6.3. Cálculo de domiciliaria de alcantarillado

Ilustración 2 Dimensionamiento de la red domiciliaria

Aparatos	No de aparatos	UNIDADES		Q
		PROPIAS	ACUM	L/S
WC	5	8	40	10.452
SF	4	2	8	1.36
LM	5	2	10	1.6886
UR	0	8	0	0

Fuente: Cálculos del consultor

PUNTO			CAUDAL			DIMENSION			PENDIT.	DISEÑO			Q/Qo	d/Do	V/Vo	d	V
TRAMO	Aparatos	No de aparatos	UNIDADES		Q	L	D	D real	S	Qo	Vo	F1					
			PROPIAS	ACUM	L/S	m	pulg	pulg	%	l/s	m/s	kg/m2					m/s
	DOMICILIARIA 1			58	13.501	0.35	6	6.3008	1.5	32.02	1.59	0.60	0.42	0.403	0.821	0.064	1.307

6.4. Dimensionamiento de aparatos sanitarios

PUNTO		CAUDAL			DIMENSION		PENDIT.	DISEÑO			Q/Qo	d/Do	V/Vo	d	V	NF	CAIDA
TRAMO		UNIDADES		Q	D	D real	S	Qo	Vo	F1							DH
	Aparatos	PROPIAS	ACUM	L/S	pulg	pulg	%	l/s	m/s	kg/m2					m/s		m
									> 0,6 ok	> 0,15 ok		< 0,5 ok			0,9>NF Y NF>1,1 ok		
															> 0,6 ok		
WC		8	8	1.36	4	4.2402	1.5	11.14	1.22	0.40	0.12	0.190	0.566	0.020	0.692	1.55	0.011
LM		2	2	0.34	2	2.1449	1.5	1.81	0.78	0.20	0.19	0.242	0.634	0.013	0.492	1.37	0.011
			10	1.6886	4	4.2402	1.5	11.14	1.22	0.40	0.15	0.214	0.598	0.023	0.731	1.54	0.011
LM		2	2	0.34	2	2.1449	1.5	1.81	0.78	0.20	0.19	0.242	0.634	0.013	0.492	1.37	0.011
WC		8	8	1.36	4	4.2402	1.5	11.14	1.22	0.40	0.12	0.190	0.566	0.020	0.692	1.55	0.011
LM		2	2	0.34	2	2.1449	1.5	1.81	0.78	0.20	0.19	0.242	0.634	0.013	0.492	1.37	0.011
			22	5.7488	4	4.2402	1.5	11.14	1.22	0.40	0.52	0.469	0.869	0.051	1.062	1.51	0.011
WC		8	8	1.36	4	4.2402	1.5	11.14	1.22	0.40	0.12	0.190	0.566	0.020	0.692	1.55	0.011
LM		2	2	0.34	2	2.1449	1.5	1.81	0.78	0.20	0.19	0.242	0.634	0.013	0.492	1.37	0.011
LM		2	2	0.34	2	2.1449	1.5	1.81	0.78	0.20	0.19	0.242	0.634	0.013	0.492	1.37	0.011
WC		8	8	1.36	4	4.2402	1.5	11.14	1.22	0.40	0.12	0.190	0.566	0.020	0.692	1.55	0.011
BAN - 1			20	5.2262	4	4.2402	1.5	11.14	1.22	0.40	0.47	0.435	0.852	0.047	1.042	1.54	0.011
SF		2	10	1.6886	3	3	1.5	4.43	0.97	0.29	0.38	0.375	0.793	0.029	0.770	1.45	0.011
DOMICILIARIA			58	15.156	6	6.3008	1.5	32.02	1.59	0.60	0.47	0.438	0.855	0.070	1.361	1.64	0.011

7. DISEÑO DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS

7.1. Método Racional

Es un modelo empírico simple utilizado en el diseño de sistemas de drenaje urbano con áreas relativamente pequeñas. Se calcula el caudal pico de aguas lluvias utilizando la intensidad media del

evento de precipitación, con una duración igual al tiempo de concentración del área de drenaje y un coeficiente de impermeabilidad.

El caudal pico ocurre cuando toda el área de drenaje está contribuyendo, para lo cual; dicho caudal es una fracción de la precipitación media bajo las siguientes suposiciones:

1. El caudal pico de escorrentía en cualquier punto es función directa del área tributaria de drenaje y de la intensidad de precipitación promedio durante el tiempo de concentración en ese punto.

2. El periodo de retorno del caudal pico es igual al periodo de retorno de la intensidad promedio de precipitación o evento de precipitación.

