.02	l/s
Tiempo de llegada a tanque	8.00	horas
Velocidad estimada de salida	1.5	m/s
Área tubo	0.00062	m²
diámetro estimado	1.16	pulg
diámetro comercial	1 1/4	pulg
Velocidad real de salida	1.28	m/s
Perdida de carga	0.05	m/m

Anexo 5. Cálculo del dimensionamiento del tanque contra incendios.

Dimensionamiento hidráulico Tanque de almacenamiento Bajo		
Almacenamiento contra incendios	29,300	L
Tiempo de alimentación tanque	8.00	horas
Caudal acometida suministro tanque	1.02	l/s
Porcentaje tanque bajo	100%	
Volumen total tanque BAJO	**29.30**	**m³**

DIMENSIONAMIENTO TANQUE			
Volumen requerido	29.30	m3	
Numero de módulos	1.00	und	
Volumen por modulo	29.30	m3	
Altura efectiva + BL	2.30	m	Calculado
Sumergencia (agua mínima s/succión)	0.50	m	(a)
Altura efectiva (altura util)	2.00	m	
Altura Coladera	0.15	m	
Borde libre superior	0.30	m	(0,15+Øreb+0,10)
Caída por pendiente longitudinal (Sw=2.0%)	0.17	m	(b)
Altura cajón lodos	0.50	m	
Altura total interna	**2.97**	m	
Área horizontal	14.65	m2	
Sección	**Cuadrado**	**Definida**	
Largo	3.83	3.7	m
Ancho	3.83	3.7	m
Volumen útil	27.38	error	
Volumen agua	29.84		
Sección	**Rectangular**	**Definida**	
Largo (Definido)	1.60	1.60	m
Ancho (Calculado)	9.16	9.20	m
Volumen útil	29.44	m3 ok	
Volumen agua	31.25		
Sección	**Circular**	**Definida**	
diámetro útil	4.32	4.35	m
Radio util	2.16	2.18	m
Volumen útil modulo	29.72	m3 ok	
Volumen util total	32.25		

Diseño de equipo de bombeo contra incendios

DISEÑO DEL EQUIPO BOMBA

Altura dinámica total

ADT = Impulsión + Succión

ADT = 75.00 m.c.a.

Potencia de las Bombas

Bomba Principal

$$P_{HP} = \frac{\gamma * ADT * Q}{76 * e} =$$

e=	**0.60**	**-**	**PHP=**	**26.71**	**H.P.**
Q=	**16.24**	**L/s**	**PCOMERCIAL=**	**30.00**	**H.P.**
	13.4	**L/Min**			
	257.4	**GPM**			

Se instalarán una bomba de 30 HP se recomienda que se ponga en funcionamiento cada 3 meses para evitar daños en la misma.

Tamaño de la succión	8"	Velocidad = 3550 rpm		NPSH requerido por la bomba =	2.47 m
Tamaño de la descarga	6"	Comportamiento =	Bomba Centrifuga		

Bomba Auxiliar

ADT = 85.00 m.c.a.

$$P_{HP} = \frac{\gamma * ADT * Q}{76 * e} =$$

e=	**0.30**	**-**	**PHP=**	**1.82**	**H.P.**
Q=	**0.49**	**L/s**	**PCOMERCIAL=**	**2.00**	**H.P.**
	29.232	**L/Min**			
	7.7	**GPM**			

Se instalarán una bomba auxiliar de 2 HP se recomienda instalar una bomba auxiliar "jockey" para mantener la presion de la red contra incendio.

		Velocidad = 3450 rpm		NPSH requerido por la bomba =	1.83 m
		Comportamiento =	Bomba Centrifuga		

Anexo 6. Resultados sistema contra incendios.

- **Resultados modelación solo gabinetes**

TABLA DE RESULTADOS MODELACIÓN GABINETES NODOS		
NODO	Elevación	Presión
	m	m
n1	6	67.59
n2	6	67.59
n3	6	67.59
n4	6	67.59
n5	6	67.59
n6	6	67.59
n7	6	67.59
n8	6	67.59
n9	6	67.59
n10	6	67.59
n11	6	67.59
n12	6	67.59
n13	6	67.59
n14	6	67.59
n15	6	67.59
n17	6	67.59
n18	6	67.59
n19	6	67.59
n20	6	67.59
n21	6	67.59
n22	6	67.59
n23	6	67.59
n24	6	67.59
n25	6	67.59
n26	6	67.59
n27	6	67.59
n28	6	67.59
n29	6	67.59
n30	6	67.59
n31	6	67.59
n33	6	67.59
n34	6	67.59
n35	6	67.59
n36	6	67.59
n37	6	67.59
n38	6	67.59
n39	6	67.59
n40	6	67.59
n41	6	67.59

TABLA DE RESULTADOS MODELACIÓN GABINETES NODOS		
NODO	Elevación	Presión
	m	m
n42	6	67.59
n44	6	67.59
n46	6	67.59
n47	6	67.59
n48	6	67.59
n49	6	67.59
n50	6	67.59
n51	6	67.59
n52	6	67.59
n53	6	67.59
n54	6	67.59
n56	6	67.59
n57	6	67.59
n58	6	67.59
n59	6	67.59
n61	6	67.59
n62	6	67.59
n63	6	67.59
n64	6	67.59
n65	6	67.59
n66	6	67.59
n67	6	67.59
n68	6	67.59
n69	6	67.59
n70	6	67.59
n71	6	67.59
n72	6	67.59
n73	6	67.59
n74	6	67.59
n75	6	67.59
n76	6	67.59
n77	6	67.59
n78	6	67.59
n79	6	67.59
n80	6	67.59
n81	6	67.59
n82	6	67.59
n83	3	70.59
n84	3	70.77

TABLA DE RESULTADOS MODELACIÓN GABINETES NODOS		
NODO	Elevación	Presión
	m	m
n85	3	70.77
n86	3	71.05
n87	4.8	69.25
n88	3	71.11
n89	0	74.42
n90	0	74.43
n92	0	74.38
n94	6	68.38
n95	0	74.11
n96	0	74.11
n97	0	73.47

TABLA DE RESULTADOS MODELACIÓN GABINETES NODOS		
NODO	Elevación	Presión
	m	m
n98	6	67.59
n99	6	67.59
N-1	4.8	68.97
N-2	4.8	68.77
N-3	1.8	71.64
N-4	1.8	72.58
N-5	1.8	72.31
N-6	3	70.77
N-7	3	71.09
E-1	75	0

- **Resultados en las tuberías**

TABLA DE RESULTADOS MODELACIÓN GABINETES						
TUBERIA	Longitud	diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Estado
	m	mm	mm	LPS	m/s	(-)
Tubería p1	3.063	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p2	3.32	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p3	3.424	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p4	2.58	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p5	2.715	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p6	3.226	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p7	0.6729	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p8	0.5627	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p9	3.151	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p10	3.648	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p11	3.609	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p12	3.168	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p13	0.6595	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p14	3.331	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p15	3.078	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p16	0.4936	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p17	4.707	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p18	0.8314	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p19	0.6811	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p20	2.987	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p21	3.828	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p22	3.259	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p23	0.4117	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p24	3.294	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p25	3.722	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p26	3.109	82.8	0.045	0	0	Abierto

TABLA DE RESULTADOS MODELACIÓN GABINETES						
TUBERIA	Longitud	diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Estado
	m	mm	mm	LPS	m/s	(-)
Tubería p27	0.7422	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p28	2.97	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p29	1.955	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p30	1.115	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p31	2.175	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p32	1.506	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p33	0.3565	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p34	0.3208	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p35	3.163	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p36	0.5522	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p37	4.125	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p38	2.62	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p39	2.611	42.72	0.045	0	0	Abierto
Tubería p40	3.321	42.72	0.045	0	0	Abierto
Tubería p41	1.16	41.39	0.045	0	0	Abierto
Tubería p42	2.073	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p43	2.645	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p44	0.5198	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p45	1.802	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p46	0.8114	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p47	2.279	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p48	2.222	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p49	3.473	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p50	4.628	42.72	0.045	0	0	Abierto
Tubería p51	1.304	41.39	0.045	0	0	Abierto
Tubería p52	3.285	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p53	4.611	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p54	2.367	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p55	0.5686	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p56	1.666	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p57	1.678	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p58	0.578	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p59	0.6431	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p60	4.646	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p61	4.223	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p62	0.7389	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p63	1.589	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p64	1.312	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p65	3.24	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p66	0.7323	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p67	0.8709	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p68	1.037	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p69	2.524	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p70	0.6367	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p71	1.177	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p72	0.3836	27.86	0.045	0	0	Abierto

TABLA DE RESULTADOS MODELACIÓN GABINETES						
TUBERIA	Longitud	diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Estado
	m	mm	mm	LPS	m/s	(-)
Tubería p73	1.525	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p74	0.5885	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p75	5.009	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p76	3.105	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p77	12.72	82.8	0.045	-4.15	0.77	Abierto
Tubería p79	0.2092	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p81	2.043	108.2	0.045	-4.15	0.45	Abierto
Tubería p82	14.17	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p83	34.99	108.2	0.045	8.38	0.91	Abierto
Tubería p84	10.44	108.2	0.045	4.23	0.46	Abierto
Tubería p85	18.95	82.8	0.045	4.23	0.79	Abierto
Tubería p86	13.95	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p87	43.73	82.8	0.045	4.23	0.79	Abierto
Tubería p88	73.97	108.2	0.045	4.15	0.45	Abierto
Tubería p89	1.256	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p90	3.048	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería T-1	1.8	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería T-2	1.8	82.8	0.045	-4.23	0.79	Abierto
Tubería T-3	1.8	82.8	0.045	4.15	0.77	Abierto
Tubería T-4	1.8	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería T-5	1.8	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería T-6	3.76	108.2	0.045	4.15	0.45	Abierto
Tubería T-7	10.14	108.2	0.045	4.15	0.45	Abierto
Tubería T-8	19.69	82.8	0.045	4.15	0.77	Abierto
Tubería T-9	10.58	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería T-10	3.1	82.8	0.045	0	0	Abierto

Resultados modelación rociadores

- **Resultados nodos**

TABLA DE RESULTADOS MODELACIÓN ROCIADORES NODOS		
NODO	Elevación	Presión
	m	m
n1	6	38.91
n2	6	38.91
n3	6	38.12
n4	6	37.52
n5	6	37.21
n6	6	37
n7	6	36.86
n8	6	36.85
n9	6	36.84
n10	6	36.84
n11	6	36.84
n12	6	36.84
n13	6	36.84
n14	6	36.84
n15	6	36.84
n17	6	36.84
n18	6	36.84
n19	6	43.34
n20	6	43.34
n21	6	43.34
n22	6	43.34
n23	6	43.34
n24	6	43.34
n25	6	43.34
n26	6	43.34
n27	6	43.34
n28	6	43.34
n29	6	43.34
n30	6	43.34
n31	6	43.34
n33	6	43.08
n34	6	42.56
n35	6	42.2
n36	6	42.2
n37	6	42.13
n38	6	41.38
n39	6	41.25
n40	6	40.27
n41	6	39.65
n42	6	39.65

TABLA DE RESULTADOS MODELACIÓN ROCIADORES NODOS		
NODO	Elevación	Presión
	m	m
n44	6	39.65
n46	6	39.65
n47	6	39.53
n48	6	39.1
n49	6	39.53
n50	6	39.65
n51	6	39.65
n52	6	39.65
n53	6	39.65
n54	6	41.25
n56	6	41.25
n57	6	41.25
n58	6	41.25
n59	6	41.25
n61	6	41.25
n62	6	42.13
n63	6	43.34
n64	6	43.34
n65	6	43.34
n66	6	36.84
n67	6	36.84
n68	6	36.84
n69	6	43.34
n70	6	43.34
n71	6	36.84
n72	6	36.84
n73	6	36.84
n74	6	36.05
n75	6	35.89
n76	6	34.59
n77	6	36.84
n78	6	36.84
n79	6	36.84
n80	6	43.34
n81	6	43.34
n82	6	36.84
n83	3	47.36
n84	3	51.6
n85	3	51.6
n86	3	58.16

TABLA DE RESULTADOS MODELACIÓN ROCIADORES NODOS		
NODO	Elevación	Presión
	m	m
n87	4.8	56.36
n88	3	59.54
n89	0	69.88
n90	0	70.08
n92	0	70.04
n94	6	64.04
n95	0	69.78
n96	0	69.78
n97	0	69.18
n98	6	44.06

TABLA DE RESULTADOS MODELACIÓN ROCIADORES NODOS		
NODO	Elevación	Presión
	m	m
n99	6	43.34
N-1	4.8	49.8
N-2	4.8	45.54
N-3	1.8	67.35
N-4	1.8	68.24
N-5	1.8	67.98
N-6	3	51.6
N-7	3	59.17
E-1	75	0

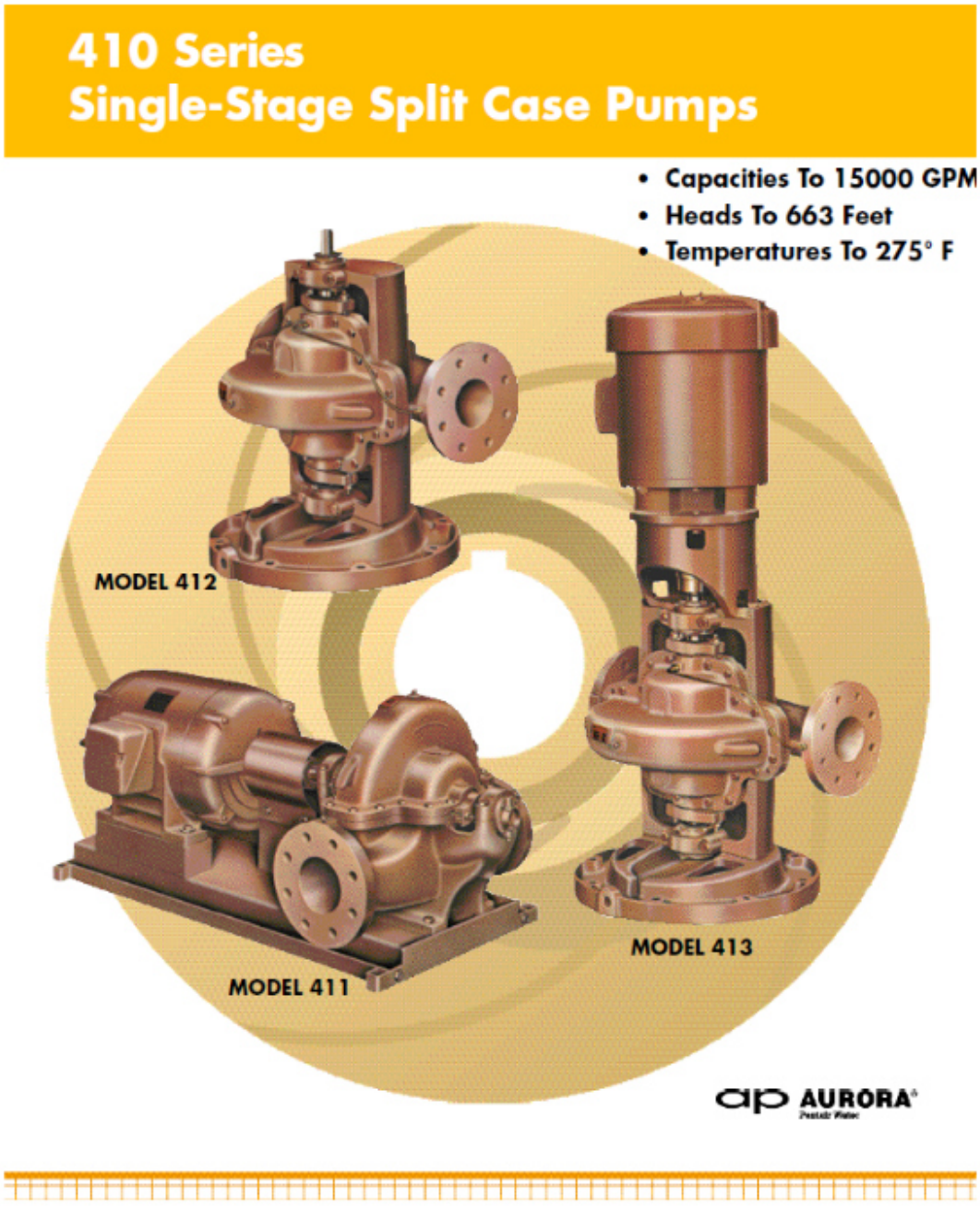
- **Resultados en las tuberías**

TABLA DE RESULTADOS MODELACIÓN ROCIADORES						
TUBERIA	Longitud	diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Estado
	m	mm	mm	LPS	m/s	(-)
Tubería p1	3.063	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p2	3.32	82.8	0.045	17.79	3.3	Abierto
Tubería p3	3.424	82.8	0.045	15.2	2.82	Abierto
Tubería p4	2.58	82.8	0.045	12.62	2.34	Abierto
Tubería p5	2.715	82.8	0.045	10.06	1.87	Abierto
Tubería p6	3.226	82.8	0.045	7.51	1.39	Abierto
Tubería p7	0.6729	82.8	0.045	4.99	0.93	Abierto
Tubería p8	0.5627	82.8	0.045	2.47	0.46	Abierto
Tubería p9	3.151	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p10	3.648	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p11	3.609	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p12	3.168	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p13	0.6595	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p14	3.331	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p15	3.078	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p16	0.4936	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p17	4.707	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p18	0.8314	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p19	0.6811	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p20	2.987	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p21	3.828	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p22	3.259	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p23	0.4117	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p24	3.294	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p25	3.722	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p26	3.109	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p27	0.7422	82.8	0.045	0	0	Abierto

