



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y DE LA CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

**“EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LAS PRECIPITACIONES EN EL
ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LAS PARROQUIAS CHIGÜILPE, RÍO
VERDE Y RÍO TOACHI, DE LA CIUDAD DE SANTO DOMINGO ENTRE
LOS AÑOS 1999 Y 2019”**

TUTOR: ING. MASABANDA CAISAGUANO, MARCO VINICIO PhD.

AUTOR: CAJAS QUIÑONEZ, JAIRO DAMIAN.





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Contenido

ANTECEDENTES

PLATEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

CARACTERIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO

MANEJO DE DATOS DE PRECIPITACIÓN

EVALUACION DEL SISTEMA ACTUAL

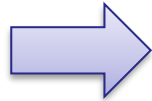
DISEÑO DEL NUEVO SISTEMA DE ALCANTARILLADO

PRESUPUESTO REFERENCIAL

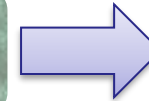


Antecedentes

Navarro (2021)

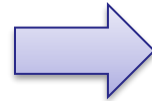


Afectaciones en el área urbana causadas por el agua

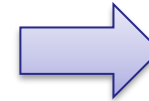


Malos diseños de drenaje sanitario

Carlos Tucci (2016)

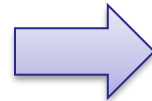


Procesos de urbanización

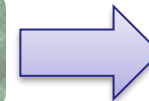


Impactos en la infraestructura urbana,

GADM-SD (2015)



Plan de desarrollo y ordenamiento territorial



Diseños y rediseños de sistemas de drenaje pluvial



Planteamiento del problema

Fecha	Evento	Observación
Enero, 2012	Inundación	El día sábado desde las 07:00 horas se registró una precipitación de cerca de 84mm, que dejó como resultado la inundación de varias cooperativas en la ciudad de Santo Domingo, moradores cercanos al río Pove indicaron que las alcantarillas son demasiado pequeñas como para desfogar tanta agua, lo que ocasiona que las calles se inunden (La Hora, 2012).
Mayo, 2016	Desbordamiento del río Pove	Según informes presentados por el gobierno, las tres parroquias que más se vieron afectadas por el desbordamiento del río fueron; las parroquias urbanas más grandes de Santo Domingo entre ellas la Río Verde. Se pudo cuantificar los daños materiales que dejó este evento, Walter Molina indicó que "debido a las fuertes precipitaciones estas zonas siempre serán propensas a inundaciones " (El Comercio, 2016).
Febrero, 2017	Inundación	Según el informe del INAMHI emitido por el Gobierno provincial de Santo Domingo las precipitaciones registradas rondan los 40-46mm. Debido a las intensas lluvias dos sectores de Santo Domingo fueron afectados lo que ocasionó el cierre de un tramo de la vía Esmeraldas sector del terminal terrestre (El Diario, 2017).
Marzo, 2019	Desbordamiento del río Pove	Unas 45 viviendas se vieron afectadas luego del fuerte temporal que ocasionó el colapso del sistema de alcantarillado y el desbordamiento del río Pove. La noche del 22 de marzo las fuertes precipitaciones dejaron bajo el agua a varias zonas de la parroquia urbana Río Verde, Río Toachi y Chigüilpe (La Hora, 2019).
Abril, 2020	Desbordamiento del río Pove	En el sector Las Palmeras perteneciente a la parroquia urbana Río Verde se produjo el desbordamiento del río debido a la gran cantidad de basura acumulada en el cauce y el taponamiento del alcantarillado pluvial el cual la gran parte del tiempo pasa colapsado según moradores del sector (Macarena, 2020).



Santo Domingo, enero 2012



Santo Domingo, mayo 2016



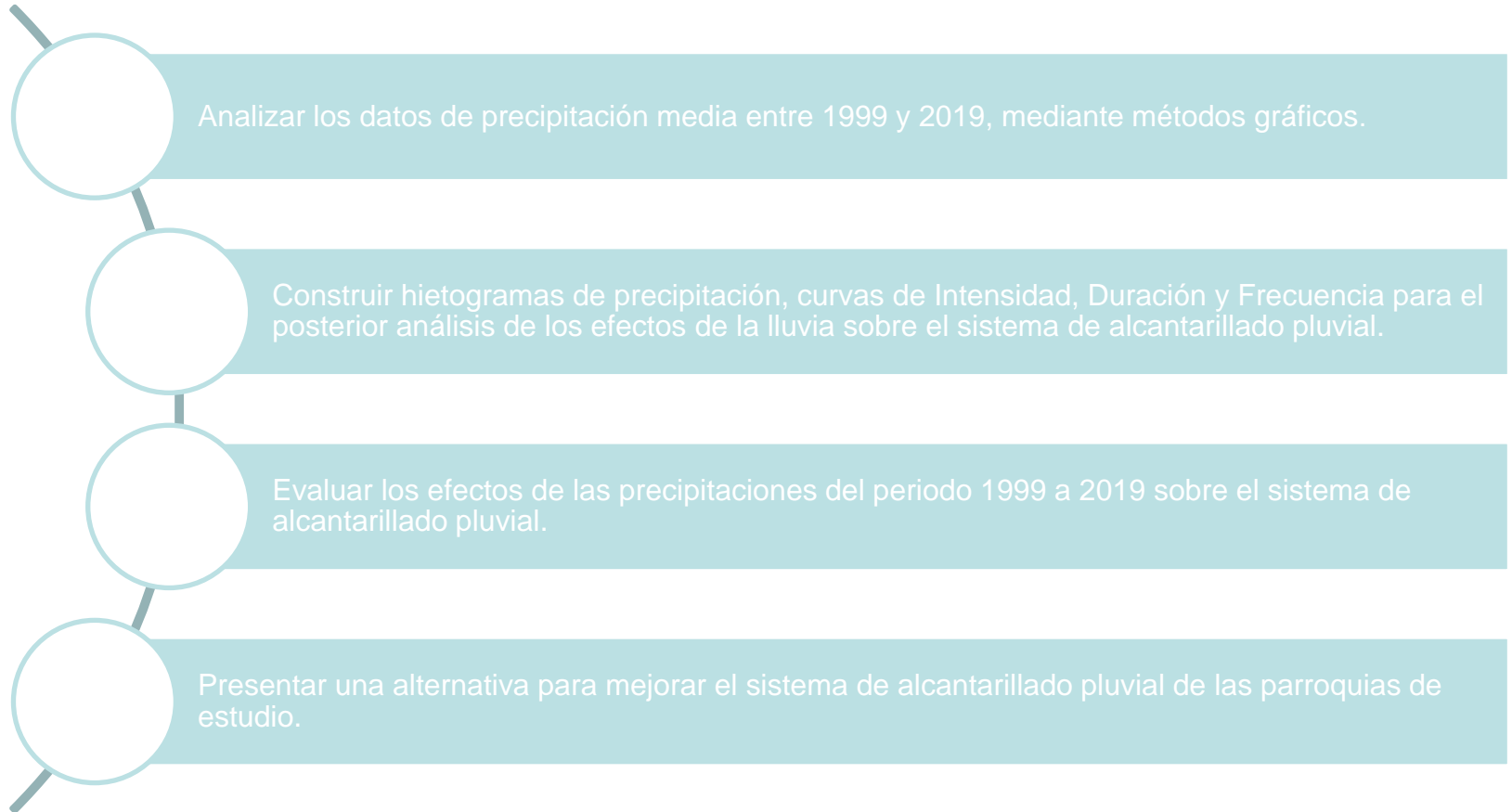
Santo Domingo, marzo 2019



Objetivo general

Realizar un análisis temporal de las precipitaciones entre 1999 y 2019, en las parroquias Chigüilpe, Río Verde y Río Toachi, de la ciudad de Santo Domingo, para evaluar los efectos en la red de alcantarillado pluvial.

Objetivo específico

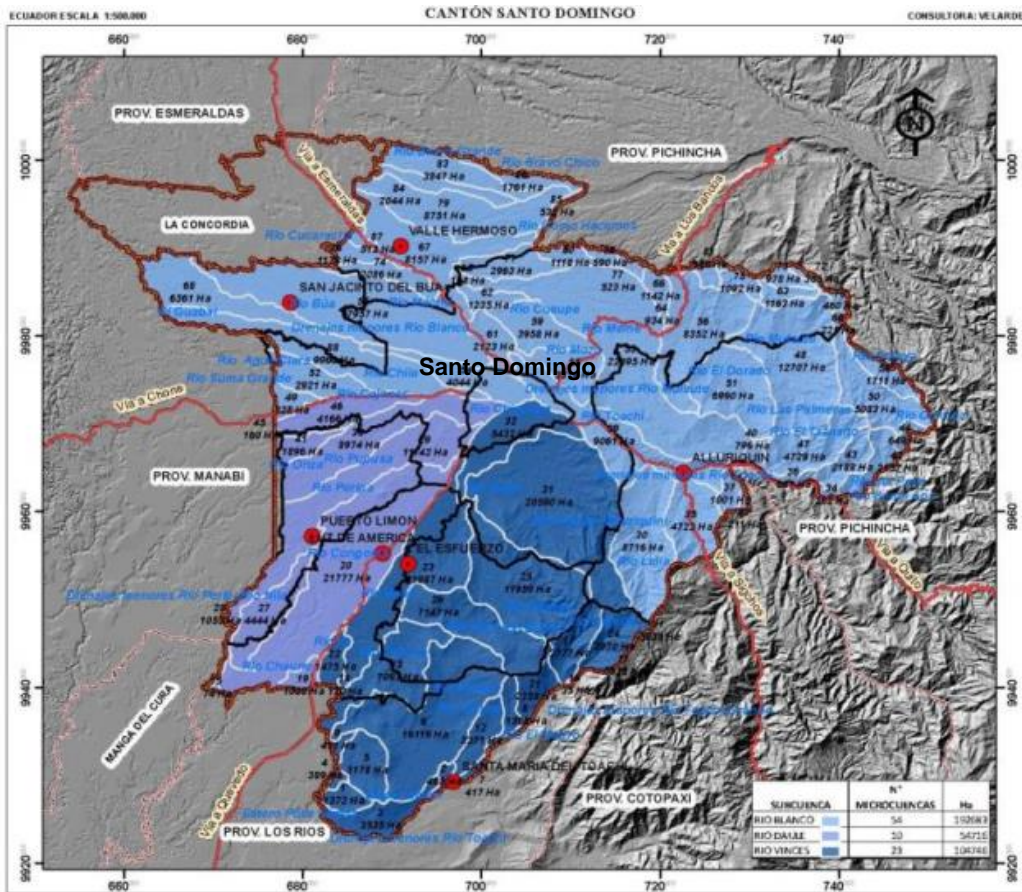


CARACTERISTICAS DEL CANTÓN SANTO DOMINGO



Situación Geográfica

El Cantón Santo Domingo se encuentra un punto estratégico que lo convierte en nexo de las ciudades de la costa con las ciudades de la sierra.