3. La lluvia se distribuye uniformemente sobre el área de drenaje.

4. La intensidad de la lluvia permanece constante durante un periodo de tiempo igual al tiempo de concentración.

5. El tiempo de concentración puede ocurrir en cualquier momento durante la lluvia, en el comienzo, en la mitad o en el final de esta.

6. El método racional supone que la relación entre la lluvia y la escorrentía es lineal.

7. El coeficiente de impermeabilidad es constante para lluvias de cualquier duración o frecuencia sobre el área de drenaje.

7.1.1. Áreas de drenaje

El valor del Área tributaria es medido según los planos urbanísticos y de levantamientos topográficos del terreno.

7.1.2. Tiempo de concentración

El tiempo de concentración está compuesto por el tiempo de entrada y el tiempo de recorrido en la tubería. El tiempo de entrada corresponde al tiempo requerido para que la escorrentía llegue al sumidero del tubo, mientras que el tiempo de recorrido se asocia con el tiempo de viaje o tránsito del agua dentro de la tubería. RAS D.4.4
El tiempo de concentración está establecido mediante la siguiente ecuación:

Donde:
Tc= Tiempo de concentración (Minutos).
Te= Tiempo de entrada (Minutos).
Tt= Tiempo de recorrido (Minutos).

7.2. Tiempo de Entrada, Te.

Es el tiempo que toma el flujo superficial para viajar de la parte más alejada de la subcuenca hasta el punto de entrada a la red. RAS D.4.4.

El tiempo de entrada se establece mediante la fórmula de la FAA de los estados Unidos:

Donde:
Te= Tiempo de entrada (Minutos).
C= Coeficiente de impermeabilidad (Minutos).
L= Longitud máxima de flujo de escorrentía superficial (m).
S= Pendiente promedio entre el punto más alejado y el punto de entrada a la red (m/m).

7.3. Tiempo de recorrido (Tt)

Es el que tarda el agua en recorrer la red de tuberías desde el punto de entrada hasta el punto de salida de la red. RAS D.4.3.7.2

El tiempo de recorrido en un colector se puede calcular como:

Donde:
Tt= Tiempo de recorrido (Minutos).
Lc= Longitud del colector (m).
Vr= Velocidad real de flujo (m/s).

El tiempo de recorrido se calcula para cada tramo de colector.

Dado que Tt debe corresponder a la velocidad real del flujo en el colector, el tiempo de concentración se determina mediante un proceso iterativo, tal como se describe a continuación:
1. Se supone un valor de la velocidad real en el colector.
2. Se calcula Tt.
3. Se calcula Te.
4. Se Obtiene Tc.
5. Se obtiene i para este valor de Tc y el periodo de retorno adoptado.
6. Se estima Q con el método racional.

7. Con este valor de Q, se estima Tt real; si el valor de Tt estimado en el paso 2 difiere en más de 10% por defecto o exceso con respecto al valor calculado en el paso 7, es necesario volver a repetir el proceso. En el presente diseño se calcula este parámetro por medio de un cálculo iterativo en hoja de Excel.

Con los valores del tiempo de concentración y periodo de retorno se obtiene el valor de i para cada tramo en las curvas de intensidad duración frecuencia.