TABLA DE RESULTADOS MODELACIÓN ROCIADORES						
TUBERIA	Longitud	diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Estado
	m	mm	mm	LPS	m/s	(-)
Tubería p28	2.97	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p29	1.955	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p30	1.115	82.8	0.045	17.79	3.3	Abierto
Tubería p31	2.175	82.8	0.045	17.79	3.3	Abierto
Tubería p32	1.506	82.8	0.045	17.79	3.3	Abierto
Tubería p33	0.3565	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p34	0.3208	82.8	0.045	17.79	3.3	Abierto
Tubería p35	3.163	82.8	0.045	17.79	3.3	Abierto
Tubería p36	0.5522	82.8	0.045	17.79	3.3	Abierto
Tubería p37	4.125	82.8	0.045	17.79	3.3	Abierto
Tubería p38	2.62	82.8	0.045	17.79	3.3	Abierto
Tubería p39	2.611	42.72	0.045	0	0	Abierto
Tubería p40	3.321	42.72	0.045	0	0	Abierto
Tubería p41	1.16	41.39	0.045	0	0	Abierto
Tubería p42	2.073	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p43	2.645	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p44	0.5198	82.8	0.045	17.79	3.3	Abierto
Tubería p45	1.802	82.8	0.045	17.79	3.3	Abierto
Tubería p46	0.8114	82.8	0.045	17.79	3.3	Abierto
Tubería p47	2.279	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p48	2.222	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p49	3.473	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p50	4.628	42.72	0.045	0	0	Abierto
Tubería p51	1.304	41.39	0.045	0	0	Abierto
Tubería p52	3.285	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p53	4.611	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p54	2.367	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p55	0.5686	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p56	1.666	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p57	1.678	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p58	0.578	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p59	0.6431	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p60	4.646	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p61	4.223	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p62	0.7389	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p63	1.589	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p64	1.312	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p65	3.24	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p66	0.7323	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p67	0.8709	27.86	0.045	2.52	4.14	Abierto
Tubería p68	1.037	27.86	0.045	-2.52	4.13	Abierto
Tubería p69	2.524	27.86	0.045	2.47	4.05	Abierto
Tubería p70	0.6367	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p71	1.177	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p72	0.3836	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p73	1.525	27.86	0.045	0	0	Abierto

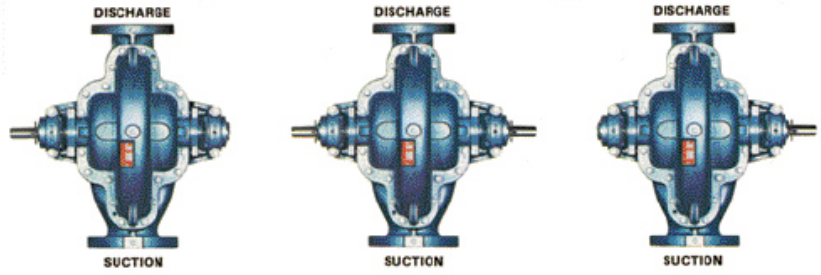
TABLA DE RESULTADOS MODELACIÓN ROCIADORES						
TUBERIA	Longitud	diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Estado
	m	mm	mm	LPS	m/s	(-)
Tubería p74	0.5885	27.86	0.045	0	0	Abierto
Tubería p75	5.009	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p76	3.105	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p77	12.72	82.8	0.045	-21.17	3.93	Abierto
Tubería p79	0.2092	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p81	2.043	108.2	0.045	-21.17	2.3	Abierto
Tubería p82	14.17	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p83	34.99	108.2	0.045	25.27	2.75	Abierto
Tubería p84	10.44	108.2	0.045	4.1	0.45	Abierto
Tubería p85	18.95	82.8	0.045	4.1	0.76	Abierto
Tubería p86	13.95	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería p87	43.73	82.8	0.045	4.1	0.76	Abierto
Tubería p88	73.97	108.2	0.045	21.17	2.3	Abierto
Tubería p89	1.256	82.8	0.045	17.79	3.3	Abierto
Tubería p90	3.048	82.8	0.045	17.79	3.3	Abierto
Tubería T-1	1.8	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería T-2	1.8	82.8	0.045	-4.1	0.76	Abierto
Tubería T-3	1.8	82.8	0.045	3.37	0.63	Abierto
Tubería T-4	1.8	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería T-5	1.8	82.8	0.045	0	0	Abierto
Tubería T-6	3.76	108.2	0.045	21.17	2.3	Abierto
Tubería T-7	10.14	108.2	0.045	21.17	2.3	Abierto
Tubería T-8	19.69	82.8	0.045	21.17	3.93	Abierto
Tubería T-9	10.58	82.8	0.045	0	0	Abierto

Ficha técnica Bomba Principal



Introduction 410 Series Pumps

The horizontal split case pump has long and properly been used for the handling of liquids where the utmost in reliability and accessibility are paramount. Billions of gallons of liquid have been pumped by split case double suction pumps and billions more will be pumped condsidering the rapid industrial, agricultural and commercial expansion. The Aurora 410 Series pumps make a significant contribution to the customer requirements for pumps on this type of service. The 410 Series is a modern design based on Aurora Pump's over 85 years of experience with the design, sales and manufacturing of split case pumps. Look through this bulletin and see what real accomplishments can be made when an imaginative approach is taken to the customer's problem of moving liquids within a piping system.



STANDARD
RIGHT HAND ROTATION

OPTIONAL DUAL DRIVE
RIGHT HAND ROTATION

OPTIONAL
LEFT HAND ROTATION

QUICK REFERENCE 410 SERIES FEATURE SELECTOR

STANDARD

- Bronze fitted pump constuction
- Bronze shaft sleeves
- Dynamically balanced impellers
- Bronze case wearing rings
- Twin volute on 10" and larger pumps
- Stainless steel impeller key
- Regreasable ball bearings
- Single row ball bearing (inboard)
- Double row ball bearing (outboard)
- Mechanical seals...single unbalanced (Model 412 and 413)
- Graphite and TFE lubricated acrylic packing
- Internal bypass between casing and stuffing box
- 125# ASA flanges
- 250 psi case working pressure
- Carbon steel shaft
- Stuffing box bushings
- Lifting lugs
- Hydrostatic test
- Cast integral bearing arms
- Water slingers and grease seals
- External bypass between casing and stufffing box (Model 412 and 413)
- Coupling guard (Model 411)

OPTIONAL

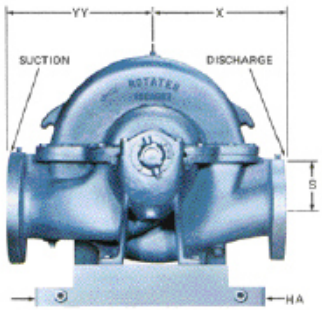
- All iron, all bronze or special alloy pump construction
- Hardened 440C stainless steel shaft sleeves (packing only)
- 316 stainless steel shaft sleeves (mechanical seal)
- Impeller wearing rings
- Oil lubricated ball bearings (Model 411 horizontal pump)
- Mechanical seals...single unbalanced (Model 411) ...single balanced (All Models)
- Stainless steel or monel shaft
- External bypass between casing and stuffing box (Model 411)
- Steel drip rim, formed steel or fabricated steel bases
- Double extended shaft (Model 411)
- Right or left hand rotation
- Certified performance test
- Packing with lantern ring (Model 411)
- 250# ASA suction and discharge flanges
- Bottom suction or chairmounted pumps
- Water cooled cartridge caps

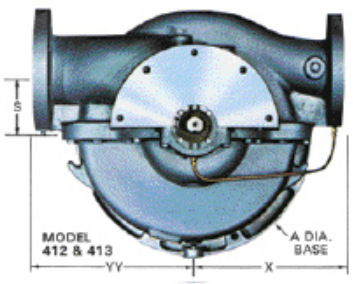
Specifications and Dimensions

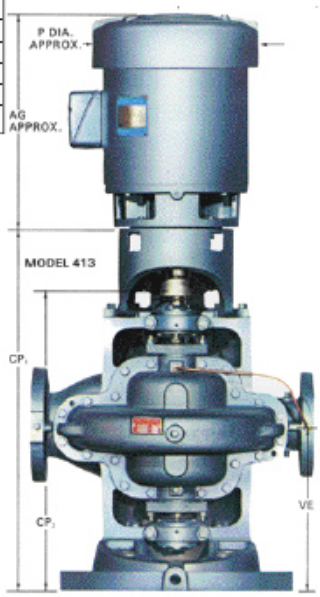
PUMP SIZE DISCH	SUCT	BORE	PSERIES	PUMP WT (LBS) 411	413	A	D**	S	X	CP	HY	VE	YY
2	2-1/2	9	1	145	215	18	7	3-1/2	8-1/2	21	4-1/2	11-1/8	9
2	2-1/2	10	1	145	215	18	7	3-1/2	8-1/2	21	4-1/2	11-1/8	9
2	2-1/2	12	1	175	260	18	8	4	10	21	4-1/2	11-1/8	10-3/4
2-1/2	3	10	2	215	300	18	8	4	9-3/4	24	5-1/2	13	10
2-1/2	3	12	2	255	360	18	9	4-1/2	11	24	5-1/2	13	11-1/2
3	4	10	2	260	365	18	9	4-1/2	10	24	5-1/2	13	11
3	4	14	2	310	435	18	10	5	12	24	5-1/2	13	13
4	5	10	2	330	465	18	9	4-5/8	10	24	5-1/2	13	11-1/4
4	5	11	3	390	435	22	10	5	11-1/4	26	6-1/2	14	12-3/4
4	5	15	3	415	490	22	11	5-1/2	13	26	6-1/2	14	14
4	6	18	4	560	780	22	12-1/2	6-1/4	14	29	6-1/2	15	16
5	6	11	4	455	580	22	11	5-1/2	11-1/4	29	6-1/2	15	13-1/4
5	6	15	4	530	735	22	12-1/2	6-1/4	13-1/4	29	6-1/2	15	15
5	6	17	4	635	855	22	12-1/2	6-1/4	14	29	6-1/2	15	15
6	8	11	4	520	650	22	12-1/2	6-1/4	11-3/4	29	6-1/2	15	14-1/2
8	8	11	4	605	835	22	12-1/2	6-1/4	12	29	6-1/2	15	14-1/2
6	8	11HH	4A	990	1095	22	13-13/16	8-5/8	10	32-3/4	8-1/2	17-1/8	15
6	8	14HH	5A	1190	1410	30	13-13/16	7-1/2	15	36-3/4	8-1/2	19-7/16	17
6	8	15	5	585	735	30	13-1/2	6-3/4	14-1/4	32	7-1/2	17	16-3/4
6	8	18	5	800	1020	30	14-3/4	8	16	32	7-1/2	17	18
6	8	20	5	875	925	30	14-3/4	8	15-3/4	32	7-1/2	17	18
8	10	12	5	740	1040	30	14-3/4	8*	17	32	7-1/2	17	17-3/4
8	10	15	5	835	1085	30	14-3/4	8*	17	32	7-1/2	17	17-3/4
8	10	17	5	865	††	††	14-3/4	8	17	32	7-1/2	17	17-3/4
8	10	21	6B	955	1575	40	18-1/2	9-1/2	18	38	11-1/2	-	21
10	12	12	6B	1325	††	††	23	12	16	38	11-1/2	-	19
10	12	15	6B	1390	††	††	25	13-1/2	17	38	11-1/2	-	20
10	12	18	6B	1725	††	††	25	13-1/2	18	38	11-1/2	-	22
10	12	18D	7A	1920	††	††	25	12-1/4	20	42-15/16	11-1/2	-	24
12	14	15	7	2000	††	††	24	15	17	44	11-1/2	-	22
12	14	18	7	2100	††	††	24	15	18	44	-	-	23
14	16	18	7	2850	††	††	29-1/4	16	22	44	-	-	27

MODEL 412 & 413

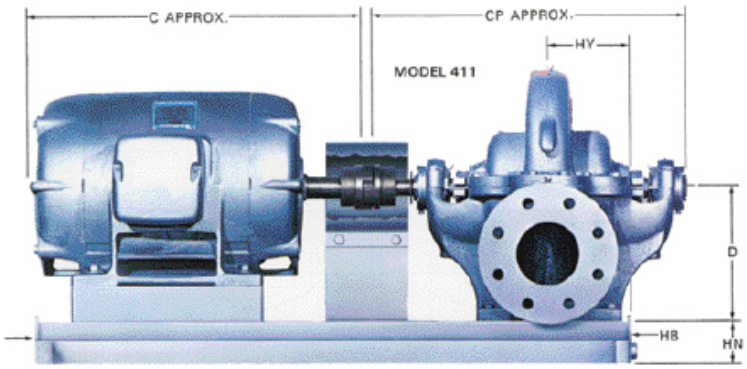
POWER SERIES		1	2	3	4	5
DH	UP TO 256 HP	26	30	33	35	-
	284 HPH & UP	28	32	35	37	41
CP		23	27	29	31	35







CALLE 14 N° 3-60 OFICINA 314 BARRIO LA PLAYA, SAN JOSÉ DE CÚCUTA, COLOMBIA
CELULAR. 3138777508; CORREO ELECTRÓNICO. villegaspallares@gmail.com
R/L ING. EDGAR VILLEGAS PALLARES



Motor Frame	Model 413	143 HP	145 HP	182 HP	184 HP	213 HP	215 HP	254 HP	256 HP	284 HPH		286 HPH		324 HP		326 HP		364 HP		365 HP		404 HP		405 HP		444 HP		445 HP		447 HP		449 HP	
	Model 411	143 T	145 T	182 T	184 T	213 T	215 T	254 T	256 T	284 TS	284 T	285 TS	285 T	324 TS	324 T	326 TS	326 T	364 TS	364 T	365 TS	365 T	404 TS	404 T	405 TS	405 T	444 TS	444 T	445 TS	445 T	447 TS	447 T	449 TS	449 T
HORSE POWER	3500 RPM	1.5	2-3	5	7.5	10	15	20	25	30	-	40	-	50	-	60	-	75	-	100	-	125	-	150	-	200†	-	-	-	-	-	-	-
	1750 RPM	1	1.5-2	3	5	7.5	10	15	20	-	25	-	30	-	40	-	50	60	-	75	-	100	-	125	-	150	-	200†	-	-	-	-	-
	1150 RPM	-	1	1.5	2	3	5	7.5	10	-	15	-	20	-	25	-	30	-	40	-	50	-	60	-	75	-	100	-	125	-	-	-	-
Motor Weight	Model 411	40	45	72	80	130	145	220	240	330	330	370	370	475	475	525	525	630	630	690	690	830	830	915	915	1095	1095	1270	1270	-	-	-	-
	Model 413	43	48	84	102	132	156	300	300	420	420	420	420	570	570	570	570	950	950	950	950	1230	1230	1230	1230	1680	1680	1680	1680	-	-	-	-
C		12	13	13	14	16	18	21	23	22	24	24	25	25	26	26	28	27	29	28	30	30	33	31	34	34	38	36	40	-	-	-	-
D (See Note **)		3.5	3.5	4.5	4.5	5.25	5.25	6.25	6.25	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	11	-	-	-	-
P Approx.		8	8	10	10	11	11	13	13	16	16	16	16	18	18	18	18	20	20	20	20	22	22	22	22	26	26	26	26	-	-	-	-
AG Approx.		11	12	14	15	16	17	20	21	22	22	23	23	25	25	26	26	25	25	25	25	28	28	28	28	32	32	32	32	-	-	-	-
Model 411 Base Number																																	
Power Series Model 411	1	3	3	3	3	3	3	8	8	8•	-	8•	-	11•																			
	2	3	3•	3•	3•	5	5	8	8	9	9	9	9	11•	12	11•	12	12	-	12													
	3			5•	8	8	8	9	11	11	11	11	12	12	12	12	12	-	12	-	15•	-	15•										
	4				6•	6•	9	9•	-	11	-	11	11	11	12	12	12•	12•	12•	12•	16•	-	16•	-	16•	-	16•							
	4A																		13	13	15	15	15	15	16	16	16	16	16	17	17	17
	5							11	11	-	12	-	12	-	12•	-	12	12	12	13	13	16	16•	16•	16•	16•	16•	16•	-				
	5A																				15	15	15	16	16	16	16	16	16	17	17	17
	6B												13	-	13•	-	13•	-	13•	13•	13•	17	17•	17	17	17	17	17	18				
	7																						17•	-	17•	17•	18	18	18•				
	7A											14	14	14	14	14	16	14	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17