Ubicación

Fuente: (PDOT-SD, 2015)

Limites

Norte	Puerto Quito, Los Bancos
Sur	Buena Fe, Valencia
Este	Mejía, Quito
Oeste	El Carmen

Temperatura

Mínima	18,0 °C
Promedio	21,0 °C
Máxima	32,0 °C

Precipitación

(anual)

3800 mm anuales

Humedad

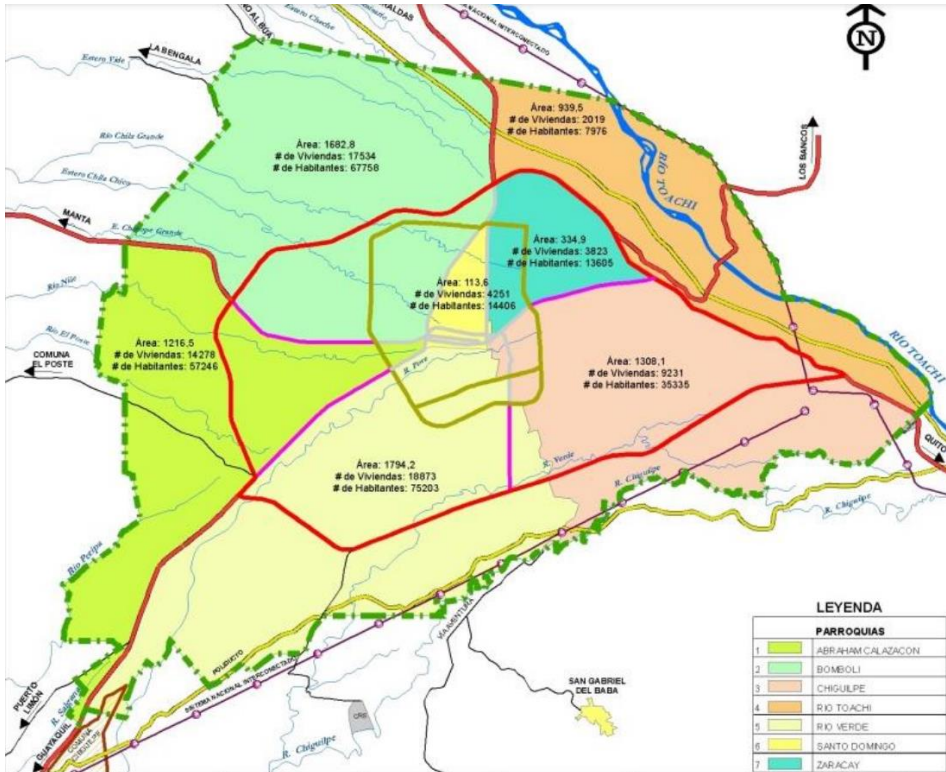
(promedio anual)

90%



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

División Urbana



Parroquias Urbanas

Santo Domingo	113.6 Ha
Zaracay	334.9 Ha
Río Toachi	939.5 Ha
Chiguilpe	1308.1 Ha
Río Verde	1794.2 Ha
Abraham Calazacón	1216.5 Ha
Bombolí	1682.8 Ha

División, parroquias urbanas

Fuente: (PDOT-SD, 2015)

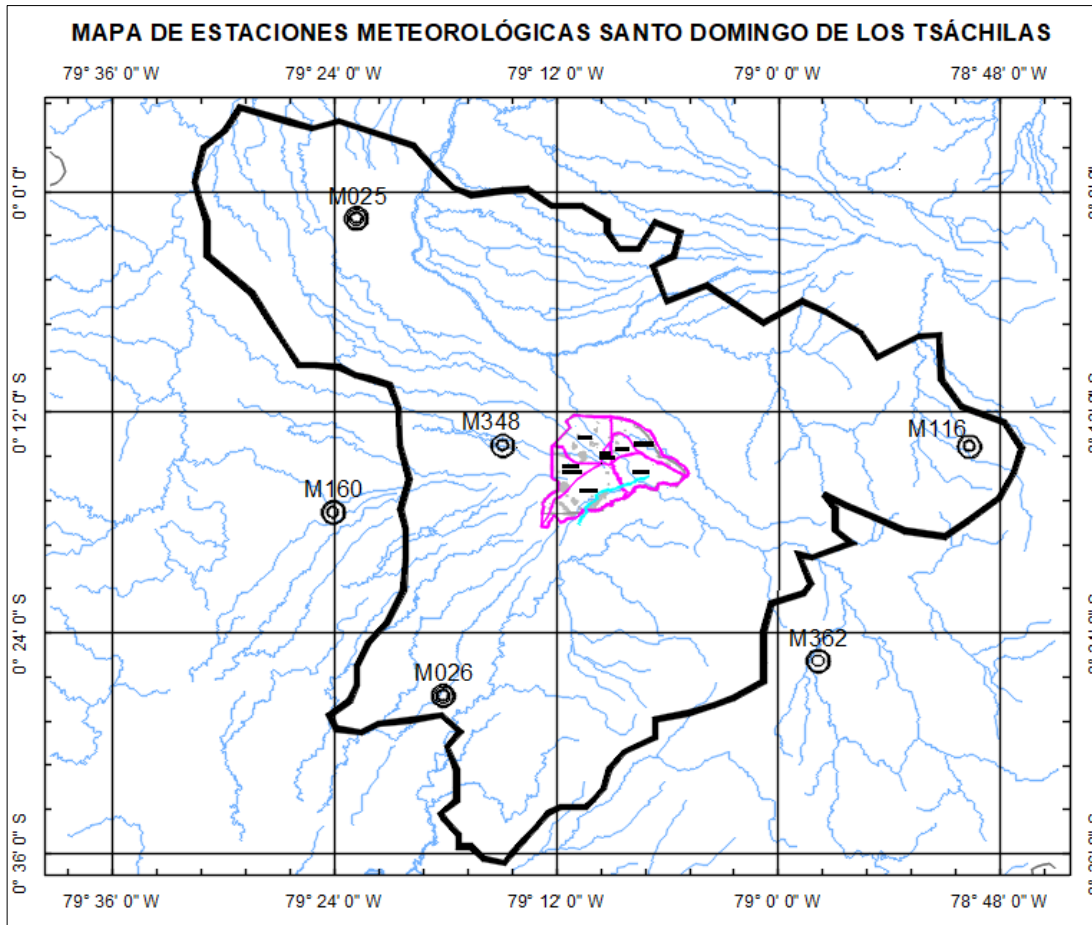


ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

MANEJO DE DATOS DE PRECIPITACIÓN



Manejo de Datos de Precipitación



En el área de la provincia encontramos activas 6 estaciones meteorológicas

Mapa de estaciones meteorológicas Santo Domingo de los Tsáchilas

Fuente: Elaborado por Autor



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Manejo de Datos de Precipitación

NOMBRE:		EL CARMEN											
CODIGO:		M0160											
PERIODO:	1999-2019	LATITUD:			0°15'35"	S	LONGITUD:		79°25'37"	W	ELEVACION:		260
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
1999	223,90	681,50	463,70	529,00	346,80		72,40	9,10	61,50	70,90	32,10	181,90	
2000	205,30	563,90	601,50	371,90	263,60	87,20	4,00	12,20	51,20	10,90	116,10		
2001	483,10	364,40	527,30	643,70	340,70	10,80	75,50	2,10	15,80	20,80	66,20		
2002	283,00	470,90	766,80	300,00	139,40	11,20	10,90	67,80	51,10	162,90	300,10		
2003		342,20											
2004													
2005													
2006													
2007													
2008	148,40												
2009	415,10	452,40	364,70	278,80	1,30	18,40	499,90						
2010	339,10	347,60											
2011	823,90	534,70	432,80	426,60	64,80	141,00	95,30	2,90	12,10	55,20	5,90	210,80	
2012	586,70	758,60	12,70	33,80									
2013	487,00	412,90	463,70	455,90	116,80								
2014	524,90	340,20	108,70	74,00	80,20	40,20	72,40	11,00	74,10				
2015	387,30	358,80	483,90	671,50	387,80	246,80	111,10	26,10	24,90	112,00	100,70	585,70	
2016	611,50	399,30	523,10	490,10	491,80	59,00	62,50	22,00	59,10	15,50	6,70	60,60	
2017	497,40	313,30	674,40	577,40	405,60	277,60	7,40	30,40	11,60	91,20	21,00	80,50	
2018	145,50	651,80	405,10	296,00	299,20	17,50	27,50	7,40	10,30	4,40	83,60	343,50	
2019			145,62	288,96	121,99	10,30	3,18	23,83	70,30				

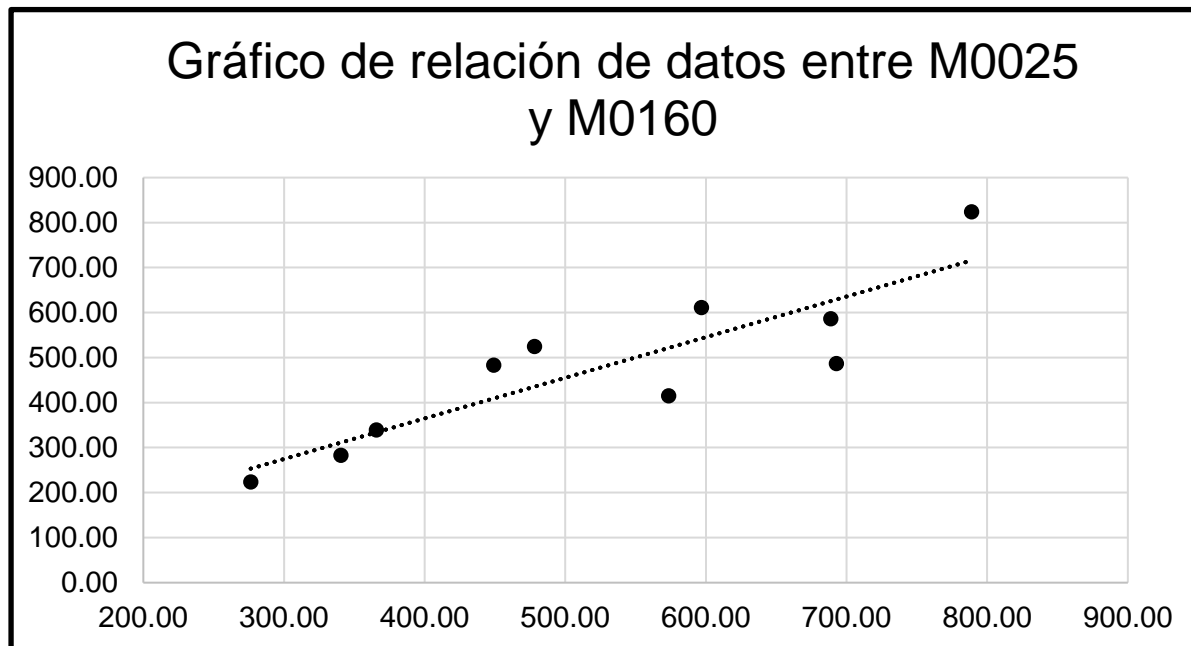
Como se observa en la tabla hay varios valores faltantes para ciertos años y meses