- Parámetros de diseño
- Periodo de retorno= 5 años
- Material PVC
- Ecuación

$$Q = 1.74 \times r^{5/3} \times d^{8/3}$$

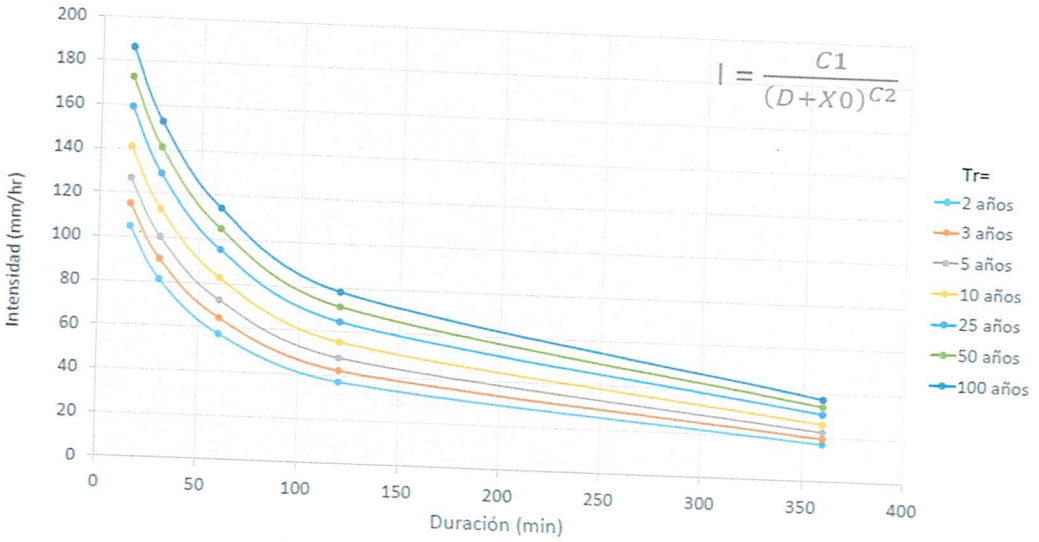
7.4. Parámetros de Diseño

- Tubería PVC Novafort
- n Manning 0.01
- Cálculo por fuerza tractiva
- Curvas IDF Estación Gustavo Artunduaga Paredes
- Calculo de caudales a través del Método Racional
- Periodo de retorno 5 años
- Intensidad de diseño 113 mm/hora

1.1.1. Curvas IDF

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

CURVAS INTENSIDAD DURACION FRECUENCIA - IDF
ESTACIÓN: APTO G ARTUNDUAGA (FLORENCIA)
CODIGO: 4403502



TR (años)	C1	X0	C2
2	2064.122	25.133	0.807
3	2319.346	27.285	0.802
5	2627.925	29.515	0.799
10	3045.511	32.074	0.798
25	3612.276	34.951	0.798
50	4056.438	36.856	0.799
100	4514.455	38.579	0.801

D (min)	$I_{TR=2}$	$I_{TR=3}$	$I_{TR=5}$	$I_{TR=10}$	$I_{TR=25}$	$I_{TR=50}$	$I_{TR=100}$
15	105.0	115.2	126.6	141.0	159.0	172.5	185.8
30	80.9	90.2	100.5	113.6	130.0	142.3	154.4
60	57.8	64.8	72.6	82.4	94.8	104.0	113.2
120	36.7	42.0	47.9	55.2	64.5	71.4	78.3
360	17.1	19.7	22.6	26.2	30.8	34.2	37.6

7.4.1. MÉTODO RACIONAL

El método racional, el cual empezó a utilizarse alrededor de la mitad del siglo XIX, es probablemente el método más ampliamente utilizado hoy en día para el diseño de alcantarillados de aguas lluvias (Pilgrim,1986; Linsley,1986). A pesar de que han surgido críticas válidas acerca de lo adecuado de este método, se sigue utilizando para el diseño de alcantarillados debido a su simplicidad. Una vez que se ha seleccionado la distribución y se han determinado los tamaños de las tuberías por el método racional, la bondad del sistema puede verificarse utilizando un tránsito dinámico de los hidrogramas de caudal a través del sistema.

La idea detrás del método racional es que, si una lluvia con intensidad i empieza en forma instantánea y continua en forma indefinida, la tasa de escorrentía continuará hasta que se llegue al tiempo de concentración te, en el cual toda la cuenca está contribuyendo al flujo en la salida. El producto de la intensidad de lluvia "i" y el área de la cuenca A es el caudal de entrada al sistema, i A,Y la relación entre este Caudal y el caudal pico Q (que ocurre enel tiempo te) se conoce como el coeficiente de escorrentía

$$Q = CiA$$

Comúnmente, Q está dado en pies cúbicos por segundo (cfs), i en pulgadas por hora y A en acres, por lo cual el factor de conversión (1cfs=1.008 acre.pulg/hora) se considera incluido en el coeficiente de escorrentía. La duración utilizada para la determinación de la intensidad de precipitación de diseño i es el tiempo de concentración en la cuenca.
En áreas urbanas, el área de drenaje usualmente está compuesta de sub áreas o sub cuencas de diferentes características superficiales. Como resultado, se requiere un análisis compuesto que tenga en cuenta las diferentes características superficiales. Las áreas de las sub cuencas se denominan como Aj y los coeficientes de escorrentía para cada una de ellas se denominan como la escorrentía pico se calcula al utilizar la siguiente forma de la fórmula racional:

$$Q = i \sum_{j=1}^{m} C_j A_j$$

Característica de la superficie	Periodo de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto/techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
Condición promedio (cubierta de pasto del 50 al 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58

8. SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE INCENDIOS[1]

Un sistema de protección contra incendios está conformado principalmente por las fuentes de abastecimiento, estación de bombeo, líneas de distribución, equipos de detección de humo o fuego y los elementos de supresión. Diseñadas para controlar el fuego y en algunas ocasiones detenerlo, en caso de hacerlo debe actuar de tal manera que proteja a las personas y las instalaciones.

Localmente se cuenta con reglamentos y acuerdos ministeriales, donde el cuerpo de bomberos de cada localidad son los encargados de verificar su cumplimiento. Estas normativas están orientadas a controles proactivos que evitan el inicio del fuego o su propagación y controles reactivos que son sobre el uso de extintores, rociadores y gabinetes contra incendio.