Base	3	5	6	8	9	11	12	13	15	16	17	18	Flanges-ASA STD.	Furnished As:
Base Weight	49	59	68	96	109	164	192	235	291	344	399	441	250# with	Standard
HA	15	17.25	17.25	20.5	20.5	26.75	26.75	26.75	30.75	30.75	30.75	30.75	125# Drilling	
HB	33.5	36.5	42.5	42.5	48.5	46.5	54.5	64.5	54.5	64.5	74.5	82.5	250# with	Optional
HN	3	3	3	3	3	4	4	4	4.5	4.5	4.5	4.5	250# Drilling	

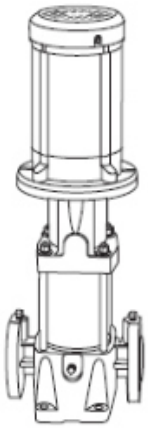
NOTES: Apply to all Models
* Add 1" for true discharge centerline.
** Always use largest of 2 "D" dimensions.
• May not be used for all pump sizes in this power series. Consult individual dimension pages for final selection.
† For motor and baseplate dimensions over 200 HP refer to the factory.
†† These pump sizes are available in a vertical chair mount configuration in Models 412C and 413C. See individual dimensions pages for complete dimensions and weights.

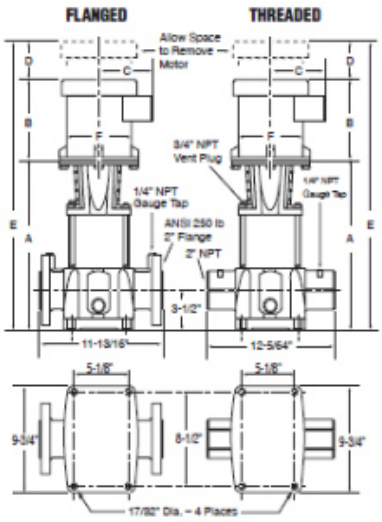
1. Dimensions and weights are approximate.
2. Complete dimensions are available.
3. Not for construction purposes unless certified for approval.
4. Frame sizes shown are for open drip proof motors only.
5. Add pump, base and motor weight for unit total weight.
6. Conduit box is shown in approximate position. Dimensions are not specified as they vary with each motor manufacturer.
7. Aurora Pump reserves the right to make revisions to its products and their specifications, and to this bulletin and related information without notice.
8. 10x12x18 and 12x14x15 pump sizes are also available as bottom suction horizontal Model 4118 pumps. See individual dimension pages for complete dimensions.

PVM8 SERIES

AURORA Pentair Water

Cast Iron Construction

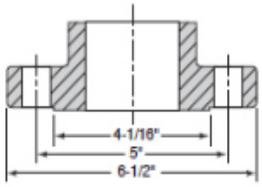




Technical Information

MINIMUM PUMPING RATES: 5.3 GPM
FLOW RANGE: 5.3 – 65 GPM
MINIMUM SUCTION PIPE SIZES:
2" Nominal Diameter, Schedule 40 Pipe
MAXIMUM INLET PRESSURE:
20/1 - 40 – 90 PSI
50 - 160 – 145 PSI
MAXIMUM AMBIENT TEMPERATURE: 104° F
LIQUID TEMPERATURE RANGE: +5° F to +250° F
MOTOR OPTIONS: TEFC or ODP
CONSTRUCTION MATERIALS: See Page 23.

2" ANSI. 250 lb. 8-Bolt Flange



Dimensions and Specifications – PVM 8 Series

3/4 thru 5 HP

Model Number	HP	Motor S.F.	Ph	Volts	Frame Size	Disc. Size	Suc. Size	Dimension in Inches* A	B	C	D	E	F	TEFC Wt.	ODP Wt.
PVM8-20/1	0.75	1.25	1	115/208-230	56C	2	2	15	9-7/8	4-7/8	2	27	6	112	114
PVM8-20/1	0.75	1.25	3	208-230/460	56C	2	2	15	9-1/4	4-7/8	2	26-3/8	6	107	106
PVM8-20	1.5	1.25	1	115/208-230	56C	2	2	15	11-1/8	5-5/8	2	28-1/4	7-1/8	130	125
PVM8-20	1.5	1.15	3	208-230/460	56C	2	2	15	10-1/8	5-3/4	2-1/8	27-1/4	7-1/4	119	118
PVM8-30	3	1.15	1	208-230	182TC	2	2	17-3/4	13-5/8	6-7/8	2-3/4	34-1/8	8-1/2	182	173
PVM8-30	3	1.15	3	208-230/460	182TC	2	2	17-3/4	12-1/4	6-7/8	2-7/8	32-7/8	8-1/2	163	163
PVM8-40	3	1.15	1	208-230	182TC	2	2	18-7/8	13-5/8	6-7/8	2-3/4	35-3/8	8-1/2	184	175
PVM8-40	3	1.15	3	208-230/460	182TC	2	2	18-7/8	12-1/4	6-7/8	2-7/8	34-1/8	8-1/2	165	165
PVM8-50	5	1.15	1	208-230	213TCZ	2	2	20-1/8	15-1/4	8	3-3/8	38-3/4	10-5/8	217	191
PVM8-50	5	1.15	3	208-230/460	184TC	2	2	20-1/8	13-5/8	6-7/8	2-7/8	36-5/8	8-1/2	190	187
PVM8-60	5	1.15	1	208-230	213TCZ	2	2	21-1/4	15-1/4	8	3-3/8	40	10-5/8	221	195
PVM8-60	5	1.15	3	208-230/460	184TC	2	2	21-1/4	13 -5/8	6-7/8	2-7/8	37-7/8	8-1/2	194	191
PVM8-70	5	1.15	1	208-230	213TCZ	2	2	21-1/4	15-1/4	8	3-3/8	40	10-5/8	224	198
PVM8-70	5	1.15	3	208-230/460	184TC	2	2	21-1/4	15-1/4	7-7/8	3-3/8	40	10-5/8	197	194

* Measurements represent the largest number possible for each model using standard efficiency motors.

Ficha técnica rociador seleccionado

GLOBE FIRE SPRINKLER CORPORATION

QUICK RESPONSE AUTOMATIC SPRINKLERS GL SERIES UPRIGHT · PENDENT VERTICAL SIDEWALL HORIZONTAL SIDEWALL CONVENTIONAL (OLD STYLE)

DESCRIPTION AND OPERATION

The Globe Quick Response Series GL-QR Sprinklers are a low profile yet durable design which utilizes a 3mm frangible glass ampule as the thermosensitive element. This provides sprinkler operation approximately six times faster than ordinary sprinklers. While the Quick Response Sprinkler provides an aesthetically pleasing appearance, it can be installed wherever standard spray sprinklers are specified when allowed by the applicable standards. It offers the additional feature of greatly increased safety to life and is available in various styles, orifices, temperature ratings and finishes to meet many varying design requirements. Quick Response Sprinklers should be used advisedly and under the direction of approving authorities having jurisdiction.

The heart of Globe's Series GL-QR sprinkler proven actuating assembly is a hermetically sealed frangible glass ampule that contains a precisely measured amount of fluid. When heat is absorbed, the liquid within the bulb expands increasing the internal pressure. At the prescribed temperature the internal pressure within the ampule exceeds the strength of the glass causing the glass to shatter. This results in water discharge which is distributed in an approved pattern depending upon the deflector style used.





QUICK RESPONSE
SERIES GL-QR UPRIGHT — SERIES GL-QR/CNV CONVENTIONAL





QUICK RESPONSE
SERIES GL-QR PENDENT — SERIES GL-QR/SW VERTICAL SIDEWALL

TECHNICAL DATA

- See reverse side for Approvals and Specifications.
- Temperature Ratings - 135°F (57°C), 155°F (68°C), 175°F (79°C), 200°F (93°C), 286°F (141°C)
- Water Working Pressure Rating - 175 psi (12 Bars)
- Factory tested hydrostatically to 500 psi (34 Bars)
- Maximum low temperature glass bulb rating is -67°F (-55°C)
- Frame - bronze • Deflector - brass • Screw - brass
- Lodgement Wire - stainless steel • Bulb seat - copper
- Spring - nickel alloy • Seal - teflon
- Bulb - glass with alcohol based solution, 3mm size





QUICK RESPONSE
HORIZONTAL SIDEWALL SERIES GL-QR/SW — LPCB/CE HORIZONTAL SIDEWALL SERIES GL-QR/SW

SPRINKLER TEMPERATURE RATING/CLASSIFICATION and COLOR CODING

CLASSIFICATION	AVAILABLE SPRINKLER TEMPERATURES		BULB COLOR	N.F.P.A. MAXIMUM CEILING TEMPERATURE	
ORDINARY	135°F/155°F	57°C/68°C	ORANGE/RED	100°F	38°C
INTERMEDIATE	175°F/200°F	79°C/93°C	YELLOW/GREEN	150°F	66°C
HIGH	286°F	141°C	BLUE	225°F	107°C

MAR 2018 GFS-100a (Formerly A-20)

QUICK RESPONSE
AUTOMATIC SPRINKLERS
UPRIGHT PENDENT VERTICAL SIDEWALL
HORIZONTAL SIDEWALL CONVENTIONAL (OLD STYLE)

SPECIFICATIONS

NOMINAL "K" FACTOR	THREAD SIZE	LENGTH[1]	FINISHES
2.8 (40 metric)	1/2"NPT (15mm)	2 1/4" (5.7cm)	Factory Bronze Chrome White Polyester[3] Black Polyester[3,4]
4.2 (60 metric)	1/2"NPT (15mm)	2 1/4" (5.7cm)	
5.6 (80 metric)	1/2"NPT (15mm)	2 1/4" (5.7cm)	
8.0 (115 metric)	1/2"NPT (15mm)	2 1/4" (5.7cm)	
8.0 (115 metric)	3/4"NPT (20mm)	2 7/16" (6.2cm)	

NOTE: METRIC CONVERSIONS ARE APPROXIMATE.
[1]HORIZONTAL SIDEWALL IS 2 9/16".
[3]FINISHES AVAILABLE ON SPECIAL ORDER.
[4]AVAILABLE AS cULus LISTED CORROSION RESISTANT WHEN SPECIFIED ON ORDER.

LISTINGS/APPROVALS

STYLE	SIN	K FACTOR	HAZARD[1]	TEMPERATURE 135°F (57°C)	155°F (68°C)	175°F (79°C)	200°F (93°C)	286°F (141°C)	cULus	FM	LPCB[2]	CE	NYC - DOB MEA 101-92-E
UPRIGHT	GL2815	2.8	LH	X	X	X	X	X	X	---	---	---	X
	GL4215	4.2	LH	X	X	X	X	X	X	---	---	---	X
	GL5615	5.6	LH/OH	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	GL8115*	8.0" (½" NPT)	LH/OH	X	X	X	X	X	X	---	---	---	X
	GL8118	8.0	LH/OH	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PENDENT	GL2801	2.8	LH	X	X	X	X	X	X	---	---	---	X
	GL4201	4.2	LH	X	X	X	X	X	X	---	---	---	X
	GL5601	5.6	LH/OH	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	GL8101*	8.0" (½" NPT)	LH/OH	X	X	X	X	X	X	---	---	---	X
	GL8106	8.0	LH/OH	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
VERTICAL SIDEWALL†	GL5632	5.6	LH	X	X	X	X	X	X	X	---	---	---
	GL8133	8.0	LH	X	X	X	X	X	X	---	---	---	---
HORIZONTAL SIDEWALL	GL2826§	2.8	LH	X	X	X	X	X	X	---	---	---	X
	GL4226§	4.2	LH	X	X	X	X	X	X	---	---	---	X
	GL5626§	5.6	LH/OH	X	X	X	X	X	X	X	---	---	X
	GL5627¤	5.6	LH/OH	X	X	X	X	X	---	---	X	X	---
	GL8127§	8.0	LH/OH	X	X	X	X	X	X	---	---	---	---
CONVENTIONAL (OLD STYLE)	GL5624	5.6	LH/OH	X	X	X	X	X	---	---	X	X	---
	GL8125	8.0	LH/OH	X	X	X	X	X	---	---	---	X	---

[1]SPRINKLERS SHALL BE LIMITED AS PER THE REQUIREMENTS OF NFPA13 AND ANY OTHER RELATED DOCUMENTS.
§HORIZONTAL SIDEWALL cULus LISTED FOR DEFLECTOR 4" TO 12" BELOW THE CEILING, FM APPROVED 4" TO 6" BELOW THE CEILING.
¤INSTALL IN ACCORDANCE TO BS5306 AND ANY OTHER RELATED DOCUMENTS.
†PENDENT VERTICAL SIDEWALL cULus LISTED FOR 6' MIN. SPACING.
‡UPRIGHT VERTICAL SIDEWALL cULus LISTED FOR 9' MIN. SPACING.
OH: ORDINARY HAZARD
LH: LIGHT HAZARD
*1/2" NPT, FOR RETROFIT ONLY
[2] LPCB REF. NO. 147c/05

ORDERING INFORMATION

SPECIFY

- Quantity • SIN • Style • Orifice
- Thread Size • Temperature • Finishes desired
- Quantity - Wrenches - P/N 325390 (1/2"); P/N 312366 (L.O.)

GLOBE® PRODUCT WARRANTY

Globe agrees to repair or replace any of its own manufactured products found to be defective in material or workmanship for a period of one year from date of shipment.

For specific details of our warranty please refer to Price List Terms and Conditions of Sale (Our Price List).

GLOBE FIRE SPRINKLER CORPORATION
4077 AIRPARK DRIVE, STANDISH, MICHIGAN 48658
989-846-4583 FAX 989-846-9231
1-800-248-0278 www.globesprinkler.com

Anexo 7. Calculo hidráulica red sanitaria.