Datos de precipitaciones mensuales
Fuente: Anuario meteorológicos, INAMHI

Manejo de Datos de Precipitación

	M0025	M0160
1999	276.30	223.90
2000	156.70	205.30
2001	449.10	483.10
2002	340.50	283.00
2003	660.30	
2004	287.90	
2005	177.10	
2006	262.20	
2007	563.20	
2008	823.70	
2009	573.50	415.10
2010	365.70	339.10
2011	789.00	823.90
2012	688.80	586.70
2013	692.70	487.00
2014	478.20	524.90
2015	566.80	387.30
2016	596.90	611.50
2017	374.20	497.40
2018	255.30	145.50
2019	504.10	

$$A = 0.9025B + 3.9612$$



$$R = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x * \sigma_y}$$

$$R = 0.876013$$

$$R^2 = 0.7674 > 0.50$$

Manejo de Datos de Precipitación

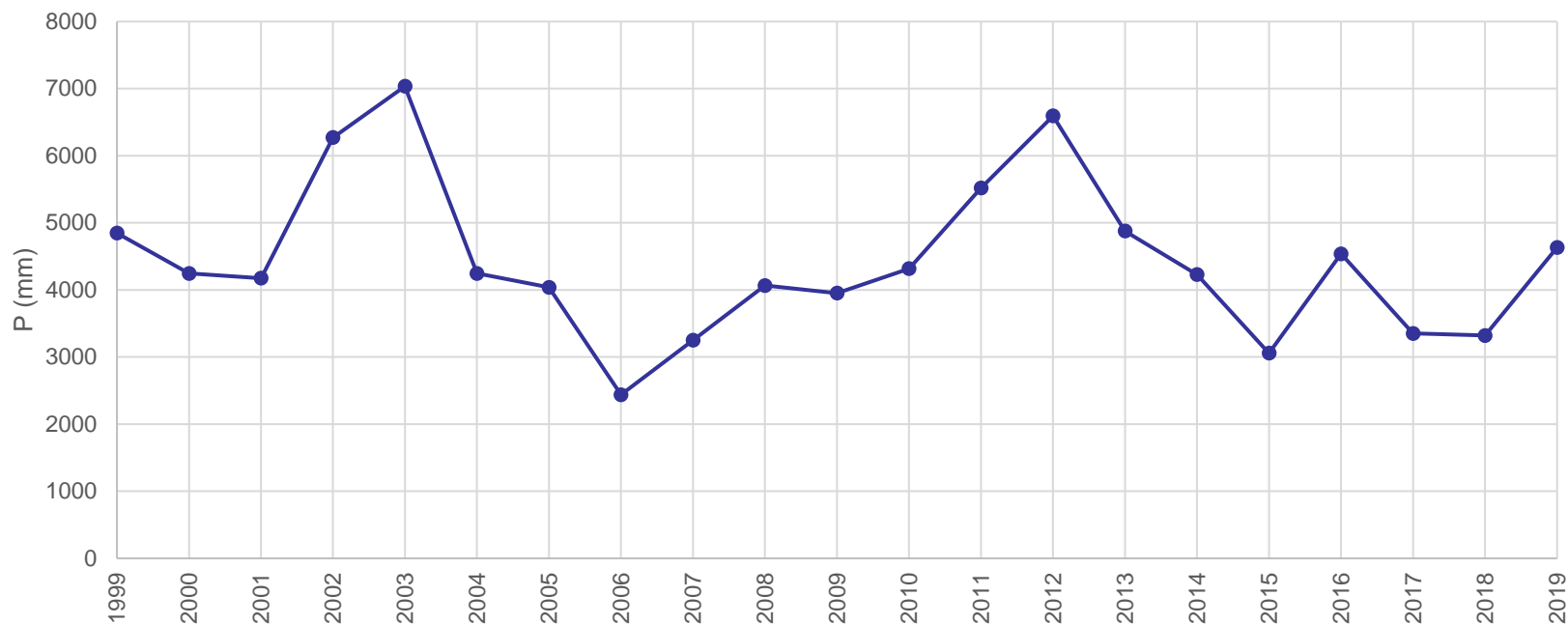
	M0025	M0160		M0025	M0160
1999	276.30	223.90		276.30	223.90
2000	156.70	205.30		156.70	205.30
2001	449.10	483.10		449.10	483.10
2002	340.50	283.00		340.50	283.00
2003	660.30			660.30	599.88
2004	287.90			287.90	263.79
2005	177.10			177.10	163.79
2006	262.20			262.20	240.60
2007	563.20			563.20	512.25
2008	823.70			823.70	747.35
2009	573.50	415.10		573.50	415.10
2010	365.70	339.10		365.70	339.10
2011	789.00	823.90		789.00	823.90
2012	688.80	586.70		688.80	586.70
2013	692.70	487.00		692.70	487.00
2014	478.20	524.90		478.20	524.90
2015	566.80	387.30		566.80	387.30
2016	596.90	611.50		596.90	611.50
2017	374.20	497.40		374.20	497.40
2018	255.30	145.50		255.30	145.50
2019	504.10			504.10	458.91

$$A = 0.9025B + 3.9612$$



Precipitaciones máximas mensuales de cada año

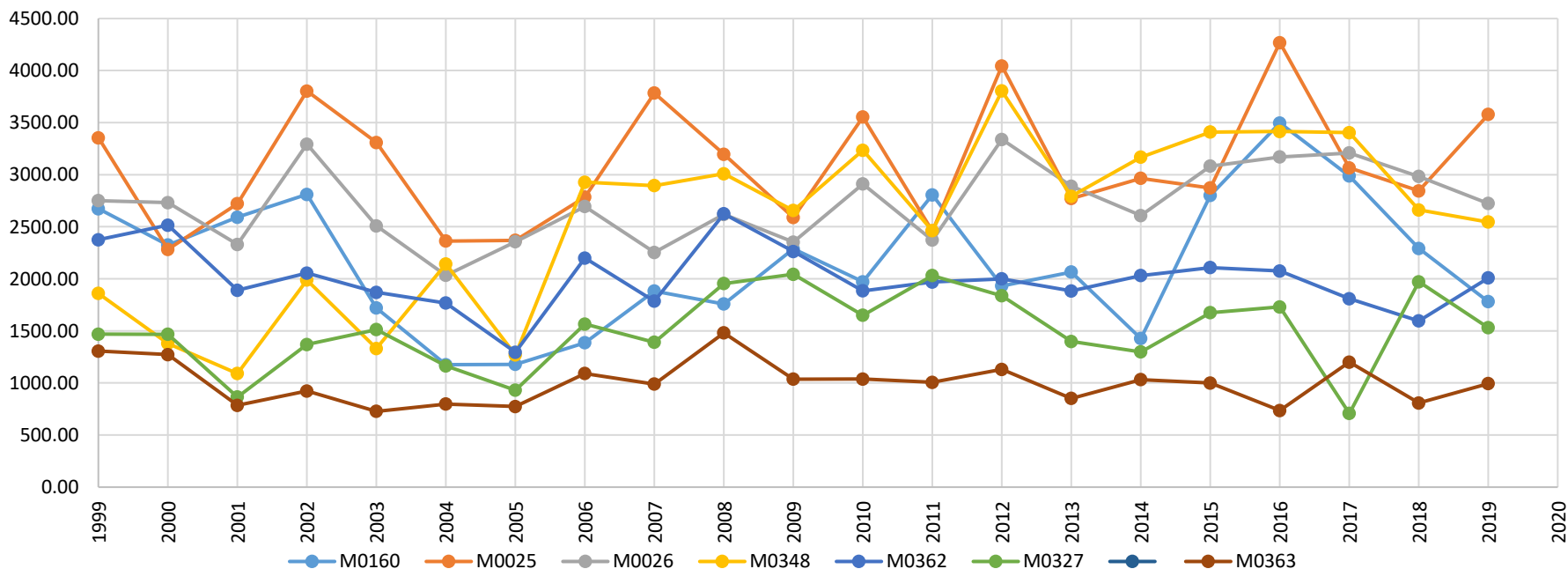
PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL EST. M0116



Como podemos observar para la estación M0116 tenemos precipitaciones que llegan hasta los 7000 mm anuales lo que es una cantidad bastante alta este valor elevado podría deberse al método para estimar datos faltantes