Los sistemas de tuberías secas, consiste en sistemas de rociadores abiertos, conectados a ramales de tuberías normales llenos de aire presión o completamente vacíos, al momento de accionarse el elemento detector automático o detección humana, este envía una señal que apertura las válvulas de diluvio para los rociadores en la línea de suministro de agua, haciendo que el agua fluya por los ramales y se descargue a través de los rociadores.

Los siguientes sistemas permiten la protección de la edificación o construcción contra incendios:

Sistema de Agua. Su mecanismo consiste en quitar calor al fuego ya que toma grandes cantidades de calor al evaporarse, es el agente extintor más empleado, debido a su abundancia y a su relativo bajo costo. Es utilizado en fuegos clase A25.

- Sistemas Secos o Pre-acción. Se utilizan en zonas de riesgo ordinario y extra como cuartos eléctricos y refrigerados, es apto para fuegos clase A y C.
- Sistema de Espumas. Se usan en riesgos especiales donde se almacenan combustibles, líquidos inflamables y algunas sustancias químicas, son aptos para fuego clase B.

- Sistema de Agentes Limpios. Se usan en riesgos especiales en donde no puede haber conductividad eléctrica durante la extinción y en donde el agente extintor no pueda producir residuos o dañe el material almacenado. Estos sistemas se utilizan generalmente en cuartos de datos, museos y librerías, aptos para fuegos clase A, C y D2

[1] PROAÑO ANDRES. Diseño moderno de sistemas de agua para protección contra incendios. Quito. 2012.

8.1. DISEÑO DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA DE TUBERÍAS

Teniendo en cuenta la distribución efectuada anteriormente, con el fin de abarcar la totalidad de área en riesgo, se propondrá la siguiente geometría de red.

Tabla 5 Requisitos de Suministro de Agua para Sistemas de Rociadores

Clasificación de la Ocupación	Presión Residual Mínima Requerida	Flujo en la tubería vertical de alimentación	Duración en Minutos
Riesgo Leve	15 psi	500 - 750 gpm	30 - 60
Riego Ordinario	20 psi	850 - 1500 gpm	60 - 90

Fuente: Standar for the Installation of Sprinkler Systems. EEUU, 1996

Tabla 6 Dimensionamiento de la red

Acero		Cobre	
1"	2 rociadores	1"	2 rociadores
1-1/4"	3 rociadores	1-1/4"	3 rociadores
1-1/2"	5 rociadores	1-1/2"	5 rociadores
2"	10 rociadores	2"	12 rociadores
2-1/2"	30 rociadores	2-1/2"	40 rociadores
3"	60 rociadores	3"	65 rociadores
3-1/2"	100 rociadores	3-1/2"	115 rociadores
4"	Ver sección 4.2	4"	Ver sección 4.2

Fuente: NFPA Norma 13 Tabla 6-5.2.2

8.1.1. Caudal necesario para la red de rociadores

$$Q_{TR} = A_d \times \rho$$

8.2. Cálculo de equipo de bombeo de red contra incendios

Caudal	978.00	GPM	
Eficiencia	γ	9.81	KN/m3
Altura total	Ht	30	
	ε	0.75	
P		24.21	KW
P		32.47	HP

$$P_1 = \frac{\gamma Q H_t}{\mathcal{E}}$$

$$P = \frac{9.81\ {}^{KN}/_{m^3} \times \left(\frac{61.70}{1000}\right) \times (30m)}{0.7} = 24.21\ KW \rightarrow 32.47\ HP$$

9. DISEÑO DE LA RED

- Tubería ACERO AL CARBÓN SH-10.
- Presión de servicio en el 10 mca.
- Modelo de cálculo de pérdidas por fricción Epanet 2.0

EPANET es un programa de ordenador que realiza simulaciones en periodo extendido del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de distribución a presión. En general, una red consta de tuberías, nudos (conexiones entre tuberías), bombas, válvulas y tanques de almacenamiento o depósitos. EPANET determina el caudal que circula por cada una de las conducciones, la presión en cada uno de los nudos, el nivel de agua en cada tanque y la concentración de diferentes componentes químicos a través de la red durante un determinado periodo de simulación analizado en diferentes intervalos de tiempo. Además del conocimiento de la concentración de diferentes componentes químicos, es posible determinar el tiempo de permanencia del agua en las tuberías, así como estudios de la procedencia del agua en cada punto de la red.

EPANET está diseñado para ser una herramienta de desarrollo en el aumento del conocimiento relacionado con el movimiento y el destino de los constituyentes del agua en una red de distribución.