CUADRO N°1 DISEÑO COLECTORES AGUAS RESIDUALES																		
TRAMO	CAUDAL					COTA TAPA		BATEA		PROFUNDIDAD A BATEA		L	SW	QDISEÑO	Ɵ	AREA	R	$Q_{ESTIMADO}$
	UNIDADES			TIPO APARATO	Q													
	Propias	Acumuladas	Máximas		lts/seg	I	F	I	F	I	F	(m)	%	(m3/seg)	(Rad)	m2	m	(m3/seg)
2a - 2c	24	0	24	F	2.45	3.50	3.50	3.04	2.96	0.46	0.54	12.30	0.60	0.00	4.19	0.00	0.02	0.00
2b - 2c	10	0	10	NF	0.57	3.50	3.50	3.07	3.02	0.43	0.48	6.00	0.80	0.00	4.19	0.00	0.01	0.00
2c - 2e	40	0	40	F	2.99	3.50	3.50	2.96	2.91	0.54	0.59	9.40	0.60	0.00	4.19	0.00	0.02	0.00
2d - 2e	31	0	31	F	2.71	3.50	3.50	3.04	3.00	0.46	0.50	6.32	0.60	0.00	4.19	0.00	0.02	0.00
2e - 2g	71	0	71	F	3.72	3.50	3.50	2.91	2.90	0.59	0.60	0.50	0.60	0.00	4.19	0.00	0.03	0.00
2f - 2g	25	0	25	F	2.49	3.50	3.50	3.04	2.99	0.46	0.51	6.86	0.60	0.00	4.19	0.00	0.02	0.00
2g - BAN#1	121	0	121	F	4.57	3.50	3.50	2.90	2.84	0.60	0.66	10.60	0.60	0.00	4.19	0.01	0.03	0.00
2h - BAN#1	30	0	30	F	2.67	3.50	3.50	3.04	2.94	0.46	0.56	15.37	0.60	0.00	4.19	0.00	0.02	0.00
2k - 2l	34	0	34	F	2.81	3.50	3.50	3.04	2.99	0.46	0.51	8.10	0.60	0.00	4.19	0.00	0.02	0.00
2j - 2l	25	0	25	F	2.49	3.50	3.50	3.04	2.98	0.46	0.52	6.90	0.80	0.00	4.19	0.00	0.02	0.00
2l - 2n	88	0	88	F	4.04	3.50	3.50	2.98	2.94	0.52	0.56	6.30	0.60	0.00	4.19	0.00	0.03	0.00
2m - 2n	23	0	23	NF	1.00	3.50	3.50	3.07	3.01	0.43	0.49	6.65	0.80	0.00	4.19	0.00	0.01	0.00
2n - 2o	111	0	111	F	4.42	3.50	3.50	2.94	2.92	0.56	0.58	4.23	0.60	0.00	4.19	0.01	0.03	0.00
2o - 2q	161	0	161	F	5.10	3.50	3.50	2.92	2.87	0.58	0.63	8.16	0.60	0.01	4.19	0.01	0.03	0.01
2p - 2q	8	0	8	NF	0.49	3.50	3.50	3.07	2.96	0.43	0.54	13.00	0.80	0.00	4.19	0.00	0.01	0.00
2q - 2s	193	0	193	F	5.46	3.50	3.50	2.87	2.83	0.63	0.67	7.10	0.60	0.01	4.19	0.01	0.03	0.01
2r - 2s	34	0	34	F	2.81	3.50	3.50	3.04	2.96	0.46	0.54	12.53	0.60	0.00	4.19	0.00	0.02	0.00
2s - 2v	261	0	261	F	6.34	3.50	3.50	2.83	2.78	0.67	0.72	7.40	0.60	0.01	4.19	0.01	0.03	0.01
2t - 2v	34	0	34	F	2.81	3.50	3.50	3.04	2.99	0.46	0.51	8.43	0.60	0.00	4.19	0.00	0.02	0.00
2v - 2	295	0	295	F	6.76	3.50	3.50	2.78	2.77	0.72	0.73	1.20	0.60	0.01	4.19	0.01	0.03	0.01
2w - 2z	68	0	68	F	3.66	3.50	3.50	3.04	2.93	0.46	0.57	17.10	0.60	0.00	4.19	0.00	0.03	0.00
2x - 2z	17	0	17	F	2.15	3.50	3.50	3.04	3.00	0.46	0.50	6.60	0.60	0.00	4.19	0.00	0.02	0.00
2z - 2	102	0	102	F	4.28	3.50	3.50	2.93	2.89	0.57	0.61	6.90	0.60	0.00	4.19	0.01	0.03	0.00
2 - BAN#2	397	0	397	F	7.91	3.50	3.50	2.77	2.76	0.73	0.74	1.82	0.60	0.01	4.19	0.01	0.03	0.01
2aa - BAN#2	17	0	17	F	2.15	3.50	3.50	3.04	3.01	0.46	0.49	3.80	0.60	0.00	4.19	0.00	0.02	0.00
1a - CIAN1	63	0	63	F	3.56	0.00	0.00	-0.41	-0.46	0.41	0.46	8.15	0.55	0.00	4.19	0.00	0.03	0.00
1b - CIAN1	12	0	12	F	1.88	0.00	0.00	-0.41	-0.51	0.41	0.51	16.65	0.55	0.00	4.19	0.00	0.02	0.00

CUADRO N°1 DISEÑO COLECTORES AGUAS RESIDUALES

TRAMO	CAUDAL					COTA TAPA		BATEA		PROFUNDIDAD A BATEA		L	SW	QDISEÑO	Ɵ	AREA	R	$Q_{ESTIMADO}$
	UNIDADES			TIPO APARATO	Q													
	Propias	Acumuladas	Máximas		lts/seg	I	F	I	F	I	F	(m)	%	(m3/seg)	(Rad)	m2	m	(m3/seg)
CIAN1 - 1d	75	0	75	F	3.80	0.00	0.00	-0.53	-0.62	0.53	0.62	17.60	0.55	0.00	4.19	0.00	0.03	0.00
1c - 1d	12	0	12	F	1.88	0.00	0.00	-0.46	-0.70	0.46	0.70	43.65	0.55	0.00	4.19	0.00	0.02	0.00
1d - 1h	202	0	202	F	5.56	0.00	0.00	-0.70	-0.77	0.70	0.77	12.70	0.55	0.01	4.19	0.01	0.03	0.01
1e - 1g	28	0	28	F	2.60	0.00	0.00	-0.46	-0.57	0.46	0.57	19.00	0.55	0.00	4.19	0.00	0.02	0.00
1f - 1g	24	0	24	F	2.45	0.00	0.00	-0.46	-0.51	0.46	0.51	9.00	0.55	0.00	4.19	0.00	0.02	0.00
1g - 1h	87	0	87	F	4.02	0.00	0.00	-0.57	-0.66	0.57	0.66	16.00	0.55	0.00	4.19	0.01	0.03	0.00
1h - 1j	301	0	301	F	6.84	0.00	0.00	-0.77	-0.83	0.77	0.83	10.83	0.55	0.01	4.19	0.01	0.03	0.01
BAN#1 - 1j	185	0	185	F	5.38	0.00	0.00	-0.46	-0.55	0.46	0.55	15.40	0.55	0.01	4.19	0.01	0.03	0.01
1j - 1l	508	0	508	F	9.01	0.00	0.00	-0.83	-0.88	0.83	0.88	8.16	0.55	0.01	4.19	0.01	0.04	0.01
1k - 1l	28	0	28	F	2.60	0.00	0.00	-0.46	-0.53	0.46	0.53	12.50	0.55	0.00	4.19	0.00	0.02	0.00
1l - CIAN 3	528	0	528	F	9.20	0.00	0.00	-0.88	-0.91	0.88	0.91	6.53	0.55	0.01	4.19	0.01	0.04	0.01
1m - 1o	102	0	102	F	4.28	0.00	0.00	-0.46	-0.61	0.46	0.61	27.30	0.55	0.00	4.19	0.01	0.03	0.00
1n - 1o	34	0	34	F	2.81	0.00	0.00	-0.46	-0.61	0.46	0.61	26.25	0.55	0.00	4.19	0.00	0.02	0.00
1o - 1r	196	0	196	F	5.50	0.00	0.00	-0.61	-0.69	0.61	0.69	13.00	0.55	0.01	4.19	0.01	0.03	0.01
1p - 1q	51	0	51	F	3.28	0.00	0.00	-0.46	-0.52	0.46	0.52	9.55	0.55	0.00	4.19	0.00	0.02	0.00
1q - 1r	88	0	88	F	4.04	0.00	0.00	-0.52	-0.65	0.52	0.65	24.70	0.55	0.00	4.19	0.01	0.03	0.00
1r - CIAN 4	284	0	284	F	6.63	0.00	0.00	-0.69	-0.70	0.69	0.70	2.36	0.55	0.01	4.19	0.01	0.03	0.01
1s - CIAN 2	170	0	170	F	5.20	0.00	0.00	-0.46	-0.70	0.46	0.70	42.30	0.55	0.01	4.19	0.01	0.03	0.01
1t - 1	24	0	24	F	2.45	0.00	0.00	-0.46	-0.49	0.46	0.49	5.55	0.55	0.00	4.19	0.00	0.02	0.00
BAN#2 - 1	448	0	448	F	8.43	0.00	0.00	-0.52	-0.53	0.52	0.53	2.55	0.55	0.01	4.19	0.01	0.04	0.01
1 - CIAN 2	542	0	542	F	9.32	0.00	0.00	-0.53	-0.61	0.53	0.61	14.10	0.55	0.01	4.19	0.01	0.04	0.01
CIAN 2 - 1v	712	0	712	F	10.77	0.00	0.00	-0.72	-0.77	0.72	0.77	10.51	0.55	0.01	4.19	0.01	0.04	0.01
1u - 1v	34	0	34	F	2.81	0.00	0.00	-0.46	-0.51	0.46	0.51	9.20	0.55	0.00	4.19	0.00	0.02	0.00
1v - 1x	746	0	746	F	11.04	0.00	0.00	-0.77	-0.80	0.77	0.80	3.90	0.55	0.01	4.19	0.01	0.04	0.01
1w - 1x	76	0	76	F	3.82	0.00	0.00	-0.46	-0.52	0.46	0.52	9.45	0.55	0.00	4.19	0.00	0.03	0.00
1x - CIAN3	1014	0	1014	F	12.98	0.00	0.00	-0.80	-0.85	0.80	0.85	10.00	0.55	0.01	4.19	0.01	0.04	0.01
CIAN 3 - CIAN 4	1542	0	1542	F	16.20	0.00	0.00	-0.93	-0.97	0.93	0.97	6.80	0.55	0.02	4.19	0.01	0.05	0.02
CIAN 4 - CIAN 5	1554	0	1554	F	16.26	0.00	0.00	-0.99	-1.06	0.99	1.06	12.00	0.55	0.02	4.19	0.01	0.05	0.02

CUADRO N°1 DISEÑO COLECTORES AGUAS RESIDUALES

TRAMO	CAUDAL					COTA TAPA		BATEA		PROFUNDIDAD A BATEA		L	SW	QDISEÑO	Ɵ	AREA	R	$Q_{ESTIMADO}$
	UNIDADES			TIPO APARATO	Q													
	Propias	Acumuladas	Máximas		lts/seg	I	F	I	F	I	F	(m)	%	(m3/seg)	(Rad)	m2	m	(m3/seg)
CIAN 5 - CIAN 6	1554	0	1554	F	16.26	0.00	0.00	-1.08	-1.14	1.08	1.14	11.52	0.55	0.02	4.19	0.01	0.05	0.02
CIAN 6 - CIAN 7	1566	0	1566	F	16.33	0.00	-0.15	-1.16	-1.28	1.16	1.13	21.90	0.55	0.02	4.19	0.01	0.05	0.02

CUADRO N°2 DISEÑO COLECTORES AGUAS RESIDUALES

Tramo	Diámetro Calculado	Diámetro comercial	Diámetro interno mínimo	Diámetro Exterior	Do	ERROR $Q_T - Q_D$	y/do	Ɵ	A	R	D	Y_n
	m	mm -pulg	(mm)	(mm)	(m)	m3/seg	(-)	(Rad)	(m2)	(m)	(m)	(m)
2a - 2c	0.07	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.39	2.70	0.00	0.02	0.03	0.04
2b - 2c	0.04	3	**76**	82.56	0.08	0.00	0.27	2.19	0.00	0.01	0.01	0.02
2c - 2e	0.08	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.43	2.88	0.00	0.02	0.04	0.05
2d - 2e	0.08	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.41	2.78	0.00	0.02	0.03	0.04
2e - 2g	0.09	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.49	3.11	0.00	0.03	0.04	0.05
2f - 2g	0.07	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.39	2.71	0.00	0.02	0.03	0.04
2g - BAN#1	0.09	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.56	3.37	0.01	0.03	0.05	0.06
2h - BAN#1	0.08	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.41	2.77	0.00	0.02	0.03	0.04
2k - 2l	0.08	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.42	2.82	0.00	0.02	0.03	0.05
2j - 2l	0.07	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.36	2.58	0.00	0.02	0.03	0.04
2l - 2n	0.09	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.52	3.21	0.00	0.03	0.04	0.06
2m - 2n	0.05	3	**76**	82.56	0.08	0.00	0.36	2.59	0.00	0.02	0.02	0.03
2n - 2o	0.09	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.55	3.32	0.01	0.03	0.05	0.06
2o - 2q	0.10	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.60	3.53	0.01	0.03	0.05	0.06
2p - 2q	0.04	3	**76**	82.56	0.08	0.00	0.25	2.10	0.00	0.01	0.01	0.02
2q - 2s	0.10	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.62	3.65	0.01	0.03	0.06	0.07
2r - 2s	0.08	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.42	2.82	0.00	0.02	0.03	0.05
2s - 2v	0.10	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.69	3.94	0.01	0.03	0.07	0.07
2t - 2v	0.08	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.42	2.82	0.00	0.02	0.03	0.05

CUADRO N°2 DISEÑO COLECTORES AGUAS RESIDUALES

Tramo	Diámetro Calculado	Diámetro comercial	Diámetro interno mínimo	Diámetro Exterior	Do	ERROR $Q_T - Q_D$	y/do	Θ	A	R	D	Y_n
	m	mm -pulg	(mm)	(mm)	(m)	m3/seg	(-)	(Rad)	(m2)	(m)	(m)	(m)
2v - 2	0.11	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.73	4.10	0.01	0.03	0.07	0.08
2w - 2z	0.08	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.49	3.09	0.00	0.03	0.04	0.05
2x - 2z	0.07	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.36	2.59	0.00	0.02	0.03	0.04
2z - 2	0.09	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.53	3.28	0.00	0.03	0.05	0.06
2 - BAN#2	0.11	6	**160**	168.28	0.16	0.00	0.41	2.80	0.01	0.04	0.05	0.07
2aa - BAN#2	0.07	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.36	2.59	0.00	0.02	0.03	0.04
1a - CIAN1	0.09	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.49	3.11	0.00	0.03	0.04	0.05
1b - CIAN1	0.07	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.35	2.52	0.00	0.02	0.03	0.04
CIAN1 - 1d	0.09	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.51	3.19	0.00	0.03	0.04	0.06
1c - 1d	0.07	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.35	2.52	0.00	0.02	0.03	0.04
1d - 1h	0.10	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.65	3.77	0.01	0.03	0.06	0.07
1e - 1g	0.08	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.41	2.79	0.00	0.02	0.03	0.04
1f - 1g	0.07	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.40	2.74	0.00	0.02	0.03	0.04
1g - 1h	0.09	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.53	3.26	0.00	0.03	0.05	0.06
1h - 1j	0.11	6	**160**	168.28	0.16	0.00	0.39	2.71	0.01	0.03	0.05	0.06
BAN#1 - 1j	0.10	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.64	3.70	0.01	0.03	0.06	0.07
1j - 1l	0.12	6	**160**	168.28	0.16	0.00	0.46	2.97	0.01	0.04	0.06	0.07
1k - 1l	0.08	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.41	2.79	0.00	0.02	0.03	0.04
1l - CIAN 3	0.12	6	**160**	168.28	0.16	0.00	0.46	3.00	0.01	0.04	0.06	0.07
1m - 1o	0.09	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.55	3.34	0.01	0.03	0.05	0.06
1n - 1o	0.08	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.43	2.86	0.00	0.02	0.04	0.05
1o - 1r	0.10	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.65	3.74	0.01	0.03	0.06	0.07
1p - 1q	0.08	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.47	3.02	0.00	0.03	0.04	0.05
1q - 1r	0.09	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.53	3.27	0.00	0.03	0.05	0.06
1r - CIAN 4	0.11	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.75	4.18	0.01	0.03	0.08	0.08

CUADRO N°2 DISEÑO COLECTORES AGUAS RESIDUALES

Tramo	Diámetro Calculado	Diámetro comercial	Diámetro interno mínimo	Diámetro Exterior	Do	ERROR $Q_T - Q_D$	y/do	Θ	A	R	D	Y_n
	m	mm -pulg	(mm)	(mm)	(m)	m3/seg	(-)	(Rad)	(m2)	(m)	(m)	(m)
1s - CIAN 2	0.10	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.62	3.65	0.01	0.03	0.06	0.07
1t - 1	0.07	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.40	2.74	0.00	0.02	0.03	0.04
BAN#2 - 1	0.12	6	**160**	168.28	0.16	0.00	0.44	2.91	0.01	0.04	0.05	0.07
1 - CIAN 2	0.12	6	**160**	168.28	0.16	0.00	0.47	3.01	0.01	0.04	0.06	0.07
CIAN 2 - 1v	0.13	6	**160**	168.28	0.16	0.00	0.51	3.17	0.01	0.04	0.06	0.08
1u - 1v	0.08	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.43	2.86	0.00	0.02	0.04	0.05
1v - 1x	0.13	6	**160**	168.28	0.16	0.00	0.52	3.20	0.01	0.04	0.07	0.08
1w - 1x	0.09	4	**108**	114.30	0.11	0.00	0.51	3.20	0.00	0.03	0.04	0.06
1x - CIAN3	0.14	6	**160**	168.28	0.16	0.00	0.57	3.42	0.01	0.04	0.07	0.09
CIAN 3 - CIAN 4	0.15	6	**160**	168.28	0.16	0.00	0.66	3.79	0.01	0.05	0.09	0.11
CIAN 4 - CIAN 5	0.15	6	**160**	168.28	0.16	0.00	0.66	3.80	0.01	0.05	0.09	0.11
CIAN 5 - CIAN 6	0.15	6	**160**	168.28	0.16	0.00	0.66	3.80	0.01	0.05	0.09	0.11
CIAN 6 - CIAN 7	0.15	6	**160**	168.28	0.16	0.00	0.66	3.81	0.01	0.05	0.09	0.11

CUADRO N°3 DISEÑO COLECTORES AGUAS RESIDUALES

Tramo	$Q_{ESTIMADO}$	ERROR $Q_T - Q_D$	Velocidad	VERIFICACION VELOCIDAD	t	Verificación t > 0.15 Kg/m²	NF	Ver. Rango 0.9-1.1
	m3/seg	m3/seg	m/s	(-)	Kg/m2	STATUS	-	(-)
2a - 2c	0.00	0.0000	0.75	CUMPLE	0.16	CUMPLE	1.3	O.K.
2b - 2c	0.00	0.0000	0.57	CUMPLE	0.15	CUMPLE	1.5	O.K.
2c - 2e	0.00	0.0000	0.79	CUMPLE	0.16	CUMPLE	1.3	O.K.
2d - 2e	0.00	0.0000	0.77	CUMPLE	0.16	CUMPLE	1.3	O.K.
2e - 2g	0.00	0.0000	0.83	CUMPLE	0.16	CUMPLE	1.3	O.K.
2f - 2g	0.00	0.0000	0.75	CUMPLE	0.16	CUMPLE	1.3	O.K.
2g - BAN#1	0.00	0.0000	0.88	CUMPLE	0.16	CUMPLE	1.3	O.K.
2h - BAN#1	0.00	0.0000	0.76	CUMPLE	0.16	CUMPLE	1.3	O.K.