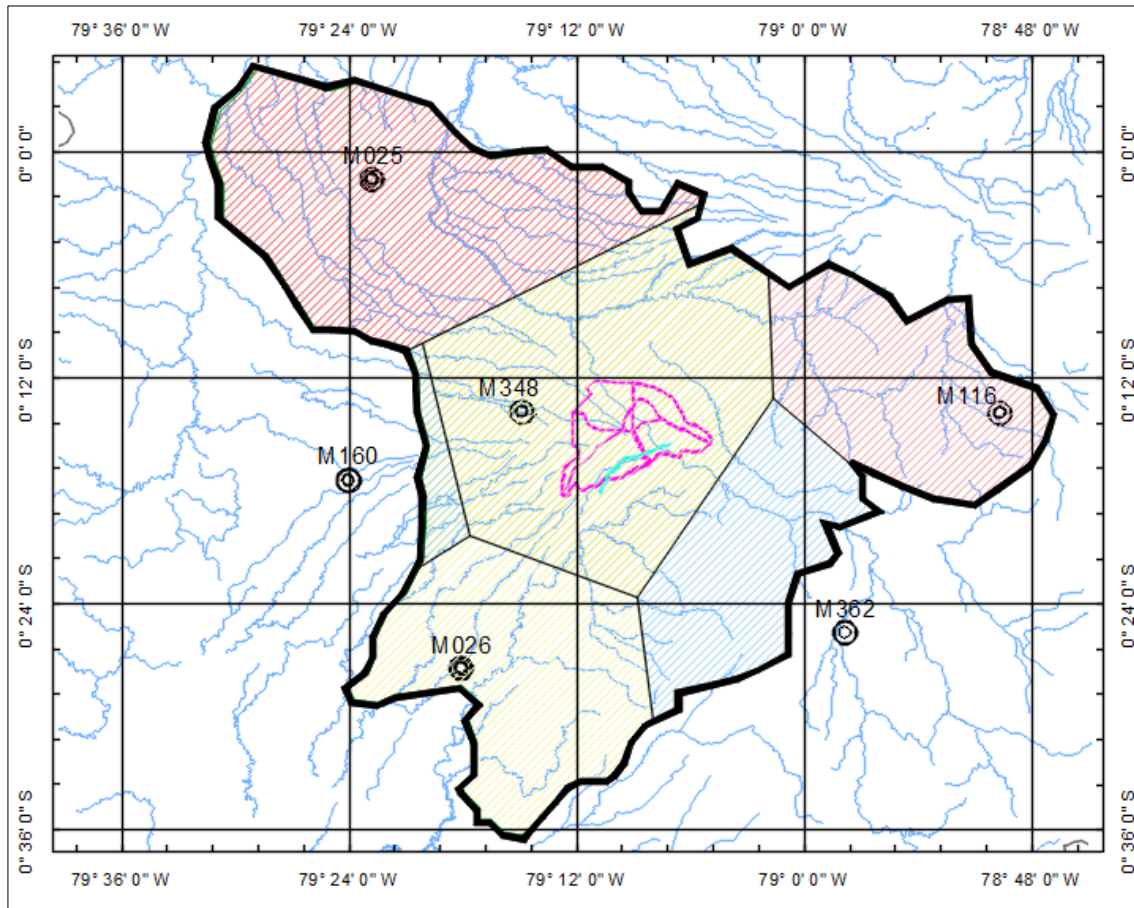
Precipitaciones máximas mensuales de cada año

VARIACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA



Se puede observar que existen años de mayor precipitación esto puede deberse a que cada cierto periodo de tiempo tenemos un evento conocido como Fenómeno del Niño lo que hace que los niveles de precipitación aumenten

Determinación de la precipitación media anual mediante Polígonos de Thiessen



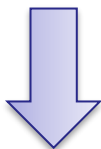
ESTACIONES	ÁREA (KM ²)	P MED ANUAL	$A_i * P_i$
M0160	28.00	2020.01	56560.35
M0025	376.00	3094.18	1163412.04
M0026	262.00	2724.29	713762.67
M0348	445.00	2545.04	1132542.05
M0362	189.00	1934.73	365663.27
M0116	214.00	4204.92	899851.81
			4331792.19
$\bar{P} = \frac{\sum A_i * P_i}{A_t} = 2861.16 \text{ mm}$			

Mapa de ubicación de Estaciones meteorológicas y Polígonos de Thiessen

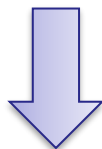
Nota: Elaborado por Autor.

Construcción de curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia

Para construir las curvas IDF debemos contar con una base de datos de precipitación diaria



Luego realizamos el análisis estadístico de la base de datos



Determinamos la media, la desviación estándar y el factor de frecuencia K_t para cada lapso horario

FEBRERO	1H	2H	6H	24H
2	1.19	0.84	0.36	0.12
3	1.48	1.04	0.44	0.15
4	8.48	5.94	2.54	0.86
5	4.20	2.94	1.26	0.43
6	6.50	4.56	1.95	0.66
7	2.26	1.59	0.68	0.23
8	5.10	3.58	1.53	0.52
9	2.18	1.53	0.65	0.22
10	19.31	13.52	5.78	1.95
11	9.02	6.31	2.70	0.91
12	0.00	0.00	0.00	0.00
13	41.74	29.24	12.51	4.23
14	2.18	1.53	0.65	0.22
15	22.48	15.74	6.73	2.28
16	40.96	28.69	12.27	4.15
17	31.41	22.00	9.41	3.18
18	20.05	14.04	6.01	2.03

Datos de precipitación diaria, Fuente: INAMHI

Nota: Elaborado por Autor.

Construcción de curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia

MEDIA Y DESVIACIÓN ESTANDAR

	1H	2H	6H	24H
X_m	12.92	4.56	0.70	0.11
S	13.52	4.70	0.66	0.23

FACTORES DE FRECUENCIA K_t

TAMAÑO DE LA MUESTRA	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	5	10	15	20	25	50	100
15	0.967	1.703	2.117	2.410	2.632	3.321	4.005
20	0.919	1.625	2.023	2.302	2.517	3.179	3.836
25	0.888	1.575	1.963	2.235	2.444	3.088	3.729
30	0.866	1.541	1.922	2.188	2.393	3.026	3.653
35	0.851	1.516	1.891	2.152	2.354	2.979	3.598
40	0.838	1.495	1.866	2.126	2.326	2.913	3.554
45	0.829	1.478	1.847	2.104	2.303	2.889	3.52
50	0.820	1.466	1.831	2.086	2.283	2.869	3.491

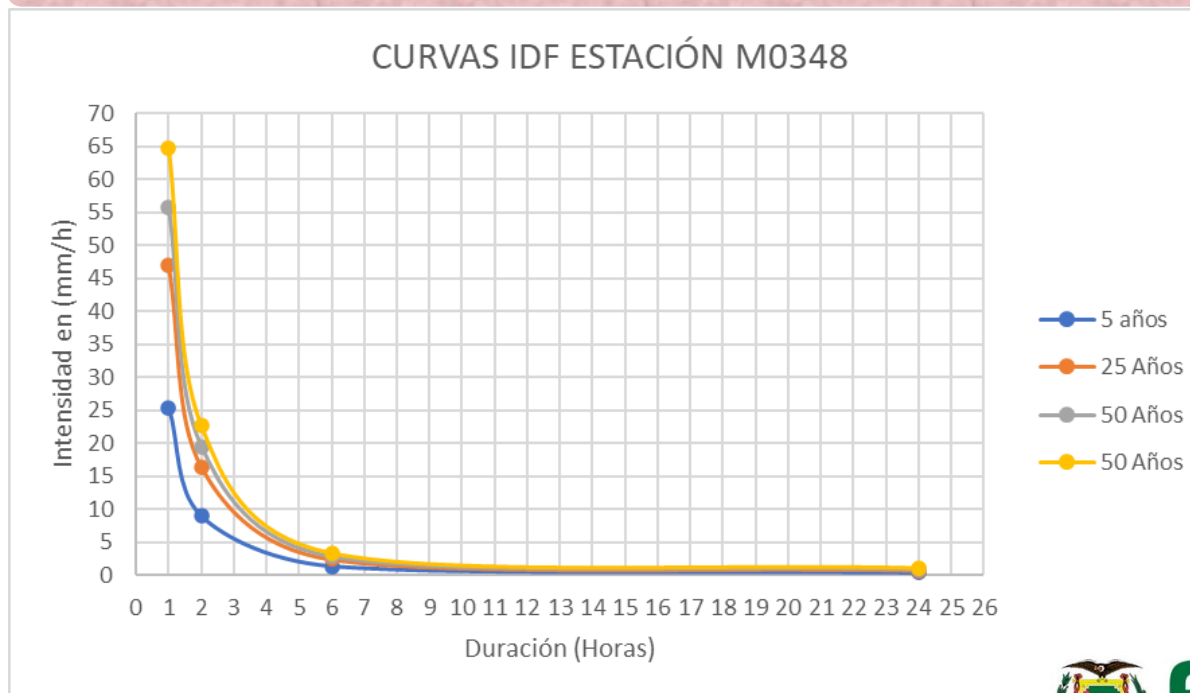
Una vez definidos los valores de media, desviación estándar y K_t procedemos a aplicar la formula ($X = \text{Media} + \text{Desviación estándar} * K_t$) y obtenemos caudales relacionados al periodo de retorno

Construcción de curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia

Tabla de Intensidad para diferentes periodos de retorno

DURACIÓN (HORAS)	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)			
	5	25	50	100
1	25.34	46.96	55.79	64.72
2	8.89	16.40	19.48	22.58
6	1.30	2.36	2.81	3.25
24	0.32	0.69	0.84	0.99

Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia para la estación M0348



EVALUACIÓN DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL EXISTENTE



Levantamiento del Catastro

Se realizó el levantamiento del sistema actual de alcantarillado pluvial para realizar su posterior análisis basado en las normas de la SEGUA para diseño de sistema de drenaje pluvial

Toma de datos en la parroquia Río Toachi



Equipo usado en el levantamiento



Modelo del Equipo

- GPS GARMIN
 - RTK T300 SinoGNSS
-



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

EVALUACIÓN DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL EXISTENTE

Parroquia Río Toachi



En la imagen podemos observar la red de alcantarilla pluvial existente en azul y en rojo el Colector con un diámetro de 1,2m



EVALUACIÓN DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL EXISTENTE

Parroquia Río Toachi



(a)

La basura se acumula sobre las rejillas por falta de limpieza



(b)

Sumideros sin rejilla donde se colocaron tapas provisionales



(c)

Sumideros con rejillas robadas y basura acumulada

EVALUACIÓN DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL EXISTENTE

Parroquia Chigüilpe



Imagen de la red de drenaje pluvial levantada en el catastro



EVALUACIÓN DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL EXISTENTE

Parroquia Chigüilpe

:



Pozos antiguos contruidos en bloque



Tubería de hormigón deteriorada por el tiempo



Rejillas limpias, sin basura acumulada

EVALUACIÓN DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL EXISTENTE

Parroquia Río Verde



La parroquia Río Verde es la más Grande y la que mas problemas a presentado a lo largo de los años



EVALUACIÓN DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL EXISTENTE

Parroquia Río Verde

:



Sumideros colapsados cubiertos de sedimentos y yerba



Pozos de hormigón en buen estado



Diámetros inferiores a 225mm

Catastro del sistema de alcantarillado pluvial actual

Estado de las redes existentes

<i>Parámetro</i>	<i>Río Toachi</i>	<i>Chigüilpe</i>	<i>Río Verde</i>
<i>La solera de la tubería no forme escalones</i>	Cumple	Cumple	Cumple
<i>Criterios de autolimpieza por pendiente</i>	Cumple	Cumple	Cumple
<i>Diámetros mínimos según la longitud del tramo de tubería según normas de SENAGUA, 2012</i>	Cumple	Cumple	Cumple
<i>Diámetro de la boca del pozo 60 cm</i>	Cumple	Cumple	Cumple
<i>Forma de cono excéntrico a lo largo del pozo</i>	No cumple	No cumple	No cumple
<i>Las tuberías que entran al pozo forman un ángulo de 45°</i>	No cumple	No cumple	No cumple
<i>Uso de diámetros superiores a 250 mm</i>	No cumple	No cumple	No cumple
<i>Pendientes de diseño mayores al 0.1%</i>	Cumple	Cumple	Cumple

Resumen de cumplimiento de parámetros mínimos de diseño para alcantarillado pluvial,
Tomado de SENAGUA, 2012

DISEÑO DEL NUEVO SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL



Propuesta del nuevo sistema de alcantarillado pluvial

Nivel de alcantarillado

Nivel	Características de la Comunidad
Nivel 1	Comunidades rurales con casas dispersas y con calles sin ningún tipo de acabados.
Nivel 2	Comunidades con algún tipo de trazado de calles, con tránsito vehicular y con mayor concentración de casas, de modo que se justifique la instalación de tuberías de alcantarillado con conexiones domiciliarias.
Nivel 3	Ciudades o comunidades más desarrolladas en las que los diámetros calculados caerán dentro del patrón de un alcantarillado convencional.