CUADRO N°3 DISEÑO COLECTORES AGUAS RESIDUALES

Tramo	$Q_{ESTIMADO}$	ERROR $Q_T - Q_D$	Velocidad	VERIFICACION VELOCIDAD	t	Verificación t > 0.15 Kg/m²	NF	Ver. Rango 0.9-1.1
	m3/seg	m3/seg	m/s	(-)	Kg/m2	STATUS	-	(-)
2k - 2l	0.00	0.0000	0.77	CUMPLE	0.16	CUMPLE	1.3	O.K.
2j - 2l	0.00	0.0000	0.84	CUMPLE	0.22	CUMPLE	1.6	O.K.
2l - 2n	0.00	0.0000	0.85	CUMPLE	0.16	CUMPLE	1.3	O.K.
2m - 2n	0.00	0.0000	0.67	CUMPLE	0.15	CUMPLE	1.5	O.K.
2n - 2o	0.00	0.0000	0.87	CUMPLE	0.16	CUMPLE	1.3	O.K.
2o - 2q	0.01	0.0000	0.90	CUMPLE	0.16	CUMPLE	1.2	O.K.
2p - 2q	0.00	0.0000	0.54	CUMPLE	0.15	CUMPLE	1.5	O.K.
2q - 2s	0.01	0.0000	0.91	CUMPLE	0.16	CUMPLE	1.2	O.K.
2r - 2s	0.00	0.0000	0.77	CUMPLE	0.16	CUMPLE	1.3	O.K.
2s - 2v	0.01	0.0000	0.94	CUMPLE	0.16	CUMPLE	1.1	O.K.
2t - 2v	0.00	0.0000	0.77	CUMPLE	0.16	CUMPLE	1.3	O.K.
2v - 2	0.01	0.0000	0.95	CUMPLE	0.16	CUMPLE	1.1	O.K.
2w - 2z	0.00	0.0000	0.83	CUMPLE	0.16	CUMPLE	1.3	O.K.
2x - 2z	0.00	0.0000	0.72	CUMPLE	0.16	CUMPLE	1.4	O.K.
2z - 2	0.00	0.0000	0.86	CUMPLE	0.16	CUMPLE	1.3	O.K.
2 - BAN#2	0.01	0.0000	1.00	CUMPLE	0.24	CUMPLE	1.4	O.K.
2aa - BAN#2	0.00	0.0000	0.72	CUMPLE	0.16	CUMPLE	1.4	O.K.
1a - CIAN1	0.00	0.0000	0.79	CUMPLE	0.15	CUMPLE	1.2	O.K.
1b - CIAN1	0.00	0.0000	0.67	CUMPLE	0.15	CUMPLE	1.3	O.K.
CIAN1 - 1d	0.00	0.0000	0.81	CUMPLE	0.15	CUMPLE	1.2	O.K.
1c - 1d	0.00	0.0000	0.67	CUMPLE	0.15	CUMPLE	1.3	O.K.
1d - 1h	0.01	0.0000	0.88	CUMPLE	0.15	CUMPLE	1.1	O.K.
1e - 1g	0.00	0.0000	0.73	CUMPLE	0.15	CUMPLE	1.3	O.K.
1f - 1g	0.00	0.0000	0.72	CUMPLE	0.15	CUMPLE	1.3	O.K.
1g - 1h	0.00	0.0000	0.82	CUMPLE	0.15	CUMPLE	1.2	O.K.
1h - 1j	0.01	0.0000	0.93	CUMPLE	0.22	CUMPLE	1.4	O.K.
BAN#1 - 1j	0.01	0.0000	0.88	CUMPLE	0.15	CUMPLE	1.1	O.K.
1j - 1l	0.01	0.0000	1.00	CUMPLE	0.22	CUMPLE	1.3	O.K.

CUADRO N°3 DISEÑO COLECTORES AGUAS RESIDUALES

Tramo	$Q_{ESTIMADO}$	ERROR $Q_T - Q_D$	Velocidad	VERIFICACION VELOCIDAD	t	Verificación t > 0.15 Kg/m²	NF	Ver. Rango 0.9-1.1
	m3/seg	m3/seg	m/s	(-)	Kg/m2	STATUS	-	(-)
1k - 1l	0.00	0.0000	0.73	CUMPLE	0.15	CUMPLE	1.3	O.K.
1l - CIAN 3	0.01	0.0000	1.01	CUMPLE	0.22	CUMPLE	1.3	O.K.
1m - 1o	0.00	0.0000	0.83	CUMPLE	0.15	CUMPLE	1.2	O.K.
1n - 1o	0.00	0.0000	0.75	CUMPLE	0.15	CUMPLE	1.3	O.K.
1o - 1r	0.01	0.0000	0.88	CUMPLE	0.15	CUMPLE	1.1	O.K.
1p - 1q	0.00	0.0000	0.78	CUMPLE	0.15	CUMPLE	1.3	O.K.
1q - 1r	0.00	0.0000	0.82	CUMPLE	0.15	CUMPLE	1.2	O.K.
1r - CIAN 4	0.01	0.0000	0.91	CUMPLE	0.15	CUMPLE	1.1	O.K.
1s - CIAN 2	0.01	0.0000	0.87	CUMPLE	0.15	CUMPLE	1.2	O.K.
1t - 1	0.00	0.0000	0.72	CUMPLE	0.15	CUMPLE	1.3	O.K.
BAN#2 - 1	0.01	0.0000	0.99	CUMPLE	0.22	CUMPLE	1.4	O.K.
1 - CIAN 2	0.01	0.0000	1.01	CUMPLE	0.22	CUMPLE	1.3	O.K.
CIAN 2 - 1v	0.01	0.0000	1.05	CUMPLE	0.22	CUMPLE	1.3	O.K.
1u - 1v	0.00	0.0000	0.75	CUMPLE	0.15	CUMPLE	1.3	O.K.
1v - 1x	0.01	0.0000	1.06	CUMPLE	0.22	CUMPLE	1.3	O.K.
1w - 1x	0.00	0.0000	0.81	CUMPLE	0.15	CUMPLE	1.2	O.K.
1x - CIAN3	0.01	0.0000	1.10	CUMPLE	0.22	CUMPLE	1.3	O.K.
CIAN 3 - CIAN 4	0.02	0.0000	1.15	CUMPLE	0.22	CUMPLE	1.2	O.K.
CIAN 4 - CIAN 5	0.02	0.0000	1.15	CUMPLE	0.22	CUMPLE	1.2	O.K.
CIAN 5 - CIAN 6	0.02	0.0000	1.15	CUMPLE	0.22	CUMPLE	1.2	O.K.
CIAN 6 - CIAN 7	0.02	0.0000	1.15	CUMPLE	0.22	CUMPLE	1.2	O.K.

Anexo 8. Datos de estación climatológica 16010010 VILLA DEL ROSARIO.

PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS PARA LA ESTACION VILLA DEL ROSARIO IDENTIFICADA COMO 16010010													
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	MAX
1972											21	4	21
1973	3	25	8	49	6	33	11	6	58	36	70	49	70
1974	23	19	12	15	26	4	3	7	39	33	44	5	44
1975	16	4	4	31	38	10	10	9	26	73	70	39	73
1976	8	20	39	59	15	7	13	5	8	74	66	10	74
1977	29	0	31	42	22	21	9	10	48	44	45	2	48
1978	2	6	29	33	16	6	7	8	44	37	13	11	44
1979	10	36	11	23	33	26	7	8	54	28	32	24	54
1980	24	33	14	15	7	4	4	10	24	37	5	23	37
1981	7	36	64	152	59	16	4	6	31	105	14	22	152
1982	3	42	8	36			21	3	25	37	13	20	42
1983	11	6	14	77	6	7	19	3	8	33	0	4	77
1984	56	1	15	29	8	6	8	5	23	28	57	18	57
1985	24	45	67	43	23	10	3	21	11	43	47	56	67
1986	11	34	31	28	48	21	7	17	25	28	33	4	48
1987	25	17	33	7	46	8	10	8	16	55	27	6	55
1988	2	16	6	3	23	12	30	20	57	31	67	36	67
1989	2	7	20	4	11	18	7	11	15	21	37	41	41
1990	8	43	22	66	27	6	16	16	4	84	33	36	84
1991	7	8	33	11	37	5	8	5	12	13	7	11	37
1992	1	8	0	122	18	9	6	12	84	12	47	24	122
1993	13	14	6	5	25	6	26	5	21	23	82	5	82
1994	25	2	32	15	4	10	16	3	30	79	29	11	79
1995	5	15	25	31	48	17	3	62	5	42	16	19	62
1996	32	19	10	16	21	14	7	18	7	56	46	66	66
1997	31	52	49	11		9	9	8	9	19	9	16	52
1998	21	44	44	43	11	2	21	12	8	14	92	92	92
1999	23	54	13	41	49	31	7	5	25	61	39	34	61
2000	56	12	12	8	18	9	9	20	28	43	37	13	56
2001	0	6	6	23	9	4	21	3	16	33	59	41	59

PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS PARA LA ESTACION VILLA DEL ROSARIO IDENTIFICADA COMO 16010010													
AÑO	**ENERO**	**FEBRERO**	**MARZO**	**ABRIL**	**MAYO**	**JUNIO**	**JULIO**	**AGOSTO**	**SEPTIEMBRE**	**OCTUBRE**	**NOVIEMBRE**	**DICIEMBRE**	**MAX**
2002	14	42	37	146	109	14	8	3	12	31	16	8	146
2003	48	0	28	111	2	44	16	15	17	59	81	119	119
2004	11	9	8	65	32	14	5	20	50	73	45	68	73
2005	36	65	32	24	104	11	6	3	15	75	44	7	104
2006	52	6	25	25	18	9	8	4	5	48	20	28	52
2007	1	30	33	8	9	4	2	41	11	23	20	24	41
2008	4	15	24	31	55	82	33	52	15	62	38	28	82
2009	28	42	43	16	38	7	4	13	6	11	22	7	43
2010	0	57	21	10	13	29	74	14	51	33	47	134	134
2011	54	44	21	81	30	12	10	21	18	36	80	55	81
2012	30	3	27	58	49	10	6	7	10	52	7	23	58
2013	4	23	10	50	88		7		22	17	41	4	88
2014	5	12	22	12	25	1	6	2	4	89	22		89
2015	11	25	27	14	9	3	13	4			33	1	**33**
2016	4	15	1	42	17	17	10	9	12	24	40	45	**45**
2017	19	30	18	55	21	11	6	18	38	9	55	52	**55**
2018	38	29	34	48	6	21	16	6	5	83	29	33	**83**
2019	36	0	2	29	60	8	5	8	58	8	57	69	**69**
2020	20	14	12	5	1	14	23	41	44	40	75	1	**75**

Anexo 9. Prueba de datos dudosos.

Los datos dudosos (outlers) son puntos de la información que se alejan significativamente de la tendencia de la información restante. La retención o eliminación de estos datos puede afectar significativamente la magnitud de los parámetros estadísticos calculados para la información, especialmente en muestras pequeñas.
Para detectar datos dudosos altos, Chow, Maidment y Mays (1994) utilizan la siguiente ecuación de frecuencia:

$$Yh = X + \sigma . Kn$$

Para el cálculo de datos dudosos bajos Chow et al. (1994) se utiliza la siguiente ecuación:

$$Yl = X - \sigma . Kn$$

En donde:

Yh: umbral de dato dudoso alto en unidades logarítmicas.
Yl: umbral de dato dudoso alto en unidades logarítmicas.
X: media.
σ: desviación estándar.
Kn: constante que depende de n en la siguiente tabla.

Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		

Tabla tomada de Ven Te Chow

PRECIPITACIONES MAXIMAS ESTACION VILLA DEL ROSARIO			
N°	AÑO	P max	LOG (P max)
1	1972	21	1.322
2	1973	70	1.845
3	1974	44	1.643
4	1975	73	1.863
5	1976	74	1.869
6	1977	48	1.681
7	1978	44	1.643
8	1979	54	1.732
9	1980	37	1.568
10	1981	152	2.182
11	1982	42	1.623
12	1983	77	1.886
13	1984	57	1.756
14	1985	67	1.826
15	1986	48	1.681
16	1987	55	1.740
17	1988	67	1.826
18	1989	41	1.613
19	1990	84	1.924
20	1991	37	1.568
21	1992	122	2.086
22	1993	82	1.914
23	1994	79	1.898
24	1995	62	1.792
25	1996	66	1.820
26	1997	52	1.716
27	1998	92	1.964
28	1999	61	1.785
29	2000	56	1.748
30	2001	59	1.771
31	2002	146	2.164
32	2003	119	2.076
33	2004	73	1.863
34	2005	104	2.017
35	2006	52	1.716
36	2007	41	1.613
37	2008	82	1.914
38	2009	43	1.633
39	2010	134	2.127
40	2011	81	1.908

PRECIPITACIONES MAXIMAS ESTACION VILLA DEL ROSARIO			
N°	AÑO	P max	LOG (P max)
1	1973	70	1.845
2	1974	44	1.643
3	1975	73	1.863
4	1976	74	1.869
5	1977	48	1.681
6	1978	44	1.643
7	1979	54	1.732
8	1980	37	1.568
9	1981	152	2.182
10	1982	42	1.623
11	1983	77	1.886
12	1984	57	1.756
13	1985	67	1.826
14	1986	48	1.681
15	1987	55	1.740
16	1988	67	1.826
17	1989	41	1.613
18	1990	84	1.924
19	1991	37	1.568
20	1992	122	2.086
21	1993	82	1.914
22	1994	79	1.898
23	1995	62	1.792
24	1996	66	1.820
25	1997	52	1.716
26	1998	92	1.964
27	1999	61	1.785
28	2000	56	1.748
29	2001	59	1.771
30	2002	146	2.164
31	2003	119	2.076
32	2004	73	1.863
33	2005	104	2.017
34	2006	52	1.716
35	2007	41	1.613
36	2008	82	1.914
37	2009	43	1.633
38	2010	134	2.127
39	2011	81	1.908
40	2012	58	1.763

PRECIPITACIONES MAXIMAS ESTACION VILLA DEL ROSARIO			
N°	**AÑO**	**P max**	**LOG (P max)**
41	2012	58	1.763
42	2013	88	1.944
43	2014	89	1.949
44	2015	33	1.519
45	2016	45	1.653
46	2017	55	1.740
47	2018	83	1.919
48	2019	69	1.839
49	2020	75	1.875
MEDIA =			1.807
DESVIACION =			0.173
N° DATOS =			49
Kn =			**2.760**

YH =	**2.285**
YL =	**1.328**

P MAX =	**192.76**
P MIN =	**21.29**

PRECIPITACIONES MAXIMAS ESTACION VILLA DEL ROSARIO			
N°	**AÑO**	**P max**	**LOG (P max)**
41	2013	88	1.944
42	2014	89	1.949
43	2015	33	1.519
44	2016	45	1.653
45	2017	55	1.740
46	2018	83	1.919
47	2019	69	1.839
48	2020	75	1.875
MEDIA =		**70.250**	**1.817**
DESVIACION =		**27.996**	**0.160**
Cs =		**1.255**	**0.369**

Anexo 10. Prueba de bondad de ajuste kolmogorov smirnov.

Esta prueba se utiliza para probar hipótesis acerca de la distribución de la población, de la cual se extrae una variable aleatoria. La hipótesis nula para la prueba de bondad de ajuste es que la distribución de la población es una distribución dada frente a la alternativa de que los datos no se ajustan a la distribución dada.

Para esta prueba consideremos lo siguiente:

Si se tiene una muestra de variables aleatorias X:x_1, x_2, x_3, . . ., x_n se define la función de distribución empírica de la muestra:

$$Fe(X_i) = \begin{cases} 0 & , X < x_{(1)} \\ \frac{i-1}{n} & , x_{(i-1)} \le x < x_{(i)} \\ & \text{para } i = 1,2,...,n \\ 1 & X \ge x_{(n)} \end{cases}$$

Donde $x_{(1)}$, $x_{(2)}$, $x_{(3)}$, . . ., $x_{(n)}$ constituyen la muestra ordenada de menor a mayor. El estadístico de prueba para este test de Bondad de Ajuste se basa en la mayor distancia entre la distribución empírica de los datos Fe(x) y la distribución teórica que suponemos para la población F(x), entonces:

$$D = Max|Fe(x) - F(x)|$$

pero $D = Max\{D^+, D^-\}$

El valor p es el nivel de significación alcanzado de una prueba. Esta cantidad es un estadístico que representa el mínimo valor de α para el cual se rechaza la hipótesis nula.

La frecuencia observada acumulada se calcula como sigue

$$\mathbf{F_n(xi) = \frac{n}{N+1}}$$

PRUEBA DE BONDAD KOLMOGOROV SMIRNOV PARA LA ESTACION VILLA DEL ROSARIO									
N°	P (mm)	LOG P	Fn(Xi)	DISTRIBUCION GUMBEL		DISTRIBUCION NORMAL			
				F(Xi)	Dc	Z	q	F(Xi)	Dc
1	33.0	1.519	0.020	0.045	0.025	-1.331	0.693	0.092	0.071
2	37.0	1.568	0.041	0.076	0.035	-1.188	0.717	0.117	0.077
3	37.0	1.568	0.061	0.076	0.015	-1.188	0.717	0.117	0.056
4	41.0	1.613	0.082	0.117	0.036	-1.045	0.742	0.148	0.066
5	41.0	1.613	0.102	0.117	0.015	-1.045	0.742	0.148	0.046
6	42.0	1.623	0.122	0.129	0.007	-1.009	0.749	0.156	0.034
7	43.0	1.633	0.143	0.141	0.002	-0.973	0.755	0.165	0.022
8	44.0	1.643	0.163	0.154	0.009	-0.938	0.762	0.174	0.011
9	44.0	1.643	0.184	0.154	0.029	-0.938	0.762	0.174	0.009
10	45.0	1.653	0.204	0.168	0.036	-0.902	0.769	0.184	0.021
11	48.0	1.681	0.224	0.211	0.014	-0.795	0.791	0.213	0.011
12	48.0	1.681	0.245	0.211	0.034	-0.795	0.791	0.213	0.032
13	52.0	1.716	0.265	0.274	0.008	-0.652	0.822	0.257	0.008
14	52.0	1.716	0.286	0.274	0.012	-0.652	0.822	0.257	0.028
15	54.0	1.732	0.306	0.307	0.001	-0.580	0.838	0.281	0.025
16	55.0	1.740	0.327	0.323	0.003	-0.545	0.847	0.293	0.034
17	55.0	1.740	0.347	0.323	0.024	-0.545	0.847	0.293	0.054
18	56.0	1.748	0.367	0.340	0.027	-0.509	0.855	0.305	0.062
19	57.0	1.756	0.388	0.357	0.031	-0.473	0.864	0.318	0.070
20	58.0	1.763	0.408	0.374	0.034	-0.438	0.873	0.331	0.077
21	59.0	1.771	0.429	0.391	0.038	-0.402	0.882	0.344	0.085
22	61.0	1.785	0.449	0.424	0.025	-0.330	0.901	0.371	0.078
23	62.0	1.792	0.469	0.441	0.029	-0.295	0.911	0.384	0.085
24	66.0	1.820	0.490	0.506	0.016	-0.152	0.952	0.440	0.050
25	67.0	1.826	0.510	0.521	0.011	-0.116	0.963	0.454	0.056
26	67.0	1.826	0.531	0.521	0.009	-0.116	0.963	0.454	0.077
27	69.0	1.839	0.551	0.552	0.001	-0.045	0.985	0.482	0.069
28	70.0	1.845	0.571	0.567	0.005	-0.009	0.997	0.496	0.075
29	73.0	1.863	0.592	0.610	0.018	0.098	0.968	0.539	0.053
30	73.0	1.863	0.612	0.610	0.003	0.098	0.968	0.539	0.073
31	74.0	1.869	0.633	0.623	0.009	0.134	0.957	0.553	0.079
32	75.0	1.875	0.653	0.637	0.016	0.170	0.947	0.567	0.086
33	77.0	1.886	0.673	0.662	0.011	0.241	0.926	0.595	0.078
34	79.0	1.898	0.694	0.687	0.007	0.313	0.906	0.623	0.071
35	81.0	1.908	0.714	0.710	0.005	0.384	0.887	0.649	0.065
36	82.0	1.914	0.735	0.721	0.014	0.420	0.877	0.663	0.072
37	82.0	1.914	0.755	0.721	0.035	0.420	0.877	0.663	0.092
38	83.0	1.919	0.776	0.731	0.044	0.455	0.868	0.676	0.100
39	84.0	1.924	0.796	0.742	0.054	0.491	0.860	0.688	0.108
40	88.0	1.944	0.816	0.780	0.037	0.634	0.826	0.737	0.079
41	89.0	1.949	0.837	0.788	0.048	0.670	0.818	0.748	0.088
42	92.0	1.964	0.857	0.813	0.044	0.777	0.795	0.781	0.076
43	104.0	2.017	0.878	0.887	0.010	1.206	0.714	0.886	0.008
44	119.0	2.076	0.898	0.942	0.044	1.741	0.633	0.959	0.061
45	122.0	2.086	0.918	0.949	0.031	1.848	0.619	0.968	0.049
46	134.0	2.127	0.939	0.970	0.031	2.277	0.569	0.989	0.050
47	146.0	2.164	0.959	0.983	0.024	2.706	0.526	0.997	0.037
48	152.0	2.182	0.980	0.987	0.007	2.920	0.507	0.998	0.019

MEDIA	70.25		**d=**	0.046	**0.054**				**0.108**
DES. EST. =	28.00		**μ=**	57.651	OK				OK
Dt para nivel de significancia de 0.05 =				**0.1922**					

PRUEBA DE BONDAD KOLMOGOROV SMIRNOV PARA LA ESTACION VILLA DEL ROSARIO											
N°	P (mm)	LOG P	Fn(Xi)	DISTRIBUCION LOG NORMAL				DISTRIBUCION LOG PEARSON			
				Z	q	F(Xi)	Dc	Y	X2	F(xi)	Dc
1	1.519	0.181	0.020	-1.884	0.615	0.030	0.009	22.659	45.318	0.019	0.001
2	1.568	0.195	0.041	-1.570	0.657	0.058	0.017	24.455	48.911	0.047	0.006
3	1.568	0.195	0.061	-1.570	0.657	0.058	0.003	24.455	48.911	0.047	0.014
4	1.613	0.208	0.082	-1.288	0.700	0.099	0.017	26.067	52.134	0.091	0.009
5	1.613	0.208	0.102	-1.288	0.700	0.099	0.003	26.067	52.134	0.091	0.011
6	1.623	0.210	0.122	-1.222	0.711	0.111	0.012	26.445	52.891	0.104	0.018
7	1.633	0.213	0.143	-1.157	0.722	0.124	0.019	26.815	53.629	0.118	0.025
8	1.643	0.216	0.163	-1.094	0.733	0.137	0.026	27.176	54.351	0.133	0.030
9	1.643	0.216	0.184	-1.094	0.733	0.137	0.047	27.176	54.351	0.133	0.051
10	1.653	0.218	0.204	-1.033	0.744	0.151	0.053	27.528	55.057	0.149	0.055
11	1.681	0.226	0.224	-0.856	0.778	0.196	0.028	28.542	57.083	0.199	0.025
12	1.681	0.226	0.245	-0.856	0.778	0.196	0.049	28.542	57.083	0.199	0.046
13	1.716	0.235	0.265	-0.636	0.825	0.262	0.003	29.798	59.596	0.272	0.007
14	1.716	0.235	0.286	-0.636	0.825	0.262	0.023	29.798	59.596	0.272	0.014
15	1.732	0.239	0.306	-0.533	0.850	0.297	0.009	30.391	60.781	0.310	0.004
16	1.740	0.241	0.327	-0.482	0.862	0.315	0.012	30.679	61.357	0.329	0.002
17	1.740	0.241	0.347	-0.482	0.862	0.315	0.032	30.679	61.357	0.329	0.018
18	1.748	0.243	0.367	-0.433	0.874	0.333	0.035	30.962	61.923	0.347	0.020
19	1.756	0.244	0.388	-0.384	0.887	0.350	0.037	31.239	62.479	0.366	0.021
20	1.763	0.246	0.408	-0.336	0.899	0.368	0.040	31.512	63.025	0.385	0.023
21	1.771	0.248	0.429	-0.290	0.912	0.386	0.042	31.781	63.562	0.403	0.025
22	1.785	0.252	0.449	-0.198	0.938	0.421	0.028	32.304	64.608	0.440	0.009
23	1.792	0.253	0.469	-0.153	0.951	0.439	0.030	32.559	65.119	0.458	0.012
24	1.820	0.260	0.490	0.018	0.994	0.507	0.017	33.541	67.082	0.526	0.036
25	1.826	0.262	0.510	0.059	0.981	0.524	0.013	33.777	67.554	0.542	0.032
26	1.826	0.262	0.531	0.059	0.981	0.524	0.007	33.777	67.554	0.542	0.011
27	1.839	0.265	0.551	0.140	0.955	0.556	0.005	34.239	68.478	0.573	0.022
28	1.845	0.266	0.571	0.179	0.944	0.571	0.000	34.465	68.929	0.588	0.017
29	1.863	0.270	0.592	0.295	0.911	0.616	0.024	35.124	70.247	0.631	0.039
30	1.863	0.270	0.612	0.295	0.911	0.616	0.004	35.124	70.247	0.631	0.018
31	1.869	0.272	0.633	0.332	0.901	0.630	0.003	35.337	70.674	0.644	0.011
32	1.875	0.273	0.653	0.369	0.891	0.644	0.009	35.548	71.096	0.657	0.004
33	1.886	0.276	0.673	0.441	0.872	0.670	0.003	35.961	71.922	0.682	0.008
34	1.898	0.278	0.694	0.511	0.855	0.695	0.002	36.364	72.727	0.705	0.011
35	1.908	0.281	0.714	0.580	0.838	0.719	0.005	36.756	73.512	0.727	0.012
36	1.914	0.282	0.735	0.614	0.830	0.730	0.004	36.949	73.897	0.737	0.002
37	1.914	0.282	0.755	0.614	0.830	0.730	0.025	36.949	73.897	0.737	0.018
38	1.919	0.283	0.776	0.647	0.823	0.741	0.034	37.139	74.278	0.747	0.029
39	1.924	0.284	0.796	0.680	0.816	0.752	0.044	37.327	74.654	0.756	0.040
40	1.944	0.289	0.816	0.807	0.788	0.790	0.026	38.057	76.115	0.791	0.025
41	1.949	0.290	0.837	0.838	0.782	0.799	0.038	38.235	76.469	0.799	0.037
42	1.964	0.293	0.857	0.929	0.764	0.824	0.034	38.755	77.510	0.822	0.036
43	2.017	0.305	0.878	1.266	0.704	0.897	0.020	40.680	81.360	0.888	0.011
44	2.076	0.317	0.898	1.635	0.648	0.949	0.051	42.795	85.590	0.937	0.040
45	2.086	0.319	0.918	1.704	0.638	0.956	0.037	43.186	86.372	0.944	0.026
46	2.127	0.328	0.939	1.961	0.605	0.975	0.036	44.659	89.318	0.964	0.026
47	2.164	0.335	0.959	2.196	0.578	0.986	0.027	46.005	92.010	0.977	0.018
48	2.182	0.339	0.980	2.307	0.566	0.989	0.010	46.638	93.275	0.981	0.002

MEDIA	1.82						**0.053**				**0.055**
DES. EST. =	0.16						OK				OK
Dt para nivel de significancia de 0.05 =				**0.1922**							

Anexo 11. Distribución de probabilidad con el mejor ajuste para cada estación.

- **Distribución Normal**

Se emplea la siguiente ecuación.

$$Q = \overline{Q} + K_T \sigma_Q$$

K_T: factor de frecuencia que depende del periodo de retorno del evento.
Por distribución normal K_T se halla con la siguiente ecuación:

$$K_T = W - \frac{2.515517 + 0.802853W + 0.010328W^2}{1 + 1.432788W + 0.189269W^2 + 0.001308W^3}$$

$$W = \left[\text{Ln}\left(\frac{1}{P^2}\right)\right]^{1/2}$$

P: probabilidad de ocurrencia del evento.

$$P = \frac{1}{T}$$

T: periodo de retorno del evento, (años).

- **Distribución Gumbell.**

El procedimiento es similar al anterior, pero en el factor de frecuencia del evento se emplea el factor de frecuencia de Gumbell, el cual se determina mediante la siguiente ecuación.

$$K_T = \frac{\sqrt{6}}{\Pi}\left\{0.5772 + \text{Ln}\left[\text{Ln}\left(\frac{T}{T-1}\right)\right]\right\}$$

- **Distribución Log Pearson Tipo III**

Esta distribución emplea para la predicción de los caudales los logaritmos en base 10 de los datos presentes en el registro histórico.

$$\text{Log } Q = \overline{\text{Log } Q} + K_T \sigma_{\text{Log } Q}$$

El factor de frecuencia de Log Pearson se calcula con la siguiente ecuación:

$$K_T = Z + (Z^2 - 1)k + \frac{1}{3}(Z^3 - 6Z)k^2 - (Z^2 - 1)k^3 + Zk^4 + \frac{1}{3}k^5$$

Z: Se calcula igual que el factor de frecuencia de distribución normal.

$$Z = W - \frac{2.515517 + 0.802853W + 0.010328W^2}{1 + 1.432788W + 0.189269W^2 + 0.001308W^3}$$

$$k = \frac{Cs}{6}$$

Cs: Coeficiente de asimetría que se calcula con los logaritmos de los datos.

$$Cs = \frac{n\sum(logx - \overline{logx})^3}{(n-1)(n-2)(\sigma logx)^3}$$

- **Distribución Log Normal.**

El procedimiento es el mismo que en la distribución normal, la única diferencia es que en esta distribución se trabaja con el logaritmo de la variable analizada.

A continuación, se presentan la distribución con el mejor ajuste en la estación analizada:

PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 H PARA LA ESTACION VILLA DEL ROSARIO POR DISTIBUCION LOG NORMAL					
Tr (Años)	**p**	**w**	**z**	**LOG P**	**P (mm)**
2	0.50	1.177	0.000	1.817	65.568
3	0.33	1.482	0.430	1.886	76.828
5	0.20	1.794	0.841	1.951	89.391
10	0.10	2.146	1.282	2.022	105.129
25	0.04	2.537	1.751	2.097	124.969
50	0.02	2.797	2.054	2.145	139.731
100	0.01	3.035	2.327	2.189	154.489

Anexo 12. Cálculos para la obtención de las curvas IDF mediante el método simplificado del manual del drenaje del invias.