Fuente: (SENAGUA,2012)

Capacidad hidráulica $h/H \leq 0,7$

$$Q_h = Q_u + Q_{inf} + Q_{ce}$$

Curvas de caudal y velocidad para canales circulares

$$V_H = \frac{\left(\frac{D}{4}\right)^{2/3} * J^{1/2}}{n} \text{ (Manning)}$$

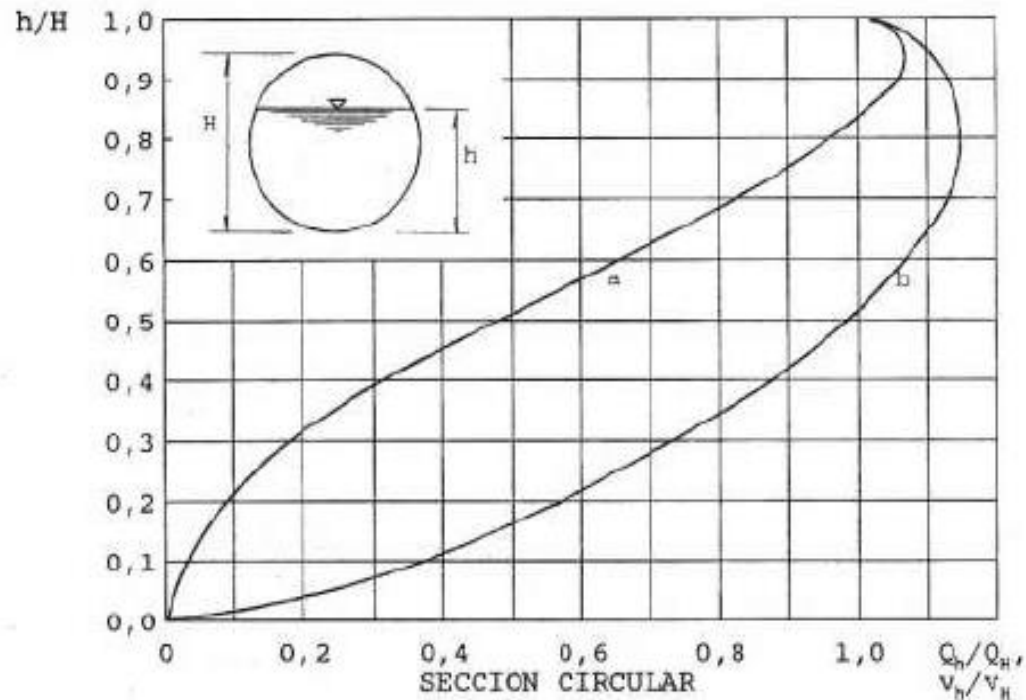
$$Q_H = \frac{\pi D^2}{4} * V_H$$

$$a = \frac{Q_h}{Q_H}$$

$$h/H \leq 0,7$$

$b =$ Según gráfico

$$V_h = b * V_H$$



Fuente de: (SANDOVAL, 2013)

Determinación de coeficientes de escurrimiento para las diferentes parroquias

PARROQUIA RÍO VERDE

	% De Ocupación	Ci (50 años)	% De O. * Ci	C
CALLES	3.80%	0.9	0.034	
ÁREA URBANA	58.19%	0.92	0.535	0.710
LOTES VACÍOS	38.00%	0.37	0.141	

PARROQUIA RÍO TOACHI

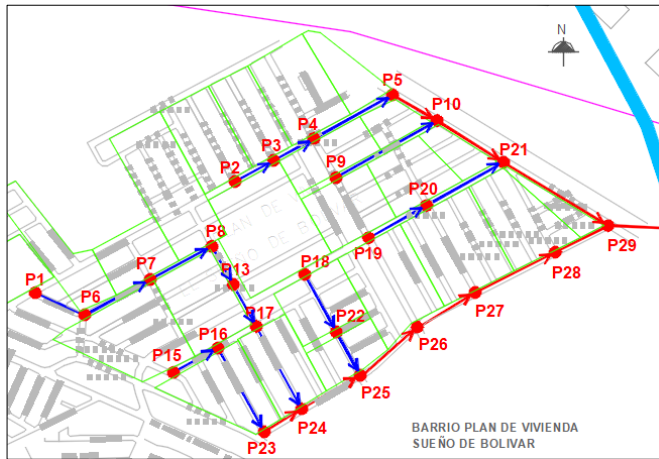
	% De Ocupación	Ci (50 años)	% De O. * Ci	C
CALLES	2.00%	0.9	0.018	
ÁREA URBANA	12.71%	0.92	0.117	0.394
LOTES VACÍOS	70.00%	0.37	0.259	

PARROQUIA RÍO CHIGUILPE

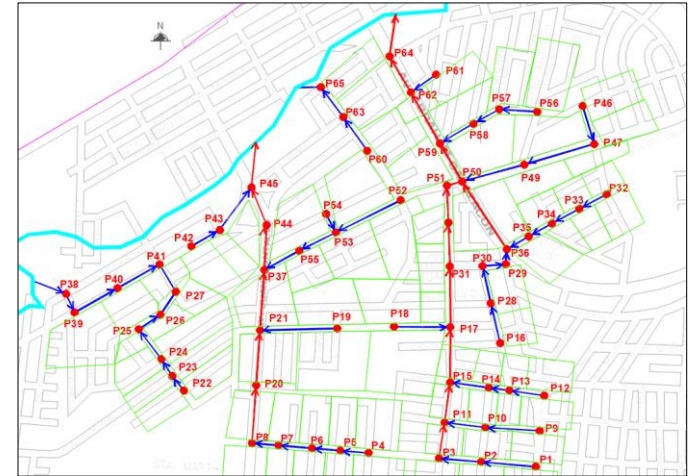
	% De Ocupación	Ci (50 años)	% De O. * Ci	C
CALLES	5.00%	0.9	0.045	
ÁREA URBANA	43.39%	0.92	0.399	0.588
LOTES VACÍOS	39.00%	0.37	0.144	



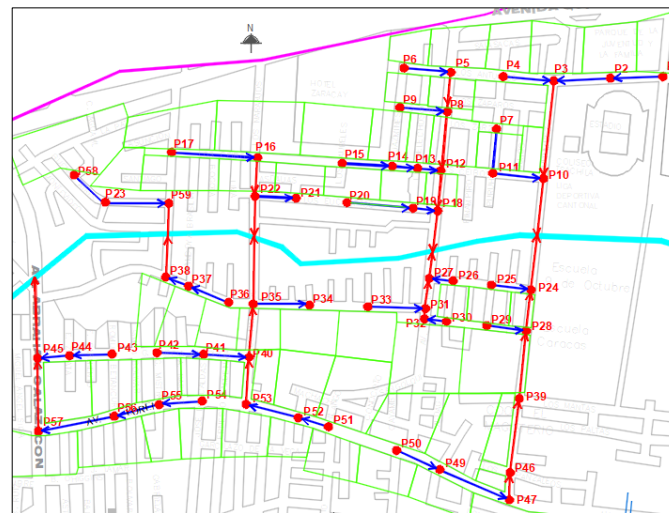
Mapa de diseño de la red de drenaje pluvial