INTENSIDAD PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO Y DURACIONES DE LLUVIA (mm/hr)							
DURACION EN MINUTOS	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	3	5	10	25	50	100
5	187.19	201.37	220.76	250.09	294.94	334.13	378.53
10	118.47	127.44	139.71	158.28	186.66	211.47	239.57
15	90.65	97.52	106.91	121.12	142.83	161.81	183.32
20	74.98	80.65	88.42	100.17	118.13	133.83	151.62
25	64.71	69.61	76.31	86.45	101.96	115.50	130.85
30	57.37	61.72	67.66	76.65	90.40	102.41	116.02
35	51.82	55.75	61.12	69.24	81.65	92.50	104.79
40	47.45	51.04	55.96	63.40	74.76	84.70	95.95
45	43.90	47.23	51.77	58.65	69.17	78.36	88.78
50	40.95	44.05	48.30	54.71	64.53	73.10	82.81
55	38.46	41.37	45.35	51.38	60.59	68.64	77.77
60	36.31	39.06	42.82	48.51	57.21	64.81	73.43
65	34.44	37.05	40.62	46.02	54.27	61.48	69.65
70	32.80	35.28	38.68	43.82	51.68	58.54	66.32
75	31.34	33.71	36.96	41.87	49.38	55.94	63.37
80	30.03	32.30	35.42	40.12	47.32	53.60	60.73
85	28.85	31.04	34.03	38.55	45.46	51.50	58.35
90	27.78	29.89	32.77	37.12	43.78	49.60	56.19
95	26.81	28.84	31.62	35.82	42.24	47.86	54.22
100	25.92	27.88	30.57	34.63	40.84	46.26	52.41
105	25.10	27.00	29.60	33.53	39.54	44.80	50.75
110	24.34	26.18	28.70	32.52	38.35	43.44	49.22
115	23.63	25.42	27.87	31.58	37.24	42.19	47.79
120	22.98	24.72	27.10	30.70	36.21	41.02	46.47
125	22.37	24.06	26.38	29.89	35.24	39.93	45.23
130	21.80	23.45	25.71	29.12	34.34	38.91	44.08
135	21.26	22.87	25.07	28.41	33.50	37.95	42.99
140	20.76	22.33	24.48	27.73	32.70	37.05	41.97
145	20.28	21.82	23.92	27.10	31.96	36.20	41.01
150	19.83	21.33	23.39	26.50	31.25	35.40	40.11
155	19.41	20.88	22.89	25.93	30.58	34.64	39.25
160	19.01	20.44	22.41	25.39	29.95	33.92	38.43
165	18.62	20.03	21.96	24.88	29.34	33.24	37.66
170	18.26	19.64	21.53	24.40	28.77	32.59	36.93
175	17.91	19.27	21.13	23.93	28.23	31.98	36.23
180	17.58	18.92	20.74	23.49	27.71	31.39	35.56

Anexo 13. Calculo diseño hidráulico red pluvial

DISEÑO DE COLECTORES AGUAS LLUVIAS

TRAMO	AREA			C	Q	COTA TAPA		BATEA		PROFUNDIDAD A BATEA		L	SW	QDISEÑO	Ɵ	AREA	R	$Q_{ESTIMADO}$
	Propias M2	Acumuladas M2	Máximas M2	(-)	lts/seg	I	F	I	F	I	F	(m)	%	(m3/seg)	(Rad)	m2	m	(m3/seg)
A -C	166.37	0.00	166.37	1.00	7.32	7.00	7.00	6.54	6.44	0.46	0.56	14.00	0.70	0.01	5.21	0.01	0.03	0.01
B-C	166.37	0.00	166.37	1.00	7.32	7.00	7.00	6.54	6.52	0.46	0.48	1.75	0.70	0.01	5.21	0.01	0.03	0.01
C-BALL#1	0	332.74	332.74	1.00	14.64	7.00	7.00	6.44	6.37	0.56	0.63	9.04	0.70	0.01	5.21	0.01	0.04	0.01
D-BALL#1	166.15	0.00	166.15	1.00	7.31	7.00	7.00	6.54	6.50	0.46	0.50	4.55	0.70	0.01	5.21	0.01	0.03	0.01
BALL#1´-BALL#1	0.00	498.89	498.89	1.00	21.95	3.50	3.50	2.98	2.91	0.52	0.59	12.16	0.60	0.02	5.21	0.02	0.05	0.02
BALL#1´-VIA	0.00	498.89	498.89	1.00	21.95	0.00	0.00	-0.27	-0.55	0.27	0.55	46.72	0.60	0.02	5.21	0.02	0.05	0.02
E -G	201.79	0.00	201.79	1.00	8.88	7.00	7.00	6.54	6.38	0.46	0.62	21.62	0.70	0.01	5.21	0.01	0.03	0.01
F-G	190.72	0.00	190.72	1.00	8.39	7.00	7.00	6.54	6.53	0.46	0.47	1.40	0.70	0.01	5.21	0.01	0.03	0.01
G-I	0	392.52	392.52	1.00	17.27	7.00	7.00	6.38	6.37	0.62	0.63	2.26	0.70	0.02	5.21	0.01	0.04	0.02
H-I	131.79	0.00	131.79	1.00	5.80	7.00	7.00	6.54	6.41	0.46	0.59	18.23	0.70	0.01	5.21	0.01	0.03	0.01
I-BALL#2	0.00	524.31	524.31	1.00	23.07	7.00	7.00	6.37	6.36	0.63	0.64	0.63	0.70	0.02	5.21	0.02	0.04	0.02
J-BALL#2	58.46	0.00	58.46	1.00	2.57	7.00	7.00	6.54	6.49	0.46	0.51	6.22	0.70	0.00	5.21	0.00	0.02	0.00
BALL#2 -BALL#2´	0.00	582.76	582.76	1.00	25.64	3.50	3.50	2.98	2.88	0.52	0.62	14.40	0.70	0.03	5.21	0.02	0.05	0.03
BALL#2´ -VIA	0.00	582.76	582.76	1.00	25.64	0.00	0.00	-0.27	-0.51	0.27	0.51	34.50	0.70	0.03	5.21	0.02	0.05	0.03
K-M	104.71	0.00	104.71	1.00	4.61	7.00	7.00	6.54	6.51	0.46	0.49	3.06	0.70	0.00	5.21	0.01	0.03	0.00
L-M	104.71	0.00	104.71	1.00	4.61	7.00	7.00	6.54	6.49	0.46	0.51	6.90	0.70	0.00	5.21	0.01	0.03	0.00
M#BALL#3	0.00	209.42	209.42	1.00	9.21	7.00	7.00	6.49	6.46	0.51	0.54	4.00	0.70	0.01	5.21	0.01	0.03	0.01
N-P	102.50	0.00	102.50	1.00	4.51	7.00	7.00	6.54	6.50	0.46	0.50	5.76	0.70	0.00	5.21	0.01	0.03	0.00
O-P	102.50	0.00	102.50	1.00	4.51	7.00	7.00	6.54	6.53	0.46	0.47	1.52	0.70	0.00	5.21	0.01	0.03	0.00
P-BALL#3	0.00	205.00	205.00	1.00	9.02	7.00	7.00	6.50	6.47	0.50	0.53	3.90	0.70	0.01	5.21	0.01	0.03	0.01
BALL#3 -BALL#3´	0.00	207.21	207.21	1.00	9.12	3.50	3.50	2.98	2.85	0.52	0.65	34.00	0.40	0.01	5.21	0.01	0.04	0.01
BALL#3´ -VIA	0.00	207.21	207.21	1.00	9.12	0.00	0.00	-0.27	-0.37	0.27	0.37	25.30	0.40	0.01	5.21	0.01	0.04	0.01
R-S	114.45	0.00	114.45	1.00	5.04	7.00	7.00	6.54	6.49	0.46	0.51	6.11	0.70	0.01	5.21	0.01	0.03	0.01
Q-S	114.45	0.00	114.45	1.00	5.04	7.00	7.00	6.54	6.50	0.46	0.50	5.00	0.70	0.01	5.21	0.01	0.03	0.01
S-BALL#4	0.00	228.89	228.89	1.00	10.07	7.00	7.00	6.49	6.49	0.51	0.51	0.60	0.70	0.01	5.21	0.01	0.03	0.01

DISEÑO DE COLECTORES AGUAS LLUVIAS

TRAMO	AREA			C	Q	COTA TAPA		BATEA		PROFUNDIDAD A BATEA		L	SW	QDISEÑO	Ɵ	AREA	R	$Q_{ESTIMADO}$
	Propias M2	Acumuladas M2	Máximas M2	(-)	lts/seg	I	F	I	F	I	F	(m)	%	(m3/seg)	(Rad)	m2	m	(m3/seg)
BALL#4-BALL#4´	0.00	228.89	228.89	1.00	10.07	3.50	3.50	2.98	2.97	0.52	0.53	1.85	0.40	0.01	5.21	0.01	0.04	0.01
BALL#4´-VIA	0.00	228.89	228.89	1.00	10.07	0.00	0.00	-0.27	-0.37	0.27	0.37	25.45	0.40	0.01	5.21	0.01	0.04	0.01
T -V	117.93	0.00	117.93	1.00	5.19	3.50	3.50	3.09	3.07	0.41	0.43	2.74	0.70	0.01	5.21	0.01	0.03	0.01
U-V	117.49	0.00	117.49	1.00	5.17	3.50	3.50	3.09	2.92	0.41	0.58	24.36	0.70	0.01	5.21	0.01	0.03	0.01
V-Y	0.00	235.41	235.41	1.00	10.36	3.50	3.50	2.92	2.85	0.58	0.65	9.76	0.70	0.01	5.21	0.01	0.03	0.01
X-Y	71.86	0.00	71.86	1.00	3.16	3.50	3.50	3.12	3.11	0.38	0.39	0.61	0.70	0.00	5.21	0.00	0.02	0.00
Y-AA	0.00	307.27	307.27	1.00	13.52	3.50	3.50	2.85	2.84	0.65	0.66	1.00	0.70	0.01	5.21	0.01	0.04	0.01
Z-AA	136.30	0.00	136.30	1.00	6.00	3.50	3.50	3.09	3.04	0.41	0.46	5.90	0.70	0.01	5.21	0.01	0.03	0.01
AA-AC	0.00	443.58	443.58	1.00	19.52	3.50	3.50	2.84	2.77	0.66	0.73	10.42	0.70	0.02	5.21	0.02	0.04	0.02
AB-AC	106.97	0.00	106.97	1.00	4.71	3.50	3.50	3.09	3.07	0.41	0.43	1.70	0.70	0.00	5.21	0.01	0.02	0.00
AC-BALL#5	0.00	550.55	550.55	1.00	24.23	3.50	3.50	2.77	2.72	0.73	0.78	6.90	0.70	0.02	5.21	0.02	0.05	0.02
BALL#5-VIA	0.00	550.55	550.55	1.00	24.23	0.00	0.00	-0.27	-0.30	0.27	0.30	4.00	0.70	0.02	5.21	0.02	0.05	0.03
AD-AF	246.98	0.00	246.98	1.00	10.87	3.50	3.50	3.03	2.92	0.47	0.58	21.90	0.50	0.01	5.21	0.01	0.04	0.01
AE-AF	133.37	0.00	133.37	1.00	5.87	3.50	3.50	3.09	3.04	0.41	0.46	6.80	0.60	0.01	5.21	0.01	0.03	0.01
AF-BALL#6	0.00	380.35	380.35	1.00	16.74	3.50	3.50	2.92	2.86	0.58	0.64	11.80	0.50	0.02	5.21	0.02	0.04	0.02
BALL#6-VIA	0.00	380.35	380.35	1.00	16.74	0.00	0.00	-0.27	-0.28	0.27	0.28	4.00	0.40	0.02	5.21	0.02	0.04	0.02
AG-AI	75.85	0.00	75.85	1.00	3.34	3.50	3.50	3.09	3.03	0.41	0.47	11.53	0.50	0.00	5.21	0.00	0.02	0.00
AH-AI	150.71	0.00	150.71	1.00	6.63	3.50	3.50	3.09	3.08	0.41	0.42	1.07	0.50	0.01	5.21	0.01	0.03	0.01
AI-BALL#7	0.00	226.56	226.56	1.00	9.97	3.50	3.50	3.03	2.94	0.47	0.56	17.06	0.50	0.01	5.21	0.01	0.04	0.01
BALL#7-VIA	0.00	226.56	226.56	1.00	9.97	0.00	0.00	-0.27	-0.28	0.27	0.28	4.00	0.40	0.01	5.21	0.01	0.04	0.01
AJ-BALL#8	34.66	0.00	34.66	1.00	1.53	3.50	3.50	3.04	3.01	0.46	0.49	4.23	0.60	0.00	5.21	0.00	0.02	0.00
BALL#8-VÍA	0.00	34.66	34.66	1.00	1.53	0.00	0.00	-0.21	-0.23	0.21	0.23	3.40	0.60	0.00	5.21	0.00	0.02	0.00
AK-BALL#9	88.82	0.00	88.82	1.00	3.91	3.50	3.50	3.04	3.02	0.46	0.48	4.23	0.40	0.00	5.21	0.01	0.03	0.00
BALL#9-VÍA	0.00	88.82	88.82	1.00	3.91	0.00	0.00	-0.21	-0.23	0.21	0.23	3.40	0.40	0.00	5.21	0.00	0.02	0.00

DISEÑO DE COLECTORES AGUAS LLUVIAS

TRAMO	AREA			C	Q	COTA TAPA		BATEA		PROFUNDIDAD A BATEA		L	SW	QDISEÑO	Ɵ	AREA	R	$Q_{ESTIMADO}$
	Propias M2	Acumuladas M2	Máximas M2	(-)	lts/seg	I	F	I	F	I	F	(m)	%	(m3/seg)	(Rad)	m2	m	(m3/seg)
AL-BALL#10	90.78	0.00	90.78	1.00	3.99	3.50	3.50	3.04	3.02	0.46	0.48	4.23	0.40	0.00	5.21	0.01	0.03	0.00
BALL#10-VÍA	0.00	90.78	90.78	1.00	3.99	0.00	0.00	-0.21	-0.23	0.21	0.23	3.40	0.40	0.00	5.21	0.00	0.02	0.00
R1-CALL1	828.30	0.00	828.30	1.00	36.45	0.00	0.00	-0.40	-0.44	0.40	0.44	8.60	0.50	0.04	5.21	0.03	0.06	0.04
R2-CALL1	770.96	0.00	770.96	1.00	33.92	0.00	0.00	-0.40	-0.42	0.40	0.42	4.00	0.50	0.03	5.21	0.03	0.06	0.03
CALL1-POZO EYECTOR	0.00	1599.26	1599.26	1.00	70.37	0.00	0.00	-0.46	-0.59	0.46	0.59	25.10	0.50	0.07	5.21	0.05	0.07	0.07

DISEÑO DE COLECTORES DE AGUAS LLLUVIAS

Tramo	Diámetro Calculado	Diámetro comercial	Diámetro interno mínimo	Diámetro Exterior	Do	ERROR $Q_T - Q_D$	y/do	Ɵ	A	R	D	Y_n
	m	mm -pulg	(mm)	(mm)	(m)	m3/seg	(-)	(Rad)	(m2)	(m)	(m)	(m)
A -C	0.10	4.00	**107.70**	114.30	0.11	0.00	0.73	4.08	0.01	0.03	0.07	0.08
B-C	0.10	4.00	**107.70**	114.30	0.11	0.00	0.73	4.08	0.01	0.03	0.07	0.08
C-BALL#1	0.13	6.00	**160.04**	168.28	0.16	0.00	0.56	3.40	0.01	0.04	0.07	0.09
D-BALL#1	0.10	4.00	**107.70**	114.30	0.11	0.00	0.73	4.08	0.01	0.03	0.07	0.08
BALL#1´-BALL#1	0.16	6.00	**160.04**	168.28	0.16	-0.00	0.80	4.45	0.02	0.05	0.14	0.13
BALL#1´-VIA	0.16	6.00	**160.04**	168.28	0.16	-0.00	0.80	4.45	0.02	0.05	0.14	0.13
E -G	0.11	4.00	**107.70**	114.30	0.11	-0.00	0.90	4.99	0.01	0.03	0.13	0.10
F-G	0.11	4.00	**107.70**	114.30	0.11	-0.00	0.83	4.56	0.01	0.03	0.10	0.09
G-I	0.14	6.00	**160.04**	168.28	0.16	-0.00	0.63	3.66	0.01	0.05	0.09	0.10
H-I	0.09	4.00	**107.70**	114.30	0.11	-0.00	0.61	3.60	0.01	0.03	0.06	0.07
I-BALL#2	0.15	6.00	**160.04**	168.28	0.16	-0.00	0.79	4.38	0.02	0.05	0.13	0.13
J-BALL#2	0.07	4.00	**107.70**	114.30	0.11	-0.00	0.38	2.66	0.00	0.02	0.03	0.04
BALL#2 -BALL#2´	0.16	6.00	**160.04**	168.28	0.16	-0.00	0.86	4.77	0.02	0.05	0.17	0.14
BALL#2´ -VIA	0.16	6.00	**160.04**	168.28	0.16	-0.00	0.86	4.77	0.02	0.05	0.17	0.14

DISEÑO DE COLECTORES DE AGUAS LLLUVIAS

Tramo	Diámetro Calculado	Diámetro comercial	Diámetro interno mínimo	Diámetro Exterior	Do	ERROR $Q_T - Q_D$	y/do	Θ	A	R	D	Y_n
	m	mm -pulg	(mm)	(mm)	(m)	m3/seg	(-)	(Rad)	(m2)	(m)	(m)	(m)
K-M	0.09	4.00	**107.70**	114.30	0.11	-0.00	0.48	3.05	0.00	0.03	0.04	0.05
L-M	0.09	4.00	**107.70**	114.30	0.11	-0.00	0.48	3.05	0.00	0.03	0.04	0.05
M#BALL#3	0.11	6.00	**160.04**	168.28	0.16	-0.00	0.43	2.86	0.01	0.04	0.05	0.07
N-P	0.09	4.00	**107.70**	114.30	0.11	-0.00	0.47	3.03	0.00	0.03	0.04	0.05
O-P	0.09	4.00	**107.70**	114.30	0.11	-0.00	0.47	3.03	0.00	0.03	0.04	0.05
P-BALL#3	0.11	6.00	**160.04**	168.28	0.16	0.00	0.43	2.84	0.01	0.04	0.05	0.07
BALL#3 -BALL#3´	0.13	6.00	**160.04**	168.28	0.16	-0.00	0.50	3.16	0.01	0.04	0.06	0.08
BALL#3´ -VIA	0.13	6.00	**160.04**	168.28	0.16	-0.00	0.50	3.16	0.01	0.04	0.06	0.08
R-S	0.09	4.00	**107.70**	114.30	0.11	-0.00	0.50	3.15	0.00	0.03	0.04	0.05
Q-S	0.09	4.00	**107.70**	114.30	0.11	-0.00	0.50	3.15	0.00	0.03	0.04	0.05
S-BALL#4	0.11	6.00	**160.04**	168.28	0.16	0.00	0.45	2.95	0.01	0.04	0.06	0.07
BALL#4-BALL#4´	0.13	6.00	**160.04**	168.28	0.16	-0.00	0.54	3.31	0.01	0.04	0.07	0.09
BALL#4´-VIA	0.13	6.00	**160.04**	168.28	0.16	-0.00	0.54	3.31	0.01	0.04	0.07	0.09
T -V	0.09	4.00	**107.70**	114.30	0.11	0.00	0.57	3.43	0.01	0.03	0.05	0.06
U-V	0.09	4.00	**107.70**	114.30	0.11	0.00	0.57	3.42	0.01	0.03	0.05	0.06
V-Y	0.11	6.00	**160.04**	168.28	0.16	0.00	0.46	2.98	0.01	0.04	0.06	0.07
X-Y	0.07	3.00	**76.20**	82.56	0.08	0.00	0.78	4.34	0.00	0.02	0.06	0.06
Y-AA	0.13	6.00	**160.04**	168.28	0.16	0.00	0.54	3.29	0.01	0.04	0.07	0.09
Z-AA	0.09	4.00	**107.70**	114.30	0.11	0.00	0.63	3.66	0.01	0.03	0.06	0.07
AA-AC	0.14	6.00	**160.04**	168.28	0.16	0.00	0.69	3.91	0.01	0.05	0.10	0.11
AB-AC	0.08	4.00	**107.70**	114.30	0.11	0.00	0.54	3.29	0.00	0.03	0.05	0.06
AC-BALL#5	0.16	6.00	**160.04**	168.28	0.16	0.00	0.83	4.59	0.02	0.05	0.15	0.13
BALL#5-VIA	0.16	6.00	**160.04**	168.28	0.16	-0.00	0.81	4.50	0.02	0.05	0.14	0.13
AD-AF	0.12	6.00	**160.04**	168.28	0.16	0.00	0.52	3.23	0.01	0.04	0.07	0.08
AE-AF	0.09	4.00	**107.70**	114.30	0.11	-0.00	0.66	3.78	0.01	0.03	0.06	0.07
AF-BALL#6	0.15	6.00	**160.04**	168.28	0.16	-0.00	0.70	3.97	0.02	0.05	0.10	0.11
BALL#6-VIA	0.15	6.00	**160.04**	168.28	0.16	-0.00	0.77	4.31	0.02	0.05	0.13	0.12

DISEÑO DE COLECTORES DE AGUAS LLLUVIAS

Tramo	Diámetro Calculado	Diámetro comercial	Diámetro interno mínimo	Diámetro Exterior	Do	ERROR $Q_T - Q_D$	y/do	Θ	A	R	D	Y_n
	m	mm -pulg	(mm)	(mm)	(m)	m3/seg	(-)	(Rad)	(m2)	(m)	(m)	(m)
AG-AI	0.08	4.00	**107.70**	114.30	0.11	-0.00	0.49	3.10	0.00	0.03	0.04	0.05
AH-AI	0.10	4.00	**107.70**	114.30	0.11	-0.00	0.79	4.35	0.01	0.03	0.09	0.08
AI-BALL#7	0.12	6.00	**160.04**	168.28	0.16	-0.00	0.50	3.14	0.01	0.04	0.06	0.08
BALL#7-VIA	0.12	6.00	**160.04**	168.28	0.16	0.00	0.54	3.30	0.01	0.04	0.07	0.09
AJ-BALL#8	0.06	4.00	**107.70**	114.30	0.11	-0.00	0.34	2.48	0.00	0.02	0.03	0.04
BALL#8-VÍA	0.06	4.00	**107.70**	114.30	0.11	-0.00	0.34	2.48	0.00	0.02	0.03	0.04
AK-BALL#9	0.09	4.00	**107.70**	114.30	0.11	-0.00	0.54	3.31	0.01	0.03	0.05	0.06
BALL#9-VÍA	0.08	4.00	**107.70**	114.30	0.11	0.00	0.49	3.10	0.00	0.03	0.04	0.05
AL-BALL#10	0.09	4.00	**107.70**	114.30	0.11	-0.00	0.50	3.14	0.00	0.03	0.04	0.05
BALL#10-VÍA	0.08	4.00	**107.70**	114.30	0.11	0.00	0.50	3.12	0.00	0.03	0.04	0.05
R1-CALL1	0.20	10.00	**227.00**	250.00	0.23	-0.00	0.63	3.67	0.03	0.06	0.12	0.14
R2-CALL1	0.19	10.00	**227.00**	250.00	0.23	-0.00	0.60	3.55	0.03	0.06	0.11	0.14
CALL1-POZO EYECTOR	0.25	12.00	**284.00**	315.00	0.28	-0.00	0.66	3.78	0.04	0.08	0.16	0.19

DISEÑO DE COLECTORES DE AGUAS LLUVIAS

Tramo	$Q_{ESTIMADO}$	ERROR $Q_T - Q_D$	Velocidad	Verificacion velocidad	t	Verificación t > 1.5 N/m^2	NF	Ver. Rango 0.9-1.1
	m3/seg	m3/seg	m/s	(-)	N/m2	STATUS	-	(-)

DISEÑO DE COLECTORES DE AGUAS LLUVIAS

Tramo	$Q_{ESTIMADO}$	ERROR $Q_T - Q_D$	Velocidad	Verificacion velocidad	t	Verificación t > 1.5 N/m^2	NF	Ver. Rango 0.9-1.1
	m3/seg	m3/seg	m/s	(-)	N/m2	STATUS	-	(-)
A -C	0.01	0.00	1.03	CUMPLE	2.22	CUMPLE	1.21	O.K.
B-C	0.01	0.00	1.03	CUMPLE	2.22	CUMPLE	1.21	O.K.
C-BALL#1	0.01	0.00	1.25	CUMPLE	2.96	CUMPLE	1.47	O.K.
D-BALL#1	0.01	0.00	1.03	CUMPLE	2.21	CUMPLE	1.21	O.K.
BALL#1´-BALL#1	0.02	0.00	1.27	CUMPLE	2.87	CUMPLE	1.09	O.K.
BALL#1´-VIA	0.02	0.00	1.27	CUMPLE	2.87	CUMPLE	1.09	O.K.
E -G	0.01	0.00	1.03	CUMPLE	2.21	CUMPLE	0.90	O.K.
F-G	0.01	0.00	1.04	CUMPLE	2.25	CUMPLE	1.06	O.K.
G-I	0.02	0.00	1.30	CUMPLE	3.12	CUMPLE	1.41	O.K.
H-I	0.01	0.00	0.99	CUMPLE	2.08	CUMPLE	1.33	O.K.
I-BALL#2	0.02	0.00	1.35	CUMPLE	3.34	CUMPLE	1.20	O.K.
J-BALL#2	0.00	0.00	0.80	CUMPLE	1.53	CUMPLE	1.47	O.K.
BALL#2 -BALL#2´	0.02	0.00	1.39	CUMPLE	3.32	CUMPLE	1.08	O.K.
BALL#2´ -VIA	0.02	0.00	1.39	CUMPLE	3.32	CUMPLE	1.08	O.K.
K-M	0.00	0.00	1.07	CUMPLE	1.79	CUMPLE	1.71	O.K.
L-M	0.00	0.00	1.07	CUMPLE	1.79	CUMPLE	1.71	O.K.
M#BALL#3	0.01	0.00	1.11	CUMPLE	2.48	CUMPLE	1.56	O.K.
N-P	0.00	0.00	1.07	CUMPLE	1.78	CUMPLE	1.72	O.K.
O-P	0.00	0.00	1.07	CUMPLE	1.78	CUMPLE	1.72	O.K.
P-BALL#3	0.01	0.00	1.11	CUMPLE	2.46	CUMPLE	1.56	O.K.
BALL#3 -BALL#3´	0.01	0.00	0.90	CUMPLE	1.58	CUMPLE	1.14	O.K.
BALL#3´ -VIA	0.01	0.00	0.90	CUMPLE	1.58	CUMPLE	1.14	O.K.
R-S	0.00	0.00	1.10	CUMPLE	1.85	CUMPLE	1.70	O.K.
Q-S	0.00	0.00	1.10	CUMPLE	1.85	CUMPLE	1.70	O.K.
S-BALL#4	0.01	0.00	1.14	CUMPLE	2.57	CUMPLE	1.54	O.K.
BALL#4-BALL#4´	0.01	0.00	0.90	CUMPLE	1.65	CUMPLE	1.09	O.K.
BALL#4´-VIA	0.01	0.00	0.90	CUMPLE	1.65	CUMPLE	1.09	O.K.
T -V	0.01	0.00	0.96	CUMPLE	2.00	CUMPLE	1.37	O.K.
U-V	0.01	0.00	0.96	CUMPLE	2.00	CUMPLE	1.37	O.K.

DISEÑO DE COLECTORES DE AGUAS LLUVIAS

Tramo	$Q_{ESTIMADO}$	ERROR $Q_T - Q_D$	Velocidad	Verificacion velocidad	t	Verificación t > 1.5 N/m^2	NF	Ver. Rango 0.9-1.1
	m3/seg	m3/seg	m/s	(-)	N/m2	STATUS	-	(-)
V-Y	0.01	0.00	1.15	CUMPLE	2.60	CUMPLE	1.54	O.K.
X-Y	0.00	0.00	0.83	CUMPLE	1.59	CUMPLE	1.07	O.K.
Y-AA	0.01	0.00	1.23	CUMPLE	2.87	CUMPLE	1.49	O.K.
Z-AA	0.01	0.00	1.00	CUMPLE	2.10	CUMPLE	1.32	O.K.
AA-AC	0.02	0.00	1.33	CUMPLE	3.23	CUMPLE	1.34	O.K.
AB-AC	0.00	0.00	0.94	CUMPLE	1.93	CUMPLE	1.40	O.K.
AC-BALL#5	0.02	0.00	1.35	CUMPLE	3.34	CUMPLE	1.12	O.K.
BALL#5-VIA	0.02	0.00	1.38	CUMPLE	3.34	CUMPLE	1.18	O.K.
AD-AF	0.01	0.00	1.02	CUMPLE	2.02	CUMPLE	1.27	O.K.
AE-AF	0.01	0.00	0.93	CUMPLE	1.83	CUMPLE	1.19	O.K.
AF-BALL#6	0.02	0.00	1.11	CUMPLE	2.33	CUMPLE	1.10	O.K.
BALL#6-VIA	0.02	0.00	1.00	CUMPLE	1.90	CUMPLE	0.90	O.K.
AG-AI	0.00	0.00	0.75	CUMPLE	1.30	CUMPLE	1.18	O.K.
AH-AI	0.01	0.00	0.86	CUMPLE	1.60	CUMPLE	0.94	O.K.
AI-BALL#7	0.01	0.00	0.99	CUMPLE	1.96	CUMPLE	1.26	O.K.
BALL#7-VIA	0.01	0.00	0.90	CUMPLE	1.65	CUMPLE	1.09	O.K.
AJ-BALL#8	0.00	0.00	0.75	CUMPLE	1.19	CUMPLE	1.47	O.K.
BALL#8-VÍA	0.00	0.00	0.75	CUMPLE	1.19	CUMPLE	1.47	O.K.
AK-BALL#9	0.00	0.00	0.78	CUMPLE	1.11	CUMPLE	1.14	O.K.
BALL#9-VÍA	0.00	0.00	0.88	CUMPLE	1.04	CUMPLE	1.38	O.K.
AL-BALL#10	0.00	0.00	0.88	CUMPLE	1.06	CUMPLE	1.36	O.K.
BALL#10-VÍA	0.00	0.00	0.89	CUMPLE	1.05	CUMPLE	1.39	O.K.
R1-CALL1	0.04	0.00	1.36	CUMPLE	3.16	CUMPLE	1.24	O.K.
R2-CALL1	0.03	0.00	1.34	CUMPLE	3.09	CUMPLE	1.26	O.K.
CALL1-POZO EYECTOR	0.07	0.00	1.59	CUMPLE	4.03	CUMPLE	1.26	O.K.

- **Calculo canales cubierta**

DISEÑO CUNETA RECTANGULAR													
Tramo	Área Drenada	Pendiente (Sw)	Intensidad	Caudal (Q)		Base (B)	Tirante (Y)	Área M. (A)	Perímetro M. (P)	Profundidad H. (D)	Radio H. (R)	Caudal (Q)	
	(m2)	(%)	(mm/h)	(m3/s)	L/s	(m)	(m)	(m2)	(m)	(m)	(m)	(m3/s)	L/s
C1	34.66	0.20	158.28	0.002	1.525	0.30	0.02	0.01	0.35	0.02	0.02	0.002	1.526
C2	88.82	0.20	158.28	0.004	3.908	0.30	0.04	0.01	0.39	0.04	0.03	0.004	3.908
C3	90.78	0.20	158.28	0.004	3.994	0.30	0.04	0.01	0.39	0.04	0.03	0.004	3.995

- **Calculo canales rejillas.**

DISEÑO CUNETA REJILLAS																	
Tramo	Area Drenada	Pendiente (Sw)	Intensidad	Caudal (Q)		Base (B)	Tirante (Y)	Area M. (A)	Perímetro M. (P)	Profundidad H. (D)	Radio H. (R)	Caudal (Q)		Error (Qc-Qr)	Velocidad	Esfuerzo C.	Numero F.
	(m2)	(%)	(mm/h)	(m3/s)	L/s	(m)	(m)	(m2)	(m)	(m)	(m)	(m3/s)	L/s	(m3/s)	(m/s)	(N/m2)	(-)
R1	828.30	1.00	158.28	0.036	36.44	0.30	0.10	0.03	0.50	0.10	0.06	0.036	36.44	0.000	1.19	6.0	1.19
R2	770.96	1.00	158.28	0.034	33.92	0.30	0.10	0.03	0.49	0.10	0.06	0.034	33.92	0.000	1.16	5.8	1.19