Parroquia Río Toachi



Parroquia Río Verde



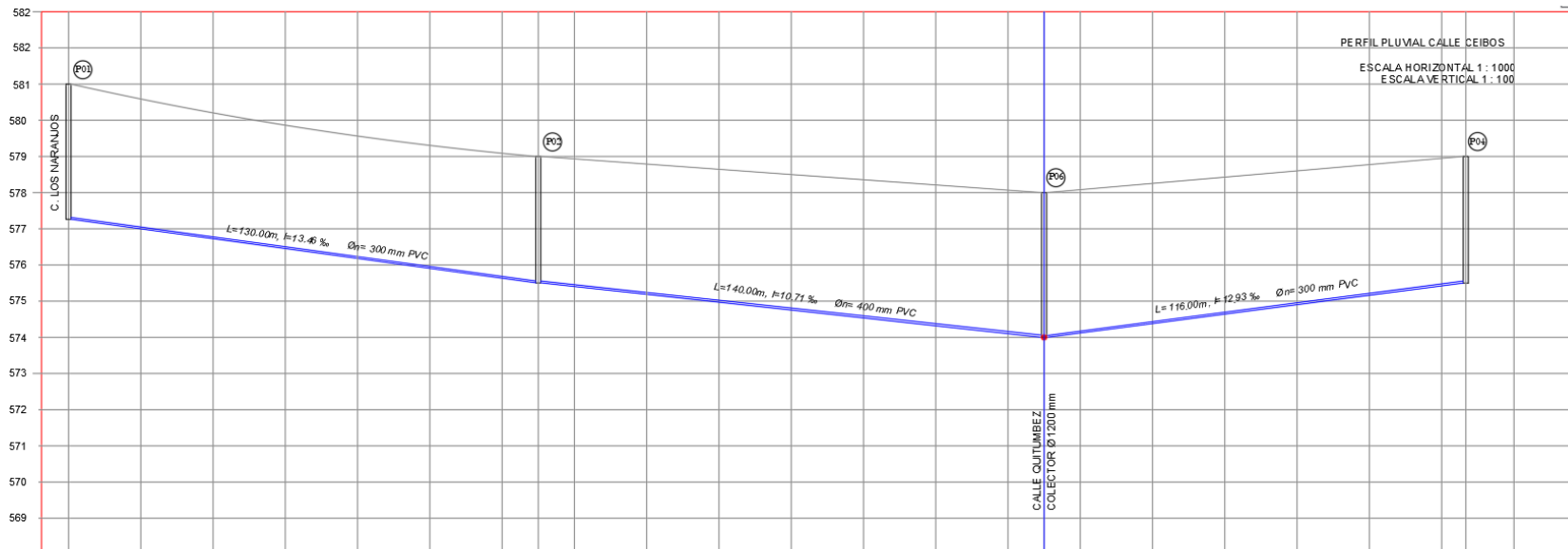
Parroquia Chigüilpe

Hoja de cálculo para la evaluación hidráulica y chequeo de parámetros de diseño

SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARROQUIA RÍO TOACHI																												
Parámetros, Datos y Coeficientes en General para Sistemas de Alcantarillado Nivel III																												
Velocidad mínima tubo lleno	0.9	m/s	Periodo de retomo (T)	50	años	Area tributaria del sistema	25	ha																				
Velocidad máxima tubo lleno	H.S. 4	m/s	Tiempo de concentración inicial	120	min																							
	PVC. 4.5	m/s	Factor de infiltración	0.1	l/s-ha																							
Velocidad de autolimpieza mínima	0.6	m/s	Aporte de Aguas Ilícitas	0.5	l/s-ha																							
Pendiente mínima	10	%	Coef. de rugosidad H.S.	H.S. 0.013	adm																							
Coef. Pond. de escurrimiento	0.394	adm	PVC	0.011	adm																							
Díámetro mínimo para alcantarillado pluvial	0.25	m																										
Hoja de Cálculo para la Evaluación																												
Datos												Tubería																
Calle	Pozo N°	Altura Pz [m]	Cotas		H [m]	Longitud		Área Tributaria [m²]		Aguas Infiltración [l/s]		Aguas Ilícitas [l/s]		Q Diseño [l/s]	Díámetro [mm]	J [%]	Sección llena		Aboco		V Diseño [m/s]	Observaciones Velocidad	Observaciones Pendiente					
			Terreno	Proyecto		Parcial	Acumulada	Int. lluvia [mm/h]	Parcial	Acumulada	Parcial	Acum.	Parcial				Acum.	V	Q	q/Q				h/H	Verificación	v/V		
SUEÑO DE BOLIVAR	PZ 02	1.50	520	518.50	1.00	56.00	15000.00	15000.00	55.79	91.59	91.59	0.15	0.15	0.750	0.750	92.49	300	17.86	2.16	152.72	0.606	0.570	OK	1.0585	2.287	Cumple Velocidad de Autolimpieza	Cumple Pendiente (Pendiente Correcta)	
	PZ 03	1.50	519.00	517.50																								
SUEÑO DE BOLIVAR	PZ 03	1.50	519.00	517.50	1.75	77.00	12000.00	27000.00	55.79	73.27	164.86	0.120	0.270	0.600	1.350	166.48	300	22.73	2.44	172.29	0.966	0.796	OK	1.1594	2.826	Cumple Velocidad de Autolimpieza	Cumple Pendiente (Pendiente Correcta)	
	PZ 04	2.25	518.00	515.75																								
SUEÑO DE BOLIVAR	PZ 04	2.25	518.00	515.75	1.75	153.00	4267.00	31267.00	55.79	26.05	190.91	0.043	0.313	0.213	1.563	192.79	400	11.44	2.09	263.22	0.732	0.642	OK	1.1061	2.317	Cumple Velocidad de Autolimpieza	Cumple Pendiente (Pendiente Correcta)	
	PZ 05	3.00	517.00	514.00																								
SUEÑO DE BOLIVAR	PZ 19	2.00	524.00	522.00	2.50	92.00	10000.00	10000.00	55.79	61.06	61.06	0.100	0.413	0.500	2.063	63.53	300	27.17	2.67	188.39	0.337	0.405	OK	0.8888	2.369	Cumple Velocidad de Autolimpieza	Cumple Pendiente (Pendiente Correcta)	
	PZ 20	2.50	522.00	519.50																								
SUEÑO DE BOLIVAR	PZ 20	2.50	522.00	519.50	8.00	127.00	12000.00	22000.00	55.79	73.27	134.33	0.120	0.633	0.600	2.663	137.52	300	62.99	4.06	286.83	0.479	0.497	OK	0.9544	4.035	Cumple Velocidad de Autolimpieza	Cumple Pendiente (Pendiente Correcta)	
	PZ 21	1.50	513.00	511.50																								
SUEÑO DE BOLIVAR	PZ 09	1.5	522	520.5	5.50	170.00	16500.00	16500.00	55.79	100.75	100.75	0.165	0.165	0.825	0.825	101.74	300	32.35	2.91	205.56	0.495	0.506	OK	1.0035	2.918	Cumple Velocidad de Autolimpieza	Cumple Pendiente (Pendiente Correcta)	
	PZ 10	2.00	517.00	515.00																								
SUEÑO DE BOLIVAR	PZ 01	1.50	532	530.5	2.50	71.00	14000.00	14000.00	55.79	85.48	85.48	0.140	0.140	0.700	1.525	87.15	300	35.21	3.03	214.45	0.406	0.452	OK	0.9459	2.870	Cumple Velocidad de Autolimpieza	Cumple Pendiente (Pendiente Correcta)	
	PZ 06	2.00	530.00	528																								
SUEÑO DE BOLIVAR	PZ 06	2.00	530.00	528	5.50	126.00	14000.00	28000.00	55.79	85.48	170.96	0.140	0.280	0.700	2.225	173.47	300	43.65	3.38	238.77	0.727	0.639	OK	1.1042	3.730	Cumple Velocidad de Autolimpieza	Cumple Pendiente (Pendiente Correcta)	
	PZ 07	1.50	524.00	522.50																								
SUEÑO DE BOLIVAR	PZ 07	1.50	524.00	522.5	5.00	119.00	10000.00	38000.00	55.79	61.06	232.02	0.100	0.380	0.500	2.725	235.13	400	42.02	4.01	504.50	0.466	0.489	OK	0.9863	3.960	Cumple Velocidad de Autolimpieza	Cumple Pendiente (Pendiente Correcta)	
	PZ 08	1.50	519.00	517.50																								
SUEÑO DE BOLIVAR	PZ 08	1.50	519.00	517.50	1.00	74.00	22000.00	60000.00	55.79	134.33	366.35	0.220	0.600	1.100	6.488	373.44	500	13.51	2.64	518.75	0.720	0.635	OK	1.1020	2.911	Cumple Velocidad de Autolimpieza	Cumple Pendiente (Pendiente Correcta)	
	PZ 13	2.50	519.00	516.50																								



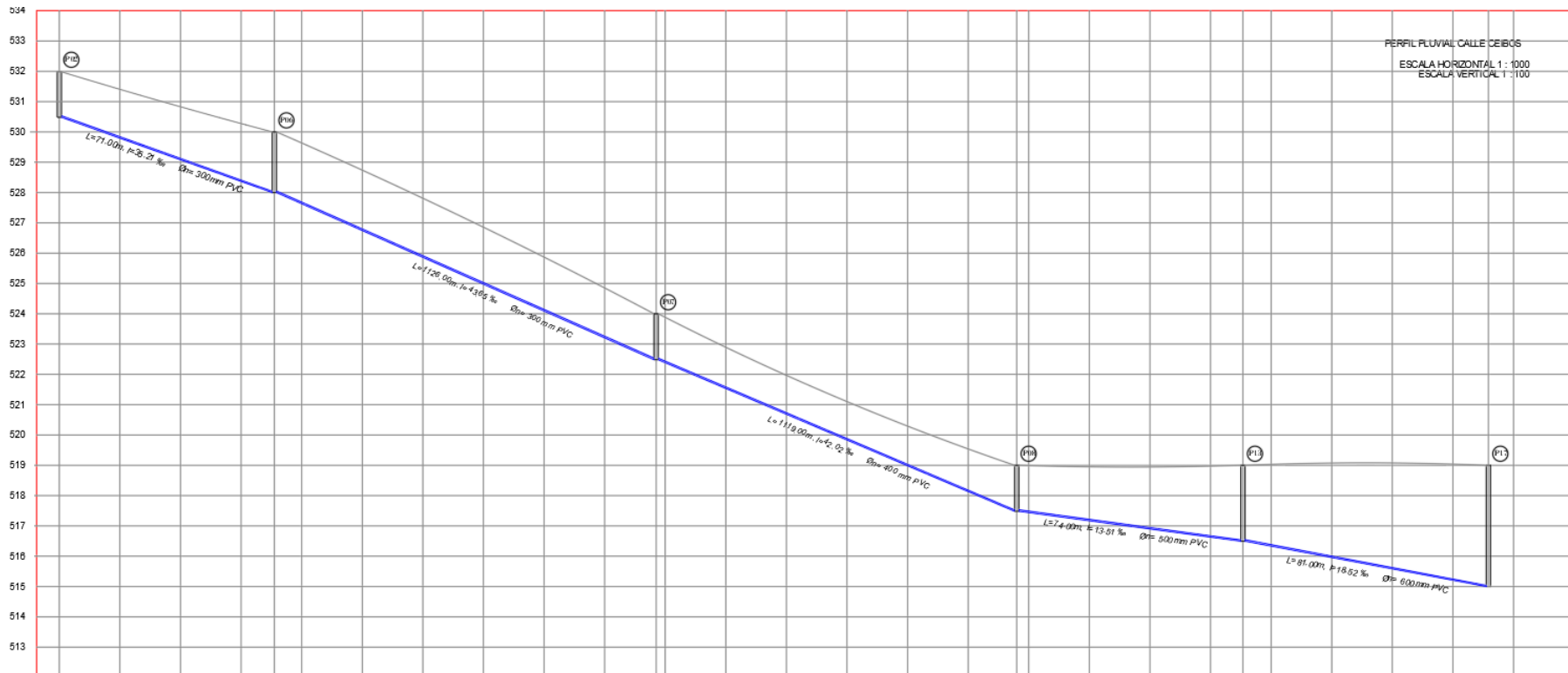
PERFILES HIDRÁULICOS



DATOS HIDRAULICOS		$L=130.00m$, $i=13.46\%$ $\varnothing=300\text{ mm PVC}$	$L=140.00m$, $i=10.71\%$ $\varnothing=400\text{ mm PVC}$	$L=116.00m$, $i=12.93\%$ $\varnothing=300\text{ mm PVC}$
ELEVACION	CORTE	3.75		
	PROYECTO	577.25	579.00	579.00
	RASANTE	581.00	579.00	579.00
ABSCISAS	0+000.00	0+130.00	0+270.00	0+386.00



PERFILES HIDRÁULICOS



PERFIL FLUVIAL CALLE CEIBOS
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 100

DATOS HIDRÁULICOS		L=71.00m, f=35.21% Øn= 300 mm PVC	L=55.00m, f=43.65% Øn= 300 mm PVC	L=74.00m, f=42.02% Øn= 400 mm PVC	L=116.00m, f=13.91% Øn= 500 mm PVC	L=75.00m, f=18.52% Øn= 600 mm PVC
ELEVACION	CORTE	1.50		1.50	1.50	2.50
	PROYECTO	530.50	529.00	522.5	517.5	516.50
	RASANTE	532.00	530.00	524.00	519.00	519.00
ABSCISAS		0+000.00	0+020.00	0+040.00	0+060.00	0+071.00
						0+080.23
						0+100.00
						0+120.00
						0+140.00
						0+160.23
						0+180.00
						0+197.00
						0+200.00
						0+220.00
						0+240.00
						0+260.00
						0+280.23
						0+300.00
						0+316.00
						0+320.00
						0+340.00
						0+360.00
						0+380.00
						0+391.00
						0+400.00
						0+420.00
						0+440.00
						0+460.00
						0+391.00
						0+480.00



ESPE
 UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
 INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

PERFILES HIDRÁULICOS



DATOS HIDRÁULICOS		$L=49.00m$, $F=30.61\%$ $\varnothing=330$ mm PVC	$L=63.00m$, $F=16.97\%$ $\varnothing=440$ mm PVC	$L=98.00m$, $F=15.31\%$ $\varnothing=600$ mm PVC	$L=68.00m$, $F=14.71\%$ $\varnothing=600$ mm PVC	$L=72.00m$, $F=10.42\%$ $\varnothing=600$ mm PVC	$L=83.00m$, $F=12.04\%$ $\varnothing=600$ mm PVC
ELEVACION	CORTE	523.00	522.00	519.00	517.50	516.50	517.50
	PROYECTO	521.50	520.00	519.00	517.50	516.50	517.50
	RASANTE	523.00	522.00	519.00	517.50	516.50	517.50
ABSCISAS		0+000.00	0+071.00	0+169.00	0+237.00	0+309.00	0+392.00



PRESUPUESTO DEL NUEVO SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL



PRESUPUESTO REFERENCIAL RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	U	CANT.	P.U.	P.T.
RUBROS DE INGENIERIA CIVIL					
INSTALACIÓN DE TUBERÍA PLUVIAL					
OPR003	REPLANTEO Y NIVELACION CON EQUIPO TOPOGRAFICO	km	9.25	\$551.06	\$5,096.48
MOT008	EXCAVACION A MAQUINA EN TIERRA H= 0-2m	m3	12947.90	\$1.64	\$21,234.56
MOT009	EXCAVACION A MAQUINA EN TIERRA H= 2-4m	m3	9664.68	\$2.53	\$24,451.65
MOT037	RELLENO COMPACTADO CON COMPACTADOR	m3	12947.90	\$6.37	\$82,478.12
ASP040	RASANTEO Y PREPARACION ZANJA A MAQUINA (INC. CAMA ARENA)	m2	6473.95	\$3.01	\$19,486.59
ASP029	TUBERIA PVC 220 mm INEN 2059 UNION ELASTOMERICA. INC. ANILLO DE CAUCHO	m	1849.70	\$21.83	\$40,378.95
ASP030	TUBERIA PVC 280 mm INEN 2059 UNION ELASTOMERICA. INC. ANILLO DE CAUCHO	m	924.85	\$27.58	\$25,507.36
ASP031	TUBERIA PVC 335 mm INEN 2059 UNION ELASTOMERICA INC. ANILLO DE CAUCHO	m	8092.44	\$39.68	\$321,107.92
ASP032	TUBERIA PVC 400 mm INEN 2059 UNION ELASTOMERICA INC. ANILLO DE CAUCHO	m	1445.08	\$55.77	\$80,592.01
ASP033	TUBERIA PVC 440 mm INEN 2059 UNION ELASTOMERICA INC. ANILLO DE CAUCHO	m	3174.73	\$58.66	\$186,229.81
ASP080	TUBERIA PVC 840mm INEN 2059 UNION ELASTOMERICA INC. ANILLO DE CAUCHO	m	400.00	\$223.88	\$89,552.00
ASP099	SUM. E INST. DE TUBERIA PVC PARA ALCANTARILLADO TIPO A2, S3 - D(e)=1245mm; D(i)=1200mm	m	1200.00	\$339.36	\$407,232.00
ASP017	POZOS REV. f _c =210 kg/cm2 H=0-2m d=1m (cuerpo)	m	190.00	\$170.87	\$32,465.30
ASP018	POZOS REV. f _c =210 kg/cm2 H=2-4m d=1m (cuerpo)	m	142.50	\$177.65	\$25,315.13
ASP013	LOSA DE TAPA H.A PARA POZO REVISIÓN d=1.40 m e=0.20m	u	100.00	\$134.35	\$13,435.00
ASP004	BASE H.C. POZO REVISIÓN d=1.80 m e=0.30m 210 kg/cm2	u	100.00	\$80.11	\$8,011.00
ASP024	TAPA DE HIERRO DUCTIL 600mm BISAGRA CAUTIVA	u	100.00	\$192.67	\$19,267.00
821GS	REJILLA H. DUCTIL 600 mm BISAGRA CAUTIVA	u	200.00	\$171.01	\$34,202.00
814S	SUMIDERO DE CALZADA H.S. 0.90x0.40x0.80m	u	200.00	\$62.46	\$12,492.00
					\$ 1,448,534.87

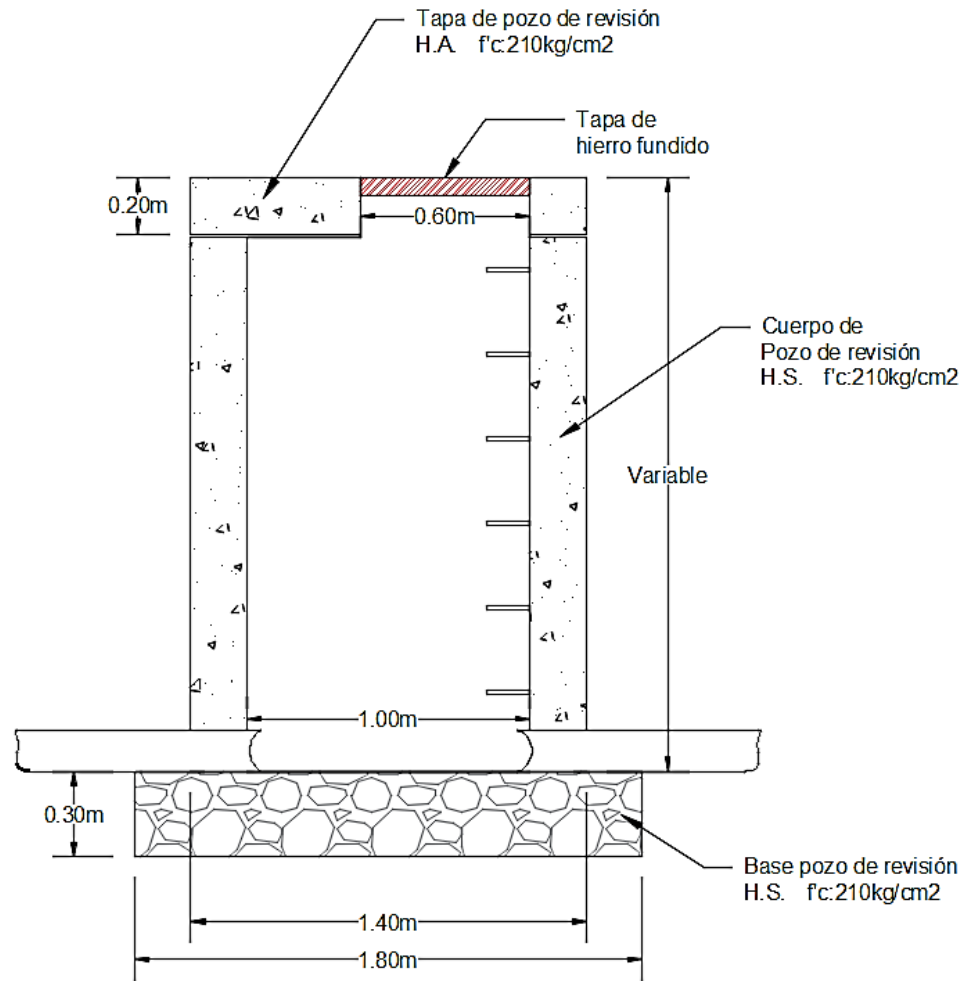
Presupuesto Referencial

Es un factor trascendental para el cumplimiento de los objetivos de todo Proyecto, Los valores de precio unitario están tomados del Listado precios referenciales 2023 GADM_SD



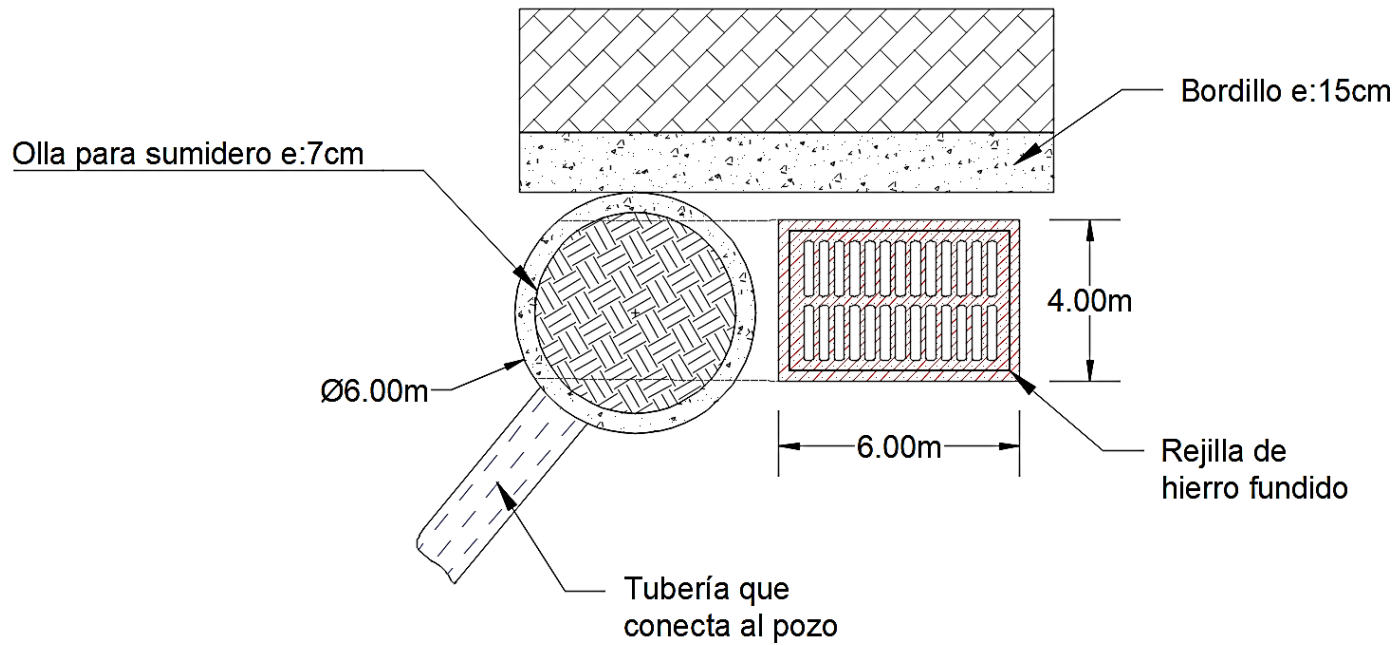
Elementos del sistema de alcantarillado pluvial

Pozo pluvial de Hormigón Simple

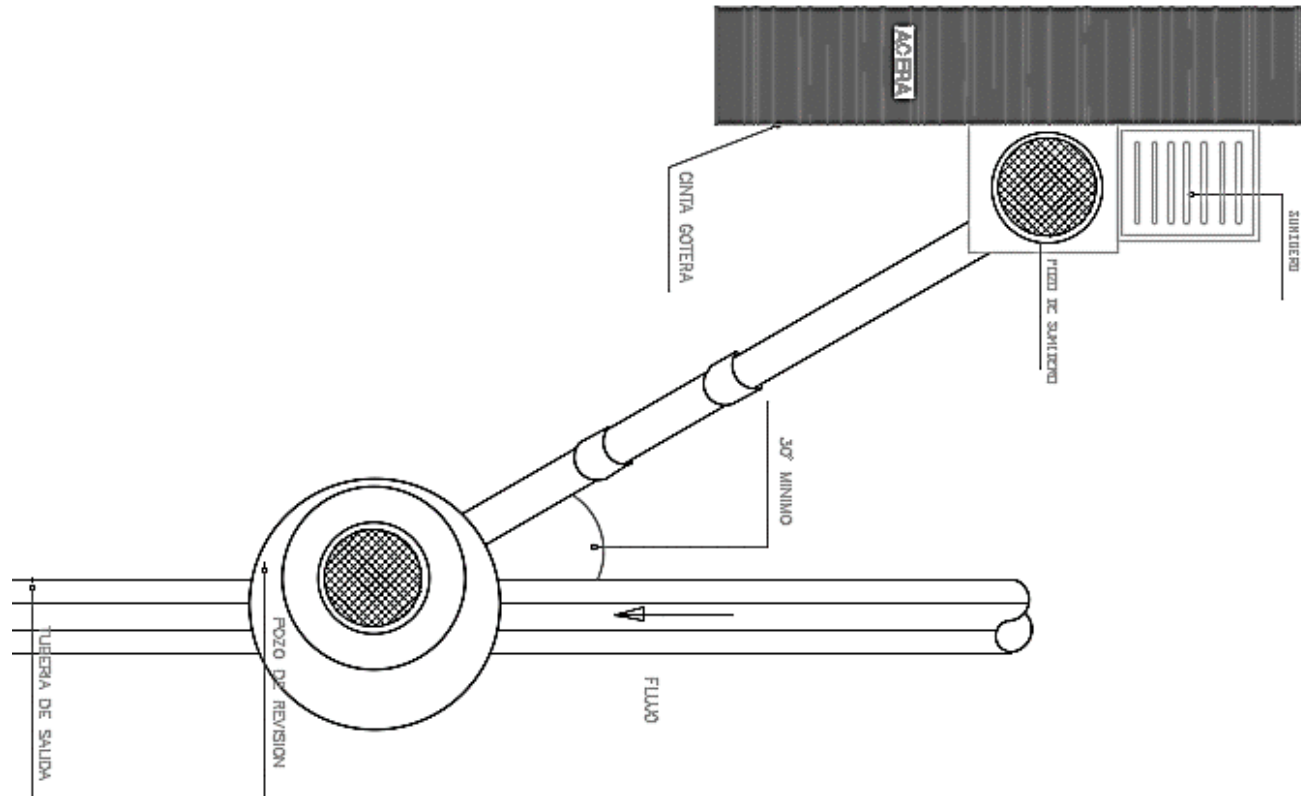


Elementos del sistema de alcantarillado pluvial

Sumidero para captación de aguas superficiales

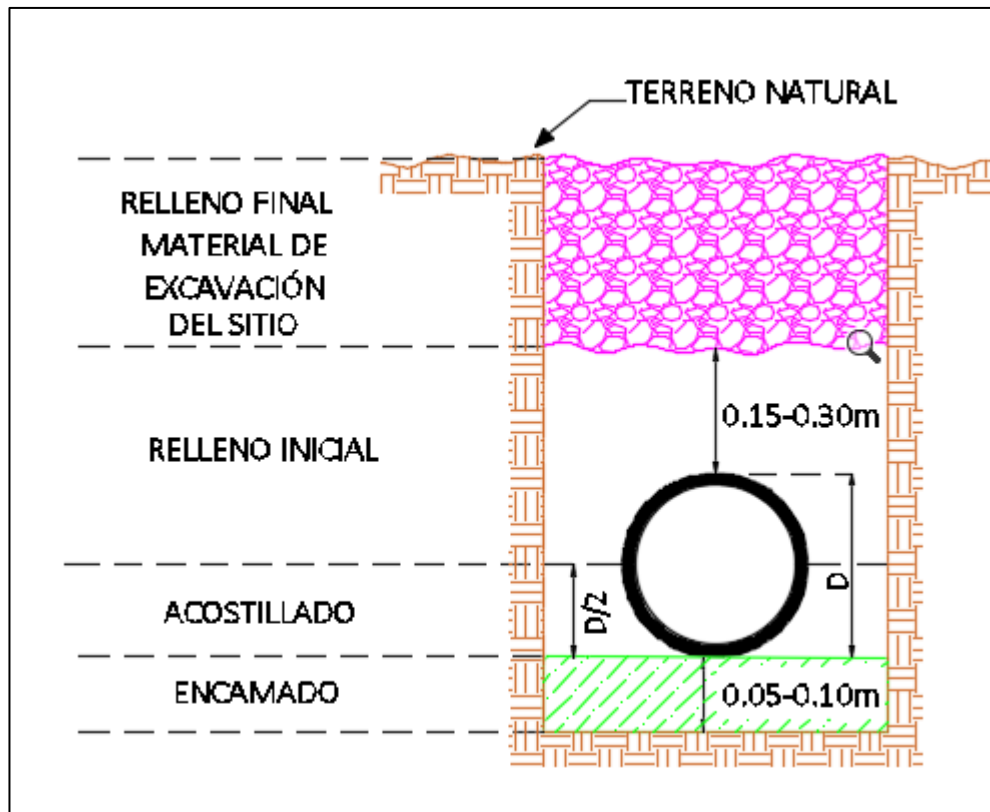


Conexión de sumidero a red principal



Presupuesto Referencial

Excavación, mejoramiento, compactación y relleno.



Tuberías



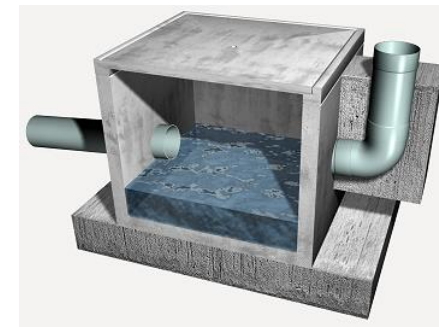
Diámetros

- 250 mm
- 300 mm
- 350 mm
- 400 mm
- 450 mm
- 500 mm
- 550 mm

Pozos



Cajas de Revisión



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Conclusiones

En base al cálculo del periodo de retorno y la probabilidad de ocurrencia por el método de Weibull, podemos concluir que en la región de Santo Domingo tenemos la aparición de eventos meteorológicos de gran intensidad (3804.40 mm) cada 22 años y de alrededor de 3000 mm cada 3 años, en el año 2012 en el mes de abril se produjo el desbordamiento del río Pove, de manera similar en los años 2016 y 2019 se produjeron desbordamientos e inundaciones dentro de la ciudad lo que nos deja en claro la necesidad de mejorar el sistema de evacuación de aguas lluvias.

El levantamiento del catastro demostró que existen grandes inconsistencias en las dimensiones de las tuberías. Como ejemplo en la parroquia Río Toachi en un tramo de la red se encontró una tubería de 300 mm y a continuación siguiendo el sentido del flujo una tubería de 250 mm la cual al recibir mayor carga debería tener un diámetro igual o mayor al anterior, en general, los diámetros encontrados al realizar la evaluación del sistema existente no son adecuados para evacuar el caudal de agua lluvia que cae en la zona de estudio.

Al realizar la evaluación de los efectos de las precipitaciones en el sistema de drenaje pluvial actual y compararlo con el rediseño basado en las intensidades obtenidas mediante el cálculo de curvas IDF para un periodo de retorno de 50 años, se observó que los diámetros existentes están sub-dimensionados lo que explicaría los desbordamientos y colapsos de los pozos al presentarse lluvias intensas.

El presupuesto referencial para realizar la instalación de una nueva red de alcantarillado pluvial y el cambio de la antigua, propuestos en este estudio, es 1,448,534.87 estimado en base a el listado de precios referenciales del GADMSD con valores actualizados al mes de marzo del presente año.